



LAPORAN AKHIR

PEMANTAUAN LINGKUNGAN PERAIRAN LAUT DAN MUARA TELUK JAKARTA PROVINSI DKI JAKARTA TAHUN ANGGARAN 2022



KATA PENGANTAR

Pemantauan kualitas lingkungan perairan laut, Muara Teluk Jakarta dan Kepulauan Seribu bertujuan untuk mengetahui kondisi kualitas air dan status mutu perairan dari waktu ke waktu. Kegiatan ini merupakan dasar dalam pengambilan kebijakan dalam pengendalian pencemaran dan kerusakan lingkungan sesuai dengan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 20 Tahun 2008 tentang Petunjuk Teknis Standar Pelayanan Minimal Bidang Lingkungan Hidup Daerah Provinsi dan Daerah Kabupaten/Kota.

Mengacu pada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, kegiatan pemantauan kualitas air laut wajib dilakukan sekurang-kurangnya 2 (dua) kali dalam setahun. Berdasarkan hal tersebut maka dalam rangka mengendalikan pencemaran dan kerusakan lingkungan, Dinas Lingkungan Hidup Provinsi DKI Jakarta bekerja sama dengan Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan IPB University untuk menyusun dokumen pemantauan kualitas lingkungan perairan laut dan Muara Teluk Jakarta pada Tahun 2022.

Penyusunan laporan akhir ini adalah komitmen antara DLH Provinsi DKI Jakarta selaku pemilik pekerjaan/pemrakarsa dan PKSPL-IPB University selaku pelaksana pekerjaan/penyusun dokumen dalam pelaksanaan kegiatan secara kontraktual. Diharapkan dengan tersusunnya laporan ini dapat memberikan gambaran kondisi lingkungan perairan laut dan Muara Teluk Jakarta dari waktu ke waktu sehingga dapat dijadikan sebagai acuan dalam upaya pengendalian pencemaran lingkungan pada lokasi tersebut.

Kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berpartisipasi dalam penyusunan laporan ini, semoga dapat bermanfaat serta memenuhi harapan semua pihak yang berkepentingan.

Jakarta, November 2022

Kepala Dinas Lingkungan Hidup
Provinsi DKI Jakarta

Asep Kuswanto, S.E, M.Si
NIP. 197309021998031006

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
1.1. LATAR BELAKANG.....	1
1.2. DASAR HUKUM	2
1.3. MAKSUD DAN TUJUAN.....	2
1.4. LUARAN.....	3
BAB 2. KONDISI UMUM WILAYAH PEMANTAUAN.....	4
BAB 3. METODE.....	4
3.1. Kondisi Kualitas Perairan.....	8
3.1.1. Indeks Pencemaran (IP)	10
3.1.2. Indeks Kualitas Perairan.....	10
3.2. Kondisi Biologi Perairan	11
3.2.1. Pengambilan Sampel Plankton	11
3.2.2. Pengambilan Sampel Benthos	11
3.2.3. Analisis Data Plankton dan Benthos	12
3.3. Metode dan Analisis Data Oseanografi	14
3.3.1. Sumber Data	14
3.3.2. Batimetri	14
3.3.3. Pasang Surut	15
3.3.4. Arus	16
3.3.5. Suhu dan Salinitas	17
3.3.6. Model Sebaran Material Tersuspensi (TSS)	17
3.3.7. Laju Sedimentasi	27
3.4. Analisis Spasial (<i>Mapping</i>)	28
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1. Parameter Kualitas Perairan	30
4.1.1. Parameter Fisika.....	30
4.1.2. Parameter Kimia	31
4.1.3. Parameter Logam Terlarut.....	32
4.1.4. Parameter Biologi	33
4.2. Pola Distribusi Kualitas Air 2015-2022	45

4.2.1. Pola Distribusi Kualitas Air Zona Muara.....	46
4.2.2. Pola Distribusi Kualitas Air Zona Perairan Pantai.....	66
4.2.3. Pola Distribusi Kualitas Air Zona Perairan Teluk	76
4.3. Pola Distribusi <i>Emerging</i> Parameter 2021-2022.....	85
4.4. Indeks Pencemaran.....	88
4.4.1. Indeks Pencemaran Tahun 2022.....	89
4.4.2. Tren Indeks Pencemaran 2015-2022	93
4.5. Indeks Kualitas Air	99
4.5.1. Indeks Kualitas Air Tahun 2022.....	99
4.5.2. Tren Indeks Kualitas Air 2015-2022	104
4.6. Analisis Biota	109
4.6.1. Analisis Fitoplankton	109
4.6.2. Analisis Zooplankton	134
4.6.3. Analisis Benthos	159
4.6.4. Analisis Hubungan Parameter Fosfat dan Nitrat	184
4.7. Analisis Oseanografi.....	189
4.7.1. Pasang Surut	189
4.7.2. Arus	191
4.7.3. Suhu dan Salinitas	193
4.7.4. Model Sebaran TSS	206
4.7.5. Laju Sedimentasi	223
4.8. Analisis Spasial	225
4.8.1. Sebaran Suhu Teluk Jakarta	225
4.8.2. Sebaran Salinitas Teluk Jakarta.....	227
4.8.3. Sebaran pH Teluk Jakarta.....	229
4.8.4. Sebaran <i>Dissolved Oxygen</i> (DO)/Oksigen Terlarut Teluk Jakarta	231
4.8.5. Sebaran Nitrat, Fosfat dan Ammonia Teluk Jakarta	233
4.8.6. Sebaran <i>Total Suspended Solid</i> (TSS) Teluk Jakarta	240
4.8.7. Indeks Kualitas Air Laut Teluk Jakarta.....	241
4.8.8. Indeks Pencemaran di Teluk Jakarta.....	243
BAB 5. REKOMENDASI.....	246
5.1 Rekomendasi Kebijakan	246
5.2 Rekomendasi Teknis	247
BAB 6. KESIMPULAN.....	251

DAFTAR PUSTAKA	254
LAMPIRAN	259

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Lokasi dan Frekuensi Pengambilan Sampel Muara Teluk Jakarta.....	5
Tabel 2. Lokasi dan Frekuensi Pengambilan Sampel Air Laut.....	6
Tabel 3. Lokasi dan Frekuensi Pengambilan Sampel Air Kepulauan Seribu	7
Tabel 4. Parameter Pemantauan Kualitas Perairan.....	9
Tabel 5. Kategori Indeks Pencemaran	10
Tabel 6. Parameter dan Bobot NSF-WQI	11
Tabel 7. Persamaan Dalam Menghitung Elevasi Penting Muka Air Laut.....	15
Tabel 8. Tipe Pasang Surut Berdasarkan Bilangan <i>Form Factor</i>	16
Tabel 9. Nilai TSS Dari 12 Muara Sungai di Teluk Jakarta Sebagai Masukan Model Sebaran TSS	23
Tabel 10. Parameter Hidrodinamika yang Digunakan Sebagai Masukan (<i>Input</i>) Model.....	23
Tabel 11. Pola Distribusi Parameter Total Petroleum Hidrokarbon (TPH) 2021-2022	86
Tabel 12. Pola Distribusi Parameter Polisklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) 2021-2022	87
Tabel 13. Pola Distribusi Parameter Poliklor Bifenil (PCB) 2021-2022	87
Tabel 14. Tren Indeks Pencemaran Zona Muara Pasang.....	94
Tabel 15. Indeks Pencemaran Zona Muara Pasang Secara Periodik Tahun 2021-2022	94
Tabel 16. Tren Indeks Pencemaran Zona Muara Surut	94
Tabel 17. Indeks Pencemaran Zona Muara Surut Secara Periodik Tahun 2021-2022.....	95
Tabel 18. Tren Indeks Pencemaran Zona Perairan Pantai	96
Tabel 19. Indeks Pencemaran Zona Pantai Secara Periodik Tahun 2021-2022.....	97
Tabel 20. Tren Indeks Pencemaran Zona Perairan Teluk	98
Tabel 21. Indeks Pencemaran Zona Teluk Secara Periodik Tahun 2021-2022	98
Tabel 22. Indeks Pencemaran Zona Kepulauan Seribu Secara Periodik Tahun 2021-2022.....	98
Tabel 23. Tren Indeks Kualitas Air Zona Muara Pasang.....	104
Tabel 24. Indeks Kualitas Air Zona Muara Pasang Secara Periodik Tahun 2021-2022	105
Tabel 25. Tren Indeks Kualitas Air Zona Muara Surut	105
Tabel 26. Indeks Kualitas Air Zona Muara Surut Secara Periodik Tahun 2021-2022.....	106
Tabel 27. Tren Indeks Kualitas Air Zona Perairan Pantai	106
Tabel 28. Indeks Kualitas Air Zona Pantai Secara Periodik Tahun 2021-2022.....	107

Tabel 29. Tren Indeks Kualitas Air Zona Perairan Teluk	107
Tabel 30. Indeks Kualitas Air Zona Teluk Secara Periodik Tahun 2021-2022	108
Tabel 31. Indeks Kualitas Air Zona Kepulauan Seribu Secara Periodik Tahun 2021-2022.....	109
Tabel 32. Konstanta Harmonik Pasang Surut Pada Periode 1	190
Tabel 33. Elevasi Muka Air Penting Pasang Surut Teluk Jakarta Bulan Maret (Kiri) dan Agustus (Kanan)	191
Tabel 34. Laju Sedimentasi Di Beberapa Lokasi Di Teluk Jakarta Pada Periode Pengukuran Bulan Maret 2022	225
Tabel 35. Laju Sedimentasi Di Beberapa Lokasi Di Teluk Jakarta Pada Periode Pengukuran Bulan Agustus 2022.....	225
Tabel 36. Rekomendasi Operasional	248
Tabel 37. Rekomendasi Arah Perbaikan Metodologi	249

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Diagram Alir Pelaksanaan Kegiatan	5
Gambar 2. Stasiun Pengamatan Perairan Laut dan Muara Teluk Jakarta	8
Gambar 3. Contoh Hasil Interpolasi DIVA pada variabel suhu secara spasial	17
Gambar 4. Domain Model Sebaran TSS dan Titik Merah Menunjukkan Lokasi <i>Mooring</i> Arus Dan Pasang Surut	19
Gambar 5. Sistematika Proses Dinamika Sedimen di Kolom Air (Sedimen Tersuspensi) dan Dasar Perairan	21
Gambar 6. Pola Kecepatan dan Arah Angin Pada Bulan Maret (Atas) dan Agustus (Bawah)	25
Gambar 7. Mawar Kecepatan dan Arah Angin pada Bulan Maret (Kanan) dan Bulan Agustus (Kiri) ..	26
Gambar 8. Stasiun Pengambilan Sampel Sedimen Dasar.....	28
Gambar 9. Stasiun Pengambilan Data <i>Sediment Trap</i>	28
Gambar 10. Grafik Parameter Fisika Kualitas Perairan.....	36
Gambar 11. Grafik Parameter Kimia Kualitas Perairan	40
Gambar 12. Grafik Parameter Logam Terlarut Kualitas Perairan.....	43
Gambar 13. Grafik Parameter Biologi Kualitas Perairan 2022	44
Gambar 14. Pola Distribusi Suhu Zona Muara Pasang	46
Gambar 15. Pola Distribusi Oksigen Terlarut Zona Muara Pasang.....	47
Gambar 16. Pola Distribusi Kekeruhan Zona Muara Pasang	48
Gambar 17. Pola Distribusi TSS Zona Muara Pasang.....	49
Gambar 18. Pola Distribusi pH Zona Muara Pasang.....	50
Gambar 19. Pola Distribusi BOD Zona Muara Pasang	51
Gambar 20. Pola Distribusi Nitrat Zona Muara Pasang	52
Gambar 21. Pola Distribusi Fosfat Zona Muara Pasang.....	53
Gambar 22. Pola Distribusi Raksa Zona Muara Pasang	54
Gambar 23. Pola Distribusi Timbal Zona Muara Pasang.....	55
Gambar 24. Pola Distribusi Suhu Zona Muara Surut	56
Gambar 25. Pola Distribusi Oksigen Terlarut Zona Muara Surut	57
Gambar 26. Pola Distribusi Kekeruhan Zona Muara Surut.....	58
Gambar 27. Pola Distribusi TSS Zona Muara Surut.....	59
Gambar 28. Pola Distribusi pH Zona Muara Surut.....	60
Gambar 29. Pola Distribusi BOD Zona Muara Surut.....	61
Gambar 30. Pola Distribusi Nitrat Zona Muara Surut.....	62
Gambar 31. Pola Distribusi Fosfat Zona Muara Surut	63

Gambar 32. Pola Distribusi Raksa Zona Muara Surut.....	64
Gambar 33. Pola Distribusi Timbal Zona Muara Surut	65
Gambar 34. Pola Distribusi Suhu Zona Perairan Pantai.....	66
Gambar 35. Pola Distribusi Oksigen Terlarut Zona Perairan Pantai	67
Gambar 36. Pola Distribusi Kekeruhan Zona Perairan Pantai	68
Gambar 37. Pola Distribusi TSS Zona Perairan Pantai	69
Gambar 38. Pola Distribusi pH Zona Perairan Pantai	70
Gambar 39. Pola Distribusi BOD Zona Perairan Pantai	71
Gambar 40. Pola Distribusi Nitrat Zona Perairan Pantai	72
Gambar 41. Pola Distribusi Fosfat Zona Perairan Pantai.....	73
Gambar 42. Pola Distribusi Raksa Zona Perairan Pantai	74
Gambar 43. Pola Distribusi Timbal Zona Perairan Pantai.....	75
Gambar 44. Pola Distribusi Oksigen suhu Zona Perairan Teluk.....	76
Gambar 45. Pola Distribusi Oksigen Terlarut Zona Perairan Teluk	77
Gambar 46. Pola Distribusi Kekeruhan Zona Perairan Teluk.....	78
Gambar 47. Pola Distribusi TSS Zona Perairan Teluk.....	79
Gambar 48. Pola Distribusi pH Zona Perairan Teluk.....	80
Gambar 49. Pola Distribusi BOD Zona Perairan Teluk.....	81
Gambar 50. Pola Distribusi Nitrat Zona Perairan Teluk.....	82
Gambar 51. Pola Distribusi Fosfat Zona Perairan Teluk	83
Gambar 52. Pola Distribusi Raksa Zona Perairan Teluk.....	84
Gambar 53. Pola Distribusi Timbal Zona Perairan Teluk	85
Gambar 54. Indeks Pencemaran Zona Muara Pasang.....	89
Gambar 55. Indeks Pencemaran Zona Muara Surut	90
Gambar 56. Indeks Pencemaran Zona Perairan Pantai	91
Gambar 57. Indeks Pencemaran Zona Teluk	92
Gambar 58. Indeks Pencemaran Zona Kepulauan Seribu	93
Gambar 59. Indeks Kualitas Air Zona Muara Pasang.....	100
Gambar 60. Indeks Kualitas Air Zona Muara Surut	101
Gambar 61. Indeks Kualitas Air Zona Perairan Pantai	102
Gambar 62. Indeks Kualitas Air Zona Perairan Teluk.....	103
Gambar 63. Indeks Kualitas Air Zona Kepulauan Seribu	103
Gambar 64. Jumlah Taksa Fitoplankton Zona Muara Pasang.....	110
Gambar 65. Kelimpahan Fitoplankton Zona Muara Pasang.....	111

Gambar 66. Indeks Keragaman Fitoplankton Zona Muara Pasang	112
Gambar 67. Indeks Keseragaman Fitoplankton Zona Muara Pasang.....	113
Gambar 68. Indeks Dominansi Fitoplankton Zona Muara Pasang	114
Gambar 69. Jumlah Taksa Fitoplankton Zona Muara Surut	115
Gambar 70. Kelimpahan Fitoplankton Zona Muara Surut	116
Gambar 71. Indeks Keragaman Fitoplankton Zona Muara Surut.....	117
Gambar 72. Indeks Keseragaman Fitoplankton Zona Muara Surut	118
Gambar 73. Indeks Dominansi Fitoplankton Zona Muara Surut	119
Gambar 74. Jumlah Taksa Fitoplankton Zona Perairan Pantai.....	120
Gambar 75. Kelimpahan Fitoplankton Zona Perairan Pantai	121
Gambar 76. Indeks Keragaman Fitoplankton Zona Perairan Pantai	122
Gambar 77. Indeks Keseragaman Fitoplankton Zona Perairan Pantai	123
Gambar 78. Indeks Dominansi Fitoplankton Zona Perairan Pantai.....	124
Gambar 79. Jumlah Taksa Fitoplankton Zona Perairan Teluk	125
Gambar 80. Kelimpahan Fitoplankton Zona Perairan Teluk.....	126
Gambar 81. Indeks Keragaman Fitoplankton Zona Perairan Teluk.....	127
Gambar 82. Indeks Keseragaman Fitoplankton Zona Perairan Teluk	128
Gambar 83. Indeks Dominansi Fitoplankton Zona Perairan Teluk	129
Gambar 84. Jumlah Taksa Fitoplankton Zona Perairan Kepulauan Seribu.....	130
Gambar 85. Kelimpahan Fitoplankton Zona Perairan Kepulauan Seribu	131
Gambar 86. Indeks Keragaman Fitoplankton Zona Perairan Kepulauan Seribu	132
Gambar 87. Indeks Keseragaman Fitoplankton Zona Perairan Kepulauan Seribu.....	133
Gambar 88. Indeks Dominansi Fitoplankton Zona Perairan Kepulauan Seribu	134
Gambar 89. Jumlah Taksa Zooplankton Zona Muara Pasang.....	135
Gambar 90. Kelimpahan Zooplankton Zona Muara Pasang.....	136
Gambar 91. Indeks Keragaman Zooplankton Zona Muara Pasang	137
Gambar 92. Indeks Keseragaman Zooplankton Zona Muara Pasang.....	138
Gambar 93. Indeks Dominansi Zooplankton Zona Muara Pasang	139
Gambar 94. Jumlah Taksa Zooplankton Zona Muara Surut	140
Gambar 95. Kelimpahan Zooplankton Zona Muara Surut.....	141
Gambar 96. Indeks Keragaman Zooplankton Zona Muara Surut	142
Gambar 97. Indeks Keseragaman Zooplankton Zona Muara Surut	143
Gambar 98. Indeks Dominansi Zooplankton Zona Muara Surut	144
Gambar 99. Jumlah Taksa Zooplankton Zona Perairan Pantai.....	145

Gambar 100. Kelimpahan Zooplankton Zona Perairan Pantai	146
Gambar 101. Indeks Keragaman Zooplankton Zona Perairan Pantai.....	147
Gambar 102. Indeks Keseragaman Zooplankton Zona Perairan Pantai	148
Gambar 103. Indeks Dominansi Zooplankton Zona Perairan Pantai.....	149
Gambar 104. Jumlah Taksa Zooplankton Zona Perairan Teluk	150
Gambar 105. Kelimpahan Zooplankton Zona Perairan Teluk.....	151
Gambar 106. Indeks Keragaman Zooplankton Zona Perairan Teluk	152
Gambar 107. Indeks Keseragaman Zooplankton Zona Perairan Teluk	153
Gambar 108. Indeks Dominansi Zooplankton Zona Perairan Teluk	154
Gambar 109. Jumlah Taksa Zooplankton Zona Perairan Kepulauan Seribu.....	155
Gambar 110. Kelimpahan Zooplankton Zona Perairan Kepulauan Seribu	156
Gambar 111. Indeks Keragaman Zooplankton Zona Perairan Kepulauan Seribu	157
Gambar 112. Indeks Keseragaman Zooplankton Zona Perairan Kepulauan Seribu	158
Gambar 113. Indeks Dominansi Zooplankton Zona Perairan Kepulauan Seribu.....	159
Gambar 114. Jumlah Taksa Benthos Zona Muara Pasang.....	160
Gambar 115. Kelimpahan Benthos Zona Muara Pasang	161
Gambar 116. Indeks Keragaman Benthos Zona Muara Pasang	162
Gambar 117. Indeks Keseragaman Benthos Zona Muara Pasang.....	163
Gambar 118. Indeks Dominansi Benthos Zona Muara Pasang.....	164
Gambar 119. Jumlah Taksa Benthos Zona Muara Surut	165
Gambar 120. Kelimpahan Benthos Zona Muara Surut.....	166
Gambar 121. Indeks Keragaman Benthos Zona Muara Surut	167
Gambar 122. Indeks Keseragaman Benthos Zona Muara Surut.....	168
Gambar 123. Indeks Dominansi Benthos Zona Muara Surut	169
Gambar 124. Jumlah Taksa Benthos Zona Perairan Pantai	170
Gambar 125. Kelimpahan Benthos Zona Perairan Pantai	171
Gambar 126. Indeks Keragaman Benthos Zona Perairan Pantai.....	172
Gambar 127. Indeks Keseragaman Benthos Zona Perairan Pantai	173
Gambar 128. Indeks Dominansi Benthos Zona Perairan Pantai.....	174
Gambar 129. Jumlah Taksa Benthos Zona Perairan Teluk	175
Gambar 130. Kelimpahan Benthos Zona Perairan Teluk.....	176
Gambar 131. Indeks Keragaman Benthos Zona Perairan Teluk	177
Gambar 132. Indeks Keseragaman Benthos Zona Perairan Teluk.....	178
Gambar 133. Indeks Dominansi Benthos Zona Perairan Teluk	179

Gambar 134. Jumlah Taksa Benthos Zona Perairan Kepulauan Seribu	180
Gambar 135. Kelimpahan Benthos Zona Perairan Kepulauan Seribu	181
Gambar 136. Indeks Keragaman Benthos Zona Perairan Kepulauan Seribu.....	182
Gambar 137. Indeks Keseragaman Benthos Zona Perairan Kepulauan Seribu	183
Gambar 138. Indeks Dominansi Benthos Zona Perairan Kepulauan Seribu.....	184
Gambar 139. Hubungan Nitrat dan Fosfat Dengan Kelimpahan Fitoplankton Periode 1	186
Gambar 140. Hubungan Nitrat dan Fosfat Dengan Kelimpahan Fitoplankton Periode 2	187
Gambar 141. Hubungan Nitrat dan Fosfat Dengan Kelimpahan Zooplankton Periode 1	188
Gambar 142. Hubungan Nitrat dan Fosfat Dengan Kelimpahan Zooplankton Periode 2	189
Gambar 143. Tinggi Pasang Surut Selama 30 Hari Pada Periode1	190
Gambar 144. Tinggi Pasang Surut Selama 30 Hari Pada Saat Periode 2	190
Gambar 145. Fluktuasi Kecepatan Arus Total (Atas) dan <i>Stickplot</i> Hasil <i>Mooring</i> Selama Tiga Hari di Sekitar Pulau Bidadari Pada Periode 1	192
Gambar 146. Fluktuasi Kecepatan Arus Total (Atas) dan <i>Stickplot</i> Hasil <i>Mooring</i> Selama Tiga Hari di Sekitar Pulau Bidadari Pada Periode 2	193
Gambar 147. Pola Spasial Suhu Permukaan Pada Periode 1.....	194
Gambar 148. Pola Spasial Suhu Permukaan Pada Periode 2.....	195
Gambar 149. Profil Melintang Suhu Permukaan di Sisi Tengah (Atas) dan Timur (Bawah) Teluk Pada Periode 1.....	198
Gambar 150. Profil Melintang Suhu Permukaan di Sisi Barat Teluk (Atas) dan Kepulauan Seribu (Bawah) Pada Periode 1	198
Gambar 151. Profil Melintang Suhu Permukaan di Sisi Tengah (Atas) dan Timur (Bawah) Teluk Pada Periode 2.....	199
Gambar 152. Profil Melintang Suhu Permukaan di Sisi Barat Teluk (Atas) dan Kepulauan Seribu (Bawah) Pada Periode 2	199
Gambar 153. Pola Spasial Salinitas Permukaan Pada Periode 1	200
Gambar 154. Pola Salinitas Permukaan Pada Periode 2	201
Gambar 155. Profil Melintang Salinitas di Sisi Tengah (Atas) dan Timur (Bawah) Teluk Pada Periode 1	204
Gambar 156. Profil Melintang Salinitas di Sisi Barat Teluk (Atas) dan Kepulauan Seribu (Bawah) Pada Periode 1.....	204
Gambar 157. Profil Melintang Salinitas di Sisi Tengah (Atas) dan Timur (Bawah) Teluk Pada Periode 2	205

Gambar 158. Profil Melintang Salinitas di Sisi Tengah (Atas) dan Timur (Bawah) Teluk Pada Periode 2	205
Gambar 159. Validasi Pasang Surut Bulan Maret (Atas) dan Agustus (Bawah) 2022.....	206
Gambar 160. Plot Sebaran Diagram Pencar Data Arus Pengukuran dan Model Pada Periode Pertama Maret 2022 (Kiri) dan Agustus 2022 (Kanan)	207
Gambar 161. Pola Hidrodinamika Pada Periode Pertama (Maret) Pada Kondisi Menuju Pasang (A), Pasang Tertinggi (B), Menuju Surut (C) dan Surut Terendah (D)	211
Gambar 162. Pola Hidrodinamika Pada Periode Kedua (Agustus) Pada Kondisi Menuju Pasang (A), Pasang Tertinggi (B), Menuju Surut (C) dan Surut Terendah (D)	215
Gambar 163. Pola Sebaran TSS Pada Periode Pertama (Maret) Saat Menjelang Pasang (A), Pasang Tertinggi (B), Menjelang Surut (C) dan Surut Terendah (D)	219
Gambar 164. Pola Sebaran TSS Pada Periode Kedua (Agustus) Saat Menjelang Pasang (A), Pasang Tertinggi (B), Menjelang Surut (C) dan Surut Terendah (D)	222
Gambar 165. Hasil Fraksinasi Sedimen Dasar Pada Setiap Lokasi Pengambilan Periode Pertama (Atas) dan Periode Kedua (Bawah)	224
Gambar 166. Peta Sebaran Suhu Teluk Jakarta Periode 1	226
Gambar 167. Peta Sebaran Suhu Teluk Jakarta Periode2	227
Gambar 168. Peta Sebaran Salinitas Teluk Jakarta Periode 1	228
Gambar 169. Peta Sebaran Salinitas Teluk Jakarta Periode 2	229
Gambar 170. Peta Sebaran pH Teluk Jakarta Periode 1	230
Gambar 171. Peta Sebaran pH Teluk Jakarta Periode 2	231
Gambar 172. Peta Sebaran DO Teluk Jakarta Periode 1	232
Gambar 173. Peta Sebaran DO Teluk Jakarta Periode 2	233
Gambar 174. Peta Sebaran Nitrat Teluk Jakarta Periode 1	234
Gambar 175. Peta Sebaran Nitrat Teluk Jakarta Periode 2	235
Gambar 176. Peta Sebaran Fosfat Teluk Jakarta Periode 1.....	236
Gambar 177. Peta Sebaran Fosfat Teluk Jakarta Periode 2.....	237
Gambar 178. Peta Sebaran Ammonia Teluk Jakarta Periode 1	238
Gambar 179. Peta Sebaran Ammonia Teluk Jakarta Periode 2	239
Gambar 180. Peta Sebaran TSS Teluk Jakarta Periode 1	240
Gambar 181. Peta Sebaran TSS Teluk Jakarta Periode 1	241
Gambar 182. Peta Indeks Kualitas Air Laut Teluk Jakarta Periode 1	242
Gambar 183. Peta Indeks Kualitas Air Laut Teluk Jakarta Periode 2	243
Gambar 184. Peta Indeks Pencemaran Teluk Jakarta Periode 1	244

Gambar 185. Peta Indeks Pencemaran Teluk Jakarta Periode 2	245
---	-----

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Pemantauan kualitas lingkungan perairan laut dan Muara Teluk Jakarta bertujuan untuk melihat kondisi kualitas air dan status mutu air laut, Muara Teluk Jakarta dan Kepulauan Seribu. Kegiatan tersebut merupakan dasar dalam penentuan kebijakan terkait pengendalian pencemaran dan kerusakan lingkungan. Hal tersebut sesuai dengan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 20 Tahun 2008 tentang Petunjuk Teknis Standar Pelayanan Minimal Bidang Lingkungan Hidup Daerah Provinsi dan Daerah Kabupaten/Kota. Mengacu pada PP Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, kegiatan pemantauan kualitas air laut wajib dilakukan sekurang-kurangnya 2 (dua) kali dalam setahun sebagai bentuk pelayanan dan upaya pengelolaan di bidang lingkungan hidup.

Teluk Jakarta yang berada pada bagian sebelah utara Provinsi DKI Jakarta memiliki potensi sumberdaya perairan dan jasa lingkungan. Berbagai potensi sumberdaya perairan meliputi ekosistem mangrove, lamun, terumbu karang dan biota laut. Adapun jasa-jasa lingkungan yang ada meliputi sektor industri, perdagangan, perhubungan, pariwisata, kependudukan dan fasilitas pendukung seperti pelabuhan (Prihatiningsih, 2004). Teluk Jakarta juga menjadi Muara dari sungai-sungai besar yang mengalir dari wilayah Jawa Barat dan Banten, seiring waktu berjalan kualitas air sungai tersebut kondisinya sangat memprihatinkan dengan masuknya air limbah industri dan air limbah domestik sehingga akan mempengaruhi kualitas air perairan teluk Jakarta.

Hasil evaluasi di Tahun 2021 menunjukkan bahwa kualitas air perairan Muara dan Teluk Jakarta dominan tercemar oleh limbah organik yang masuk melalui Muara menyebar di perairan laut Teluk Jakarta, dimana hal ini juga didukung pola arus dan gelombang serta adanya alur pelayaran sehingga menambah dinamis dan kompleksitas perairan Teluk Jakarta. Berdasarkan hal tersebut maka diperlukan adanya pemantauan kualitas perairan secara berkala dengan melihat periode musim (barat dan timur) di perairan laut dan Muara Teluk Jakarta. Hal ini merupakan upaya dari Pemerintah Provinsi DKI Jakarta untuk memperoleh informasi mengenai Indeks Kualitas Air Laut (IKAL) dan Indeks Pencemaran (IP) sehingga dapat merumuskan rekomendasi secara teknis dalam upaya menjaga kualitas perairan di perairan laut dan Muara Teluk Jakarta.

1.2. DASAR HUKUM

Dasar hukum yang digunakan dalam kegiatan pemantauan kualitas lingkungan perairan laut dan Muara Teluk Jakarta yaitu:

1. Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup;
2. Peraturan Presiden No. 16 Tahun 2018 tentang Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah;
3. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup;
4. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 6 Tahun 2009 tentang Laboratorium Lingkungan;
5. Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air;
6. Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut; dan
7. Standar Nasional Indonesia 6964.8:2015 bagian 8: metode pengambilan contoh uji air laut.

1.3. MAKSUD DAN TUJUAN

Kegiatan pemantauan kualitas lingkungan perairan laut dan Muara Teluk Jakarta merupakan upaya Pemerintah Provinsi DKI Jakarta untuk mendapatkan informasi tentang Indeks Kualitas Air Laut (IKAL) dan Indeks Pencemar (IP) di perairan laut, Muara Teluk Jakarta dan Kepulauan Seribu. Adapun tujuan dari pemantauan kualitas lingkungan perairan laut, Muara Teluk Jakarta dan Kepulauan Seribu meliputi:

1. Terukurnya kualitas air di perairan laut, Muara Teluk Jakarta dan Perairan Kepulauan Seribu;
2. Tersusunnya analisis kualitas perairan laut, Muara Teluk Jakarta dan Perairan Kepulauan Seribu; dan
3. Tersusunnya laporan pemantauan kualitas lingkungan perairan laut, Muara Teluk Jakarta dan Kepulauan Seribu.

1.4. LUARAN

Luaran dari kegiatan pemantauan kualitas lingkungan perairan laut dan Muara Teluk Jakarta meliputi:

1. Tersusunnya data kualitas perairan laut, Muara Teluk Jakarta dan perairan Kepulauan Seribu yang meliputi:
 - a. Data kualitas air perairan laut sebanyak 23 stasiun pada 2 periode musim (Barat dan Timur);
 - b. Data kualitas air Muara Teluk Jakarta sebanyak 11 stasiun saat pasang pada 2 periode musim (Barat dan Timur);
 - c. Data kualitas air Muara Teluk Jakarta sebanyak 11 stasiun saat surut pada periode musim (Barat dan Timur); dan
 - d. Data kualitas air perairan Kepulauan Seribu sebanyak 8 stasiun pada 2 periode musim (Barat dan Timur).
2. Tersusunnya analisis dan evaluasi kualitas perairan laut, Muara Teluk Jakarta dan perairan Kepulauan Seribu; dan
3. Tersusunnya laporan kegiatan pemantauan kualitas lingkungan perairan laut, Muara Teluk Jakarta dan perairan Kepulauan Seribu.

BAB 2. KONDISI UMUM WILAYAH PEMANTAUAN

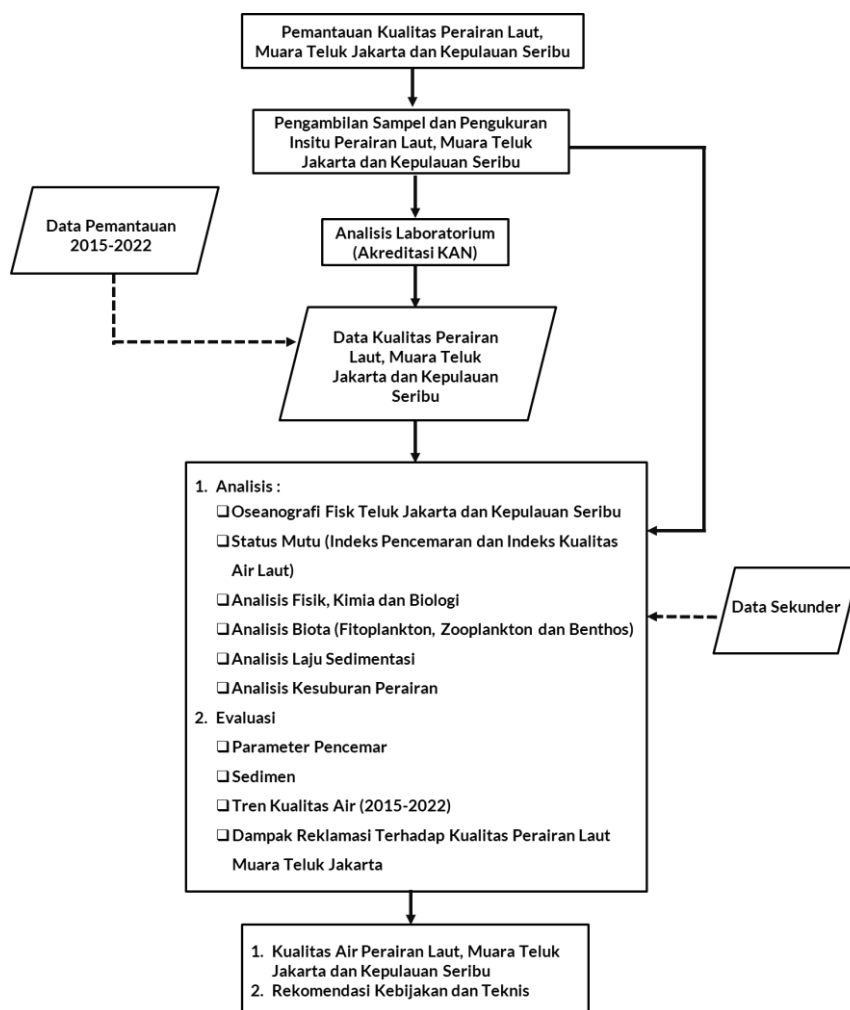
Teluk Jakarta yang berada pada bagian sebelah utara Provinsi DKI Jakarta memiliki potensi sumberdaya perairan dan jasa lingkungan. Perairan Teluk Jakarta termasuk dalam kategori perairan pantai (*coastal water*). Terdapat juga potensi sumberdaya perairan pada Teluk Jakarta yang meliputi ekosistem mangrove, lamun, terumbu karang dan juga biota laut. Adapun jasa-jasa lingkungannya meliputi sektor industri, perdagangan, perhubungan, pariwisata, kependudukan dan fasilitas pendukung seperti pelabuhan (Prihatiningsih 2004). Teluk Jakarta juga merupakan Muara dari 13 sungai yang melalui pemukiman padat penduduk dan kawasan industri di wilayah Bogor, Depok, Tangerang, Bekasi dan Jakarta (Rumanta *et al* 2008).

Saat ini kondisi lingkungan di perairan Teluk Jakarta semakin kritis sebagai akibat dari tingginya aktivitas manusia di sekitar Teluk Jakarta dan wilayah Jabodetabek. Aktivitas manusia yang beranekaragam mengakibatkan turunnya kualitas perairan yang disebabkan adanya masukan limbah, baik limbah rumah tangga ataupun industri yang semakin bertambah (Prihatiningsih 2004). Masuknya limbah kedalam Teluk Jakarta melalui sungai-sungai ataupun yang langsung dibuang kedalam teluk dapat menyebabkan tercemarnya perairan laut dan terganggunya biota serta ekosistem secara keseluruhan (Zainab 2001).

Berdasarkan hal tersebut maka diperlukan adanya pemantauan kualitas perairan secara berkala dengan melihat periode musim (barat dan timur) di perairan laut, Muara Teluk Jakarta dan Kepulauan Seribu. Hal ini merupakan upaya dari Pemerintah Provinsi DKI Jakarta untuk memperoleh informasi mengenai Indeks Kualitas Air Laut (IKAL) dan Indeks Pencemaran (IP) serta di perairan laut, Muara Teluk Jakarta dan Kepulauan Seribu.

BAB 3. METODE

Kegiatan ini menggunakan data primer dan data sekunder yang terkait dengan kualitas lingkungan perairan laut dan Muara Teluk Jakarta serta Kepulauan Seribu. Data primer diperoleh dengan melakukan pengukuran parameter kualitas perairan yang berpedoman kepada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Pengukuran parameter kualitas perairan dan pengambilan sampel biota (plankton, benthos dan bakteri) dilakukan secara *in situ* pada lokasi-lokasi yang sudah ditentukan, serta analisis sampel di laboratorium. Sedangkan data sekunder terkait tren kualitas perairan 2015-2020 diperoleh dari Dinas Lingkungan Hidup Provinsi DKI Jakarta.



Gambar 1. Diagram Alir Pelaksanaan Kegiatan

Tabel 1. Lokasi dan Frekuensi Pengambilan Sampel Muara Teluk Jakarta

No.	Lokasi	Stasiun Pemantauan	Lokasi	Sampel			
				Angin Barat		Angin Timur	
				Air Pasang	Air Surut	Air Pasang	Air Surut
1.		Ancol	S 06° 06'55.5" E 106°49'39.7"	1	1	1	1
2.		Sunter	S 06° 05'46.9" E 106°54'19.4"	1	1	1	1
3.		Cilincing	S 06° 05'49.64" E 106°56'23.46"	1	1	1	1
4.		Marunda	S 06° 05'49.6"E 106° 57'25.0"	1	1	1	1
5.		Muara Gembong	S 06° 02'09.1"E 106° 58'56.0"	1	1	1	1
6.	Muara	Gedung Pompa Pluit	S 06° 06'18.9"E 106° 47'50.4"	1	1	1	1
7.		Muara Karang	S 06° 06'06.65"E 106° 47'06.70"	1	1	1	1
8.		Muara Angke	S 06° 05'51.81"E 106° 45'58.34"	1	1	1	1
9.		Cengkareng Drain	S 06° 05'52.0"E 106° 45'20.9"	1	1	1	1
10.		Muara Kamal	S 06° 04'50.8"E 106° 44'04.6"	1	1	1	1
11		Muara BKT	S 06° 05'33.3"E 106° 58'05.5"	1	1	1	1
TOTAL SAMPEL				11	11	11	11

Tabel 2. Lokasi dan Frekuensi Pengambilan Sampel Air Laut

No.	Lokasi	Stasiun Pemantauan	Lokasi Stasiun	Sampel	
				Angin Barat	Angin Timur
1.		A 1	S 05° 59'40.3" E 106° 42'20.5"	1	1
2.		A 2	S 05° 59'00.7" E 106° 44'50.3"	1	1
3.		A 3	S 05° 58'20.9" E 106° 47'20.3"	1	1
4.		A 4	S 05° 57'50.4" E 106° 50'00.8"	1	1
5.		A 5	S 05° 57'10.1" E 106° 52'40.0"	1	1
6.		A 6	S 05° 56'30.8" E 106° 55'20.2"	1	1
7.		A 7	S 05° 56'00.1" E 106° 58'00.8"	1	1
8.		B 1	S 06° 02'13.8" E 106° 43'39.6"	1	1
9.		B 2	S 05° 01'30.4" E 106° 45'30.6"	1	1
10.		B 3	S 06° 01'00.3" E 106° 48'00.2"	1	1
11.	Laut Jakarta	B 4	S 06° 00'20.11" E 106° 50'40.3"	1	1
12.		B 5	S 05° 59'40.8" E 106° 53'20.0"	1	1
13.		B 6	S 05° 59'00.9" E 106° 56'00.1"	1	1
14.		B 7	S 05° 58'30.7" E 106° 58'40.3"	1	1
15.		C 2	S 06° 04'10.3" E 106° 46'10.0"	1	1
16.		C 3	S 06° 03'39.0" E 106° 48'56.2"	1	1
17.		C 4	S 06° 03'01.6" E 106° 51'22.5"	1	1
18.		C 5	S 06° 02'08.2" E 106° 54'01.9"	1	1
19.		C 6	S 06° 01'39.1" E 106° 57'03.5"	1	1
20.		D 3	S 06° 05'49.7" E 106° 49'34.5"	1	1
21.		D 4	S 06° 05'28.0" E 106° 51'50.7"	1	1
22.		D 5	S 06° 04'40.4" E 106° 54'39.3"	1	1

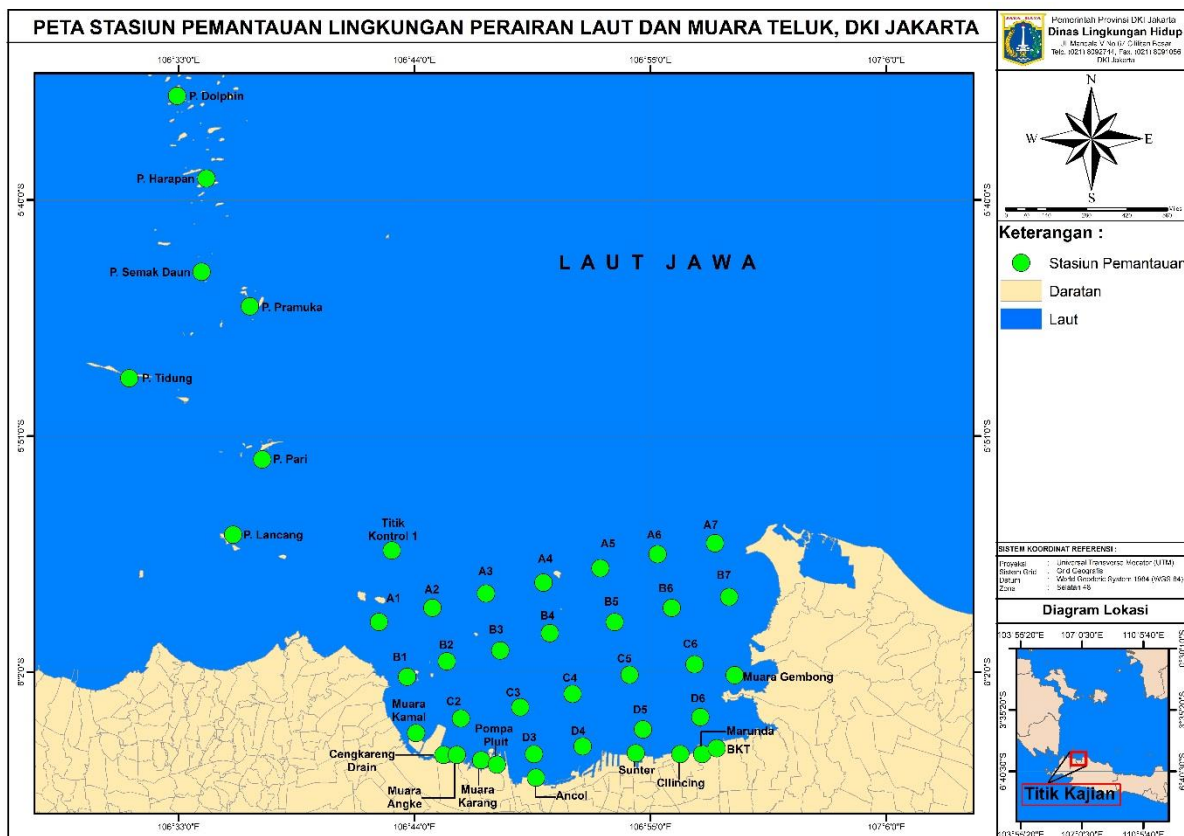
No.	Lokasi	Stasiun Pemantauan	Lokasi Stasiun	Sampel	
				Angin Barat	Angin Timur
23.		D 6	S 06° 04'06.4" E 106° 57'19.8"	1	1
TOTAL SAMPEL				23	23

Stasiun Pemantauan Luar Perairan Teluk sebagai daerah yang juga turut terkait dengan status kawasan teluk adalah daerah di sekitar Pulau-Pulau Kecil di Kepulauan Seribu. Pemantauan yang akan dilakukan di Kepulauan Seribu sekurangnya dapat mewakili:

1. Pulau Pemukiman sebanyak 2 titik;
 2. Pulau Terkait Wisata sebanyak 2 titik;
 3. Pulau Terkait Perikanan sebanyak 2 titik; dan
- Daerah Kontrol (jalur transportasi) sebanyak 2 titik

Tabel 3. Lokasi dan Frekuensi Pengambilan Sampel Air Kepulauan Seribu

No.	Lokasi	Stasiun Pemantauan	Lokasi Stasiun	Sampel	
				Angin Barat	Angin Timur
1.	Kepulauan Seribu	PS 1 (Titik Kontrol 1)	S 05°53'00.6"	1	1
			E 106°42'56.7"		
2.		PS 2 (Pulau Lancang)	S 05°55'51.8"	1	1
			E 106°35'07.2"		
3.		PS 3 (Pulau Pari)	S 05°51'57.5"	1	1
			E 106°36'58.7"		
4.		PS 4 (Pulau Pramuka)	S 05° 57'50.4"	1	1
			E 106° 50'00.8"		
5.		PS 5 (Pulau Semak Daun)	S 05° 57'10.1"	1	1
			E 106° 52'40.0"		
6.		PS 6 (Pulau Harapan)	S 05° 56'30.8"	1	1
			E 106° 55'20.2"		
7.		PS 7. (Pulau Tidung)	S 05° 56'00.1"	1	1
			E 106° 58'00.8"		
8.		PS 8. Pulau Dolphin (Titik Kontrol 2)	S 06° 02'13.8"	1	1
			E 106° 43'39.6"		
TOTAL SAMPEL				8	8



Gambar 2. Stasiun Pengamatan Perairan Laut dan Muara Teluk Jakarta

Pengukuran kualitas perairan dilakukan secara insitu dengan menggunakan: (1) *Water Quality Checker* untuk kualitas fisik perairan; (2) *Echo sounder* untuk kedalaman laut; (3) *Current meter* untuk kecepatan arus; dan (4) *Conductivity Temperature Depth* (CTD) untuk kondisi oseanografi fisik.

Pengambilan sampel kualitas perairan dilakukan dengan metode SNI 694.8: 2015 bagian 8: metode pengambilan contoh uji air laut. Adapun pengambilan sampel yang dilakukan meliputi: (1) Sampel air laut (komposit permukaan dan dasar perairan); sampel bakteri; (3) sampel sedimen (benthos); dan (4) sampel plankton.

3.1. Kondisi Kualitas Perairan

Penilaian kondisi kualitas perairan dilakukan dengan membandingkan hasil analisis sampel dengan baku mutu yang mengacu kepada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Adapun pengamatan parameter kualitas perairan yang termasuk dalam kategori primer dan sekunder yang meliputi parameter fisik, kimia dan biologi. Khusus untuk parameter PAH, PCB dan Hidrokarbon Total akan diambil pada 8 stasiun pengamatan yaitu:

(1) D6; (2) D3; (3) Cilincing; (4) Muara Angke; (5) Muara Kamal; (6) B1; (7) D5; dan (8) Muara Gembong. Secara rinci parameter yang diamati disajikan pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Parameter Pemantauan Kualitas Perairan

No	Parameter	Kategori	Satuan
Fisika			
1.	Kecerahan	Primer	M
2.	Kebauan	Primer	-
3.	Kekeruhan	Primer	NTU
4.	Padatan Tersuspensi Total	Primer	mg/L
5.	Suhu	Primer	°C
Kimia			
1.	pH	Primer	-
2.	Salinitas	Primer	‰
3.	Oksigen Terlarut	Primer	mg/L
4.	BOD (20°C, 5 hari)	Primer	mg/L
5.	Ammonia total (NH ₃ -N)	Primer	mg/L
6.	Sulfida (H ₂ S)	Primer	mg/L
7.	Fosfat (PO ₄ -P)	Primer	mg/L
8.	Nitrat (NO ₃ -N)	Primer	mg/L
9.	PAH (Poliaromatik Hidrokarbon)	Sekunder	mg/L
10.	Senyawa Fenol Total	Sekunder	mg/L
11.	PCB (Poliklor Bifenil)	Sekunder	mg/L
12.	Surfaktan (detergen)	Sekunder	mg/L
13.	Minyak dan lemak	Primer	mg/L
14.	Hidrokarbon Petroleum Total (TPH)	Tersier	mg/L
Logam Terlarut			
1.	Raksa (Hg)	Sekunder	mg/L
2.	Kadmium (Cd)	Sekunder	mg/L
3.	Tembaga (Cu)	Sekunder	mg/L
4.	Timbal (Pb)	Sekunder	mg/L
5.	Seng (Zn)	Sekunder	mg/L
6.	Kromium heksavalen	Sekunder	mg/L
7.	Arsen (As)	Sekunder	mg/L
8.	Nikel (Ni)	Sekunder	mg/L
Biologi			
1.	Coliform (total)	Sekunder	MPN/100ml
2.	E. Coliform	Sekunder	MPN/100ml
3.	Plankton	Primer	Ind/L
4.	Benthos	Primer	Ind/L

3.1.1. Indeks Pencemaran (IP)

Analisis yang digunakan untuk mengetahui kondisi pencemaran perairan mengacu pada PP Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup adalah dengan perhitungan Indeks Pencemaran. Hasil dari analisis ini adalah kondisi status perairan apakah dalam kondisi baik, tercemar ringan, tercemar sedang atau tercemar berat.

Langkah berikutnya akan dilakukan komparasi baku mutu perairan pada setiap peruntukan yang tersedia untuk dikategorikan kedalam kelas I, II, III atau IV. Adapun analisis Indeks Pencemaran dilakukan dengan pendekatan Indeks Pencemaran yang mengacu pada KepMen LH No. 115 Tahun 2003 yaitu sebagai berikut.

$$PI = \sqrt{\frac{\left[\left(\frac{C_I}{L_{IJ}}\right)_M\right]^2 + \left[\left(\frac{C_I}{L_{IJ}}\right)_R\right]^2}{2}}$$

PI = *Pollution Index* (Indeks Pencemaran)

C_i = Nilai Konsentrasi Pemantauan

L_{ij} = Nilai Baku Mutu

Adapun kategori status mutu air berdasarkan hasil perhitungan indeks pencemaran disajikan pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Kategori Indeks Pencemaran

Skor Indeks Pencemaran	Status
0 – 1,0	Baik
1,1 – 5,0	Cemar ringan
5,1-10	Cemar sedang
10	Cemar berat

3.1.2. Indeks Kualitas Perairan

Analisis yang digunakan untuk mengetahui kondisi kualitas perairan dengan menggunakan NSF-WQI (*National Sanitation Foundation Water Quality Index*) atau Indeks Kualitas Air. Indeks Kualitas Air ini berdasarkan pada 5 parameter kunci yang memiliki bobot. Secara rinci bobot dan parameter pada NSF-WQI tersaji pada **Tabel 6** dibawah ini.

Tabel 6. Parameter dan Bobot NSF-WQI

No	Parameter	Bobot
1.	TSS (Padatan Tersuspensi Total)	0.22
2.	DO (Oksigen Terlarut)	0.20
3.	Minyak dan Lemak	0.19
4.	Amonia Total	0.18
5.	Orto-Fosfat	0.21
Total		1

Tahap selanjutnya adalah mengalikan bobot dari masing-masing parameter yang diperoleh dari kurva sub indeks yang didapatkan dari Calculator NSF-WQI. Setelah itu nilai dari seluruh parameter ditambahkan dengan formula sebagai berikut.

$$NSF - WQI = \sum_{i=0}^n W_i \times L_i$$

Keterangan:

NSF- WQI : Indeks Kualitas Air
 W_i : Bobot
 L_i : Nilai dari kurva sub-indeks

3.2. Kondisi Biologi Perairan

3.2.1. Pengambilan Sampel Plankton

Sampel plankton didapatkan dari sejumlah air yang disaring dari lokasi pengambilan sampel dengan menggunakan *plankton net*. Jumlah air yang disaring bervariasi antara 5 sampai 100 liter tergantung pada kepadatan plankton pada lokasi pengamatan. Pengambilan sampel dilakukan secara komposit yaitu dari kedalaman tertentu sampai permukaan air kemudian air tersebut disaring. Sampel plankton kemudian disimpan dalam botol sampel yang kemudian diawetkan dengan larutan Lugol sebanyak 10 % dari larutan sampel atau sampai larutan sampel berwarna kecoklatan seperti teh.

3.2.2. Pengambilan Sampel Benthos

Pengambilan sampel benthos dilakukan dengan mengambil sampel sedimen pada dasar perairan menggunakan *Peterson Grab*. Selanjutnya dilakukan penyaringan dengan menggunakan ayakan atau saringan dengan ukuran mata jaring 1x1 mm dan kuas untuk memisahkan benthos dengan sedimen. Hasil penyaringan benthos kemudian dimasukkan kedalam plastik klip yang telah ditandai dengan kode nomor sesuai dengan stasiun pengambilan sampel. Kemudian plastik klip tersebut ditambahkan dengan bahan pengawet

(formalin 40%) dan bahan pewarna (*rose bengal*) secukupnya lalu diikat dan dimasukkan kedalam *coolbox*.

Sebelum dilakukan proses identifikasi benthos, langkah awal adalah melakukan proses penyortiran terlebih dahulu untuk memisahkan sampel dengan sisa-sisa sedimen maupun benda lainnya yang tidak ikut tersaring. Selanjutnya sampel dimasukkan kedalam botol sampel dan diberikan formalin 10% untuk mengawetkan sampel. Setelah semua sampel disortir, proses identifikasi dilakukan dengan menggunakan mikroskop cahaya atau stereo dan buku identifikasi. Langkah terakhir setelah dilakukan proses identifikasi adalah menimbang sampel dengan menggunakan timbangan digital pada masing-masing spesies setiap ulangnya.

3.2.3. Analisis Data Plankton dan Benthos

3.2.3.1. Kepadatan

Kepadatan benthos dan plankton adalah jumlah individu benthos dan plankton per satuan luas (m²) (Brower *et al.* 1990). Perhitungan kepadatan dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$K = \frac{10.000 \times Ni}{A}$$

Keterangan:

- K = Kepadatan (ind/m²)
Ni = Jumlah individu (ind)
A = Luas bukaan alat (cm²)

3.2.3.2. Indeks Keragaman, Keseragaman dan Dominansi

Analisis tingkat ketahanan dan potensi keragaman hayati bertujuan untuk mendapatkan informasi terkait jumlah individu masing-masing spesies dalam suatu komunitas. Perhitungan keragaman hayati mengacu pada indeks Shannon-Wiener (H¹) dalam Krebs (1972) dengan rumus sebagai berikut :

$$H^1 = \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

Keterangan:

- H¹ = Indeks keragaman Shannon-Wiener
pi = perbandingan jumlah ikan karang spesies ke-i (n_i) terhadap jumlah total
(N) = n_i/N

N = jumlah individu seluruh spesies
 n_i = jumlah individu dari spesies ke-1
 $i = 1, 2, 3, \dots, n$

Kriteria penilaian yang digunakan untuk indeks keanekaragaman yaitu:

$H^1 < 1$ = keragaman rendah
 $1 < H^1 < 3$ = keragaman sedang
 $H^1 > 3$ = keragaman tinggi

Penghitungan indeks keseragaman dilakukan untuk mengetahui ukuran jumlah individu antar spesies dalam suatu komunitas. Semakin meratanya penyebaran individu antar spesies akan meningkatkan keseimbangan dalam suatu ekosistem. Indeks keseragaman Pielou (E) menurut Pielou (1966) dalam Krebs (1972) dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$E = \frac{H^1}{H_{max}}$$

Keterangan:

E = Indeks keseragaman
 H^1 = Keseimbangan spesies
 H_{max} = Indeks keragaman maksimum = $\ln S$
 S = Jumlah total macam spesies

Kriteria yang digunakan dalam menilai indeks keseragaman adalah :

$0 < E \leq$ = Keseragaman rendah
 $0.4 < E \leq 0.6$ = Keseragaman sedang
 $0.6 < E \leq 1.0$ = Keseragaman tinggi

Rendahnya nilai indeks keanekaragaman dan keseragaman menandakan adanya dominasi dari satu spesies terhadap spesies lainnya. Oleh sebab itu perlu juga untuk menghitung indeks dominansi Simpson (C) dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Krebs 1972)

$$C = \sum_{i=1}^s p_i^2$$

Keterangan :

C = Indeks Dominansi

Indeks dominansi berkisar antara 0-1 dengan kriteria yaitu :

$0 < C \leq 0.5$ = Dominansi rendah

$0.5 < C \leq 0.75$ = Dominansi sedang

$0.75 < C \leq 1.0$ = Dominansi tinggi

3.3. Metode dan Analisis Data Oseanografi

Pada kajian pemantauan kualitas air di Teluk Jakarta diperlukan karakteristik (rona) fisik perairan seperti arus, pasang surut, serta suhu dan salinitas yang dapat menunjang interpretasi dinamika sebaran material suspensi/*Total Suspended Solid* (TSS) yang masuk dari sungai hingga ke badan teluk. Data yang diolah pada kajian ini terbagi menjadi dua, yaitu rona fisik dari data reanalisis dan data arus luaran model numerik. Berikut adalah uraian mengenai sumber data, metode dan analisisnya

3.3.1. Sumber Data

3.3.1.1. Data Observasi

Data observasi didapatkan dari hasil pengukuran di lapang yang dilakukan pada 15 - 18 Maret dan 23 – 26 Agustus 2022. Parameter yang diukur meliputi suhu, salinitas, kecepatan arus, pasang surut, batimetri, substrat dasar, dan laju sedimentasi.

3.3.1.2. Data Sekunder

Data sekunder yang digunakan pada kegiatan monitoring ini yaitu data pasang surut selama satu bulan untuk mengetahui jenis dan tunggang pasang surut di Teluk Jakarta. Selain itu, data angin juga diperoleh dari data reanalisis untuk mengetahui karakteristik kecepatan dan arah angin pada dua periode berbeda.

3.3.2. Batimetri

Data batimetri menggunakan data sekunder yang diperoleh dari Dinas Hidrografi dan Oseanografi Angkatan Laut (DISHIDROS TNI-AL). Data kedalaman diolah menggunakan perangkat lunak ArcGis dan diinterpolasi menggunakan metode *Inverse Distance Weighted* (IDW) (Persamaan 1). Metode IDW secara langsung mengimplementasikan asumsi bahwa sesuatu yang saling berdekatan akan lebih serupa dibandingkan dengan yang saling berjauhan. Bobot akan berubah secara linear, sebagai fungsi seperti jarak, sesuai dengan jaraknya terhadap data penaksir.

$$\hat{Z}(So) = \frac{\sum_{i=1}^n Z(Si) x d_{io}^p}{\sum_{i=1}^n d_{io}^p} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

So = lokasi estimasi

N = jumlah titik terdekat

$\hat{Z}(So)$ = nilai lokasi prediksi

Z (Si) = nilai dari lokasi sampel, dengan i = 1,2,3,...

p = eksponen yang menentukan nilai bobot setiap prediksi

d = jarak dari titik lokasi Si ke lokasi prediksi So

Semakin besar jarak d, maka bobot berkurang dengan faktor p. Parameter p mempengaruhi pembobotan dari setiap nilai lokasi yang diukur terhadap nilai lokasi yang diestimasi. Jadi, semakin besar jarak antara suatu titik maka bobot atau titik ukuran akan berkurang secara eksponensial. Setelah data diinterpolasi, data hasil interpolasi selanjutnya dibuat kontur batimetri. Lalu kontur diberi label kedalaman dan dibuat layout petanya.

3.3.3. Pasang Surut

Komponen harmonik pasang surut diperoleh melalui data FES 2014 yang kemudian digunakan untuk menentukan nilai penting elevasi muka air yaitu nilai rata-rata tinggi muka air laut tertinggi (*Mean Higher High Water*), nilai rata-rata tinggi muka air laut terendah (*Mean Lower Low Water*), rata-rata muka air tertinggi saat surut (*Mean Higher Low Water*), rata-rata muka air terendah saat pasang (*Mean Lower High Water*), tunggang pasut (*Tidal Range*), dan nilai rata-rata permukaan air laut (*Mean Sea Level*). Nilai-nilai penting tersebut dapat dihitung menggunakan beberapa persamaan dari Stephenson (2016) yang ditunjukkan pada **Tabel 7**.

Tabel 7. Persamaan Dalam Menghitung Elevasi Penting Muka Air Laut Melalui Komponen Harmonik

Muka air penting (<i>Water Features</i>)	Singkatan	Perhitungan
<i>Mean Higher High Water</i>	MHHW	$Z_0 + (M_2 + K_1 + O_1)$
<i>Mean Lower High Water</i>	MHLW	$Z_0 + (M_2 - (K_1 + O_1)) $
<i>Mean Sea Level</i>	MSL	Z_0
<i>Mean Higher Low Water</i>	MLWL	$Z_0 - (M_2 - (K_1 + O_1)) $

<i>Mean Lower Low Water</i>	MLLW	$Z_0-(M_2+K_1+O_1)$
-----------------------------	------	---------------------

Selain itu komponen harmonik juga digunakan untuk menentukan tipe pasang surut melalui perhitungan nilai *form factor* (Persamaan 2). Dari nilai F tersebut, dapat ditentukan tipe pasang surut berdasarkan 4 kriteria (**Tabel 8**).

$$F = \frac{(O_1+K_1)}{(M_2+S_2)} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

- F : Bilangan *form factor*
- O₂ : Amplitudo komponen pasang surut tunggal utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan
- K₁ : Amplitudo komponen pasang surut tunggal utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan dan matahari
- M₂ : Amplitudo komponen pasang surut ganda utama yang disebabkan oleh gaya tarik bulan
- S₂ : Amplitudo komponen pasang surut ganda utama yang disebabkan oleh gaya tarik matahari bilangan

Tabel 8. Tipe Pasang Surut Berdasarkan Bilangan *Form Factor*

Nilai F	Tipe Pasang Surut	Deskripsi
$0 < F < 0.25$	Harian ganda	2 kali pasang sehari dengan tinggi relatif sama
$0.25 < F < 1.5$	Campuran cenderung ganda	2 kali pasang sehari dengan perbedaan tinggi dan interval yang berbeda
$1.5 < F < 3$	Campuran cenderung tunggal	1 kali atau 2 kali pasang sehari dengan interval yang berbeda
$F > 3$	Tunggal	1 kali pasang sehari, saat <i>spring</i> bisa terjadi 2 kali pasang sehari

3.3.4. Arus

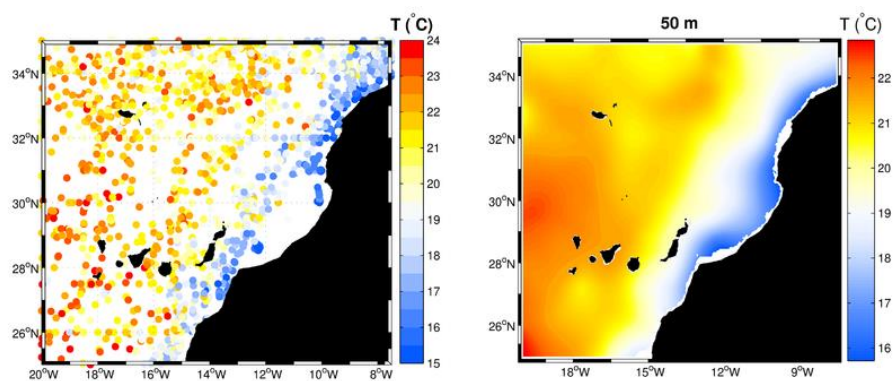
Pengukuran arah dan kecepatan arus observasi di Teluk Jakarta dilakukan menggunakan alat JFE Infinity EM dengan teknik pengambilan di titik tetap selama beberapa waktu (*mooring*). Titik *mooring* berada di bagan tancap sekitar Pulau Bidadari, yaitu pada koordinat 106° 43' 12.97"BT dan 6° 1' 51.2" LS. Pengukuran dilakukan pada kedalaman 3 m, selama 3 hari dengan interval perekaman data setiap 1 menit. Periode pertama dilakukan dari tanggal 15-18 Maret 2022 dan 23–26 Agustus 2022. Selanjutnya data hasil pengukuran dianalisis dengan teknik Perata-rataan data menjadi tiap 10 menit, kemudian ditampilkan

dalam grafik kecepatan dan *stickplot* arus. Selain itu, data arus observasi juga digunakan sebagai validasi arus hasil model hidrodinamika.

3.3.5. Suhu dan Salinitas

Pengukuran suhu dan salinitas dilakukan dengan instrumen *Conductivity Temperature Depth* (CTD) AML Minos-x dengan metode *depth trigger*, yaitu perekaman data pada setiap perubahan tekanan akibat perubahan kedalaman. Perekaman CTD dilakukan di 42 titik yang tersebar di tiga karakteristik perairan, yaitu muara sungai (11 titik), badan teluk (23 titik) dan sekitar Kepulauan Seribu (8 titik).

Profil suhu dan salinitas dianalisis menggunakan metode *data-interpolating variational analysis* (DIVA) dengan perangkat lunak *Ocean Data View* (ODV). Interpolasi DIVA memungkinkan optimalnya interpolasi spasial, dengan memperhitungkan garis pantai, sub-cekungan dan juga adveksi. Perhitungan juga sangat dioptimalkan dengan mengandalkan resolusi *finite element*, yaitu pemisahan berdasarkan area yang terputus secara alami pada topografi dan topologi. Metode ini berguna dalam oseanografi karena massa air yang terputus seringkali memiliki sifat fisik yang berbeda (Barth *et al* 2014). Metode DIVA memperhitungkan garis pantai selama analisis, karena prinsip variasi diselesaikan hanya di wilayah yang tertutup laut. Hal ini mencegah informasi dari perjalanan melintasi batas (misalnya, semenanjung, pulau, dan sebagainya) dan kemudian menghasilkan pencampuran buatan antara massa air.



Gambar 3. Contoh Hasil Interpolasi DIVA pada variabel suhu secara spasial

3.3.6. Model Sebaran Material Tersuspensi (TSS)

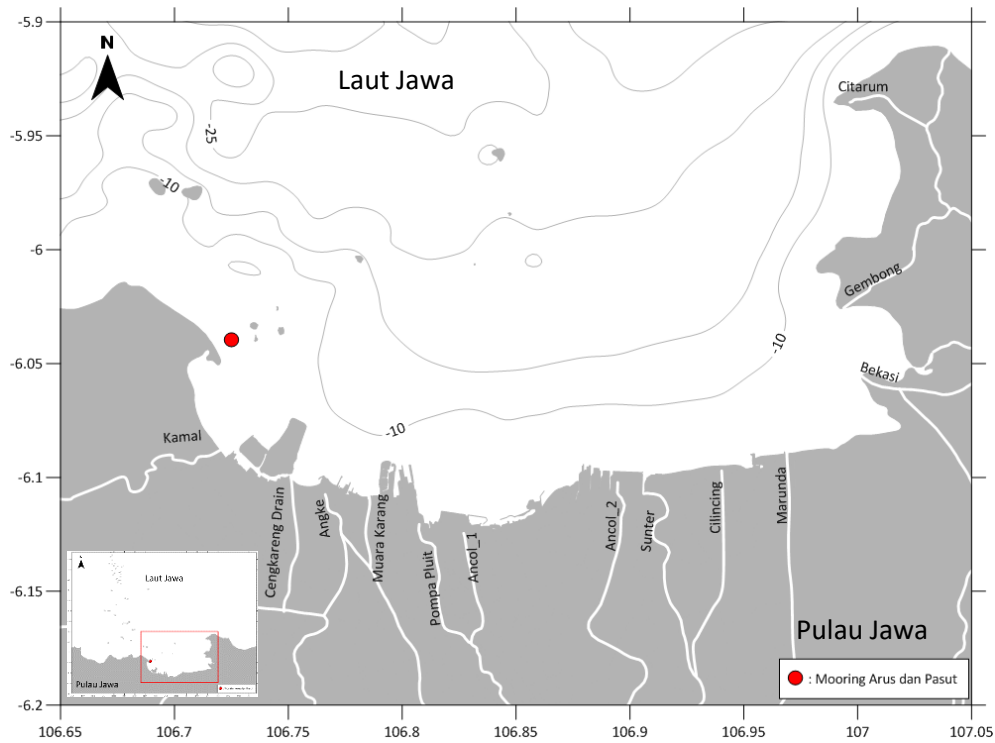
Pemodelan sebaran material TSS melibatkan pengolahan dan analisis data oseanografi dan klimatologi. Tahapan pengolahan dan analisis data pada kegiatan ini dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Data batimetri, angin dan pasang surut diproses secara bertahap, yaitu: data *retrieving*, data *cropping*, data *selecting* dan data *checking*. Hasil dari proses ini berupa data masukan yang siap untuk digunakan dalam pemodelan hidrodinamika.
2. Model hidrodinamika dibangun untuk mensimulasikan arus dengan tahapan: klasifikasi data, pemformatan data, pembangunan skenario model dan eksekusi model.
3. Luaran model hidrodinamika berupa fluks komponen zonal dan meridional arus yang lebih detail pada beberapa kondisi pasang surut (pasang, menuju surut, surut, menuju pasang) dan hasil pola arus ini digunakan sebagai media transpor material suspensi.

3.3.6.1. Domain Model

Domain model sebaran TSS dibuat pada kawasan laut terbuka dengan morfologi pantai berbentuk teluk, domain ini dibuat dari dua buah batas, yaitu batas terbuka dan batas tertutup. Batas tertutup berupa garis pantai sepanjang perairan Teluk Jakarta, sedangkan batas terbuka yaitu perairan Laut Jawa yang berada di bagian utara dari teluk. Solusi persamaan transpor sedimen sangat erat kaitannya dengan kondisi hidrodinamika. Diskritisasi spasial dari persamaan dilakukan dengan menggunakan metode volume hingga (*Finite Volume*) yang berpusat pada satu sel.

Domain spasial dipisahkan oleh grid pada bidang horizontal dan membentuk grid sigma dalam model 3D untuk proses diskritisasinya. Penentuan domain model disesuaikan dengan lokasi buangan sungai. Domain model memiliki luas wilayah sebesar 24 km² (7 x 3.5 km) (**Gambar 4**). Grid dibuat mendetail agar sebaran polutan dapat ditampilkan dengan lebih baik dengan ukuran grid 50x50 meter. Kedalaman perairan pada lokasi kajian sangat landai, dengan kisaran nilai kedalaman antara 3 m hingga 5 m pada jarak 2 km dari garis pantai (pesisir). Kedalaman perairan pada jarak 5 km dari garis pantai (badan teluk) meningkat dengan nilai berkisar antara 5 m hingga 10 m. Kemudian pada jarak 15 km (di sekitar mulut teluk) kedalaman perairan berkisar antara 20 m hingga 25 m



Gambar 4. Domain Model Sebaran TSS dan Titik Merah Menunjukkan Lokasi *Mooring* Arus Dan Pasang Surut

3.3.6.2. Persamaan Hidrodinamika

Modul model hidrodinamika yang digunakan dengan persamaan numerik:

- Persamaan kontinuitas:

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = s \quad \dots (3)$$

- Persamaan momentum:

Arah x :

$$\frac{\partial hu}{\partial t} + \frac{\partial u^2}{\partial x} + \frac{\partial vu}{\partial y} + \frac{\partial wu}{\partial z} = fv - g \frac{\partial \eta}{\partial x} - \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p_a}{\partial x} - \frac{g}{\rho_0} \int_z^n \frac{\partial p}{\partial x} dz - \frac{1}{\rho_0} \left(\frac{\partial s_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial s_{xy}}{\partial y} \right) + F_u + \frac{\partial}{\partial z} \left(V_t \frac{\partial u}{\partial z} \right) + u_s S \quad \dots (4)$$

Arah y:

$$\frac{\partial hv}{\partial t} + \frac{\partial v^2}{\partial y} + \frac{\partial uv}{\partial x} + \frac{\partial wv}{\partial z} = -fu - g \frac{\partial \eta}{\partial y} - \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p_a}{\partial y} - \frac{g}{\rho_0} \int_z^n \frac{\partial p}{\partial y} dz - \frac{1}{\rho_0} \left(\frac{\partial s_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial s_{yy}}{\partial y} \right) + F_v + \frac{\partial}{\partial z} \left(V_t \frac{\partial v}{\partial z} \right) + v_s S \quad \dots (5)$$

Dimana:

- | | |
|----------------------|-----------------------|
| t | : Waktu |
| $x, y \text{ \& } z$ | : koordinat kartesian |
| η | : tinggi muka laut |

d	: dalaman perairan
h	: $(\eta + h)$
u, v	: komponen kecepatan arus arah zonal dan meridional dan vertikal
f	: komponen koriolis ($2\Omega \sin \phi$) dimana Ω adalah kecepatan rotasi bumi dan ϕ adalah posisi lintang
g	: percepatan gaya gravitasi bumi
ρ	: radiasi tensor tekanan massa air pada komponen xx, xy, yx dan yy
S_{xx}, S_{xy}, S_{yx} & S_{yy}	: radiasi tensor tekanan massa air pada komponen xx, xy, yx dan yy
V_t	: turbulensi vertikal
Pa	: tekanan udara
ρ_0	: referensi densitas air
S	: debit dari sumber
U_s & U_v	: kecepatan arus komponen zonal dan meridional ketika memasuki sistem

- Persamaan gaya pembangkit tekanan muka air:

$$F_u = \frac{\partial}{\partial x} \left(2A \frac{\partial u}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(A \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right) \quad \text{.....(6)}$$

$$F_v = \frac{\partial}{\partial x} \left(A \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right) \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(2A \frac{\partial v}{\partial y} \right) \quad \text{.....(7)}$$

Dimana:

A : waktu

- Persamaan gaya pembangkit tekanan muka air pada $z = \eta$:

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + u \frac{\partial \eta}{\partial x} + v \frac{\partial \eta}{\partial y} - w = 0, \left(\frac{\partial u}{\partial z}, \frac{\partial v}{\partial x} \right) = \frac{1}{\rho_0 v_t} (\tau_{sx}, \tau_{sy}) \quad \text{.....(8)}$$

- Persamaan gaya pembangkit tekanan muka air pada $z = -d$:

$$u \frac{\partial d}{\partial x} + v \frac{\partial d}{\partial y} + w = 0, \left(\frac{\partial u}{\partial z}, \frac{\partial v}{\partial x} \right) = \frac{1}{\rho_0 v_t} (\tau_{bx}, \tau_{by}) \quad \text{.....(9)}$$

dimana:

τ_{sx}, τ_{sy} : Friksi gaya tekanan angin

τ_{bx}, τ_{by} : Friksi gaya tekanan dasar perairan

- Vertikal integral persamaan kontinuitas:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{v}}{\partial y} = hS + P - E \quad \text{.....(10)}$$

$$h\bar{u} = \int_{-d}^{\eta} u dz, h\bar{v} = \int_{-d}^{\eta} v dz \quad \text{... ..(11)}$$

Dimana:

P : Laju Presipitasi

E : Laju Evaporasi

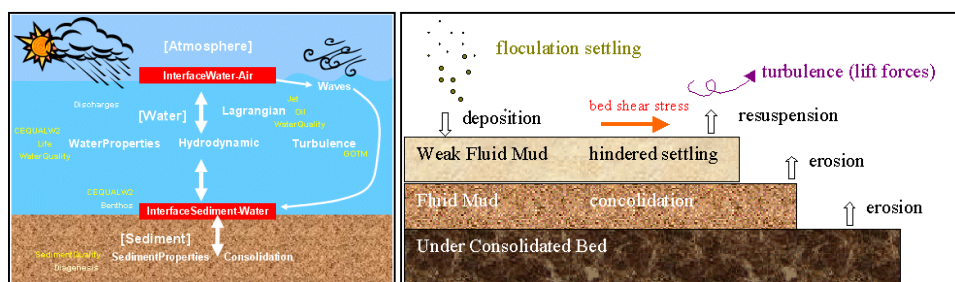
\bar{u} dan \bar{v} : Kedalaman rerata komponen zonal dan meridional

3.3.6.3. Persamaan Sedimentasi

Model *Sediment Transport* digunakan untuk menyelesaikan dinamika sedimen atau material suspensi (TSS) ketika masuk ke perairan. Modul model ini telah mengakomodir proses dinamika sedimen di kolom perairan dan dasar perairan, yang meliputi:

- Proses flokulasi yaitu bertambahnya densitas sedimen tersuspensi karena proses adsorpsi dan absorpsi sedimen, sehingga densitas sedimen di kolom air lebih berat daripada massa air dan terdisposisi dengan kecepatan tertentu mengendap ke dasar perairan;
- Adanya tekanan gesekan dasar perairan oleh massa air sehingga sedimen yang telah mengendap akan menggelinding diikuti dengan adanya turbulen di kolom air yang mengakibatkan sedimen tersebut tersuspensi kembali ke kolom air;
- Proses dinamika sedimen tersebut dapat diikuti pada lapisan sedimen berikutnya karena adanya gaya pembangkit erosi sedimen dasar perairan; dan
- Sedimen yang telah tersuspensi kembali melalui proses resuspensi maupun adanya erosi akan kembali lagi mengalami flokulasi dan terdeposisi kembali.

Gambaran sistematis proses dinamika sedimen di kolom air (sedimen tersuspensi) dan di dasar perairan yang terakomodir dalam *Sediment Transport* diperlihatkan oleh **Gambar 5**. Perpindahan sedimen kohesif (*mud transport*) digambarkan sebagai pergerakan sedimen dalam fluida dan interaksi antara sedimen dengan dasar. Secara matematis, pergerakan sedimen secara umum digambarkan dengan persamaan 12.



Gambar 5. Sistematis Proses Dinamika Sedimen di Kolom Air (Sedimen Tersuspensi) dan Dasar Perairan

$$\frac{\partial \bar{c}}{\partial t} + u \frac{\partial \bar{c}}{\partial x} + v \frac{\partial \bar{c}}{\partial y} = \frac{1}{h} \frac{\partial}{\partial x} \left(h D_x \frac{\partial \bar{c}}{\partial x} \right) + \frac{1}{h} \frac{\partial}{\partial y} \left(h D_y \frac{\partial \bar{c}}{\partial y} \right) + Q_L C_L \frac{1}{h} - S \dots \dots \dots (12)$$

dimana:

- \bar{c} : konsentrasi yang dirata-ratakan terhadap kedalaman (kg/m^3)
- u, v : kecepatan aliran yang dirata-ratakan terhadap kedalaman (m/s)
- D_x, D_y : koefisien dispersi (m^2/s)
- h : kedalaman perairan (m)
- S : akresi/erosi ($\text{kg/m}^3/\text{s}$)
- Q_L : debit sumber per satuan luas horizontal ($\text{m}^3/\text{s}/\text{m}^2$)
- C_L : konsentrasi sumber (kg/m^3)

- Laju deposisi dinyatakan dengan persamaan (Krone 2014) berikut:

$$S_D = w_s c_b p_d \dots \dots \dots (13)$$

dimana:

- S_D : laju deposisi
- w_s : kecepatan jatuh sedimen (m/s)
- C_b : konsentrasi dekat dasar (kg/m^3)
- p_d : probability deposisi $= 1 - \frac{\tau_b}{\tau_{cd}}$, $\tau_b \leq \tau_{cd}$
- τ_b : tegangan geser dasar (N/m^2)
- τ_{cd} : tegangan geser dasar kritis untuk deposisi (N/m^2)

- Mehta *et al* (2014) menggambarkan laju erosi dasar dengan persamaan berikut:

$$S_E = E \left(\frac{\tau_b}{\tau_{ce}} - 1 \right), \quad \tau_b > \tau_{ce} \dots \dots \dots (14)$$

dimana:

- E : erodibility dasar ($\text{kg/m}^2/\text{s}$)
- τ_{ce} : tegangan geser dasar kritis untuk erosi (N/m^2)

- Kecepatan jatuh sedimen, diformulasikan dengan persamaan berikut (Rijn 1984; Yalin 1972; Engelund dan Fredsoe 1976):

$$w = \begin{cases} \frac{(s-1)gd^2}{18v} & d < 100\mu\text{m} \\ \frac{10v}{d} \left\{ \left[1 + \frac{0.01(s-1)gd^3}{v^2} \right]^{0.5} - 1 \right\} & 100 < d \leq 1000\mu\text{m} \\ \frac{1.1[(s-1)gd]^{0.5}}{1} & d > 1000\mu\text{m} \end{cases} \dots \dots \dots (15)$$

3.3.6.4. Skenario Pemodelan Sebaran TSS

Pada kajian ini, waktu simulasi model dilakukan selama 15 hari dengan tujuan untuk memperoleh kondisi pada saat pasut perbani dan pasut purnama, Simulasi model dilakukan dengan mengasumsikan nilai awal TSS di dalam perairan adalah nol. Hal tersebut dilakukan untuk melihat nilai peningkatan konsentrasi TSS akibat buangan dari sungai yang terdapat di Teluk Jakarta. Hasil model sebaran TSS disajikan pada empat kondisi perairan yaitu menuju pasang, pasang, menuju surut, dan surut dari simulasi selama 15 hari. Sumber TSS berasal dari

buangan sungai yang bermuara di Teluk Jakarta (**Tabel 9**). Nilai keluaran dari sungai adalah nilai selisih (*delta*) yang nantinya ditambahkan dengan kondisi ambien lingkungan, sehingga keluaran model sebaran TSS merupakan nilai penambahan hasil model dengan jumlah TSS yang ada di perairan.

Tabel 9. Nilai TSS Dari 12 Muara Sungai di Teluk Jakarta Sebagai Masukan Model Sebaran TSS

Nama	TSS [mg/l]		Latitude	Longitude	Debit [m ³ /s]	
	MAR	AUG			MAR	AUG
Ancol	9	13	-6.1154	106.8277	39.35	13.31
Pompa Pluit	50	29	-6.1053	106.7973	4.62	2.06
Muara Karang	627	455	-6.1018	106.7852	4.98	1.29
Muara Angke	17	18	-6.0977	106.7662	4.98	1.29
Cengkareng Drain	11	8	-6.0978	106.7558	4.98	1.29
Muara Kamal	9	12	-6.0808	106.7346	14.44	3.48
Sunter	8	8	-6.0964	106.9054	1.56	0.60
Cilincing	10	12	-6.0971	106.9399	1.56	0.60
Marunda	24	11	-6.0971	106.9569	26.94	6.41
Muara BKT	19	17	-6.0926	106.9682	40.71	9.18
Muara Gembong	9	11	-6.0359	106.9822	40.71	9.18
Citarum	8	8	-5.9334	106.9669	185.73	53.67

Pemodelan matematika dilakukan untuk mengetahui bagaimana sebaran dan konsentrasi TSS tersebut ketika memasuki perairan laut. Konsentrasi air limbah yang digunakan sebagai input pemodelan untuk air limbah masing-masing mengacu pada hasil pengukuran lapang pada dua kondisi perairan. Parameter TSS diasumsikan sebagai nilai konservatif sehingga proses sebaran TSS mengikuti pola sebaran arus sesuai dengan konsentrasi dan lokasi buangan. Parameter yang digunakan untuk pembangunan model hidrodinamika ditampilkan pada **Tabel 10**.

Tabel 10. Parameter Hidrodinamika yang Digunakan Sebagai Masukan (*Input*) Model

Parameter	Nilai	Satuan	Keterangan
Jumlah Sel X (I)	748	Sel	
Jumlah Sel Y (J)	480	Sel	

Parameter	Nilai	Satuan	Keterangan
Ukuran Grid	50 x 50	m	
Vertical Sel	3	Layer	Sigma Koordinat
Viskositas dan Difusi Horizontal	2	m ² /s	
Viskositas dan Difusi Vertikal	0.001	m ² /s	
Atmosfer (Angin Zonal dan Meridional)	1	Jam	ERA 5
Pasang Surut	1/16	derajat	Fes 2014

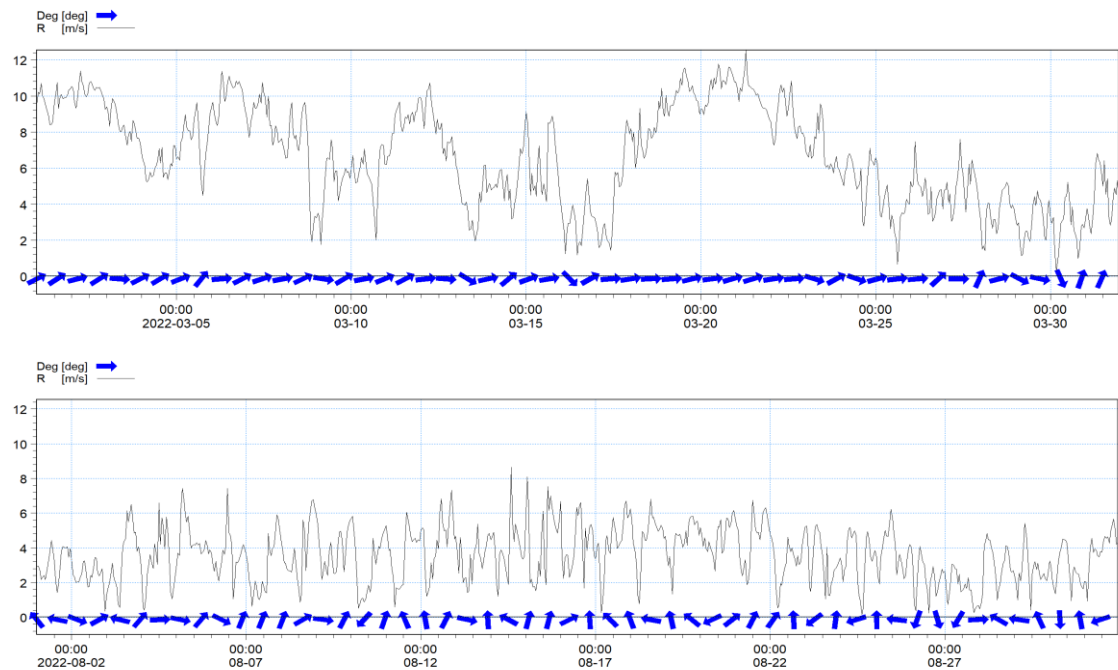
3.3.6.5. Input Model Hidrodinamika

Dalam studi ini masukan (input) pemodelan hidrodinamika yang digunakan terdiri dari 5 kelompok, yakni domain dan parameter waktu (*domain and time parameters*), faktor kalibrasi (*calibration factors*), kondisi awal (*initial condition*), kondisi batas (*boundary condition*) dan gaya pembangkit (*driving force*). Domain area kajian disebut sebagai *mesh area* komputasi (*computational mesh*) dan diisi oleh nilai batimetri. Langkah waktu model (*time step*) yang digunakan dalam kajian kali ini 30 detik dengan lama simulasi 28800 detik (10 hari).

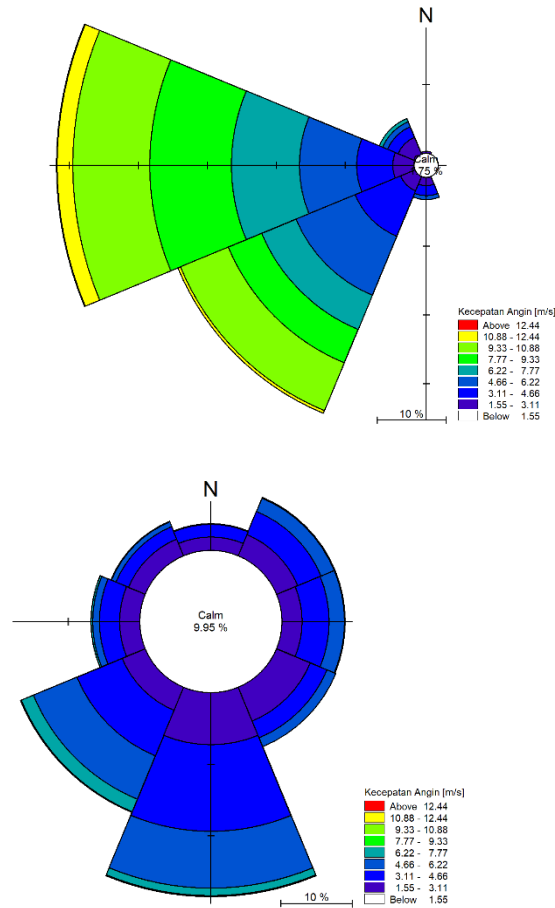
Faktor yang digunakan memperhitungkan resistensi atau tahanan dasar (*bed resistance*), momentum koefisien dispersi (*momentum dispersion coefficients*), faktor friksi angin (*wind friction factors*), dimana nilai-nilai yang digunakan dalam koefisien tersebut menyesuaikan dengan kondisi perairan di Teluk Jakarta dan pendekatan dari tools model. Kondisi awal yang digunakan dalam proses pemodelan hidrodinamika adalah tinggi muka air laut, dimana nilai ini diberikan nol yang berarti muka air dianggap rata dan masa air tidak bergerak. Setiap darat dijadikan sebagai batas tertutup (*closed boundary*), sementara untuk bagian laut diberikan nilai pasut yang berubah terhadap waktu (*open boundary*). Gaya pembangkit atau penggerak yang disediakan dalam software numerik yang digunakan terdiri dari arah dan kecepatan angin, potensial pasut dan tekanan stress gelombang (*wave radiation stresses*), namun dalam kegiatan ini gaya pembangkit yang digunakan hanyalah angin.

Proses membangun model hidrodinamika untuk mendapatkan pola distribusi arus dan sebaran TSS dibangkitkan oleh pasang surut dan angin. Data pasang surut yang digunakan sebagai batas terbuka (*open boundary*) model adalah data FES2014 (*Finite Element Solution*). Data ini merupakan data pasang surut global dengan resolusi 0.0625° X 0.0625° yang memiliki 34 komponen harmonik pasang surut. Data pasut digunakan sebagai batas terluar model (*open boundary condition*) bervariasi terhadap ruang dan waktu. Pada studi ini menggunakan satu batas terbuka pasang surut yaitu pada bagian utara Teluk Jakarta. Data angin masukan model diperoleh dari ECMWF (*European Centre for Medium-Range Weather*

Forecasts) yang merupakan data reanalisis dari gabungan data seluruh Badan Meteorologi Dunia. Data angin mempunyai interval waktu tiap 1 jam dengan resolusi spasial $1.5^{\circ} \times 1.5^{\circ}$ dengan cakupan global. Data angin yang digunakan merupakan data angin pada tahun 2022 dan hanya dipilih di bulan Maret dan Agustus 2022. Gambaran data angin input model disajikan dalam bentuk grafik fluktuasi kecepatan (**Gambar 6**) dan mawar angin (*wind rose*) (**Gambar 7**)



Gambar 6. Pola Kecepatan dan Arah Angin Pada Bulan Maret (Atas) dan Agustus (Bawah)



Gambar 7. Mawar Kecepatan dan Arah Angin pada Bulan Maret (Kanan) dan Bulan Agustus (Kiri)

Terlihat bahwa pola sirkulasi angin pada periode pertama dan kedua menunjukkan hasil yang cukup berbeda, pola angin yang terbentuk sesuai dengan pola sirkulasi monsoon yang ada di Indonesia. Periode maret angin dominan bergerak dari arah barat dengan kecepatan angin 2–12 m/s dengan nilai tenang mencapai 1.75% dari total kecepatan angin. Arah angin dominan dari arah barat dan barat daya dengan kecepatan rata–rata 6 m/s jika dikategorikan kedalam skala Beaufort yaitu *moderate breeze*. Pada kondisi *moderate breeze* debu mula ikut terbawa oleh angin dan pada gelombang laut mula terbentuk puncak gelombang dan terdapat buih akibat pengadukan angina pada permukaan air laut.

Periode Agustus kecepatan angin lebih tenang dengan nilai berkisar antara 2- 6 m/s dengan nilai tenang mencapai 9.95%. Arah datang angin dominan dari selatan dan barat daya dengan kecepatan rata–rata 3 m/s yang berdasarkan skala Beaufort masuk dalam kategori *light breeze*. Pada kategori *light breeze* angin bertiup dengan lemah namun dapat dirasakan

bergerak dan dapat menggerakkan penunjuk arah angin. Pada kategori *light breeze* permukaan laut puncak gelombang menyerupai permukaan kaca.

3.3.6.6. Validasi Hasil Model

Penentuan nilai kepercayaan dari nilai pasut observasi dan hasil model, dapat diketahui dengan menggunakan persamaan *Root Mean Square Error* (RMSE). Nilai RMSE adalah indikator kesalahan yang didasarkan pada total kuadratis dari simpangan antara hasil model dengan hasil observasi. Nilai RMSE dapat dikatakan baik ketika nilai mendekati angka nol, nilai tersebut menggambarkan keceratan atau kesamaan antara nilai model dengan nilai pengukuran (observasi). Persamaan RMSE dapat dituliskan pada persamaan 16.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y - y')^2} \quad (16)$$

Dimana y adalah nilai hasil observasi atau pengukuran arus dan pasut, sedangkan y' adalah nilai hasil simulasi model, Berdasarkan hasil perhitungan RMSE didapatkanlah nilai pada periode pertama untuk parameter pasang surut adalah 0.07 untuk bulan Maret dan 0.05 untuk bulan Agustus. Untuk parameter arus zonal dan meridional bulan maret masing-masing 0.04 m/s dan 0.028 m/s serta arus zonal dan meridional pada bulan agustus masing-masing 0.06 m/s dan 0.10 m/s yang berarti bahwa hasil validasi menunjukkan keceratan yang dekat, sehingga dapat dikatakan simulasi model sudah mendekati dengan kondisi sebenarnya di lapangan.

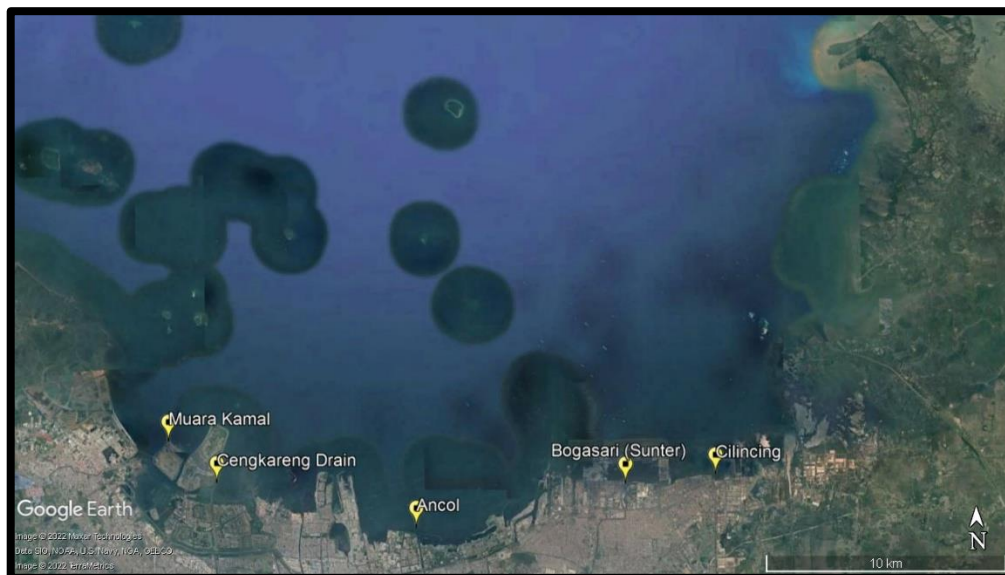
3.3.7. Laju Sedimentasi

Pengambilan data sedimen dibagi menjadi dua bagian yaitu pengambilan sedimen dasar untuk menentukan nilai tengah dari sedimen di perairan Teluk Jakarta dan yang kedua adalah pengambilan data laju sedimentasi untuk memvalidasi hasil model bahwa wilayah kajian berpotensi untuk terjadi pendangkalan atau tidak. Lokasi pengambilan data sedimen dasar ditunjukkan oleh **Gambar 8**. Lokasi pengambilan sedimen dasar dibagi menjadi tiga kategori yaitu empat titik di daerah pesisir teluk Jakarta, dua titik tepat di tengah perairan Teluk Jakarta dan satu titik di arah keluar mulut Teluk Jakarta.



Gambar 8. Stasiun Pengambilan Sampel Sedimen Dasar

Untuk menghitung laju sedimentasi di Area Teluk Jakarta, khususnya di sekitar muara sungai, maka dilakukan pengukuran menggunakan instrumen *sediment trap*. *Sediment trap* ditempatkan pada lokasi yang mampu menggambarkan pendangkalan yang terjadi di wilayah Teluk Jakarta. Lokasi pengambilan data *sediment trap* ditunjukkan oleh **Gambar 9**. Dari hasil penempatan *sediment trap*, terdapat sebanyak 5 trap yang digunakan untuk mengukur laju sedimentasi, semua titik pengamatan didapatkan laju sedimentasi.



Gambar 9. Stasiun Pengambilan Data *Sediment Trap*

3.4. Analisis Spasial (*Mapping*)

Analisis spasial bertujuan untuk memetakan sebaran kualitas perairan dengan menggunakan metode interpolasi. Metode interpolasi adalah suatu metode atau fungsi

matematis untuk menduga nilai pada lokasi-lokasi dengan data yang tidak tersedia. Interpolasi spasial memiliki asumsi yaitu data memiliki sifat kontinu dalam ruang jarak (*space*) dan saling berhubungan secara spasial (Anderson 2001). Interpolasi dalam pemetaan merupakan proses estimasi nilai pada wilayah yang tidak dilakukan pengukuran sehingga tersusun peta atau sebaran nilai pada seluruh wilayah (*Gamma Design Software* 2005).

Dalam kegiatan ini metode interpolasi yang digunakan adalah IDW. IDW merupakan salah satu teknik interpolasi permukaan (*surface interpolation*) yang prinsip inputnya dapat berupa stasiun pusat plot yang tersebar secara acak maupun tersebar merata. Metode bobot *inverse distance* atau jarak tertimbang terbalik (IDW) memprediksi nilai-nilai atribut pada stasiun-stasiun yang tidak dilakukan pengukuran menggunakan kombinasi linier dari nilai-nilai sampel tersebut kemudian ditimbang oleh fungsi terbalik dari jarak antar stasiun (Hayati 2012). Metode IDW memperhitungkan jarak sebagai bobot. Jarak yang dimaksud adalah jarak (datar) dari stasiun data (sampel) terhadap blok yang akan diestimasi. Semakin dekat jarak antar stasiun sampel dan blok yang akan diestimasi maka semakin besar bobotnya, begitu juga sebaliknya.

$$Z_o = \frac{\sum_{i=1}^S Z_i \frac{1}{d_i^k}}{\sum_{i=1}^S \frac{1}{d_i^k}}$$

Keterangan:

Z_o = perkiraan nilai pada stasiun 0

Z_i = nilai z pada stasiun kontrol i

d_i = jarak antara stasiun I dan stasiun 0

k = konstanta

S = jumlah stasiun S yang digunakan

Adapun pemetaan sebaran kualitas perairan pada muara Teluk Jakarta, perairan laut Jakarta dan Kepulauan Seribu dilakukan pada 8 parameter yang meliputi: (1) TSS (*Total Suspended Solid*); (2) Suhu; (3) Salinitas; (4) pH; (5) DO (*Dissolved Oxygen*); (6) Fosfat; (7) Nitrat; dan (8) Ammonia.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Parameter Kualitas Perairan

Parameter kualitas air kegiatan pemantauan Tahun 2022 pada 2 periode pengamatan, mencakup 29 parameter yang terbagi menjadi 4 kategori yaitu: (1) Parameter Fisika sebanyak 5 Parameter; (2) Parameter Kimia sebanyak 14 Parameter; (3) Parameter Logam Terlarut sebanyak 8 Parameter; dan (4) Parameter Biologi sebanyak 2 Parameter. Analisis terhadap parameter kualitas perairan dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran dan analisis dengan baku mutu pada Peraturan Pemerintah no 22 Tahun 2021.

4.1.1. Parameter Fisika

Parameter fisika perairan yang diamati dalam kegiatan ini meliputi (**Gambar 10**): (1) Kecerahan; (2) Kebauan; (3) Kekeruhan; (4) TSS; dan (5) Suhu. Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa parameter kecerahan cenderung fluktuatif di setiap zona pengamatan. Parameter kecerahan di zona pantai, zona muara (pasang dan surut) dan 1 titik pada zona teluk sudah melebihi dari baku mutu dengan nilai di bawah 5 meter. Adapun parameter kecerahan pada zona Kepulauan Seribu masih dalam batas baku mutu. Sedangkan untuk parameter kebauan di seluruh stasiun pengamatan tidak terdapat bau atau termasuk dalam kategori natural.

Nilai parameter kekeruhan diketahui berfluktuatif pada setiap zona pengamatan. Pada zona pantai nilai kekeruhan yang melewati baku mutu ditemukan pada stasiun A2 sebesar 12,20 NTU pada periode 1. Sedangkan pada zona teluk periode 1 nilai kekeruhan yang melewati baku mutu sebesar 15,99 NTU ditemukan di stasiun A4. Sementara pada zona muara pasang, hampir di setiap stasiun pengamatan periode 1 dan periode 2 melewati nilai baku mutu. Adapun stasiun dengan nilai kekeruhan yang melewati baku mutu diantaranya pada: (1) stasiun Muara Angke pada periode 1 sebesar 64,8 NTU dan periode 2 sebesar 285 NTU; (2) stasiun Cengkareng Drain pada periode 1 sebesar 64,45 NTU.

Sedangkan pada zona muara surut juga ditemukan hal yang sama pada seluruh stasiun di 2 periode melebihi baku mutu atau nilai kritis. Adapun stasiun dengan nilai kekeruhan tertinggi yang melewati baku mutu adalah Muara Angke pada periode 2 sebesar 489 NTU. Sedangkan stasiun dengan nilai kekeruhan dibawah baku mutu adalah Muara Kamal periode 1 dengan nilai 4,55 NTU.

Hasil analisis parameter TSS menunjukkan nilai yang befluktuatif di setiap stasiun pengamatan dalam 2 periode. Konsentrasi TSS pada zona pantai, teluk dan Kepulauan Seribu

cenderung stabil dengan nilai sebesar 8 mg/l. Sedangkan pada zona muara pasang nilai TSS tertinggi didapatkan di stasiun Muara Angke pada periode 1 sebesar 64,8 mg/l dan periode 2 sebesar 285 mg/l. Sedangkan nilai terendah didapatkan pada stasiun Ancol dengan nilai sebesar 2,25 mg/l pada periode 1 dan 5,19 mg/l pada periode 2. Adapun pada zona muara surut pada stasiun pengamatan Muara Angke memiliki nilai TSS paling tinggi yaitu sebesar 820 mg/l periode 1 dan 400 mg/l periode 2. Pada stasiun Cengkareng Drain juga ditemukan nilai TSS yang sudah melewati baku mutu yaitu sebesar 65 mg/l pada periode 1 dan 26 pada periode 2. Sementara di stasiun lain cenderung aman dan tidak melebihi nilai kritis.

Parameter suhu cenderung stabil pada setiap stasiun pengamatan. Nilai suhu tertinggi pada zona muara pasang ditemukan di stasiun Muara Karang sebesar 33,8 °C pada periode 2. Sedangkan suhu terendah pada zona muara pasang sebesar 18,57 °C juga ditemukan di stasiun Muara Karang pada periode 1. Nilai pada parameter suhu cenderung stabil pada beberapa titik stasiun dan masih batas wajar dalam baku mutu.

4.1.2. Parameter Kimia

Parameter kimia perairan yang diamati dalam kegiatan ini meliputi (**Gambar 11**): (1) pH; (2) Oksigen Terlarut; (3) Salinitas; (4) Ammonia; (5) Nitrat; (6) BOD; (7) Fosfat dan (8) Minyak dan Lemak.

Berdasarkan hasil analisis diketahui nilai pH pada 2 periode pengamatan cenderung stabil. Adapun nilai terendah pada periode 1 ditemukan pada stasiun Muara Ancol sebesar 6,1. Sedangkan nilai tertinggi sebesar 8,2 adalah Muara Gembong. Sementara pada periode 2, nilai terendah dijumpai pada stasiun Muara Gembong sebesar 7,14 dan nilai tertinggi didapatkan pada stasiun Muara Cilincing sebesar 9,4.

Konsentrasi oksigen terlarut pada tahun 2022 berdasarkan hasil analisis berfluktuatif pada setiap stasiun pengamatan. Nilai tertinggi oksigen terlarut pada zona muara pasang ditemukan pada periode 2 di stasiun Muara Kamal sebesar 7,8 mg/L. Sedangkan nilai terendah ditemukan di stasiun Muara Cengkareng Drain sebesar 2,9 mg/L pada periode 2.

Sementara pada zona pantai, teluk dan Kepulauan Seribu nilai salinitas cenderung stabil. Adapun nilai kritis sebesar 2‰ didapatkan pada stasiun Cengkareng Drain Pasang pada periode 2 dan di Muara Angke sebesar 4,4‰ periode 2. Sedangkan pada stasiun lain di zona muara pasang cenderung stabil. Adapun pada zona muara surut, diketahui bahwa di stasiun

Cengkareng Drain nilai salinitas berada dalam kondisi kritis yaitu sebesar 1,8 ‰. Sedangkan pada stasiun lainnya nilai salinitas cenderung stabil.

Konsentrasi ammonia cenderung stabil pada zona pantai, teluk dan Kepulauan Seribu. Adapun nilai kritis tertinggi sebesar 2,2 mg/l terdapat di stasiun Cengkareng Drain saat surut pada periode 2 dan Sunter sebesar 1,19 mg/l periode 1. Nilai parameter ammonia pada zona muara (pasang dan surut) di hampir setiap stasiun melewati baku mutu.

Nilai parameter nitrat pada semua stasiun pengamatan di zona pantai, teluk, muara dan Kepulauan Seribu cenderung berfluktuatif. Adapun nilai kritis tertinggi sebesar 0,95 mg/l terdapat di stasiun Muara Angke saat surut di periode 2 dan pada Cengkareng Drain saat surut sebesar 0,826 mg/l di periode 1.

Adapun nilai Parameter BOD cenderung stabil pada setiap titik pengamatan dan tidak ada satu titik yang melewati nilai baku mutu. Nilai BOD tertinggi ditemukan di stasiun A4 sebesar 2,7 mg/l pada periode 2. Sedangkan nilai terendah didapatkan di stasiun D5 sebesar 0,04 mg/l pada periode 1.

Nilai parameter fosfat cenderung stabil dan tidak melewati nilai kritis pada zona pantai, teluk dan Kepulauan Seribu. Sedangkan nilai kritis tertinggi sebesar 0,143 mg/l didapatkan pada stasiun Cengkareng Drain saat surut di periode 2 dan pada Sunter sebesar 0,19 mg/l di periode 1. Nilai parameter fosfat pada zona muara (pasang dan surut) di hampir setiap stasiun sudah melewati baku mutu.

Parameter minyak dan lemak cenderung stabil yaitu sebesar 1 mg/l stabil di seluruh stasiun pengamatan. Hal yang sama didapatkan pada parameter surfaktan, sulfida dan fenol total secara berurutan sebesar 0,025 mg/l, 0,001 mg/l dan 0,0005 mg/l. Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan bahwa keempat parameter tersebut dalam kondisi stabil.

4.1.3. Parameter Logam Terlarut

Parameter logam terlarut yang diamati dalam kegiatan ini meliputi (**Gambar 12**): (1) Arsen; (2) Tembaga ; (3) Seng; (4) Raksa; (5) Kadmium; (6) Nikel; dan (7) Khromium Hexavalent.

Hasil analisis terhadap parameter arsen (As) menunjukkan nilai yang cenderung stabil pada setiap stasiun pengamatan. Nilai arsen tertinggi ditemukan di stasiun C2 (Zona Pantai) sebesar 0,0023 mg/l pada periode 1. Sedangkan nilai terendah didapatkan di Titik Kontrol 1 (Zona Kepulauan Seribu) sebesar 0,0001 mg/l pada periode 1 dan periode 2.

Konsetrasi parameter tembaga (Cu) berdasarkan hasil analisis cenderung fluktuatif pada setiap stasiun pengamatan. Nilai kritis tembaga tertinggi didapatkan pada stasiun Muara Angke saat pasang sebesar 0,016 mg/l pada periode 1. Sedangkan nilai terendah ditemukan di stasiun A1 (Zona Pantai) sebesar 0,0008 mg/l.

Hasil analisis terhadap parameter seng (Zn) menunjukkan nilai yang cenderung stabil pada setiap stasiun pengamatan dan tidak melewati nilai baku mutu. Adapun nilai seng tertinggi didapatkan pada pengamatan yaitu di Pulau Pramuka sebesar 0,33 mg/l pada periode 1 dan 2. Sedangkan nilai terendah didapatkan di stasiun A6 (Zona Pantai) sebesar 0,003 mg/l pada periode 1.

Nilai konsentrasi raksa/mercury (Hg) cenderung stabil pada setiap stasiun pengamatan dan masih dalam batas baku mutu. Adapun nilai raksa tertinggi didapatkan di Pompa Pluit saat pasang sebesar 0,016 mg/l pada periode 2. Sedangkan nilai raksa terendah pada ditemukan di stasiun A6 (Zona Pantai) sebesar 0,003 mg/l pada periode 1.

Konsentrasi kadmium (Cd) cenderung stabil pada setiap stasiun pengamatan. Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa konsentrasi kadmium sudah melewati baku mutu di stasiun A2 (Zona Pantai) pada periode 1 dan A7 pada periode 2. Sedangkan nilai kadmium terendah didapatkan di stasiun Pulau Harapan, Pulau Tidung dan Pulau Dolphin sebesar 0,0001 mg/l pada periode 1 dan periode 2.

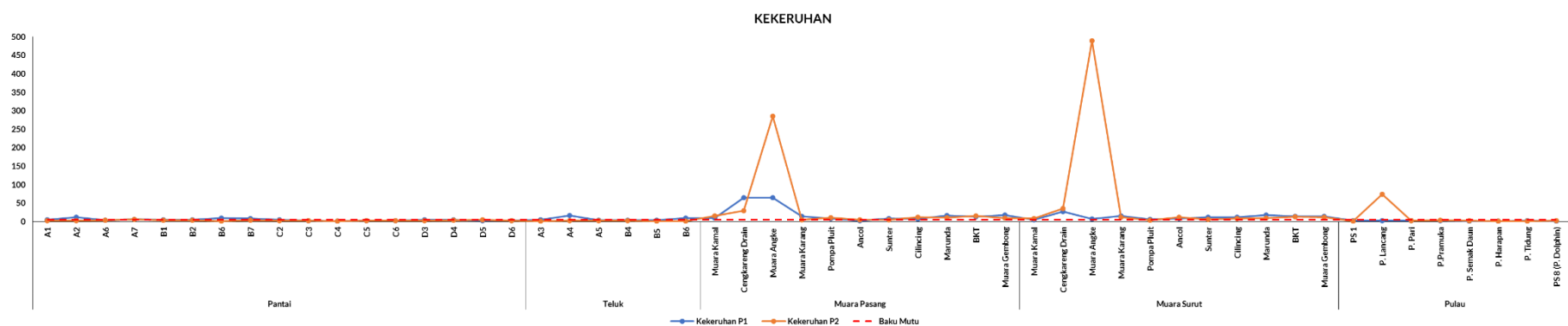
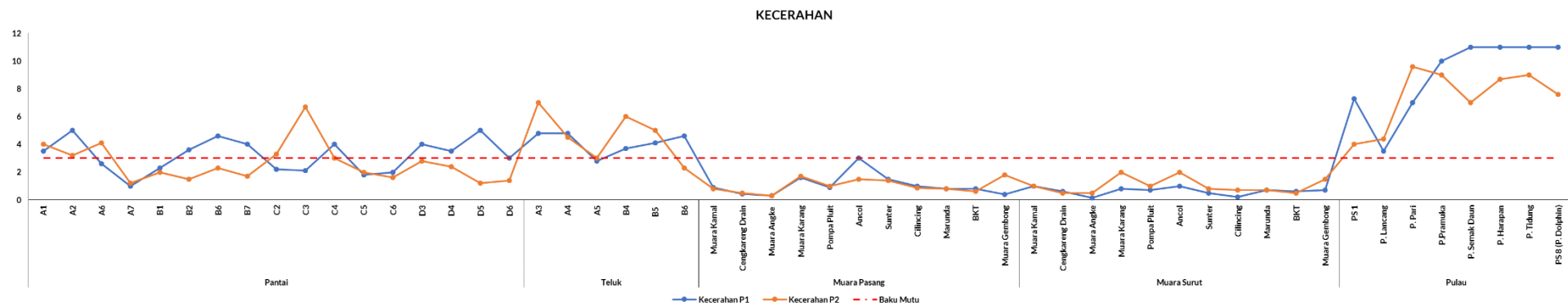
Parameter nikel (Ni) cenderung stabil pada setiap titik pengamatan dan hanya satu titik yang melewati nilai baku mutu. Nilai nikel tertinggi didapatkan di stasiun Pompa Pluit saat surut sebesar 0,010 mg/l pada periode 2. Sedangkan nilai terendah dijumpai pada stasiun Sunter saat pasang dan surut baik pada periode 1 dan 2 sebesar sebesar 0,0008 mg/l.

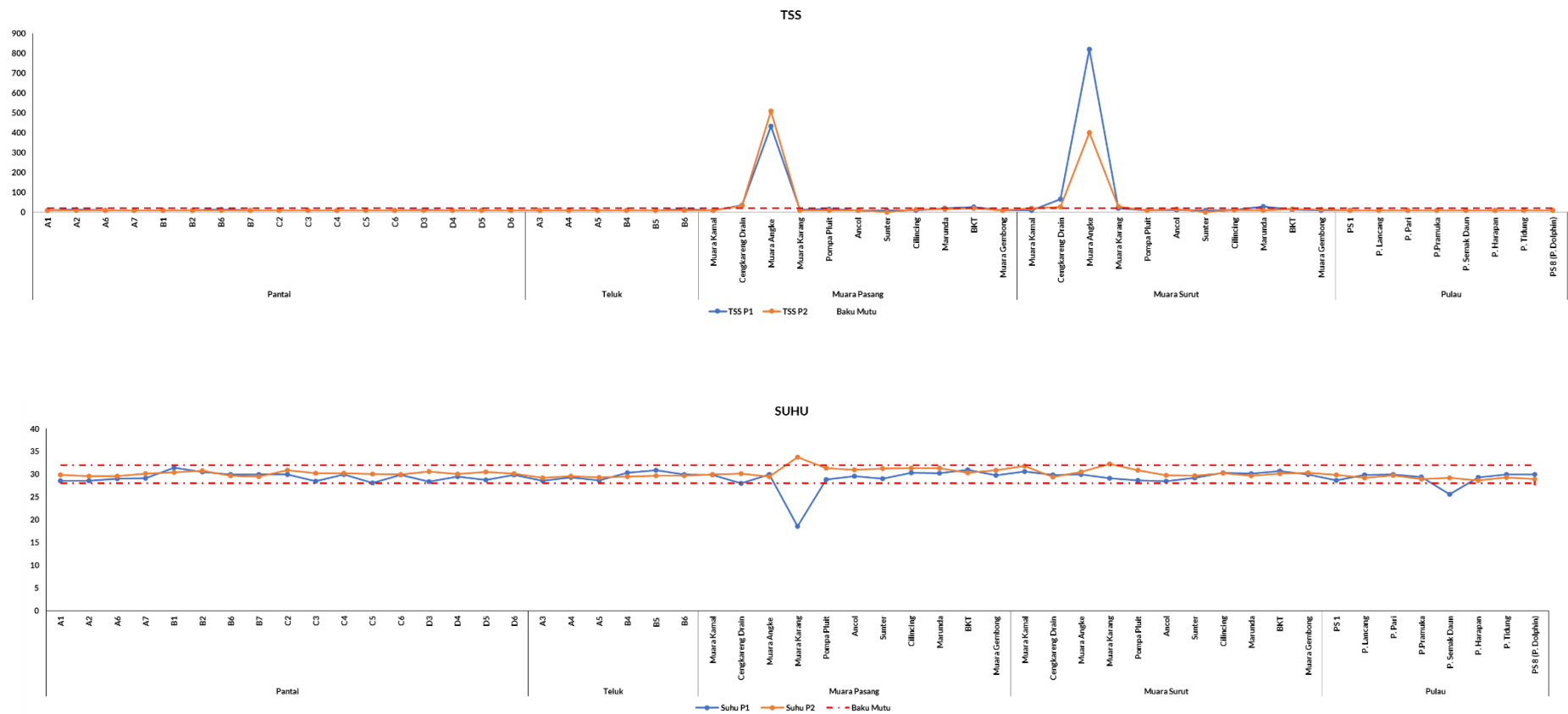
Nilai konsentrasi parameter Khromium Hexavalent (Cr^{6+}) dan Timbal (Pb) berdasarkan hasil analisis cenderung stabil yaitu sebesar 0,001 mg/l di seluruh stasiun pengamatan.

4.1.4. Parameter Biologi

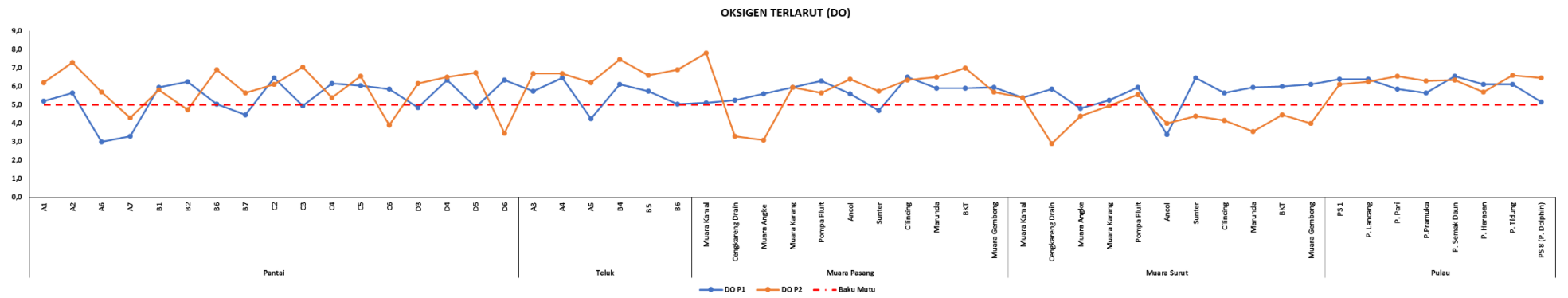
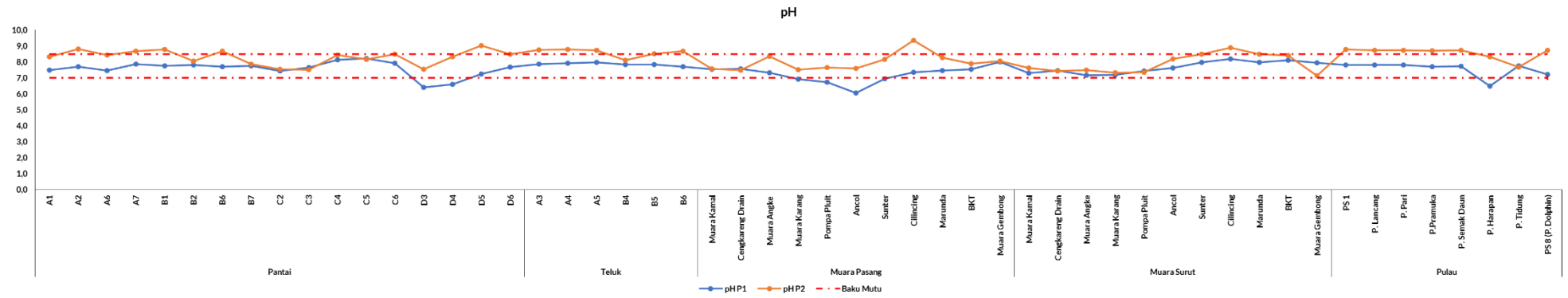
Parameter biologi yang diamati dalam kegiatan ini meliputi (**Gambar 13**): (1) Total Coliform; dan (2) Fecal Coli. Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa pada parameter total coliform cenderung fluktuatif di stasiun pengamatan pantai, teluk dan Kepulauan Seribu. Sedangkan pada zona muara terdapat nilai yang sangat tinggi pada beberapa stasiun yaitu Cengkareng Drain, Muara Angke, BKT dan Marunda sebesar 160.000 MPN/100 ml pada 2 periode pengamatan.

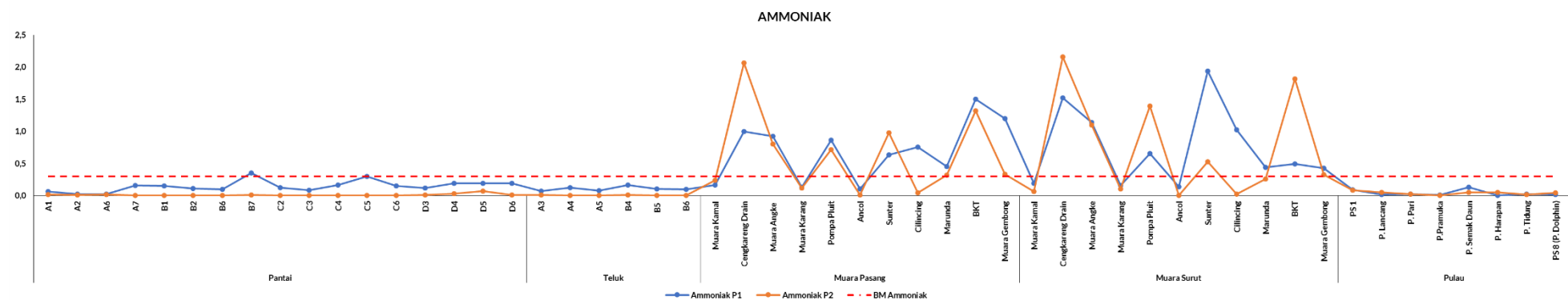
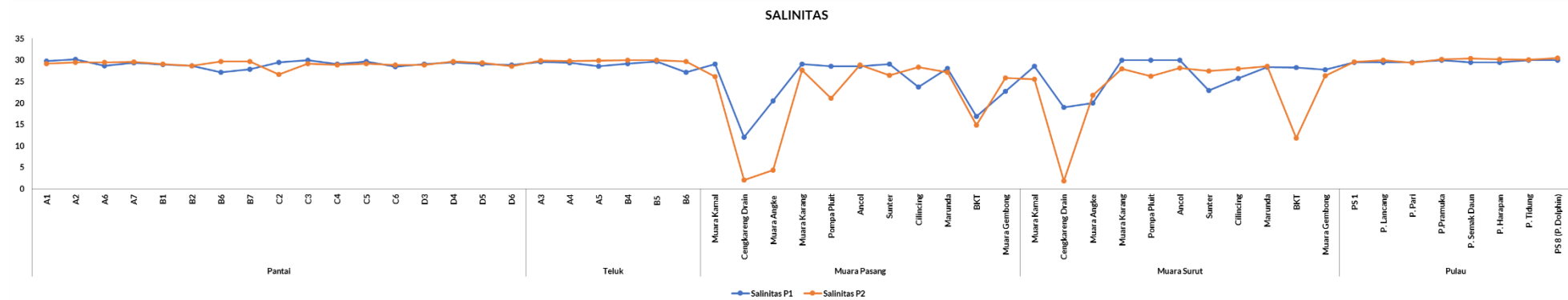
Sedangkan untuk parameter Fecal Coli berdasarkan hasil analisis memiliki kemiripan dengan Total Coliform yaitu pada beberapa stasiun pengamatan sudah melebihi baku mutu. Adapun stasiun dengan nilai tertinggi terdapat di stasiun pengamatan Cengkareng Drain, Muara Angke, BKT dan Marunda sebesar 160.000 MPN/100 ml juga pada 2 periode pengamatan.

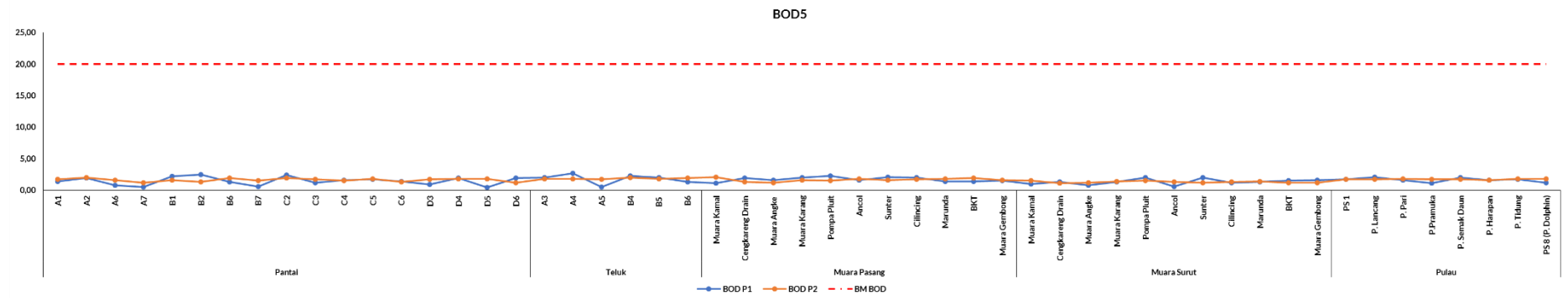
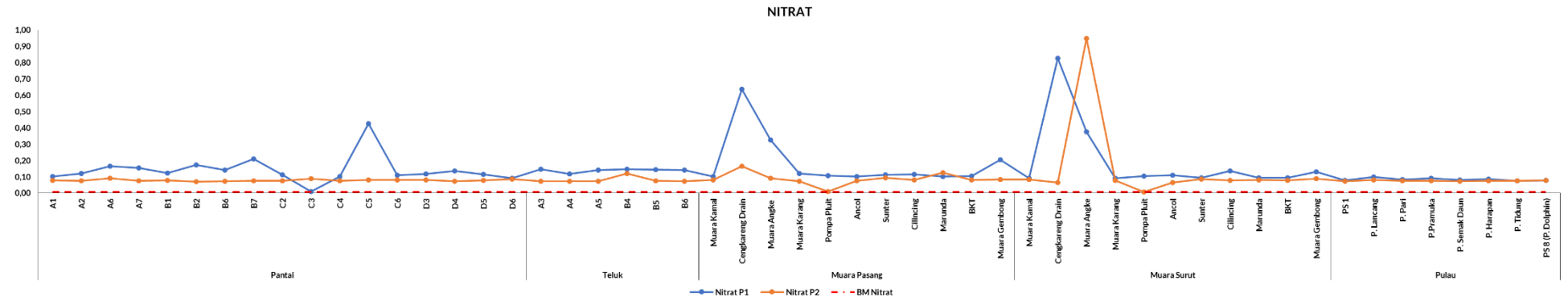


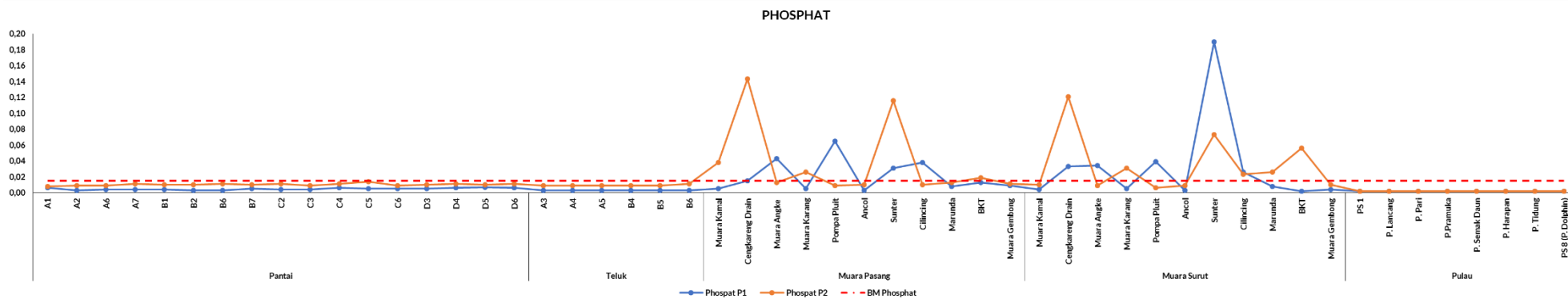


Gambar 10. Grafik Parameter Fisika Kualitas Perairan

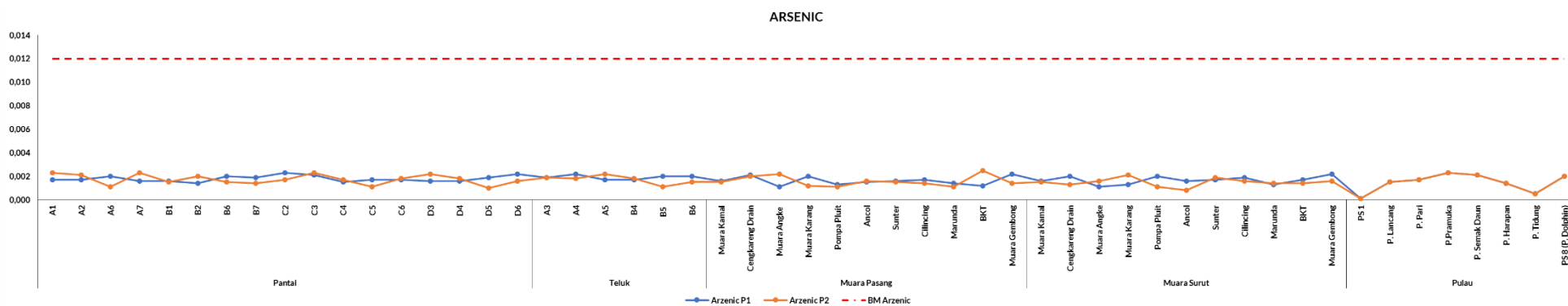


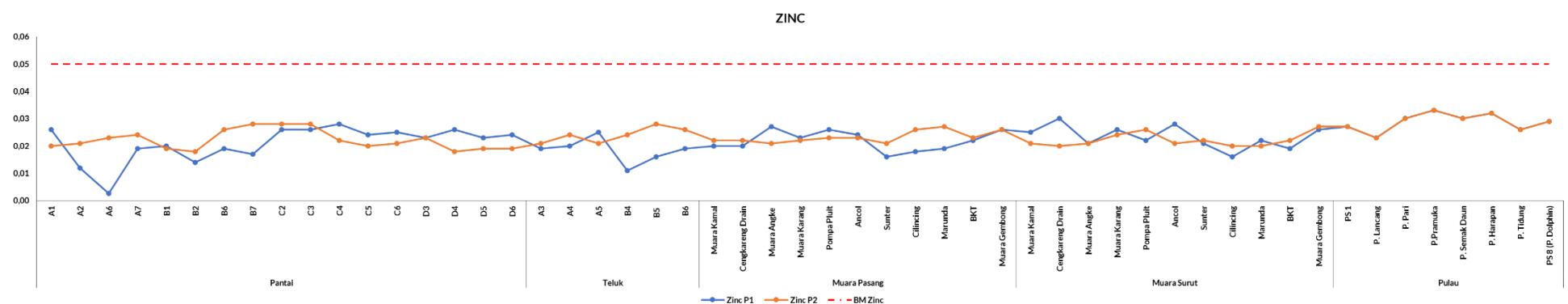
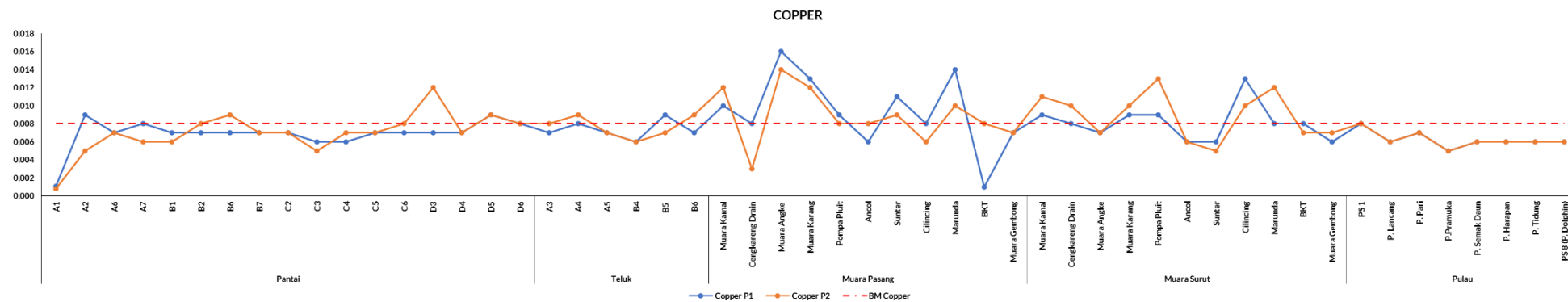


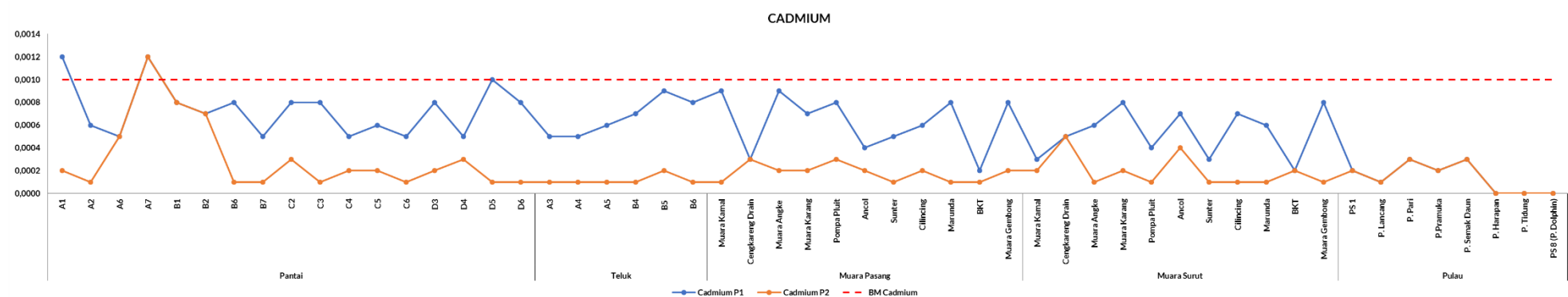
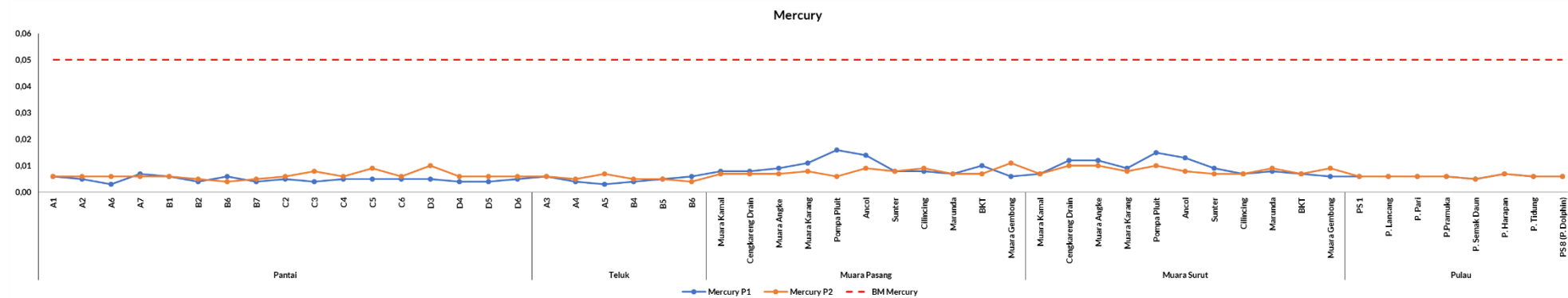


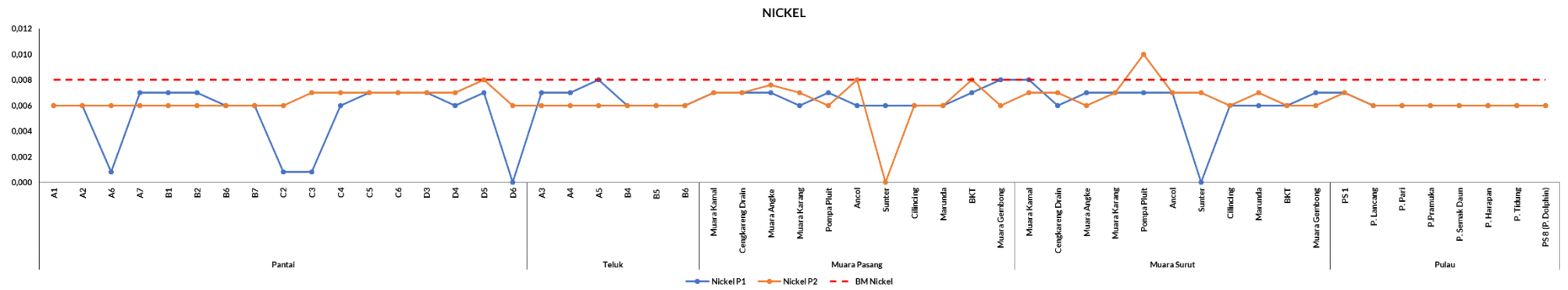


Gambar 11. Grafik Parameter Kimia Kualitas Perairan

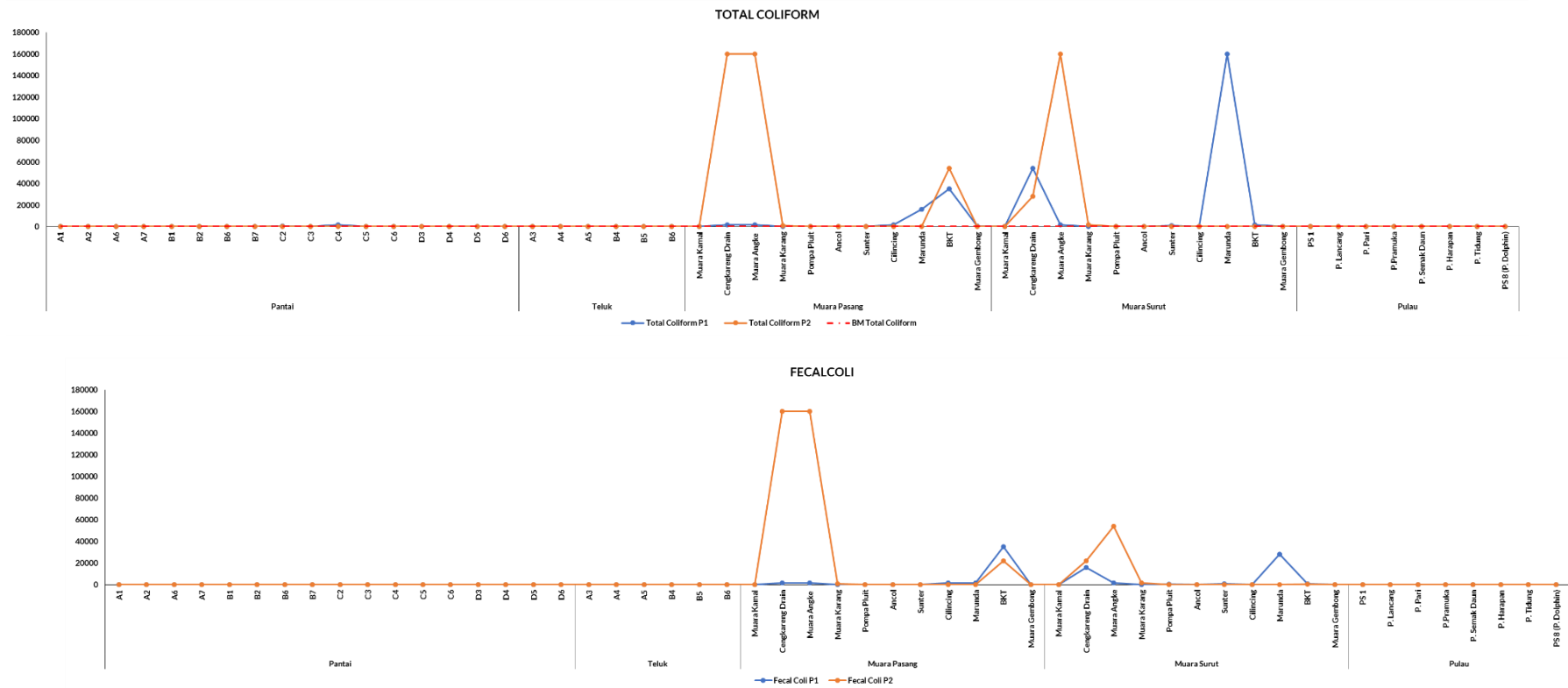








Gambar 12. Grafik Parameter Logam Terlarut Kualitas Perairan



Gambar 13. Grafik Parameter Biologi Kualitas Perairan 2022

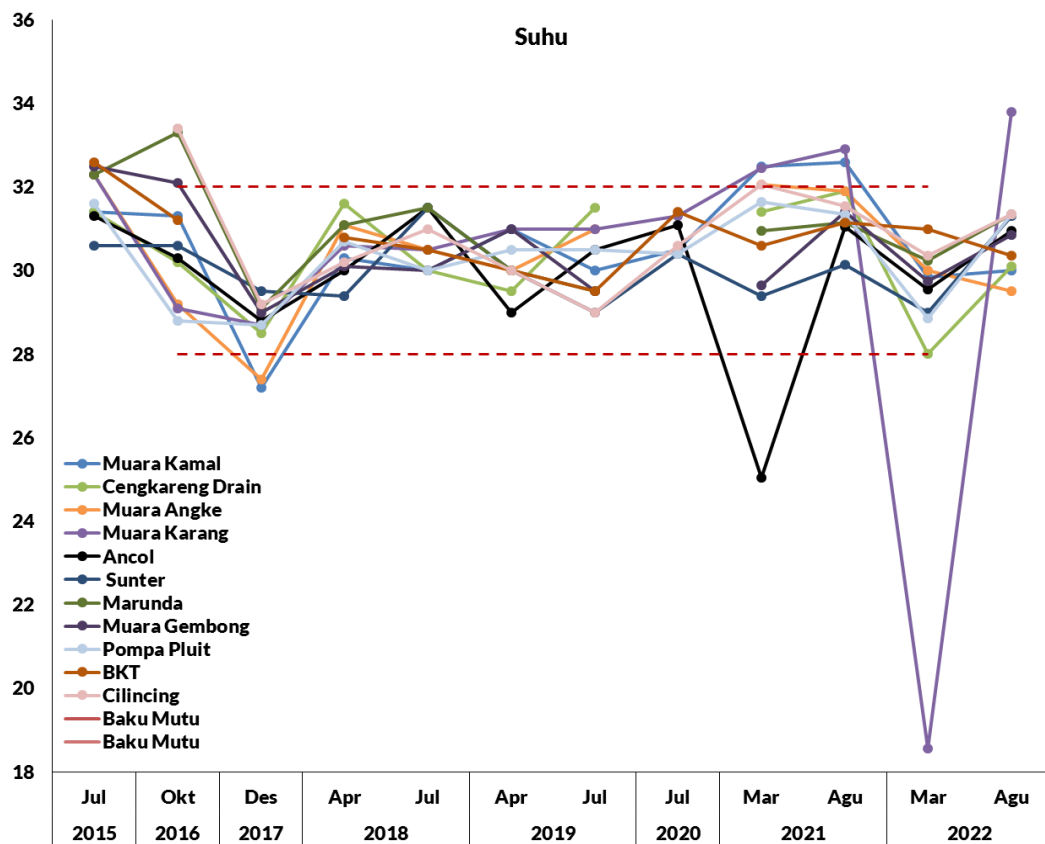
4.2. Pola Distribusi Kualitas Air 2015-2022

Kondisi kualitas air sangat mempengaruhi biota yang hidup di dalamnya yang saling mempengaruhi antar parameter. Penurunan kualitas air laut yang dipengaruhi oleh berbagai faktor dikhawatirkan dapat mengakibatkan penurunan terhadap kualitas dan kuantitas sumberdaya dalam perairan yang dikaji (Hamuna *et al* 2018). Terdapat 10 parameter yang dilihat pergerakannya berdasarkan waktu di setiap stasiun untuk periode waktu dari Tahun 2015 hingga 2022, yaitu Kekeruhan, Zat Padat Tersuspensi (TSS), Suhu, Oksigen Terlarut (DO), pH, BOD, Fosfat, Nitrat, Timbal (Pb) dan Raksa (Hg).

Pemilihan parameter yang dikaji dalam distribusi kualitas air dari Tahun 2015 hingga 2022 didasarkan oleh ketersediaan data yang ada dan juga besaran pengaruh parameter terhadap biota serta pertimbangan ketersediaan data setiap periode waktu. Kekeruhan dan TSS merupakan parameter yang mempengaruhi kondisi kesehatan biota dan kecerahan perairan (Hendrawan *et al* 2016). Suhu, DO dan pH merupakan parameter yang mendukung kehidupan biota. Fosfat dan nitrat merupakan zat hara yang mempengaruhi terhadap keberadaan fitoplankton (Patty 2015). Parameter Pb dan Hg merupakan logam berat yang umum digunakan dalam kegiatan industri ditambah berpotensi berasal dari kegiatan reklamasi (Suryono 2016). Analisis terhadap pola distribusi kualitas perairan laut dan Muara Teluk Jakarta dari tahun 2015 hingga 2022 dilakukan pada 3 zona yaitu: (1) zona muara saat pasang dan surut; (2) zona perairan pantai; (3) dan zona perairan teluk.

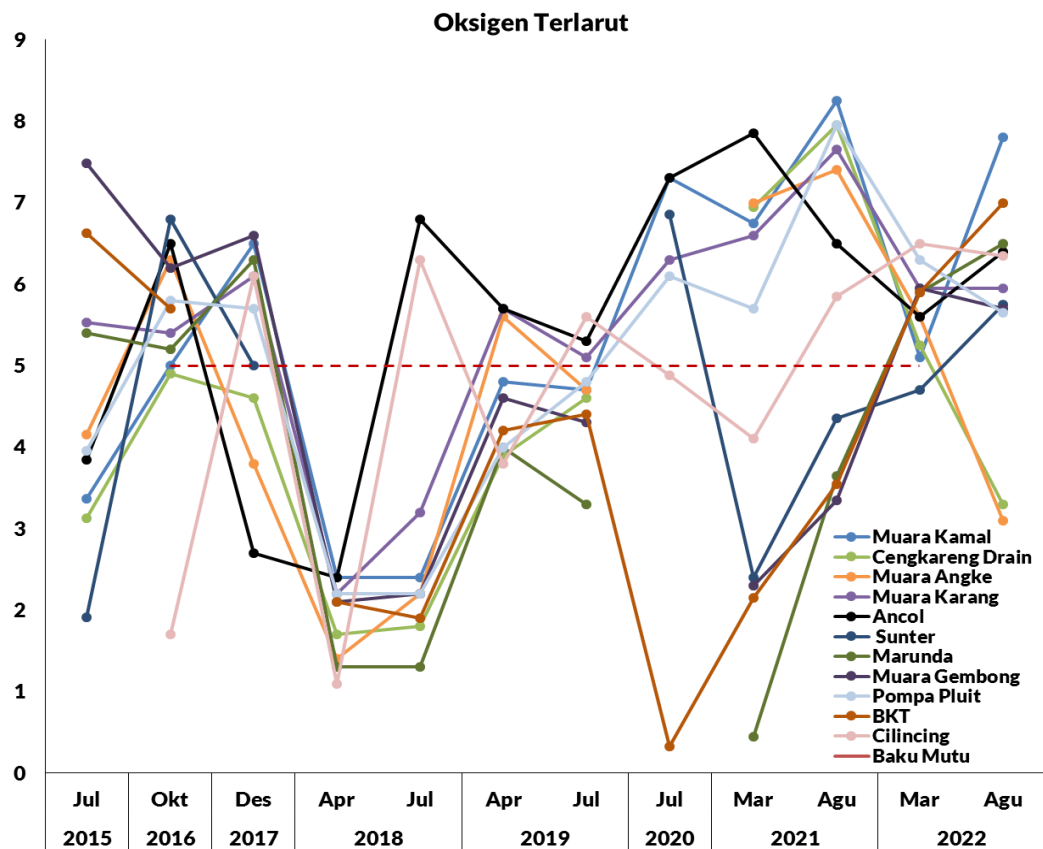
4.2.1. Pola Distribusi Kualitas Air Zona Muara

4.2.1.1. Pola Distribusi Kualitas Air Zona Muara Pasang



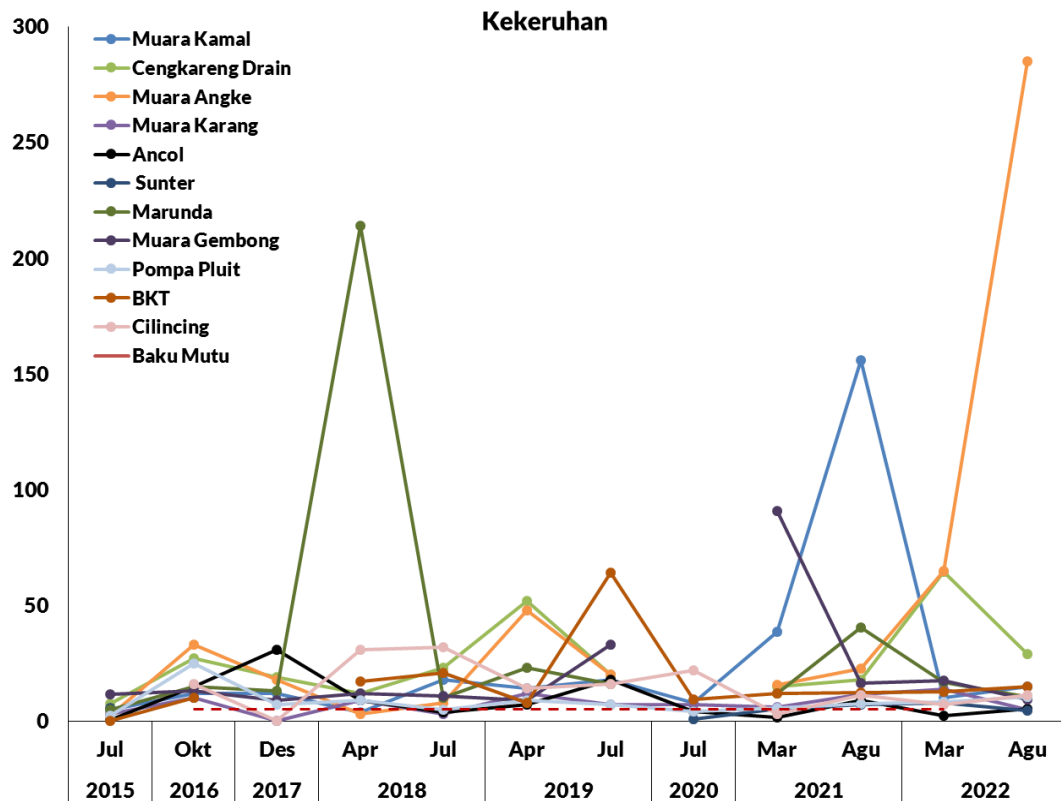
Gambar 14. Pola Distribusi Suhu Zona Muara Pasang

Mengacu pada **Gambar 14**, diketahui bahwa nilai parameter suhu menunjukkan hasil yang cenderung stabil pada setiap stasiun pengamatan di zona muara saat pasang. Nilai suhu terendah dalam periode tahun 2015 hingga 2022 saat pasang ditemukan pada stasiun Muara Karang pada bulan Maret tahun 2022 dengan nilai sebesar 18,57 °C dan untuk nilai tertinggi juga ditemukan pada stasiun Muara Karang pada bulan Agustus (periode 2) tahun 2022 dengan nilai sebesar 33,8 °C.



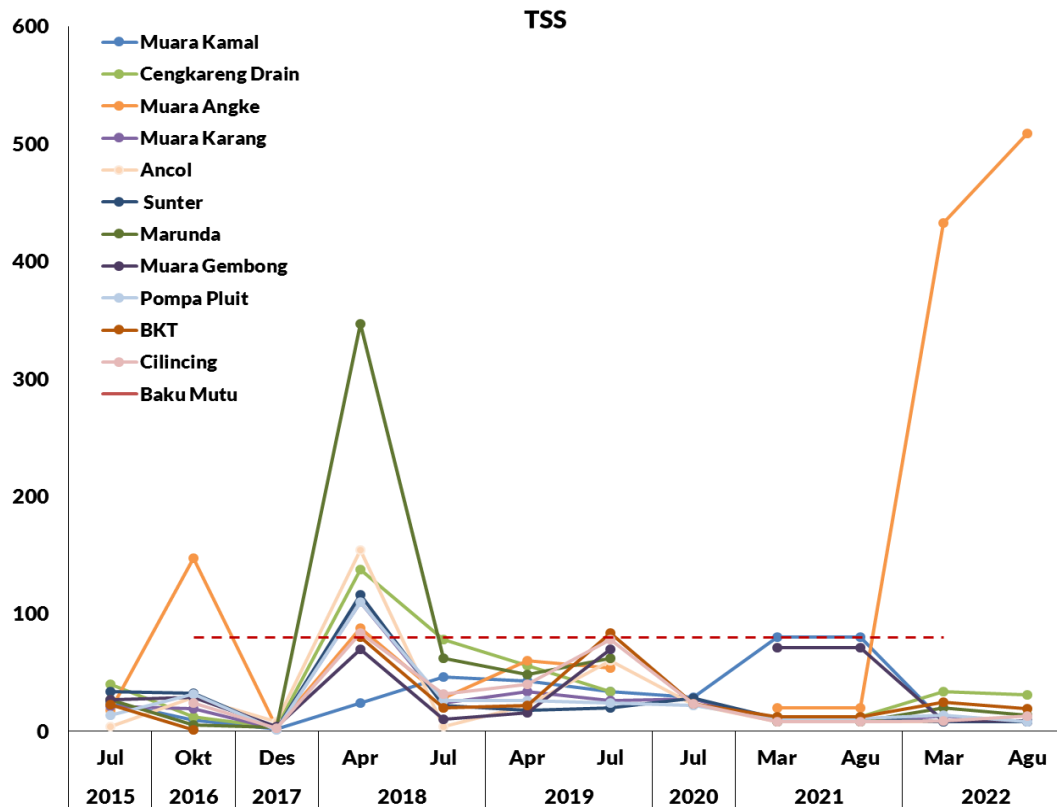
Gambar 15. Pola Distribusi Oksigen Terlarut Zona Muara Pasang

Gambar 15 menunjukkan pola distribusi kualitas air untuk parameter oksigen terlarut pada zona muara saat pasang dari tahun 2015 hingga 2022. Nilai parameter oksigen terlarut menunjukkan hasil yang cenderung fluktuatif pada setiap stasiun pengamatan di zona muara. Nilai oksigen terlarut sebesar 0,33 mg/L yang paling rendah ditemukan pada stasiun Muara BKT pada bulan Juli tahun 2020. Sedangkan nilai tertinggi sebesar 8,25 mg/L ditemukan pada stasiun Muara Kamal pada bulan Agustus tahun 2021.



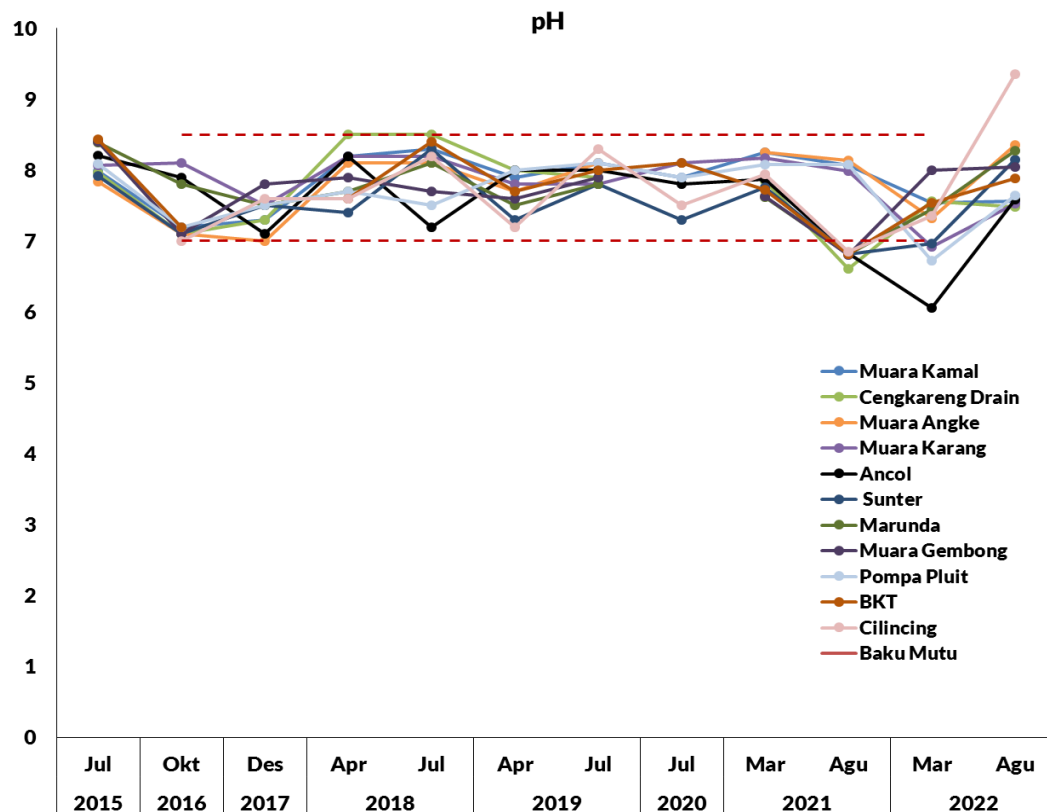
Gambar 16. Pola Distribusi Kekeruhan Zona Muara Pasang

Berdasarkan pada **Gambar 16**, dapat terlihat pola distribusi kualitas air untuk parameter kekeruhan pada zona muara saat pasang dari tahun 2015 hingga 2021. Hasil analisis menunjukkan nilai yang cenderung berfluktuatif pada setiap stasiun pengamatan. Nilai kekeruhan terendah ditemukan di stasiun Muara Pompa Pluit pada bulan Juli tahun 2015 sebesar 2,4 NTU. Adapun nilai tertinggi ditemukan pada stasiun Muara Angke pada bulan Agustus (periode 2) 2022 sebesar 285 NTU.



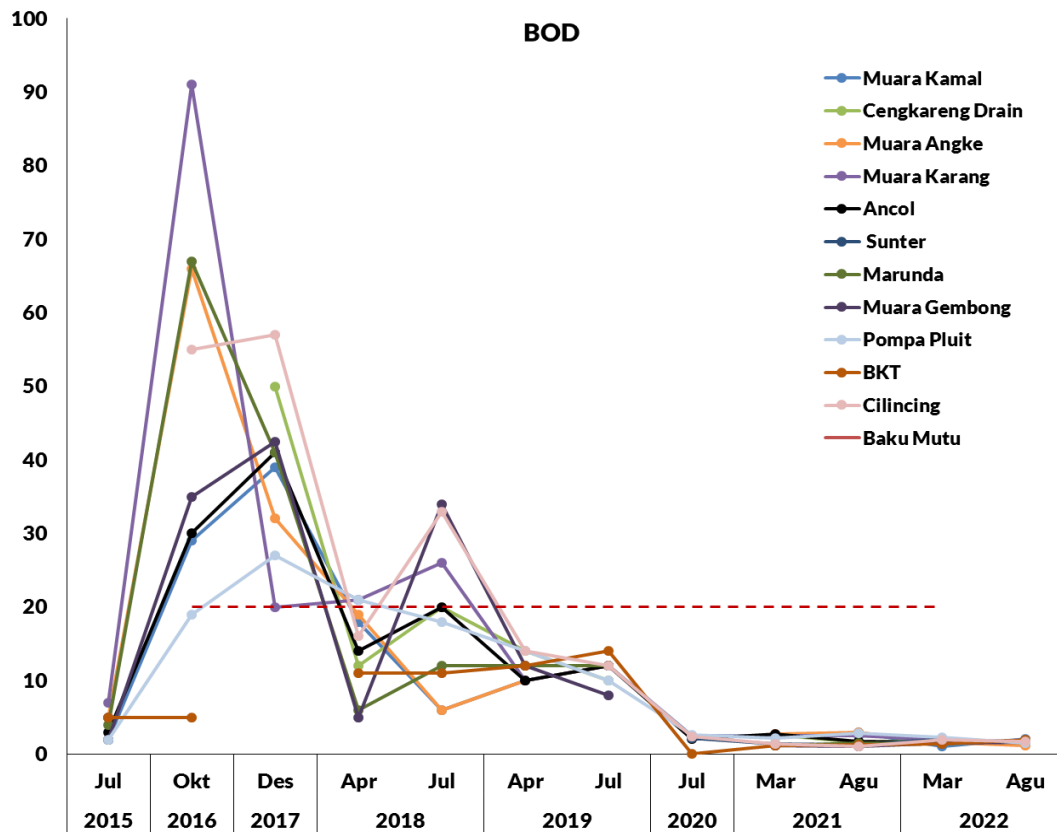
Gambar 17. Pola Distribusi TSS Zona Muara Pasang

Mengacu pada **Gambar 17** diketahui bahwa nilai parameter TSS menunjukkan hasil yang cenderung fluktuatif dan relatif stabil dalam batas wajar baku mutu pada tahun 2019 hingga 2021. Nilai TSS terendah ditemukan pada stasiun Muara Ancol di bulan Juli tahun 2015 sebesar 1,3 mg/L. Sedangkan nilai tertinggi ditemukan pada stasiun Muara Angke di bulan Maret tahun 2022 sebesar 509 mg/L.



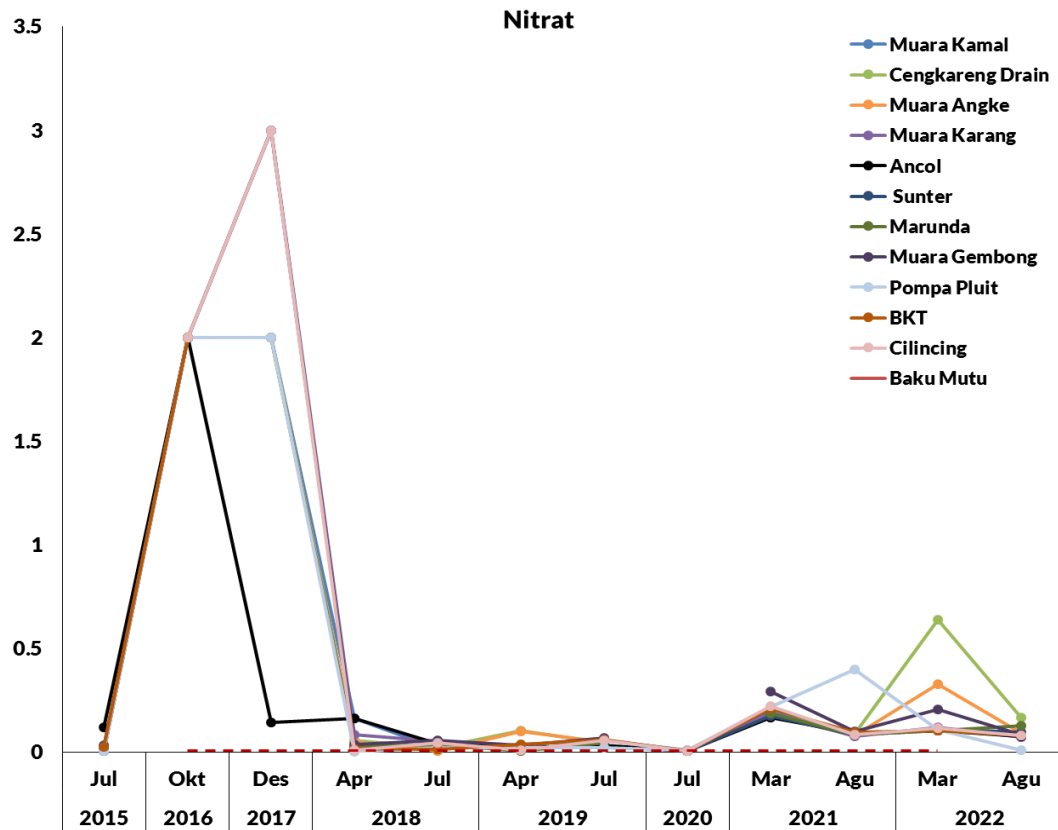
Gambar 18. Pola Distribusi pH Zona Muara Pasang

Gambar 18 menunjukkan pola distribusi parameter pH pada zona muara saat pasang dari tahun 2015 hingga 2021. Nilai parameter pH menunjukkan hasil yang relatif stabil dalam batas wajar baku mutu. Adapun nilai terendah ditemukan pada stasiun Muara Ancol di bulan Agustus tahun 2022 sebesar 6,06 dan untuk nilai tertinggi sebesar 9,35 ditemukan pada stasiun Cilincing pada bulan Maret (Periode 1) Tahun 2022.



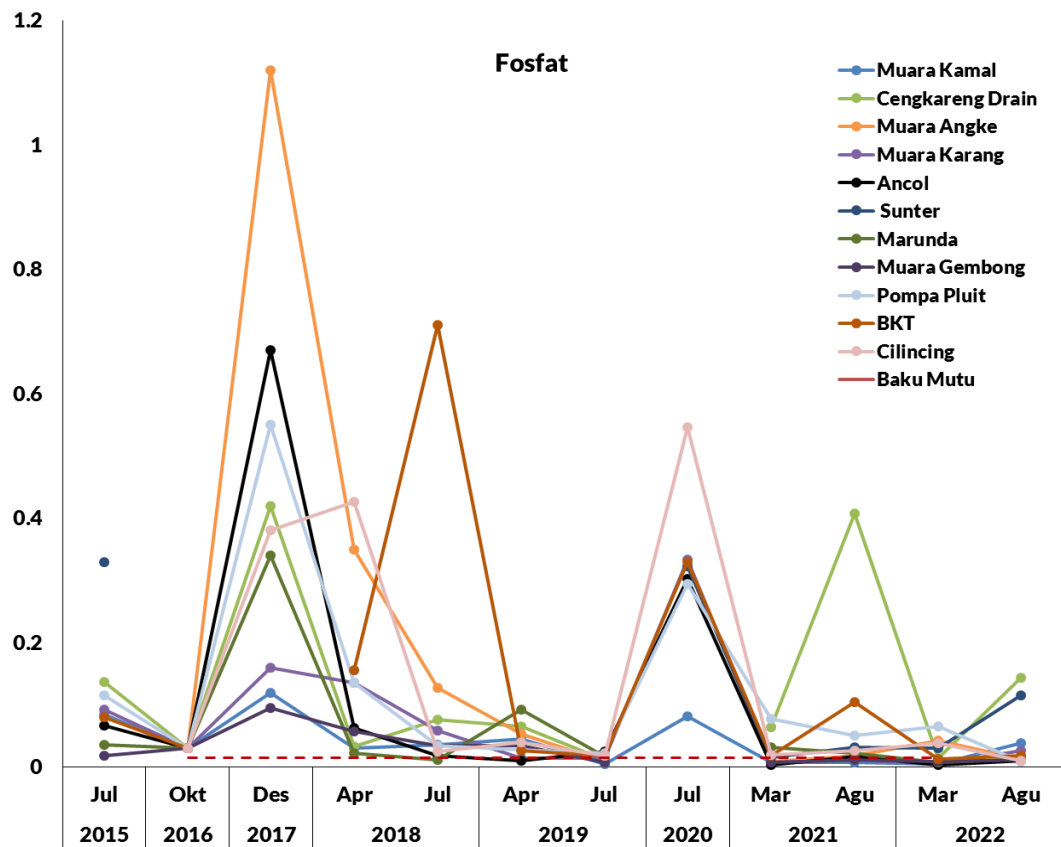
Gambar 19. Pola Distribusi BOD Zona Muara Pasang

Mengacu pada **Gambar 19**, diketahui bahwa parameter BOD cenderung fluktuatif pada setiap stasiun pengamatan di zona muara dan mengalami penurunan yang signifikan pada tahun 2019 hingga 2022. Nilai BOD terendah dalam rentang periode Tahun 2015 hingga 2022 didapatkan pada stasiun Muara BKT di bulan Maret tahun 2022 sebesar 1,1 mg/L. Adapun nilai tertinggi ditemukan pada stasiun Muara Karang di bulan Oktober tahun 2016 sebesar 91 mg/L.



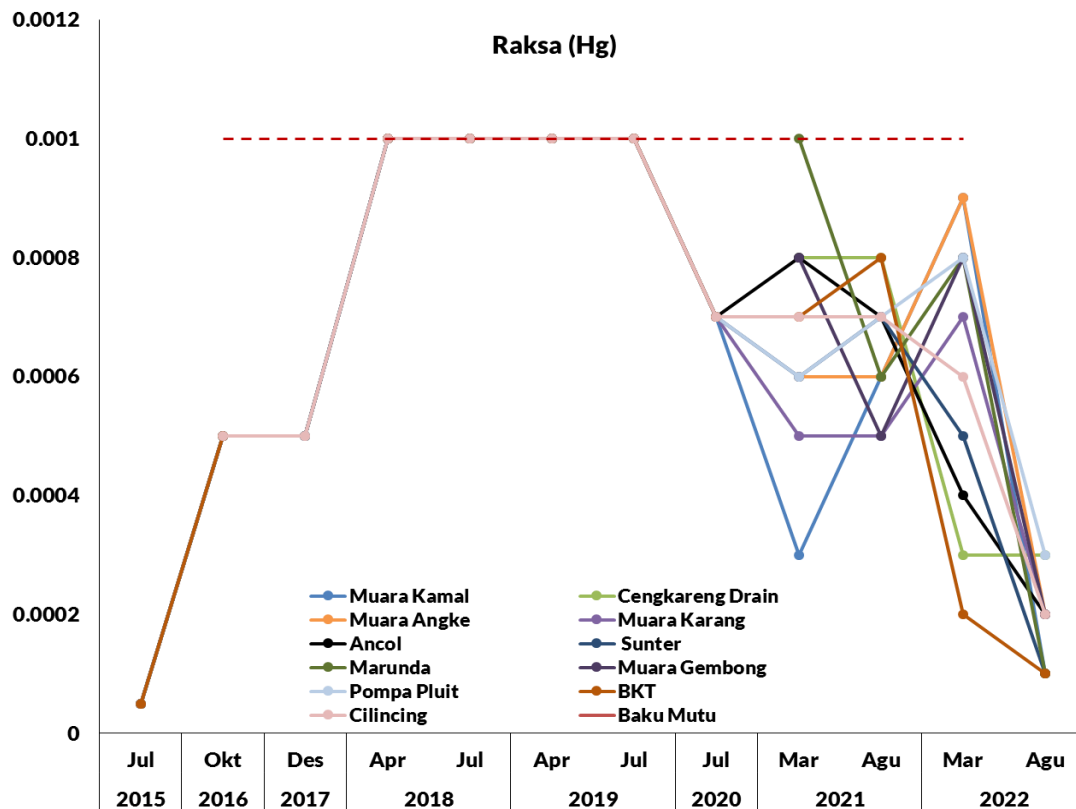
Gambar 20. Pola Distribusi Nitrat Zona Muara Pasang

Berdasarkan **Gambar 20** diketahui bahwa nilai nitrat cenderung fluktuatif dan relatif menurun pada tahun 2018 hingga 2020. Nilai nitrat paling rendah ditemukan pada beberapa stasiun muara pada periode tahun 2018 hingga 2020 sebesar 0,003 mg/L. Adapun nilai tertinggi ditemukan pada stasiun Muara Cilincing di bulan Desember Tahun 2017 sebesar 3 mg/L.



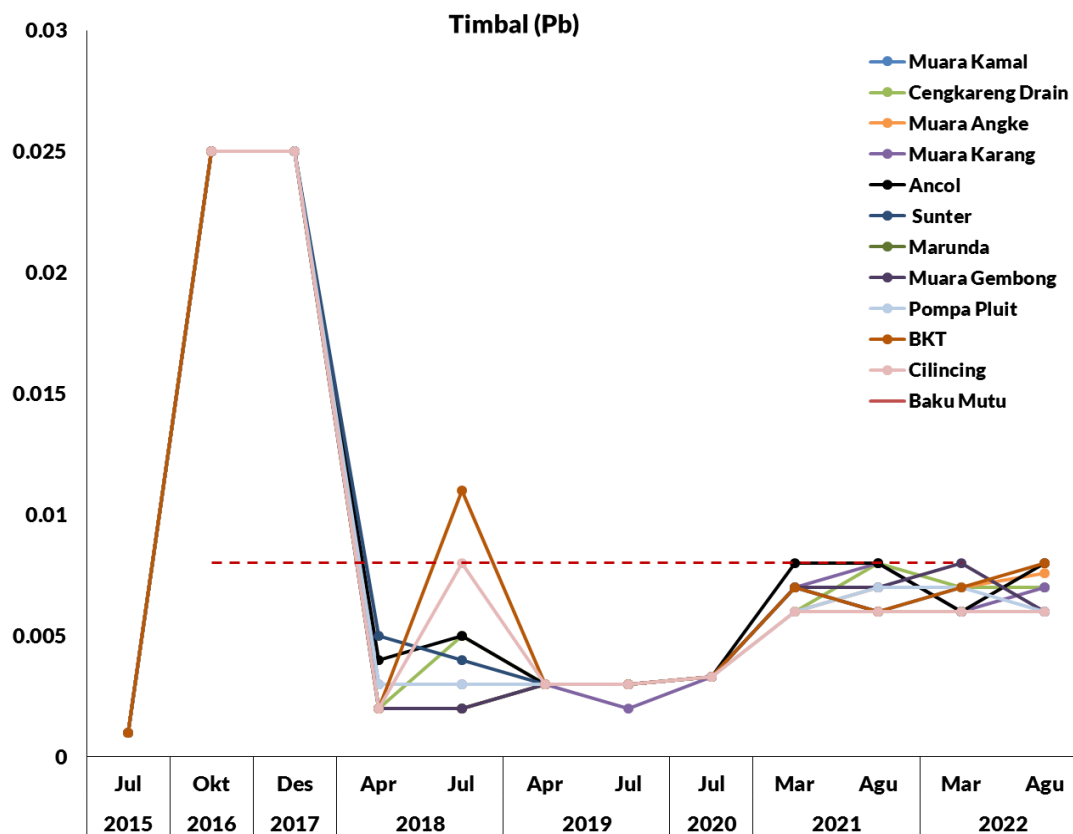
Gambar 21. Pola Distribusi Fosfat Zona Muara Pasang

Gambar 21 menunjukkan pola distribusi kualitas air untuk parameter fosfat dari tahun 2015 hingga 2021. Nilai parameter fosfat cenderung berfluktuatif pada setiap stasiun pengamatan di zona muara. Adapun stasiun dengan nilai fosfat terendah adalah Ancol pada bulan Oktober Tahun 2016 sebesar 0,093 mg/L. Sementara stasiun dengan nilai tertinggi juga ditemukan di Ancol pada bulan Desember tahun 2017 sebesar 1,12 mg/L.



Gambar 22. Pola Distribusi Raksa Zona Muara Pasang

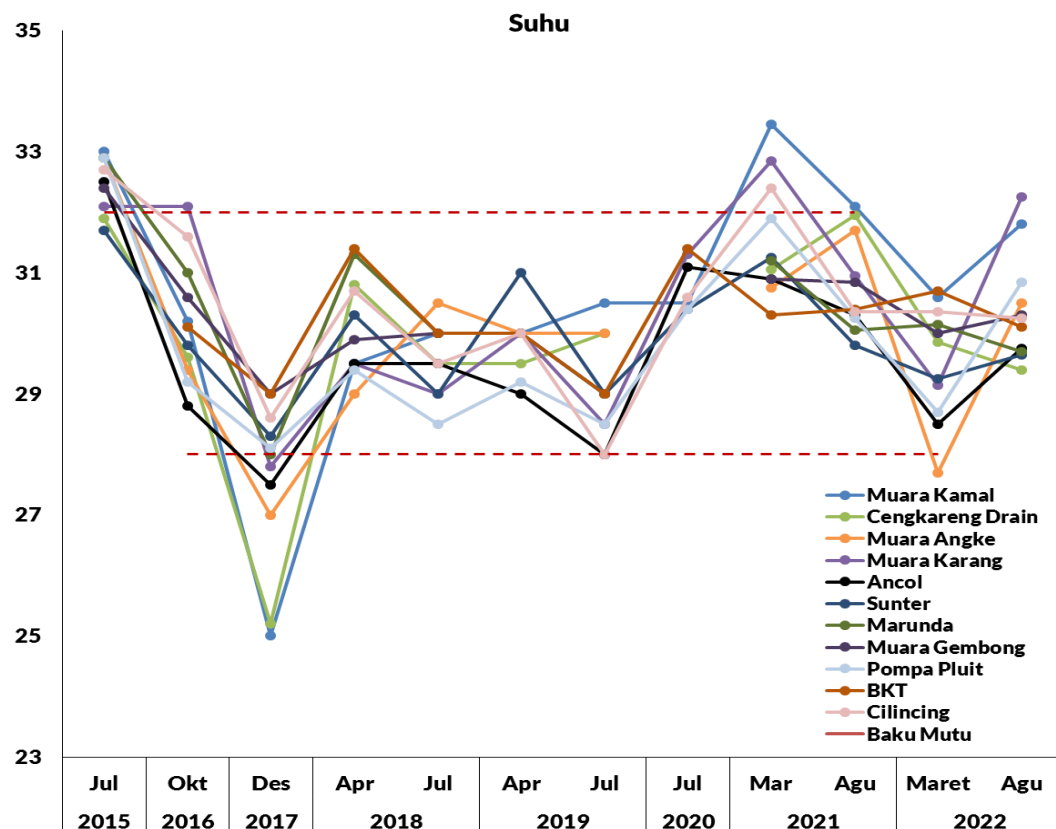
Mengacu pada **Gambar 22**, diketahui bahwa parameter raksa tahun 2015-2022 menunjukkan hasil yang cenderung fluktuatif pada setiap stasiun pengamatan. Namun nilai yang ada masih dalam batas baku mutu yang wajar. Nilai raksa terendah ditemukan di stasiun Muara BKT pada bulan Juli tahun 2015 sebesar 0,0001 mg/L. Sedangkan nilai tertinggi ditemukan pada beberapa stasiun muara dalam rentang periode 2018 hingga 2019 sebesar 0,001 mg/L.



Gambar 23. Pola Distribusi Timbal Zona Muara Pasang

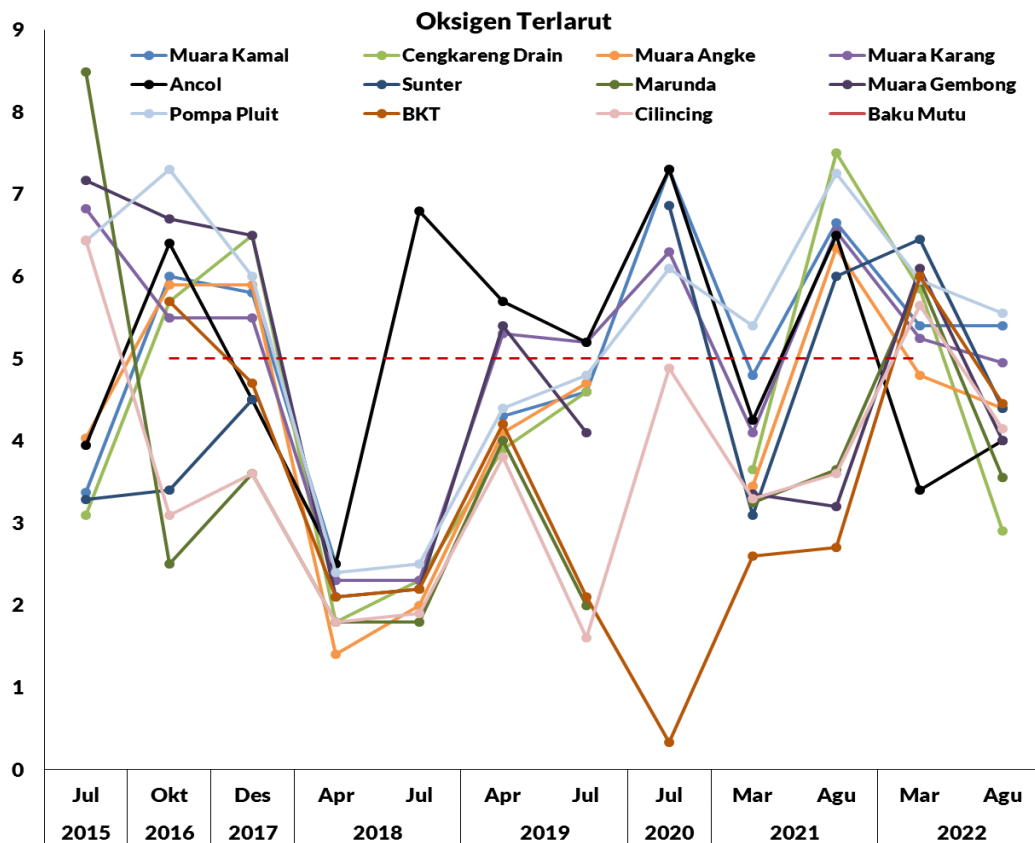
Gambar 23 menunjukkan pola distribusi kualitas air untuk parameter timbal pada zona muara saat pasang dari tahun 2015 hingga 2022. Berdasarkan gambar tersebut diketahui bahwa parameter timbal memiliki nilai yang cenderung berfluktuatif dan mengalami peningkatan pada tahun 2016-2017. Nilai timbal terendah ditemukan di stasiun Muara BKT pada bulan Juli tahun 2015 sebesar 0,001 mg/L. Sedangkan nilai tertinggi didapatkan pada stasiun Cilincing di bulan Oktober tahun 2016 dan Desember tahun 2017 sebesar 0,025 mg/L.

4.3.1.1. Pola Distribusi Kualitas Air Zona Muara Surut



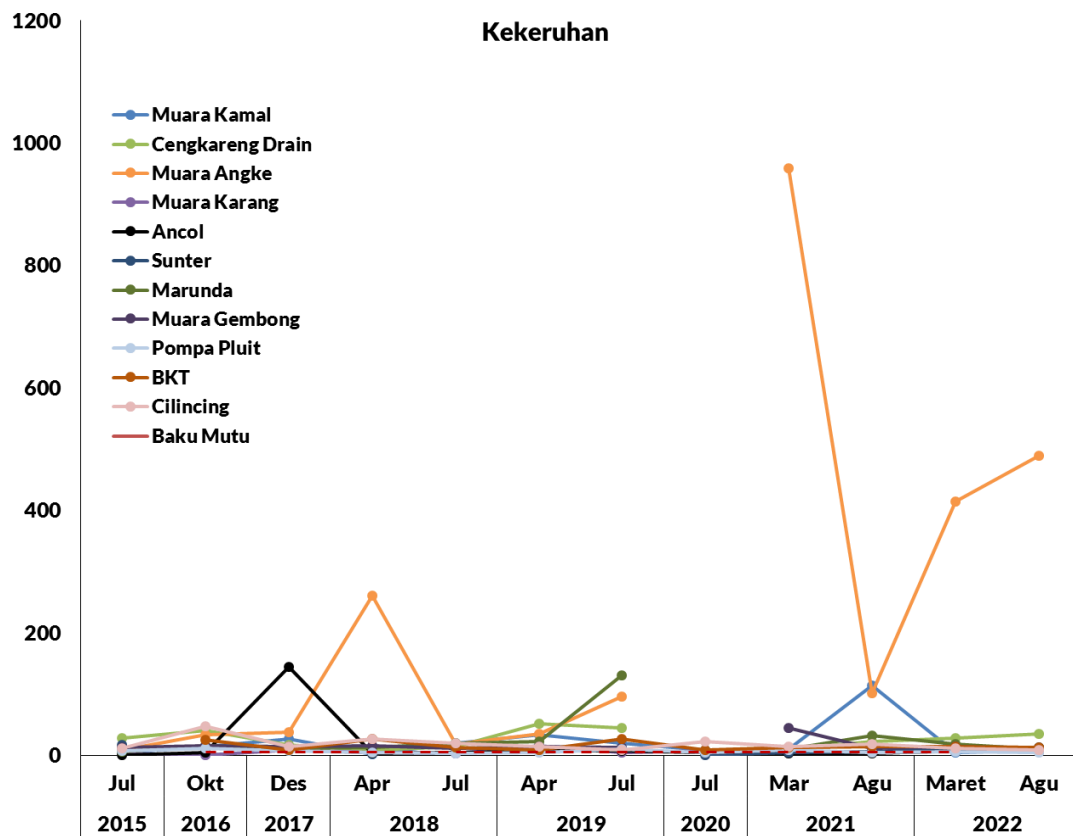
Gambar 24. Pola Distribusi Suhu Zona Muara Surut

Mengacu pada **Gambar 24** diketahui bahwa nilai parameter suhu cenderung fluktuatif pada setiap stasiun pengamatan di zona muara saat surut. Nilai suhu terendah dalam periode tahun 2015 hingga 2022 didapatkan pada stasiun Muara Kamal di bulan Desember tahun 2017 sebesar 25 °C. Sedangkan nilai tertinggi didapatkan pada stasiun Muara Kamal di bulan Maret tahun 2021 sebesar 33,45 °C.



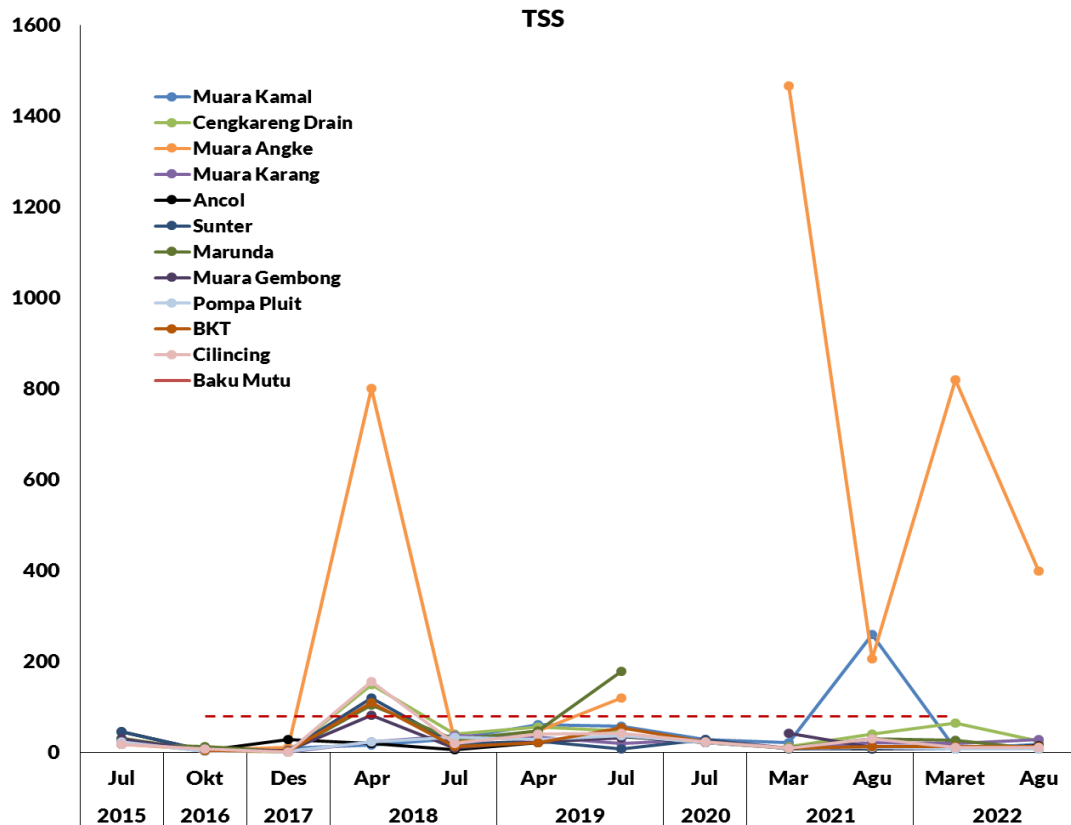
Gambar 25. Pola Distribusi Oksigen Terlarut Zona Muara Surut

Gambar 25 menunjukkan pola distribusi kualitas air untuk parameter oksigen terlarut pada zona muara saat kondisi surut dari Tahun 2015 hingga 2022. Berdasarkan gambar tersebut diketahui bahwa nilai parameter oksigen terlarut cenderung fluktuatif pada setiap stasiun pengamatan. Nilai oksigen terlarut terendah ditemukan pada bulan Agustus (Periode 2) distasiun Cengkareng Drain sebesar 2,9 mg/L. Sedangkan nilai tertinggi didapatkan pada stasiun Marunda di bulan Juli tahun 2015 sebesar 8,49 mg/L.



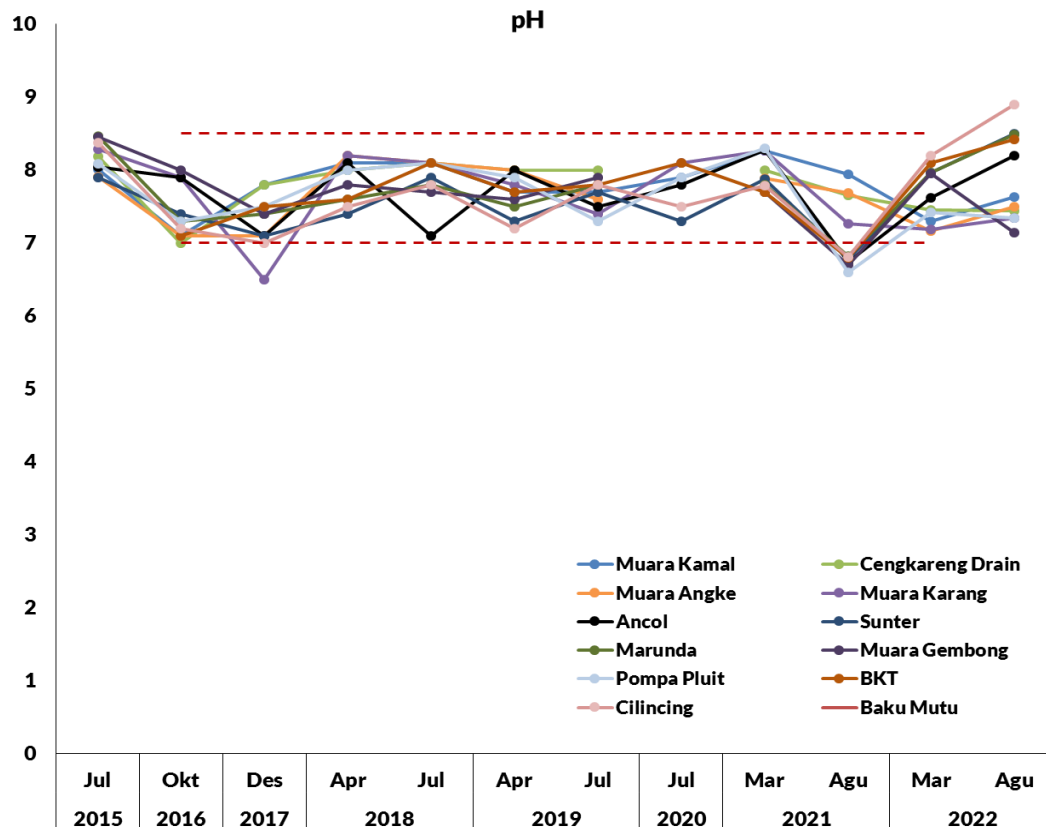
Gambar 26. Pola Distribusi Kekeruhan Zona Muara Surut

Berdasarkan **Gambar 26**, diketahui bahwa nilai parameter kekeruhan menunjukkan hasil yang cenderung fluktuatif pada setiap stasiun dari tahun 2015-2022. Nilai kekeruhan yang paling rendah ditemukan pada stasiun Ancol di bulan Juli Tahun 2015 sebesar 0,5 NTU. Sementara nilai tertinggi ditemukan pada stasiun Muara Angke di bulan Maret tahun 2021 sebesar 959 NTU.



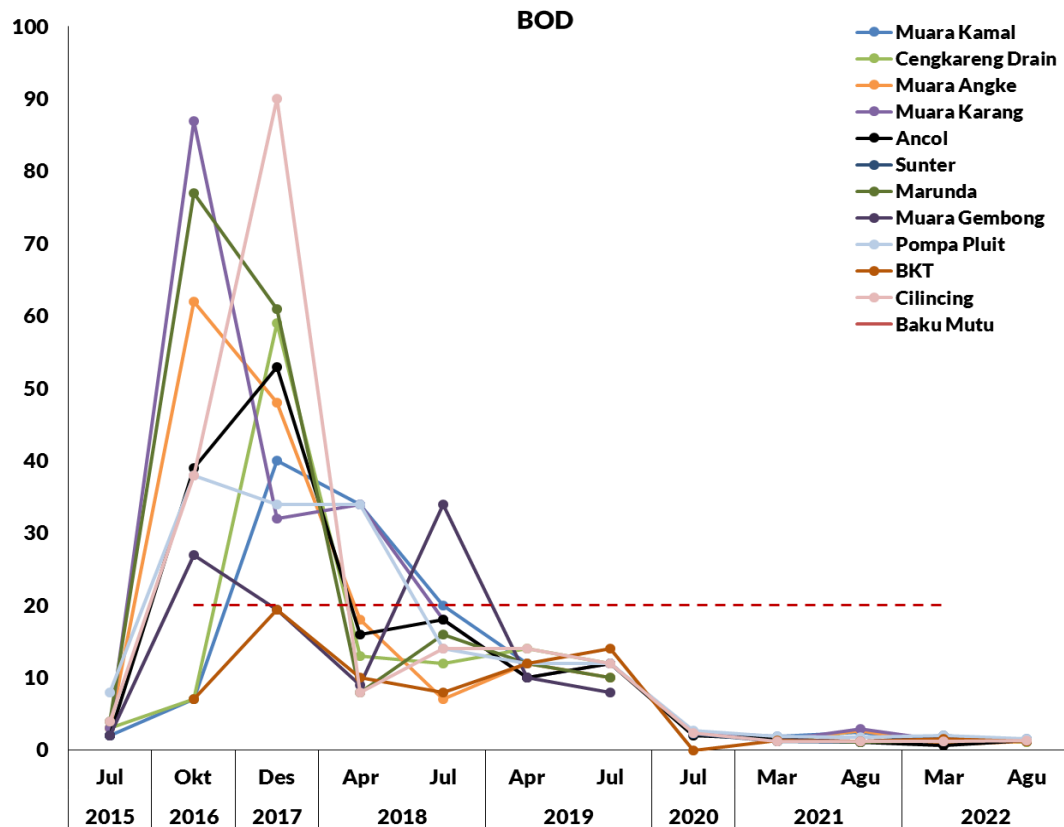
Gambar 27. Pola Distribusi TSS Zona Muara Surut

Gambar 27 menunjukkan nilai parameter TSS pada setiap stasiun pengamatan dari tahun 2015-2022. Nilai TSS terendah ditemukan pada stasiun Marunda di bulan Desember tahun 2017 sebesar 2,6 mg/L. Sedangkan nilai tertinggi didapatkan pada stasiun Muara Angke di bulan Maret tahun 2021 sebesar 1.466 mg/L.



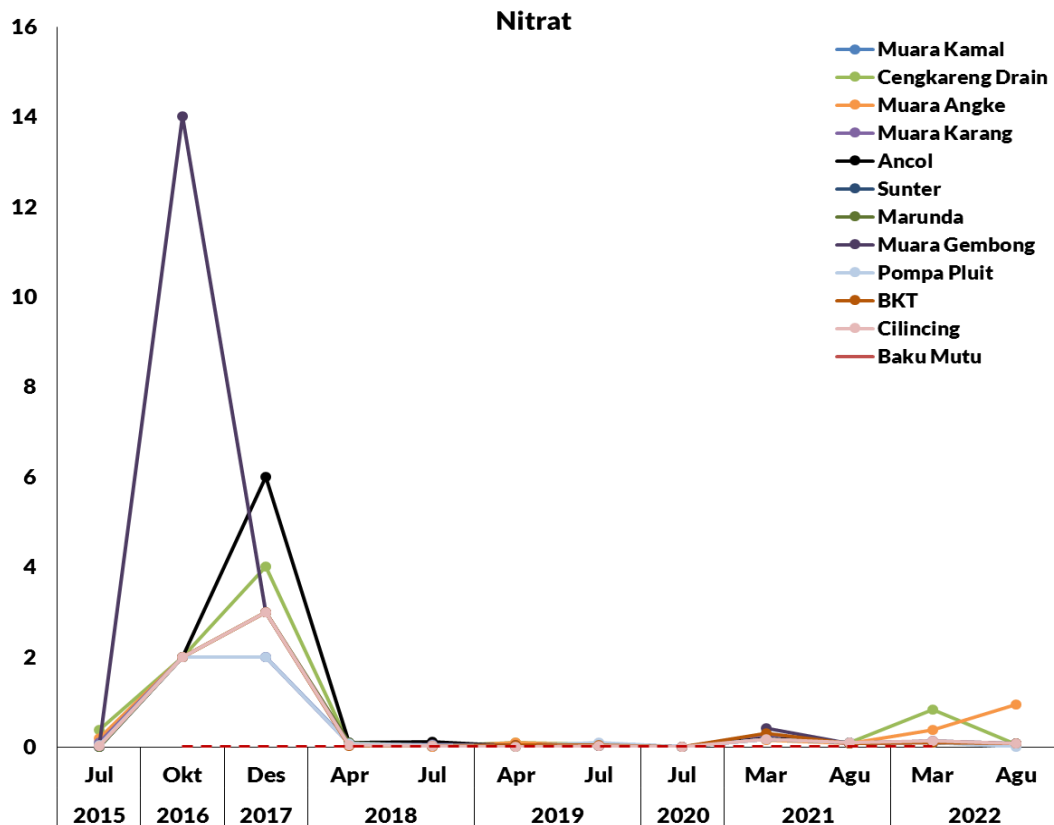
Gambar 28. Pola Distribusi pH Zona Muara Surut

Mengacu pada **Gambar 28**, diketahui bahwa nilai parameter pH menunjukkan hasil yang relatif stabil dalam batas wajar baku mutu pada setiap stasiun pengamatan di zona muara dari tahun 2015-2022. Nilai pH terendah ditemukan pada stasiun Muara Karang di bulan Maret Tahun 2022 sebesar 3,58. Sedangkan nilai tertinggi didapatkan pada stasiun Muara Gembong di bulan Juli Tahun 2015 sebesar 8,45.



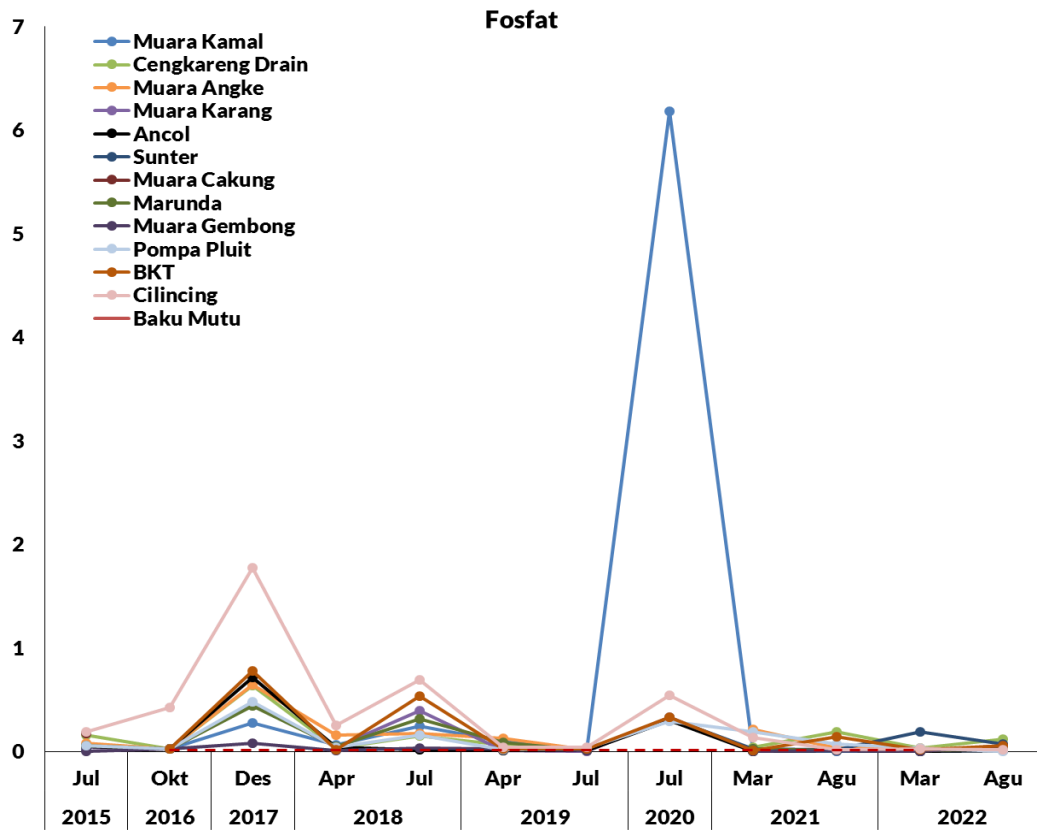
Gambar 29. Pola Distribusi BOD Zona Muara Surut

Gambar 29 menunjukkan pola distribusi kualitas air untuk parameter BOD pada zona muara saat surut dari tahun 2015 hingga 2022. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai parameter BOD cenderung fluktuatif, namun mengalami penurunan yang signifikan pada tahun 2018 hingga 2022. Nilai BOD terendah ditemukan pada stasiun BKT di bulan Juli Tahun 2020 sebesar 0,5 mg/L. Adapun nilai tertinggi didapatkan pada stasiun Cilincing di bulan Oktober Tahun 2016 sebesar 38 mg/L.

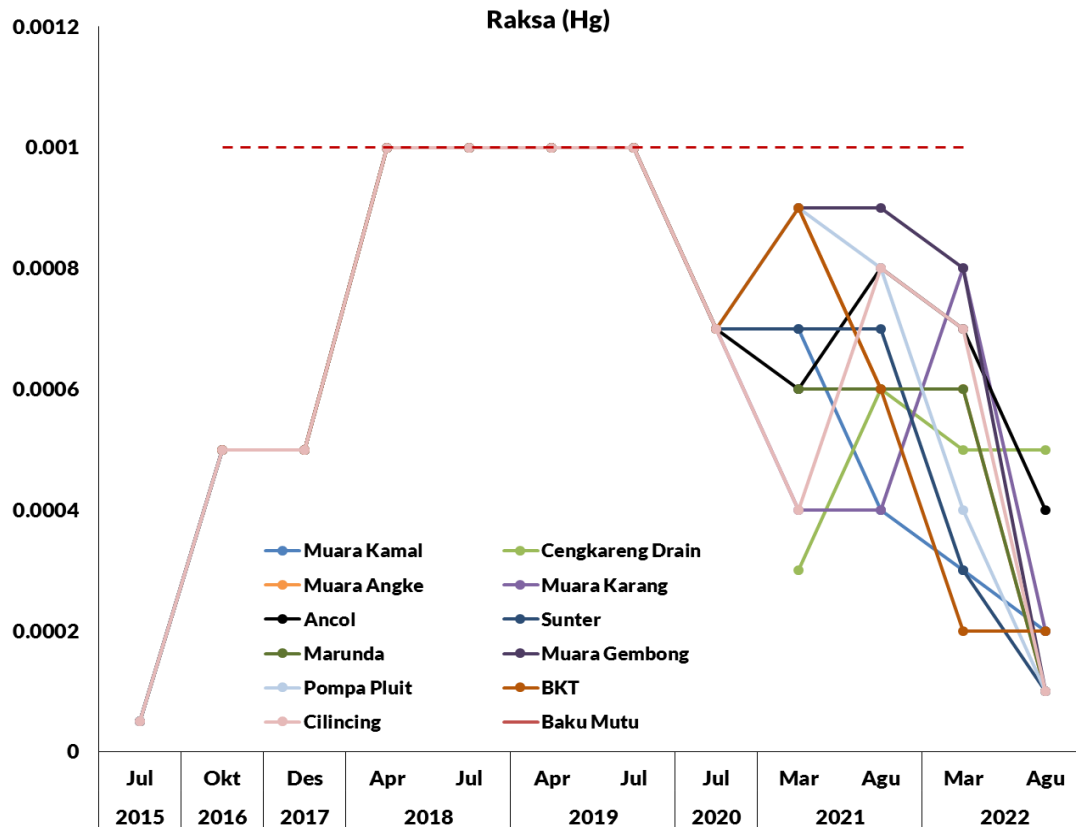


Gambar 30. Pola Distribusi Nitrat Zona Muara Surut

Berdasarkan **Gambar 30**, diketahui bahwa nilai parameter nitrat cenderung fluktuatif dan relatif menurun pada tahun 2018 hingga 2022. Stasiun dengan nilai nitrat terendah sebesar 0,009 mg/L ditemukan di Muara Ancol pada bulan Juli tahun 2015. Sedangkan stasiun dengan nilai tertinggi sebesar 14 mg/L didapatkan pada stasiun Muara Gembong di bulan Oktober tahun 2016.

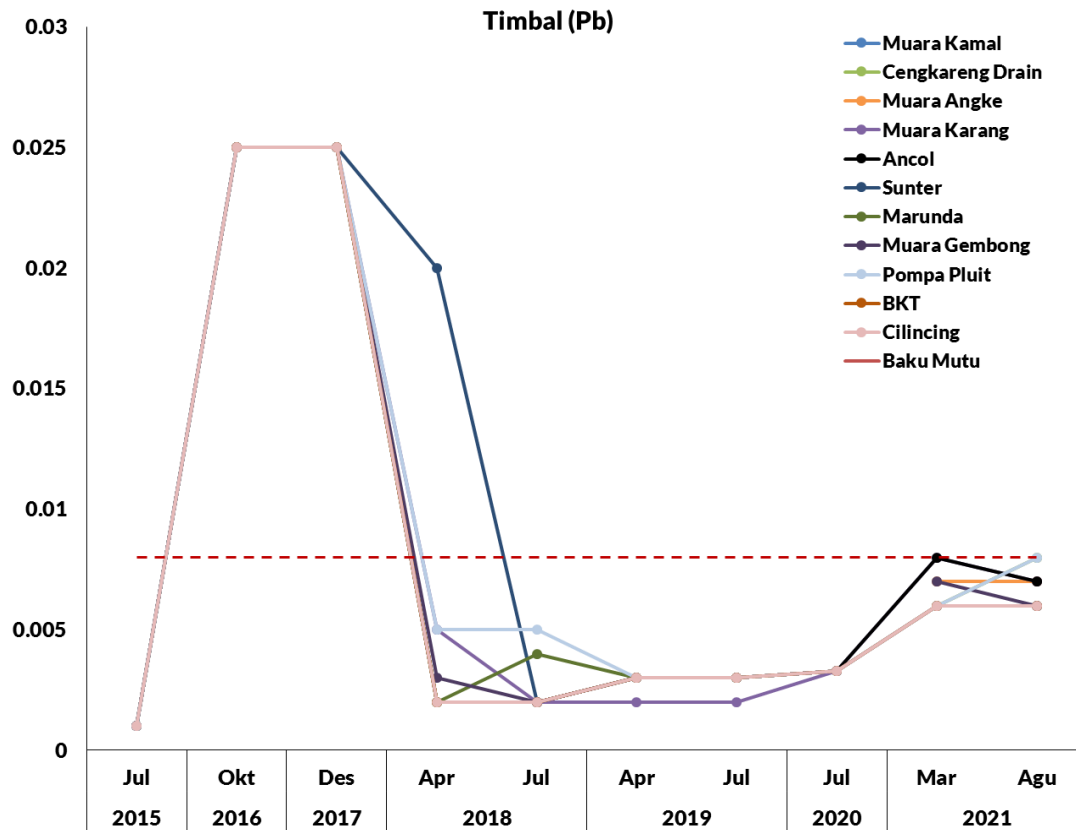


Gambar 31 menunjukkan pola distribusi kualitas air untuk parameter fosfat pada dari tahun 2015 hingga 2022. Stasiun dengan nilai terendah sebesar 0,03 mg/L ditemukan hampir di seluruh stasiun pengamatan pada bulan Oktober tahun 2016. Sedangkan stasiun dengan nilai tertinggi didapatkan pada stasiun Muara Kamal pada bulan Juli tahun 2020 sebesar 6,182 mg/L.



Gambar 32. Pola Distribusi Raksa Zona Muara Surut

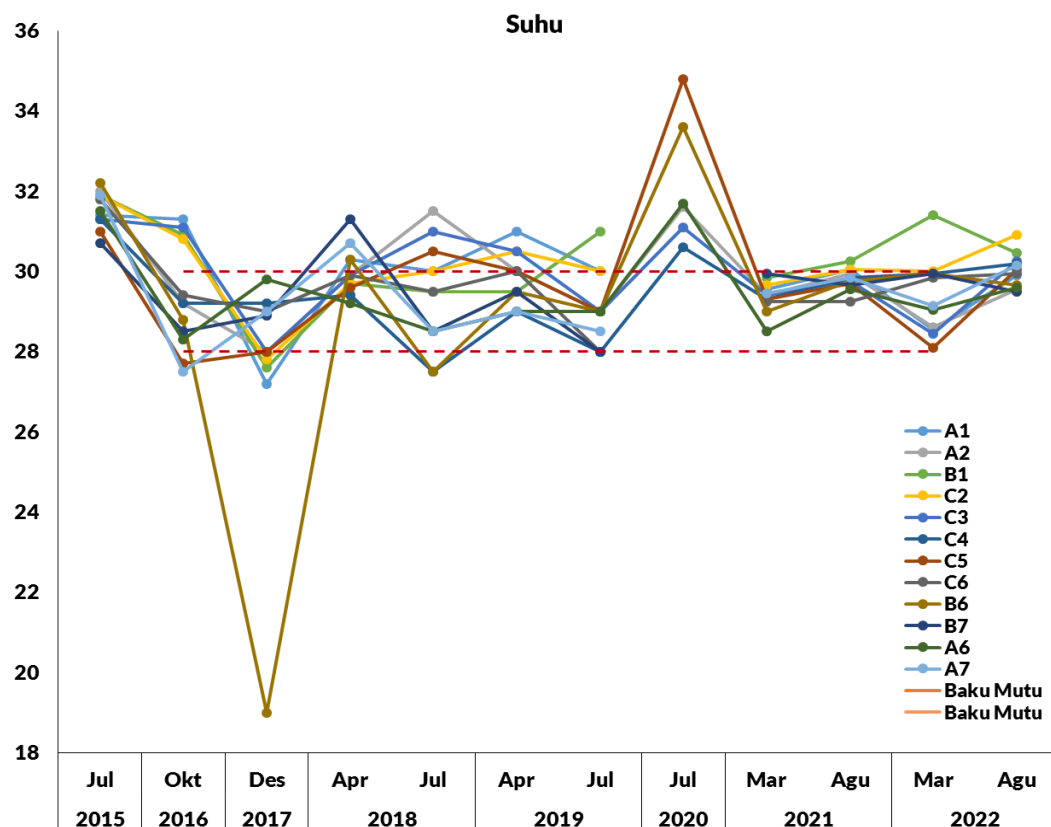
Mengacu pada **Gambar 32**, diketahui bahwa nilai parameter raksa cenderung fluktuatif namun tetap dalam batas baku mutu yang wajar. Nilai raksa terendah dalam periode 2015 hingga 2022 ditemukan pada beberapa stasiun pemantauan di bulan Agustus tahun 2022 sebesar 0,0001 mg/L. Sedangkan nilai tertinggi didapatkan pada beberapa stasiun muara dalam rentang periode waktu tahun 2018 hingga 2021 sebesar 0,001 mg/L.



Gambar 33. Pola Distribusi Timbal Zona Muara Surut

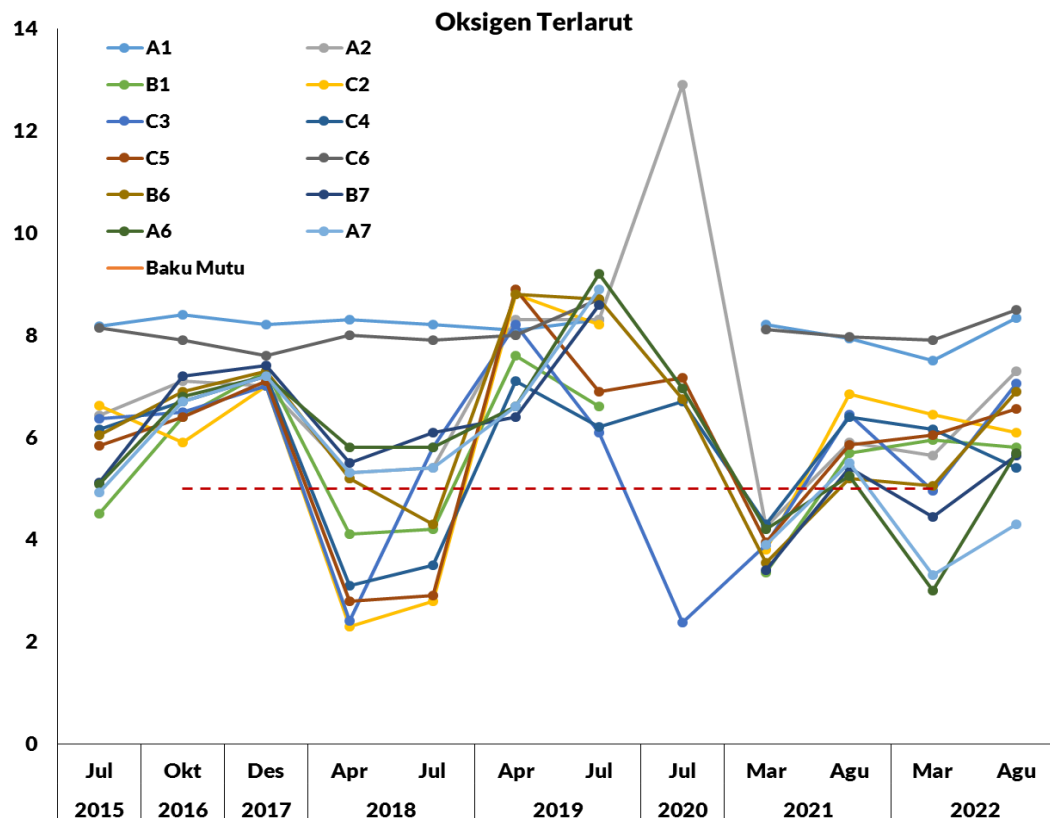
Gambar 33 menunjukkan pola distribusi kualitas air untuk parameter timbal pada zona muara saat surut dari tahun 2015 hingga 2021. Berdasarkan gambar tersebut diketahui nilai yang cenderung berfluktuatif dan mengalami peningkatan di tahun 2016 hingga 2017. Nilai timbal terendah ditemukan di beberapa stasiun pemantauan pada bulan Juli 2015 sebesar 0,001 mg/L. Sedangkan nilai tertinggi didapatkan pada beberapa stasiun pemantauan di bulan Oktober tahun 2016 dan Desember tahun 2017 sebesar 0,025 mg/L.

4.2.2. Pola Distribusi Kualitas Air Zona Perairan Pantai



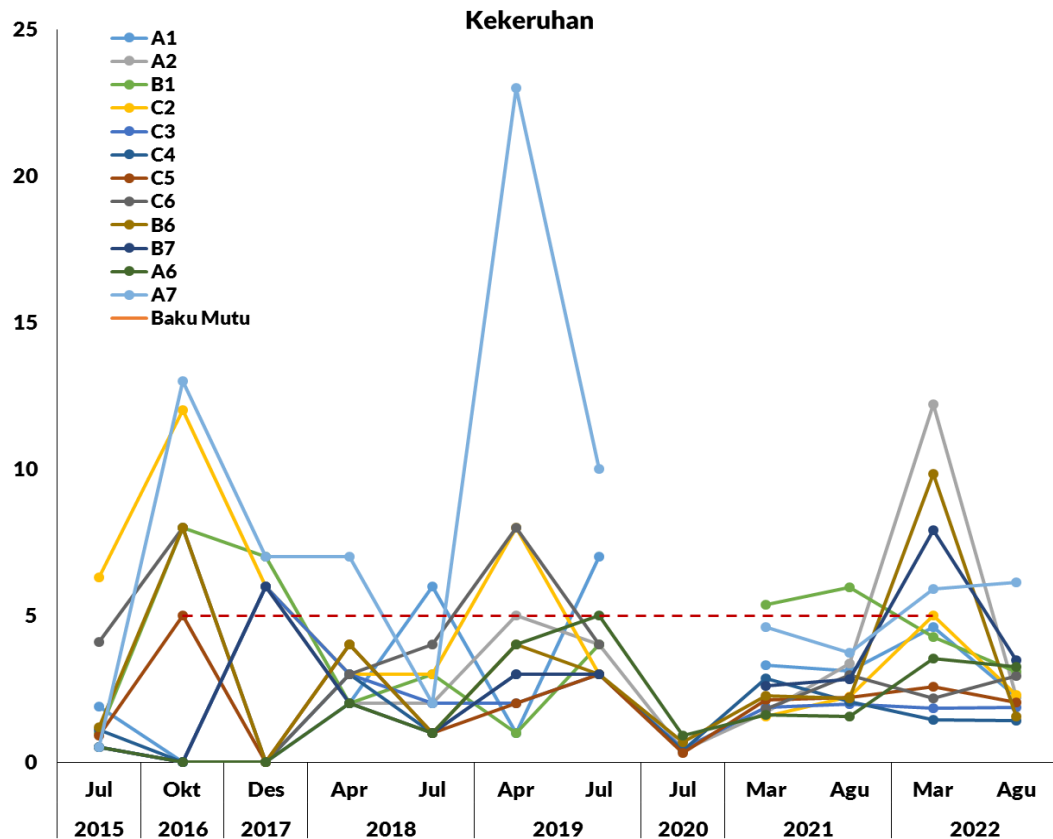
Gambar 34. Pola Distribusi Suhu Zona Perairan Pantai

Gambar 34 menunjukkan pola distribusi kualitas air untuk parameter suhu pada zona perairan pantai dari tahun 2015 hingga 2022. Berdasarkan gambar tersebut diketahui bahwa nilai parameter suhu cenderung fluktuatif pada setiap stasiun pengamatan. Nilai suhu terendah ditemukan di stasiun B6 pada bulan Desember tahun 2017 sebesar 19 °C. Sedangkan nilai tertinggi dijumpai di stasiun C5 pada bulan Juli tahun 2020.



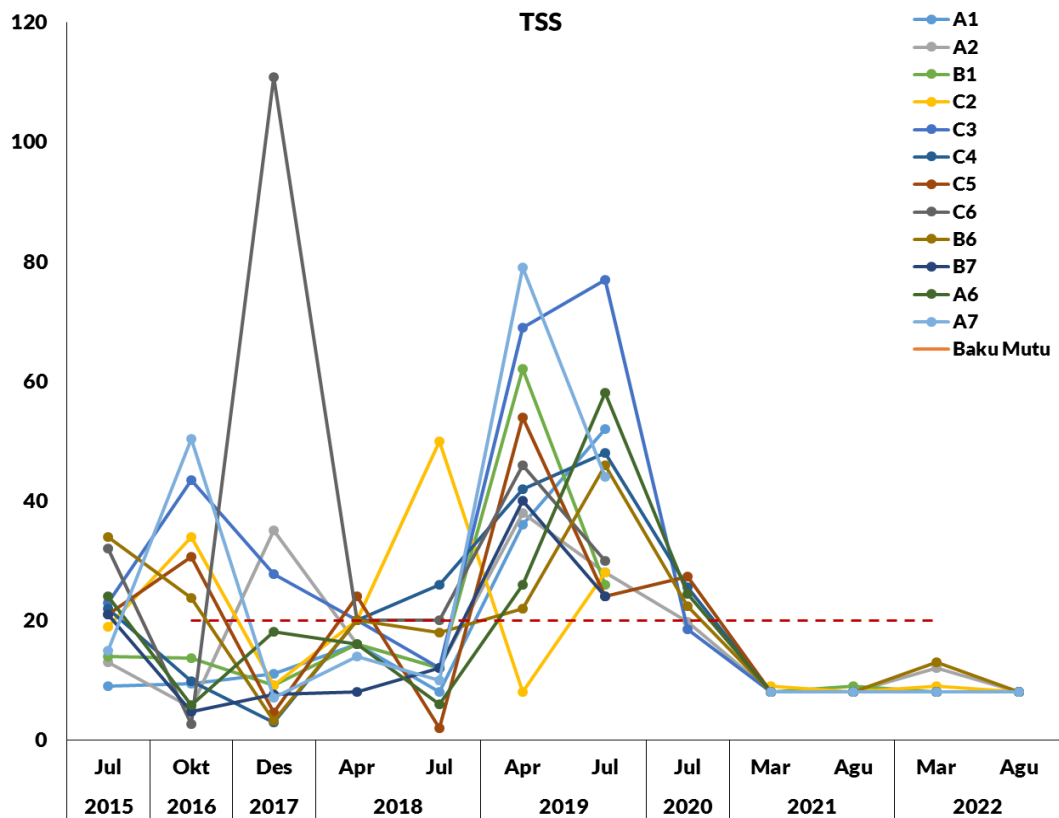
Gambar 35. Pola Distribusi Oksigen Terlarut Zona Perairan Pantai

Mengacu pada **Gambar 35**, diketahui bahwa parameter oksigen terlarut memiliki nilai yang cenderung fluktuatif pada setiap stasiun pengamatan. Nilai oksigen terlarut terendah pada periode tahun 2015 hingga 2022 ditemukan di stasiun C3 pada bulan Juli tahun 2020 sebesar 2,37 mg/L. Sedangkan nilai tertinggi ditemukan di stasiun A2 pada bulan Juli Tahun 2020 sebesar 12,9 mg/L.



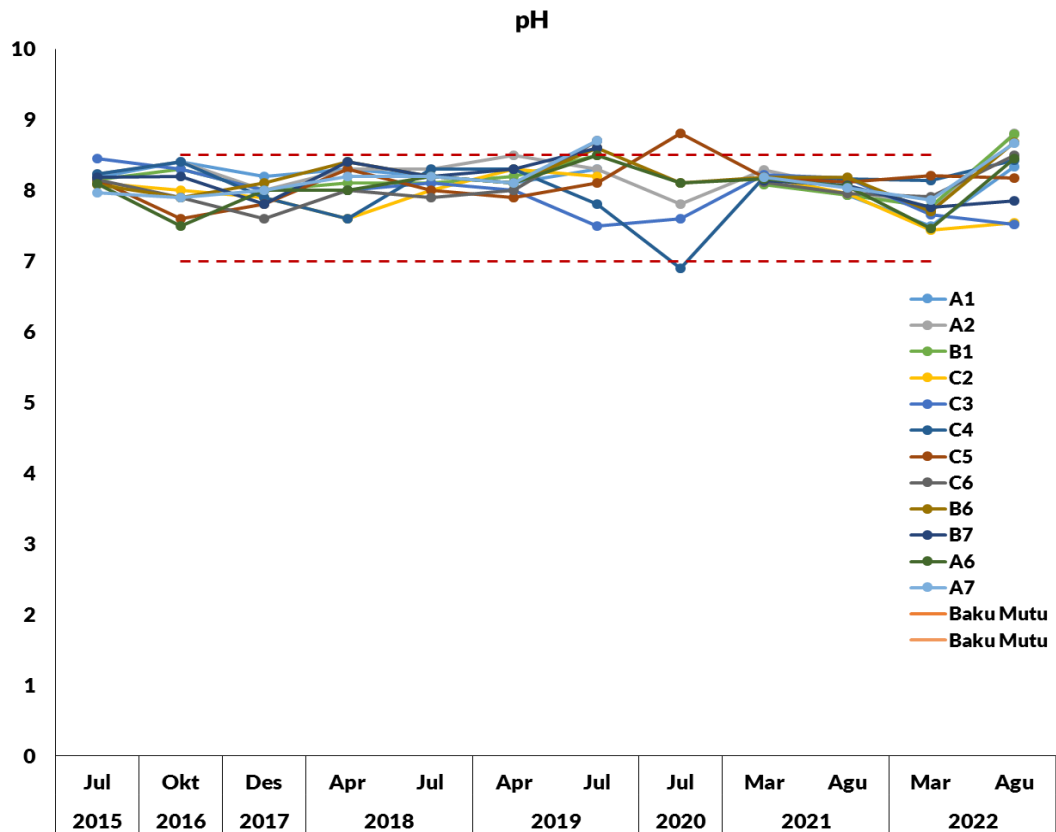
Gambar 36. Pola Distribusi Kekeruhan Zona Perairan Pantai

Berdasarkan **Gambar 36**, diketahui bahwa parameter kekeruhan memiliki nilai yang cenderung fluktuatif pada setiap stasiun pengamatan. Nilai kekeruhan terendah pada periode 2015 hingga 2022 didapatkan di beberapa stasiun seperti B7, A1, C4 pada bulan Oktober tahun 2016 sebesar 0,001 NTU. Adapun nilai tertinggi ditemukan di stasiun A7 pada bulan April tahun 2019 sebesar 23 NTU.



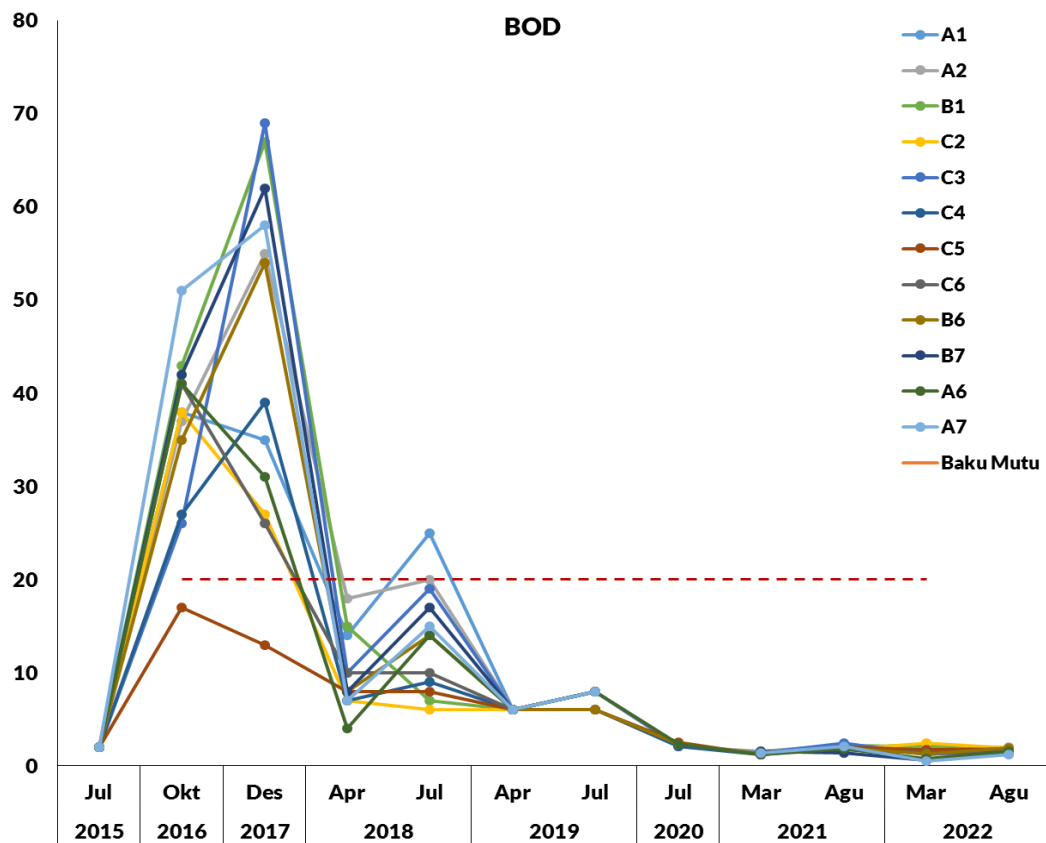
Gambar 37. Pola Distribusi TSS Zona Perairan Pantai

Mengacu pada **Gambar 37**, diketahui bahwa parameter TSS memiliki nilai yang cenderung fluktuatif pada setiap stasiun pengamatan. Stasiun dengan nilai terendah sebesar 2,7 mg/L adalah C6 pada bulan Oktober tahun 2016. Sedangkan stasiun dengan nilai tertinggi sebesar 110,9 mg/L juga ditemukan di C6 pada bulan Desember 2017.



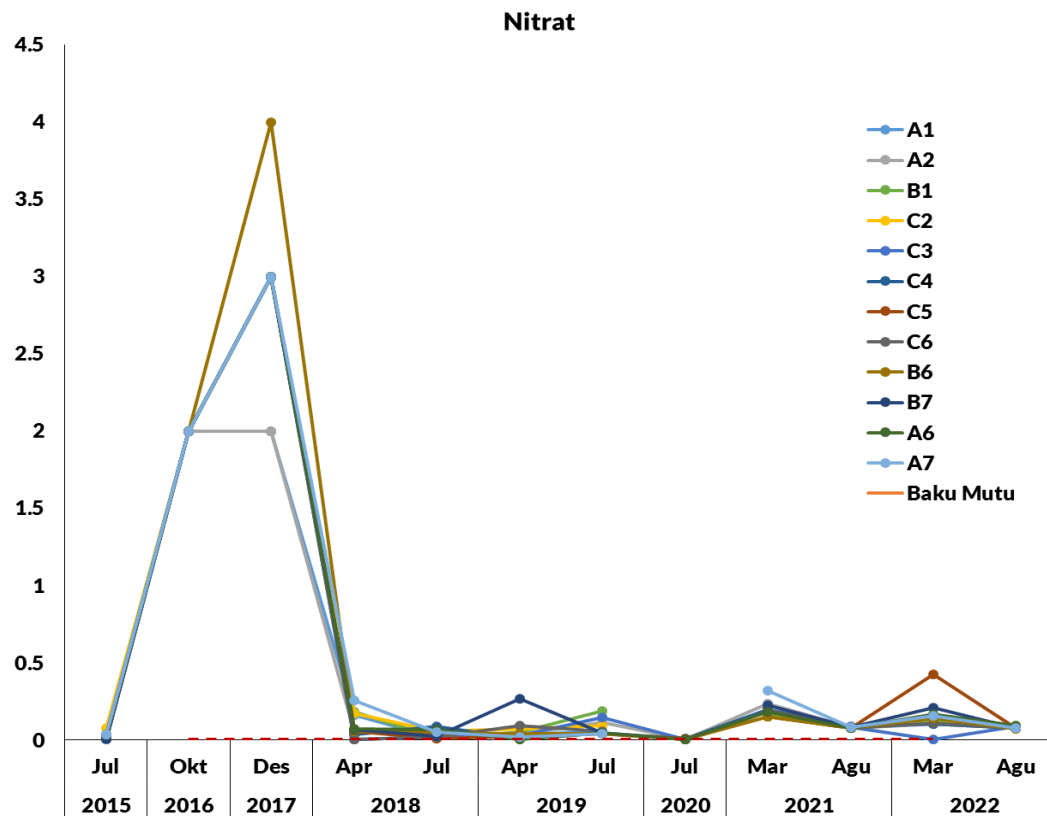
Gambar 38. Pola Distribusi pH Zona Perairan Pantai

Gambar 38 menunjukkan pola distribusi parameter pH pada zona perairan pantai dari tahun 2015 hingga 2022. Berdasarkan gambar tersebut diketahui bahwa parameter pH memiliki nilai yang relatif stabil dan masih dalam batas wajar baku mutu. Nilai pH terendah ditemukan di stasiun C4 pada bulan Juli tahun 2020 sebesar 6,9. Adapun nilai tertinggi ditemukan di stasiun C5 pada bulan Juli tahun 2015 dan pada bulan Agustus di stasiun A2 sebesar 8,8.



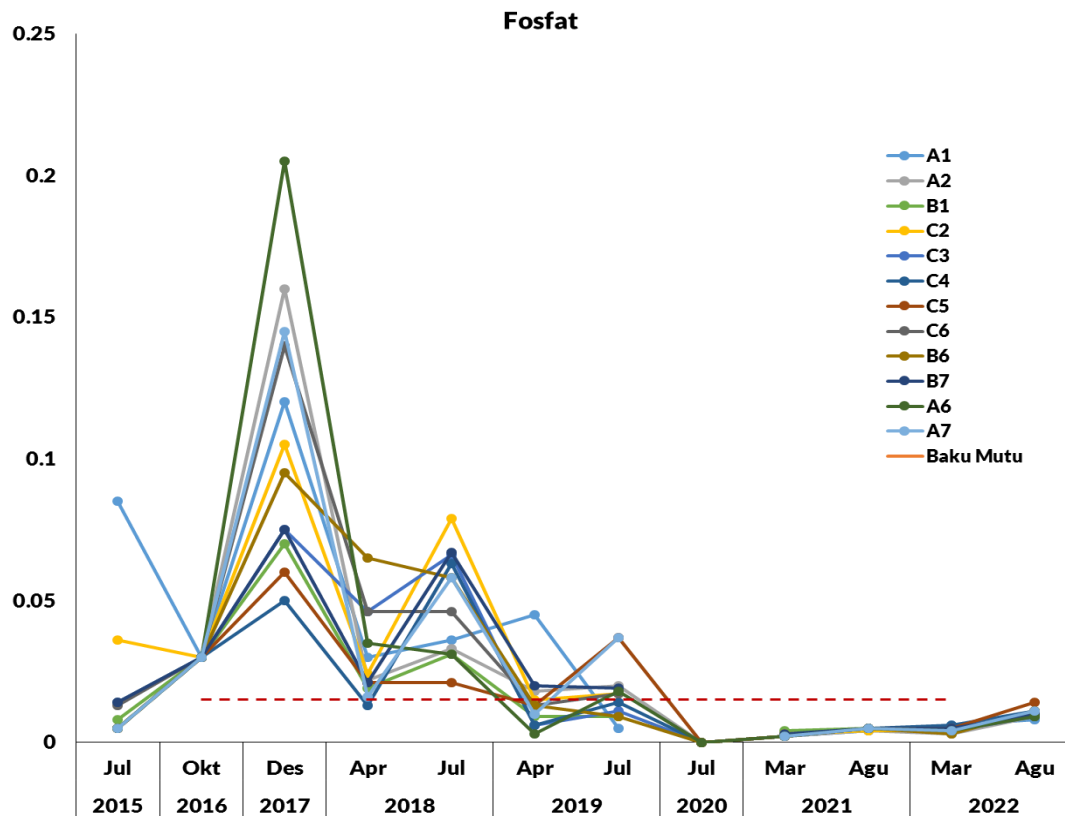
Gambar 39. Pola Distribusi BOD Zona Perairan Pantai

Berdasarkan **Gambar 39**, diketahui bahwa parameter BOD memiliki nilai yang cenderung fluktuatif pada setiap stasiun pengamatan. Namun terjadi penurunan secara signifikan di tahun 2018-2022. Adapun stasiun dengan nilai terendah sebesar 0,2 mg/L dijumpai di stasiun A7 pada bulan Maret tahun 2022. Sedangkan stasiun dengan nilai tertinggi sebesar 69 mg/L didapatkan di stasiun C3 pada bulan Desember tahun 2017.



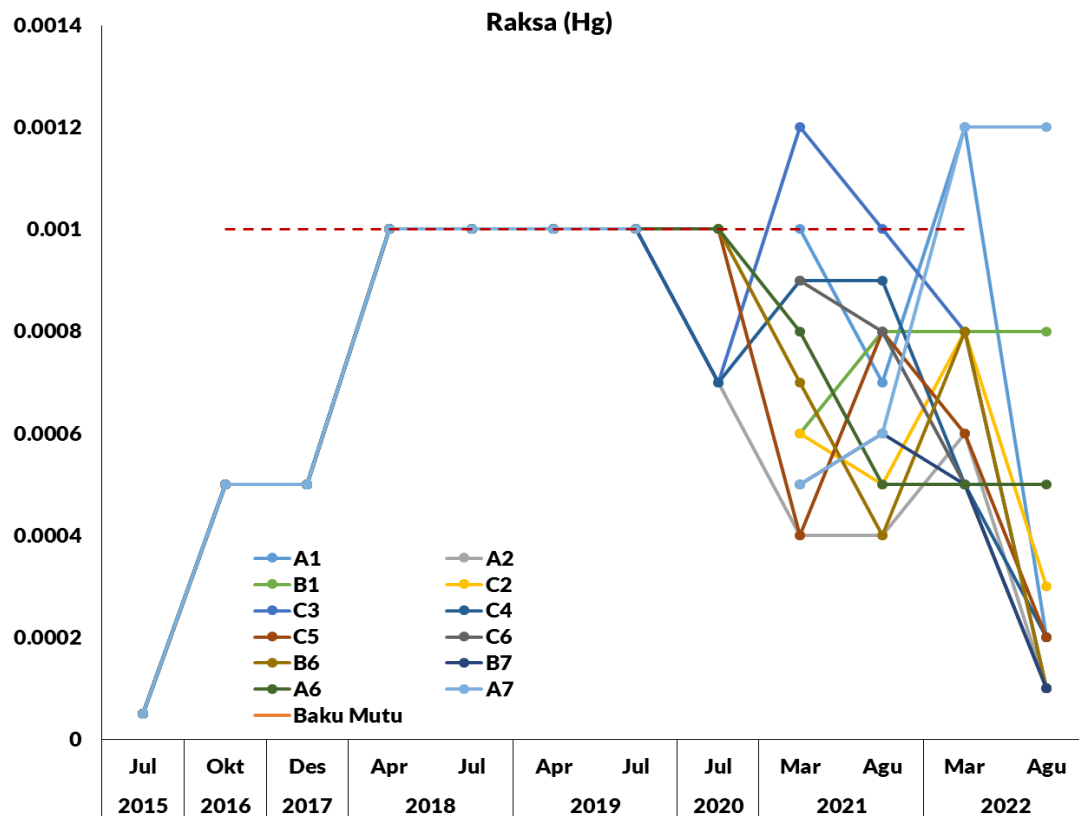
Gambar 40. Pola Distribusi Nitrat Zona Perairan Pantai

Gambar 40 menunjukkan pola distribusi parameter nitrat pada zona perairan pantai dari tahun 2015 hingga 2022. Berdasarkan gambar tersebut diketahui bahwa parameter nitrat memiliki nilai yang cenderung fluktuatif dan relatif menurun pada tahun 2018 hingga 2022. Nilai nitrat terendah didapatkan di stasiun C6 pada bulan April Tahun 2018 sebesar 0,005 mg/L. Adapun nilai tertinggi sebesar 4 mg/L didapatkan di stasiun B6 pada bulan Desember Tahun 2017.



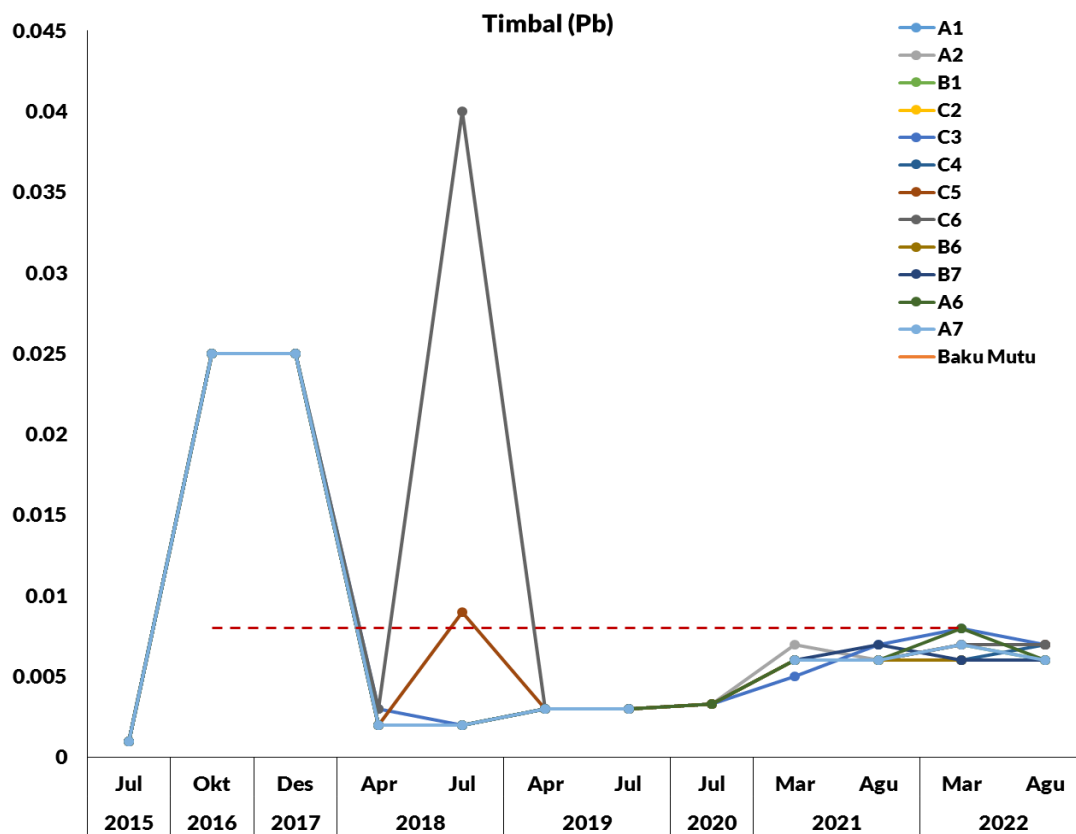
Gambar 41. Pola Distribusi Fosfat Zona Perairan Pantai

Mengacu pada **Gambar 41** diketahui bahwa parameter fosfat memiliki nilai yang cenderung fluktuatif dan relatif menurun pada setiap stasiun pengamatan di zona tersebut. Nilai fosfat terendah dalam periode 2015 hingga 2022 ditemukan di stasiun A6 pada bulan April tahun 2019 dan A2, B6 pada bulan Maret tahun 2022 sebesar 0,003 mg/L. Adapun nilai tertinggi ditemukan di stasiun A6 pada bulan Desember Tahun 2017 sebesar 0,205 mg/L.



Gambar 42. Pola Distribusi Raksa Zona Perairan Pantai

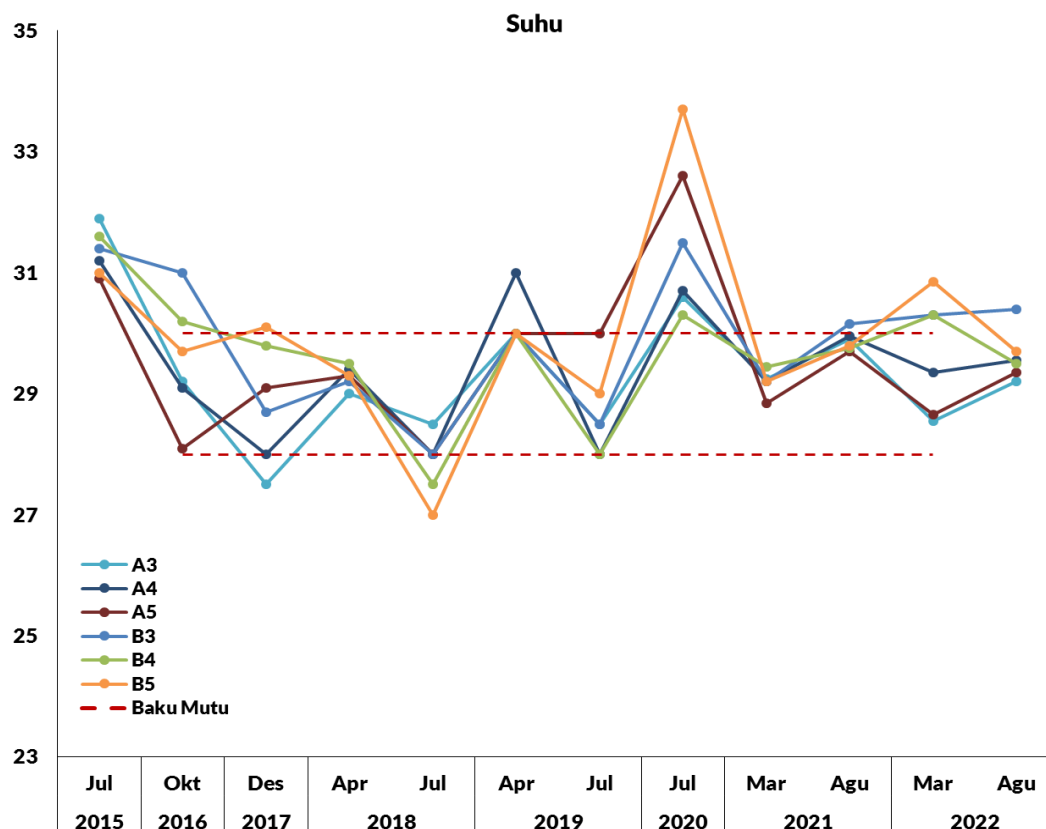
Berdasarkan **Gambar 42**, diketahui bahwa nilai parameter raksa cenderung fluktuatif pada setiap stasiun pengamatan. Nilai raksa terendah ditemukan di beberapa stasiun pemantauan di titik A2, C3, C6, B6 dan B7 pada bulan Agustus tahun 2022 sebesar 0,0001 mg/L. Sedangkan nilai tertinggi ada di beberapa titik tahun 2021 dan 2022, dan pada sebesar 0,0012 mg/L.



Gambar 43. Pola Distribusi Timbal Zona Perairan Pantai

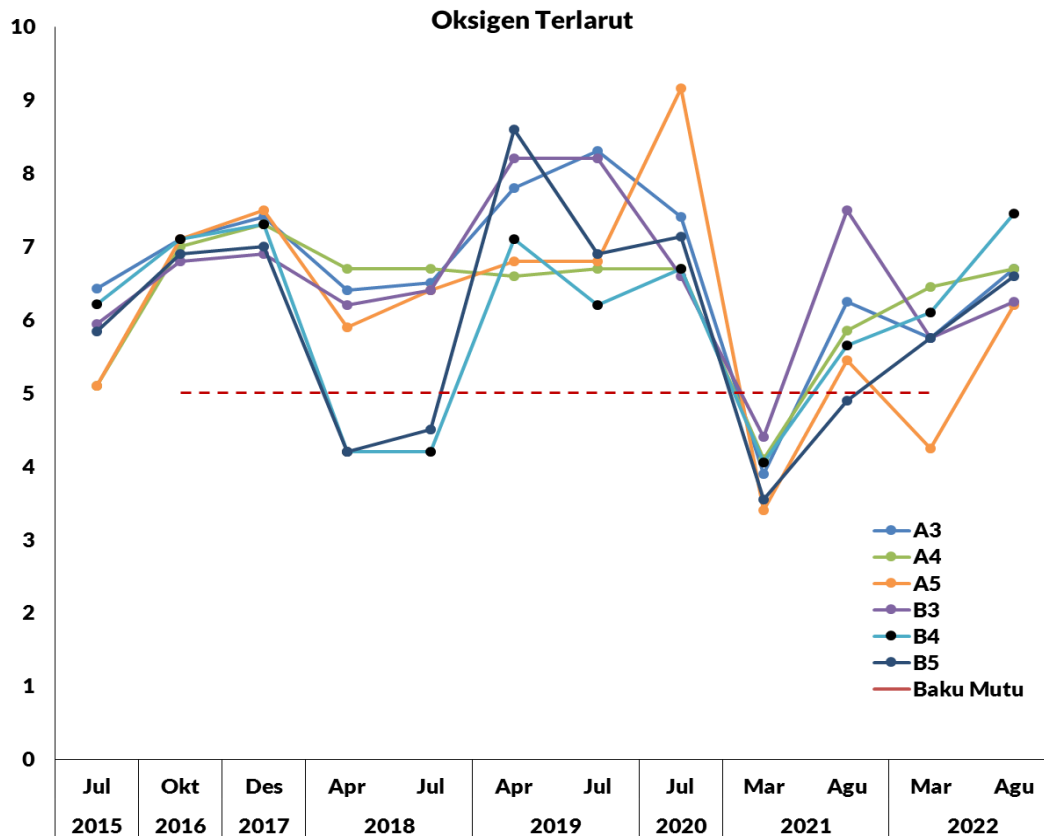
Gambar 43 menunjukkan pola distribusi parameter timbal pada zona perairan pantai dari tahun 2015 hingga 2022. Berdasarkan gambar tersebut diketahui bahwa parameter timbal memiliki nilai yang cenderung fluktuatif di setiap stasiun pengamatan. Adapun stasiun dengan nilai terendah sebesar 0,001 mg/L ditemukan di beberapa stasiun pada bulan Juli 2015. Sedangkan stasiun dengan nilai tertinggi sebesar 0,04 mg/L dijumpai di B6 pada bulan Juli tahun 2017.

4.2.3. Pola Distribusi Kualitas Air Zona Perairan Teluk



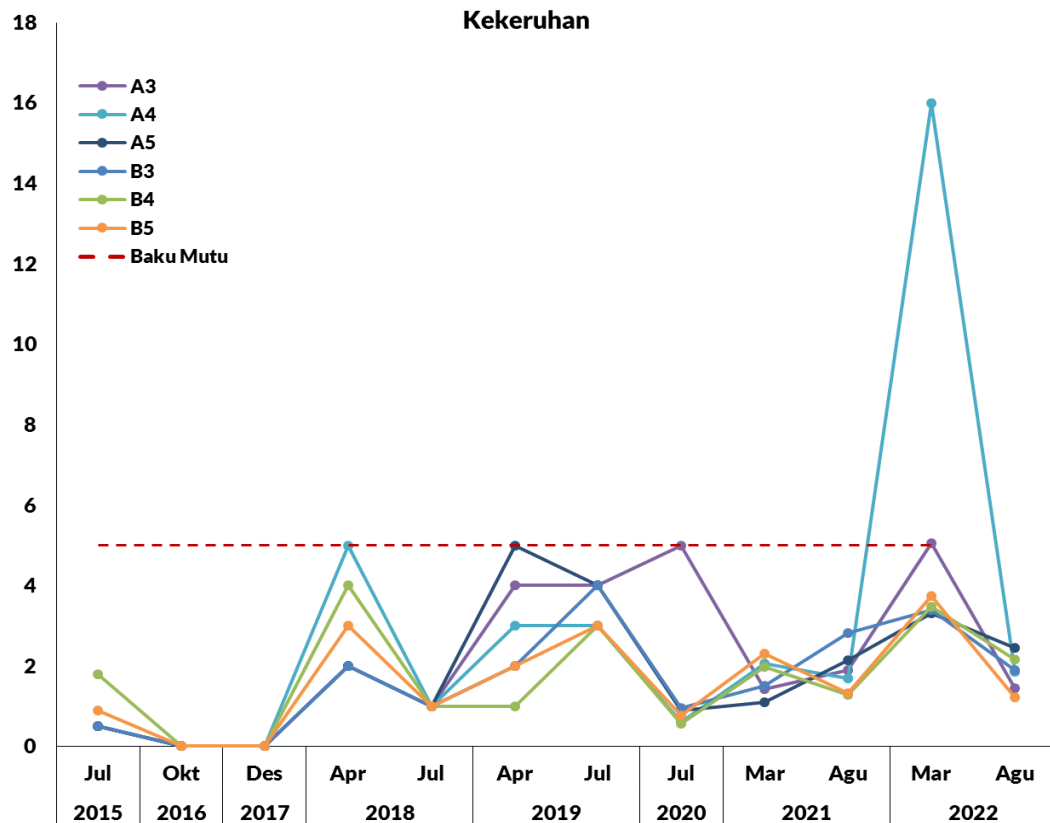
Gambar 44. Pola Distribusi Oksigen suhu Zona Perairan Teluk

Gambar 44 menunjukkan pola distribusi parameter suhu pada zona perairan teluk dari tahun 2015 hingga 2022. Mengacu pada gambar tersebut diketahui bahwa parameter suhu memiliki nilai yang cenderung berfluktuatif pada setiap stasiun pengamatan. Adapun nilai suhu terendah ditemukan di stasiun B6 pada bulan Juli tahun 2018 sebesar 27 °C. Sementara nilai tertinggi sebesar 33,7 °C didapatkan di stasiun B6 pada bulan Juli tahun 2020.



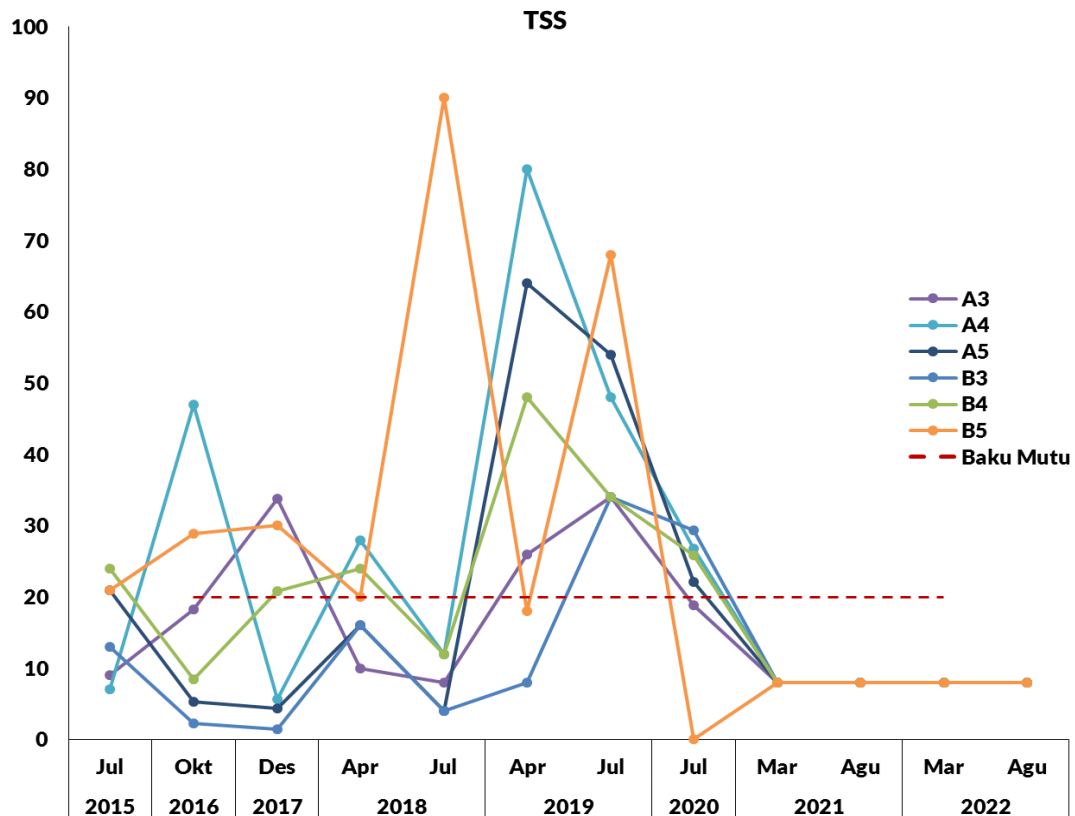
Gambar 45. Pola Distribusi Oksigen Terlarut Zona Perairan Teluk

Berdasarkan **Gambar 45**, diketahui bahwa parameter oksigen terlarut memiliki nilai yang cenderung berfluktuatif pada setiap stasiun pengamatan. Nilai oksigen terlarut terendah didapatkan di stasiun A5 pada bulan Maret tahun 2021 sebesar 3,4 mg/L. Adapun nilai tertinggi juga dijumpai di stasiun A5 pada bulan Juli tahun 2020 sebesar 9,16 mg/L.



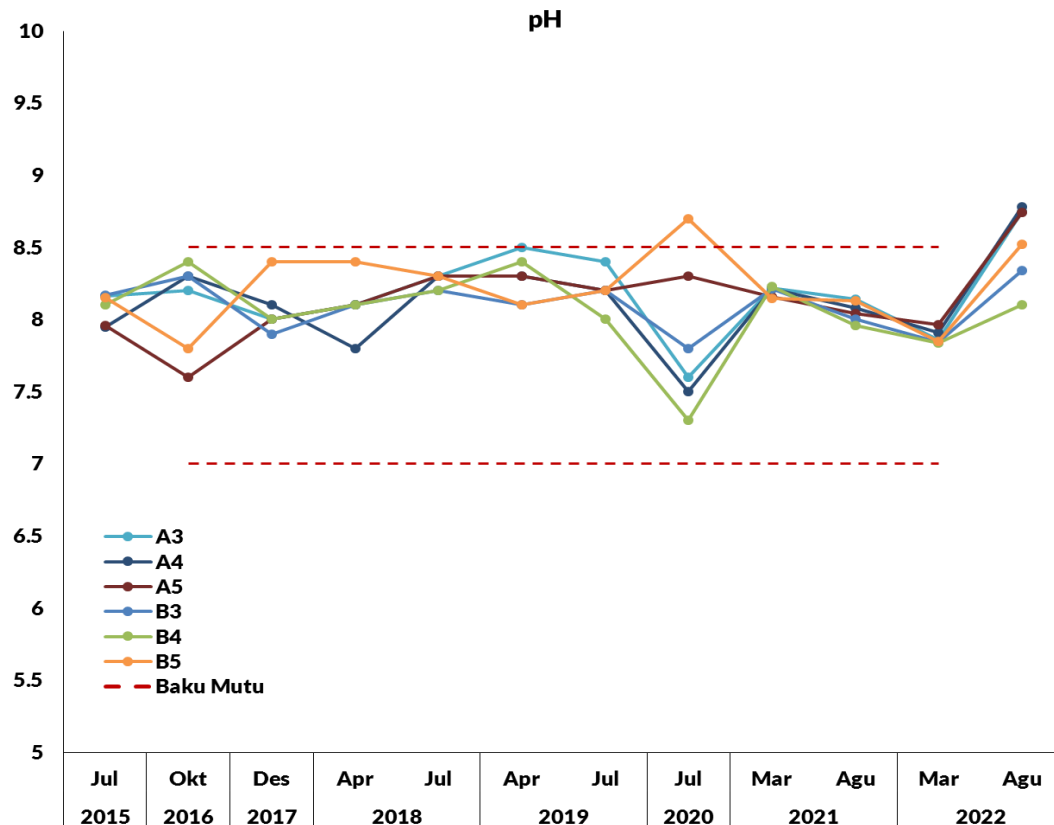
Gambar 46. Pola Distribusi Kekeruhan Zona Perairan Teluk

Mengacu pada **Gambar 46**, diketahui bahwa parameter kekeruhan memiliki nilai yang cenderung fluktuatif pada setiap stasiun pengamatan. Nilai kekeruhan terendah dalam periode tahun 2015-2022 ditemukan di setiap stasiun pemantauan pada bulan Oktober tahun 2016 dan Desember tahun 2017 sebesar 0,001 NTU. Sementara nilai tertinggi ditemukan di stasiun A3, A4, A5 pada bulan April Tahun 2018 dan 2019, Juli 2019 sebesar 5 NTU dan pada tahun 2022 sebesar 15,99 NTU.



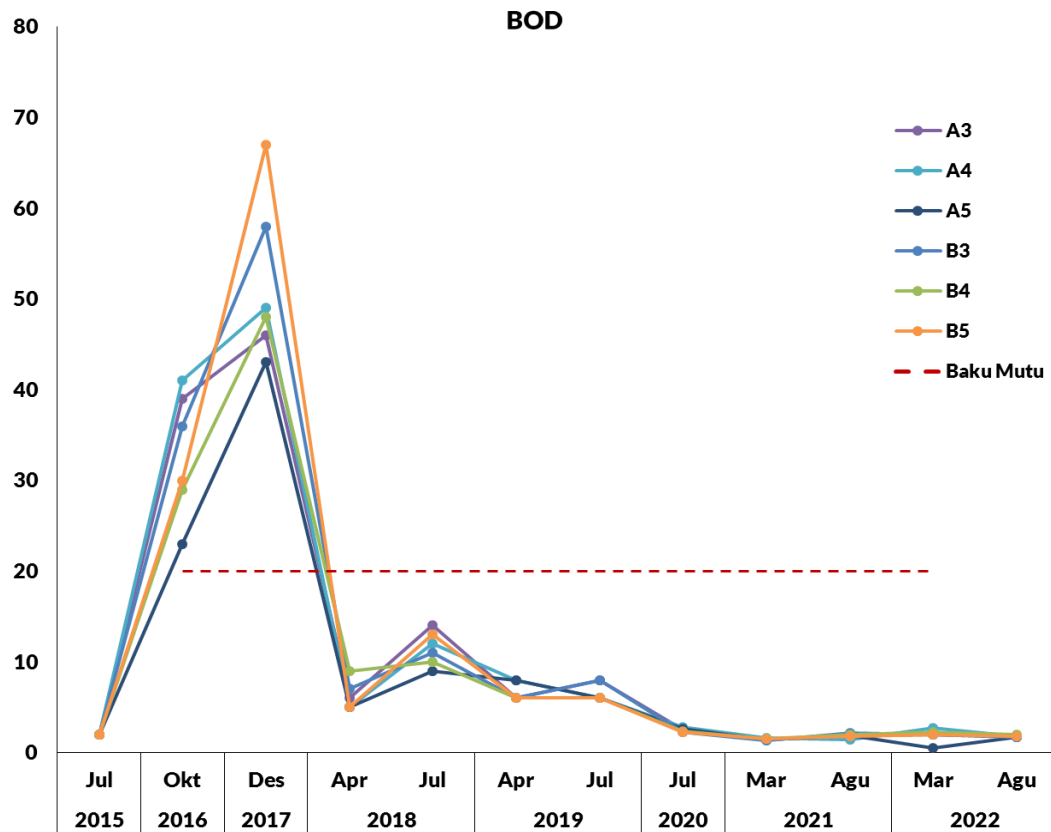
Gambar 47. Pola Distribusi TSS Zona Perairan Teluk

Gambar 47 menunjukkan pola distribusi parameter TSS pada zona perairan teluk dari tahun 2015 hingga 2022. Berdasarkan gambar tersebut diketahui bahwa parameter TSS memiliki nilai yang cenderung fluktuatif pada setiap stasiun pengamatan. Nilai TSS terendah ditemukan di stasiun A4 dan A5 pada bulan Oktober tahun 2016 dan Desember tahun 2017 sebesar 0,01 mg/L. Sedangkan nilai tertinggi ditemukan di stasiun B6 pada bulan Juli tahun 2018 sebesar 90 mg/L.



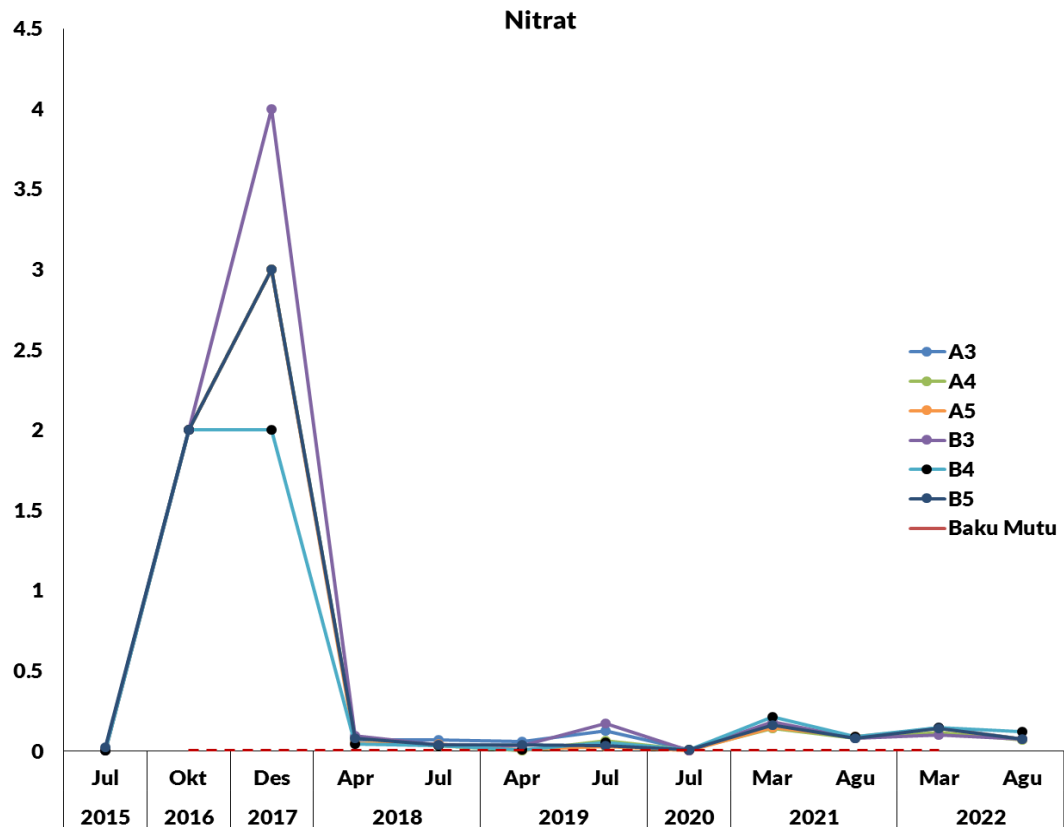
Gambar 48. Pola Distribusi pH Zona Perairan Teluk

Mengacu pada **Gambar 48**, diketahui bahwa parameter pH memiliki nilai yang relatif stabil dan masih dalam batas wajar baku mutu. Adapun nilai pH terendah dalam periode tahun 2015 hingga 2022 ditemukan di stasiun B4 pada bulan Juli tahun 2020 sebesar 7,3. Sedangkan nilai tertinggi didapatkan di stasiun B5 pada bulan Agustus tahun 2022 sebesar 8,7.



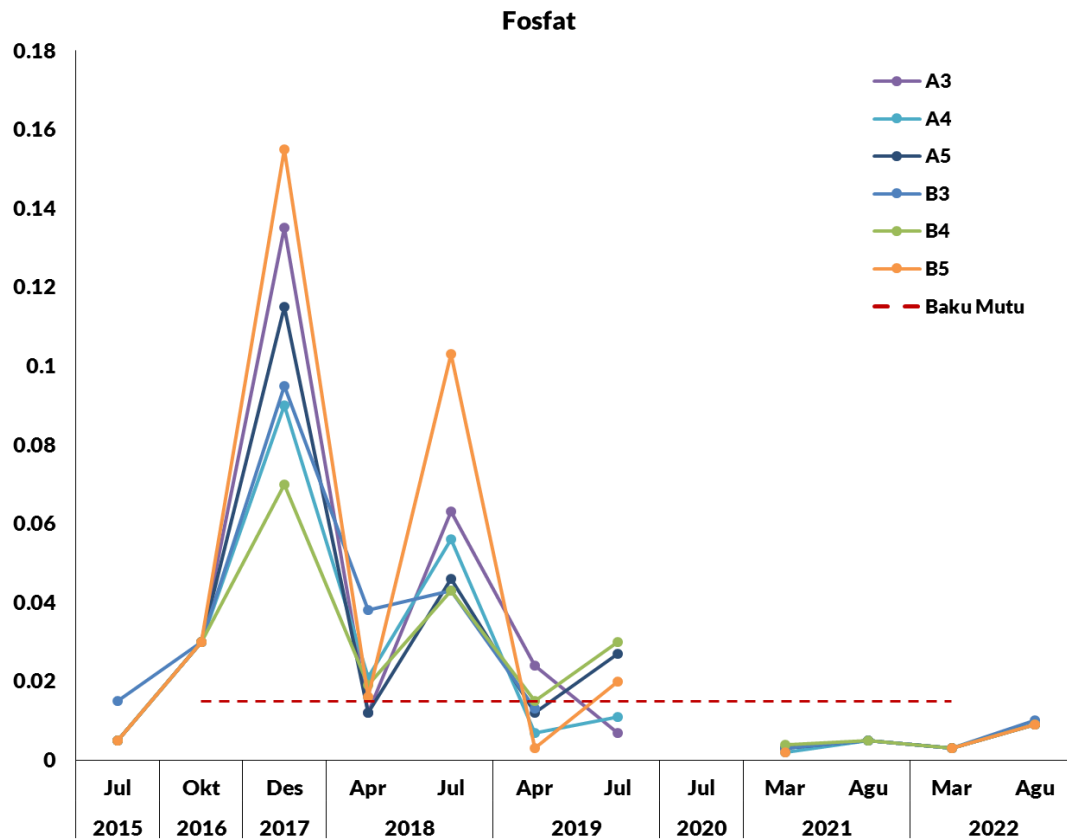
Gambar 49. Pola Distribusi BOD Zona Perairan Teluk

Berdasarkan **Gambar 49** diketahui bahwa nilai BOD cenderung fluktuatif pada setiap stasiun pengamatan di zona perairan pantai dan mengalami penurunan yang signifikan pada tahun 2018 hingga 2022. Nilai BOD terendah dalam rentang periode tahun 2015 hingga 2022 ditemukan di banyak stasiun pada bulan Maret tahun 2022 sebesar 0,5 mg/L dan nilai tertinggi ditemukan di stasiun B5 pada bulan Desember tahun 2017 sebesar 67 mg/L.



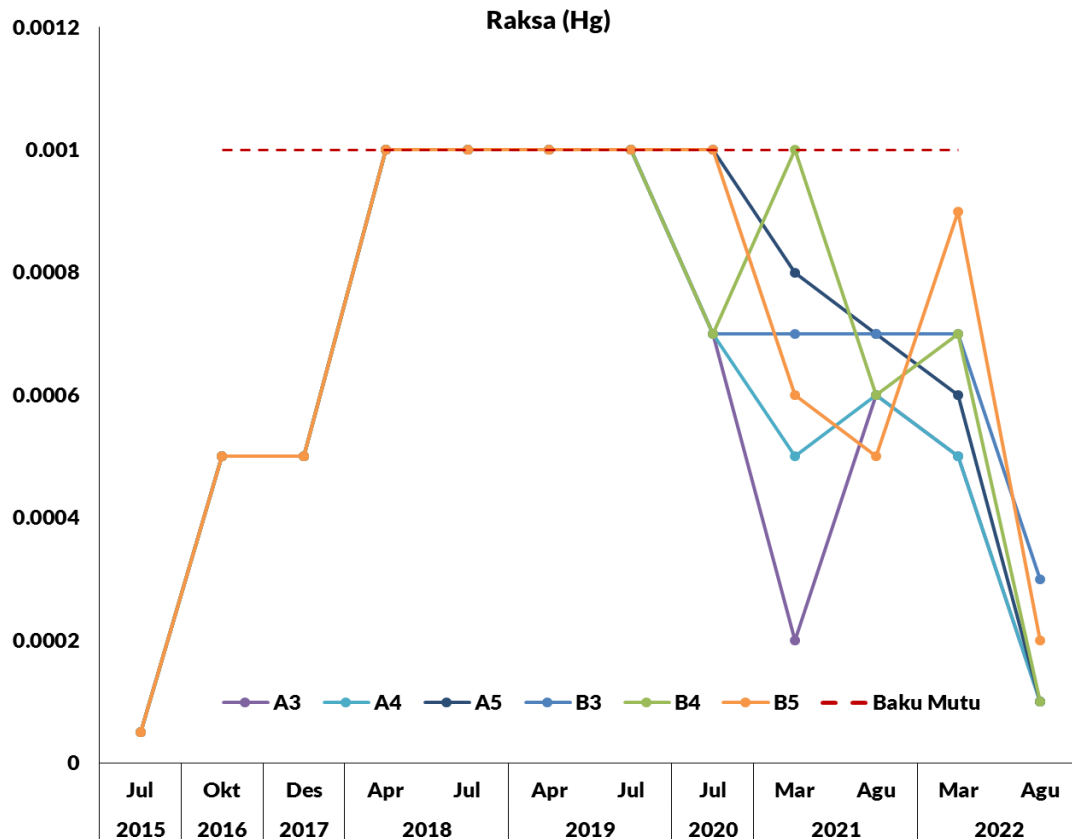
Gambar 50. Pola Distribusi Nitrat Zona Perairan Teluk

Gambar 50, menunjukkan pola distribusi parameter nitrat pada zona perairan teluk dari tahun 2015 hingga 2022. Berdasarkan gambar tersebut diketahui bahwa parameter nitrat memiliki nilai yang cenderung berfluktuatif dan relatif mengalami penurunan pada tahun 2018-2021. Nilai nitrat terendah ditemukan di banyak stasiun pemantauan pada bulan Juli tahun 2015 sebesar 0,005 mg/L. Adapun nilai tertinggi didapatkan di stasiun B3 pada bulan Desember tahun 2017 sebesar 4 mg/L.



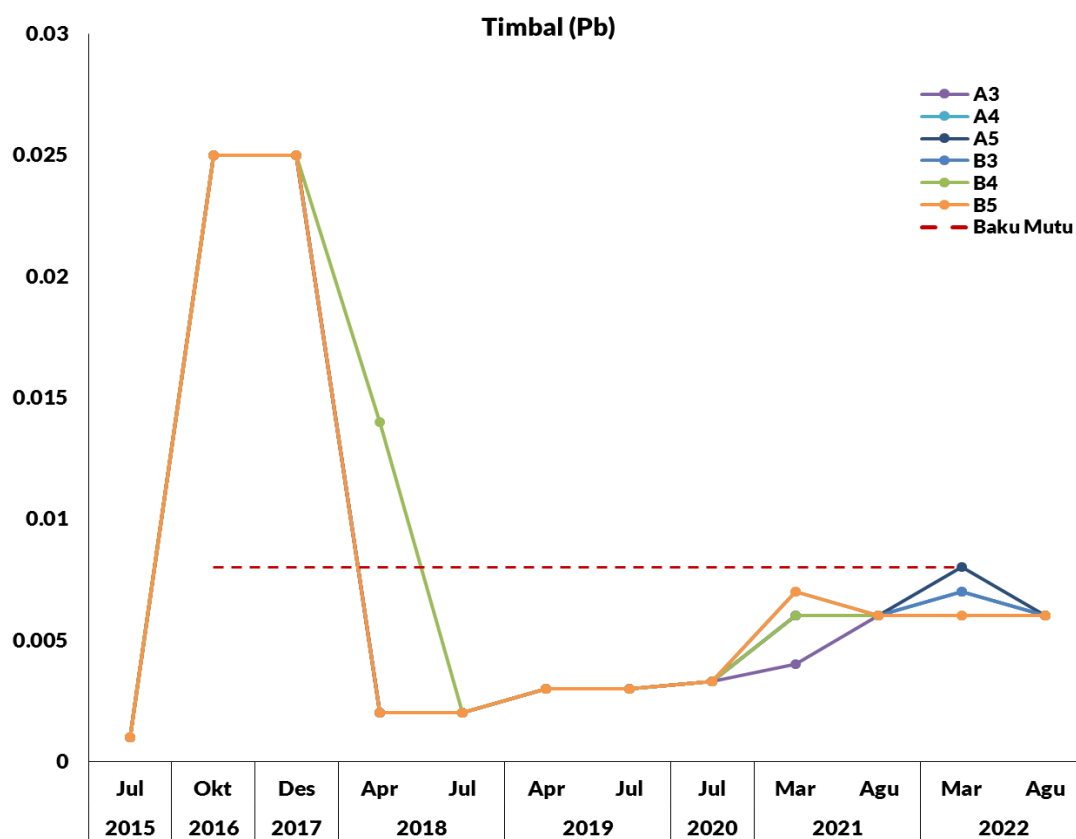
Gambar 51. Pola Distribusi Fosfat Zona Perairan Teluk

Mengacu pada **Gambar 51** diketahui bahwa parameter fosfat memiliki nilai yang cenderung berfluktuatif dan relatif menurun pada setiap stasiun pengamatan di zona tersebut. Adapun nilai fosfat terendah dalam periode tahun 2015 hingga 2022 ditemukan di stasiun A4 dan B5 pada bulan Maret tahun 2021 sebesar 0,002 mg/L. Sedangkan nilai tertinggi ditemukan di stasiun B5 pada bulan Desember tahun 2017 sebesar 0,155 mg/L.



Gambar 52. Pola Distribusi Raksa Zona Perairan Teluk

Berdasarkan **Gambar 52**, diketahui bahwa parameter raksa memiliki nilai yang cenderung berfluktuatif pada setiap stasiun pengamatan di zona tersebut. Nilai raksa terendah dalam periode tahun 2015 hingga 2022 ditemukan di setiap stasiun pemantauan pada stasiun B5 bulan Maret tahun 2022 sebesar 0,0009 mg/L. Adapun nilai tertinggi dijumpai di setiap stasiun pengamatan pada tahun 2018 hingga 2019 sebesar 0,001 mg/L.



Gambar 53. Pola Distribusi Timbal Zona Perairan Teluk

Gambar 53 menunjukkan pola distribusi parameter timbal pada zona perairan teluk dari tahun 2015 hingga 2022. Berdasarkan gambar tersebut diketahui bahwa nilai parameter timbal cenderung berfluktuatif untuk setiap stasiun pengamatan. Adapun nilai timbal terendah dalam periode tahun 2015 hingga 2021 ditemukan di setiap stasiun pemantauan pada bulan Juli 2015 sebesar 0,001 mg/L. Sedangkan nilai tertinggi didapatkan pada setiap stasiun pemantauan di tahun 2016 hingga 2017 sebesar 0,025 mg/L.

4.3. Pola Distribusi *Emerging* Parameter 2021-2022

Pengamatan terhadap *emerging* parameter secara periodik dalam kegiatan ini meliputi Total Petroleum Hidrokarbon, Polisiklik Aromatik Hidrokarbon dan Poliklor Bifenil. Total Petroleum Hidrokarbon (TPH) adalah istilah yang digunakan untuk menjabarkan seluruh komponen kimia hidrokarbon organik dalam minyak bumi (ASTDR 1999). Analisis terhadap konsentrasi TPG dilakukan untuk mengetahui tingkat kontaminasi minyak bumi yang berasal dari produk minyak bumi dan bahan bakar kendaraan (Speight 2014). Adapun aktivitas yang mempunyai risiko tinggi sebagai sumber cemaran TPH adalah minyak mentah pertambangan, kendaraan bermotor dan pengiriman kargo (Wulandari *et al* 2019). Secara fisik TPH yang

terdapat dalam konsentrasi dan sebaran minyak dan lemak (OG) dapat menyebabkan peningkatan radiasi ultraviolet yang mengganggu ekosistem laut (Nordborg *et al* 2018). Selain itu komponen dalam TPH seperti Polisiklik Aromatik Hidrokarbon yang mengandung zat karsinogenik dapat terakumulasi dalam jaringan organisme (Neff 2002). Hal tersebut mengakibatkan meningkatnya akumulasi zat karsinogenik apabila semakin tinggi tingkat trofik dalam rantai makanan (Carpenter 2013; Kwok *et al* 2013).

Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) dan Poliklor Bifenil (PCB) merupakan parameter pencemar organik beracun pada perairan. PAH dan PCB di perairan Teluk Jakarta telah meningkat secara drastis terutama jenis petrogenik yang berasal dari minyak mentah, bensin, solar, minyak pelumas dan aspal. Salah satu bukti dari terganggunya kualitas perairan akibat parameter tersebut adalah ditemukannya penyimpangan kelamin (imposeks) pada siput serta berbagai gejala abnormalitas pada cangkang foraminifera sebagai biota bersel tunggal yang bercangkang keras. Selain itu ditemukan juga gejala morfologi abnormal pada telur dan cangkang kerang hijau yang hidup di pesisir Jakarta dan pulau-pulau terdekat (P20 LIPI 2017).

Pengambilan sampel untuk parameter TPH, PAH dan PCB dilakukan pada 8 stasiun pengamatan yang dianggap mewakili karakteristik perairan Muara dan Teluk Jakarta. Adapun 8 stasiun tersebut meliputi : (1) Muara Angke saat pasang; (2) Muara Kamal saat pasang; (3) Cilincing saat pasang; (4) Muara Gembong saat pasang; (5) B1; (6) D3; (7) D5; dan (8) D6.

Tabel 11, Tabel 12 dan Tabel 13 menunjukkan hasil analisis laboratorium terhadap parameter TPH, PAH dan PCB. Berdasarkan tabel-tabel tersebut diketahui bahwa konsentrasi parameter TPH, PAH dan PCB secara periodik dari tahun 2021 hingga 2022 menunjukkan nilai yang sama dan masih berada dibawah baku mutu sesuai Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

Tabel 11. Pola Distribusi Parameter Total Petroleum Hidrokarbon (TPH) 2021-2022

No	Stasiun		Tahun
----	---------	--	-------

		Baku Mutu	2021		2022	
			Periode 1	Periode 2	Periode 1	Periode 2
1	Muara Angke Pasang	0,02 mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
2	Muara Kamal Pasang		<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
3	Cilincing Pasang		<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
4	Muara Gembong Pasang		<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
5	B1		<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
6	D3		<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
7	D5		<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
8	D6		<0,02	<0,02	<0,02	<0,02

Tabel 12. Pola Distribusi Parameter Polisklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) 2021-2022

No	Stasiun	Baku Mutu	Tahun			
			2021		2022	
			Periode 1	Periode 2	Periode 1	Periode 2
1	Muara Angke Pasang	0,03 µg/L	<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004
2	Muara Kamal Pasang		<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004
3	Cilincing Pasang		<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004
4	Muara Gembong Pasang		<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004
5	B1		<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004
6	D3		<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004
7	D5		<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004
8	D6		<0.00004	<0.00004	<0.00004	<0.00004

Tabel 13. Pola Distribusi Parameter Poliklor Bifenil (PCB) 2021-2022

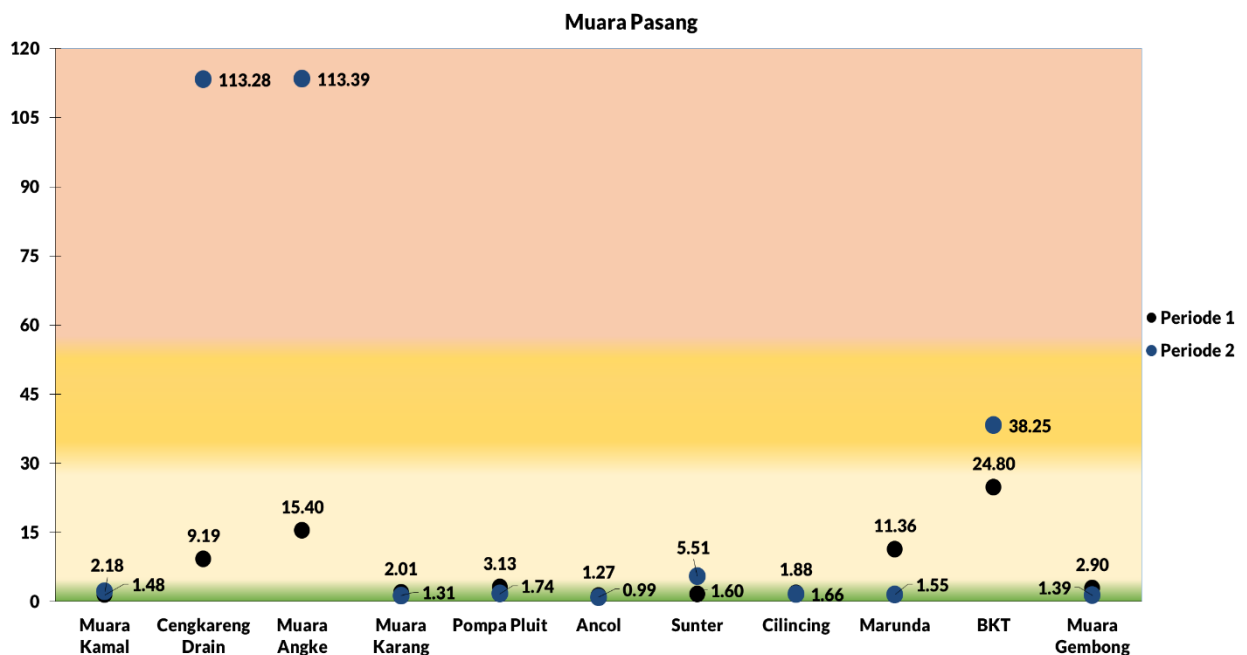
No	Stasiun	Baku Mutu	Tahun			
			2021		2022	
			Periode 1	Periode 2	Periode 1	Periode 2
1	Muara Angke Pasang	0,005 µg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
2	Muara Kamal Pasang		<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
3	Cilincing Pasang		<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
4	Muara Gembong Pasang		<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
5	B1		<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
6	D3		<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
7	D5		<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
8	D6		<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

4.4. Indeks Pencemaran

Indeks pencemaran (IP) adalah analisis yang dilakukan untuk mengetahui tingkat pencemaran secara relatif terhadap parameter kualitas air tertentu (Suwari *et al* 2010). Sumber dari suatu pencemaran dapat dibedakan menjadi *point source* dan *nonpoint source*. *Point source* adalah sumber pencemaran yang berasal dari satu lokasi atau stasiun tertentu. Pada umumnya *point source* bersifat lokal dan memiliki volume pencemar yang relatif tetap. Sumber pencemaran yang termasuk *point source* diantaranya adalah saluran limbah industri dan cerobong asap pabrik. Sedangkan *nonpoint source* adalah sumber pencemaran berasal dari banyak lokasi (Marlena 2012). Adapun sumber pencemaran yang termasuk dalam *nonpoint source* meliputi limpasan tanah, *drainase*, curah hujan dan modifikasi hidrologi. *Nonpoint source* mengalir dan bergerak terus membawa polutan ke sungai, danau, lahan basah, perairan pantai dan air tanah.

Konsep dari indeks pencemaran adalah dengan semakin tinggi nilai indeks maka semakin menurunnya kualitas air (Ratnaningsih *et al.* 2018). Aplikasi IP ini perlu didukung oleh semua data kualitas air yang tercantum dalam peraturan yang ditetapkan agar kesimpulan yang diperoleh representatif terhadap peraturan baku mutu yang diacu. Secara komposit, semua nilai pengukuran indeks pencemaran pada kegiatan ini ditentukan dari resultan nilai maksimum dan nilai rerata rasio konsentrasi per parameter terhadap nilai baku mutunya berdasarkan Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 22 Tahun 2021. Hasil analisis indeks pencemaran pada setiap zona perairan disajikan pada sub-bab berikut.

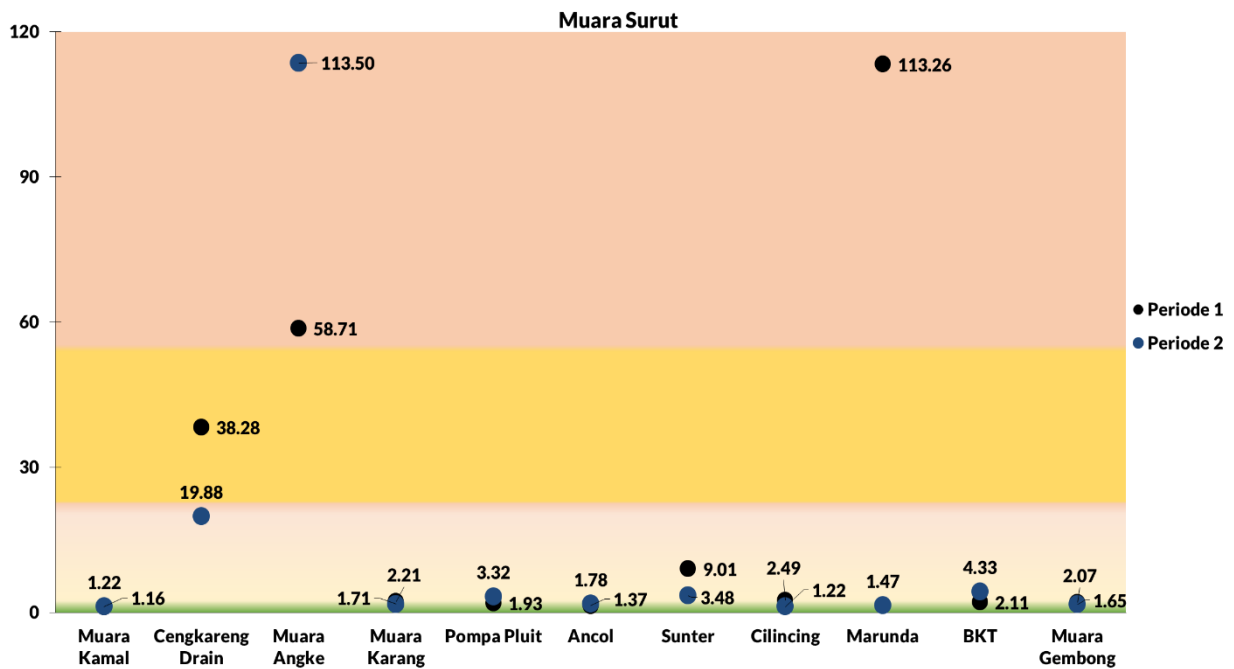
4.4.1. Indeks Pencemaran Tahun 2022



Gambar 54. Indeks Pencemaran Zona Muara Pasang

Indeks pencemaran pada Tahun 2022 pada zona perairan muara pasang (**Gambar 54**) memiliki nilai yang cenderung bervariasi dan berfluktuatif pada setiap stasiun. Adapun nilai IP pada periode Maret dan Agustus 2022 termasuk dalam status tercemar ringan sampai tercemar berat. Nilai IP pada zona muara saat kondisi pasang dengan status tercemar berat ditemukan di periode 1 pada stasiun BKT, Muara Angke dan Marunda secara berurutan sebesar 24,80, 15,40 dan 11,36.

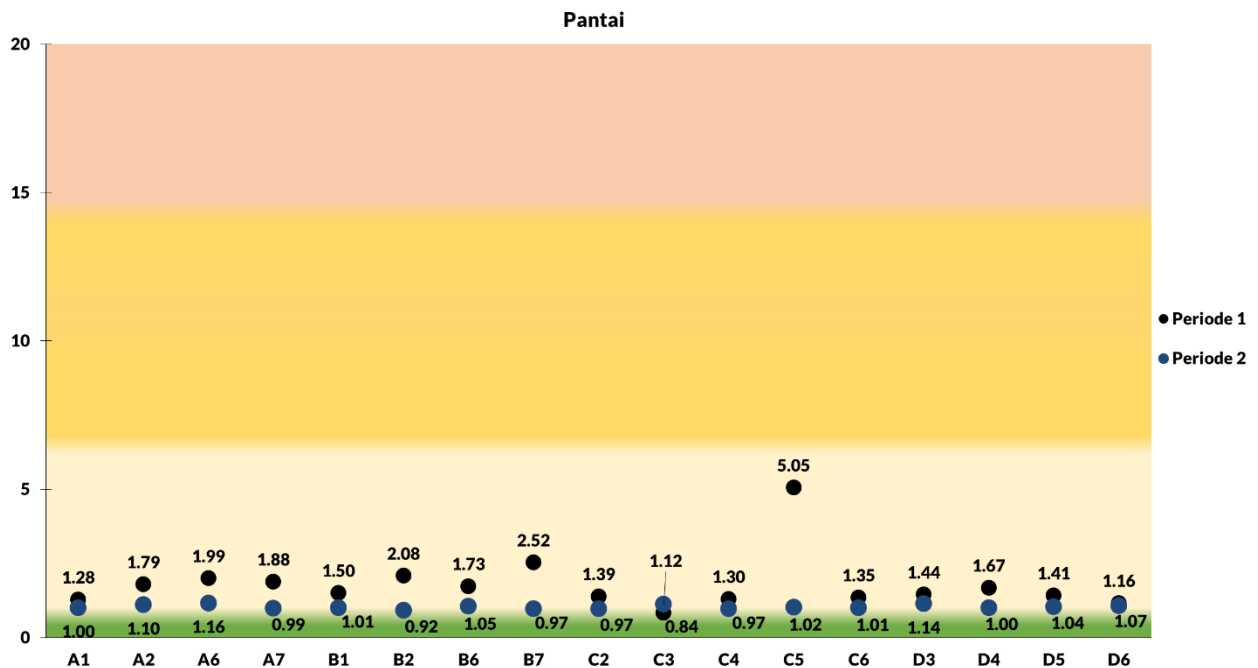
Sedangkan pada periode 2 stasiun dengan status tercemar berat ditemukan pada stasiun Cengkareng Drain, Muara Angke dan BKT sebesar 113,28, 113,40 dan 38,25. Adapun status tercemar ringan ditemukan pada stasiun Ancol dengan nilai 1,27 dan Muara Karang dengan nilai 1,31. Status tercemar berat pada stasiun-stasiun tersebut diakibatkan oleh tingginya nilai pada 4 parameter yaitu kekeruhan, TSS, seng dan total coliform.



Gambar 55. Indeks Pencemaran Zona Muara Surut

Gambar 55 menunjukkan nilai indeks pencemaran pada zona muara saat surut periode 1 dan 2. Berdasarkan gambar tersebut diketahui bahwa nilai IP cenderung bervariasi dan berfluktuatif pada setiap stasiun dengan status tercemar ringan sampai tercemar berat. Nilai IP tertinggi sebesar 113,26 di stasiun Marunda pada periode 1 dan sebesar 113,50 di stasiun Muara Angke pada periode 2 dengan status tercemar berat. Sedangkan nilai terendah pada periode 1 dan 2 sebesar 1,16 dan 1,22 dijumpai pada stasiun Muara Kamal dengan status tercemar ringan. Namun pada stasiun Muara Kamal berdasarkan hasil analisis pada periode 1 dan 2 diketahui bahwa parameter nitrat sudah melewati baku mutu yaitu sebesar 0,092 mg/L dan 0,083 mg/L. Selain parameter nitrat diketahui juga bahwa parameter seng di stasiun Muara Kamal sudah melewati baku mutu baik pada periode 1 ataupun 2 yaitu sebesar 0,025 mg/L dan 0,021 mg/L.

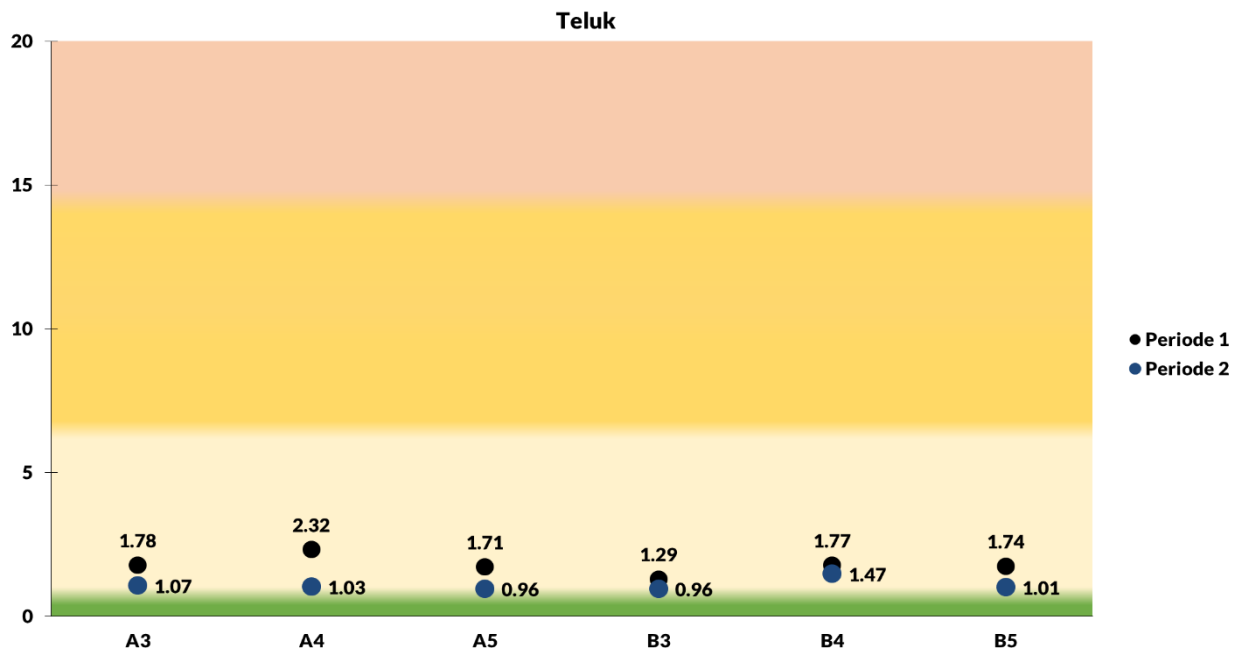
Status tercemar berat pada periode 1 di stasiun Marunda disebabkan oleh tingginya nilai pada beberapa parameter yaitu: (1) ammonia sebesar 0,443 mg/L; (2) nitrat sebesar 0,094 mg/L; dan (3) total coliform 160.000 MPN/100ml. Sedangkan status tercemar berat pada periode 2 di stasiun Muara Angke disebabkan oleh tingginya nilai beberapa parameter yang meliputi: (1) kekeruhan 489 NTU; (2) TSS sebesar 400 mg/L; (3) total coliform sebesar 160.000 MPN/100ml; (4) ammonia sebesar 1,097 mg/L. Selain stasiun Marunda dan Muara Angke, secara keseluruhan pada zona muara saat kondisi surut diketahui bahwa nilai nitrat dan seng hampir di seluruh stasiun sudah melewati baku mutu.



Gambar 56. Indeks Pencemaran Zona Perairan Pantai

Mengacu pada **Gambar 56**, diketahui bahwa nilai indeks pencemaran pada zona perairan pantai memiliki nilai yang cenderung stabil pada setiap stasiun dengan status tercemar ringan dan sedang. Nilai indeks tertinggi pada periode 1 sebesar 5,05 ditemukan pada stasiun C5 dengan status tercemar sedang. Pada stasiun C5 diketahui bahwa nilai parameter nitrat dan seng sudah melebihi baku mutu yaitu sebesar 0,426 mg/L dan 0,024 mg/L. Sementara nilai terendah sebesar 0,84 ditemukan pada stasiun C3 juga dengan status tercemar ringan. Pada stasiun C3 juga didapatkan konsentrasi nitrat dan seng yang sudah diatas baku mutu yaitu sebesar 0,084 mg/L dan 0,026 mg/L.

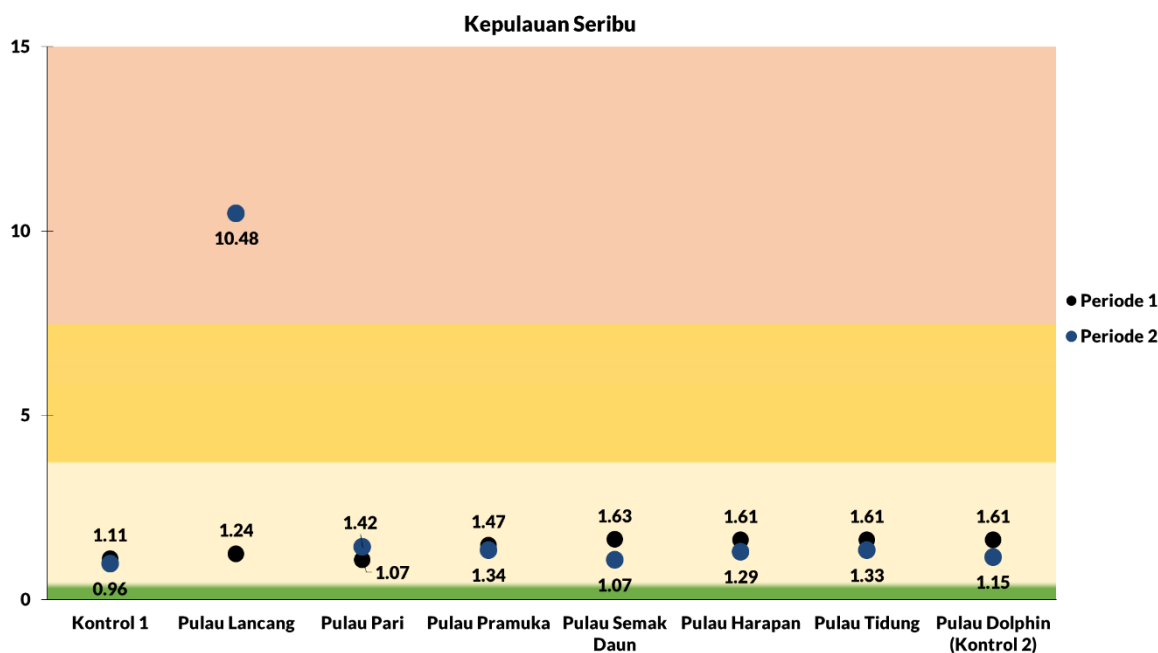
Sedangkan pada periode 2 nilai indeks pencemaran tertinggi sebesar 1,15 ditemukan di stasiun A6 dengan status tercemar ringan. Adapun nilai indeks pencemaran terendah didapatkan di stasiun B2 sebesar 0,9 juga dengan status tercemar ringan. Secara keseluruhan berdasarkan hasil analisis pada zona perairan pantai baik pada periode 1 dan 2 diketahui bahwa pada beberapa stasiun konsentrasi nitrat dan seng sudah melewati baku mutu. Selain parameter nitrat yang sudah melewati baku mutu, didapatkan juga parameter ammonia yang juga melebihi baku mutu yaitu di stasiun B7 sebesar 0,350 mg/L pada periode 1.



Gambar 57. Indeks Pencemaran Zona Teluk

Indeks pencemaran pada Tahun 2022 zona perairan teluk (**Gambar 57**) memiliki nilai cenderung stabil pada setiap stasiun pengambilan data yang menunjukkan status tercemar ringan. Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa nilai IP tertinggi pada periode 1 dan 2 zona perairan teluk ditemukan di stasiun A3 dengan nilai 1,78 dan B4 sebesar 1,47. Nilai tersebut termasuk dalam kategori status tercemar ringan. Sedangkan nilai terendah pada periode 1 dan 2 ditemukan di stasiun A4 dengan nilai 1,29 dan 1,02 yang termasuk dalam kategori status tercemar ringan.

Secara keseluruhan berdasarkan hasil analisis pada zona perairan teluk memiliki nilai nitrat dan seng yang sudah melewati baku mutu pada beberapa stasiun. Selain parameter nitrat yang sudah melewati baku mutu, didapatkan juga parameter ammonia yang juga melebihi baku yaitu pada stasiun B4 memiliki nilai amonia sebesar 0,164 mg/L pada periode 1.



Gambar 58. Indeks Pencemaran Zona Kepulauan Seribu

Berdasarkan **Gambar 58** diketahui bahwa indeks pencemaran pada zona perairan Kepulauan Seribu memiliki nilai yang cenderung stabil dengan status tercemar ringan, tetapi pada stasiun Pulau Lancang dengan status tercemar berat. Nilai indeks tertinggi pada periode 1 dan 2 dengan status tercemar ringan ditemukan pada stasiun Semak Daun sebesar 1,63 dan status tercemar berat sebesar 10,48 pada stasiun Pulau Lancang.

Adapun nilai terendah pada periode 1 dan 2 sebesar 1,07 ditemukan pada Pulau Pari dan 1,06 pada pulau Semak Daun juga dengan status tercemar ringan. Secara keseluruhan berdasarkan hasil analisis di setiap stasiun pada zona perairan Kepulauan Seribu memiliki nilai nitrat dan seng yang sudah melewati baku mutu.

4.4.2. Tren Indeks Pencemaran 2015-2022

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, diketahui bahwa seluruh lokasi pengamatan zona muara kondisi pasang mengalami peningkatan status pencemaran air dari tahun 2015 hingga 2022 (**Tabel 14**). Hal ini terlihat seiring dengan meningkatnya presentase status pencemaran air dari status tercemar ringan, sedang hingga berat. Perubahan status indeks pencemaran air secara signifikan terjadi dari tahun 2018 hingga 2022 pada keseluruhan stasiun untuk zona muara saat kondisi pasang. Nilai indeks pencemaran air pada tahun 2022 di zona muara mengalami peningkatan yang cukup tinggi dibandingkan dengan tahun 2021 untuk beberapa stasiun seperti Muara Angke, Cengkareng Drain, Muara BKT dan Muara Kamal.

Tabel 14. Tren Indeks Pencemaran Zona Muara Pasang

Tahun	Stasiun										
	Kamal	Cengkareng	Angke	Karang	Pompa Pluit	Ancol	Sunter	Cilincing	Marunda	BKT	Gembong
2015	0,72	1,98	0,65	0,41	1,54	0,51	3,54		0,64	0,68	0,65
2016	3,54	3,55	2,35	0,66	3,16	0,36	3,44	3,29	1,31	4,00	0,71
2017	0,37	3,29	3,88	0,39	4,07	0,36	4,12	1,04	1,35	5,48	0,36
2018	1,69	2,90	1,80	1,84	2,95	2,45	3,10	3,65	2,73	4,22	2,88
2019	1,42	3,54	3,27	2,85	2,56	3,03	2,95	2,66	3,08	3,30	2,50
2020	2,94			0,45	5,89		2,43	0,37		1,31	
2021	13,80	11,21	567,33	2,01	4,22	1,71	1,86	2,17	4,04	4,37	7,73
2022	1,83	61,24	64,40	1,66	2,44	1,13	3,56	1,77	6,46	31,52	2,15

Berdasarkan **Tabel 15** diketahui bahwa stasiun dengan nilai indeks pencemaran tertinggi pada periode 1 tahun 2021 dan 2022 adalah Muara Gembong sebesar 12,87 dan BKT sebesar 24,80. Sedangkan nilai indeks pencemaran tertinggi pada periode 2 tahun 2021 dan 2022 adalah Muara Angke sebesar 113,28 dan 113,39. Adapun parameter yang menunjukkan perubahan dan fluktuasi yang besar pada stasiun tersebut meliputi kekeruhan, TSS, DO, fosfat, nitrat, amonia dan total coliform.

Tabel 15. Indeks Pencemaran Zona Muara Pasang Secara Periodik Tahun 2021-2022

Stasiun	Tahun			
	2021		2022	
	Periode 1	Periode 2	Periode 1	Periode 2
Muara Kamal	5,51	22,09	1,48	2,18
Cengkareng Drain	3,11	19,31	9,19	113,28
Muara Angke	2,28	1132,38	15,40	113,39
Muara Karang	2,30	1,71	2,01	1,31
Pompa Pluit	3,69	4,75	3,13	1,74
Ancol	2,04	1,37	1,27	0,99
Sunter	2,13	1,58	1,60	5,51
Cilincing	2,66	1,68	1,88	1,66
Marunda	2,31	5,76	11,36	1,55
BKT	2,56	6,17	24,80	38,25
Muara Gembong	12,87	2,60	2,90	1,39

Tabel 16. Tren Indeks Pencemaran Zona Muara Surut

Tahun	Stasiun										
	Kamal	Cengkareng	Angke	Karang	Pompa Pluit	Ancol	Sunter	Cilincing	Marunda	BKT	Gembong
2015	1,45	3,65	2,27	0,57	0,42	0,58	1,84		0,69	2,82	0,68
2016	3,97	3,14	2,75	0,78	2,64	0,35	1,71	4,65	0,82	3,51	2,36
2017	2,11	3,44	3,27	3,42	3,48	0,37	5,33	5,86	1,84	5,42	0,36
2018	1,84	2,89	2,88	2,39	2,64	1,80	3,15	4,38	1,96	3,42	2,49
2019	3,06	3,00	3,63	3,01	1,90	1,98	4,47	2,75	2,60	3,25	2,17
2020	2,94			0,45	5,89		2,43	0,37		1,31	
2021	9,50	13,69	75,15	1,92	6,40	1,76	1,70	4,59	3,37	7,54	3,97
2022	1,19	29,08	86,10	1,96	2,62	1,58	6,25	1,86	57,36	3,22	1,86

Mengacu pada **Tabel 16**, diketahui pada semua lokasi pengamatan zona muara saat surut menunjukkan peningkatan status pencemaran air dari tahun 2015 hingga 2022. Hal tersebut disebabkan oleh meningkatnya presentase status pencemaran air dari status tercemar ringan, sedang hingga berat. Perubahan status indeks pencemaran air secara signifikan terjadi dari tahun 2018 hingga 2022 pada keseluruhan stasiun untuk zona muara saat kondisi surut.

Nilai indeks pencemaran air untuk tahun 2022 pada zona muara surut mengalami peningkatan yang cukup tinggi dibandingkan dengan tahun sebelumnya khususnya pada stasiun Marunda dan Cengkareng Drain. Sedangkan pada stasiun Muara Angke masih dalam kategori cukup tinggi dan pada stasiun lainnya termasuk dalam kategori tercemar ringan hingga sedang. Terdapat beberapa parameter yang menunjukkan perubahan dan fluktuasi yang besar pada stasiun seperti kekeruhan, TSS, DO, fosfat, nitrat, amonia dan total coliform.

Tabel 17. Indeks Pencemaran Zona Muara Surut Secara Periodik Tahun 2021-2022

Stasiun	Tahun			
	2021		2022	
	Periode 1	Periode 2	Periode 1	Periode 2
Muara Kamal	2,77	16,23	1,16	1,22
Cengkareng Drain	2,53	24,85	38,28	19,88
Muara Angke	135,91	14,40	58,71	113,50
Muara Karang	2,82	1,03	2,21	1,71
Pompa Pluit	9,06	3,73	1,93	3,32
Ancol	2,36	1,15	1,37	1,78
Sunter	2,20	1,20	9,01	3,48
Cilincing	6,62	2,57	2,49	1,22
Marunda	2,17	4,57	113,26	1,47
BKT	3,67	11,41	2,11	4,33
Muara Gembong	6,33	1,60	2,07	1,65

Secara periodik (**Tabel 17**) nilai indeks pencemaran zona muara surut tertinggi pada periode 1 tahun 2021 dan 2022 didapatkan di stasiun Muara Angke sebesar 135,91 dan Marunda Sebesar 113,26. Sedangkan nilai indeks pencemaran tertinggi pada periode 2 tahun

2021 dan 2022 ditemukan di stasiun Cengkareng Drain sebesar 24,85 dan Muara Angke sebesar 113,50.

Tabel 18. Tren Indeks Pencemaran Zona Perairan Pantai

Tahun	Stasiun																
	A1	A2	A6	A7	B1	B2	B6	B7	C2	C3	C4	C5	C6	D3	D4	D5	D6
2015	2,00	2,14	3,05	3,14	2,09	2,28	2,30	1,38	4,24	1,65	1,66	2,55	2,01	2,01	2,44	2,65	2,87
2016	9,17	9,17	9,17	9,22	9,20	9,17	9,19	9,17	9,21	9,19	9,17	9,18	9,18	9,18	9,18		9,18
2017	9,20	9,23	9,90	9,21	9,91	9,88	10,40	9,90	9,90	9,92	9,88	9,88	9,92	10,32	9,88		10,34
2018	3,88	3,61	4,04	4,93	4,42	3,80	3,59	3,56	4,67	2,90	3,80	3,83	3,44	2,97	3,84	5,18	3,90
2019	3,87	3,98	3,02	3,28	4,64	4,88	3,25	4,85	4,36	4,00	3,88	2,93	4,15	3,63	3,21	3,27	3,51
2020		5,27	5,12				5,25			4,97	5,20	5,04			5,27		
2021	1,48	1,92	1,61	2,43	1,56	1,68	1,41	1,86	1,62	1,73	1,73	1,40	1,67	1,75	1,75	1,99	1,94
2022	1,14	1,44	1,57	1,43	1,26	1,50	1,39	1,75	1,18	0,98	1,13	3,04	1,18	1,29	1,34	1,23	1,11

Berdasarkan **Tabel 18**, diketahui bahwa seluruh stasiun pengamatan zona perairan pantai mengalami peningkatan status pencemaran air yang berfluktuatif dari tahun 2016 hingga 2022. Peningkatan tersebut disebabkan oleh naiknya presentase status pencemaran air dari tercemar ringan, sedang hingga berat. Perubahan status indeks pencemaran air secara signifikan terjadi dari tahun 2016 hingga 2017 pada keseluruhan stasiun untuk zona perairan pantai.

Sementara pada tahun 2022, nilai indeks pencemaran air menunjukkan perubahan yang relatif lebih baik dibandingkan dengan tahun sebelumnya. Perubahan tersebut ditemukan pada stasiun A2, A6, B6, C4, C5 dan D4 terutama stasiun C3 status Indeks Pencemaran menjadi Baik. Adapun parameter yang menunjukkan perubahan dan fluktuasi yang besar pada stasiun tersebut adalah amonia dan nitrat.

Berdasarkan hasil analisis secara periodik (**Tabel 19**) secara keseluruhan stasiun pengamatan pada zona perairan pantai termasuk dalam status tercemar ringan. Adapun status tercemar sedang ditemukan di stasiun C5 pada periode 1 tahun 2022. Nilai indeks pencemaran tertinggi pada periode 1 tahun 2021 dan 2022 ditemukan di stasiun A7 sebesar 3,82 dan C5 sebesar 5,05. Sedangkan pada periode 2 tahun 2021 dan 2022 nilai indeks tertinggi ditemukan di stasiun D5 sebesar 1,54 dan D3 sebesar 1,14.

Tabel 19. Indeks Pencemaran Zona Pantai Secara Periodik Tahun 2021-2022

Stasiun	Tahun			
	2021		2022	
	Periode 1	Periode 2	Periode 1	Periode 2
A1	1,95	1,01	1,28	1,00
A2	2,81	1,04	1,79	1,10
A6	2,21	1,01	1,99	1,16
A7	3,82	1,04	1,88	0,99
B1	2,02	1,09	1,50	1,01
B2	2,04	1,33	2,08	0,92
B6	1,84	0,98	1,73	1,05
B7	2,69	1,04	2,52	0,97
C2	2,21	1,04	1,39	0,97
C3	2,37	1,08	0,84	1,12
C4	2,34	1,13	1,30	0,97
C5	1,80	0,99	5,05	1,02
C6	2,31	1,02	1,35	1,01
D3	2,43	1,08	1,44	1,14
D4	2,43	1,08	1,67	1,00
D5	2,44	1,54	1,41	1,04
D6	2,56	1,32	1,16	1,07

Mengacu pada **Tabel 20**, diketahui pada semua lokasi pengamatan zona perairan teluk menunjukkan status pencemaran air yang berfluktuatif dari tahun 2016 hingga 2022. Perubahan status indeks pencemaran air secara signifikan terjadi dari tahun 2016 hingga 2017 pada keseluruhan stasiun untuk zona perairan pantai. Perubahan nilai indeks pencemaran air juga terdapat pada tahun 2019 hingga 2020 yang mengalami peningkatan pencemaran. Sementara nilai indeks pencemaran air tahun 2022 menunjukkan perubahan yang relatif lebih baik dibandingkan dengan tahun sebelumnya. Adapun stasiun yang mengalami perubahan menjadi lebih baik ditemukan pada stasiun A3, A4, B3, B4 dan B5. Parameter yang menunjukkan perubahan dan fluktuasi yang besar pada stasiun tersebut adalah amonia dan nitrat.

Tabel 20. Tren Indeks Pencemaran Zona Perairan Teluk

Tahun	Stasiun					
	A3	A4	A5	B3	B4	B5
2015	2,07	1,57	1,38	1,72	1,86	2,15
2016	9,17	9,18	9,17	9,18	9,17	9,19
2017	9,91	9,90	9,89	10,34	9,19	9,92
2018	4,11	3,67	3,50	3,87	3,31	4,07
2019	4,46	3,79	2,94	4,30	3,20	3,58
2020	5,01	5,41	4,98	5,14	5,13	5,25
2021	1,52	1,37	1,46	1,67	1,86	1,52
2022	1,07	1,03	0,96	1,13	1,62	1,38

Hasil analisis indeks pencemaran secara periodik (**Tabel 21**) menunjukkan bahwa secara keseluruhan stasiun pada zona teluk termasuk dalam status tercemar ringan. Nilai indeks pencemaran tertinggi pada periode 1 tahun 2021 dan 2022 didapatkan di stasiun B5 sebesar 2,59 dan stasiun A3 sebesar 1,78. Sedangkan pada periode 2 nilai tertinggi ditemukan di stasiun B4 sebesar 1,14 dan B5 sebesar 1,47. Pada periode 2 tahun 2022 berdasarkan hasil analisis terdapat 2 stasiun yang memiliki status baik yaitu A5 dan B4 sebesar 0,96.

Tabel 21. Indeks Pencemaran Zona Teluk Secara Periodik Tahun 2021-2022

Stasiun	Tahun			
	2021		2022	
	Periode 1	Periode 2	Periode 1	Periode 2
A3	1,98	1,05	1,78	1,07
A4	1,70	1,05	2,32	1,03
A5	1,80	1,13	1,71	0,96
B4	2,21	1,14	1,29	0,96
B5	2,59	1,12	1,77	1,47
B6	1,99	1,05	1,74	1,01

Analisis terhadap indeks pencemaran zona Kepulauan Seribu baru dilakukan di tahun 2021. Nilai indeks pencemaran di tahun 2021 dan 2022 secara keseluruhan termasuk dalam status tercemar ringan (**Tabel 22**). Nilai indeks tertinggi pada periode 1 tahun 2021 ditemukan di stasiun Titik Kontrol 1 sebesar 2,36. Sedangkan pada periode 2 nilai indeks tertinggi didapatkan di stasiun Pulau Pari, Pulau Semak Daun dan Pulau Tidung sebesar 1,76. Adapun nilai indeks kualitas air tertinggi pada periode 1 dan 2 tahun 2022 secara berurutan dijumpai di stasiun Pulau Semak Daun sebesar 1,63 dan Pulau Lancang sebesar 10,48.

Tabel 22. Indeks Pencemaran Zona Kepulauan Seribu Secara Periodik Tahun 2021-2022

Stasiun	Tahun	
	2021	2022

	Periode 1	Periode 2	Periode 1	Periode 2
Titik Kontrol 1	2,36	1,49	1,11	0,96
P. Lancang	2,03	1,63	1,24	10,48
P. Pari	2,11	1,76	1,07	1,42
P. Pramuka	1,89	1,48	1,47	1,34
P. Semak Daun	2,10	1,76	1,63	1,07
P. Harapan	1,75	1,63	1,61	1,29
P. Tidung	2,28	1,76	1,61	1,33
P. Dolphin (Titik Kontrol 2)	2,23	1,75	1,61	1,15

4.5. Indeks Kualitas Air

Evaluasi kualitas air laut di Teluk Jakarta diperoleh berdasarkan metode perhitungan indeks mutu air *National Sanitation Foundation Water Quality Index* (NSF- WQI) dengan menggunakan 5 parameter kunci meliputi TSS, DO, minyak dan lemak, amonia total, dan ortofosfat berdasarkan studi yang dilakukan oleh oleh Pusat Penelitian Pengembangan Kualitas dan Laboratorium Lingkungan (P3KLL), KLHK (2018).

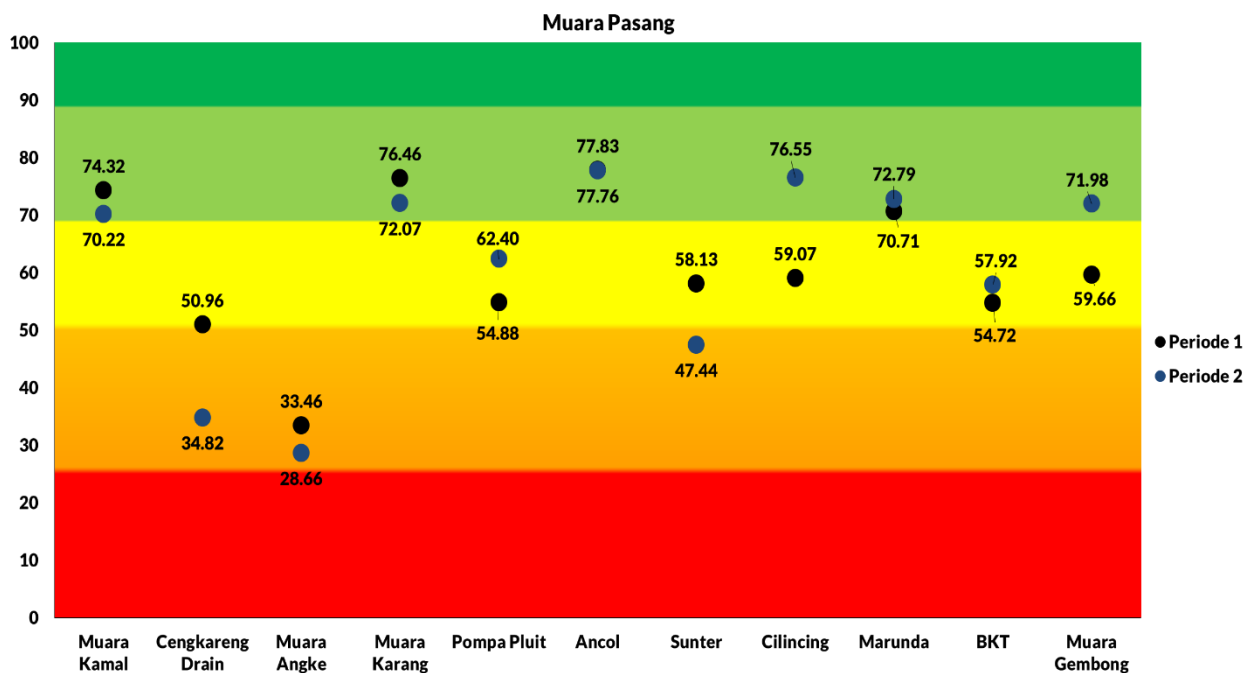
Indeks kualitas air dikembangkan dengan konsep bahwa nilai indeks yang semakin tinggi menunjukkan kualitas air yang semakin baik. Indeks kualitas air (IKA) memberikan nilai tunggal terhadap kualitas air yang diperoleh dari integrasi beberapa parameter penyusunnya pada waktu dan lokasi tertentu (Oktavia *et al.* 2018). IKA digunakan untuk menyederhanakan data kualitas air yang kompleks dan digunakan untuk memberikan indikasi awal secara cepat tentang kondisi kualitas air sehingga dapat digunakan sebagai alat ukur pengurangan laju pencemaran air.

Indeks kualitas air menggunakan kurva sub indeks parameter kualitas air sebagai pembanding, bukan baku mutu seperti pada Indeks Pencemaran. Kurva sub indeks ini dibuat melalui kesepakatan semua pemangku kepentingan (*stakeholders*), yang diawali dengan kajian ilmiah para pakar kualitas air. Secara komposit semua nilai pengukuran pada 2 periode (Maret dan Agustus) di Tahun 2022 dihitung dengan penyusunan kurva sub-indeks dengan pembobotan masing-masing parameter kualitas air sebagai komponen IKAL. Secara rinci hasil analisis Indeks Kualitas Air Laut disajikan pada sub-bab dibawah ini.

4.5.1. Indeks Kualitas Air Tahun 2022

Nilai indeks kualitas air pada zona perairan muara saat pasang (**Gambar 59**) cenderung bervariasi dan berfluktuatif pada setiap stasiun. Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan diketahui bahwa nilai indeks kualitas air pada periode 1 dan 2 termasuk dalam kriteria kurang

sampai baik. Nilai indeks terendah pada zona muara pasang pada periode 1 dan 2 ditemukan di stasiun Muara Angke dengan nilai 33,46 pada periode satu dan nilai 28,66 pada periode 2. Rendahnya nilai IKAL pada stasiun Muara Angke pada periode 1 dan 2 disebabkan adanya 3 parameter yang sudah melewati baku mutu yaitu: (1) TSS sebesar 433 mg/L dan 509 mg/L; (2) ammonia sebesar 0,925 mg/L dan 0,804 mg/L; dan (3) fosfat sebesar 0,043 mg/L dan 0,013 mg/L; 4) DO pada periode 2 sebesar 3,1 (dibawah baku mutu). Sementara nilai tertinggi pada periode 1 dan 2 dengan status baik ditemukan pada stasiun Ancol yaitu sebesar 77,83 dan 77,76.

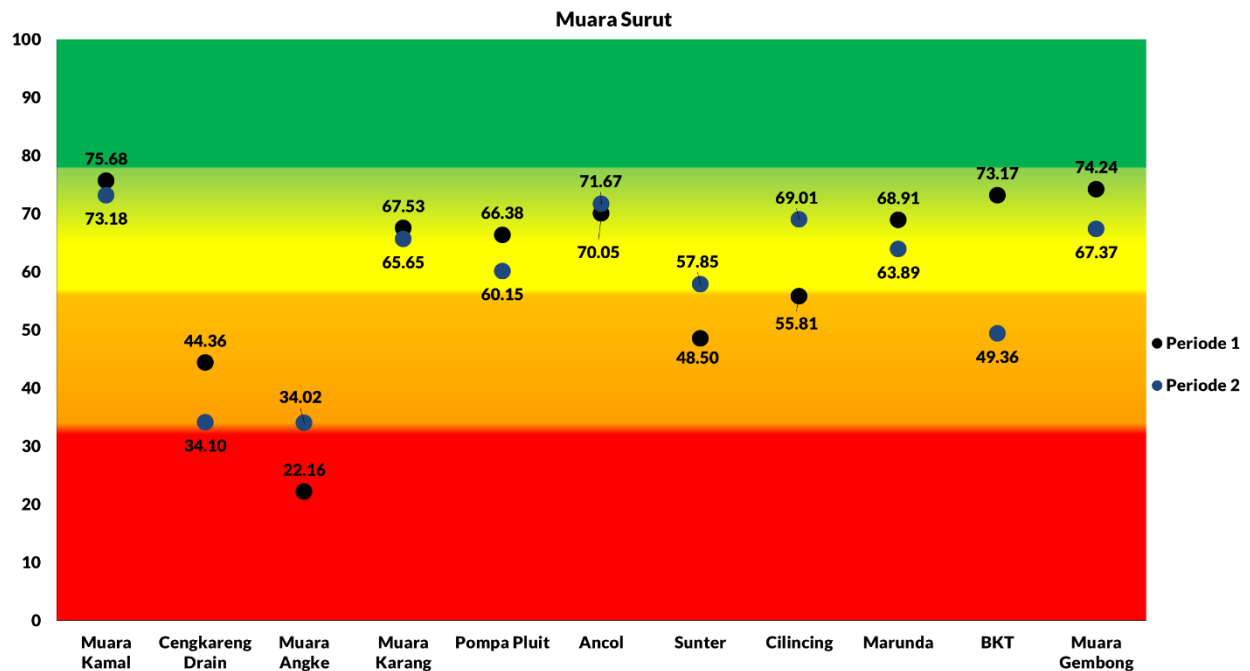


Gambar 59. Indeks Kualitas Air Zona Muara Pasang

Nilai indeks kualitas air zona perairan muara saat surut (**Gambar 60**) berdasarkan hasil analisis termasuk pada status sangat kurang hingga baik. Stasiun dengan nilai terendah, baik pada periode 1 dan 2 didapatkan di Muara Angke sebesar 22,16 dan 34,02. Rendahnya nilai IKAL di Muara Angke diakibatkan oleh tingginya konsentrasi TSS, ammonia dan fosfat serta rendahnya nilai DO. Rincian nilai dari masing-masing parameter tersebut pada dua periode adalah sebagai berikut : (1) TSS sebesar 820 mg/L dan 400 mg/L; (2) ammonia sebesar 1,137 mg/L dan 0,804 mg/L; (3) fosfat sebesar 0,034 mg/L dan 0,013 mg/L; dan (4) DO sebesar 2,4 dan 4,4.

Sementara nilai IKAL tertinggi dengan status baik pada periode 1 dan periode 2 ditemukan di stasiun Muara Kamal sebesar 75,68 dan 73,18. Sedangkan nilai IKAL tertinggi pada periode 2 ditemukan di stasiun Ancol di 2 periode dengan nilai 77,83 dan 77,76. Adapun

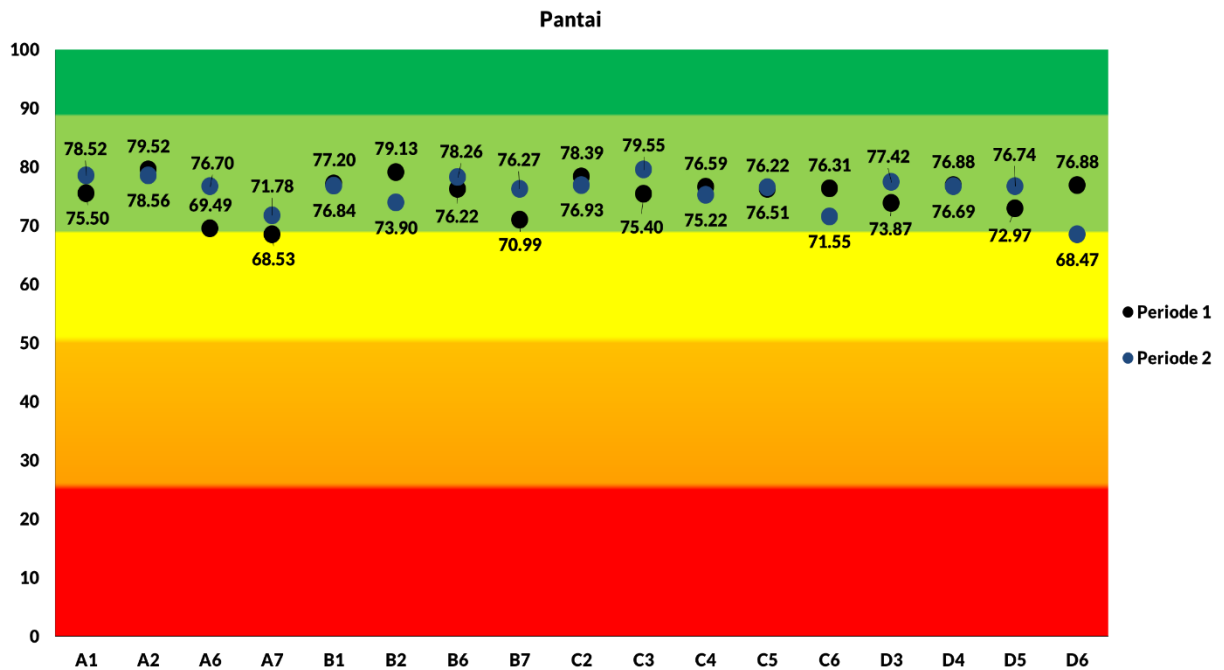
parameter kritis pada zona muara saat surut baik pada periode 1 maupun 2 didominasi oleh tingginya nilai konsentrasi TSS, ammonia dan fosfat serta rendahnya nilai DO.



Gambar 60. Indeks Kualitas Air Zona Muara Surut

Berdasarkan hasil analisis, diketahui bahwa kondisi kualitas air pada zona perairan pantai (**Gambar 61**) pada dua periode termasuk dalam status sedang sampai baik. Stasiun dengan nilai indeks paling rendah dengan status sedang pada periode 1 ditemukan pada stasiun A7 sebesar 68,53. Sedangkan, nilai tertinggi sebesar 79,52 dengan status baik ditemukan pada stasiun A2. Status sedang pada stasiun A7 disebabkan oleh tingginya konsentrasi ammonia sebesar 0,159 mg/L dan rendahnya kandungan oksigen terlarut sebesar 3,3 mg/L.

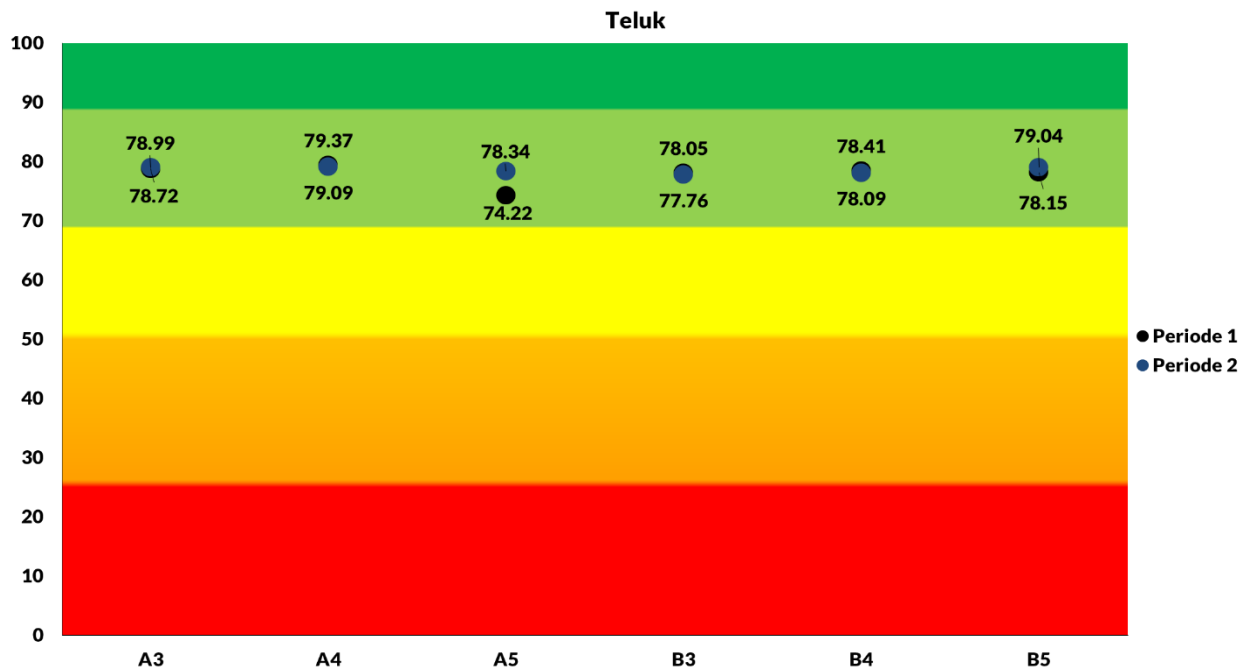
Sementara pada periode 2 stasiun dengan nilai indeks terendah sebesar 68,47 adalah D6. Adapun nilai indeks tertinggi didapatkan pada stasiun C3 sebesar 79,55. Rendahnya nilai indeks kualitas air di stasiun D6 baik juga disebabkan oleh relatif rendahnya nilai DO yaitu sebesar 3,45 mg/L. Secara keseluruhan pada periode 1 dan 2 diketahui bahwa parameter kritis pada zona perairan pantai ditemukan pada parameter DO yang memiliki nilai relatif rendah dan nilai ammonia yang relatif tinggi pada beberapa stasiun pengamatan.



Gambar 61. Indeks Kualitas Air Zona Perairan Pantai

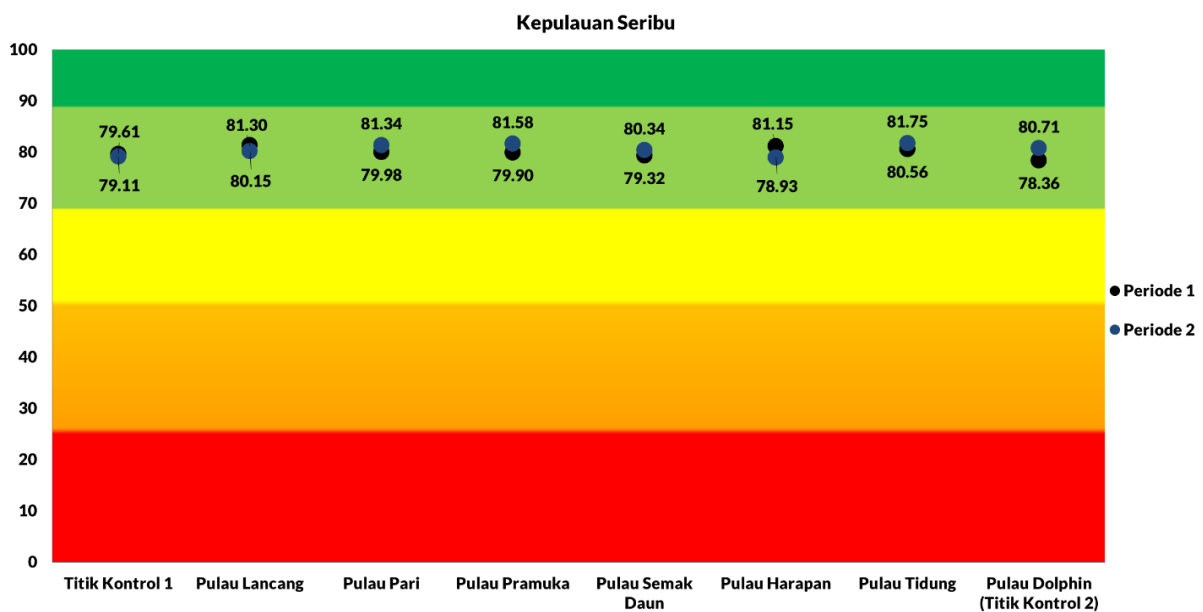
Mengacu pada **Gambar 62** diketahui bahwa nilai indeks kualitas air pada zona perairan teluk cenderung stabil baik pada periode 1 ataupun periode 2 di seluruh stasiun. Stasiun dengan nilai IKAL terendah pada periode 1 ditemukan pada stasiun A5 yaitu sebesar 74,22. Namun nilai indeks tersebut termasuk dalam status baik. Sementara nilai tertinggi didapatkan pada stasiun A4 sebesar 79,37 yang juga termasuk dalam status baik. Sedangkan pada periode 2 nilai IKAL terendah didapatkan pada stasiun B3 sebesar 77,76 yang termasuk dalam status baik. Adapun nilai IKAL tertinggi ditemukan pada stasiun A4 sebesar 79,09.

Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa pada kandungan oksigen terlarut pada beberapa stasiun di zona perairan pantai baik pada periode 1 ataupun 2 berada dibawah baku mutu. Adapun stasiun dengan kandungan oksigen dibawah baku mutu pada periode 1 meliputi: (1) A5 sebesar 4,25 mg/L; (2) A6 sebesar 3 mg/L; (3) A7 sebesar 3,3 mg/L; (4) B7 sebesar 4,45 mg/L; (5) C3 sebesar 4,95 mg/L; (6) D3 sebesar 4,85 mg/L; dan (7) D5 sebesar 4,89 mg/L. Sedangkan pada periode 2 meliputi: (1) A7 sebesar 4,3 mg/L; (2) B2 sebesar 4,75 mg/L; (3) C6 sebesar 3,9 mg/L; dan (4) D6 sebesar 3,45 mg/L.



Gambar 62. Indeks Kualitas Air Zona Perairan Teluk

Hasil analisis indeks kualitas air zona perairan Kepulauan Seribu (**Gambar 63**) menunjukkan nilai yang cenderung stabil dengan status baik pada dua periode. Nilai IKAL tertinggi pada periode 1 dengan status baik ditemukan di stasiun Pulau Lancang sebesar 81,30. Sedangkan nilai IKAL terendah didapatkan pada stasiun Pulau Dolphin sebesar 78,36. Adapun pada periode 2 nilai IKAL tertinggi dijumpai pada stasiun Pulau Tidung sebesar 81, 75. Sementara nilai IKAL terendah pada stasiun Pulau Harapan sebesar 78,93.



Gambar 63. Indeks Kualitas Air Zona Kepulauan Seribu

4.5.2. Tren Indeks Kualitas Air 2015-2022

Analisis tren indeks kualitas air pada zona Muara, pantai dan perairan Teluk periode pengamatan 2015-2022 disajikan pada tabel-tabel dibawah ini.

Tabel 23. Tren Indeks Kualitas Air Zona Muara Pasang

Tahun	Stasiun										
	Muara Kamal	Cengkareng Drain	Muara Angke	Muara Karang	Pompa Pluit	Ancol	Sunter	Cilincing	Marunda	BKT	Muara Gembong
2015	91,14	87,91	93,15	92,11	93,68	93,81	89,24		90,77	91,71	90,83
2016	94,09	93,90	72,70	92,96	89,78	90,24	88,92	94,18	93,89	93,84	90,33
2017	64,86	45,04	42,17	64,01	47,99	55,26	57,16	62,21	61,03		70,13
2018	74,03	55,42	67,48	61,39	53,01	66,91	56,20	54,26	58,45	58,28	64,31
2019	74,63	71,74	67,24	81,62	77,53	78,67	87,41	63,07	55,21	62,45	74,93
2020	40,43			64,81	48,18		47,77	57,97		64,50	
2021	57,53	51,03	64,14	73,96	56,85	73,55	60,47	63,87	52,75	42,04	49,65
2022	72,27	42,89	31,06	74,26	58,64	77,79	52,79	67,81	71,75	56,32	65,82

Berdasarkan **Tabel 23** diketahui bahwa pada semua lokasi pengamatan, zona muara saat kondisi pasang menunjukkan penurunan status kualitas air dari tahun 2015. Hal tersebut disebabkan oleh menurunnya presentase status kualitas air sejak tahun 2017 dari status sedang menjadi kurang. Adapun lokasi yang menunjukkan perubahan paling signifikan adalah Cengkareng Drain, Cilincing, Pompa Pluit dan Muara Angke. Sementara pada lokasi lain relatif lebih stabil.

Perubahan status IKAL juga terjadi pada Tahun 2019 menjadi lebih baik pada beberapa stasiun meliputi Ancol, Sunter, Muara Gembong, Pompa Pluit, Muara Karang, Cengkareng Drain dan Muara Kamal. Status IKAL pada Tahun 2022 relatif lebih menurun status dibandingkan tahun sebelumnya seperti di Cengkareng Drain, dan Muara Angke. Parameter yang menunjukkan perubahan dan fluktuasi yang besar pada zona muara adalah parameter fisik dan kesuburan perairan yang meliputi kekeruhan, TSS, nitrat, amonia, dan fosfat.

Secara periodik indeks kualitas air zona muara pasang tahun 2021 sampai 2022 cenderung fluktuatif (**Tabel 24**). Adapun stasiun dengan status baik pada tahun 2021 dan 2022 di periode 1 dan 2 adalah Muara Karang dan Ancol. Sementara stasiun yang mengalami penurunan dari tahun 2021 hingga 2022 baik pada periode 1 dan 2 adalah Cengkareng Drain dan Muara Angke.

Tabel 24. Indeks Kualitas Air Zona Muara Pasang Secara Periodik Tahun 2021-2022

Stasiun	Tahun			
	2021		2022	
	Periode 1	Periode 2	Periode 1	Periode 2
Muara Kamal	55,01	60,05	74,32	70,22
Cengkareng Drain	55,01	47,05	50,96	34,82
Muara Angke	71,73	56,55	33,46	28,66
Muara Karang	72,68	75,25	76,46	72,07
Pompa Pluit	56,87	56,83	54,88	62,40
Ancol	74,11	72,99	77,83	77,76
Sunter	55,01	65,94	58,13	47,44
Cilincing	56,60	71,13	59,07	76,55
Marunda	40,64	64,86	70,71	72,79
BKT	44,26	39,82	54,72	57,92
Muara Gembong	50,20	49,10	59,66	71,98

Tabel 25. Tren Indeks Kualitas Air Zona Muara Surut

Tahun	Stasiun										
	Muara Kamal	Cengkareng Drain	Muara Angke	Muara Karang	Pompa Pluit	Ancol	Sunter	Cilincing	Marunda	BKT	Muara Gembong
2015	90,92	89,75	93,03	92,14	91,46	86,63	86,63		93,07	93,32	90,16
2016	93,88	93,97	94,01	93,87	93,83	93,88	93,98	94,18	93,54	94,03	93,97
2017	51,37	49,61	48,71	47,47	48,79	59,08	55,40	39,47	47,33	45,32	69,93
2018	74,35	50,35	57,29	74,05	68,88	77,25	57,92	54,25	64,17	60,96	71,05
2019	62,35	64,84	55,55	82,46	78,53	82,64	83,38	72,38	57,49	77,07	80,52
2020	40,43			64,81	48,18		47,77	57,97		64,50	
2021	57,53	51,03	64,14	73,96	56,85	73,55	60,47	63,87	52,75	42,04	49,65
2022	74,43	39,23	28,09	66,59	63,26	70,86	53,17	62,41	66,40	61,27	70,81

Mengacu pada **Tabel 25**, diketahui bahwa seluruh lokasi pengamatan zona Muara saat surut mengalami penurunan status kualitas air semenjak Tahun 2016. Hal tersebut terlihat dengan menurunnya presentase status kualitas air sejak Tahun 2017 yang ditandai dengan meningkatnya presentase kualitas air dengan status sedang hingga kurang. Lokasi yang menunjukkan perubahan paling signifikan adalah Marunda, Muara Angke, Cengkareng Drain dan BKT. Sementara lokasi lain relatif lebih stabil.

Nilai IKAL muara saat surut pada Tahun 2019 cenderung lebih baik. Hal tersebut disebabkan oleh nilai IKAL yang termasuk dalam kategori baik pada 7 stasiun yaitu Ancol, Sunter, Cilincing, Muara Gembong, Pompa Pluit dan Muara Karang.

Nilai IKAL pada Tahun 2022 dapat dikatakan relatif lebih baik dibandingkan tahun sebelumnya. Hal ini disebabkan oleh berubahnya status sedang menjadi baik pada stasiun Ancol, Muara Kamal dan Muara Gembong. Sedangkan pada stasiun Muara Angke dan Cengkareng Drain mengalami penurunan terendah selama 7 tahun terakhir, hal ini

menunjukkan perubahan dan fluktuasi yang besar pada zona muara adalah parameter fisik dan kesuburan perairan seperti kekeruhan, TSS, nitrat, amonia, dan fosfat.

Tabel 26 menunjukkan indeks kualitas air zona muara surut secara periodik tahun 2021 dan 2022. Secara keseluruhan nilai indeks lebih rendah dibandingkan nilai indeks pada kondisi pasang. Adapun stasiun dengan nilai indeks terendah ditemukan di stasiun Muara Angke pada periode 1 dengan status buruk dan periode 2 dengan status kurang di tahun 2021 dan 2022.

Tabel 26. Indeks Kualitas Air Zona Muara Surut Secara Periodik Tahun 2021-2022

Stasiun	Tahun			
	2021		2022	
	Periode 1	Periode 2	Periode 1	Periode 2
Muara Kamal	65,39	56,11	75,68	73,18
Cengkareng Drain	47,47	41,81	44,36	34,10
Muara Angke	18,24	35,85	22,16	34,02
Muara Karang	65,06	72,31	67,53	65,65
Pompa Pluit	46,17	56,39	66,38	60,15
Ancol	67,39	76,59	70,05	71,67
Sunter	47,70	70,60	48,50	57,85
Cilincing	38,87	57,79	55,81	69,01
Marunda	49,28	61,61	68,91	63,89
BKT	63,02	35,95	73,17	49,36
Muara Gembong	48,12	66,36	74,24	67,37

Tabel 27. Tren Indeks Kualitas Air Zona Perairan Pantai

Tahun	Stasiun																
	A1	A2	A6	A7	B1	B2	B6	B7	C2	C3	C4	C5	C6	D3	D4	D5	D6
2015	79,00	79,70	73,88	75,30	69,37	76,54	74,41	70,86	67,88	76,85	72,34	75,95	69,52	68,32	72,19	73,79	70,04
2016	80,26	79,42	76,38	66,15	79,31	80,10	77,34	74,54	67,18	72,99	79,93	70,52	75,50	79,20	79,57	60,20	72,16
2017	67,55	63,77	65,61	66,43	73,40	80,11	69,85	71,18	65,90	70,60	74,75	72,66	43,33	71,98	73,18	81,40	63,83
2018	72,75	76,27	77,18	74,59	72,51	76,27	68,84	74,96	51,94	66,87	66,11	65,60	59,99	72,64	66,60	66,03	64,40
2019	70,66	72,83	67,22	67,28	69,06	74,80	74,06	72,92	72,84	67,05	74,16	72,63	63,68	69,23	74,73	73,57	72,63
2020		48,52	67,88				68,04			49,97	67,25	67,80			65,20		
2021	74,70	76,74	72,88	70,54	73,80	75,80	70,85	66,07	77,13	76,88	75,81	74,44	68,98	69,40	71,74	67,02	65,56
2022	77,01	79,04	73,09	70,16	77,02	76,52	77,24	73,63	77,66	77,47	75,90	76,37	73,93	75,65	76,78	74,86	72,68

Tabel 27 menunjukkan nilai IKAL zona perairan pantai dari Tahun 2015-2022. Berdasarkan tabel tersebut diketahui pada semua lokasi pengamatan relatif menunjukkan penurunan status kualitas air dari Tahun 2015. Namun perubahan nilai IKAL tidak terlalu signifikan seperti pada zona muara. Fluktuasi perubahan nilai IKAL pada zona perairan pantai terlihat sejak Tahun 2017 sampai 2021. Hal ini terlihat dengan menurunnya status kualitas air pada beberapa stasiun pemantauan dan meningkatnya presentase kualitas air dengan status sedang hingga kurang.

Berdasarkan **Tabel 28** diketahui bahwa terjadi peningkatan nilai indeks kualitas air pada tahun 2022. Perubahan status IKAL pada Tahun 2022 relatif lebih baik dibandingkan tahun sebelumnya. Beberapa parameter yang menunjukkan perubahan dan fluktuasi yang besar pada zona perairan pantai adalah parameter kesuburan perairan seperti nitrat, amonia dan fosfat.

Adapun nilai indeks terendah sebesar 53,86 dengan status kurang ditemukan di stasiun D6 pada periode 1 tahun 2021. Sedangkan nilai terendah pada tahun 2022 ditemukan di stasiun A7 sebesar 68,53 pada periode 1 dan stasiun D6 sebesar 68,47 pada periode 2.

Tabel 28. Indeks Kualitas Air Zona Pantai Secara Periodik Tahun 2021-2022

Stasiun	Tahun			
	2021		2022	
	Periode 1	Periode 2	Periode 1	Periode 2
A1	74,31	75,09	75,50	78,52
A2	74,22	79,26	79,52	78,56
A6	68,67	77,09	69,49	76,70
A7	63,39	77,69	68,53	71,78
B1	71,82	75,78	77,20	76,84
B2	73,56	78,04	79,13	73,90
B6	67,11	74,59	76,22	78,26
B7	57,11	75,03	70,99	76,27
C2	73,12	81,14	78,39	76,93
C3	74,20	79,57	75,40	79,55
C4	74,57	77,05	76,59	75,22
C5	72,59	76,29	76,22	76,51
C6	58,17	79,79	76,31	71,55
D3	67,62	71,19	73,87	77,42
D4	65,20	78,28	76,88	76,69
D5	56,10	77,94	72,97	76,74
D6	53,86	77,27	76,88	68,47

Tabel 29. Tren Indeks Kualitas Air Zona Perairan Teluk

Tahun	Stasiun					
	A3	A4	A5	B4	B5	B6
2015	79,89	76,79	74,91	77,35	71,84	74,41
2016	78,61	72,94	77,44	78,88	74,67	77,34
2017	62,95	72,08	65,60	71,58	63,12	69,85
2018	77,19	75,63	78,96	71,20	60,26	68,84
2019	75,14	71,54	70,23	73,04	76,64	74,06
2020	69,54	66,99	49,79	67,19	67,93	68,04
2021	76,59	75,97	72,16	71,73	69,89	70,85
2022	78,85	79,23	76,28	78,25	78,59	77,24
Sangat Kurang	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Kurang	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Sedang	13%	13%	25%	13%	38%	25%
Baik	88%	88%	75%	88%	63%	75%
Sangat Baik	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Jumlah	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Mengacu pada

Tabel 29 diketahui bahwa pada semua lokasi pengamatan zona perairan teluk relatif menunjukkan penurunan status kualitas air dari Tahun 2016. Akan tetapi perubahan nilai IKAL tidak terlalu signifikan seperti pada zona muara. Fluktuasi perubahan nilai IKAL pada zona perairan teluk terlihat sejak Tahun 2017 sampai 2021, hal ini terlihat dengan menurunnya status kualitas air pada beberapa stasiun seperti pada tahun 2020 status IKAL pada setiap titik dengan status sedang.

Tabel 30. Indeks Kualitas Air Zona Teluk Secara Periodik Tahun 2021-2022

Stasiun	Tahun			
	2021		2022	
	Periode 1	Periode 2	Periode 1	Periode 2
A3	74,704	78,481	78,722	78,987
A4	74,329	77,615	79,367	79,092
A5	67,941	76,381	74,224	78,340
B4	76,217	76,906	78,055	77,759
B5	67,826	75,641	78,408	78,095
B6	65,226	74,560	78,146	79,035

Perubahan status IKAL pada Tahun 2022 (**Tabel 30**) sangat lebih baik dibandingkan tahun-tahun sebelumnya seperti yang ditampilkan pada **Tabel 29**. Hal tersebut disebabkan

oleh status IKAL pada seluruh stasiun pengamatan baik periode 1 dan 2 termasuk dalam kategori baik.

Analisis terhadap indeks kualitas air zona Kepulauan Seribu baru dilakukan di tahun 2021. Secara periodik nilai indeks kualitas air di tahun 2021 dan 2022 termasuk dalam status baik (**Tabel 31**). Nilai indeks tertinggi pada periode 1 tahun 2021 ditemukan di stasiun Pulau Lancang dan Pulau Pari sebesar 79,41. Sedangkan pada periode 2 nilai indeks tertinggi didapatkan di stasiun Pulau Dolphin sebesar 75,14. Adapun nilai indeks kualitas air tertinggi pada periode 1 dan 2 tahun 2022 secara berurutan dijumpai di stasiun Pulau Lancang sebesar 81,30 dan Pulau Tidung sebesar 81,75.

Tabel 31. Indeks Kualitas Air Zona Kepulauan Seribu Secara Periodik Tahun 2021-2022

Stasiun	Tahun			
	2021		2022	
	Periode 1	Periode 2	Periode 1	Periode 2
Titik Kontrol 1	72,95	74,35	79,61	79,11
P. Lancang	79,41	74,72	81,30	80,15
P. Pari	79,41	73,81	79,98	81,34
P. Pramuka	75,08	70,56	79,90	81,58
P. Semak Daun	71,68	73,73	79,32	80,34
P. Harapan	76,86	73,50	81,15	78,93
P. Tidung	76,49	71,79	80,56	81,75
P. Dolphin (Titik Kontrol 2)	75,23	75,14	78,36	80,71

4.6. Analisis Biota

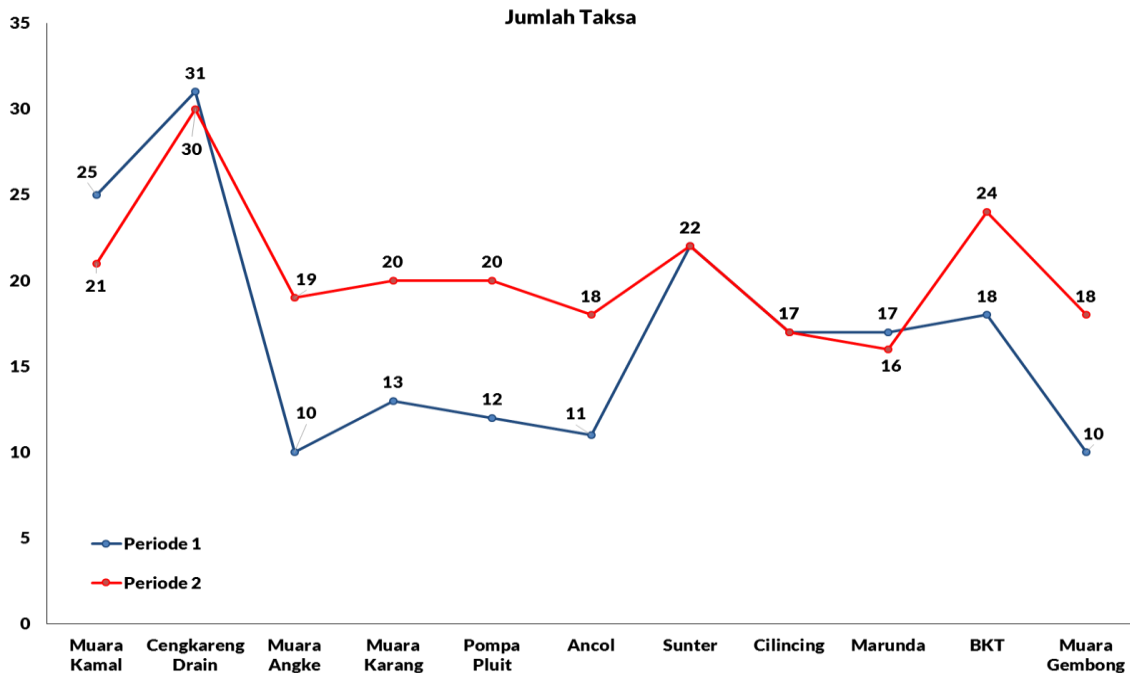
Analisis terhadap biota (fitoplankton, zooplankton dan benthos) yang dilakukan meliputi jumlah taksa, kelimpahan, indeks keragaman, keseragaman dan dominansi. Tujuan dari dilakukannya analisis tersebut adalah untuk mengetahui pola penyebaran komunitas biota (fitoplankton, zooplankton dan benthos) pada perairan laut, Muara Teluk Jakarta serta Kepulauan Seribu. Secara rinci hasil dari analisis disajikan pada sub-bab dibawah ini.

4.6.1. Analisis Fitoplankton

Fitoplankton adalah organisme yang hidup di ekosistem perairan dan merupakan indikator dari kualitas suatu perairan (Wu, 1984). Berdasarkan hal tersebut maka perlu untuk mengkaji struktur komunitas fitoplankton pada perairan laut, Muara Teluk Jakarta dan Kepulauan Seribu sebagai dasar dalam pengelolaan pada kawasan perairan tersebut. Pengambilan sampel dilaksanakan pada 2 (dua) periode yang berbeda. Pengambilan sampel periode 1 dilakukan pada bulan Maret 2022 yang merepresentasikan musim Barat, sementara

periode 2 pada bulan Agustus yang merepresentasikan musim Timur. Secara keseluruhan fitoplankton yang didapatkan saat pengambilan sampel periode 1 dan 2 meliputi *Bacillariophyceae*, *Chlorophyceae*, *Cyanophyceae*, *Chrysophyceae*, *Dinophyceae*, *Euglenophyceae*

4.4.1.1. Analisis Fitoplankton Zona Muara

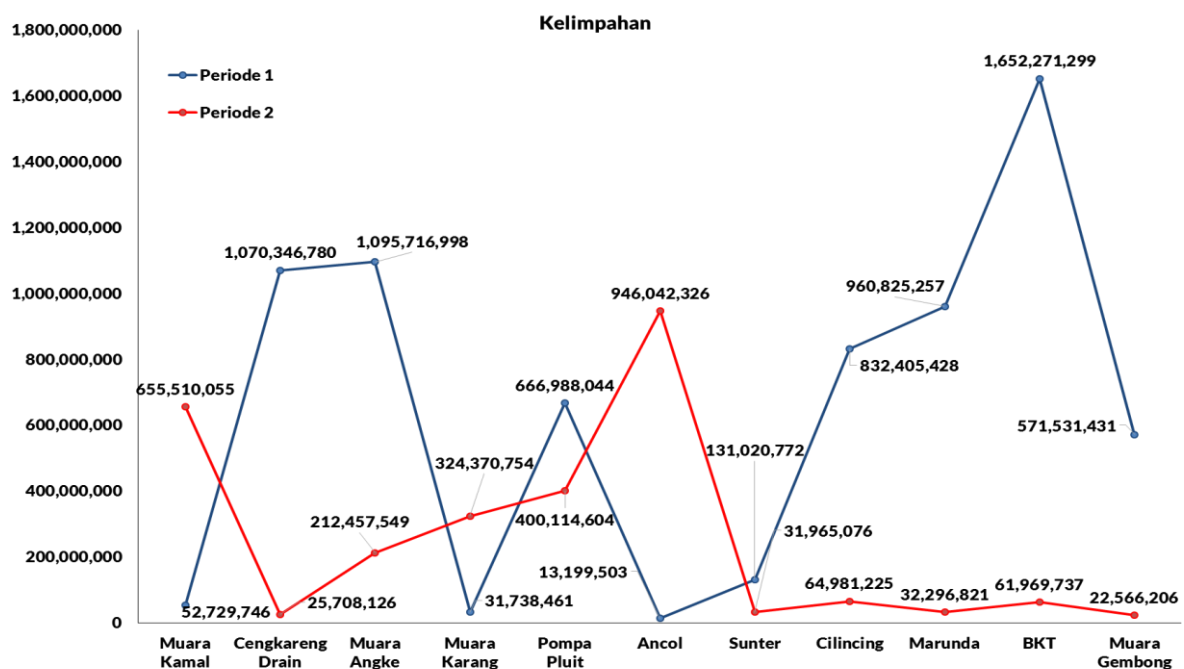


Gambar 64. Jumlah Taksa Fitoplankton Zona Muara Pasang

Gambar 64 menunjukkan jumlah taksa fitoplankton zona muara pasang pada periode 1 dan 2. Mengacu pada gambar tersebut, terlihat bahwa jumlah taksa fitoplankton pada periode 1 berkisar antara 10-31 spesies. Jumlah taksa tertinggi didapatkan pada titik pengamatan Cengkareng Drain sebanyak 31 spesies yang terdiri dari 5 kelas yaitu *Bacillariophyceae*, *Chlorophyceae*, *Cyanophyceae*, *Dinophyceae* dan *Euglenophyceae*. Sedangkan jumlah taksa terendah ditemukan pada stasiun Muara Angke dan Muara Gembong sebanyak 10 spesies yang terdiri dari 3 kelas yaitu *Bacillariophyceae*, *Cyanophyceae* dan *Dinophyceae*.

Sementara pada periode 2 jumlah taksa berkisar antara 16-30 spesies. Stasiun dengan nilai taksa tertinggi adalah Cengkareng Drain sebanyak 30 spesies yang terdiri dari 5 kelas meliputi *Bacillariophyceae*, *Chlorophyceae*, *Cyanophyceae*, *Dinophyceae* dan *Euglenophyceae*. Sedangkan nilai taksa terendah ditemukan pada stasiun Marunda sebanyak 16 spesies yang

juga terdiri dari 5 kelas meliputi *Bacillariophyceae*, *Chlorophyceae*, *Cyanophyceae*, *Dinophyceae* dan *Euglenophyceae*.



Gambar 65. Kelimpahan Fitoplankton Zona Muara Pasang

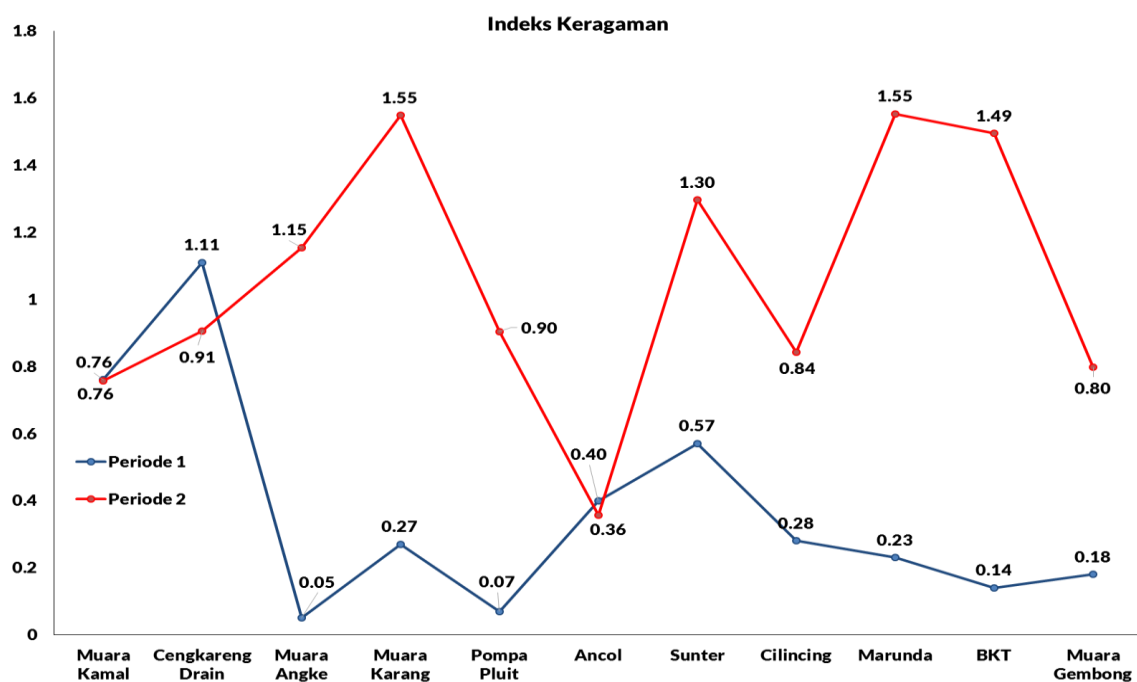
Gambar 65 menyajikan data kelimpahan fitoplankton pada zona muara saat kondisi pasang. Kisaran nilai kelimpahan fitoplankton yaitu 31.738.461-1.652.271.299 sel/m³. Nilai kelimpahan fitoplankton tertinggi ditemukan pada stasiun pengamatan BKT sebesar 1.652.271.299 sel/m³. Adapun spesies fitoplankton yang memiliki nilai kelimpahan tertinggi pada stasiun tersebut adalah *Skeletonema sp* dari kelas *Bacillariophyceae* yaitu sebanyak 1.613.051.786 sel/m³. Sedangkan nilai kelimpahan fitoplankton terendah sebanyak 30.616 sel/m³ ditemukan pada kelas *Bacillariophyceae* yaitu spesies *Triceratium sp* dan juga pada kelas *Dinophyceae* yaitu spesies *Ceratium sp*, *Dinophysis sp*, *Gymnodium sp* dan *Prorocentrum sp*.

Nilai kelimpahan fitoplankton terendah dijumpai pada stasiun pengamatan Muara Karang sebesar 31.738.461 sel/m³. Spesies fitoplankton yang memiliki kelimpahan tertinggi pada stasiun tersebut adalah *Chaetoceros sp* dari kelas *Bacillariophyceae* sebesar 30.327.087 sel/m³. Sedangkan nilai kelimpahan terendah sebesar 13.539 sel/m³ yaitu *Rhizosolenia sp* dan *Sunrella sp* dari kelas *Bacillariophyceae* serta *Peridinium sp* dari kelas *Dinophyceae*.

Kelimpahan fitoplankton pada zona muara pasang periode 2 berkisar antara 22.566.206-946.042.236 sel/m³. Stasiun dengan nilai kelimpahan tertinggi sebesar 946.042.236 sel/m³

adalah Ancol. Adapun spesies dengan kelimpahan tertinggi pada stasiun tersebut adalah *Chaetoceros sp* dari kelas *Bacillariophyceae* sebesar 865.234.054 sel/m³. Sedangkan spesies dengan nilai kelimpahan terendah adalah *Corethron sp* dari kelas *Bacillariophyceae* sebesar 33.461 sel/m³.

Stasiun dengan nilai kelimpahan terendah sebesar 22.566.206 sel/m³ adalah Muara Gembong. Spesies dengan kelimpahan tertinggi pada stasiun Muara Gembong adalah *Nitzschia sp* dari kelas *Bacillariophyceae* sebesar 18.206.765 sel/m³. Sedangkan spesies dengan kelimpahan terendah adalah *Navicula sp* dari kelas *Bacillariophyceae* dan *Dinophysis sp* dari kelas *Dinophyceae* sebesar 5.303 sel/m³.

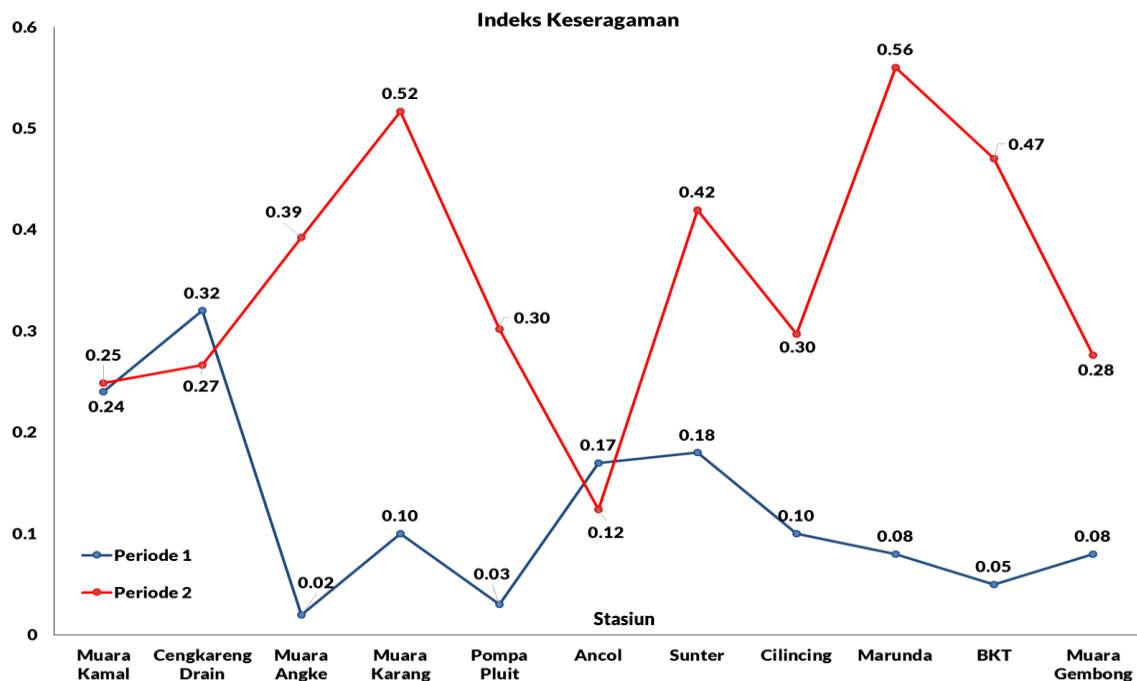


Gambar 66. Indeks Keragaman Fitoplankton Zona Muara Pasang

Gambar 66 menyajikan nilai indeks keragaman fitoplankton zona muara saat kondisi pasang. Nilai indeks keragaman fitoplankton pada periode 1 berkisar 0,05-1,11. Kisaran nilai tersebut menggambarkan tingkat keragaman fitoplankton zona muara saat kondisi pasang termasuk dalam kriteria keragaman rendah hingga sedang. Adapun nilai tertinggi indeks keragaman fitoplankton ditemukan pada stasiun Cengkareng Drain sebesar 1,11. Sedangkan nilai indeks keragaman terendah sebesar 0,05 ditemukan pada stasiun Muara Angke.

Nilai indeks keragaman fitoplankton pada zona muara pasang pada periode 2 berkisar antara 0,36-1,55. Kisaran nilai tersebut menunjukkan keragaman fitoplankton termasuk dalam kriteria rendah hingga sedang. Nilai indeks keragaman tertinggi sebesar 1,55

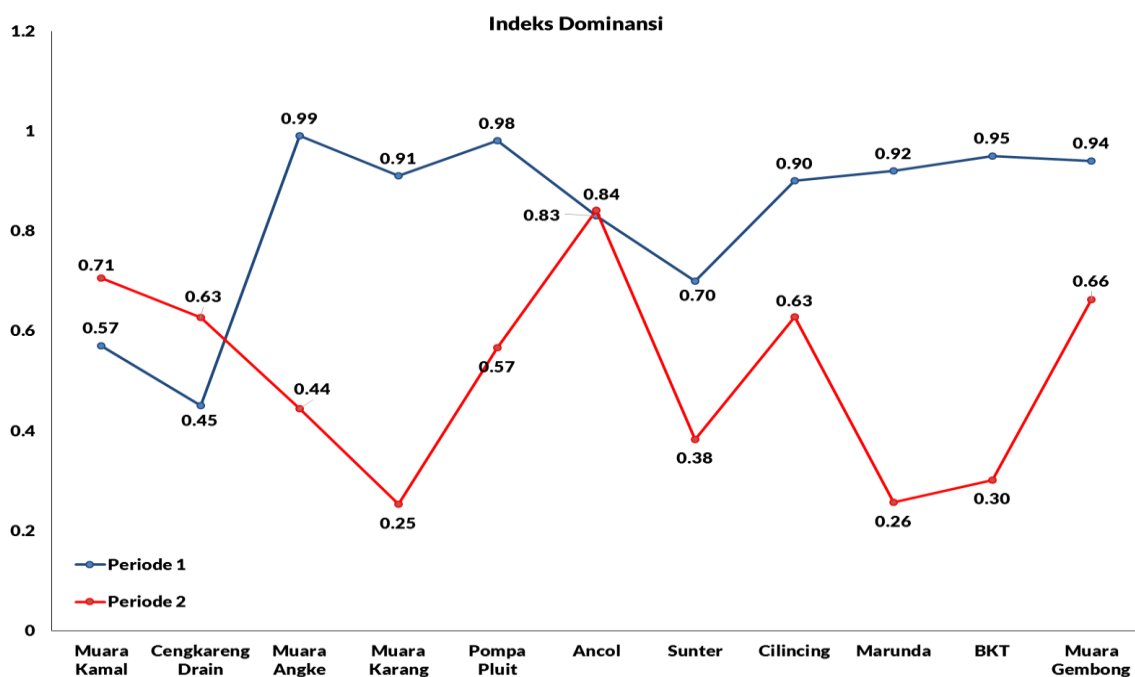
ditemukan pada stasiun Muara Karang. Sedangkan nilai indeks keragaman terendah sebesar 0,36 didapatkan pada stasiun Ancol.



Gambar 67. Indeks Keseragaman Fitoplankton Zona Muara Pasang

Gambar 67 menunjukkan nilai indeks keseragaman fitoplankton pada zona muara saat kondisi pasang. Kisaran nilai indeks keseragaman fitoplankton pada periode 1 yaitu 0,02-0,32. Nilai tersebut menunjukkan tingkat keseragaman fitoplankton termasuk dalam kriteria rendah. Stasiun Cengkareng Drain memiliki nilai indeks keseragaman fitoplankton tertinggi yaitu sebesar 0,32. Sedangkan nilai terendah ditemukan pada stasiun Muara Angke yaitu sebesar 0,02.

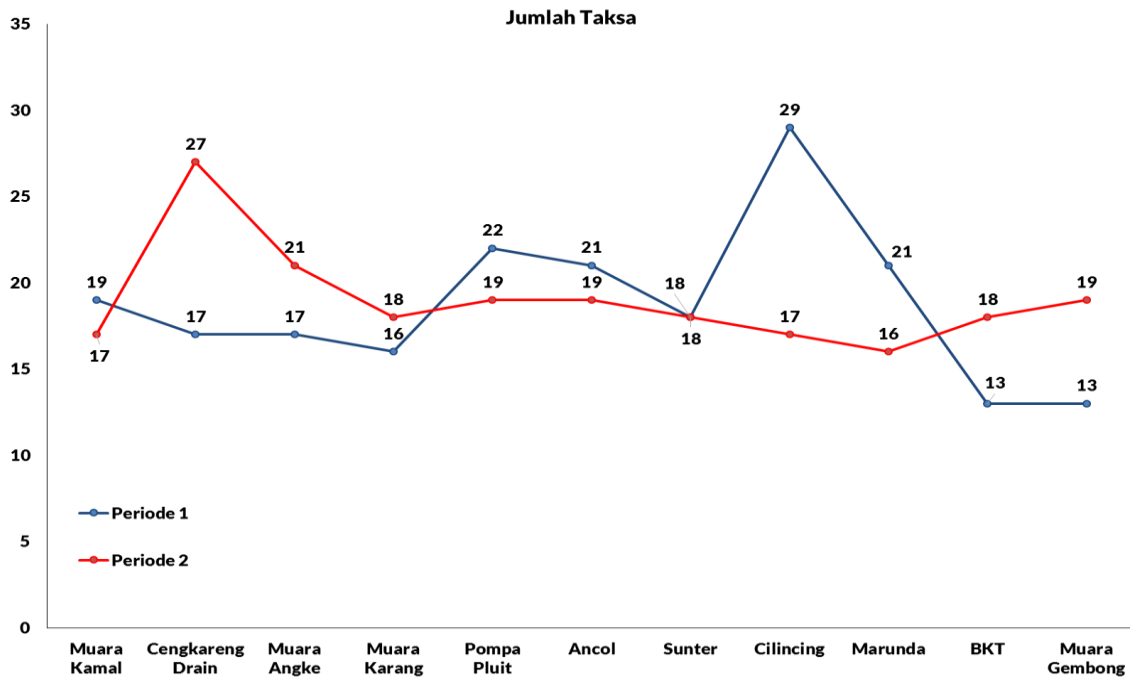
Sementara pada periode 2, nilai indeks keseragaman fitoplankton pada zona muara pasang berkisar antara 0,12-0,56 yang termasuk dalam kriteria keseragaman rendah hingga sedang. Stasiun dengan nilai indeks keseragaman tertinggi sebesar 0,56 adalah Marunda. Sedangkan nilai indeks keseragaman terendah sebesar 0,12 ditemukan pada stasiun Ancol.



Gambar 68. Indeks Dominansi Fitoplankton Zona Muara Pasang

Mengacu pada **Gambar 68** diketahui bahwa kisaran nilai indeks dominansi fitoplankton zona muara pasang antara 0,45 hingga 0,99. Kisaran nilai tersebut menunjukkan tingkat dominansi yang sedang hingga tinggi. Nilai indeks dominansi tertinggi terdapat pada stasiun Muara Angke sebesar 0,99. Sementara nilai indeks dominansi terendah ditemukan pada stasiun Cengkareng Drain sebesar 0,45.

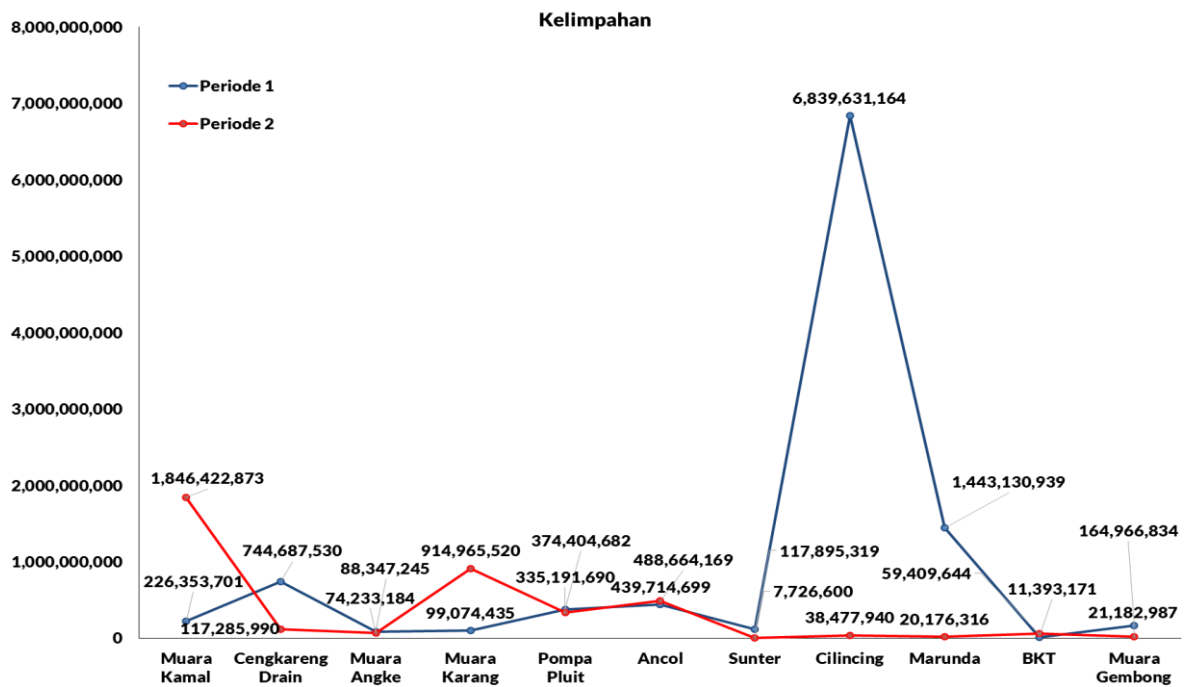
Adapun nilai indeks dominansi fitoplankton pada zona muara pasang di periode 2 berkisar antara 0,25-0,84. Berdasarkan hal tersebut diketahui bahwa tingkat dominansi fitoplankton termasuk dalam kriteria rendah hingga tinggi. Adapun stasiun dengan nilai indeks dominansi tertinggi sebesar 0,84 adalah Ancol. Sedangkan stasiun dengan nilai indeks dominansi terendah sebesar 0,25 adalah Muara Karang.



Gambar 69. Jumlah Taksa Fitoplankton Zona Muara Surut

Gambar 69 menunjukkan jumlah taksa fitoplankton pada zona muara saat surut. Jumlah taksa pada zona muara saat surut berkisar antara 13 hingga 29 spesies. Jumlah taksa tertinggi ditemukan pada stasiun pengamatan Cilincing yaitu sebanyak 24 spesies yang terdiri dari 5 kelas yaitu *Bacillariophyceae*, *Chlorophyceae*, *Cyanophyceae*, *Dinophyceae* dan *Euglenophyceae*. Sedangkan jumlah taksa terendah ditemukan pada stasiun BKT dan Muara Gembong sebanyak 13 spesies. Adapun spesies yang ditemukan pada stasiun pengamatan BKT dan Muara Gembong terdiri dari 4 kelas yaitu *Bacillariophyceae*, *Chlorophyceae*, *Cyanophyceae* dan *Dinophyceae*.

Jumlah taksa fitoplankton pada periode 2 berkisar antara 16-27 spesies. Adapun stasiun dengan nilai taksa tertinggi adalah Cengkareng Drain sebanyak 27 spesies yang terdiri dari enam kelas yaitu *Bacillariophyceae*, *Chlorophyceae*, *Cyanophyceae*, *Chrysophyceae*, *Dinophyceae* dan *Euglenophyceae*. Sedangkan stasiun dengan nilai taksa terendah adalah Marunda sebanyak 16 spesies yang terdiri dari tiga kelas *Bacillariophyceae*, *Cyanophyceae* dan *Dinophyceae*.



Gambar 70. Kelimpahan Fitoplankton Zona Muara Surut

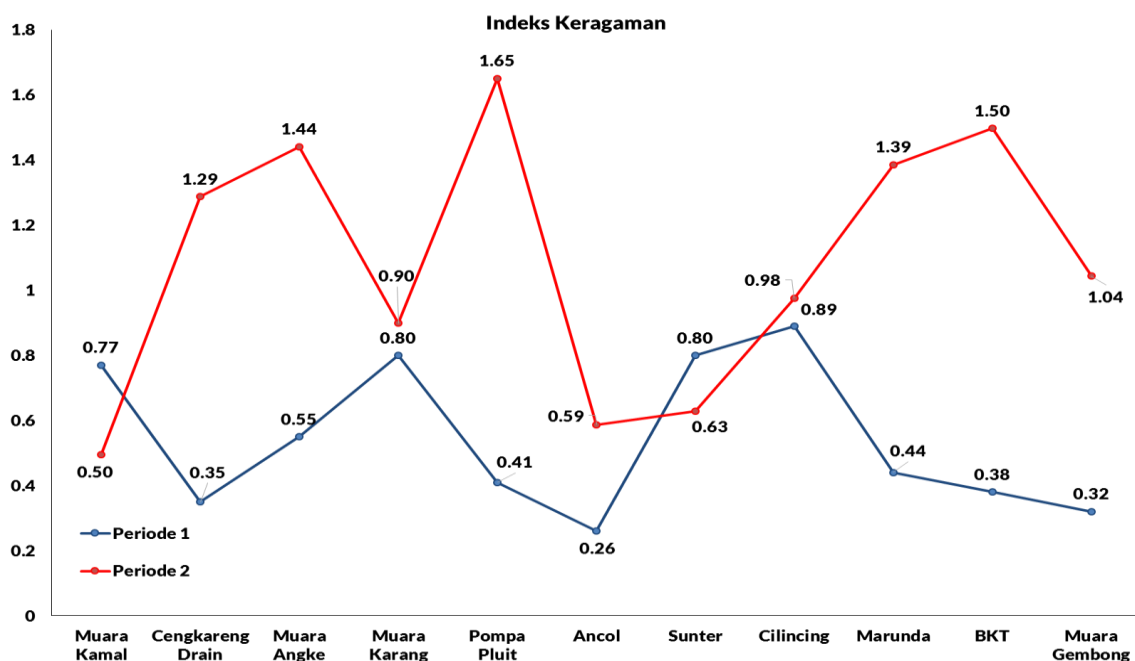
Mengacu pada **Gambar 70** diketahui bahwa kelimpahan fitoplankton pada zona muara saat kondisi surut di periode 1 berkisar antara 88.347.245 sampai 6.839.631.164 sel/m³. Kelimpahan tertinggi ditemukan pada stasiun Cilincing yaitu sebesar 6.839.631.164 sel/m³. Adapun spesies yang memiliki kelimpahan tertinggi pada stasiun tersebut adalah *Skeletonema sp* dari kelas *Bacillariophyceae* sebesar 4.757.414.074 sel/m³. Sedangkan kelimpahan spesies terendah sebesar 308.522 sel/m³ yang meliputi: (1) Kelas *Bacillariophyceae* yaitu *Climacoshpenia sp*, *Hemidiscus sp*, *Pleurosigma sp* dan *Thalassionema sp*; (2) Kelas *Dinophyceae* yaitu *Ceratium sp* dan; (3) Kelas *Euglenophyceae* yaitu *Euglena sp*.

Nilai kelimpahan fitoplankton terendah pada zona muara surut ditemukan pada stasiun Muara Angke sebesar 88.347.245 sel/m³. Spesies yang memiliki kelimpahan tertinggi pada stasiun pengamatan Muara Angke adalah *Skeletonema sp* dari kelas *Bacillariophyceae* sebesar 77.542.029 sel/m³. Sementara spesies yang memiliki kelimpahan terendah adalah *Asterionella sp* dari kelas *Bacillariophyceae* dan *Coelastrum sp* dari kelas *Chlorophyceae* sebesar 11.014 sel/m³.

Sementara kelimpahan fitoplankton pada periode 2 berkisar antara 7.726.600-1.846.422.873 sel/m³. Stasiun dengan kelimpahan fitoplankton tertinggi sebesar 1.846.422.873 sel/m³ adalah Muara Kamal. Adapun spesies dengan kelimpahan tertinggi sebesar 1.664.847.843 sel/m³ adalah *Skeletonema sp* dari kelas *Bacillariophyceae*. Sedangkan

spesies dengan kelimpahan terendah sebesar 82.012 sel/m³ meliputi: (1) *Bacteriastrum sp* dari kelas *Bacillariophyceae*; dan (2) *Ceratium sp* dan *Dinophysis sp* dari kelas *Dinophyceae*.

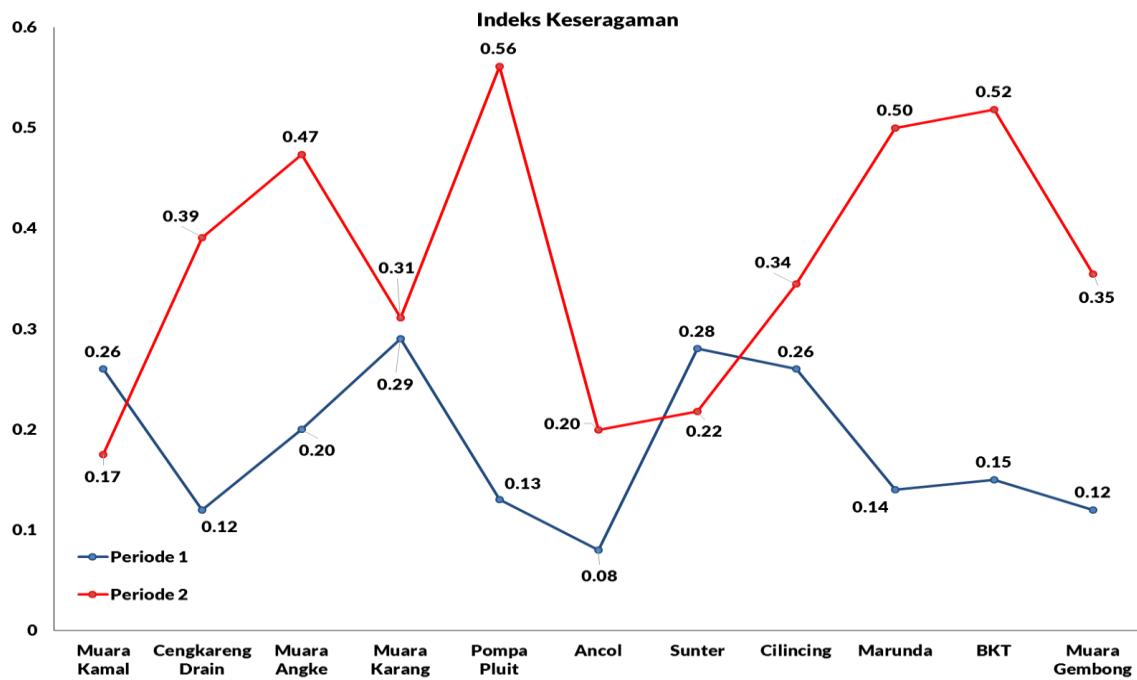
Sementara stasiun dengan kelimpahan fitoplankton terendah sebesar 7.726.600 sel/m³ adalah Sunter. Adapun spesies dengan kelimpahan tertinggi pada stasiun Sunter adalah *Skeletonema sp* dari kelas *Bacillariophyceae* sebesar 6.709.419 sel/m³. Sedangkan spesies dengan kelimpahan terendah sebesar 1.657 sel/m³ diantaranya adalah *Biddulphia sp*, *Navicula sp* dan *Pleurosigma sp* yang termasuk dalam kelas *Bacillariophyceae*.



Gambar 71. Indeks Keragaman Fitoplankton Zona Muara Surut

Mengacu pada **Gambar 71** diketahui bahwa nilai indeks keragaman fitoplankton pada periode 1 berkisar antara 0,26–0,89. Kisaran nilai indeks keragaman tersebut menunjukkan bahwa tingkat keragaman zona muara saat kondisi surut termasuk dalam kriteria rendah. Nilai indeks keragaman tertinggi pada zona muara saat kondisi surut ditemukan pada stasiun Cilincing sebesar 0,89. Sementara nilai terendah sebesar 0,26 dijumpai pada stasiun Ancol.

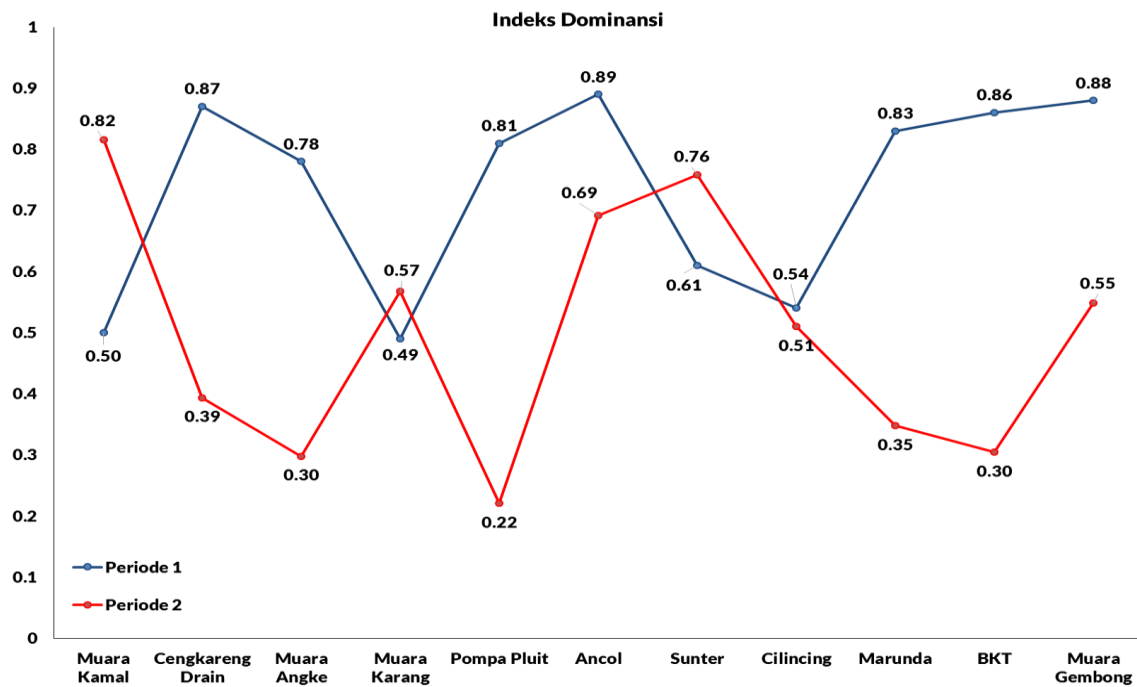
Nilai indeks keragaman fitoplankton pada zona muara surut berkisar antara 0,50–1,65. Mengacu pada kisaran nilai tersebut diketahui bahwa tingkat keragaman fitoplankton pada zona muara surut termasuk dalam kriteria keragaman rendah hingga sedang. Stasiun dengan nilai indeks keragaman fitoplankton tertinggi sebesar 1,65 adalah Pompa Pluit. Adapun nilai indeks keragaman terendah sebesar 0,50 didapatkan pada stasiun Muara Kamal.



Gambar 72. Indeks Keseragaman Fitoplankton Zona Muara Surut

Gambar 72 menunjukkan indeks keseragaman fitoplankton zona muara saat kondisi surut. Kisaran nilai indeks keseragaman fitoplankton pada periode 1 yaitu 0,08-0,29. Nilai tersebut menunjukkan tingkat keseragaman fitoplankton termasuk dalam kriteria rendah. Stasiun yang memiliki nilai indeks keseragaman tertinggi yaitu Muara Karang sebesar 0,29. Sementara nilai terendah dijumpai pada stasiun Ancol sebesar 0,08.

Nilai indeks keseragaman fitoplankton pada periode 2 berkisar antara 0,17-0,56. Kisaran nilai tersebut menunjukkan bahwa tingkat keseragaman fitoplankton pada zona muara surut termasuk dalam kriteria keseragaman rendah hingga sedang. Nilai indeks keseragaman tertinggi sebesar 0,56 ditemukan pada stasiun Pompa Pluit. Sedangkan nilai indeks keseragaman terendah didapatkan pada stasiun Muara Kamal sebesar 0,17.

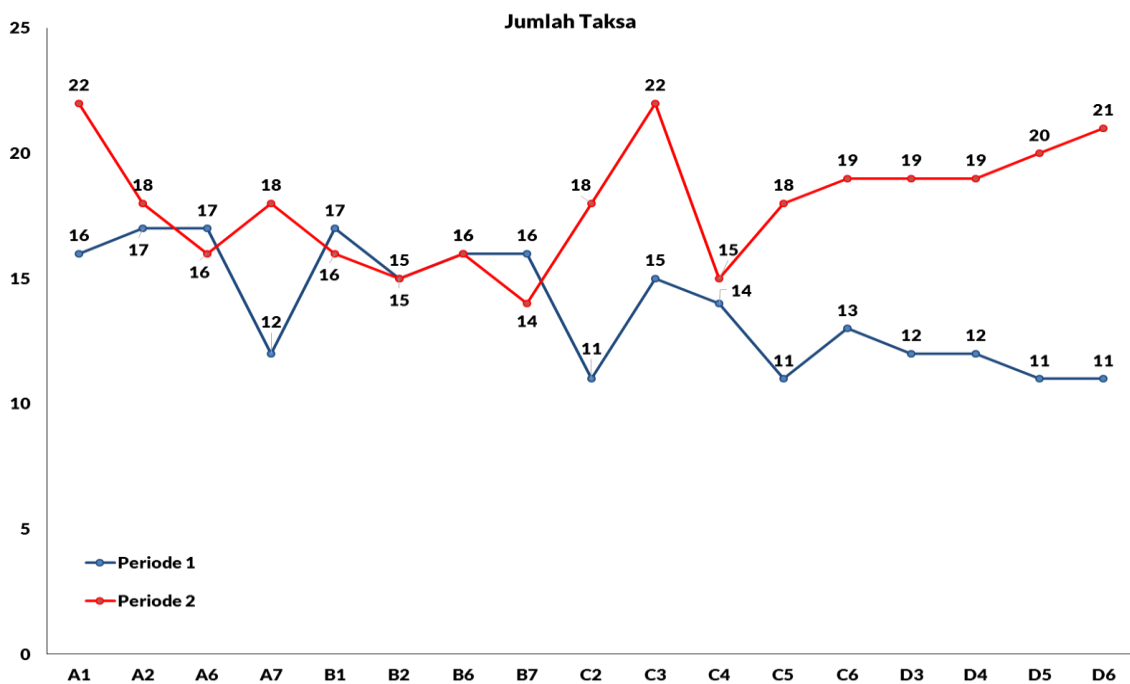


Gambar 73. Indeks Dominansi Fitoplankton Zona Muara Surut

Gambar 73 menunjukkan nilai indeks dominansi fitoplankton zona muara saat kondisi surut. Nilai indeks dominansi pada periode 1 berkisar antara 0,49-0,89. Kisaran nilai tersebut termasuk menunjukkan tingkat dominansi yang rendah hingga tinggi. Nilai indeks dominansi tertinggi ditemukan pada stasiun Ancol sebesar 0,89. Sementara nilai indeks dominansi terendah dijumpai pada stasiun Muara Karang sebesar 0,49.

Adapun nilai indeks dominansi fitoplankton pada periode 2 berkisar antara 0,22-0,82. Berdasarkan kisaran nilai tersebut diketahui bahwa tingkat dominansi fitoplankton pada zona muara surut termasuk dalam kriteria dominansi rendah hingga tinggi. Stasiun dengan nilai indeks dominansi tertinggi sebesar 0,82 adalah Muara Kamal. Sementara nilai indeks dominansi terendah sebesar 0,22 ditemukan pada stasiun Pompa Pluit.

4.4.1.2. Analisis Fitoplankton Zona Perairan Pantai

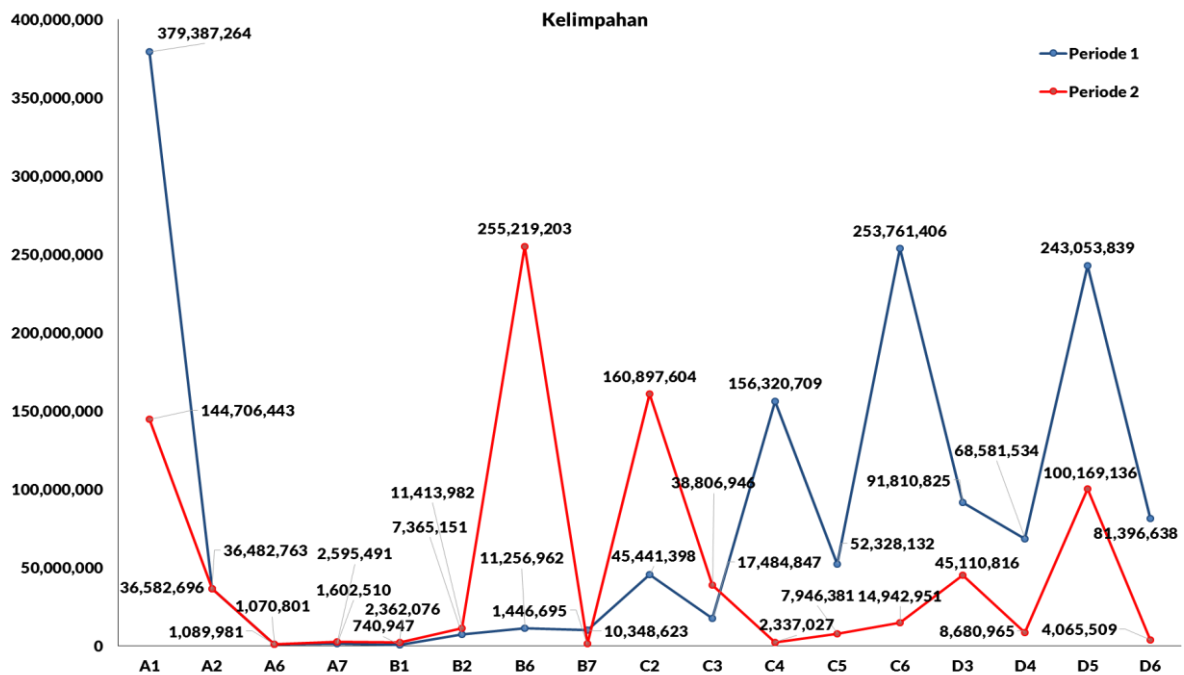


Gambar 74. Jumlah Taksa Fitoplankton Zona Perairan Pantai

Kisaran jumlah taksa fitoplankton zona perairan pantai pada periode 1 dan 2 secara berurutan adalah sebesar 11-17 dan 14-22 spesies (**Gambar 74**). Jumlah taksa tertinggi pada periode 1 sebesar 17 spesies ditemukan pada stasiun A2, A6 dan B2. Adapun pada stasiun A2 dan B1 terdiri dari 2 kelas yaitu: *Bacillariophyceae* dan *Dinophyceae*. Sementara pada stasiun A6 terdiri dari 3 kelas yaitu: *Bacillariophyceae*, *Cyanophyceae* dan *Dinophyceae*.

Adapun jumlah taksa terendah zona perairan pantai pada periode 1 ditemukan pada stasiun C2, C5, D5 dan D6 sebanyak 11 spesies. Pada stasiun C2 dan D6 terdiri dari 3 kelas fitoplankton yaitu: *Bacillariophyceae*, *Cyanophyceae* dan *Dinophyceae*. Sedangkan pada stasiun C5 ditemukan 4 kelas yang meliputi *Bacillariophyceae*, *Chlorophyceae*, *Cyanophyceae* dan *Dinophyceae*. Adapun pada stasiun D5 terdiri dari 2 kelas yaitu *Bacillariophyceae* dan *Dinophyceae*.

Jumlah taksa tertinggi pada periode 2 ditemukan pada stasiun C3 sebanyak 22 spesies yang terdiri dari tiga kelas meliputi *Bacillariophyceae*, *Cyanophyceae* dan *Dinophyceae*. Sedangkan stasiun dengan jumlah taksa terendah adalah B7 sebanyak 14 spesies yang terdiri dari dua kelas yaitu *Bacillariophyceae* dan *Dinophyceae*.



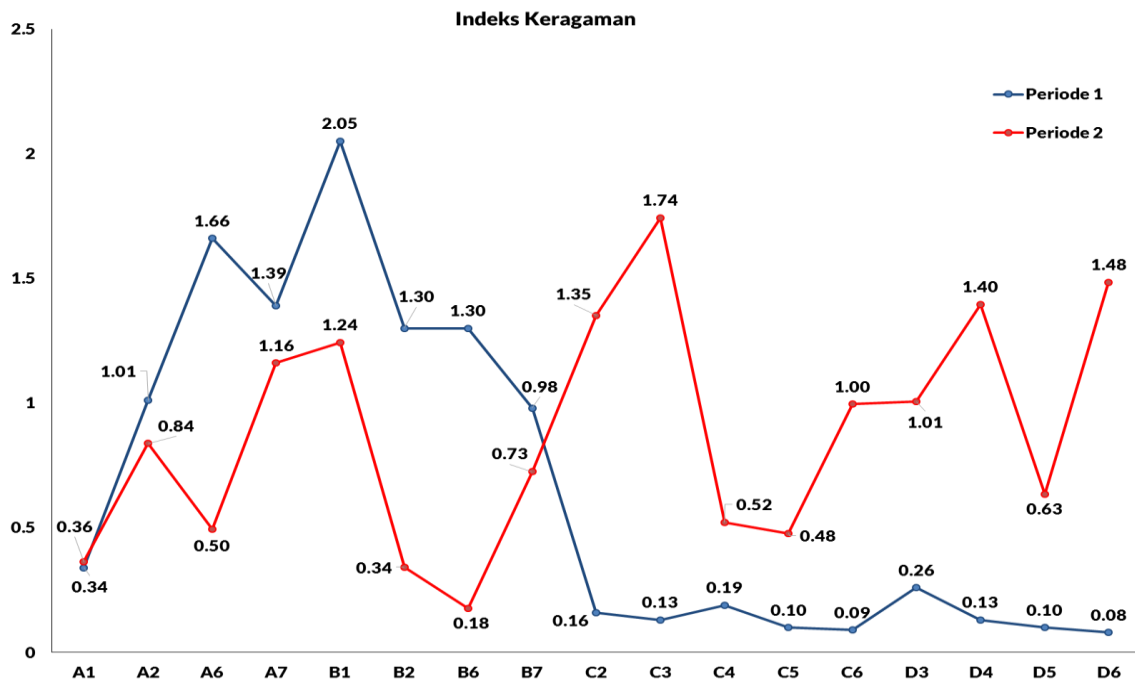
Gambar 75. Kelimpahan Fitoplankton Zona Perairan Pantai

Gambar 75 menunjukkan nilai kelimpahan fitoplankton zona perairan pantai. Kelimpahan fitoplankton pada periode 1 berkisar antara 740.947-379.387.264 sel/m³. Nilai tertinggi kelimpahan fitoplankton sebesar 379.387.264sel/m³ dijumpai pada stasiun A1. Adapun spesies yang memiliki nilai kelimpahan tertinggi pada stasiun A1 sebesar 347.107.296 sel/m³ adalah *Skeletonema sp* dari kelas *Bacillariophyceae*. Sedangkan spesies yang memiliki nilai kelimpahan terendah sebesar 11.488 sel/m³ yaitu *Pleurosigma sp* dari kelas *Bacillariophyceae*.

Nilai terendah kelimpahan fitoplankton pada zona perairan pantai sebesar 740.947 sel/m³ ditemukan pada stasiun B1. Spesies yang memiliki nilai kelimpahan tertinggi pada stasiun B1 sebesar 4.968.175 sel/m³ adalah *Chaetoceros sp* yang termasuk dalam kelas *Bacillariophyceae*. Sedangkan spesies yang mempunyai nilai kelimpahan terendah sebesar 2.462sel/m³ meliputi *Asterionella sp*, *Biddulphia sp* dan *Pleurosigma sp* yang juga termasuk dalam kelas *Bacillariophyceae*.

Kelimpahan fitoplankton pada periode 2 berkisar antara 1.089.981-255.219.203 sel/m³. Stasiun dengan nilai kelimpahan tertinggi sebesar 255.219.203 sel/m³ adalah B6. Spesies dengan kelimpahan tertinggi pada stasiun tersebut adalah *Chaetoceros sp* sebesar 245.700.541 sel/m³. Sedangkan spesies dengan kelimpahan terendah sebesar 9.595 sel/m³ meliputi : (1) *Coscinodiscus sp*, *Cyclotella sp* dan *Streptoheca sp* dari kelas *Bacillariophyceae*; dan(2) *Noctiluca sp* dan *Peridinium sp* dari kelas *Dinophyceae*. Sementara stasiun dengan nilai

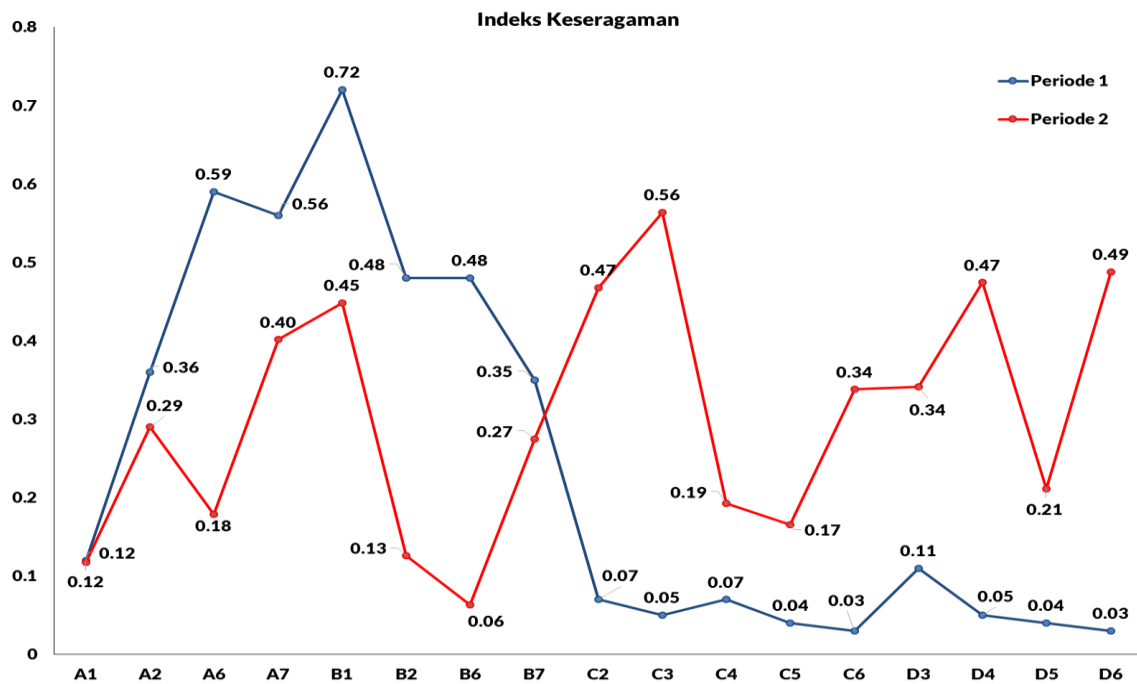
kelimpahan terendah sebesar 1.089.981 sel/m³ adalah A6. Adapun spesies dengan kelimpahan tertinggi pada stasiun tersebut sebesar 991.815 sel/m³ adalah *Nitzschia sp* dari kelas *Bacillariophyceae*. Sedangkan spesies dengan kelimpahan terendah sebesar 779 sel/m³ adalah *Navicula sp* dari kelas *Bacillariophyceae*.



Gambar 76. Indeks Keragaman Fitoplankton Zona Perairan Pantai

Mengacu pada **Gambar 76** diketahui bahwa kisaran nilai indeks keragaman fitoplankton zona perairan pantai pada periode 1 sebesar 0,08-2,05. Kisaran nilai tersebut menunjukkan bahwa tingkat keragaman fitoplankton pada zona perairan pantai termasuk dalam kriteria rendah hingga sedang. Nilai tertinggi indeks keragaman fitoplankton pada zona perairan pantai sebesar 2,05 ditemukan pada stasiun B1. Sedangkan nilai terendah sebesar 0,08 pada stasiun D6.

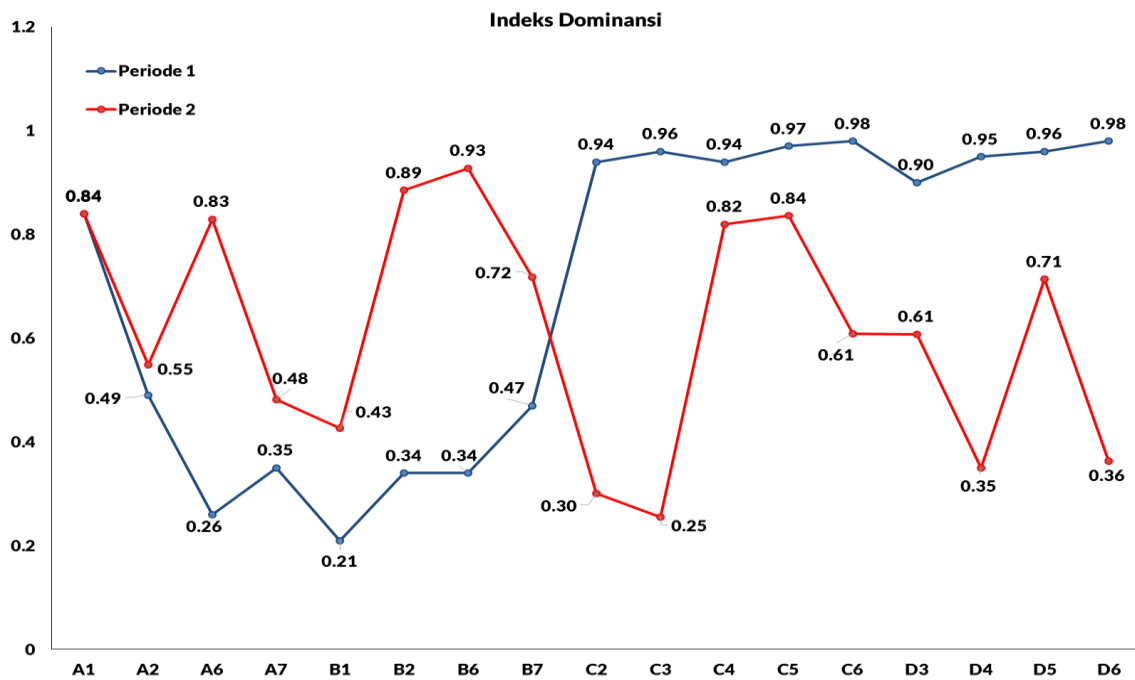
Sementara nilai indeks keragaman fitoplankton pada periode 2 berkisar antara 0,18-1,74. Kisaran nilai tersebut menggambarkan tingkat keragaman fitoplankton termasuk dalam kriteria keragaman sedang. Adapun nilai indeks keragaman tertinggi sebesar 1,74 ditemukan pada stasiun C3. Sedangkan nilai indeks keragaman terendah didapatkan pada stasiun B6 sebesar 0,18.



Gambar 77. Indeks Keseragaman Fitoplankton Zona Perairan Pantai

Gambar 77 menunjukkan nilai indeks keseragaman fitoplankton pada zona perairan pantai. Nilai indeks keseragaman fitoplankton pada periode 1 berkisar antara 0,03-0,72. Kisaran nilai tersebut menunjukkan tingkat keseragaman rendah hingga tinggi. Adapun nilai indeks keseragaman fitoplankton tertinggi ditemukan pada stasiun B1 sebesar 0,72. Sementara nilai indeks keseragaman terendah sebesar 0,03 pada stasiun C6 dan D6.

Nilai indeks keseragaman fitoplankton pada periode 2 berkisar antara 0,06-0,56. Berdasarkan kisaran nilai tersebut dapat diketahui bahwa tingkat keseragaman fitoplankton termasuk dalam kriteria keseragaman rendah hingga sedang. Stasiun dengan nilai indeks keseragaman tertinggi sebesar 0,56 adalah C3. Sedangkan nilai indeks keseragaman terendah sebesar 0,06 didapatkan pada stasiun B6.

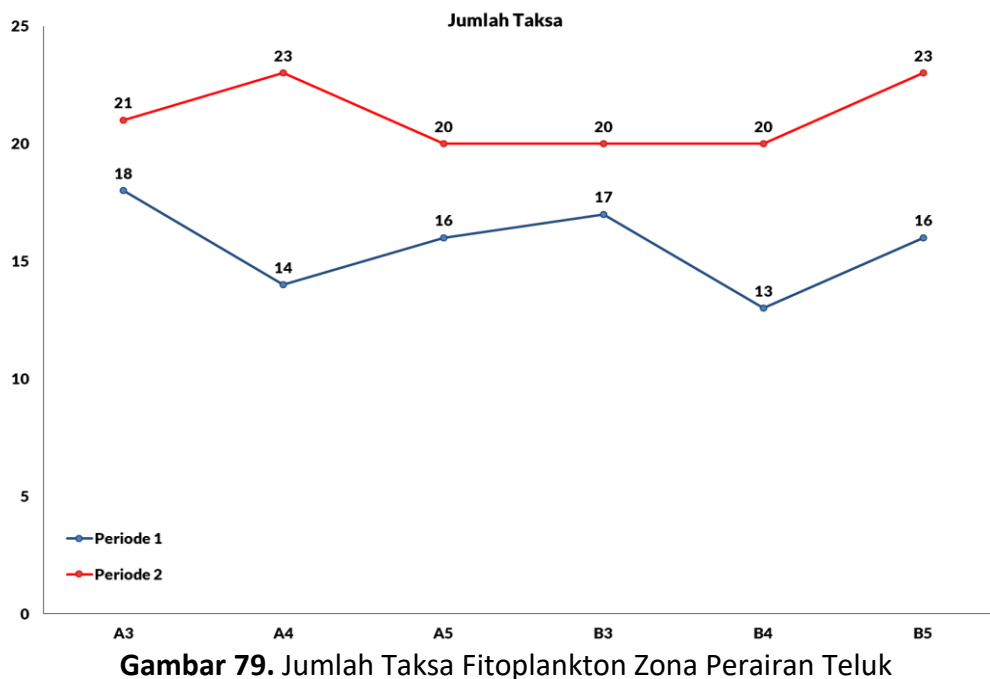


Gambar 78. Indeks Dominansi Fitoplankton Zona Perairan Pantai

Mengacu pada **Gambar 78** diketahui bahwa nilai indeks dominansi fitoplankton zona perairan pantai periode 1 berkisar antara 0,21-0,98. Kisaran nilai tersebut menggambarkan bahwa pada tingkat dominansi fitoplankton pada zona perairan pantai termasuk dalam kriteria rendah hingga tinggi. Nilai indeks dominansi tertinggi ditemukan pada stasiun C6 dan C8 yaitu sebesar 0,98. Sedangkan nilai terendah sebesar 0,21 didapatkan pada stasiun B1.

Nilai indeks dominansi fitoplankton pada zona perairan pantai periode 2 berkisar antara 0,25-0,93. Kisaran nilai tersebut menunjukkan tingkat dominansi fitoplankton termasuk dalam kriteria rendah hingga tinggi. Nilai indeks dominansi tertinggi sebesar 0,93 didapatkan pada stasiun B6. Sedangkan nilai indeks dominansi terendah ditemukan pada stasiun C3 sebesar 0,25.

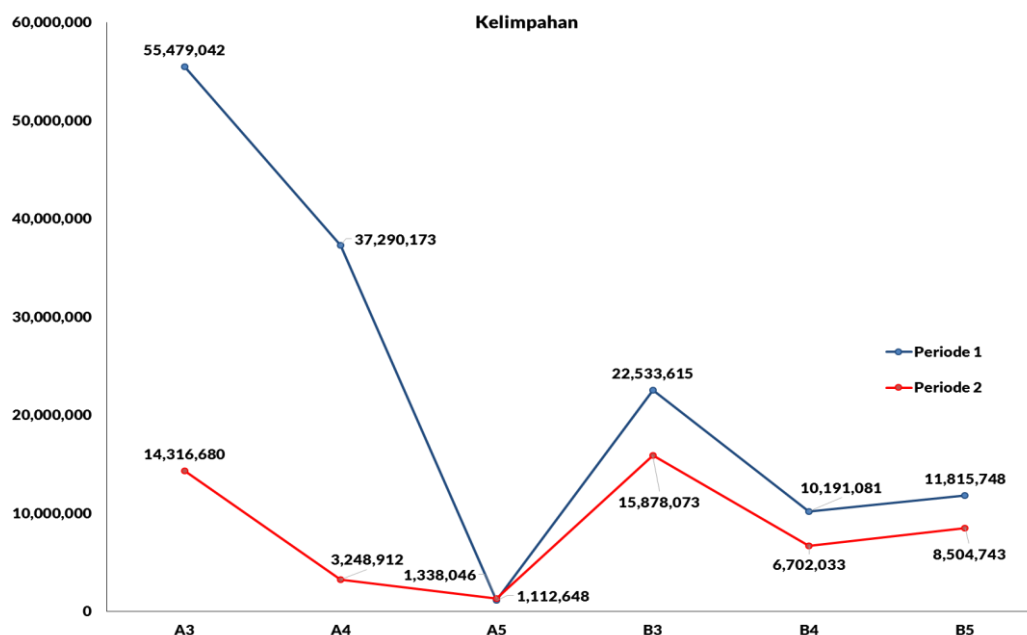
4.4.1.3. Analisis Fitoplankton Zona Perairan Teluk



Gambar 79. Jumlah Taksa Fitoplankton Zona Perairan Teluk

Gambar 79 menampilkan nilai jumlah taksa fitoplankton pada zona perairan teluk. Kisaran nilai jumlah taksa pada zona perairan pantai periode 1 antara 13-18 spesies. Jumlah taksa tertinggi dijumpai pada stasiun pengamatan A3 yaitu sebanyak 18 spesies yang terdiri dari 3 kelas yaitu *Bacillariophyceae*, *Cyanophyceae* dan *Dinophyceae*. Sedangkan stasiun dengan jumlah taksa terendah adalah B4 sebanyak 13 spesies yang juga terdiri dari 3 kelas yaitu *Bacillariophyceae*, *Cyanophyceae* dan *Dinophyceae*.

Sementara jumlah taksa fitoplankton pada periode 2 berkisar antara 20-23 spesies. Stasiun dengan jumlah taksa tertinggi sebesar 23 spesies adalah: (1) A4 yang terdiri dari 4 kelas yaitu *Bacillariophyceae*, *Cyanophyceae*, *Dinophyceae* dan *Euglenophyceae*; dan (2) B5 yang terdiri dari 3 kelas yaitu *Bacillariophyceae*, *Cyanophyceae* dan *Dinophyceae*. Adapun stasiun dengan jumlah taksa terendah sebanyak 20 spesies adalah (1) A5 yang terdiri dari kelas *Bacillariophyceae*, *Cyanophyceae* dan *Dinophyceae*; (2) B3 yang terdiri dari kelas *Bacillariophyceae*, *Cyanophyceae*, *Dinophyceae* dan *Euglenophyceae*; dan (3) B4 yang terdiri dari kelas *Bacillariophyceae* dan *Dinophyceae*.



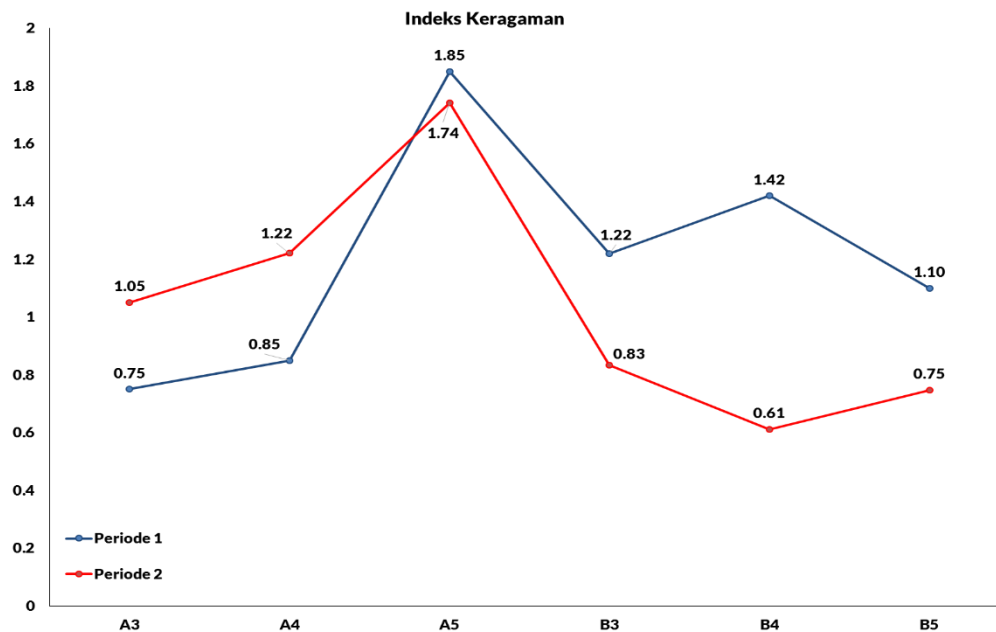
Gambar 80. Kelimpahan Fitoplankton Zona Perairan Teluk

Berdasarkan kepada **Gambar 80** diketahui bahwa kelimpahan fitoplankton pada zona perairan teluk periode 1 berkisar antara 1.112.648-55.479.042 sel/m³. Stasiun yang memiliki nilai kelimpahan tertinggi pada zona perairan teluk sebesar 55.479.042 sel/m³ adalah A3. Adapun spesies yang memiliki nilai kelimpahan tertinggi pada stasiun tersebut adalah *Chaetoceros sp* yang termasuk dalam kelas *Bacillariophyceae* sebesar 45.149.834 sel/m³. Sedangkan nilai kelimpahan terendah pada stasiun A3 sebesar 12.445 sel/m³ ditemukan pada spesies *Ceratium sp* dan *Procentrum sp* yang termasuk dalam kelas *Dinophyceae*.

Nilai kelimpahan fitoplankton terendah pada periode 1 dijumpai pada stasiun A5 yaitu sebesar 1.112.648 sel/m³. Spesies yang memiliki nilai kelimpahan tertinggi pada stasiun tersebut adalah *Chaetoceros sp* yang termasuk dalam kelas *Bacillariophyceae* sebesar 406.166 sel/m³. Sementara spesies dengan nilai kelimpahan terendah sebesar 2.462 sel/m³ adalah *Ditylum sp* dan *Pleurosigma sp* dari kelas *Bacillariophyceae*.

Kelimpahan fitoplankton pada zona perairan teluk periode 2 berkisar antara 1.338.046-15.878.073 sel/m³. Stasiun dengan nilai kelimpahan fitoplankton tertinggi adalah B3 sebesar 15.878.073 sel/m³. Adapun spesies yang memiliki kelimpahan tertinggi pada stasiun B3 adalah *Nitzschia sp* dari kelas *Bacillariophyceae* sebesar 12.786.573 sel/m³. Sedangkan spesies dengan kelimpahan terendah sebesar 1.821 sel/m³ meliputi: (1) *Pleurosigma sp* dari kelas *Bacillariophyceae*; (2) *Dinophysis sp* dari kelas *Dinophyceae*; dan (3) *Phacus sp* dari kelas *Euglenophyceae*.

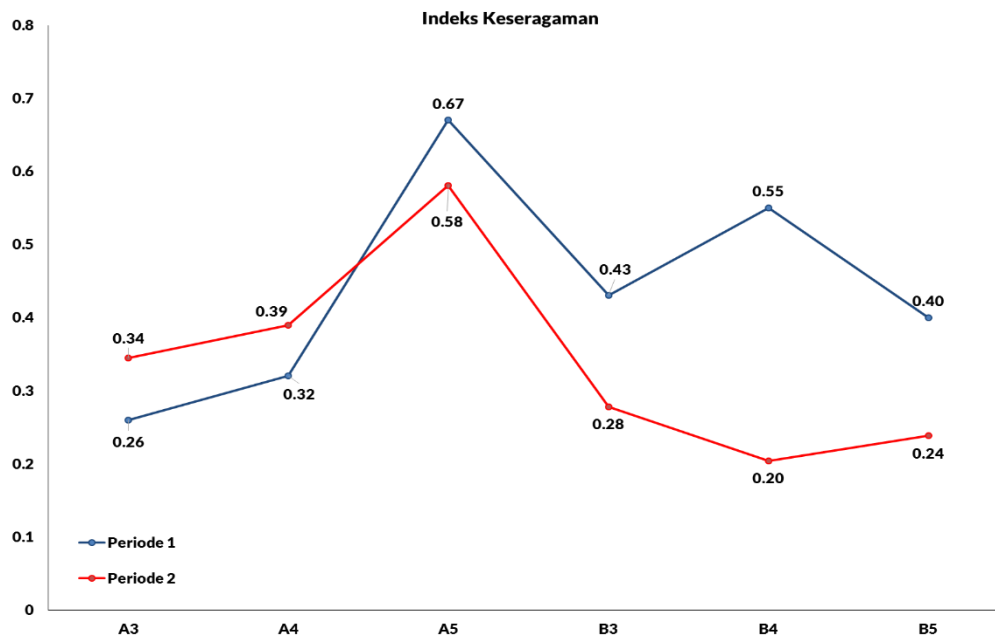
Sementara stasiun dengan kelimpahan terendah pada periode 2 sebesar 1.338.046 sel/m³ adalah A5. Spesies yang memiliki kelimpahan tertinggi pada stasiun tersebut adalah *Nitzschia sp* dari kelas *Bacillariophyceae* sebesar 663.610 sel/m³. Sedangkan spesies dengan kelimpahan terendah sebesar 1.083 sel/m³ meliputi *Biddulphia sp*, *Navicula sp* dan *Streptotheca sp* dari kelas *Bacillariophyceae*.



Gambar 81. Indeks Keragaman Fitoplankton Zona Perairan Teluk

Gambar 81 menampilkan nilai indeks keragaman fitoplankton pada zona perairan teluk. Nilai indeks keragaman fitoplankton pada zona perairan teluk periode 1 berkisar antara 0,75-1,85. Kisaran nilai tersebut menunjukkan bahwa tingkat keragaman zona perairan teluk termasuk pada kriteria keragaman rendah hingga sedang. Stasiun dengan nilai keragaman tertinggi sebesar 1,85 adalah A5. Sedangkan nilai keragaman terendah sebesar 0,75 dijumpai pada stasiun A3.

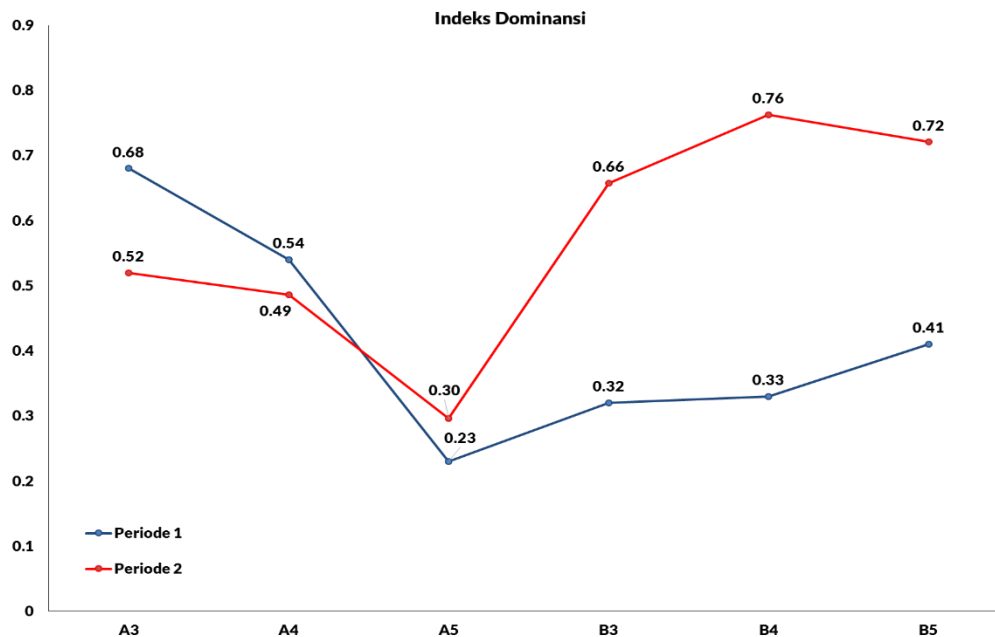
Adapun nilai indeks keragaman fitoplankton pada periode 2 berkisar antara 0,61-1,74. Kisaran nilai tersebut menunjukkan bahwa tingkat keragaman fitoplankton pada periode 2 termasuk dalam kriteria keragaman rendah hingga sedang. Nilai indeks keragaman tertinggi sebesar 1,74 didapatkan pada stasiun A5. Sedangkan nilai indeks keragaman terendah sebesar 0,61 ditemukan pada stasiun B4.



Gambar 82. Indeks Kseragaman Fitoplankton Zona Perairan Teluk

Berdasarkan **Gambar 82** diketahui bahwa nilai indeks keseragaman fitoplankton zona perairan teluk pada zona perairan teluk periode 1 berkisar antara 0,26-0,67. Kisaran nilai tersebut menunjukkan bahwa tingkat keseragaman fitoplankton pada zona perairan teluk termasuk dalam kriteria rendah hingga tinggi. Nilai tertinggi indeks keseragaman fitoplankton zona perairan teluk sebesar 0,67 ditemukan pada stasiun A5. Sedangkan nilai terendah sebesar 0,26 dijumpai pada stasiun A3.

Sementara pada periode 2, nilai indeks keseragaman fitoplankton pada zona perairan teluk berkisar antara 0,20-0,58. Mengacu pada hal tersebut, diketahui bahwa tingkat keseragaman fitoplankton pada zona perairan teluk termasuk dalam kriteria keseragaman rendah hingga sedang. Adapun stasiun dengan nilai indeks keragaman tertinggi adalah A5 sebesar 0,58. Sementara nilai indeks keragaman terendah dijumpai pada stasiun B4 sebesar 0,20.

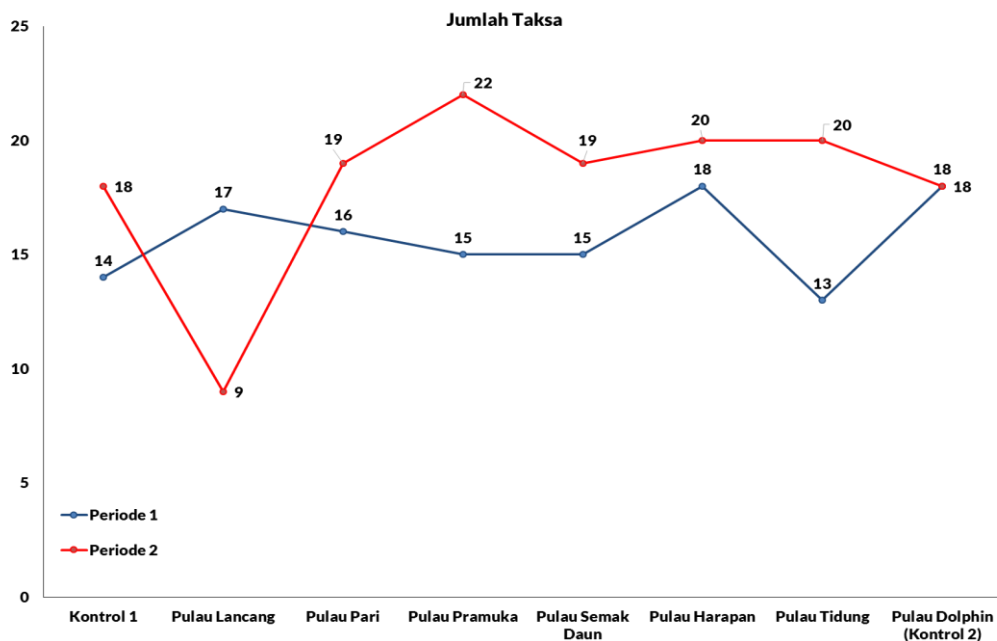


Gambar 83. Indeks Dominansi Fitoplankton Zona Perairan Teluk

Gambar 83 menunjukkan nilai indeks dominansi fitoplankton pada zona perairan teluk. Nilai indeks dominansi fitoplankton pada zona perairan teluk periode 1 berkisar antara 0,23-0,68. Kisaran nilai indeks dominansi tersebut menggambarkan bahwa tingkat dominansi fitoplankton pada zona perairan teluk termasuk dalam kriteria rendah hingga sedang. Adapun stasiun yang memiliki nilai indeks dominansi tertinggi sebesar 0,68 pada zona perairan teluk adalah A3. Sedangkan nilai terendah dijumpai pada stasiun A5 sebesar 0,3.

Adapun nilai indeks dominansi fitoplankton pada periode 2 berkisar antara 0,30-0,76. Hal tersebut menggambarkan bahwa tingkat dominansi fitoplankton pada zona perairan teluk termasuk dalam kriteria dominansi rendah hingga tinggi. Nilai indeks dominansi tertinggi sebesar 0,76 ditemukan pada stasiun B4. Sedangkan nilai indeks dominansi terendah sebesar 0,30 didapatkan pada stasiun A5.

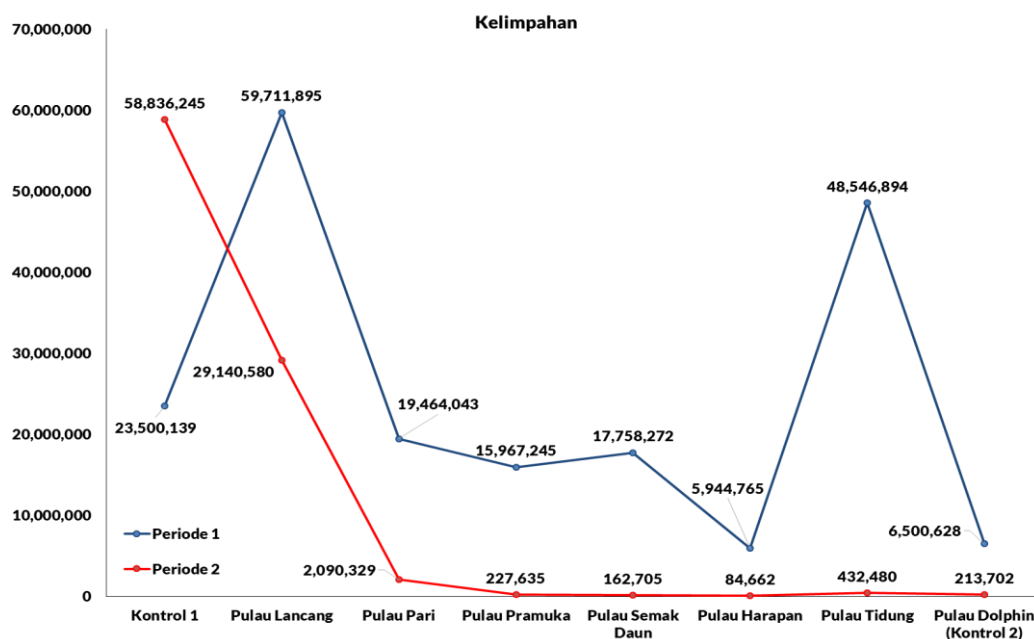
4.4.1.4. Analisis Fitoplankton Zona Perairan Kepulauan Seribu



Gambar 84. Jumlah Taksa Fitoplankton Zona Perairan Kepulauan Seribu

Berdasarkan pada **Gambar 84** diketahui bahwa jumlah taksa fitoplankton pada zona perairan Kepulauan Seribu periode 1 berkisar antara 13-18 spesies. Stasiun yang memiliki jumlah taksa tertinggi adalah Pulau Harapan dan Pulau Dolphin (Titik Kontrol 2) sebanyak 18 spesies. Kelas fitoplankton yang didapatkan di Pulau Harapan terdiri dari 2 kelas yaitu *Bacillariophyceae* dan *Dinophyceae*. Sedangkan di Pulau Dolphin terdiri dari 3 kelas yaitu *Cyanophyceae*, *Bacillariophyceae* dan *Dinophyceae*. Jumlah taksa fitoplankton terendah pada zona perairan Kepulauan Seribu sebanyak 13 spesies ditemukan pada stasiun Pulau Tidung yang terdiri dari 3 kelas yaitu *Cyanophyceae*, *Bacillariophyceae* dan *Dinophyceae*.

Jumlah taksa fitoplankton pada perairan Kepulauan Seribu pada periode 2 berkisar antara 9-22 spesies. Stasiun dengan jumlah taksa tertinggi adalah Pulau Semak Daun sebesar 22 spesies yang terdiri dari kelas *Cyanophyceae*, *Bacillariophyceae* dan *Dinophyceae*. Sedangkan stasiun dengan jumlah taksa terendah adalah Pulau Lancang sebesar 9 spesies yang terdiri dari kelas *Cyanophyceae*, *Bacillariophyceae* dan *Dinophyceae*.



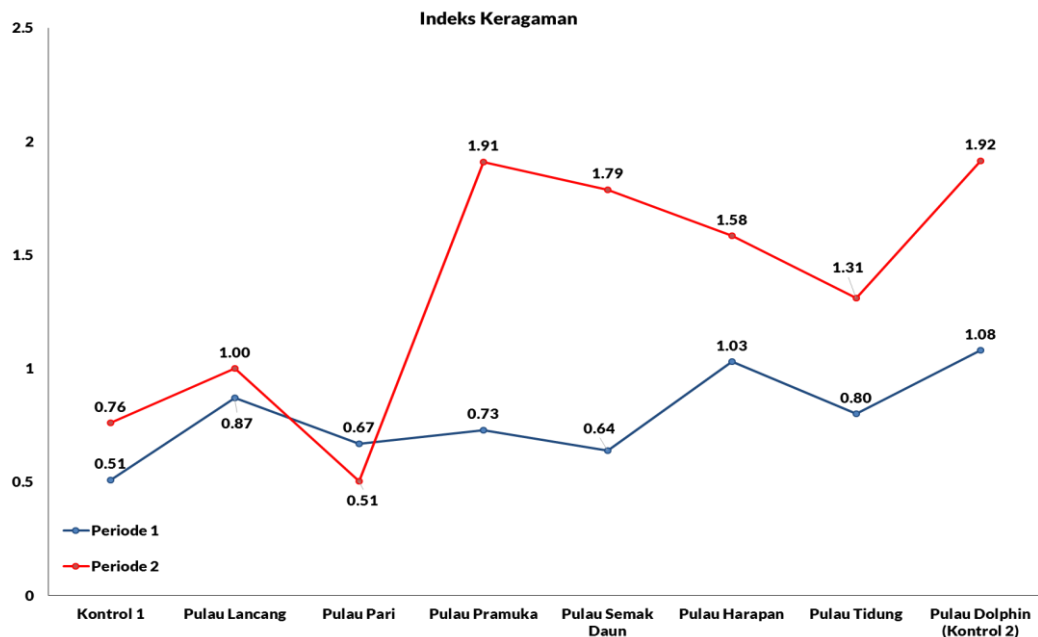
Gambar 85. Kelimpahan Fitoplankton Zona Perairan Kepulauan Seribu

Gambar 85 menyajikan data kelimpahan fitoplankton pada zona perairan Kepulauan Seribu. Kisaran nilai kelimpahan fitoplankton pada periode 1 antara 5.944.765-59.711.895 sel/m³. Nilai kelimpahan fitoplankton tertinggi yaitu sebesar 59.711.895 sel/m³ ditemukan pada stasiun Pulau Lancang. Spesies dengan nilai kelimpahan tertinggi pada stasiun tersebut sebesar 48.656.494 sel/m³ pada stasiun tersebut adalah *Chaetoceros sp* yang termasuk dalam kelas *Bacillariophyceae*. Sedangkan spesies dengan nilai kelimpahan terendah sebesar 63.659 sel/m³ ditemukan pada spesies *Fragilaria sp* yang juga termasuk kelas *Bacillariophyceae*.

Sedangkan nilai kelimpahan fitoplankton terendah pada periode 1 sebesar 5.944.765 sel/m³ dijumpai pada stasiun Pulau Harapan. Adapun spesies dengan nilai kelimpahan tertinggi sebesar 4.566.585 sel/m³ pada stasiun Pulau Harapan adalah *Chaetoceros sp* yang termasuk dalam kelas *Bacillariophyceae*. Sementara spesies dengan nilai kelimpahan terendah sebesar 5.469 sel/m³ meliputi: (1) *Cyclotella sp* dan *Streptotheca sp* yang termasuk dalam kelas *Bacillariophyceae*; dan (2) *Peridinium sp* dari kelas *Dinophyceae*.

Kelimpahan fitoplankton pada periode 2 perairan Kepulauan Seribu berkisar antara 84.662-58.836.245 sel/m³. Stasiun dengan nilai kelimpahan tertinggi sebesar 58.836.245 sel/m³ adalah Titik Kontrol 1. Adapun spesies dengan kelimpahan tertinggi pada stasiun Titik Kontrol 1 adalah *Nitzschia sp* dari kelas *Bacillariophyceae* sebesar 47.318.311 sel/m³. Sedangkan spesies dengan kelimpahan terendah sebesar 12.985 sel/m³ yaitu: (1) *Surirella sp* dari kelas *Bacillariophyceae*; dan (2) *Ceratium sp* dari kelas *Dinophyceae*.

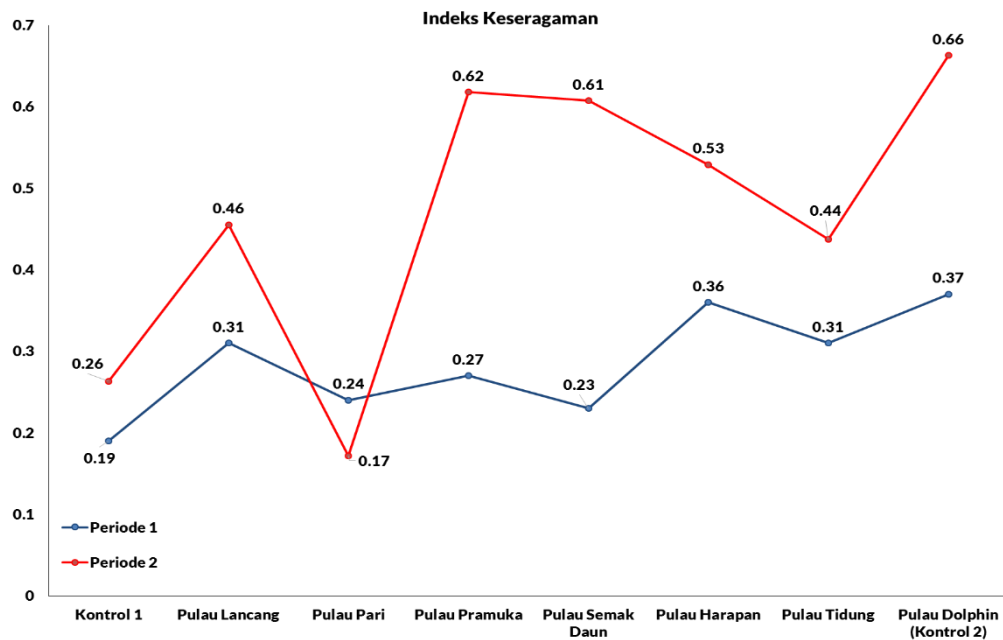
Sementara stasiun dengan kelimpahan terendah pada periode 2 sebesar 84.662 sel/m³ adalah Pulau Harapan. Spesies dengan kelimpahan tertinggi pada stasiun Pulau Harapan adalah *Nitzschia sp* dari kelas *Bacillariophyceae* sebesar 52.460 sel/m³. Sedangkan spesies dengan kelimpahan terendah sebesar 418 sel/m³ adalah *Campyloneis sp* dan *Climacosphenia sp* dari kelas *Bacillariophyceae*.



Gambar 86. Indeks Keragaman Fitoplankton Zona Perairan Kepulauan Seribu

Berdasarkan **Gambar 86** diketahui bahwa nilai indeks keragaman fitoplankton pada zona perairan Kepulauan Seribu periode 1 berkisar antara 0,51-1,08. Kisaran nilai tersebut menggambarkan bahwa tingkat keragaman fitoplankton pada Kepulauan Seribu pada periode 1 termasuk dalam kriteria rendah hingga sedang. Nilai indeks keragaman tertinggi pada zona perairan Kepulauan Seribu sebesar 1,08 ditemukan pada stasiun Pulau Dolphin (Titik Kontrol 2). Sedangkan nilai indeks keragaman terendah sebesar 0,51 dijumpai pada stasiun Titik Kontrol 1.

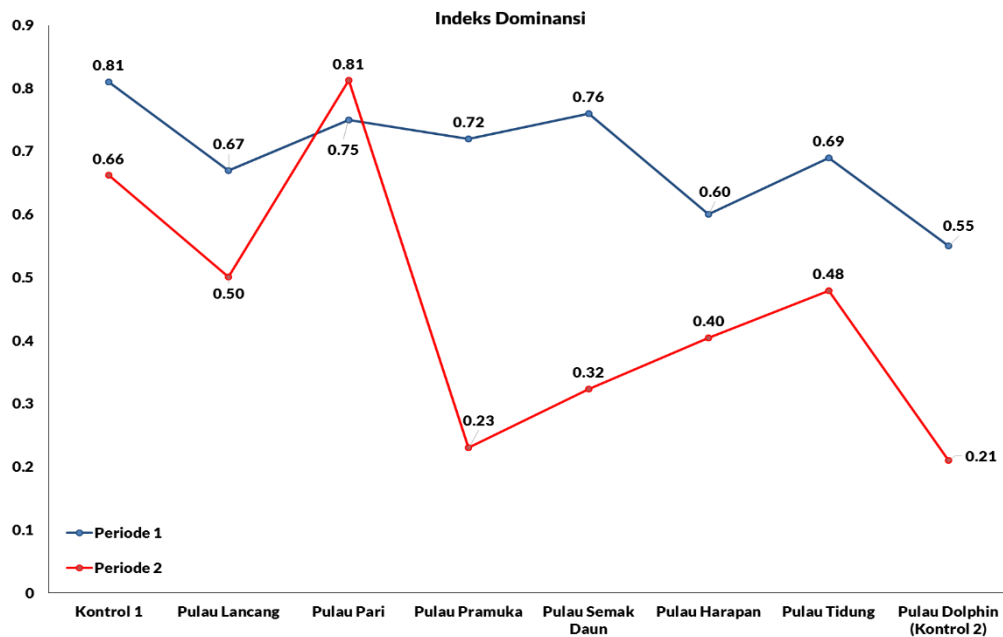
Nilai indeks keragaman fitoplankton pada zona perairan Kepulauan Seribu periode 2 berkisar antara 0,51-1,92. Kisaran nilai tersebut termasuk dalam kriteria keragaman rendah hingga sedang. Stasiun dengan nilai indeks keragaman tertinggi sebesar 1,92 adalah Pulau Dolphin. Sedangkan nilai indeks keragaman terendah sebesar 0,51 ditemukan pada stasiun Pulau Pari.



Gambar 87. Indeks Keseragaman Fitoplankton Zona Perairan Kepulauan Seribu

Gambar 87 menyajikan nilai indeks keseragaman fitoplankton pada zona perairan Kepulauan Seribu. Nilai indeks keseragaman fitoplankton pada zona perairan Kepulauan Seribu periode 1 berkisar antara 0,19-0,37. Kisaran nilai tersebut menunjukkan bahwa tingkat keseragaman fitoplankton termasuk dalam kriteria rendah. Stasiun dengan nilai indeks keseragaman tertinggi sebesar 0,37 adalah Pulau Dolphin (Titik Kontrol 2). Sedangkan nilai indeks keseragaman terendah sebesar 0,19 ditemukan pada stasiun Titik Kontrol 1.

Adapun nilai indeks keseragaman fitoplankton pada zona perairan Kepulauan Seribu periode 2 berkisar antara 0,17-0,66. Mengacu pada kisaran nilai tersebut, diketahui bahwa tingkat keseragaman fitoplankton termasuk dalam kriteria rendah hingga tinggi. Nilai indeks keseragaman fitoplankton tertinggi dijumpai pada stasiun Pulau Dolphin sebesar 0,66. Adapun nilai indeks keseragaman terendah didapatkan pada stasiun Pulau Pari sebesar 0,17.



Gambar 88. Indeks Dominansi Fitoplankton Zona Perairan Kepulauan Seribu

Gambar 88 menyajikan nilai indeks dominansi fitoplankton pada zona perairan Kepulauan Seribu. Kisaran nilai indeks dominansi fitoplankton pada zona perairan Kepulauan Seribu pada periode 1 yaitu 0,55-0,81. Hal tersebut menunjukkan tingkat dominansi fitoplankton pada zona tersebut termasuk dalam kriteria sedang hingga tinggi. Nilai indeks dominansi fitoplankton tertinggi sebesar 0,81 ditemukan pada stasiun Titik Kontrol 1. Sedangkan nilai indeks dominansi fitoplankton terendah sebesar 0,55 didapatkan pada stasiun Pulau Dolphin (Titik Kontrol 2).

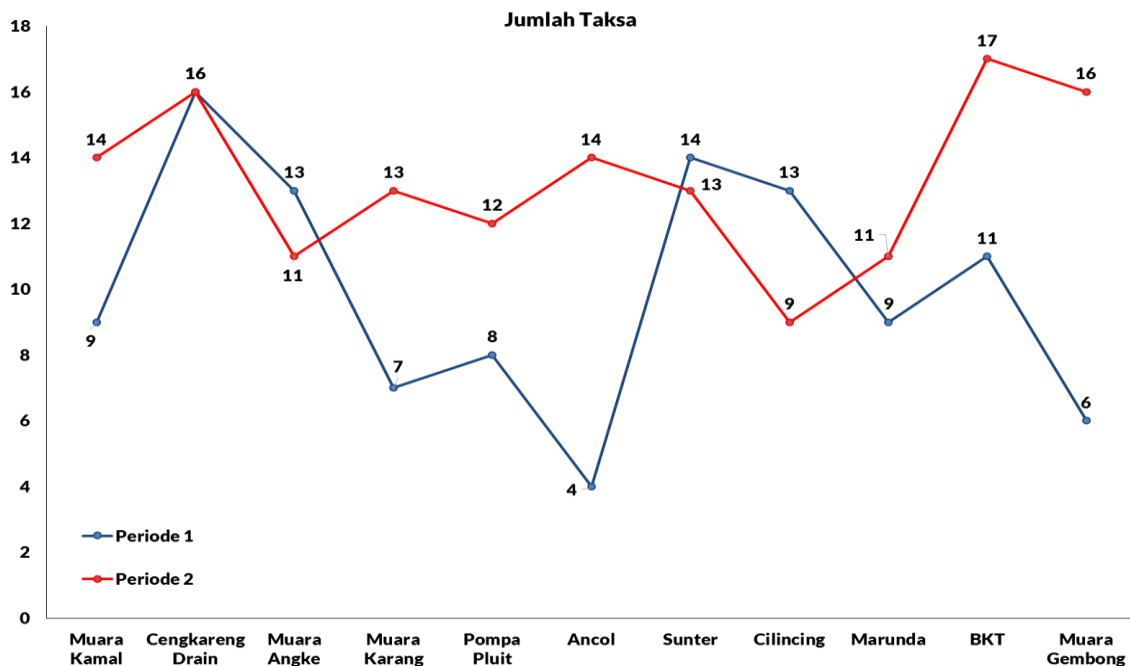
Sementara pada periode 2 nilai indeks dominansi fitoplankton berkisar antara 0,21-0,81. Kisaran nilai tersebut menunjukkan bahwa tingkat dominansi fitoplankton termasuk dalam kriteria dominansi rendah hingga tinggi. Adapun stasiun dengan nilai indeks dominansi tertinggi sebesar 0,81 adalah Pulau Pari. Sedangkan nilai indeks dominansi terendah ditemukan pada stasiun Pulau Dolphin sebesar 0,21.

4.6.2. Analisis Zooplankton

Zooplankton adalah kelompok hewan yang terdiri dari berbagai macam larva (Protozoa, Coelenterata, Molluska, Annelida dan Crustacea) dan bersifat planktonik (Nybakken 1992; Hutabarat dan Evans 1986). Secara umum, zooplankton didominasi oleh jenis dari Crustacea, baik dalam jumlah individu atau spesies (Odum 1993). Pengambilan sampel zooplankton pada kegiatan ini dilakukan pada 2 (dua) periode yang berbeda. Periode 1 pada bulan Maret yang merepresentasikan musim Barat sedangkan periode 2 pada bulan Agustus yang

merepresentasikan musim Timur. Secara keseluruhan kelas zooplankton yang ditemukan pada saat pengambilan sampel periode 1 dan 2 diantaranya adalah *Protozoa*, *Rotifera*, *Crustaceae*, *Chordata*, *Hydrozoa*, *Chaetognatha*, *Nematoda*, *Polychaeta*, *Pelecypoda*, *Coelenterata* dan *Gastropoda*

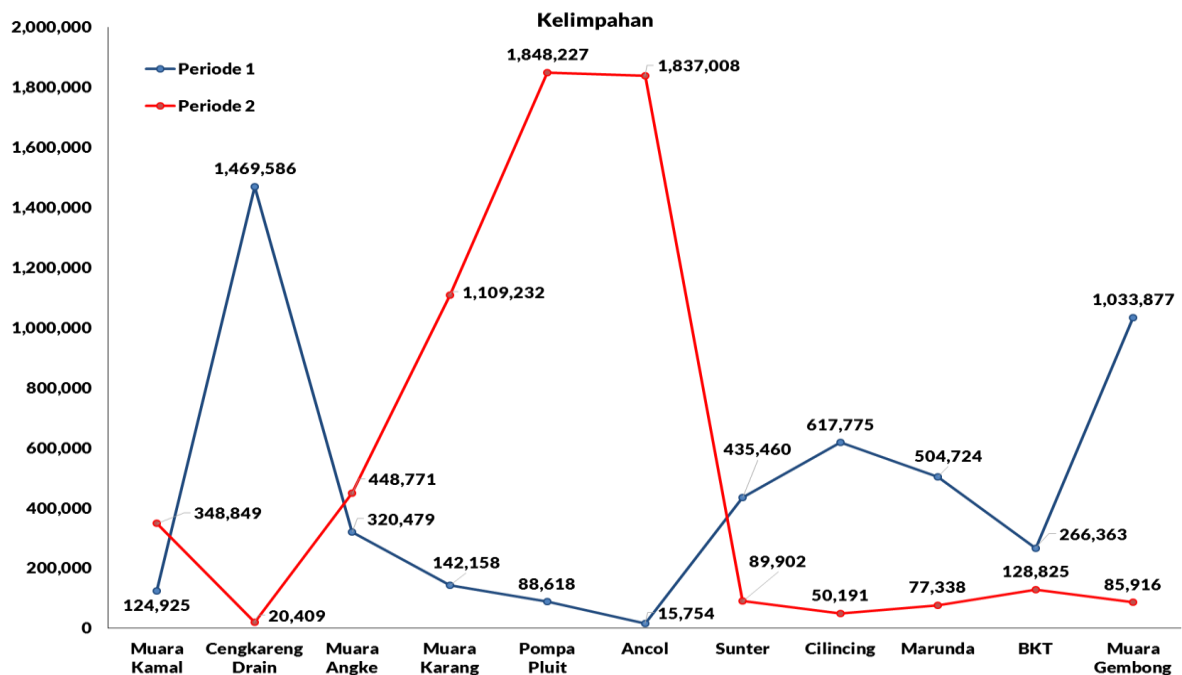
4.3.2.1. Analisis Zooplankton Zona Muara



Gambar 89. Jumlah Taksa Zooplankton Zona Muara Pasang

Gambar 89 menggambarkan nilai dari jumlah taksa zooplankton pada zona muara saat kondisi pasang. Kisaran nilai jumlah taksa zooplankton pada zona muara saat pasang di periode 1 adalah 4-16 spesies. Jumlah taksa tertinggi ditemukan pada stasiun Cengkareng Drain sebanyak 16 spesies. Adapun 16 spesies yang ditemukan pada stasiun Cengkareng Drain termasuk dalam 4 kelas *Protozoa*, *Rotifera*, *Crustacea* dan *Chordata*. Sementara jumlah taksa terendah ditemukan pada stasiun Ancol sebanyak 4 spesies yang terdiri dari kelas *Protozoa* dan *Crustacea*.

Jumlah taksa zooplankton pada zona muara pasang di periode 2 berkisar antara 9-17 spesies. Stasiun dengan jumlah taksa tertinggi adalah BKT sebanyak 17 spesies yang terdiri dari 6 kelas yaitu *Protozoa*, *Crustacea*, *Chordata*, *Rotifera*, *Pelecypoda* dan *Polychaeta*. Sedangkan stasiun dengan jumlah taksa terendah adalah Cilincing sebanyak 9 spesies yang terdiri dari 4 kelas yaitu *Protozoa*, *Crustacea*, *Chordata* dan *Pelecypoda*.



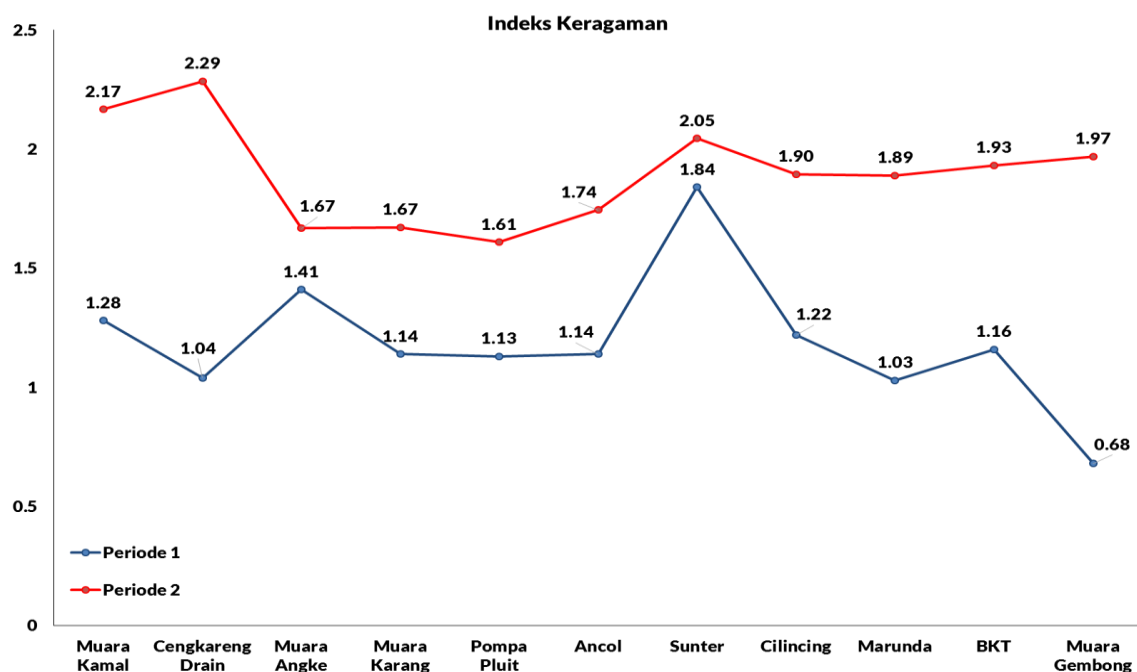
Gambar 90. Kelimpahan Zooplankton Zona Muara Pasang

Berdasarkan **Gambar 90** diketahui bahwa kelimpahan zooplankton pada zona muara saat kondisi pasang di periode 1 berkisar antara 15.754-1.469.586 ind/m³. Nilai kelimpahan tertinggi pada zona muara saat kondisi pasang ditemukan pada stasiun pengamatan Cengkareng Drain sebesar 1.469.586 ind/m³. Adapun spesies yang memiliki kelimpahan tertinggi pada stasiun tersebut adalah *Nauplius (stadia)* dari kelas *Crustaceae* sebesar 808.271 ind/m³. Sedangkan spesies dengan kelimpahan terendah sebesar 18.370 ind/m³ meliputi: (1) *Diffflugia sp*, *Euglypha sp* dan *Mesodinium sp* dari kelas *Protozoa*; (2) *Philodina sp* dari kelas *Rotifera*; (3) *Microsetella sp* dari kelas *Crustaceae*; dan (4) *Fritillaria sp* dari kelas *Chordata*.

Sementara stasiun yang memiliki nilai kelimpahan terendah pada zona muara saat kondisi pasang adalah Ancol sebesar 15.754 ind/m³. Spesies dengan nilai kelimpahan tertinggi pada stasiun tersebut adalah *Undella sp* dari kelas *Protozoa* sebesar 7.483 ind/m³. Adapun spesies dengan nilai kelimpahan terendah sebesar 394 ind/m³ adalah *Oithona sp* dari kelas *Crustaceae*.

Kelimpahan zooplankton pada zona muara pasang di periode 2 berkisar antara 20.409-1.848.227 ind/m³. Kelimpahan zooplankton tertinggi ditemukan pada stasiun Pompa Pluit sebesar 1.848.227 ind/m³. Adapun spesies dengan kelimpahan tertinggi pada stasiun tersebut adalah *Nauplius (stadia)* dari kelas *Crustaceae* sebesar 1.009.734 ind/m³. Sedangkan spesies dengan kelimpahan terendah adalah *Larva Gastropoda (sp1)* sebesar 5.905 ind/m³.

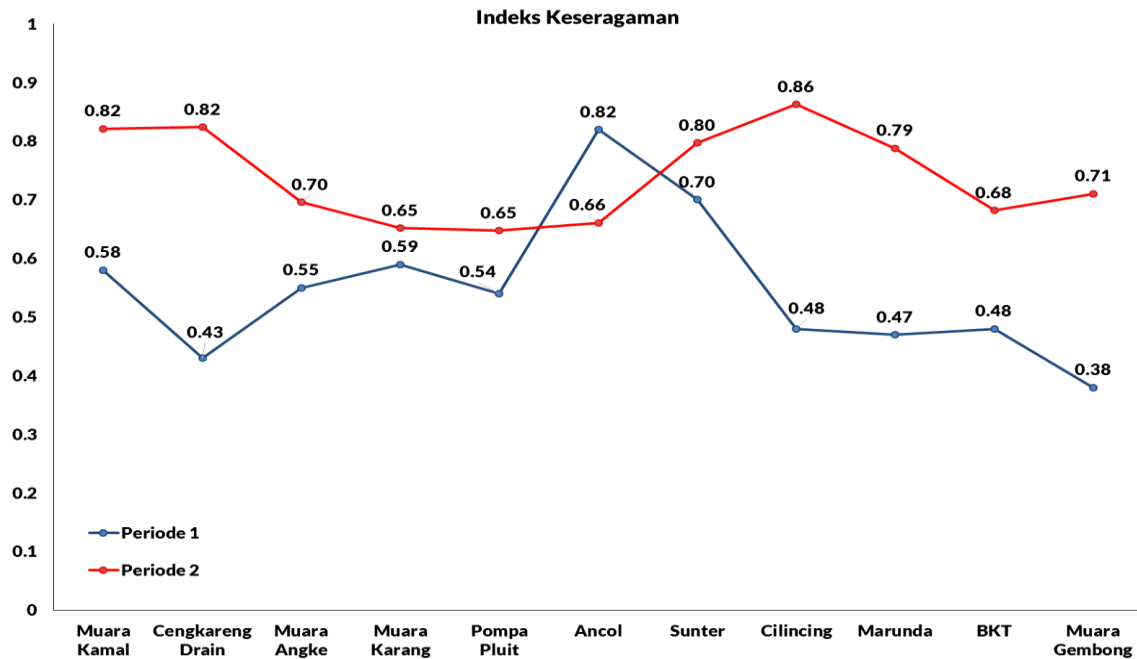
Sementara nilai kelimpahan zooplankton terendah pada periode 2 didapatkan di stasiun Cengkareng Drain sebesar 20.409 ind/m³. Spesies dengan kelimpahan tertinggi pada stasiun tersebut adalah *Nauplius (stadia)* sebesar 4.133 ind/m³. Adapun spesies dengan kelimpahan terendah sebesar 258 ind/m³ meliputi: (1) *Amphorellopsis sp* dan *Tintinnopsis sp* dari kelas *Protozoa*; (2) *Euterpina sp* dari kelas *Crustaceae*; (3) *Oikopleura sp* dari kelas *Chordata*; (4) *Synchaeta sp* dari kelas *Rotifera*; (5) *Larva Polychaeta (sp1)*; dan (6) *Nematoda Worm (sp1)* dari kelas *Nematoda*.



Gambar 91. Indeks Keragaman Zooplankton Zona Muara Pasang

Gambar 91 menunjukkan nilai indeks keragaman zooplankton zona muara saat kondisi pasang. Nilai indeks keragaman zooplankton pada zona muara saat kondisi pasang di periode 1 berkisar antara 0,68-1,84. Kisaran nilai tersebut menunjukkan bahwa tingkat keragaman zooplankton termasuk dalam kriteria rendah hingga sedang. Nilai indeks keragaman zooplankton tertinggi ditemukan pada stasiun Sunter yaitu sebesar 1,84. Sedangkan stasiun dengan nilai indeks keragaman zooplankton terendah sebesar 0,68 adalah Muara Gembong.

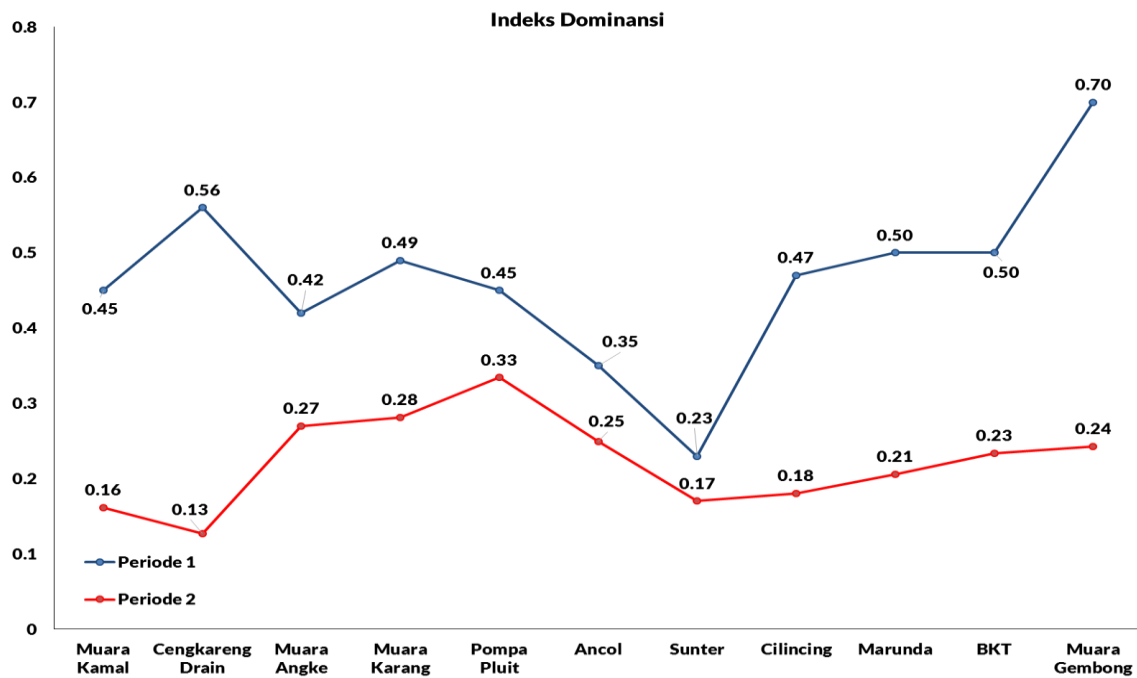
Sedangkan nilai indeks keragaman zooplankton pada periode 2 berkisar antara 1,61-2,29. Kisaran nilai tersebut menunjukkan bahwa tingkat keragaman zooplankton pada zona muara pasang termasuk dalam kriteria keragaman sedang. Adapun stasiun yang memiliki nilai indeks keragaman tertinggi adalah Cengkareng Drain sebesar 2,29. Sedangkan nilai indeks keragaman terendah ditemukan pada stasiun Pompa Pluit sebesar 1,61.



Gambar 92. Indeks Keseragaman Zooplankton Zona Muara Pasang

Kisaran nilai indeks keseragaman zooplankton zona muara pasang pada periode 1 dan 2 secara berurutan (**Gambar 92**) adalah sebesar 0,38-0,82 dan 0,65-0,86. Hal tersebut menunjukkan bahwa tingkat keseragaman zooplankton zona muara pasang pada periode 1 termasuk dalam kriteria rendah hingga tinggi. Sedangkan tingkat keseragaman pada periode 2 termasuk dalam kriteria sedang hingga tinggi. Adapun stasiun yang memiliki nilai indeks keseragaman tertinggi pada periode 1 sebesar 0,82 adalah stasiun Ancol. Sedangkan nilai indeks keseragaman terendah ditemukan pada stasiun Muara Gembong sebesar 0,38.

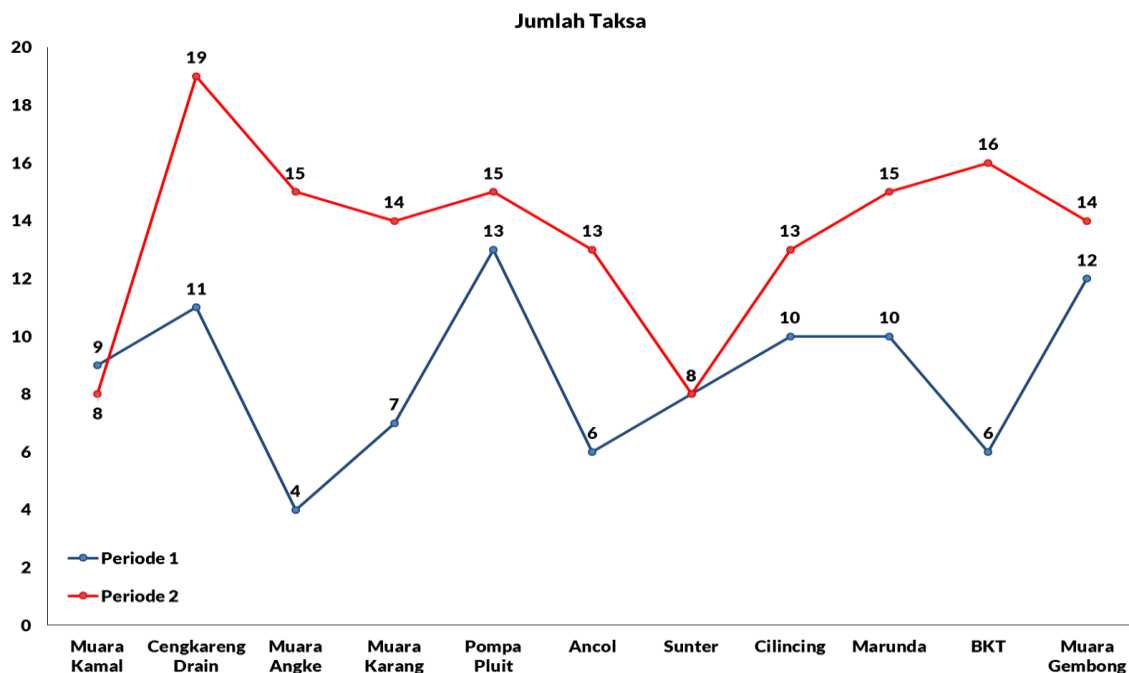
Sementara nilai indeks keseragaman tertinggi pada periode 2 dijumpai pada stasiun Cilincing sebesar 0,86. Sedangkan nilai indeks keseragaman terendah didapatkan pada stasiun Pompa Pluit sebesar 0,65.



Gambar 93. Indeks Dominansi Zooplankton Zona Muara Pasang

Berdasarkan **Gambar 93** diketahui bahwa nilai indeks dominansi zooplankton zona muara pasang pada periode 1 antara 0,23-0,70. Kisaran nilai tersebut menunjukkan tingkat dominansi zooplankton termasuk dalam kriteria rendah hingga sedang. Nilai indeks dominansi tertinggi ditemui pada stasiun Muara Gembong sebesar 0,70. Sedangkan nilai indeks dominansi terendah dijumpai pada stasiun Sunter sebesar 0,23.

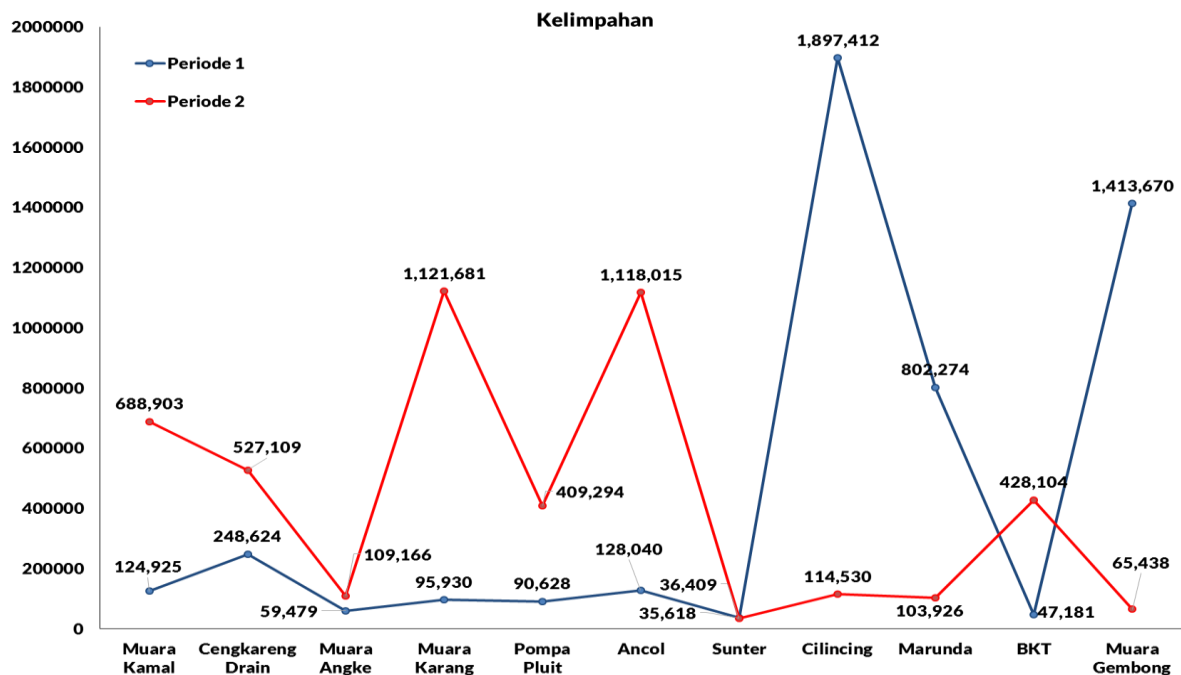
Adapun nilai indeks dominansi zooplankton periode 2 berkisar antara 0,13-0,33. Mengacu pada kisaran nilai tersebut, dapat disimpulkan bahwa tingkat dominansi zooplankton pada zona muara pasang termasuk dalam kriteria dominansi rendah. Stasiun dengan nilai indeks dominansi tertinggi sebesar 0,33 adalah Pompa Pluit. Sedangkan nilai indeks dominansi terendah didapatkan pada stasiun Cengkareng Drain sebesar 0,13.



Gambar 94. Jumlah Taksa Zooplankton Zona Muara Surut

Gambar 94 menampilkan nilai jumlah taksa zooplankton pada zona muara saat kondisi surut. Kisaran nilai jumlah taksa zooplankton pada periode 1 antara 4-13. Jumlah taksa tertinggi ditemukan pada stasiun pengamatan Pompa Pluit sebanyak 13 spesies yang terdiri dari 6 kelas yaitu *Protozoa*, *Rotifera*, *Crustaceae*, *Chordata*, *Hydrozoa* dan *Polychaeta*. Sedangkan jumlah taksa terendah didapatkan pada stasiun pengamatan Muara Angke sebanyak 4 spesies yang terdiri dari 3 kelas yaitu *Protozoa*, *Rotifera* dan *Crustaceae*.

Jumlah taksa zooplankton zona muara surut pada periode 2 berkisar antara 8-19 spesies. Stasiun dengan jumlah taksa tertinggi adalah Cengkareng Drain sebesar 19 spesies yang terdiri dari 6 kelas yaitu *Protozoa*, *Crustaceae*, *Chordata*, *Rotifera*, *Pelecypoda* dan *Polychaeta*. Sedangkan stasiun dengan jumlah taksa terendah adalah Muara Kamal dan Sunter sebanyak 8 spesies. Adapun zooplankton yang ditemukan pada stasiun Muara Kamal termasuk dalam kelas *Protozoa*, *Crustaceae*, *Chordata*, *Pelecypoda* dan *Polychaeta*. Sementara zooplankton yang didapatkan di Sunter termasuk dalam kelas *Protozoa*, *Crustaceae*, *Chordata* dan *Pelecypoda*.



Gambar 95. Kelimpahan Zooplankton Zona Muara Surut

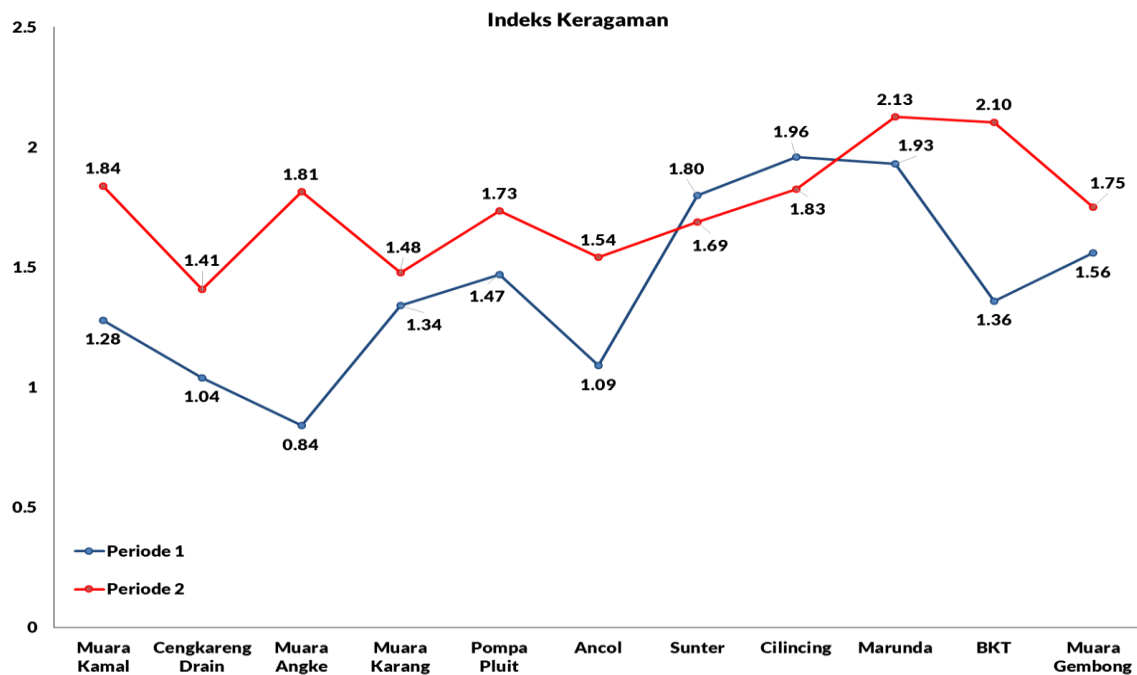
Berdasarkan **Gambar 95** diketahui bahwa kelimpahan zooplankton pada zona muara saat kondisi surut periode 1 berkisar antara 36.409-1.897.412 ind/m³. Stasiun yang memiliki nilai kelimpahan tertinggi pada zona muara saat kondisi surut adalah Cilincing yaitu 1.897.412 ind/m³. Adapun spesies yang memiliki nilai kelimpahan tertinggi pada stasiun tersebut adalah *Parafavella sp* dari kelas *Protozoa* yaitu sebesar 416.505 ind/m³. Sedangkan nilai kelimpahan terendah sebesar 46.278 ind/m³ ditemukan pada: (1) kelas *Protozoa* yang meliputi *Mesodinium sp*; (2) kelas *Rotifera* yang meliputi *Brachionus sp*; dan (3) kelas *Chordata* yang meliputi *Oikopleura sp*.

Nilai kelimpahan zooplankton zona muara saat kondisi surut periode 1 terendah dijumpai pada stasiun Sunter yaitu sebesar 36.409 ind/m³. Spesies yang memiliki nilai kelimpahan tertinggi pada stasiun tersebut adalah *Tintinnopsis sp* dari kelas *Protozoa* dan *Larva Pelecypoda (sp1)* dari kelas *Pelecypoda* sebesar 10.708 ind/m³. Sedangkan spesies dengan nilai kelimpahan terendah sebesar 2.142 ind/m³ meliputi: (1) *Clamydodon sp*, *Leptotintinnus sp* dari kelas *Protozoa*; (2) *Calanus sp* dan *Halocypris sp* dari kelas *Crustaceae*; (3) *Larva Polychaeta (sp1)* dari kelas *Polychaeta*.

Adapun kelimpahan zooplankton pada zona muara surut periode 2 berkisar antara 35.618-1.121.681 ind/m³. Stasiun dengan kelimpahan tertinggi sebesar 1.121.681 ind/m³ adalah Muara Karang. Spesies dengan kelimpahan tertinggi pada stasiun tersebut adalah *Nauplius (stadia)* dari kelas *Protozoa* sebesar 596.639 ind/m³. Adapun spesies dengan

kelimpahan terendah sebesar 5.966 ind/m³ meliputi: (1) *Amphorellopsis sp*, *Tintinnopsis sp*, *Undella sp* dari kelas *Protozoa*; dan (2) *Nematoda Worm (sp1)* dari kelas *Nematoda*.

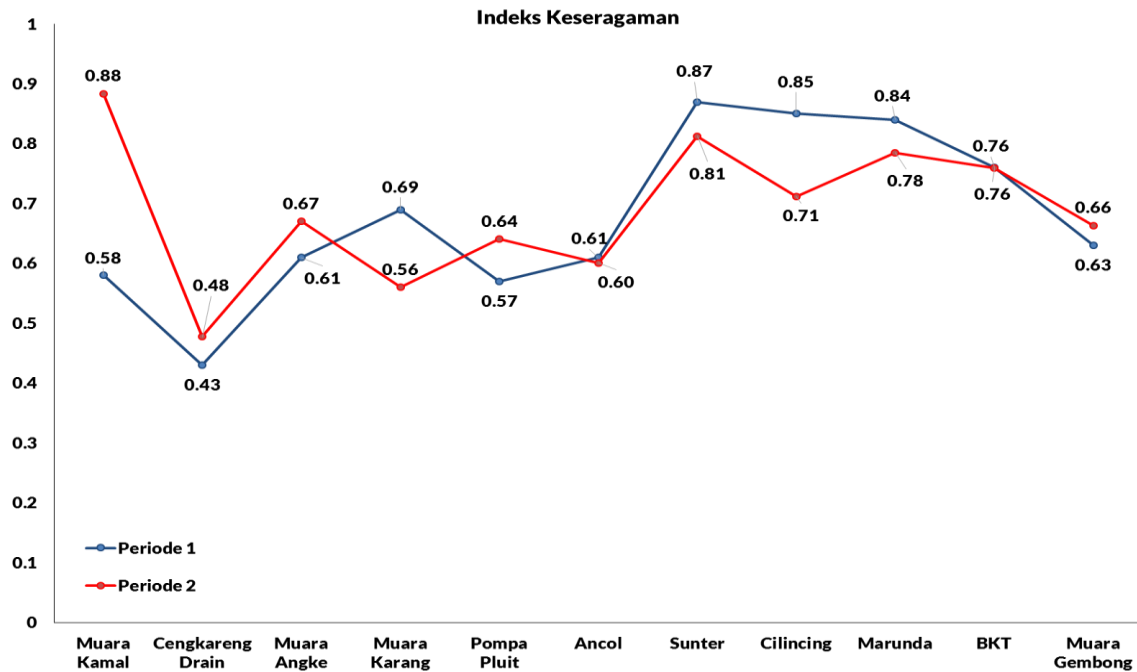
Sedangkan stasiun dengan kelimpahan terendah sebesar 35.618 ind/m³ adalah Sunter. Spesies dengan kelimpahan tertinggi pada stasiun tersebut adalah *Nauplius (stadia)* dari kelas *Crustaceae* sebesar 13.253 ind/m³. Sementara spesies dengan kelimpahan terendah adalah *Oikopleura sp* dari kelas *Chordata* sebesar 828 ind/m³.



Gambar 96. Indeks Keragaman Zooplankton Zona Muara Surut

Gambar 96 menampilkan indeks keragaman zooplankton pada zona muara surut. Nilai indeks keragaman zooplankton pada zona muara surut periode 1 berkisar antara 0,84-1,96. Kisaran nilai tersebut menunjukkan bahwa tingkat keragaman zooplankton termasuk dalam kriteria rendah hingga sedang. Stasiun dengan nilai keragaman tertinggi sebesar 1,96 adalah Cilincing. Sedangkan nilai keragaman terendah sebesar 0,84 dijumpai pada stasiun Muara Angke.

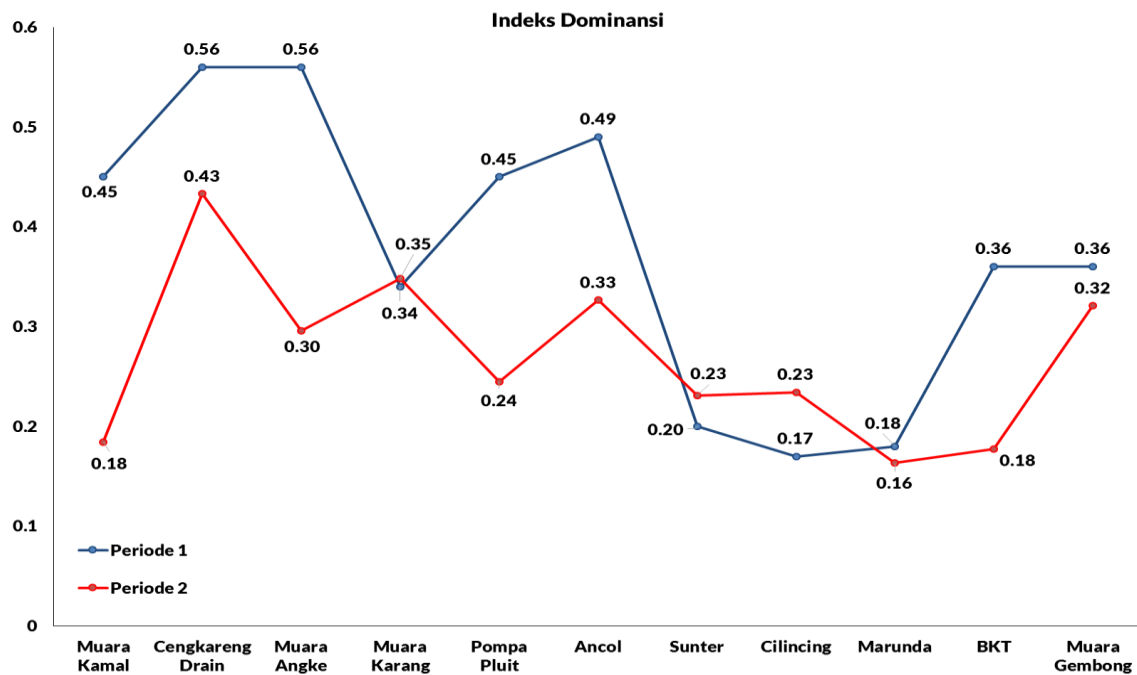
Kisaran nilai indeks keragaman zooplankton pada zona muara surut periode 2 adalah sebesar 1,41-2,13. Kisaran nilai indeks keragaman zooplankton tersebut termasuk dalam kriteria keragaman sedang. Nilai indeks keragaman tertinggi sebesar 2,13 didapatkan pada stasiun Marunda. Sementara stasiun dengan nilai indeks keragaman terendah sebesar 1,41 adalah Cengkareng Drain.



Gambar 97. Indeks Keseragaman Zooplankton Zona Muara Surut

Berdasarkan **Gambar 97** diketahui bahwa nilai indeks keseragaman zooplankton pada zona muara saat kondisi surut periode 1 berkisar antara 0,43-0,87. Kisaran nilai tersebut menunjukkan bahwa tingkat keseragaman zooplankton pada zona muara saat kondisi surut termasuk dalam kriteria sedang hingga tinggi. Nilai tertinggi indeks keseragaman zooplankton pada zona muara saat kondisi surut sebesar 0,87 ditemukan pada stasiun Sunter. Sedangkan nilai terendah sebesar 0,43 dijumpai pada stasiun Cengkareng Drain.

Sementara pada periode 2, nilai indeks keseragaman zooplankton pada zona muara surut berkisar antara 0,48-0,88. Berdasarkan kisaran nilai tersebut, dapat disimpulkan bahwa tingkat keseragaman zooplankton termasuk dalam kriteria keseragaman sedang hingga tinggi. Adapun stasiun dengan nilai indeks keseragaman tertinggi sebesar 0,88 adalah Muara Kamal. Sedangkan stasiun dengan nilai indeks keseragaman terendah adalah Cengkareng Drain sebesar 0,48.

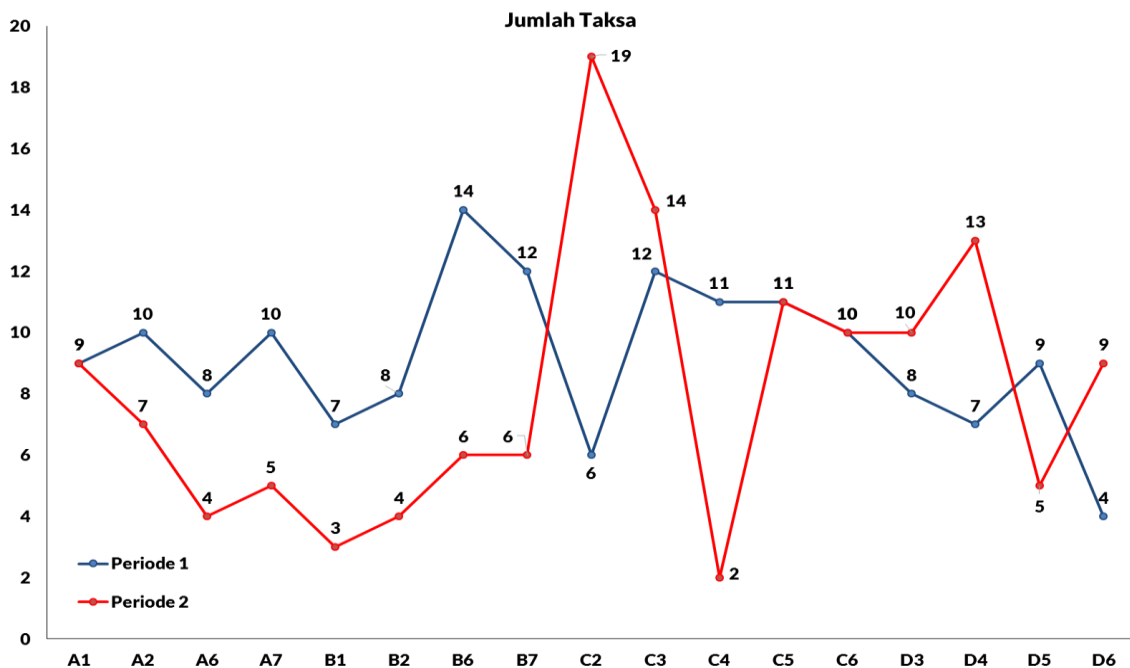


Gambar 98. Indeks Dominansi Zooplankton Zona Muara Surut

Gambar 98 menunjukkan nilai indeks dominansi zooplankton pada zona muara saat kondisi surut. Nilai indeks dominansi zooplankton pada periode 1 berkisar antara 0,17-0,56. Kisaran nilai indeks dominansi tersebut menggambarkan bahwa tingkat dominansi zooplankton pada zona perairan muara saat surut termasuk dalam kriteria rendah hingga sedang. Stasiun dengan nilai indeks dominansi tertinggi sebesar 0,56 adalah Cengkareng Drain dan Muara Angke. Sedangkan nilai indeks dominansi terendah dijumpai pada stasiun Cilincing sebesar 0,17.

Adapun pada periode 2 kisaran nilai indeks dominansi zooplankton zona muara surut berkisar antara 0,16-0,43. Kisaran nilai tersebut menunjukkan bahwa tingkat dominansi zooplankton pada zona muara surut termasuk dalam kriteria dominansi rendah. Stasiun dengan nilai indeks dominansi tertinggi adalah Cengkareng Drain sebesar 0,43. Adapun nilai indeks dominansi terendah sebesar 0,16 ditemukan di stasiun Marunda.

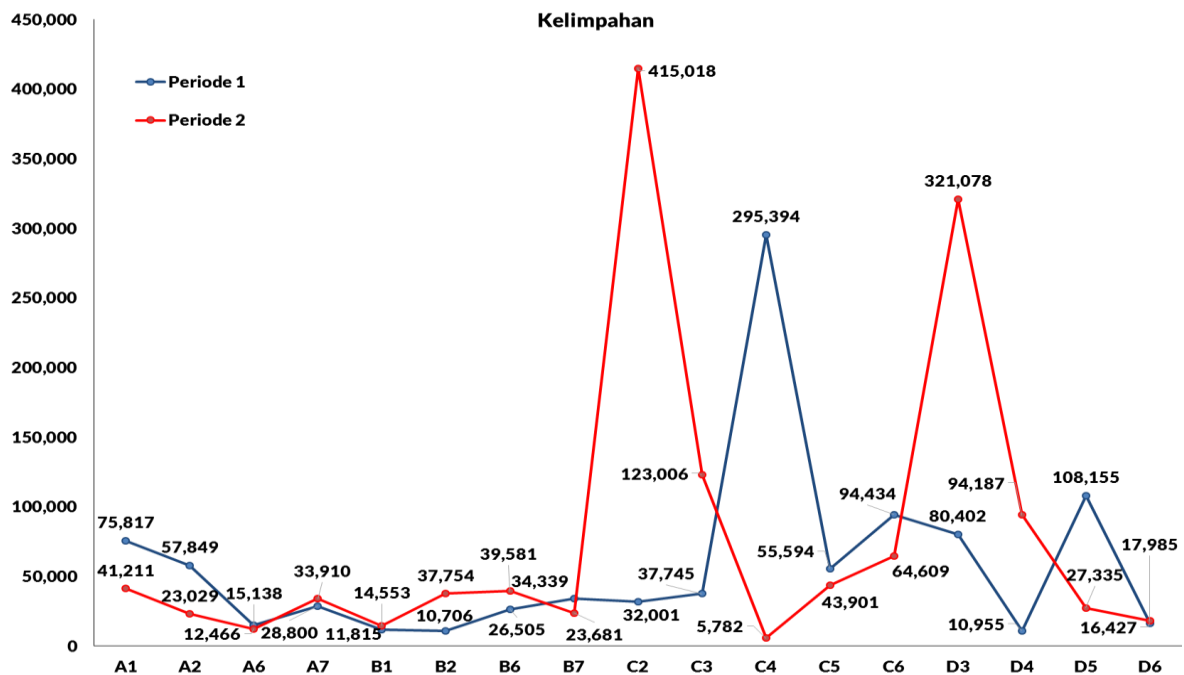
4.3.2.2. Analisis Zooplankton Zona Perairan Pantai



Gambar 99. Jumlah Taksa Zooplankton Zona Perairan Pantai

Gambar 99 menunjukkan jumlah taksa zooplankton pada zona perairan pantai. Jumlah taksa pada zona perairan pantai periode 1 berkisar antara 4-14 spesies. Jumlah taksa tertinggi sebanyak 14 spesies ditemukan pada stasiun pengamatan B6. Spesies yang ditemukan pada stasiun pengamatan B6 termasuk dalam 5 kelas yang meliputi *Protozoa*, *Crustaceae*, *Chordata*, *Pelecypoda* dan *Gastropoda*. Sedangkan jumlah taksa terendah dijumpai pada stasiun pengamatan D6 sebanyak 4 spesies yang terdiri dari 3 kelas yaitu *Protozoa*, *Crustaceae* dan *Chordata*.

Kisaran jumlah taksa zooplankton pada periode 2 berkisar antara 2-19 spesies. Jumlah taksa tertinggi didapatkan pada stasiun C2 sebanyak 19 spesies yang terdiri dari 8 kelas yaitu *Protozoa*, *Crustaceae*, *Chordata*, *Rotifera*, *Pelecypoda*, *Polychaeta*, *Gastropoda* dan *Chironomidae*. Sedangkan taksa terendah ditemukan pada stasiun C4 sebanyak 2 spesies yang termasuk dalam kelas *Crustaceae*.



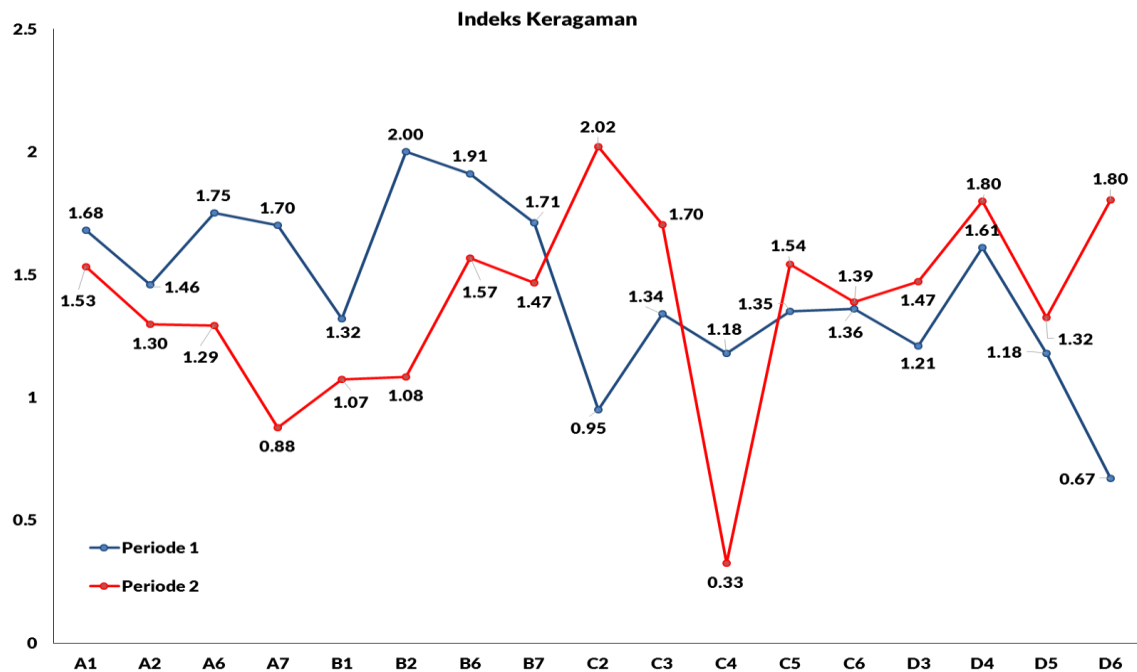
Gambar 100. Kelimpahan Zooplankton Zona Perairan Pantai

Berdasarkan pada **Gambar 100** diketahui bahwa kelimpahan zooplankton pada zona perairan pantai periode 1 berkisar antara 10.955-295.394 ind/m³. Kelimpahan tertinggi ditemukan pada stasiun C4 yaitu sebesar 295.394 ind/m³. Adapun spesies yang memiliki kelimpahan tertinggi pada stasiun C4 tersebut adalah *Nauplius (stadia)* dari kelas *Crustacea* yaitu sebesar 261.609 ind/m³. Sedangkan spesies dengan kelimpahan terendah adalah *Rhabdonella sp* yang termasuk dalam kelas *Protozoa*.

Nilai kelimpahan zooplankton zona perairan pantai terendah pada periode 1 ditemukan pada stasiun D4 sebesar 10.955 ind/m³. Spesies dengan kelimpahan tertinggi pada stasiun tersebut adalah *Nauplius (stadia)* dari kelas *Crustacea* yaitu sebesar 4.695 ind/m³. Sedangkan spesies dengan kelimpahan terendah adalah *Tintinnopsis sp* yang juga dari kelas *Protozoa* yaitu sebanyak 313 ind/m³.

Adapun kelimpahan zooplankton pada zona perairan pantai periode 2 berkisar antara 5.782-415.018 ind/m³. Stasiun dengan kelimpahan tertinggi sebesar 415.018 ind/m³ adalah C2. Adapun spesies dengan kelimpahan tertinggi pada stasiun tersebut adalah *Nauplius (stadia)* dari kelas *Crustaceae* sebesar 196.906 ind/m³. Sedangkan spesies dengan kelimpahan terendah sebesar 3.029 ind/m³ meliputi: (1) *Favella sp* dari kelas *Protozoa*; (2) *Mysis (stadia)* dari kelas *Crustaceae*; (3) *Trichocerca sp* dari kelas *Rotifera*; dan (4) *Larva Chironomidae (sp1)* dari kelas *Chironomidae*.

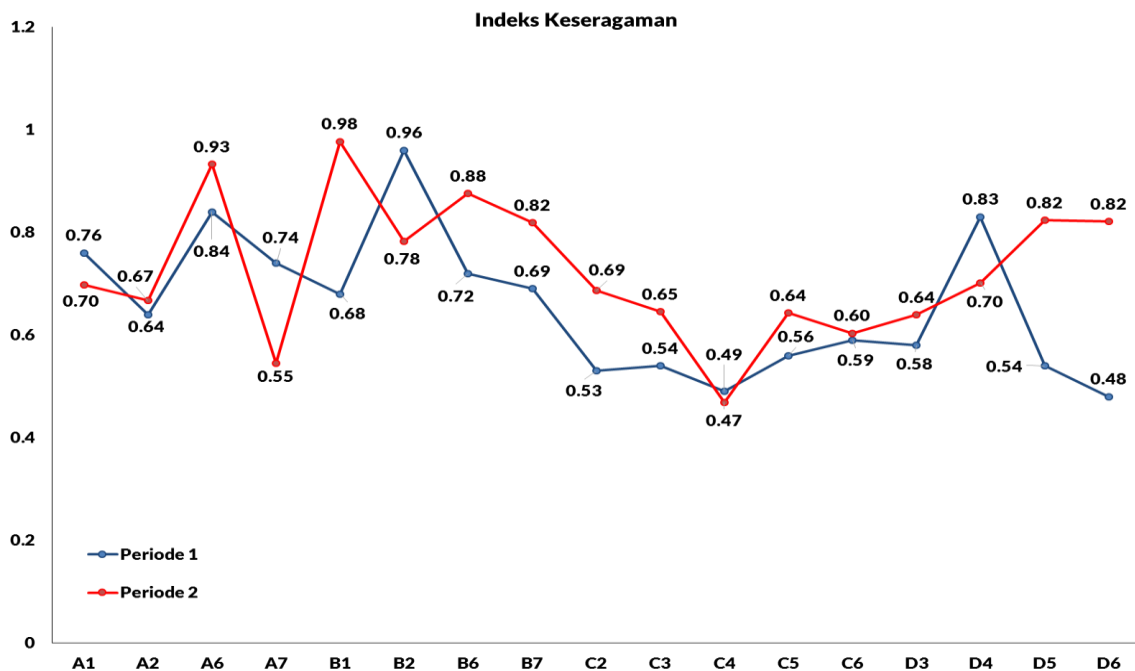
Sementara stasiun dengan kelimpahan terendah pada periode 2 sebesar 5.782 ind/m³ adalah C4. Spesies dengan kelimpahan tertinggi adalah *Nauplius (stadia)* dari kelas *Crustaceae* sebesar 5.204 ind/m³. Sedangkan spesies dengan kelimpahan terendah adalah *Evadne sp* dari kelas *Crustaceae* sebesar 578 ind/m².



Gambar 101. Indeks Keragaman Zooplankton Zona Perairan Pantai

Mengacu pada **Gambar 101** diketahui bahwa kisaran nilai indeks keragaman zooplankton pada zona perairan pantai periode 1 antara 0,67-2,00. Kisaran nilai tersebut menggambarkan bahwa pada zona perairan pantai memiliki tingkat keseragaman zooplankton yang termasuk dalam kriteria rendah hingga sedang. Nilai indeks keragaman zooplankton tertinggi ditemukan pada stasiun B2 sebesar 2,00. Sementara nilai terendah sebesar 0,67 dijumpai pada stasiun D6.

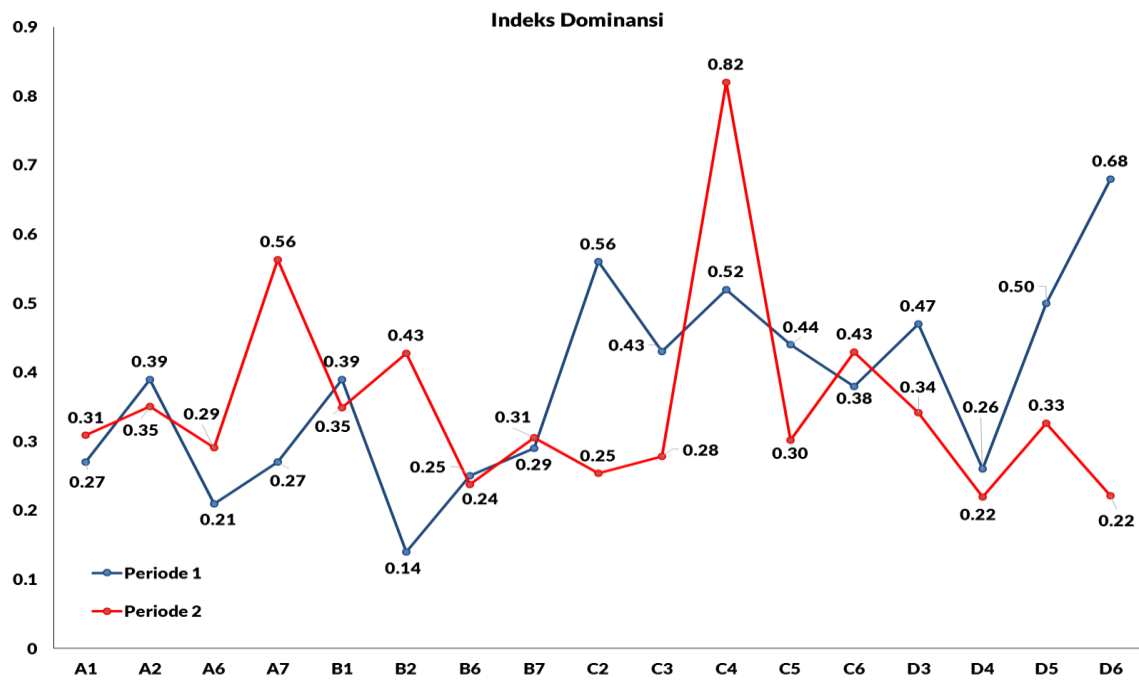
Sementara pada periode 2 kisaran nilai indeks keragaman zooplankton zona perairan pantai sebesar 0,33-2,02. Kisaran nilai tersebut menggambarkan tingkat keragaman zooplankton termasuk dalam kriteria rendah hingga sedang. Nilai indeks keragaman tertinggi sebesar 2,02 didapatkan pada stasiun C2. Sedangkan nilai indeks keragaman terendah sebesar 0,33 ditemukan pada stasiun C4.



Gambar 102. Indeks Keseragaman Zooplankton Zona Perairan Pantai

Gambar 102 menggambarkan nilai indeks keseragaman zooplankton pada zona perairan pantai. Nilai indeks keseragaman zooplankton pada periode 1 berkisar antara 0,48-0,96. Kisaran nilai tersebut menunjukkan bahwa tingkat keseragaman zooplankton termasuk dalam kriteria sedang hingga tinggi. Adapun stasiun dengan nilai indeks keseragaman tertinggi adalah B2 sebesar 0,96. Sedangkan stasiun dengan nilai indeks keseragaman terendah ditemui pada D6 sebesar 0,48.

Sedangkan pada periode 2, nilai indeks keseragaman zooplankton pada zona perairan pantai berkisar antara 0,47-0,98. Berdasarkan kisaran nilai tersebut diketahui bahwa tingkat keseragaman zooplankton termasuk dalam kriteria sedang hingga tinggi. Adapun stasiun dengan nilai indeks keseragaman tertinggi adalah B1 yaitu sebesar 0,98. Sementara nilai indeks keseragaman terendah sebesar 0,47 dijumpai pada stasiun C4.

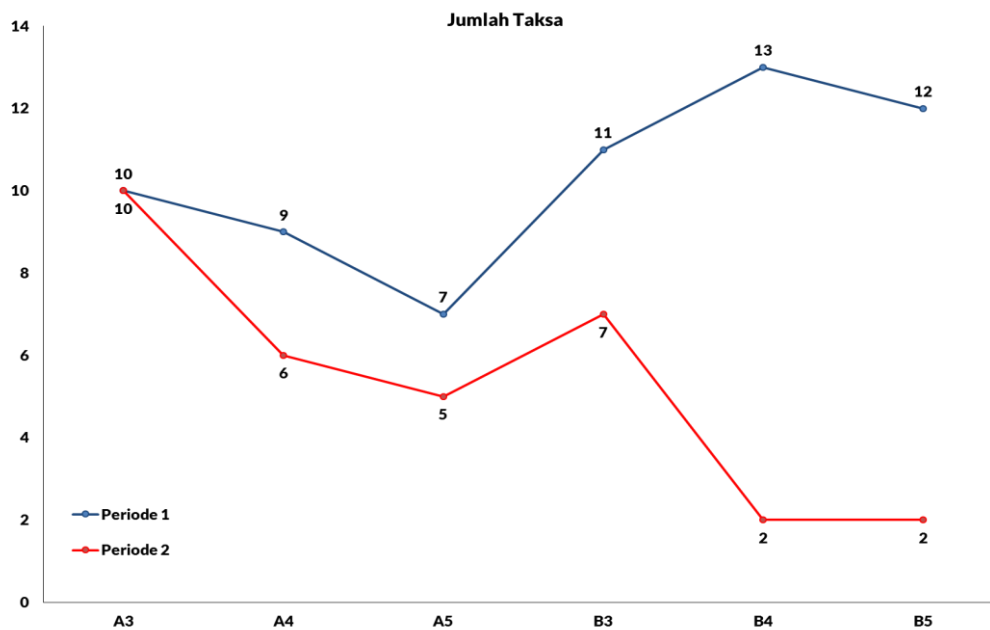


Gambar 103. Indeks Dominansi Zooplankton Zona Perairan Pantai

Mengacu pada **Gambar 103** diketahui bahwa nilai indeks dominansi zooplankton pada periode 1 zona perairan pantai berkisar antara 0,14-0,68. Kisaran nilai tersebut menunjukkan tingkat dominansi rendah hingga sedang. Nilai indeks dominansi tertinggi ditemukan pada stasiun D6 sebesar 0,68. Sementara nilai indeks dominansi terendah dijumpai pada stasiun B2 sebesar 0,14.

Kisaran nilai indeks dominansi zooplankton pada periode 2 sebesar 0,22-0,82. Hal tersebut menggambarkan bahwa tingkat dominansi zooplankton pada zona perairan pantai termasuk dalam kriteria dominansi rendah hingga tinggi. Stasiun dengan nilai indeks dominansi tertinggi sebesar 0,82 adalah C4. Sedangkan stasiun dengan nilai indeks dominansi terendah ditemukan di D4 dan D6 sebesar 0,22.

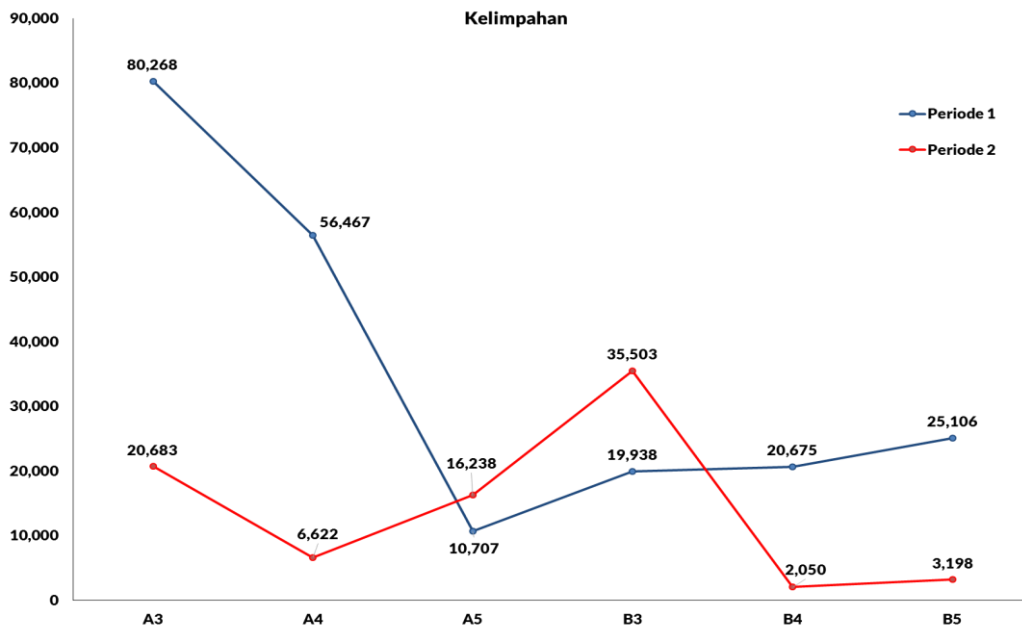
4.3.2.3. Analisis Zooplankton Zona Perairan Teluk



Gambar 104. Jumlah Taksa Zooplankton Zona Perairan Teluk

Kisaran jumlah taksa zooplankton pada zona perairan teluk periode 1 adalah sebesar 7-13 spesies (**Gambar 104**). Jumlah taksa tertinggi dijumpai pada stasiun B4 sebanyak 13 spesies yang terdiri dari kelas *Protozoa*, *Crustaceae*, *Chordata*, *Polychaeta* dan *Pelecypoda*. Sementara jumlah taksa terendah ditemukan pada stasiun A5 sebanyak 7 spesies yang terdiri dari kelas *Protozoa*, *Crustaceae* dan *Pelecypoda*.

Adapun pada periode 2, jumlah taksa zooplankton pada zona perairan teluk berkisar antara 2-10 spesies. Stasiun dengan jumlah taksa tertinggi adalah A3 sebanyak 10 spesies yang terdiri dari 4 kelas *Protozoa*, *Crustaceae*, *Chordata* dan *Pelecypoda*, Adapun stasiun dengan jumlah taksa terendah adalah B4 dan B5 sebanyak 2 spesies yang terdiri dari kelas *Protozoa* dan *Crustaceae*.



Gambar 105. Kelimpahan Zooplankton Zona Perairan Teluk

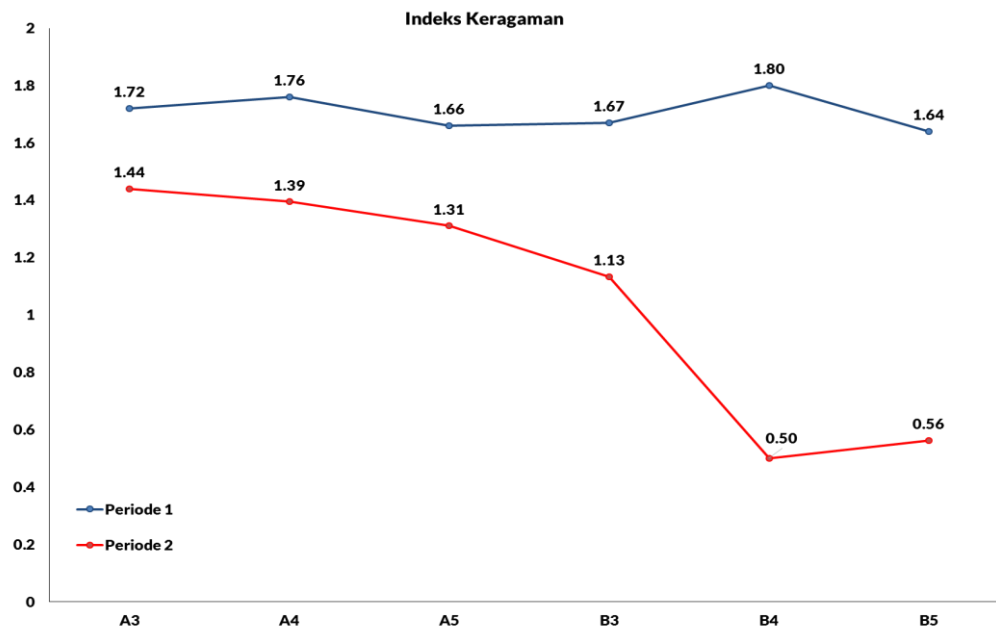
Gambar 105 menunjukkan nilai kelimpahan zooplankton zona perairan teluk. Kelimpahan zooplankton periode 1 berkisar antara 10.707-80.268 ind/m³. Nilai tertinggi kelimpahan zooplankton sebesar 80.268 ind/m³ ditemukan pada stasiun A3. Adapun spesies dengan nilai kelimpahan tertinggi pada stasiun tersebut adalah *Favella sp* dari kelas *Protozoa* sebesar 35.468 ind/m³. Sedangkan spesies dengan nilai kelimpahan terendah sebesar 1.867 ind/m³ yaitu: (1) kelas *Protozoa* yaitu *Codonellopsis sp*; (2) kelas *Rotifera* meliputi *Anuraeopsis sp*; dan (3) Kelas *Crustaceae* yaitu *Microsetella sp*.

Nilai terendah kelimpahan zooplankton periode 1 sebesar 10.707 ind/m³ dijumpai pada stasiun A5. Spesies yang memiliki nilai kelimpahan tertinggi pada stasiun tersebut adalah *Favella sp* dari kelas *Protozoa* sebesar 3.692 ind/m³. Sedangkan spesies dengan nilai kelimpahan terendah adalah *Microsetella sp* yang termasuk dalam kelas *Crustaceae* dan *Larva Pelecypoda (sp1)* dari kelas *Polychaeta* sebesar 369 ind/m³.

Sementara pada periode 2, kelimpahan zooplankton pada zona perairan Teluk berkisar antara 2.050-35.503 ind/m³. Stasiun dengan kelimpahan tertinggi sebesar 35.503 ind/m³ adalah B3. Spesies dengan kelimpahan tertinggi pada stasiun B3 adalah *Nauplius (stadia)* dari kelas *Crustaceae* sebesar 24.579 ind/m³. Sedangkan spesies dengan kelimpahan terendah adalah *Paracalanus sp* dari kelas *Crustaceae* sebesar 910 ind/m³.

Adapun stasiun dengan kelimpahan terendah pada periode 2 sebesar 2.050 ind/m³ adalah B4. Adapun spesies dengan kelimpahan tertinggi pada stasiun B4 adalah *Nauplius*

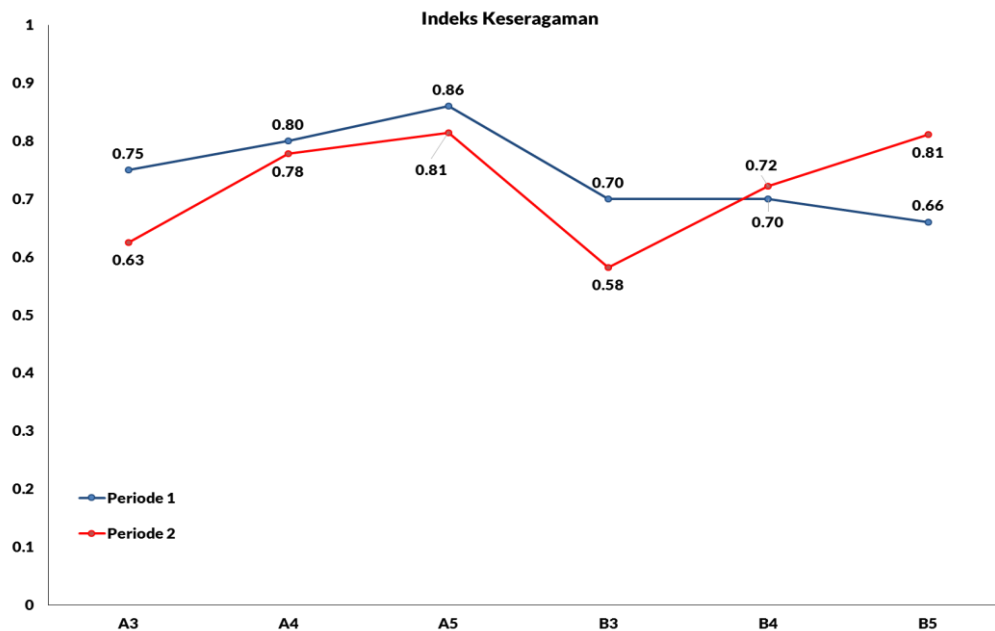
(*stadia*) dari kelas *Crustaceae* sebesar 1.640 ind/m³. Sedangkan spesies dengan kelimpahan terendah adalah *Tintinnopsis sp* dari kelas *Protozoa* sebesar 410 ind/m³.



Gambar 106. Indeks Keragaman Zooplankton Zona Perairan Teluk

Mengacu pada **Gambar 106** diketahui bahwa kisaran nilai indeks keragaman zooplankton pada zona perairan teluk periode 1 sebesar 1,64-1,80. Kisaran nilai tersebut menunjukkan bahwa pada zona perairan teluk tingkat keragaman zooplankton termasuk dalam kriteria sedang. Nilai tertinggi indeks keragaman zooplankton sebesar 1,80 ditemukan pada stasiun B4. Sedangkan nilai terendah sebesar 1,64 pada stasiun B5.

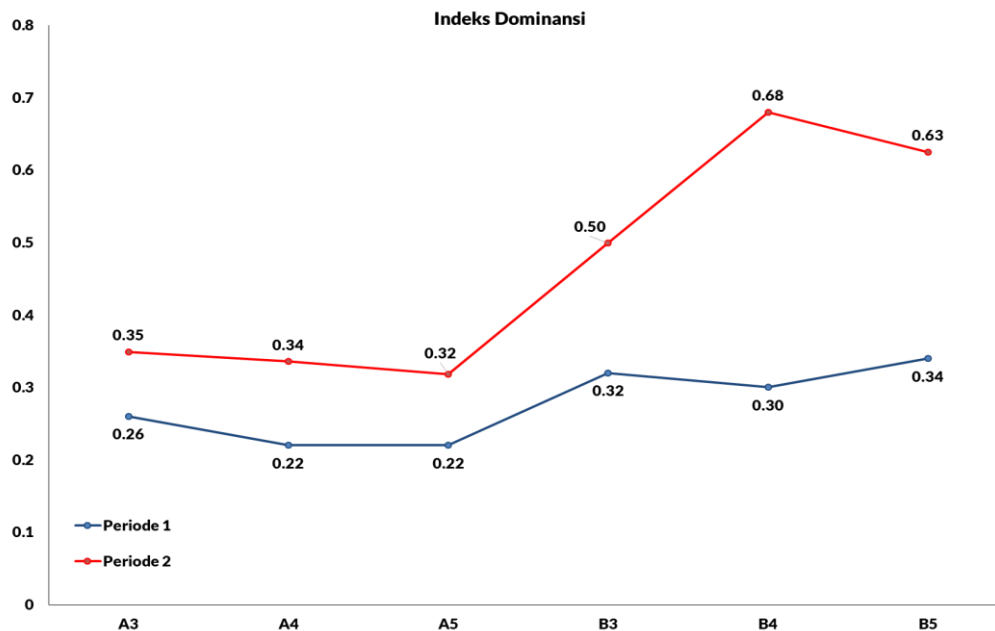
Nilai indeks keragaman zooplankton periode 2 berkisar antara 0,50-1,44. Kisaran nilai tersebut menunjukkan bahwa tingkat keragaman zooplankton termasuk dalam kriteria keragaman rendah hingga sedang. Stasiun dengan nilai indeks keragaman tertinggi sebesar 1,44 adalah A3. Sedangkan nilai indeks keragaman terendah sebesar 0,50 ditemui pada stasiun B4.



Gambar 107. Indeks Keseragaman Zooplankton Zona Perairan Teluk

Gambar 107 menunjukkan nilai indeks keseragaman zooplankton pada zona perairan teluk periode 1 dan 2. Nilai indeks keseragaman zooplankton pada periode 1 berkisar antara 0,66-0,86. Kisaran nilai tersebut menunjukkan bahwa tingkat keseragaman termasuk dalam kriteria tinggi. Adapun nilai indeks keseragaman zooplankton tertinggi ditemukan pada stasiun A5 sebesar 0,86. Sementara nilai indeks keseragaman terendah sebesar 0,66 ditemukan pada stasiun B5.

Adapun nilai indeks keseragaman zooplankton pada zona perairan teluk periode 2 berkisar antara 0,58-0,81. Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan bahwa tingkat keseragaman zooplankton termasuk dalam kriteria sedang hingga tinggi. Adapun stasiun dengan nilai indeks keseragaman tertinggi sebesar 0,81 adalah B5. Sementara stasiun dengan nilai indeks keseragaman terendah adalah B3 sebesar 0,58.

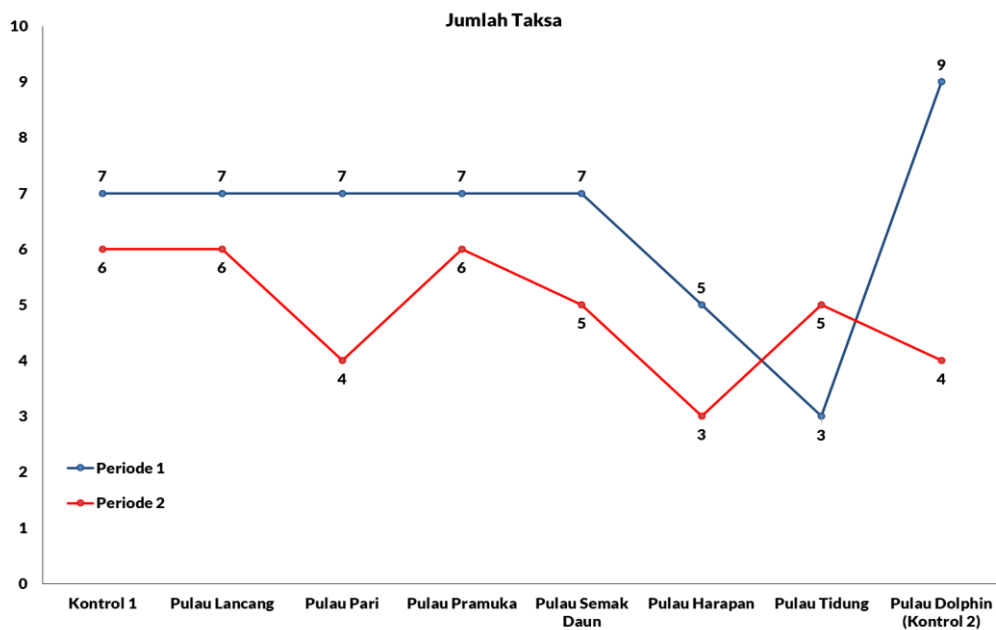


Gambar 108. Indeks Dominansi Zooplankton Zona Perairan Teluk

Mengacu pada **Gambar 108** diketahui bahwa nilai indeks dominansi zooplankton zona perairan teluk periode 1 berkisar antara 0,22-0,34. Kisaran nilai tersebut menggambarkan bahwa pada zona perairan teluk tingkat dominansi termasuk dalam kriteria rendah. Nilai indeks dominansi tertinggi ditemukan pada stasiun B5 sebesar 0,34. Sementara nilai terendah dijumpai pada stasiun A4 dan A5 sebesar 0,22

Adapun pada periode 2, nilai indeks dominansi zooplankton pada zona perairan teluk berkisar antara 0,32-0,68. Hal tersebut menggambarkan tingkat dominansi zooplankton termasuk dalam kriteria dominansi rendah hingga sedang. Nilai indeks dominansi tertinggi sebesar 0,68 ditemukan pada stasiun B4. Sedangkan nilai indeks dominansi terendah didapatkan pada stasiun A5 sebesar 0,32.

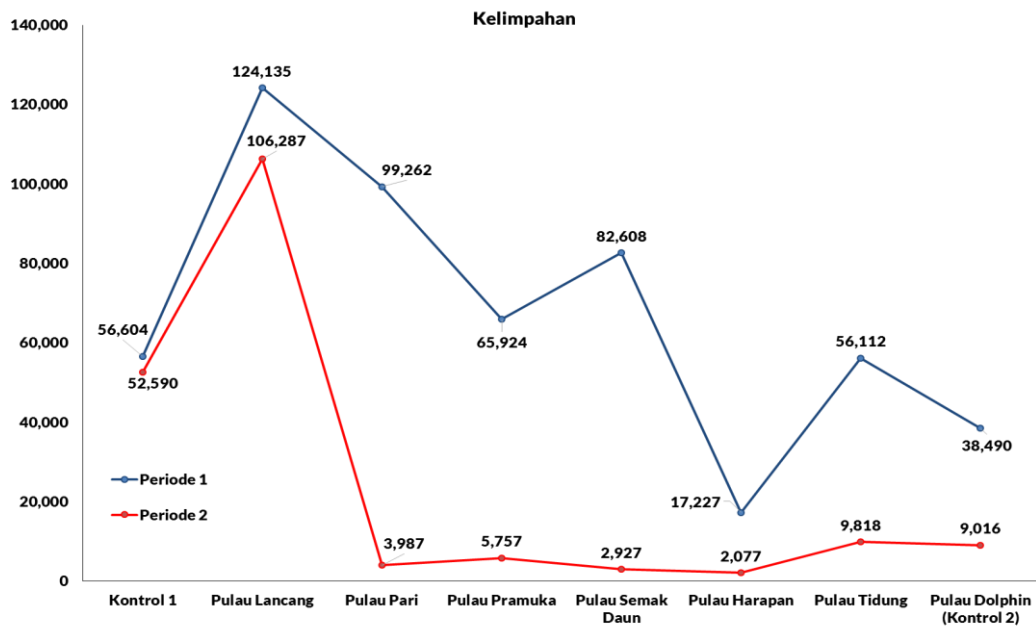
4.3.2.4. Analisis Zooplankton Zona Perairan Kepulauan Seribu



Gambar 109. Jumlah Taksa Zooplankton Zona Perairan Kepulauan Seribu

Berdasarkan pada **Gambar 109** diketahui bahwa jumlah taksa zooplankton pada zona perairan Kepulauan Seribu periode 1 berkisar antara 3-9 spesies. Stasiun yang memiliki jumlah taksa tertinggi adalah Pulau Dolphin (Titik Kontrol 2) sebanyak 9 spesies yang terdiri dari kelas *Protozoa*, *Crustaceae*, *Pelecypoda* dan *Chaetognata*. Sementara jumlah taksa terendah sebanyak 3 spesies ditemukan pada stasiun Pulau Tidung yang terdiri dari kelas *Protozoa* dan *Crustaceae*.

Sedangkan pada periode 2, jumlah taksa zooplankton pada zona perairan Kepulauan Seribu berkisar antara 3-6 spesies. Stasiun dengan nilai taksa tertinggi 6 spesies didapatkan pada 3 stasiun pengamatan yaitu: (1) Titik Kontrol 1 dimana spesies yang ada termasuk dalam kelas *Protozoa* dan *Crustaceae*; (2) Pulau Lancang dimana spesies yang ada termasuk dalam kelas *Protozoa*, *Crustaceae* dan *Pelecypoda*; dan (3) Pulau Pramuka dimana spesies yang ada termasuk dalam kelas *Protozoa* dan *Crustaceae*. Sedangkan stasiun dengan kelimpahan terendah adalah Pulau Harapan sebanyak 3 spesies yang termasuk dalam kelas *Protozoa* dan *Crustaceae*.



Gambar 110. Kelimpahan Zooplankton Zona Perairan Kepulauan Seribu

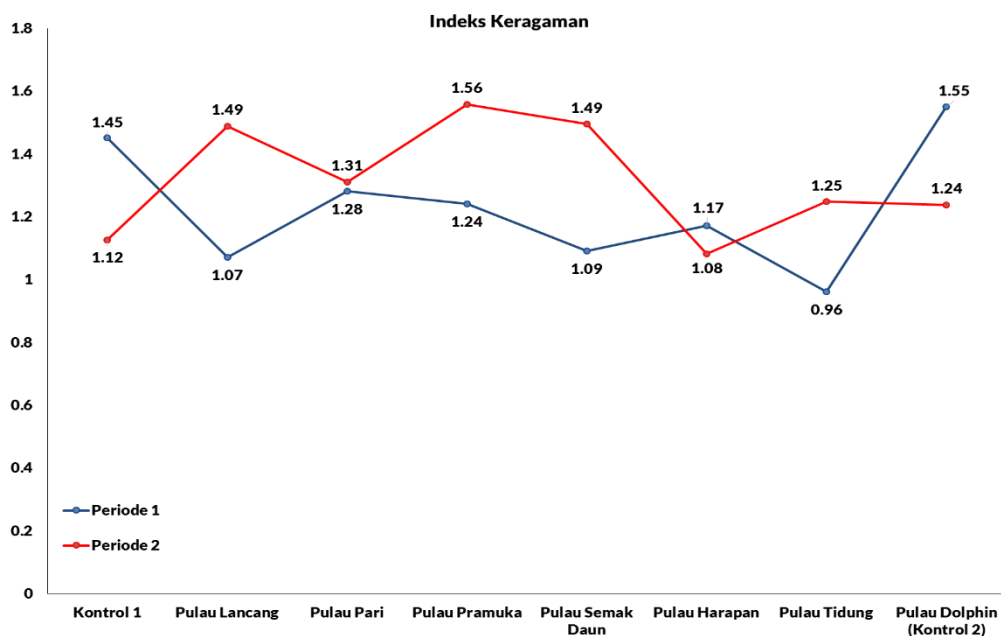
Gambar 110 menyajikan data kelimpahan zooplankton pada zona perairan Kepulauan Seribu. Kisaran nilai kelimpahan zooplankton pada periode 1 antara 17.227-124.135 ind/m³. Nilai kelimpahan zooplankton tertinggi sebesar 124.135 ind/m³ ditemukan pada stasiun Pulau Lancang. Spesies dengan nilai kelimpahan tertinggi sebesar 89.122 ind/m³ pada stasiun tersebut adalah *Nauplius (stadia)* yang termasuk dalam kelas *Crustaceae*. Sedangkan spesies dengan nilai kelimpahan terendah sebesar 3.183 ind/m³ meliputi: (1) *Codonellopsis sp* dari kelas *Protozoa*; (2) *Microsetella sp* dari kelas *Crustaceae*; dan (3) *Sagitta sp* dari kelas *Chaetognata*.

Nilai kelimpahan zooplankton terendah pada zona perairan Kepulauan Seribu di periode 2 sebesar 17.227 ind/m³ dijumpai pada stasiun Pulau Harapan. Adapun spesies dengan nilai kelimpahan tertinggi pada stasiun Pulau Harapan sebesar 10.664 ind/m³ adalah *Nauplius (stadia)* yang termasuk dalam kelas *Crustaceae*. Sementara spesies dengan nilai kelimpahan terendah sebesar 1.641 ind/m³ yaitu: (1) Kelas *Protozoa* yang meliputi *Codonellopsis sp*; dan (2) Kelas *Gastropoda* yaitu *Larva Gastropoda (sp1)*.

Adapun pada periode 2 kelimpahan zooplankton zona perairan Kepulauan Seribu berkisar antara 2.077-106.287 ind/m³. Stasiun dengan kelimpahan tertinggi sebesar 106.287 ind/m³ adalah Pulau Lancang. Spesies dengan kelimpahan tertinggi pada stasiun Pulau Lancang adalah *Nauplius (stadia)* dari kelas *Crustaceae* sebesar 39.858 ind/m³. Sedangkan

spesies dengan kelimpahan terendah adalah *Acrocalanus sp* dari kelas *Crustaceae* sebesar 4.429 ind/m³.

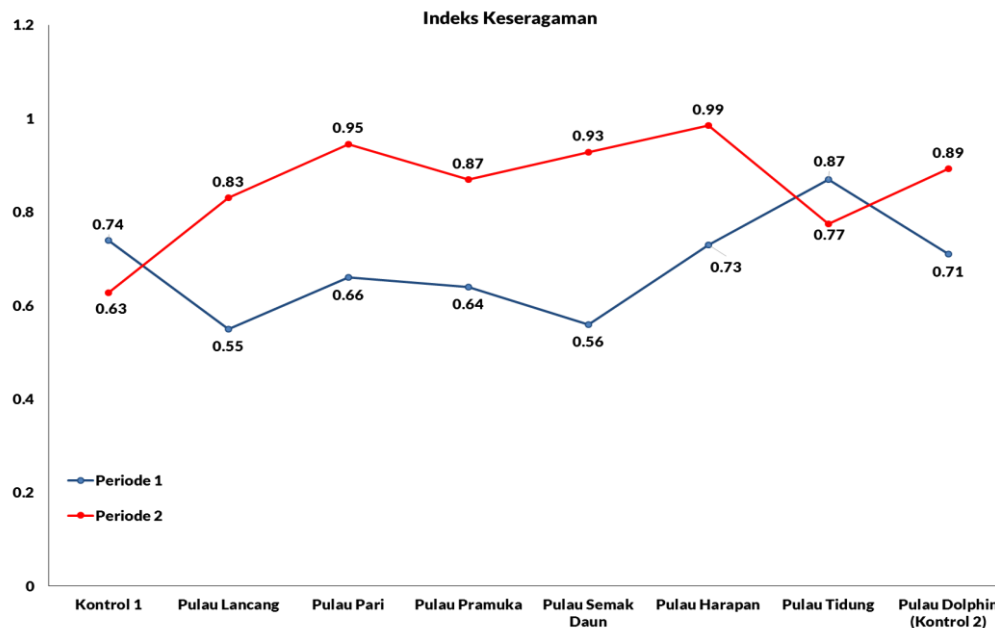
Sementara stasiun dengan kelimpahan terendah sebesar 2.077 ind/m³ pada periode 2 adalah Pulau Harapan. Spesies dengan kelimpahan tertinggi pada stasiun Pulau Harapan adalah *Tintinnopsis sp* dari kelas *Protozoa* dan *Nauplius (stadia)* dari kelas *Crustaceae* sebesar 779 ind/m³. Sedangkan spesies dengan kelimpahan terendah adalah *Eutintinnus sp* dari kelas *Protozoa* sebesar 519 ind/m³.



Gambar 111. Indeks Keragaman Zooplankton Zona Perairan Kepulauan Seribu

Berdasarkan **Gambar 111** diketahui bahwa nilai indeks keragaman zooplankton zona perairan Kepulauan Seribu periode 1 berkisar antara 0,96-1,55. Kisaran nilai tersebut menggambarkan bahwa tingkat keragaman zooplankton pada Kepulauan Seribu pada termasuk dalam kriteria rendah hingga sedang. Nilai indeks keragaman tertinggi pada sebesar 1,55 ditemukan pada stasiun Pulau Dolphin (Titik Kontrol 2). Sedangkan nilai indeks keragaman terendah sebesar 0,96 dijumpai pada stasiun Pulau Tidung.

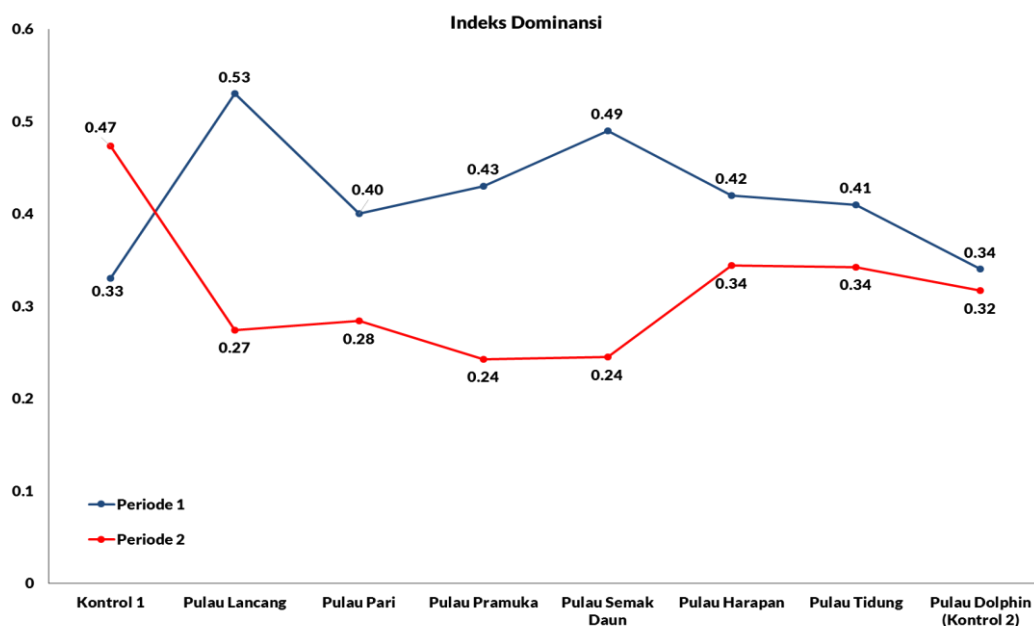
Adapun nilai indeks keragaman zooplankton periode 2 pada zona perairan Kepulauan Seribu berkisar antara 1,08-1,56. Kisaran nilai indeks keragaman zooplankton tersebut termasuk dalam kriteria keragaman sedang. Nilai indeks keragaman tertinggi sebesar 1,56 didapatkan pada stasiun Pulau Pramuka. Adapun nilai indeks keragaman terendah ditemukan pada stasiun Pulau Pulau Harapan sebesar 1,08.



Gambar 112. Indeks Keseragaman Zooplankton Zona Perairan Kepulauan Seribu

Gambar 112 menyajikan nilai indeks keseragaman zooplankton pada zona perairan Kepulauan Seribu. Nilai indeks keseragaman zooplankton pada periode 1 berkisar antara 0,55-0,87. Kisaran nilai tersebut menunjukkan bahwa tingkat keseragaman zooplankton pada zona perairan Kepulauan Seribu termasuk dalam kriteria sedang hingga tinggi. Stasiun dengan nilai indeks keseragaman tertinggi sebesar 0,87 adalah Pulau Tidung. Sedangkan nilai indeks keseragaman terendah sebesar 0,56 ditemukan pada stasiun Pulau Semak Daun.

Adapun nilai indeks keseragaman zooplankton pada zona perairan Kepulauan Seribu periode 2 berkisar antara 0,63-0,99. Berdasarkan hal tersebut diketahui bahwa tingkat keseragaman zooplankton termasuk dalam kriteria keseragaman sedang hingga tinggi. Nilai indeks keseragaman zooplankton tertinggi sebesar 0,99 ditemukan pada stasiun Pulau Harapan. Sementara nilai indeks keseragaman terendah sebesar 0,63 didapatkan pada stasiun Titik Kontrol 1 sebesar 0,63.



Gambar 113. Indeks Dominansi Zooplankton Zona Perairan Kepulauan Seribu

Gambar 113 menyajikan nilai indeks dominansi zooplankton pada zona perairan Kepulauan Seribu periode 1 dan 2. Kisaran nilai indeks dominansi zooplankton pada zona perairan Kepulauan Seribu periode 1 sebesar 0,33-0,53. Hal tersebut menunjukkan tingkat dominansi zooplankton pada zona perairan Kepulauan Seribu termasuk dalam kriteria rendah hingga sedang. Nilai indeks dominansi zooplankton tertinggi sebesar 0,53 ditemukan pada stasiun Pulau Lancang. Sedangkan stasiun dengan nilai indeks dominansi terendah sebesar 0,33 adalah Titik Kontrol 1.

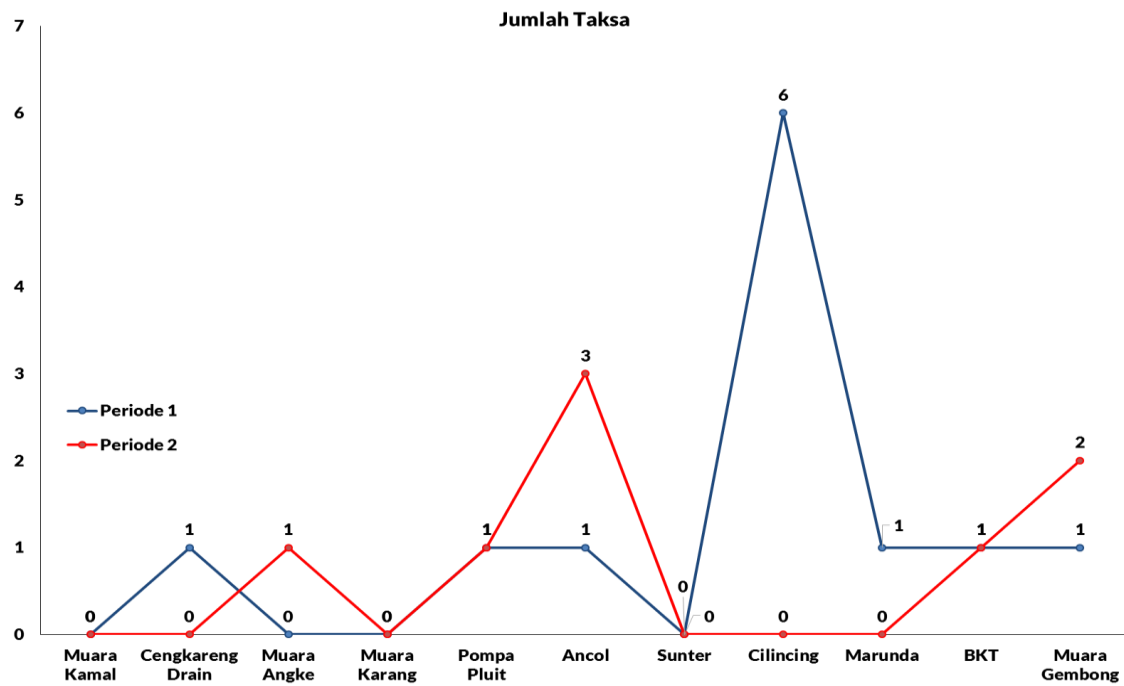
Nilai indeks dominansi zooplankton pada zona perairan Kepulauan Seribu periode 2 berkisar antara 0,24-0,47. Mengacu pada kisaran nilai tersebut, dapat disimpulkan bahwa tingkat dominansi zooplankton tergolong dalam kriteria dominansi rendah. Adapun stasiun dengan nilai indeks dominansi tertinggi sebesar 0,47 adalah Titik Kontrol 1. Sedangkan stasiun dengan nilai indeks dominansi terendah sebesar 0,24 ditemukan pada Pulau Semak Daun.

4.6.3. Analisis Benthos

Benthos adalah hewan avertebrata yang hidup di dasar perairan. Lingkungan hidup benthos sangat dipengaruhi oleh eutrofikasi, polusi, kegiatan perikanan dan substrat perairan (Van der Graaf *et al* 2009). Pengambilan sampel benthos dalam kegiatan ini dilaksanakan pada 2 (dua) periode yang berbeda. Periode 1 pada bulan Maret yang merepresentasikan musim Barat sedangkan periode 2 pada bulan Agustus yang merepresentasikan musim Timur. Secara keseluruhan terdapat 14 kelas benthos yang ditemukan pada saat pengambilan sampel

periode 1 dan 2 diantaranya adalah *Polychaeta*, *Nemertina*, *Sipuncula*, *Echinodermata*, *Crustaceae*, *Pelecypoda*, *Coelenterata*, *Echiura*, *Protozoa*, *Urochordata*, *Rotifera*, *Gastropoda*, *Nematoda* dan *Porifera*.

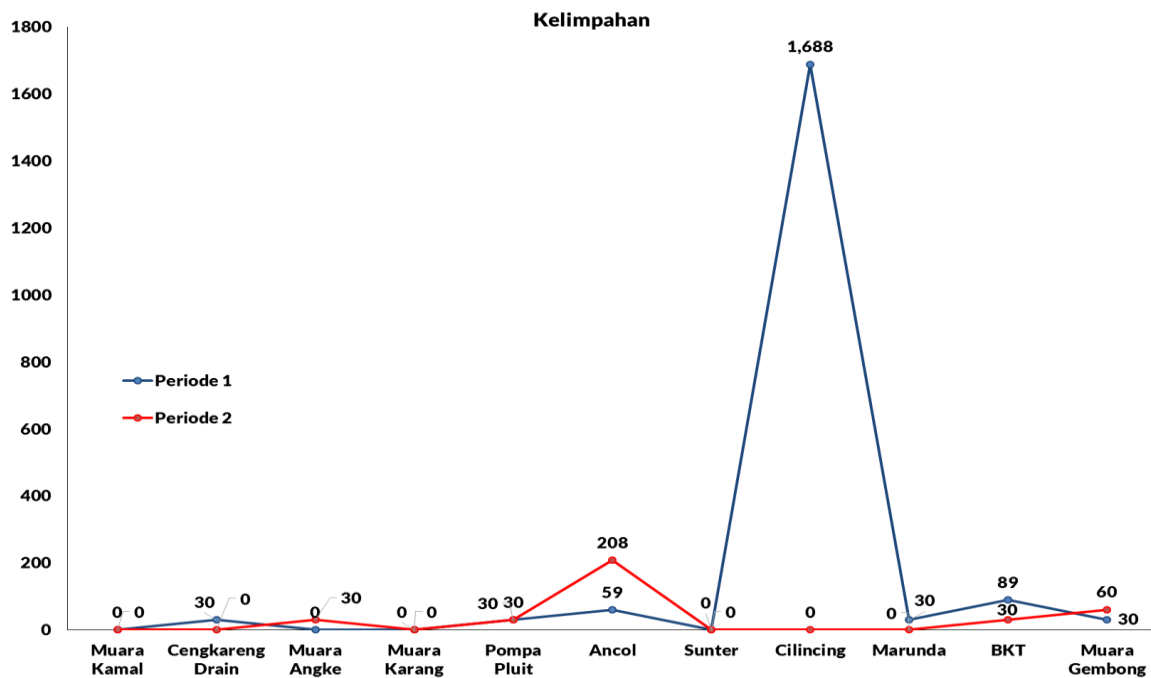
4.3.3.1. Analisis Benthos Zona Muara



Gambar 114. Jumlah Taksa Benthos Zona Muara Pasang

Gambar 114 menunjukkan jumlah taksa benthos zona muara saat kondisi pasang. Nilai jumlah taksa benthos periode 1 berkisar antara 0-6. Jumlah taksa tertinggi ditemukan pada stasiun pengamatan Cilincing sebanyak 6 spesies yang terdiri dari kelas *Polychaeta* dan *Pelecypoda*. Adapun pada stasiun pengamatan Muara Kamal, Muara Angke, Muara Karang dan Sunter memiliki nilai terendah yaitu 0 karena tidak ditemukannya benthos.

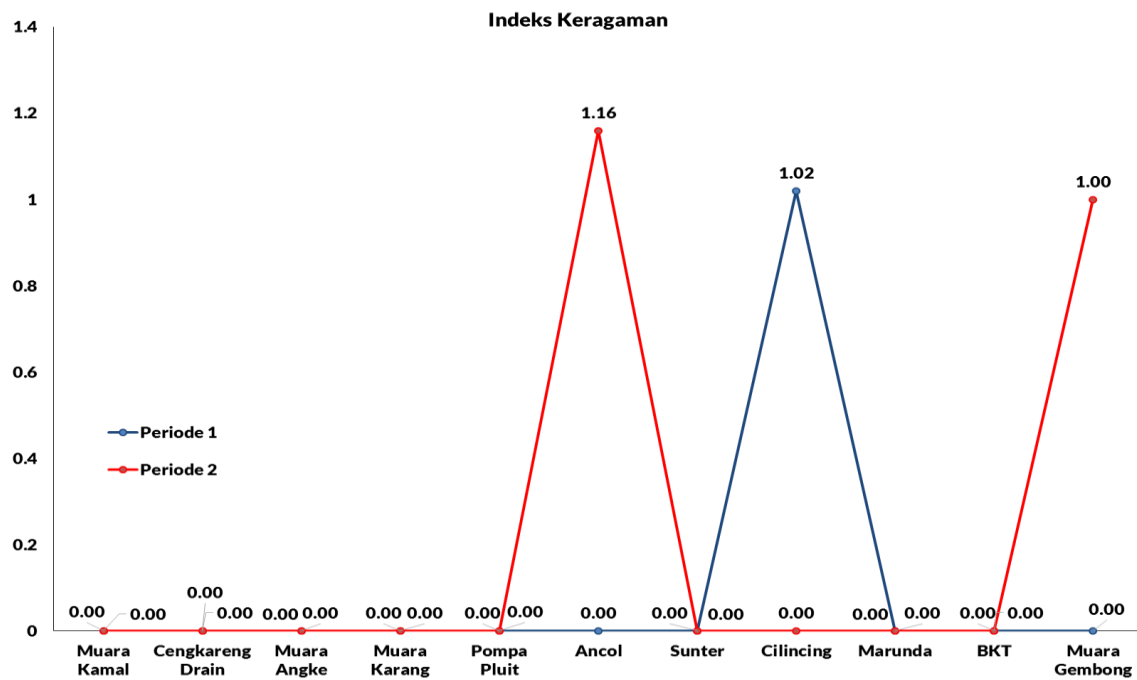
Adapun jumlah taksa pada periode 2 antara 0-3 spesies. Pada periode ini benthos hanya didapatkan pada 4 stasiun yaitu Ancol, Muara Gembong, Muara Angke, Pompa Pluit dan BKT. Adapun stasiun dengan jumlah taksa tertinggi ditemukan di Ancol sebanyak 3 spesies yang terdiri dari kelas *Polychaeta* dan *Pelecypoda*.



Gambar 115. Kelimpahan Benthos Zona Muara Pasang

Berdasarkan **Gambar 115** diketahui bahwa kelimpahan benthos zona muara saat kondisi pasang periode 1 berkisar antara 0-1.688 ind/m². Stasiun yang memiliki nilai kelimpahan tertinggi adalah Cilincing yaitu 1.688 ind/m². Adapun spesies dengan kelimpahan tertinggi pada stasiun tersebut adalah *Spiophanes sp* dari kelas *Polychaeta* sebesar 1.391 ind/m². Sedangkan spesies dengan kelimpahan terendah sebesar 30 ind/m² meliputi: (1) *Notomastus sp* dari kelas *Polychaeta*; dan (2) *Barbatia sp* dan *Modiolus sp* dari kelas *Pelecypoda*.

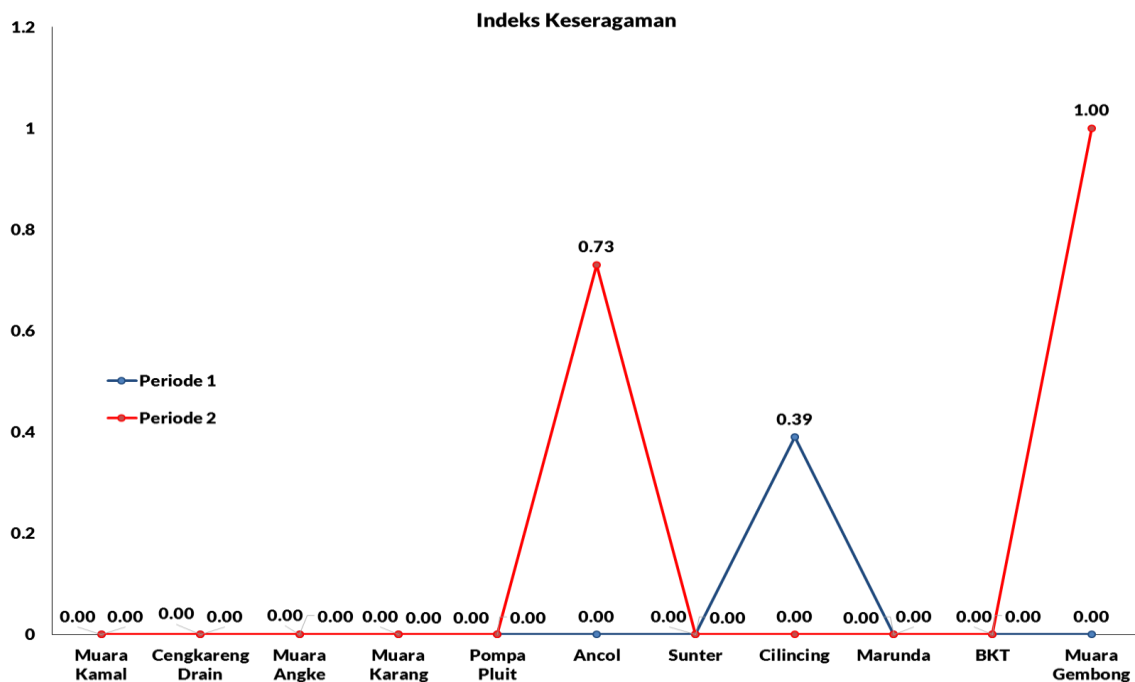
Pada periode 2 nilai kelimpahan benthos pada zona muara pasang berkisar antara 0-208 ind/m². Nilai kelimpahan tertinggi sebesar 208 ind/m² ditemukan pada stasiun Ancol. Adapun spesies dengan kelimpahan tertinggi adalah *Prionospio sp* dari kelas *Polychaeta* sebesar 148 ind/m². Sementara spesies dengan kelimpahan terendah pada stasiun Ancol sebesar 30 ind/m² adalah *Sigambra sp* dari kelas *Polychaeta* dan *Mactra sp* dari kelas *Pelecypoda*.



Gambar 116. Indeks Keragaman Benthos Zona Muara Pasang

Gambar 116 menampilkan indeks keragaman benthos pada zona muara pasang. Nilai indeks keragaman benthos pada periode 1 berkisar antara 0-1,02. Kisaran nilai tersebut menunjukkan bahwa zona muara saat kondisi pasang memiliki tingkat keragaman rendah hingga sedang. Stasiun dengan nilai keragaman tertinggi sebesar 1,02 adalah Cilincing. Sedangkan nilai keragaman terendah sebesar 0 dijumpai pada 10 stasiun lainnya. Rendahnya nilai keragaman pada stasiun tersebut disebabkan oleh tidak adanya atau hanya ditemukan 1 spesies benthos.

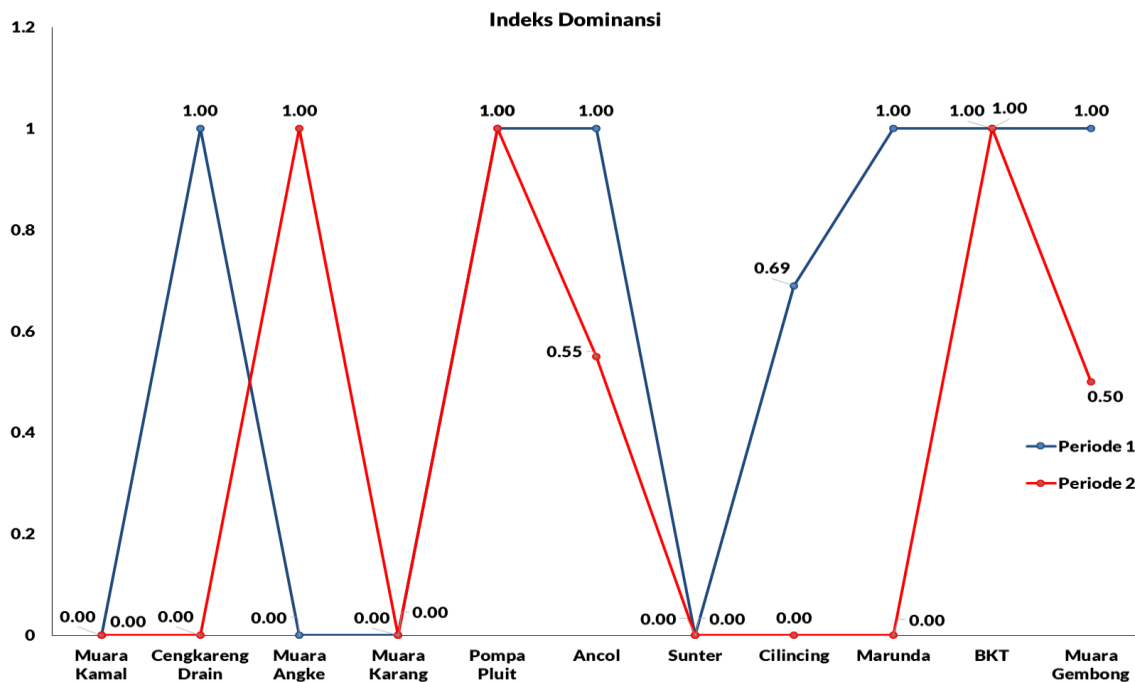
Sementara pada periode 2, nilai Indeks keragaman benthos zona muara pasang berkisar antara 0-1,16. Hal tersebut menggambarkan bahwa pada periode 2 tingkat keragaman termasuk dalam kriteria rendah. Adapun stasiun dengan nilai keragaman tertinggi pada periode 2 ditemukan di Ancol sebesar 1,16.



Gambar 117. Indeks Keseragaman Benthos Zona Muara Pasang

Berdasarkan **Gambar 117** diketahui bahwa nilai indeks keseragaman benthos zona muara saat kondisi pasang periode 1 berkisar antara 0-0,39. Kisaran nilai tersebut menunjukkan bahwa tingkat keseragaman benthos pada zona muara saat kondisi pasang termasuk dalam kriteria rendah. Nilai tertinggi indeks keseragaman benthos zona muara saat kondisi pasang sebesar 0,39 ditemukan pada stasiun Cilincing. Sedangkan nilai terendah sebesar 0 dijumpai pada 10 stasiun lainnya.

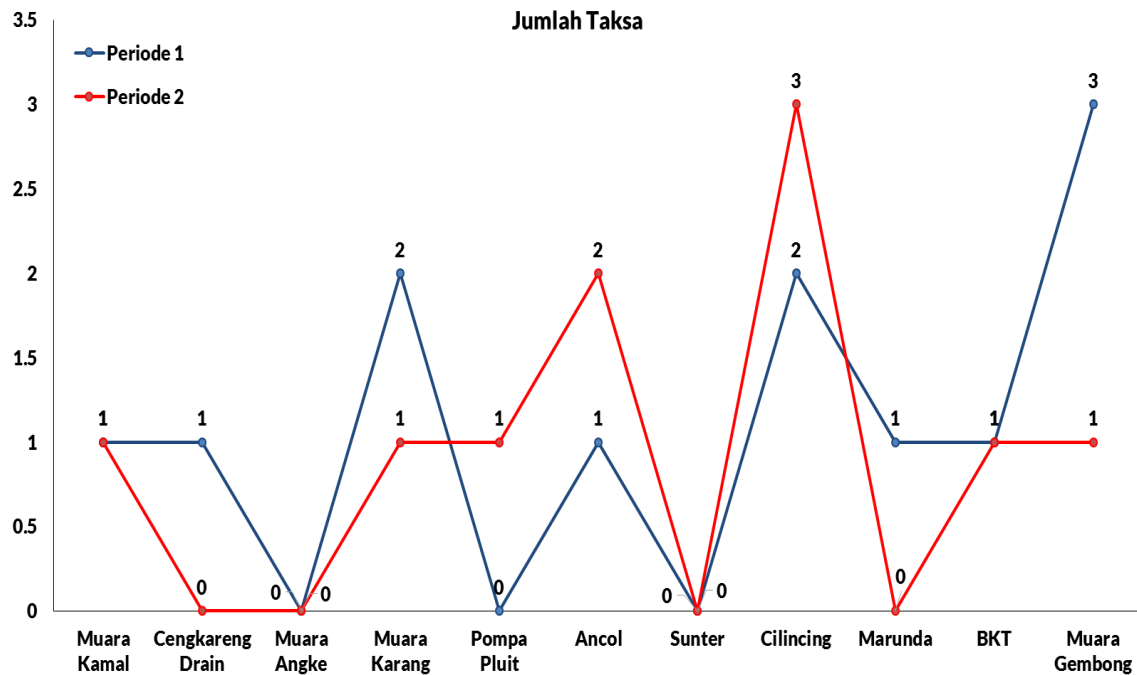
Adapun nilai indeks keseragaman benthos periode 2 berkisar antara 0-1,16. Kisaran nilai tersebut termasuk dalam kriteria rendah hingga sedang. Stasiun dengan nilai indeks keseragaman tertinggi adalah Ancol.



Gambar 118. Indeks Dominansi Benthos Zona Muara Pasang

Gambar 118 menunjukkan nilai indeks dominansi benthos pada zona muara saat kondisi pasang. Nilai indeks dominansi pada periode 1 berkisar antara 0-1. Kisaran nilai tersebut menggambarkan bahwa tingkat dominansi pada periode 1 termasuk dalam kriteria rendah hingga tinggi. Stasiun dengan nilai indeks dominansi tertinggi pada periode 1 sebesar 1 adalah Cengkareng Drain, Pompa Pluit, Ancol, Marunda, BKT dan Muara Gembong. Sedangkan nilai indeks dominansi terendah sebesar 0 dijumpai pada stasiun Muara Kamal, Muara Angke, Muara Karang dan Sunter.

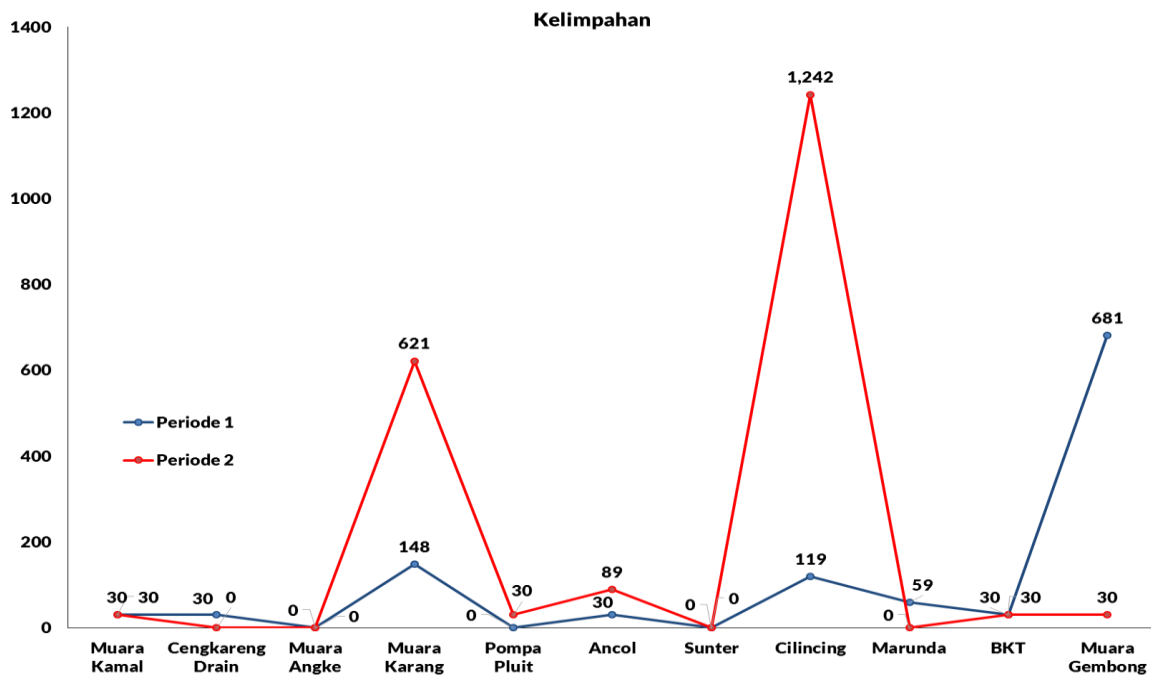
Sementara pada periode 2, nilai indeks dominansi benthos berkisar antara 0-1. Hal tersebut menggambarkan bahwa tingkat dominansi benthos termasuk dalam kriteria rendah hingga tinggi. Nilai indeks dominansi tertinggi sebesar 1 dijumpai pada stasiun Muara Angke, Pompa Pluit dan BKT.



Gambar 119. Jumlah Taksa Benthos Zona Muara Surut

Gambar 119 menggambarkan nilai dari jumlah taksa benthos pada zona muara saat kondisi surut. Kisaran nilai jumlah taksa pada periode 1 adalah 0-3. Jumlah taksa tertinggi benthos pada zona muara saat kondisi surut ditemukan pada stasiun Muara Gembong sebanyak 3 spesies yang termasuk dalam kelas *Polychaeta* dan *Pelecypoda*. Sementara jumlah taksa terendah sebesar 0 ditemukan pada stasiun Muara Angke, Pompa Pluit dan Sunter.

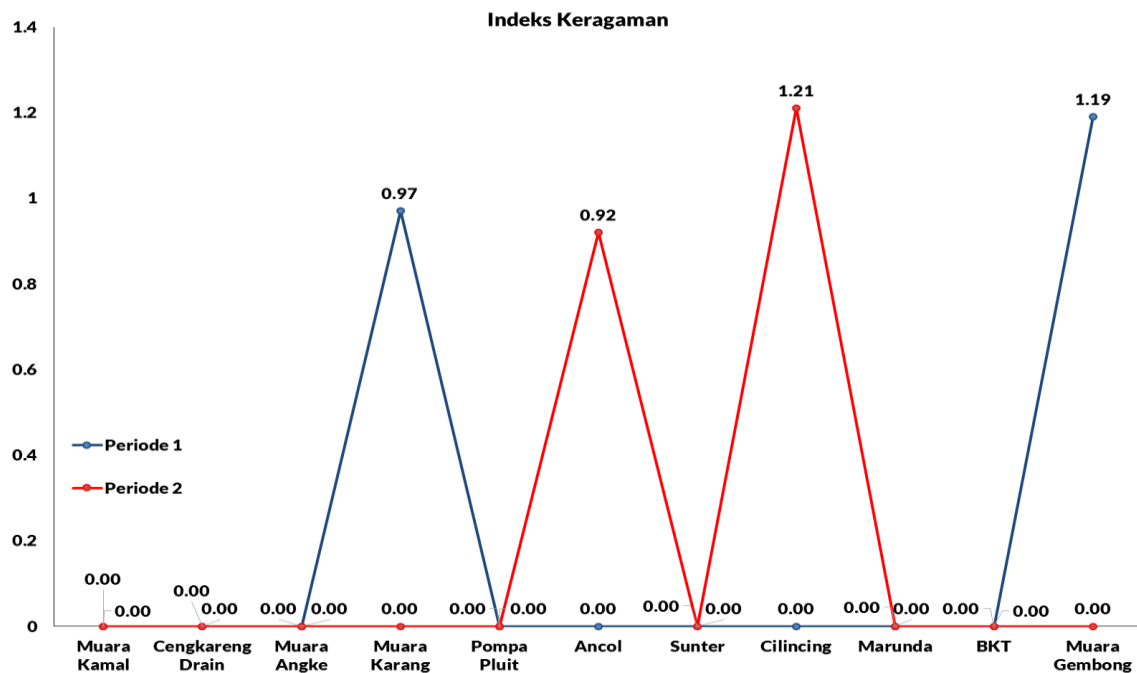
Jumlah taksa benthos pada muara surut di periode 2 antara 0-3 spesies. Pada zona ini komunitas benthos hanya ditemukan pada stasiun Muara Kamal, Muara Karang, Pompa Pluit, Ancol, Cilincing, BKT dan Muara Gembong. Adapun stasiun dengan jumlah taksa tertinggi sebesar 3 spesies didapatkan pada stasiun Cilincing. Adapun spesies yang didapatkan termasuk dalam kelas *Polychaeta*.



Gambar 120. Kelimpahan Benthos Zona Muara Surut

Gambar 120 menunjukkan nilai kelimpahan benthos pada zona muara saat kondisi surut. Kelimpahan benthos pada periode 1 berkisar antara 0-681 ind/m². Nilai tertinggi kelimpahan benthos sebesar 681 ind/m² ditemukan pada stasiun Muara Gembong. Adapun spesies dengan kelimpahan tertinggi pada stasiun tersebut adalah *Prionospio sp* dari kelas *Polychaeta* sebesar 385 ind/m². Sedangkan spesies yang memiliki nilai kelimpahan terendah adalah *Spiophanes sp* yang juga termasuk dalam kelas *Polychaeta* sebesar 30 ind/m².

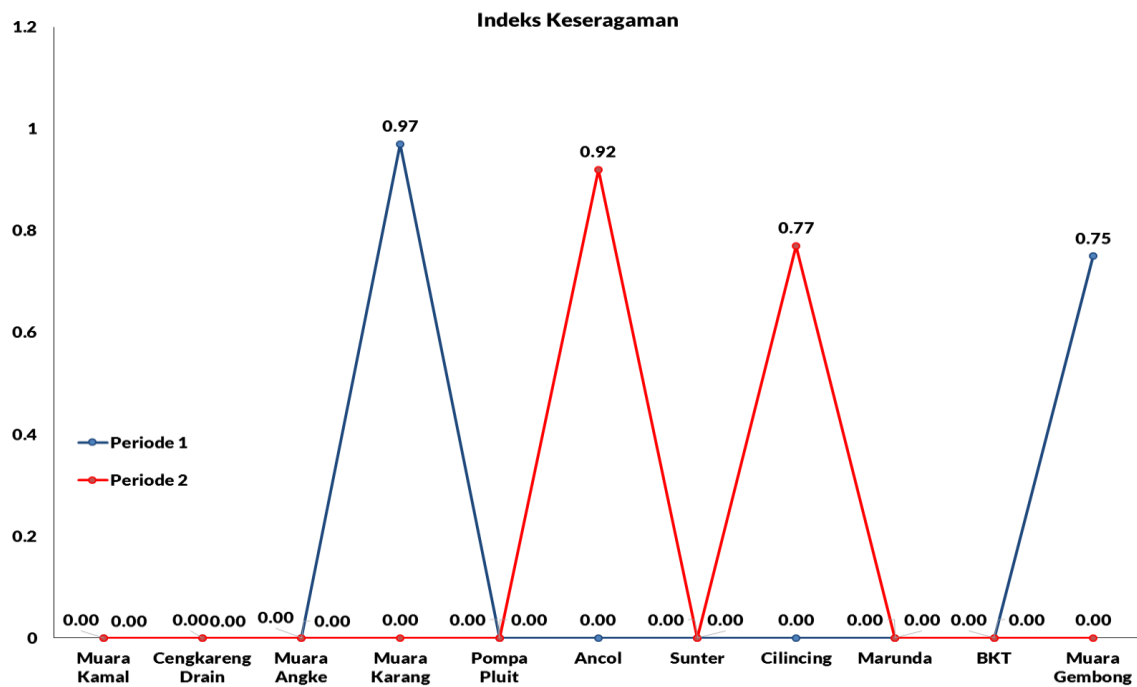
Nilai kelimpahan benthos pada zona muara saat surut di periode 2 berkisar antara 0-1.242 ind/m². Stasiun dengan kelimpahan tertinggi adalah Cilincing sebesar 1.242 ind/m². Adapun spesies dengan kelimpahan tertinggi pada stasiun tersebut adalah *Prionospio sp* dari kelas *Polychaeta* sebesar 680 ind/m². Sedangkan spesies dengan kelimpahan terendah sebesar 59 ind/m² adalah *Cirratulus sp* yang juga dari kelas *Polychaeta*.



Gambar 121. Indeks Keragaman Benthos Zona Muara Surut

Mengacu pada **Gambar 121** diketahui bahwa kisaran nilai indeks keragaman benthos zona muara saat kondisi surut periode 1 sebesar 0-1,19. Kisaran nilai tersebut menunjukkan bahwa tingkat keragaman benthos pada zona muara saat kondisi surut termasuk dalam kriteria rendah hingga sedang. Nilai tertinggi indeks keragaman benthos pada zona muara saat kondisi surut sebesar 1,19 ditemukan pada stasiun Muara Gembong. Sementara nilai keragaman terendah sebesar 0 ditemukan pada stasiun Muara Kamal, Cengkareng Drain, Muara Angke, Pompa Pluit, Ancol, Sunter, Cilincing, Marunda dan BKT. Rendahnya nilai keragaman pada stasiun tersebut disebabkan oleh tidak adanya atau hanya ditemukan 1 spesies benthos.

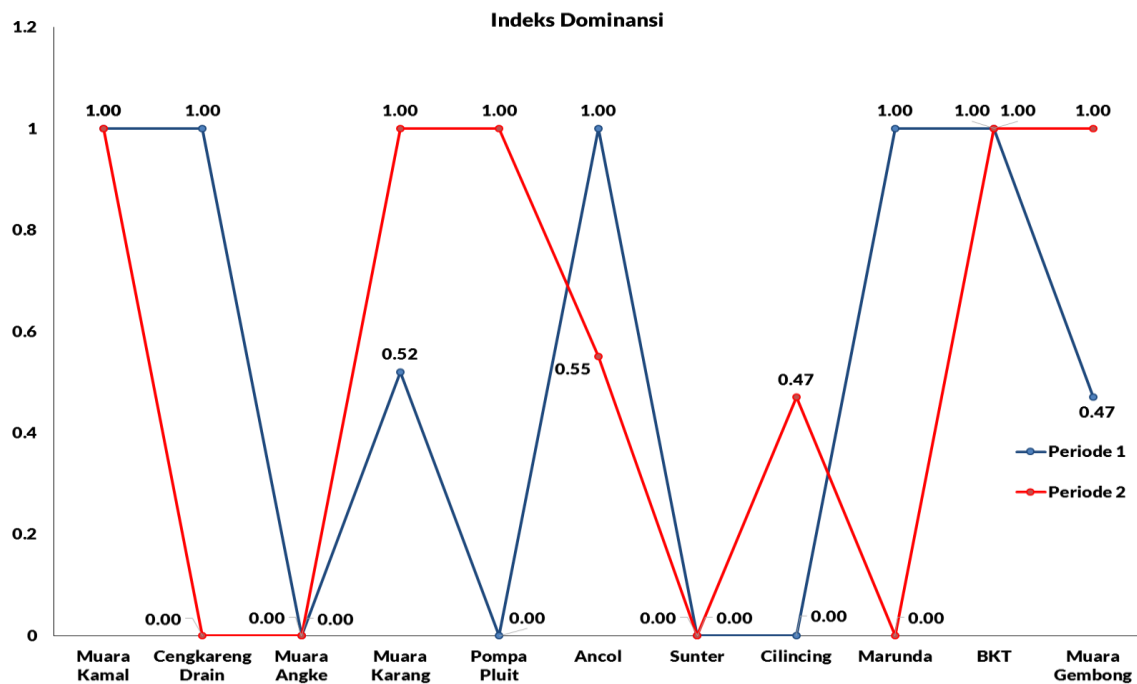
Sementara nilai indeks keragaman benthos zona muara surut pada periode 2 berkisar antara 0-1,21. Kisaran nilai tersebut menunjukkan bahwa tingkat keragaman benthos termasuk dalam kriteria rendah hingga sedang. Nilai indeks keragaman tertinggi ditemukan pada stasiun Cilincing.



Gambar 122. Indeks Keseragaman Benthos Zona Muara Surut

Gambar 122 menunjukkan nilai indeks keseragaman benthos pada zona muara saat kondisi surut. Nilai indeks keseragaman benthos periode 1 berkisar antara 0-0,97. Kisaran nilai tersebut menunjukkan tingkat keseragaman rendah hingga tinggi. Adapun nilai indeks keseragaman benthos tertinggi ditemukan pada stasiun Muara Karang sebesar 0,97. Sementara nilai indeks keseragaman terendah sebesar 0 terdapat pada stasiun Muara Kamal, Cengkareng Drain, Muara Angke, Pompa Pluit, Ancol, Sunter, Cilincing, Marunda dan BKT.

Sedangkan nilai indeks keseragaman benthos pada zona muara surut di periode 2 berkisar antara 0-0,92. Hal tersebut menggambarkan bahwa tingkat keseragaman benthos termasuk dalam kriteria rendah hingga tinggi. Adapun stasiun dengan nilai indeks keragaman tertinggi adalah Ancol sebesar 0,92.

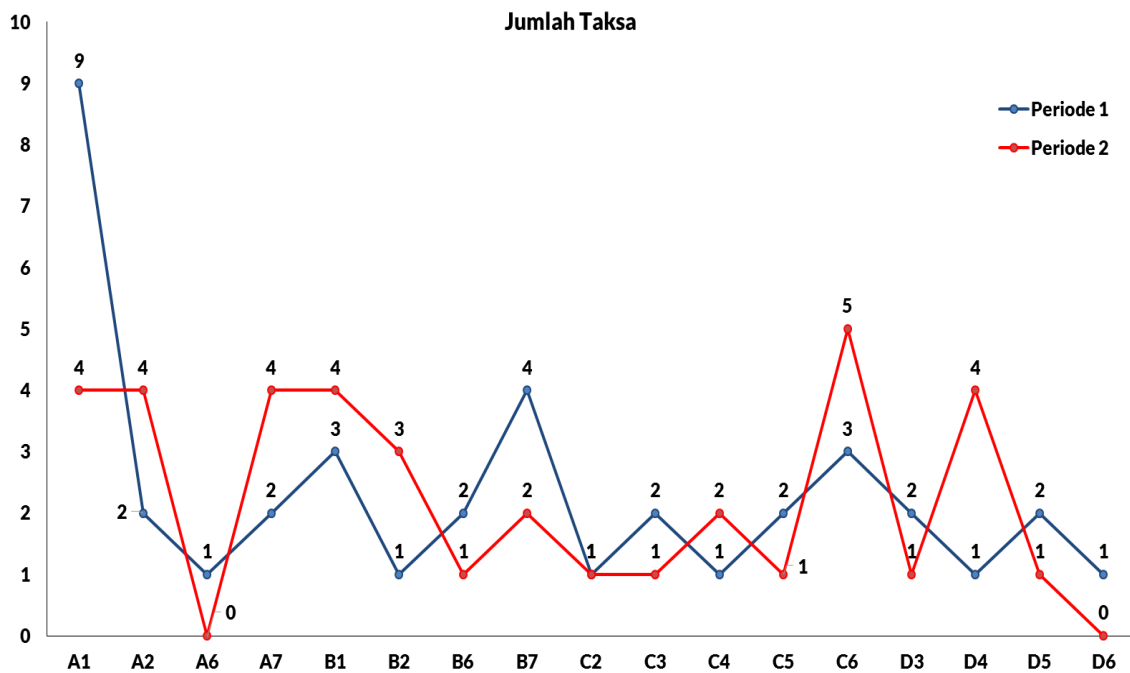


Gambar 123. Indeks Dominansi Benthos Zona Muara Surut

Mengacu pada **Gambar 123** diketahui bahwa nilai indeks dominansi benthos pada zona muara saat kondisi surut periode 1 berkisar antara 0-1. Kisaran nilai tersebut menunjukkan bahwa tingkat dominansi benthos pada zona muara saat kondisi surut termasuk dalam kriteria rendah hingga tinggi. Nilai indeks dominansi benthos pada zona muara saat kondisi surut tertinggi ditemukan pada stasiun Muara Kamal, Cengkareng Drain, Ancol, Marunda dan BKT sebesar 1. Sementara nilai indeks dominansi terendah sebesar 0 didapatkan pada stasiun Muara Angke, Pompa Pluit, Sunter dan Cilincing.

Nilai indeks dominansi benthos zona muara surut pada periode 2 berkisar antara 0-1. Kisaran nilai tersebut menggambarkan bahwa tingkat dominansi benthos tergolong dalam kriteria rendah hingga tinggi. Nilai indeks dominansi tertinggi sebesar 1 didapatkan pada stasiun Muara Kamal, Muara Karang, Pompa Pluit, BKT dan Muara Gembong.

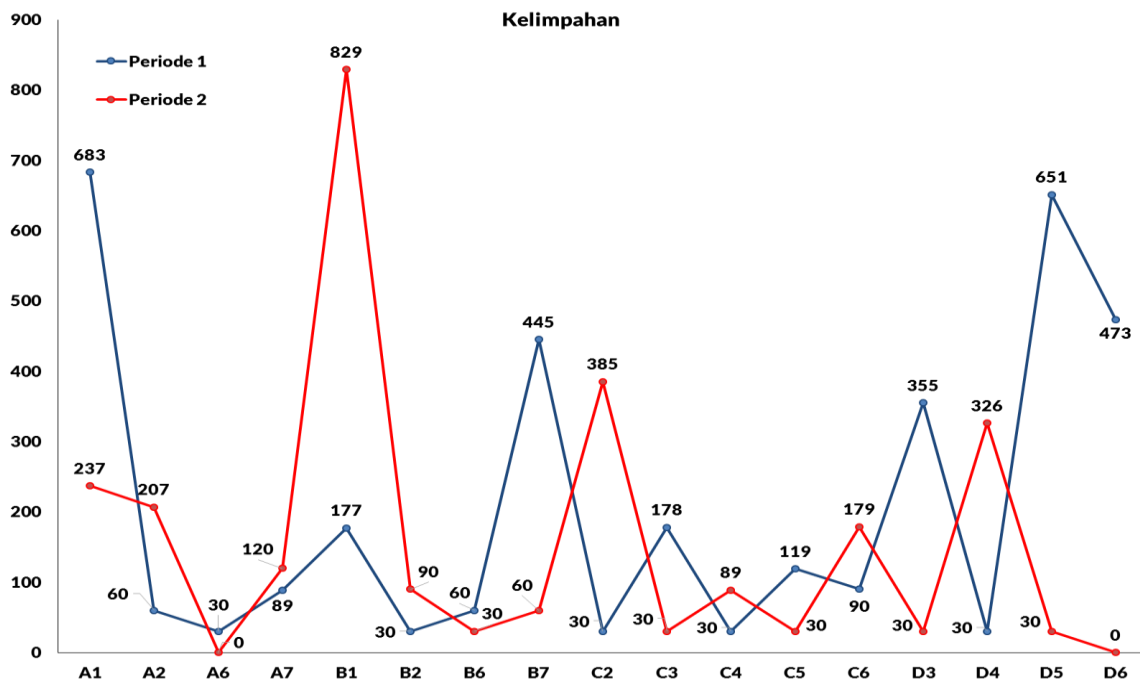
4.3.3.2. Analisis Benthos Zona Perairan Pantai



Gambar 124. Jumlah Taksa Benthos Zona Perairan Pantai

Gambar 124 menampilkan nilai jumlah taksa benthos pada zona perairan pantai. Kisaran nilai jumlah taksa pada periode 1 antara 1-9. Jumlah taksa tertinggi ditemukan pada stasiun pengamatan A1 sebanyak 9 spesies yang terdiri dari kelas *Polychaeta*, *Nemertina*, *Crustaceae*, *Sipuncula* dan *Pelecypoda*. Sedangkan nilai jumlah taksa terendah sebesar 1 spesies ditemukan pada stasiun: (1) stasiun A6 yang termasuk dalam kelas *Crustaceae*; (2) stasiun B2 dan C4 yang termasuk dalam kelas *Polychaeta*; (3) C2 yang termasuk dalam kelas *Gastropoda*; dan (4) stasiun D4 dan D6 yang termasuk dalam kelas *Pelecypoda*.

Adapun pada periode 2 jumlah taksa pada zona pantai periode 2 berkisar antara 0-5 spesies. Jumlah taksa tertinggi didapatkan pada stasiun C6 sebanyak 5 spesies yang terdiri dari kelas *Polychaeta*, *Nemertina* dan *Pelecypoda*. Sedangkan nilai taksa terendah sebesar 0 ditemukan di stasiun A6 dan D6.



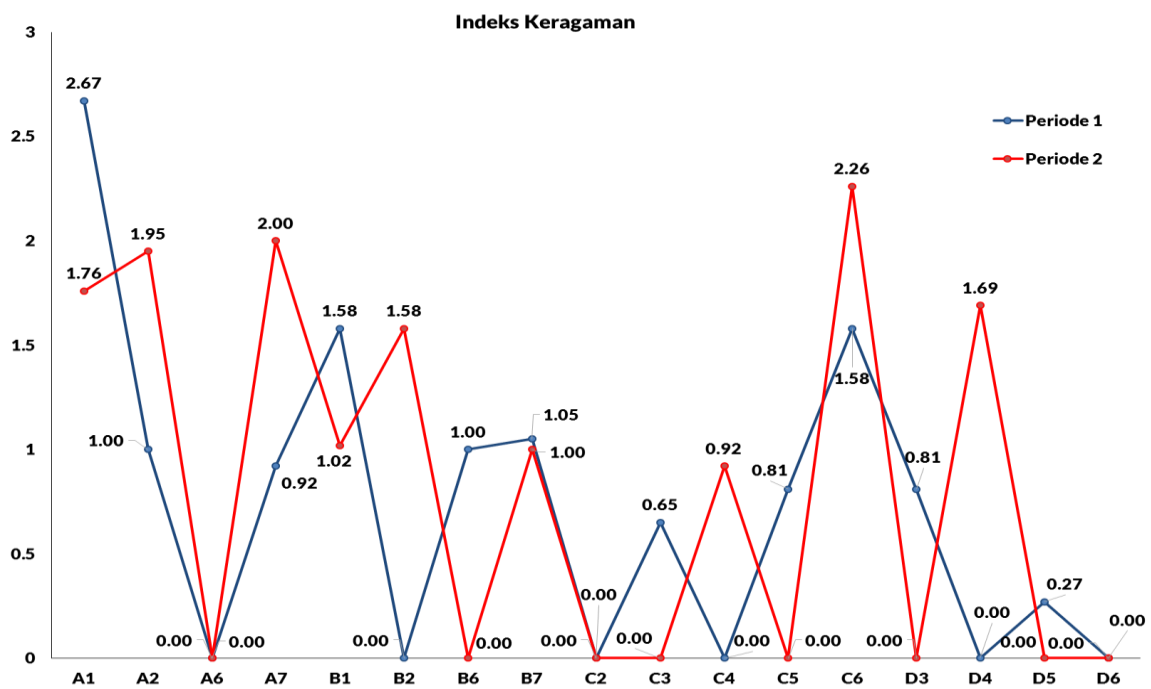
Gambar 125. Kelimpahan Benthos Zona Perairan Pantai

Berdasarkan **Gambar 125** diketahui bahwa kelimpahan benthos pada zona perairan pantai periode 1 berkisar antara 30-683 ind/m². Stasiun yang memiliki nilai kelimpahan benthos tertinggi pada zona perairan pantai adalah A1 sebesar 683 ind/m². Adapun spesies dengan kelimpahan tertinggi pada stasiun tersebut adalah *Prionospio sp* dari kelas *Polychaeta* sebesar 207 ind/m². Sedangkan spesies dengan kelimpahan terendah sebesar 30 ind/m² adalah: (1) *Notomastus sp*, *Paralacydonia* dan *Sternapsis sp* dari kelas *Polychaeta*; (2) *Tubulanus sp* dari kelas *Echinodermata*; (3) *Apiosoma sp* dari kelas *Sipuncula*; dan (4) *Pelecypoda (sp1)* dari kelas *Pelecypoda*.

Sementara nilai kelimpahan terendah benthos pada zona perairan pantai periode 1 sebesar 30 ind/m² ditemukan pada 5 stasiun pengamatan yaitu: (1) stasiun A6 dengan kelimpahan spesies tertinggi sebesar 30 ind/m² pada spesies *Heterotanaïs sp* dari kelas *Crustaceae*; (2) stasiun B2 dengan kelimpahan tertinggi sebesar 30 ind/m² pada spesies *Prionospio sp* dari kelas *Polychaeta*; (3) stasiun C2 dengan kelimpahan tertinggi sebesar 30 ind/m² pada spesies *Polinices sp* dari kelas *Gastropoda*; (4) stasiun C4 dengan kelimpahan tertinggi sebesar 30 ind/m² pada spesies *Glycera sp* dari kelas *Polychaeta*; dan (5) stasiun D4 dengan kelimpahan tertinggi sebesar 30 ind/m² pada spesies *Telinna sp* dari kelas *Pelecypoda*.

Sedangkan pada periode 2, kelimpahan benthos pada zona pantai berkisar antara 0-829 ind/m². Stasiun dengan kelimpahan tertinggi sebesar 829 ind/m² adalah B1. Adapun spesies dengan kelimpahan tertinggi pada stasiun tersebut adalah *Prionospio sp* sebesar 651 ind/m²

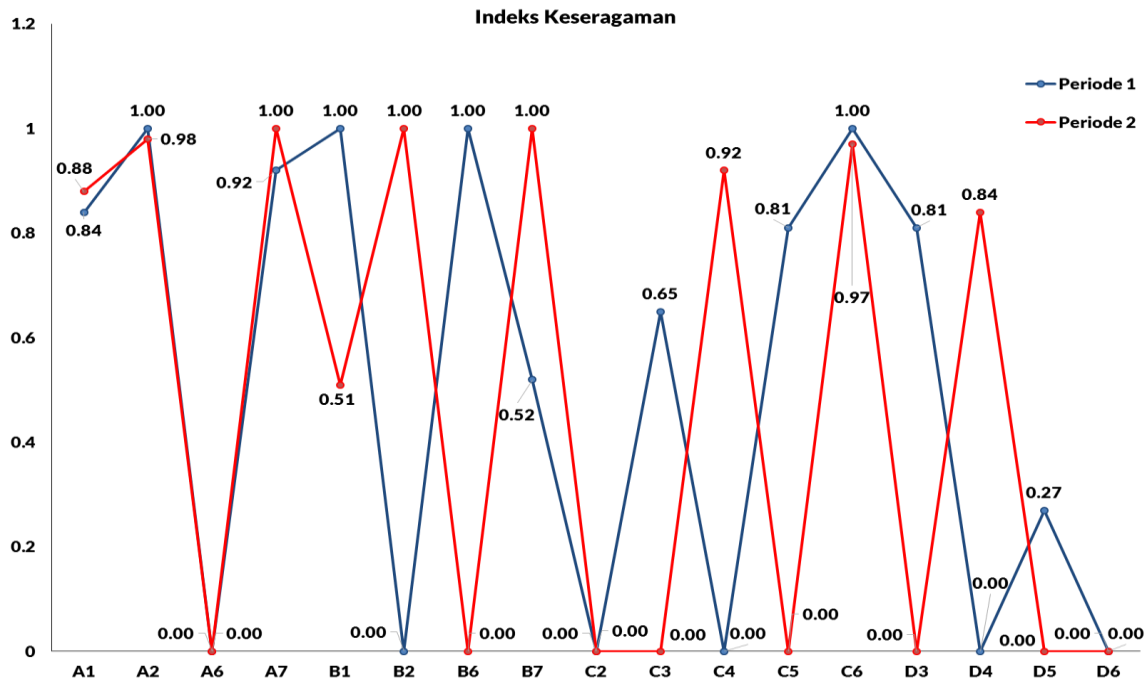
dari kelas *Polychaeta*. Sementara spesies dengan kelimpahan terendah sebesar 30 ind/m² adalah *Paramoera sp* dari kelas *Crustaceae*.



Gambar 126. Indeks Keragaman Benthos Zona Perairan Pantai

Gambar 126 menampilkan nilai indeks keragaman benthos pada zona perairan pantai. Nilai indeks keragaman benthos periode 1 berkisar antara 0-2,67. Kisaran nilai tersebut menunjukkan bahwa pada zona perairan pantai memiliki tingkat keragaman rendah hingga sedang. Stasiun dengan nilai keragaman tertinggi sebesar 2,67 adalah A1. Sedangkan nilai keragaman terendah sebesar 0 dijumpai pada 6 stasiun yaitu A6, B2, C2, C4, D4 dan D6.

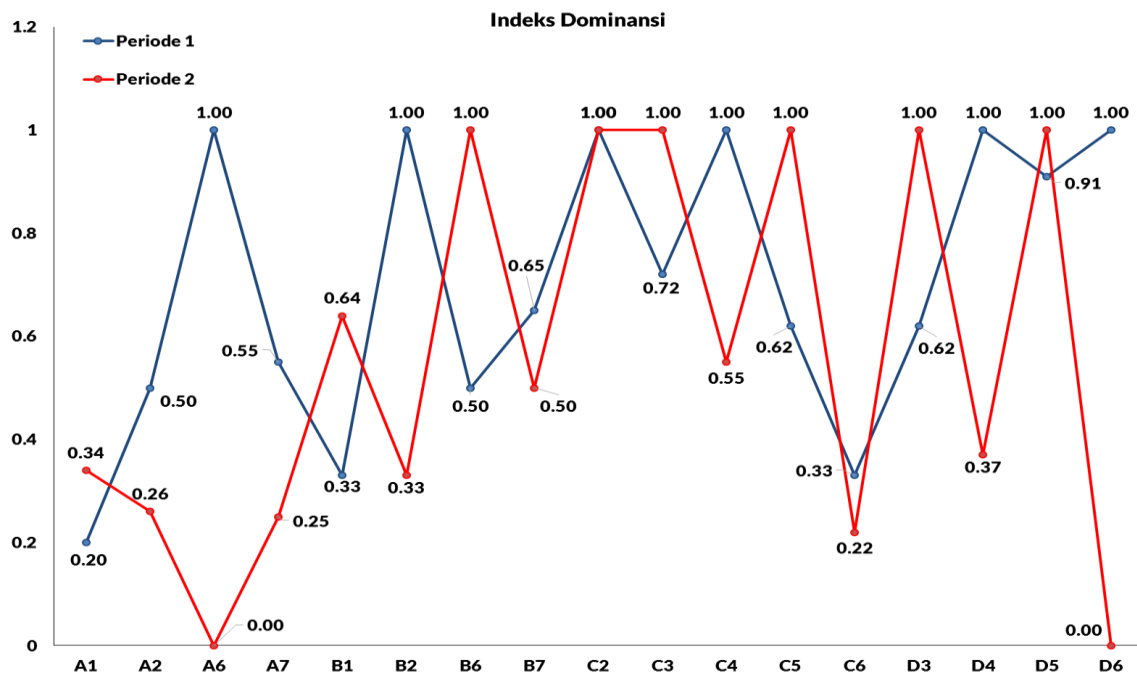
Adapun nilai indeks keragaman benthos pada zona perairan pantai berkisar antara 0-2,26. Berdasarkan nilai tersebut dapat disimpulkan bahwa keragaman benthos termasuk dalam kriteria keragaman rendah hingga sedang. Stasiun dengan nilai indeks keragaman tertinggi sebesar 2,26 adalah C6. Sedangkan nilai indeks keragaman terendah yaitu 0 ditemukan pada stasiun A6, B6, C2, C3, C5, D3, D5 dan D6.



Gambar 127. Indeks Keseragaman Benthos Zona Perairan Pantai

Berdasarkan **Gambar 127** diketahui bahwa nilai indeks keseragaman benthos pada zona perairan pantai periode 1 adalah 0-1. Kisaran nilai tersebut menunjukkan bahwa tingkat keseragaman benthos pada zona perairan pantai termasuk dalam kriteria rendah hingga tinggi. Nilai tertinggi indeks keseragaman benthos sebesar 1 ditemukan pada stasiun A2, B1, B6 dan C6. Sedangkan nilai terendah sebesar 0 dijumpai pada stasiun A6, B2, C2, C4, D4 dan D6.

Adapun pada periode 2 nilai indeks keseragaman benthos pada zona perairan pantai berkisar antara 0-1 yang termasuk dalam kriteria keseragaman sedang hingga tinggi. Adapun stasiun dengan nilai indeks keseragaman tertinggi yaitu 1,00 didapatkan pada stasiun A7, B2 dan B7. Sedangkan stasiun yang memiliki nilai keseragaman terendah yaitu 0 adalah stasiun A6, B6, C2, C3, C5, D3, D5 dan D6.

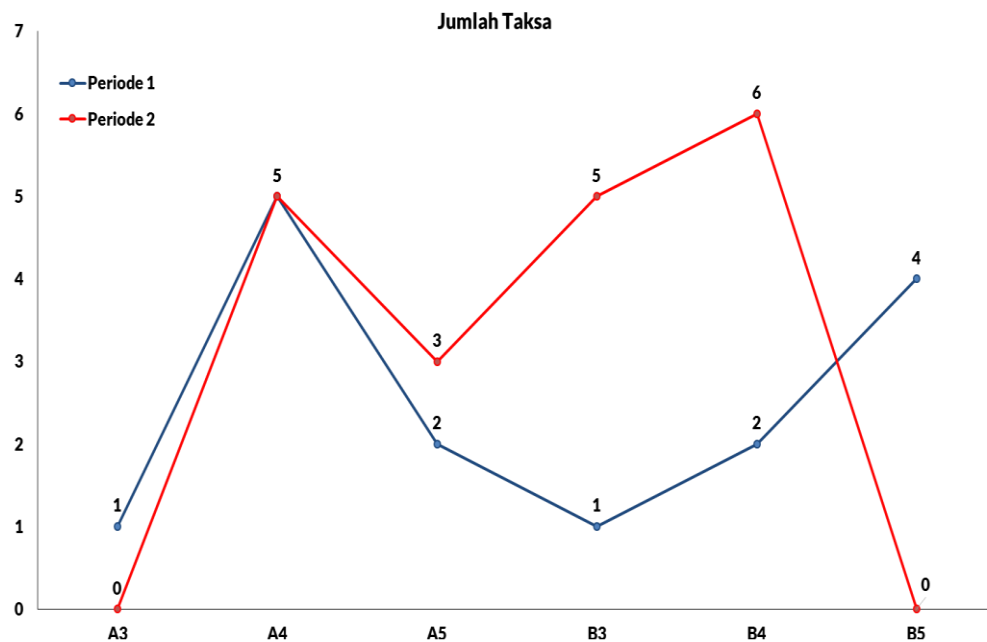


Gambar 128. Indeks Dominansi Benthos Zona Perairan Pantai

Gambar 128 menunjukkan nilai indeks dominansi benthos pada zona perairan pantai. Nilai indeks dominansi periode 1 berkisar antara 0,20-1. Kisaran nilai tersebut menggambarkan bahwa pada zona perairan pantai tingkat dominansi benthos termasuk dalam kriteria rendah hingga tinggi. Adapun stasiun dengan nilai indeks dominansi benthos tertinggi sebesar 1 adalah A6, B2, C2, C4 dan D4. Sedangkan nilai indeks dominansi benthos terendah sebesar 0,20 dijumpai pada stasiun A1.

Sedangkan pada periode 2 nilai indeks dominansi benthos pada zona perairan pantai berkisar antara 0-1. Kisaran nilai tersebut menunjukkan bahwa tingkat dominansi benthos pada zona perairan pantai termasuk dalam kriteria rendah hingga tinggi. Stasiun dengan nilai indeks dominansi tertinggi sebesar 1 diantaranya adalah B6, C2, C3, C5, D3 dan D5. Adapun stasiun dengan nilai indeks dominansi terendah sebesar 0 meliputi A6 dan D6.

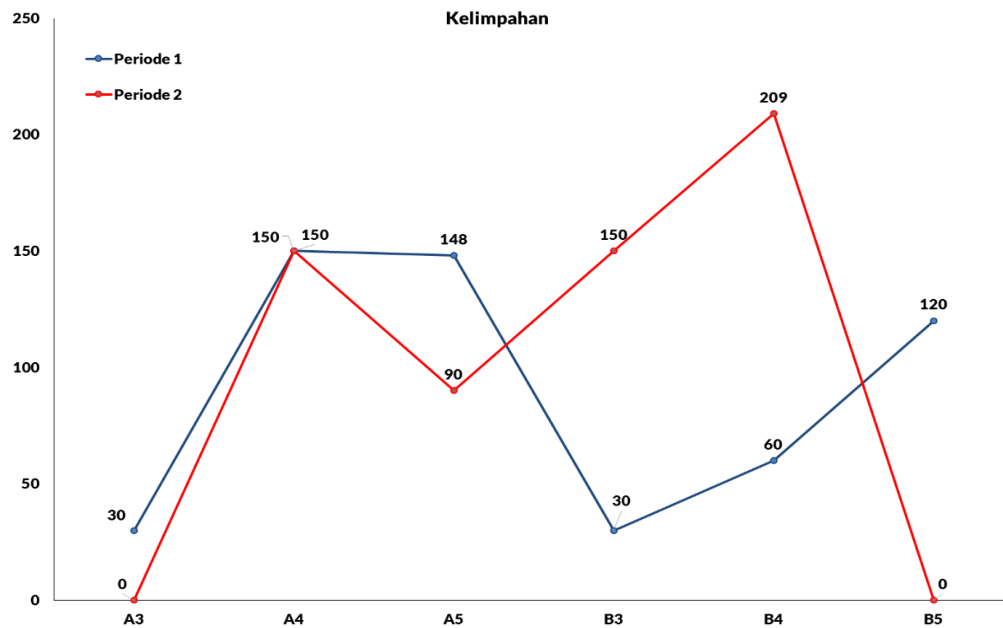
4.3.3.3. Analisis Benthos Zona Perairan Teluk



Gambar 129. Jumlah Taksa Benthos Zona Perairan Teluk

Berdasarkan **Gambar 129** diketahui bahwa kisaran jumlah taksa benthos pada zona perairan teluk periode 1 antara 1-5 spesies. Jumlah taksa tertinggi sebanyak 5 spesies ditemukan pada stasiun pengamatan A4 yang terdiri dari kelas *Polychaeta*, *Nemertina*, *Crustaceae* dan *Sipuncula*. Sedangkan jumlah taksa terendah sebanyak 1 spesies dijumpai pada stasiun: (1) stasiun A3 yang termasuk dalam kelas *Pelecypoda*; dan (2) stasiun B3 yang termasuk dalam kelas *Polychaeta*.

Adapun pada periode 2 jumlah taksa benthos pada zona perairan teluk berkisar antara 0-6 spesies. Jumlah taksa tertinggi didapatkan pada stasiun B4 sebanyak 6 spesies yang terdiri dari kelas *Polychaeta*, *Nemertina*, *Echinodermata* dan *Crustaceae*.

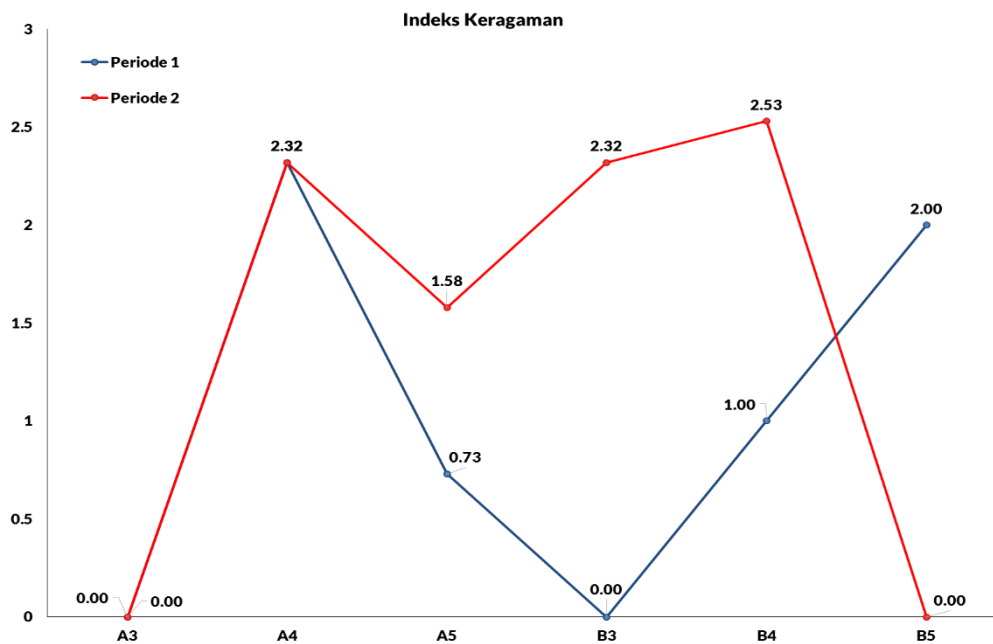


Gambar 130. Kelimpahan Benthos Zona Perairan Teluk

Gambar 130 menyajikan data kelimpahan benthos pada zona perairan teluk. Kisaran nilai kelimpahan benthos pada periode 1 yaitu 30-150 ind/m². Nilai kelimpahan benthos tertinggi pada ditemukan pada stasiun pengamatan A4 sebesar 150 ind/m². Pada stasiun tersebut terdapat 5 spesies dengan nilai kelimpahan yang sama yaitu sebesar 30 ind/m². Adapun spesies yang ditemukan pada stasiun tersebut diantaranya adalah: (1) *Sigambra sp* dari kelas *Polychaeta*; (2) *Tubulanus sp* dari kelas *Nemertina*; (3) *Heterotanais sp* dan *Parapasiphae sp* dari kelas *Crustaceae*; dan (4) *Sipunculus sp* dari kelas *Sipuncula*.

Nilai kelimpahan benthos terendah pada zona perairan teluk periode 2 dijumpai pada stasiun pengamatan A3 dan B3 sebesar 30 ind/m². Pada stasiun A3 terdapat 1 spesies yaitu *Pelecypoda (sp1)* dari kelas *Pelecypoda*. Sedangkan pada stasiun B3 juga ditemukan 1 spesies yaitu *Prionospio sp* dari kelas *Polychaeta*.

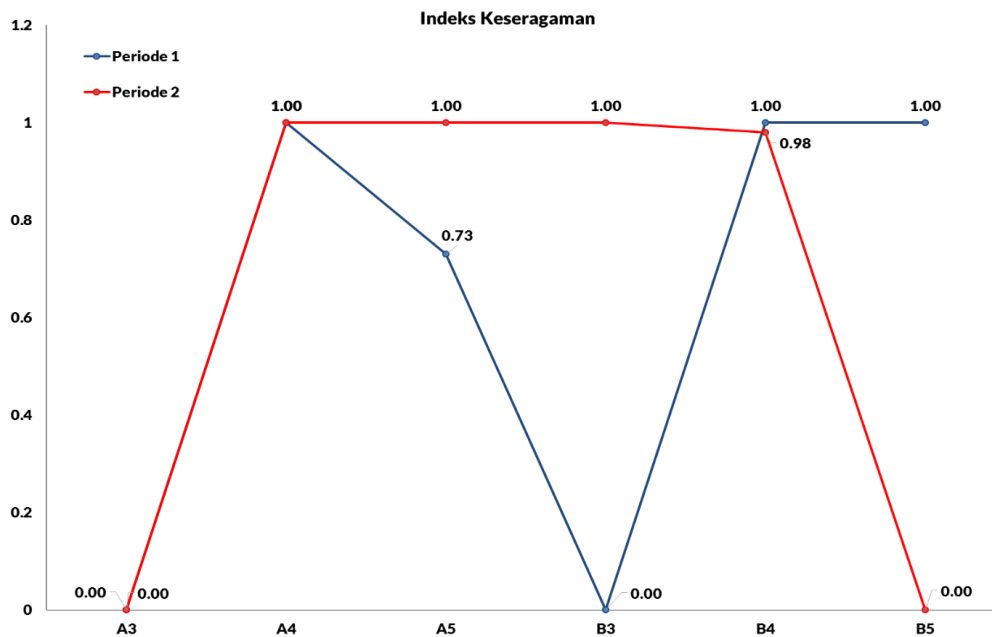
Adapun nilai kelimpahan benthos pada zona perairan teluk periode 2 berkisar antara 0-209 ind/m². Stasiun dengan nilai kelimpahan tertinggi sebesar 209 ind/m² adalah B4. Adapun spesies benthos yang memiliki nilai kelimpahan tertinggi pada stasiun tersebut adalah *Prionospio sp* dari kelas *Polychaeta* sebesar 59 ind/m². Sedangkan spesies dengan kelimpahan terendah sebesar 30 ind/m² meliputi : (1) *Glycera sp* dan *Notomastus sp* dari kelas *Polychaeta*; (2) *Tubulanus sp* dari kelas *Nemertina*; dan (3) *Paramoera sp* dari kelas *Crustaceae*.



Gambar 131. Indeks Keragaman Benthos Zona Perairan Teluk

Gambar 131 menyajikan nilai indeks keragaman benthos pada zona perairan teluk. Kisaran nilai indeks keragaman benthos pada periode 1 antara 0,00-2,32. Kisaran nilai tersebut menggambarkan bahwa tingkat keragaman benthos pada zona perairan teluk termasuk dalam kriteria rendah hingga sedang. Adapun nilai tertinggi indeks keragaman benthos sebesar 2,32 ditemukan pada stasiun A4. Sedangkan nilai terendah sebesar 0,00 ditemukan pada stasiun A3 dan B3.

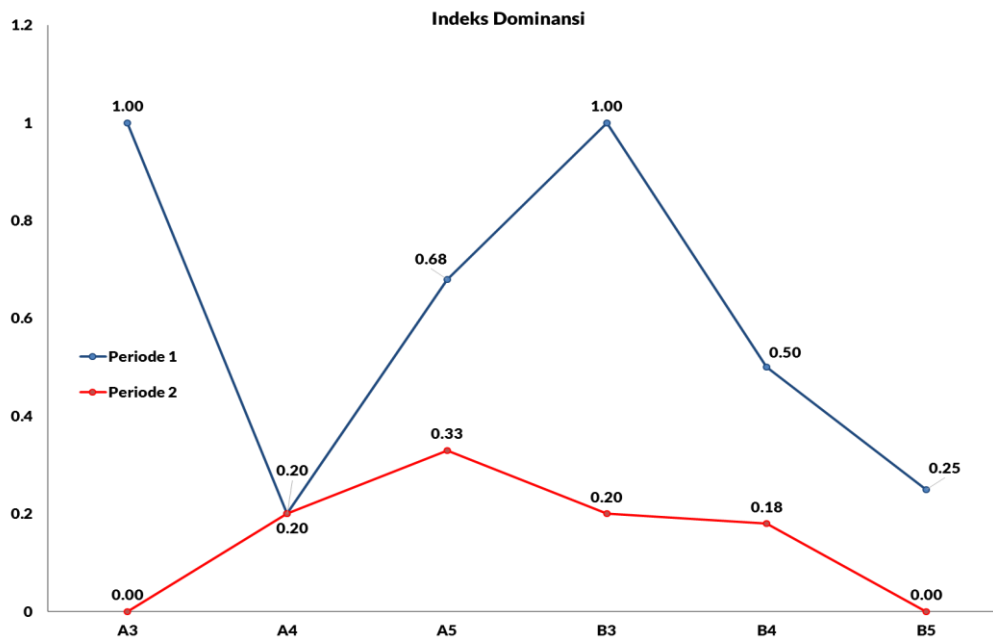
Sementara pada periode 2 nilai indeks keragaman benthos pada zona perairan teluk berkisar antara 0-2,53. Berdasarkan nilai tersebut diketahui bahwa keragaman benthos termasuk dalam kriteria rendah hingga sedang. Stasiun dengan nilai indeks keragaman tertinggi sebesar 2,53 adalah B4. Sedangkan nilai indeks keragaman terendah sebesar 0 ditemukan pada stasiun A3 dan B5,



Gambar 132. Indeks Keseragaman Benthos Zona Perairan Teluk

Gambar 132 menunjukkan nilai indeks keseragaman benthos pada zona perairan teluk. Nilai indeks keseragaman benthos pada periode 1 berkisar antara 0-1. Hal tersebut menunjukkan tingkat keseragaman rendah hingga tinggi. Stasiun dengan nilai indeks keseragaman tertinggi sebesar 1 adalah A4, B4 dan B5. Sedangkan stasiun dengan nilai indeks keseragaman terendah sebesar 0 adalah A3 dan B3.

Adapun pada periode 2 nilai indeks keseragaman benthos pada zona perairan teluk berkisar antara 0-1. Kisaran nilai tersebut menggambarkan bahwa tingkat keseragaman benthos termasuk dalam kriteria rendah hingga tinggi. Stasiun dengan nilai keseragaman tertinggi sebesar 1 adalah A4, A5, B3. Sedangkan nilai keseragaman terendah sebesar 0 ditemukan pada stasiun A3 dan B5.

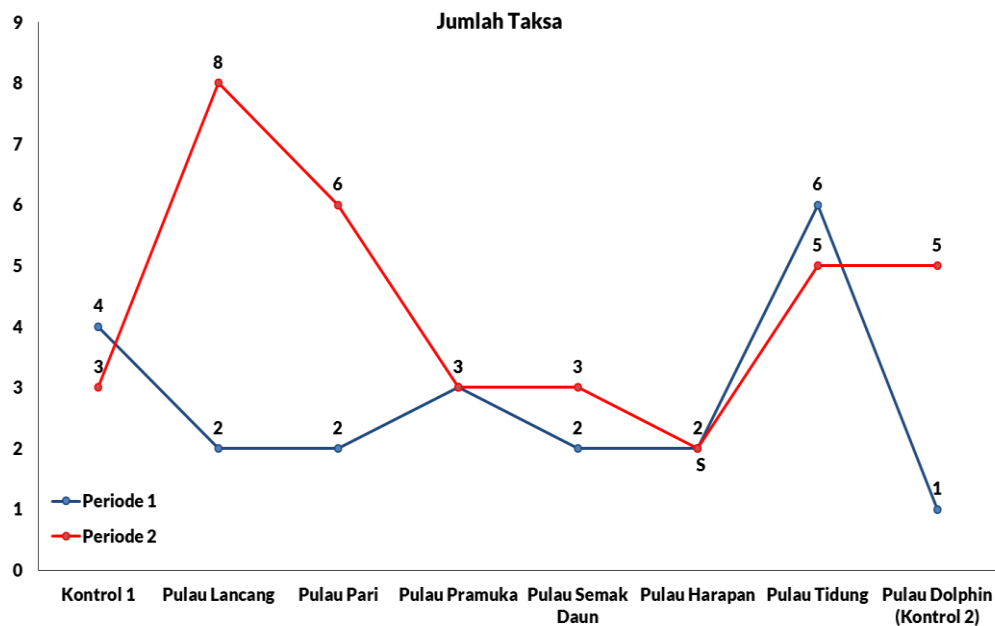


Gambar 133. Indeks Dominansi Benthos Zona Perairan Teluk

Mengacu pada **Gambar 133** diketahui bahwa kisaran nilai indeks dominansi benthos pada zona perairan teluk periode 1 antara 0,20-1,00. Kisaran nilai tersebut menunjukkan tingkat dominansi yang rendah hingga tinggi. Nilai indeks dominansi tertinggi terdapat pada stasiun A3 dan B3 sebesar 1. Sedangkan nilai indeks dominansi terendah dijumpai pada stasiun A4 sebesar 0,20.

Sementara pada periode 2 nilai indeks dominansi benthos pada zona perairan teluk berkisar antara 0-0,33 yang termasuk dalam kriteria rendah. Stasiun dengan nilai indeks dominansi tertinggi sebesar 0,33 adalah A5. Sedangkan nilai indeks dominansi terendah sebesar 0 dijumpai pada stasiun A3 dan B5.

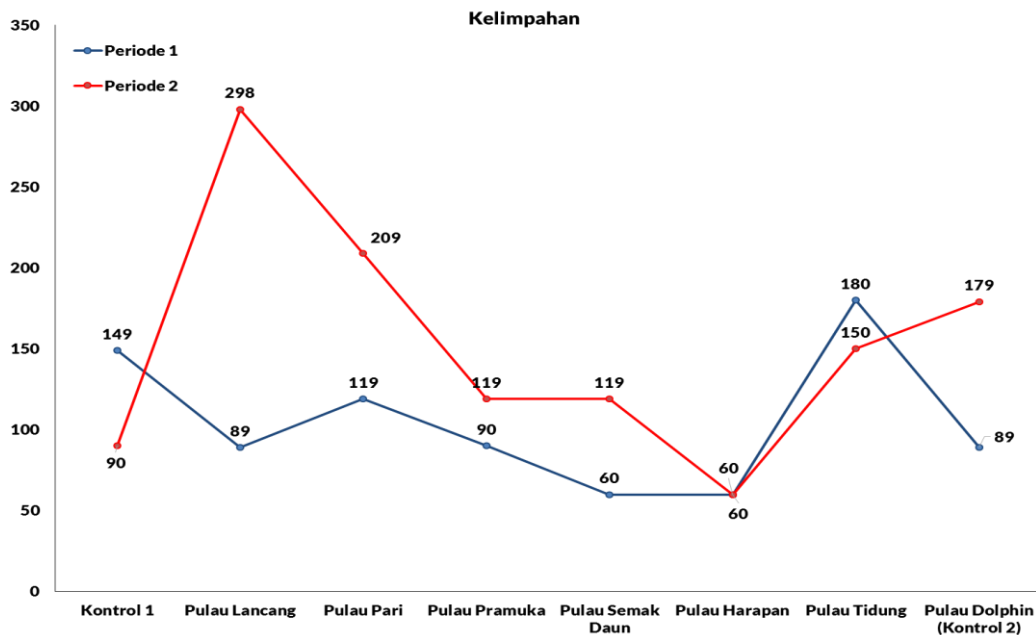
4.3.3.2. Analisis Benthos Zona Perairan Kepulauan Seribu



Gambar 134. Jumlah Taksa Benthos Zona Perairan Kepulauan Seribu

Gambar 134 menampilkan nilai jumlah taksa benthos pada zona perairan Kepulauan Seribu. Kisaran nilai jumlah taksa pada periode 1 antara 1-6. Jumlah taksa tertinggi dijumpai pada stasiun pengamatan Pulau Tidung yaitu sebanyak 6 spesies yang terdiri dari kelas *Polychaeta* dan *Crustaceae*. Sedangkan stasiun dengan jumlah taksa terendah sebanyak 1 spesies adalah Pulau Dolphin (Titik Kontrol 2) yang termasuk dalam kelas *Polychaeta*.

Jumlah taksa benthos pada zona perairan Kepulauan Seribu periode 2 berkisar antara 2-8 spesies. Stasiun dengan jumlah taksa tertinggi adalah Pulau Lancang sebanyak 8 spesies yang terdiri dari kelas *Polychaeta*, *Crustaceae*, *Nemertina* dan *Echinodermata*. Sedangkan jumlah taksa terendah didapatkan pada stasiun Pulau Harapan sebanyak 2 spesies yang terdiri dari kelas *Crustaceae* dan *Nemertina*.



Gambar 135. Kelimpahan Benthos Zona Perairan Kepulauan Seribu

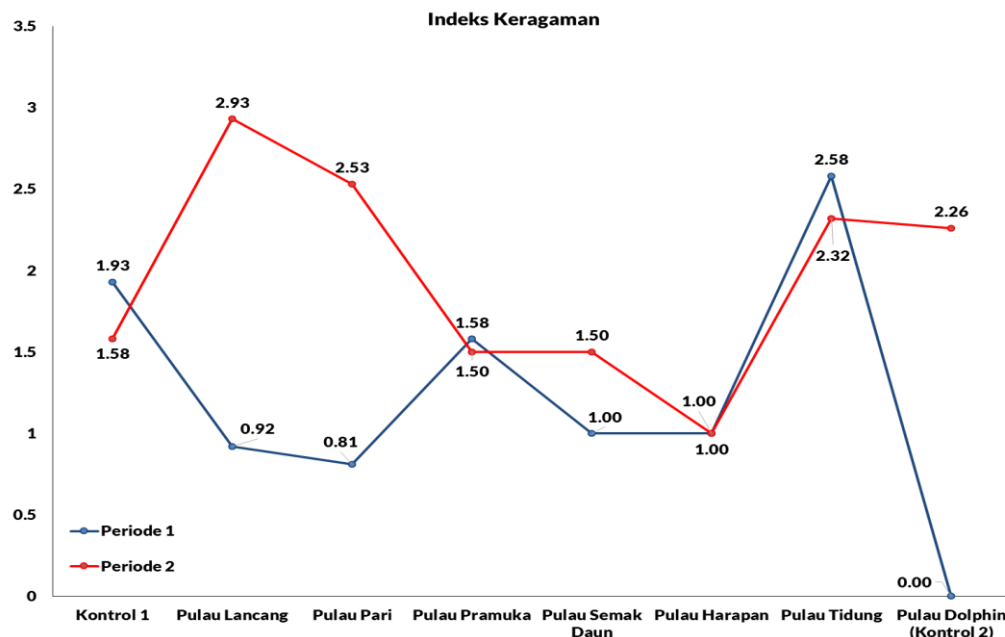
Berdasarkan **Gambar 135** diketahui bahwa kelimpahan benthos pada zona perairan Kepulauan Seribu periode 1 berkisar antara 60-180 ind/m². Nilai kelimpahan benthos tertinggi yaitu sebesar 180 ind/m² ditemukan pada stasiun Pulau Tidung. Spesies yang ditemukan pada stasiun tersebut memiliki nilai kelimpahan yang sama yaitu 30 ind/m². Adapun spesies yang didapatkan meliputi: (1) *Trichobranchus sp* dari kelas *Polychaeta* dan (2) *Ampelisca sp* dan *Lissosabinea sp*, *Maera sp* dan *Pinnotheres sp* dari kelas *Crustaceae*.

Nilai kelimpahan terendah sebesar 60 ind/m² ditemukan pada stasiun Pulau Semak Daun dan Pulau Harapan. Terdapat 2 spesies benthos pada stasiun Pulau Semak Daun dengan nilai kelimpahan masing-masing sebesar 30 ind/m² yaitu *Lysianassa sp* dari kelas *Crustaceae* dan *Porifera (sp1)* dari kelas *Porifera*. Sedangkan pada pulau Harapan juga terdapat 2 spesies dengan nilai kelimpahan yang sama yaitu 30 ind/m² yaitu *Eunice sp* dari kelas *Polychaeta* dan *Porifera (sp1)* dari kelas *Porifera*.

Kelimpahan benthos pada zona perairan Kepulauan Seribu pada periode 2 berkisar antara 60-298 ind/m². Stasiun dengan nilai kelimpahan tertinggi sebesar 298 ind/m² adalah Pulau Lancang. Adapun spesies dengan kelimpahan tertinggi pada stasiun tersebut adalah *Notomastus sp* dari kelas *Polychaeta* dan *Polyonyx sp* dari kelas *Crustaceae* sebanyak 59 ind/m².

Sedangkan spesies dengan kelimpahan terendah pada periode 2 sebesar 30 ind/m² meliputi: (1) *Nephtys sp* dan *Spiophanes sp* dari kelas *Polychaeta*; (2) *Alpheus sp* dan

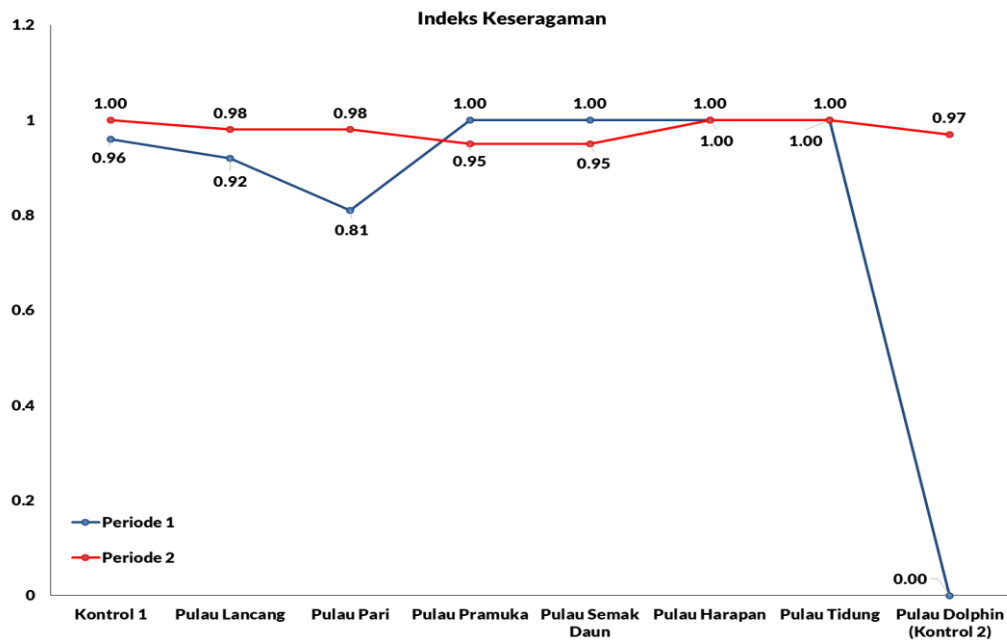
Ampelisca sp dari kelas *Crustaceae*; (3) *Tubulanus sp* dari kelas *Nemertina*; dan (4) *Ophiura sp* dari kelas *Echinodermata*. Sementara stasiun dengan nilai kelimpahan terendah sebesar 60 ind/m² adalah Pulau Harapan. Pada stasiun tersebut didapatkan dua spesies dengan nilai kelimpahan yang sama sebesar 30 ind/m² yaitu *Alpheus sp* dari kelas *Crustaceae* dan *Tubulanus sp* dari kelas *Nemertina*.



Gambar 136. Indeks Keragaman Benthos Zona Perairan Kepulauan Seribu

Berdasarkan **Gambar 136** diketahui bahwa nilai indeks keragaman benthos pada zona perairan Kepulauan Seribu periode 1 berkisar antara 0-2,58. Kisaran nilai tersebut menggambarkan bahwa tingkat keragaman benthos pada zona perairan Kepulauan Seribu termasuk dalam kriteria rendah hingga sedang. Nilai indeks keragaman tertinggi pada sebesar 2,58 didapatkan pada stasiun Pulau Tidung. Sedangkan nilai indeks keragaman terendah sebesar 0 didapatkan pada stasiun Pulau Dolphin (Titik Kontrol 2).

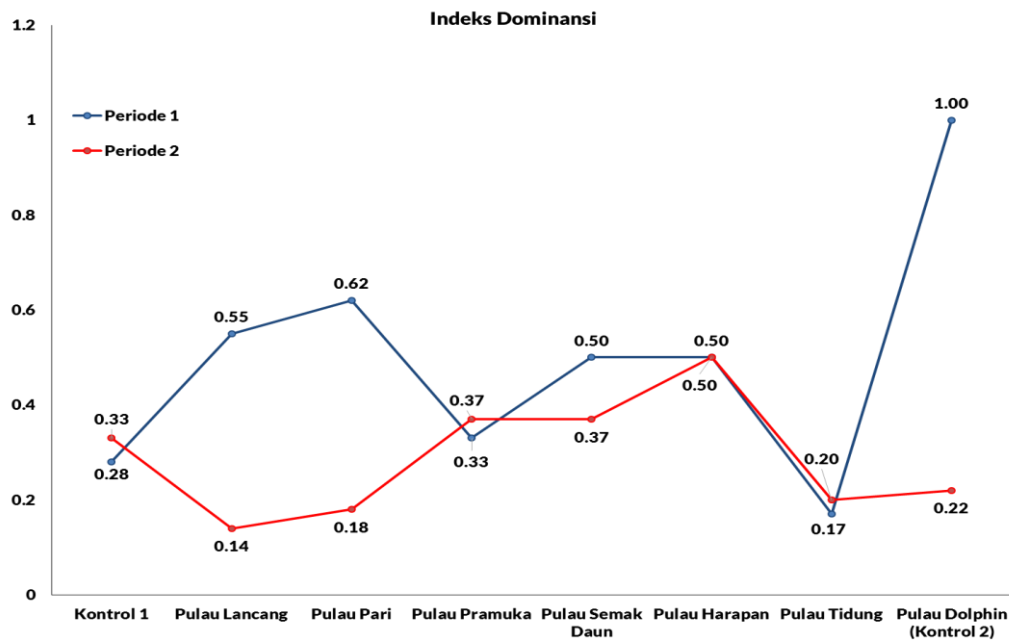
Nilai indeks keragaman benthos pada zona perairan Kepulauan Seribu periode 2 berkisar antara 0-2,93. Kisaran nilai tersebut menunjukkan bahwa keragaman benthos termasuk dalam kriteria keragaman rendah hingga tinggi. Stasiun dengan nilai keragaman tertinggi sebesar 2,93 adalah Pulau Lancang. Sedangkan stasiun dengan nilai terendah yaitu 0 ditemukan pada stasiun Pulau Dolphin (Titik Kontrol 2).



Gambar 137. Indeks Keseragaman Benthos Zona Perairan Kepulauan Seribu

Gambar 137 menyajikan nilai indeks keseragaman benthos pada zona perairan Kepulauan Seribu. Nilai indeks keseragaman benthos pada periode 1 berkisar antara 0-1. Kisaran nilai tersebut menunjukkan bahwa tingkat keseragaman benthos termasuk dalam kriteria rendah hingga tinggi. Stasiun dengan nilai indeks keseragaman tertinggi sebesar 1 adalah Pulau Pramuka, Pulau Semak Daun, Pulau Harapan dan Pulau Tidung. Sedangkan nilai indeks keseragaman terendah sebesar 0 didapatkan pada stasiun Pulau Dolphin (Titik Kontrol 2).

Kisaran nilai indeks keseragaman benthos pada periode 2 berkisar antara 0,95-1. Nilai tersebut menunjukkan bahwa keseragaman benthos termasuk dalam kriteria keseragaman yang tinggi. Stasiun dengan nilai tertinggi yaitu 1 ditemukan pada stasiun Titik Kontrol 1, Pulau Harapan dan Pulau Tidung. Sedangkan stasiun dengan nilai terendah yaitu 0 dijumpai pada stasiun Pulau Dolphin.



Gambar 138. Indeks Dominansi Benthos Zona Perairan Kepulauan Seribu

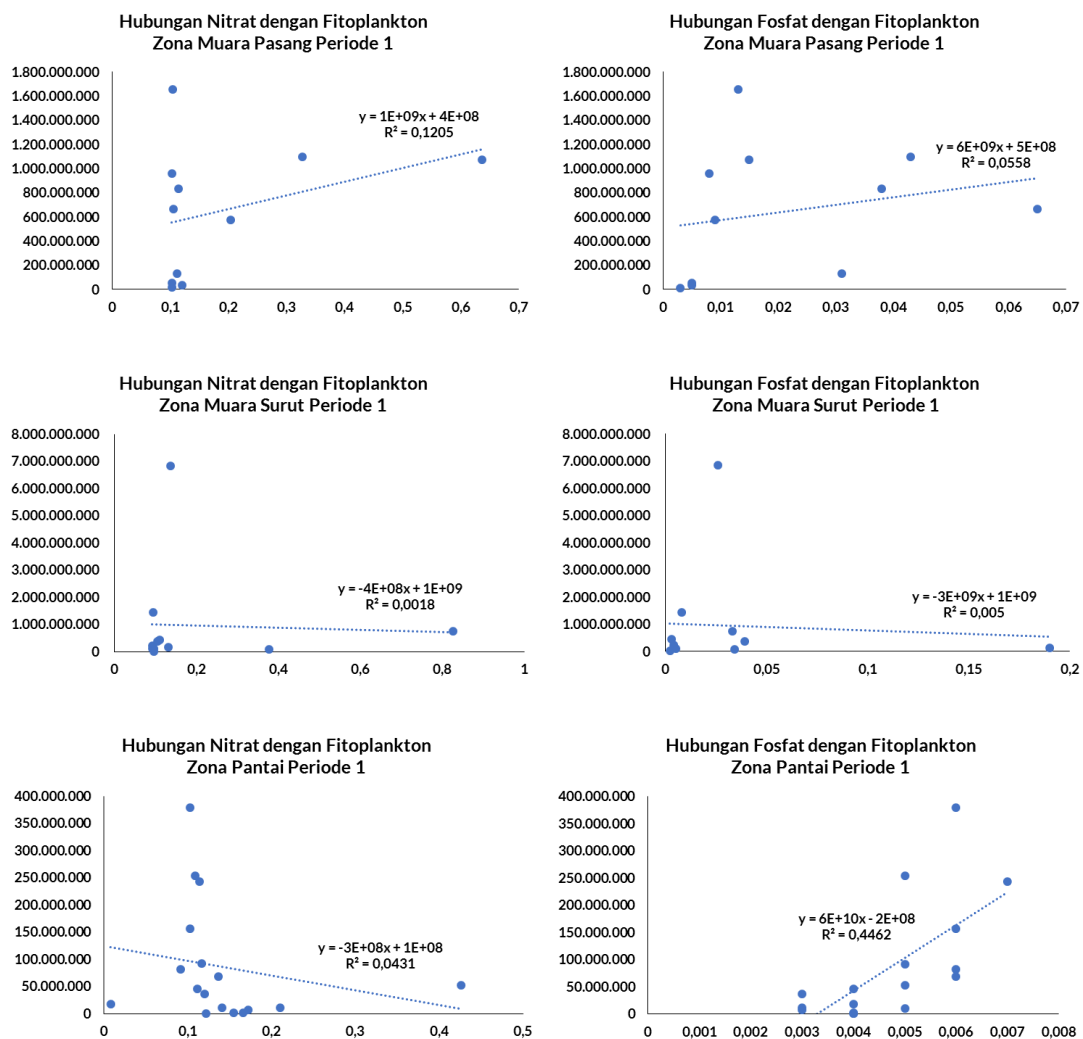
Gambar 138 menyajikan nilai indeks dominansi benthos pada zona perairan Kepulauan Seribu. Kisaran nilai indeks dominansi benthos pada periode 1 yaitu 0,17-1,00. Hal tersebut menunjukkan bahwa tingkat dominansi benthos pada zona perairan Kepulauan Seribu termasuk dalam kriteria rendah hingga tinggi. Nilai indeks dominansi benthos tertinggi 1,00 ditemukan pada stasiun Pulau Dolphin (Titik Kontrol 2). Sedangkan stasiun dengan nilai indeks dominansi benthos terendah sebesar 0,17 didapatkan pada stasiun Pulau Tidung.

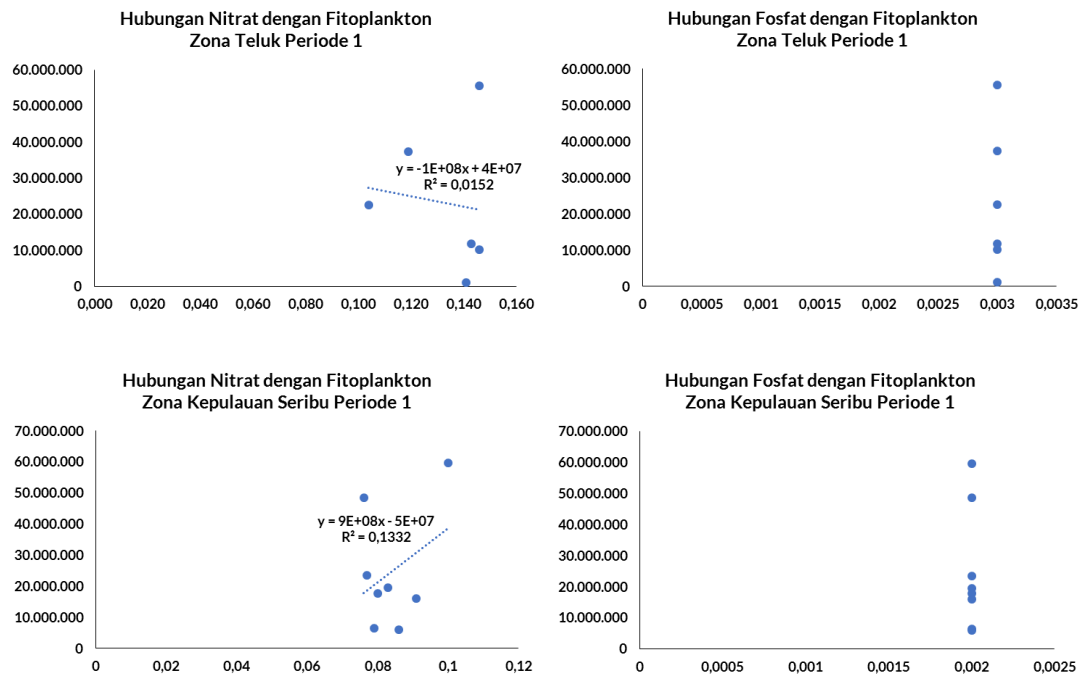
Adapun nilai indeks dominansi benthos pada zona perairan Kepulauan Seribu periode 2 berkisar antara 0,14-0,50. Kisaran nilai tersebut menunjukkan tingkat dominansi benthos termasuk dalam kriteria rendah hingga sedang. Stasiun dengan nilai indeks dominansi tertinggi sebesar 0,50 adalah Pulau Harapan. Sedangkan stasiun dengan nilai indeks dominansi terendah adalah Pulau Lancang sebesar 0,14.

4.6.4. Analisis Hubungan Parameter Fosfat dan Nitrat

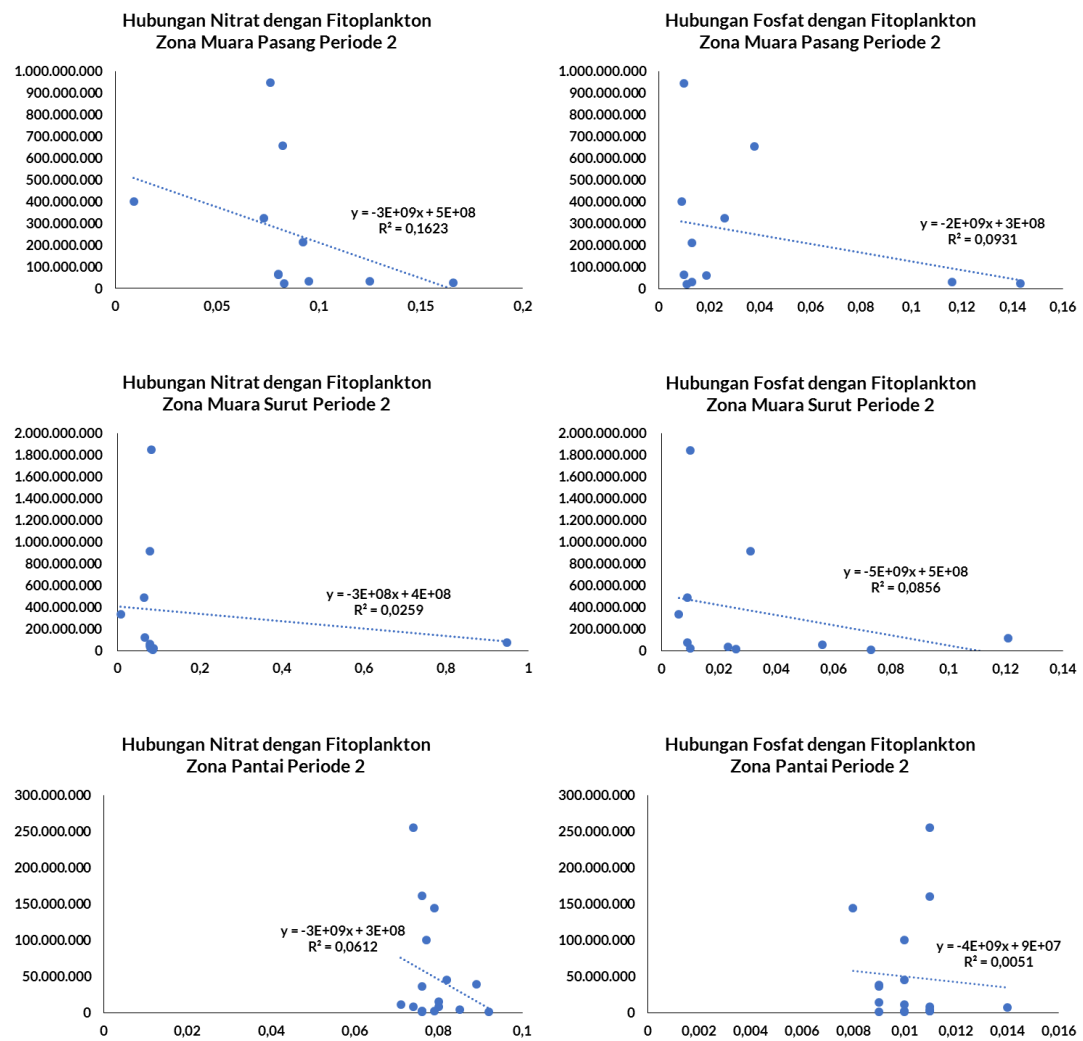
Parameter fosfat dan nitrat merupakan zat hara yang mempengaruhi terhadap keberadaan fitoplankton (Patty 2015). Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan analisis hubungan antara konsentrasi fosfat dan nitrat dengan kelimpahan fitoplankton dan zooplankton. Analisis hubungan yang dilakukan dengan menggunakan analisis regresi. Sementara untuk analisis hubungan parameter kualitas air dengan kelimpahan benthos tidak dilakukan. Hal tersebut disebabkan kompleksitas faktor yang mempengaruhi kelimpahan benthos.

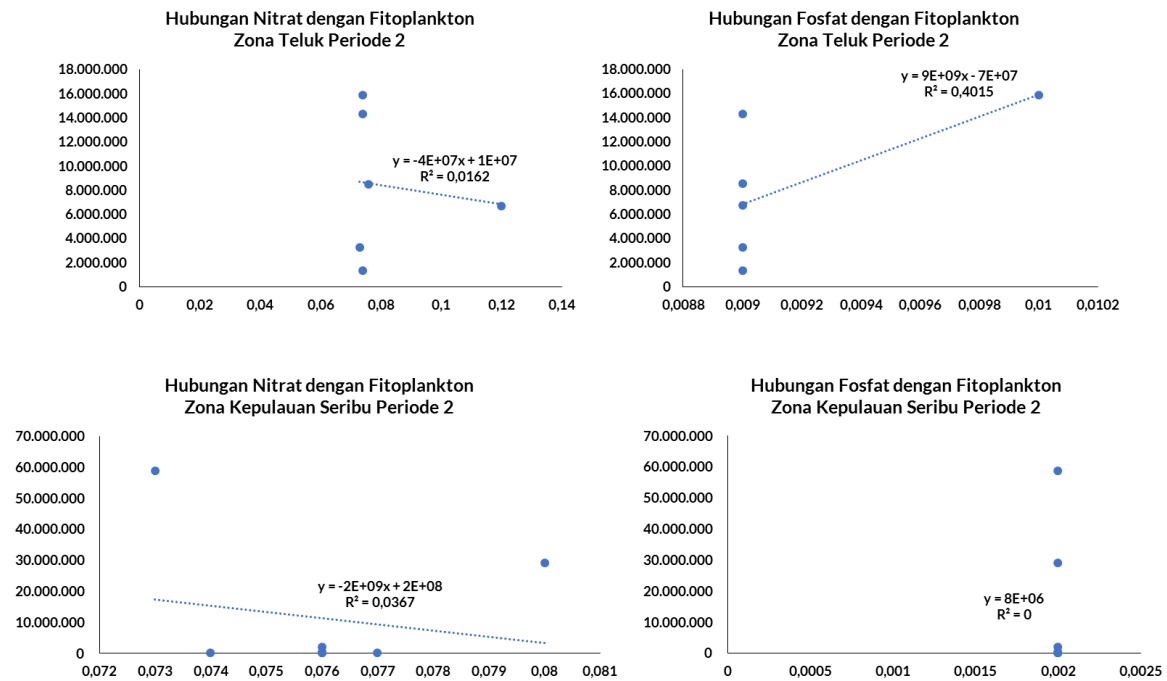
Berdasarkan hasil analisis hubungan dengan regresi (**Gambar 139**, **Gambar 140**, **Gambar 141** dan **Gambar 142**) yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa di seluruh zona pengamatan pada periode 1 dan 2 terdapat hubungan yang tergolong lemah antara konsentrasi fosfat dan nitrat dengan kelimpahan fitoplankton dan zooplankton di perairan muara Teluk Jakarta dan Kepulauan Seribu. Hal tersebut dapat terjadi karena terdapat faktor fisika-kimia lain yang dapat mempengaruhi kelimpahan plankton seperti intensitas cahaya, suhu, salinitas, pH dan zat pencemar yang berperan dalam menentukan keberadaan jenis plankton di perairan.



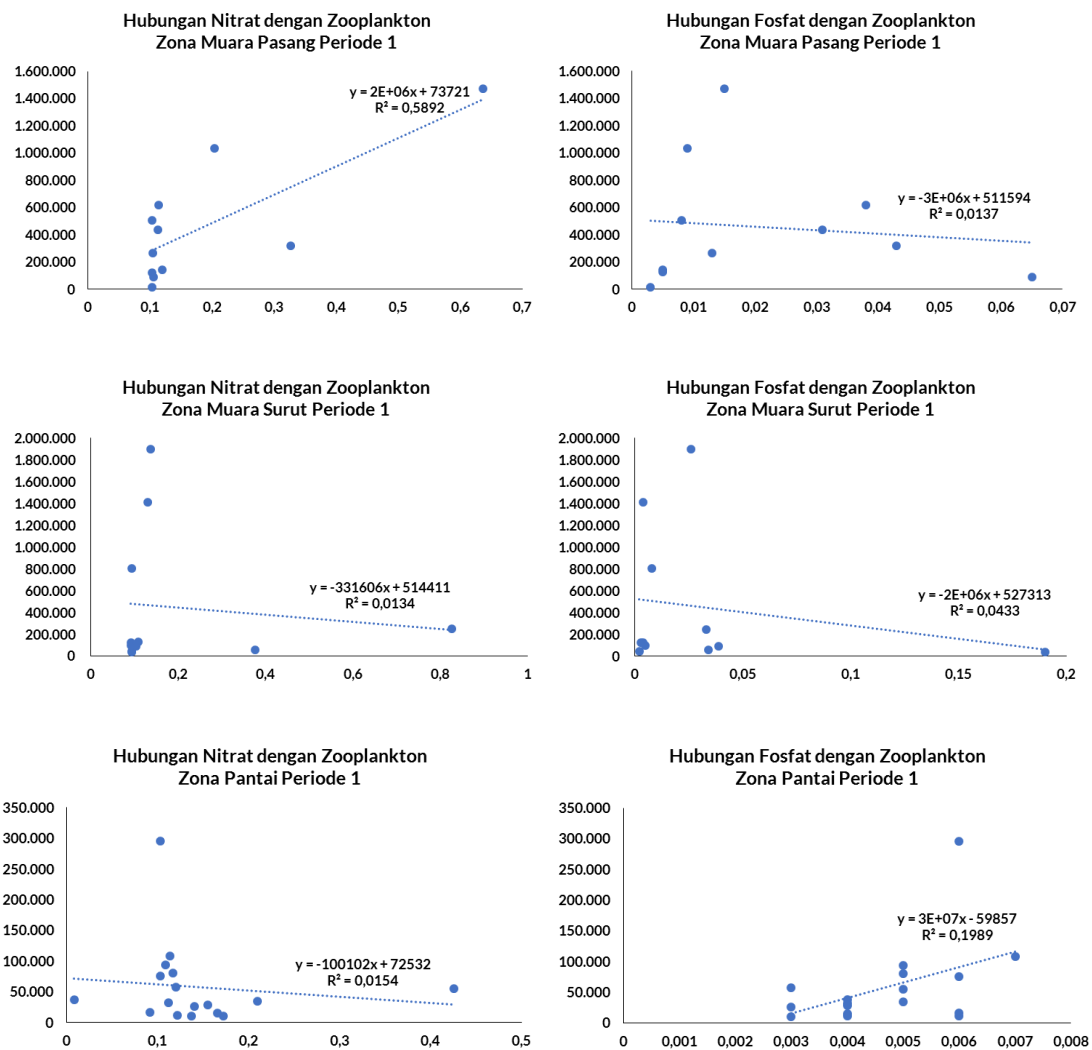


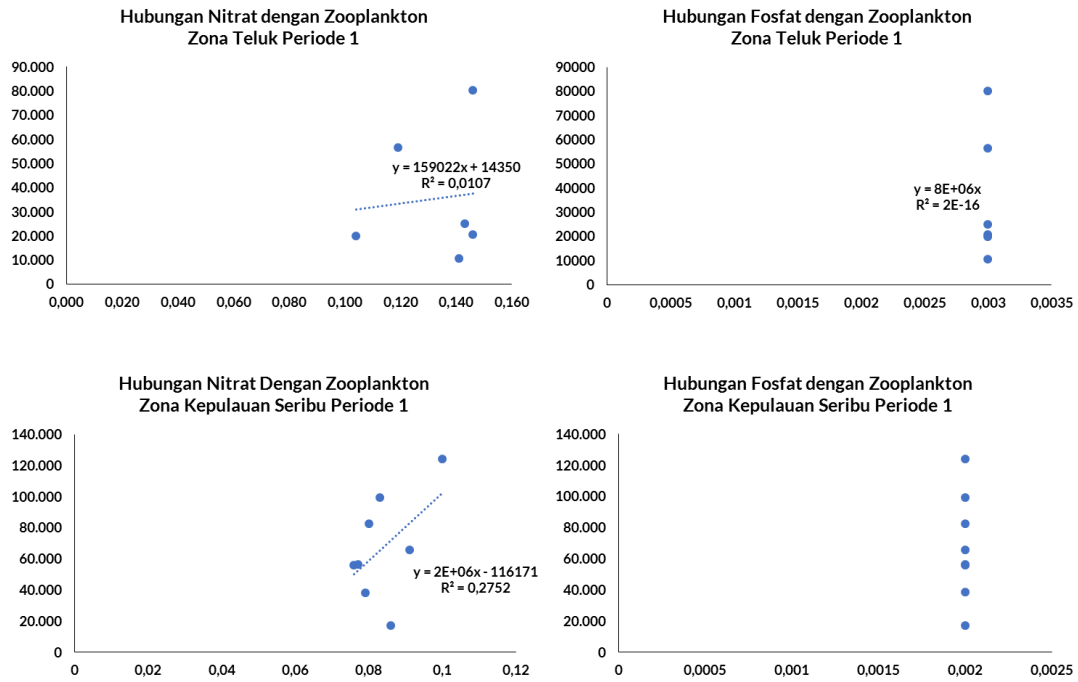
Gambar 139. Hubungan Nitrat dan Fosfat Dengan Kelimpahan Fitoplankton Periode 1



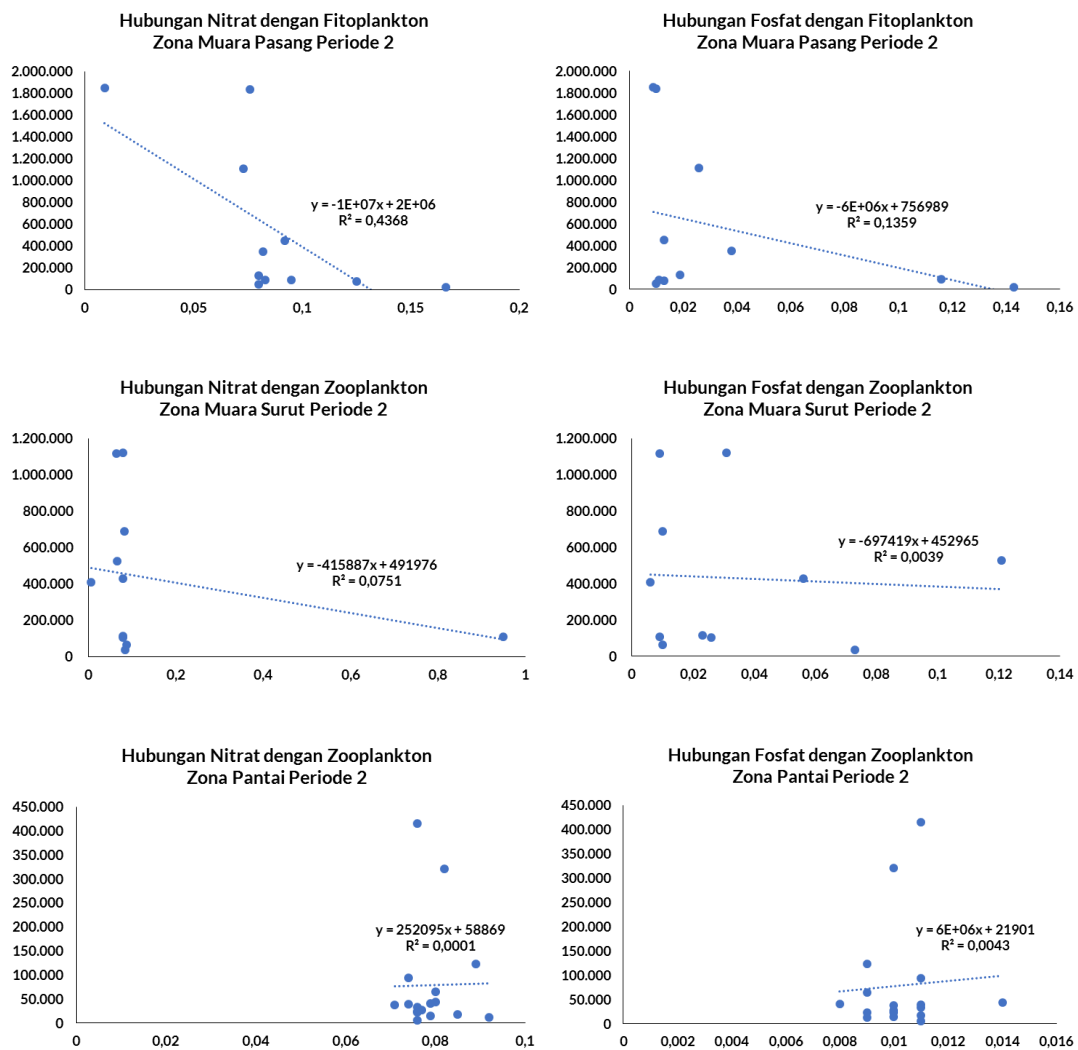


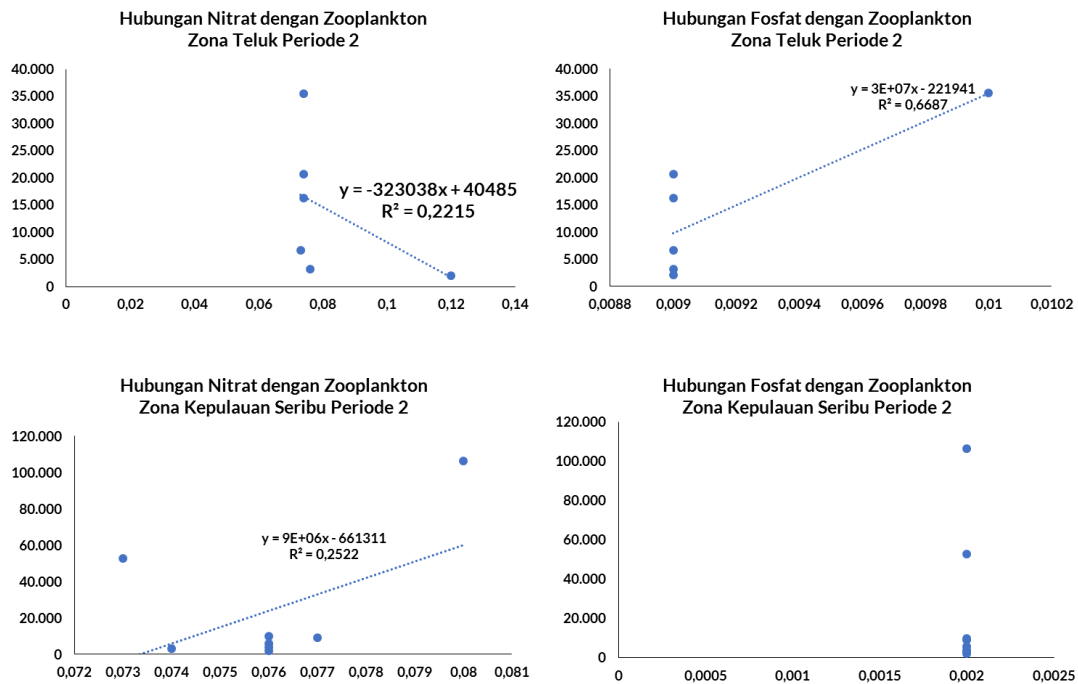
Gambar 140. Hubungan Nitrat dan Fosfat Dengan Kelimpahan Fitoplankton Periode 2





Gambar 141. Hubungan Nitrat dan Fosfat Dengan Kelimpahan Zooplankton Periode 1



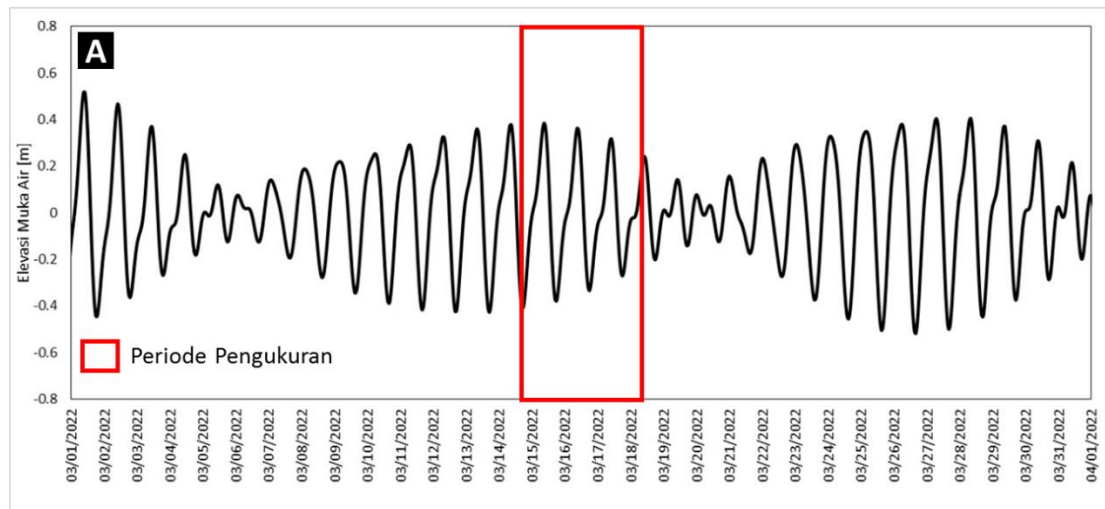


Gambar 142. Hubungan Nitrat dan Fosfat Dengan Kelimpahan Zooplankton Periode 2

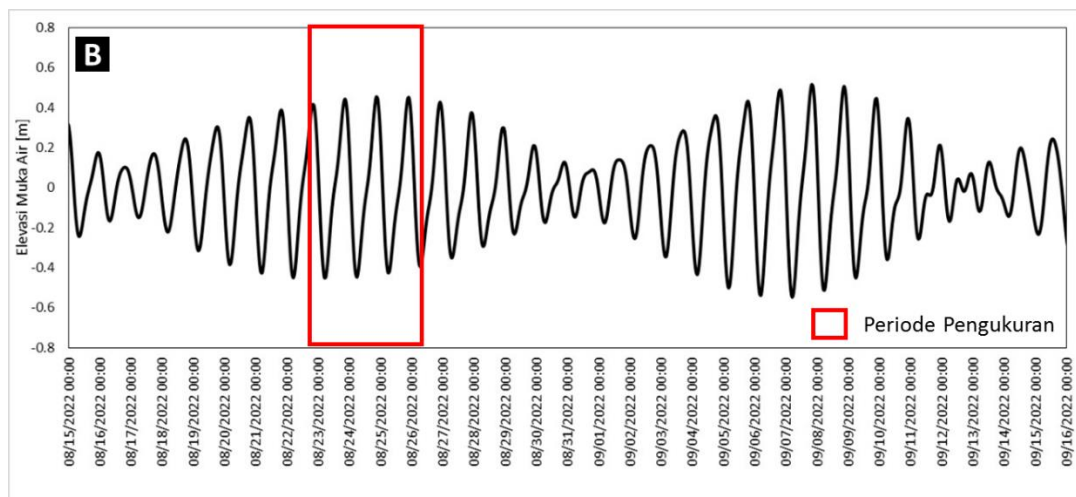
4.7. Analisis Oseanografi

4.7.1. Pasang Surut

Berdasarkan nilai konstanta harmonik (**Tabel 32**), komponen pasut tunggal (diurnal) terlihat lebih dominan dibandingkan dengan pasut campuran dan ganda. Total amplitudo pasut ganda yang terdiri dari S2, M2, N2 dan K2 mencapai 21.23%, sedangkan pada pasut tunggal (K1, O1 dan P1) persentasenya mencapai 76.89%, sisanya merupakan pasut perairan dangkal (M4 dan MS4) yang persentasenya tergolong kecil, yakni sekitar 1.86%. Hasil perhitungan bilangan F, tipe pasut lokasi studi termasuk dalam kategori tunggal dengan nilai F sebesar 4.15. Nilai tersebut menunjukkan kategori pasang surut di Teluk Jakarta memiliki tipe pasang surut diurnal/tunggal yaitu dalam satu hari terjadi satu kali pasang dan satu kali surut. Kondisi muka air penting dibagi menjadi enam bagian yaitu pada kondisi rata-rata permukaan air laut (*Mean Sea Level / MSL*), rata rata tinggi muka air tertinggi (*Mean Higher High Water / MHHW*), rata-rata tinggi muka air terendah (*Mean Lower Low Water / MLLW*), rata-rata muka air yang lebih tinggi dari dua air rendah harian (*Mean Higher Low Water / MHLW*), rata-rata muka air yang lebih rendah dari dua air tinggi harian (*Mean Lower High Water / MLHW*), dan tunggang pasut (*tidal range*).



Gambar 143. Tinggi Pasang Surut Selama 30 Hari Pada Periode1



Gambar 144. Tinggi Pasang Surut Selama 30 Hari Pada Saat Periode 2

Tabel 32. Konstanta Harmonik Pasang Surut Pada Periode 1

	S0	M2	S2	N2	K1	O1	M4	MS4	K2	P1
A (cm)	0	4.09	5.31	1.57	25.67	13.34	0.75	0.39	2	7.95
g°		140.76	76.67	109.75	36.57	26.12	98.3	91.92	52.89	37.5

Pada periode pertama dan kedua didapatkan nilai rata-rata tinggi muka air tertinggi (MHHW) mencapai 43.01 cm, nilai rata-rata tinggi muka air terendah mencapai -43.01 cm (MLLW), tinggi rata-rata muka air antara MSL dan rata-rata pasang tertinggi sekitar 34.92 cm (MLHW), tinggi rata-rata muka air antara MSL dan rata-rata surut terendah sekitar -34.92 cm (MHLW). Selisih muka air tertinggi dan terendah pada hasil prediksi pasang surut dihitung sebagai tunggang pasang surut (*tidal range*). Nilai tunggang pasut pada periode pertama sebesar 105.4 cm, dan pada periode kedua, nilai tunggang pasut yang diperoleh lebih besar dibandingkan pada periode pertama yaitu 120.9 cm.

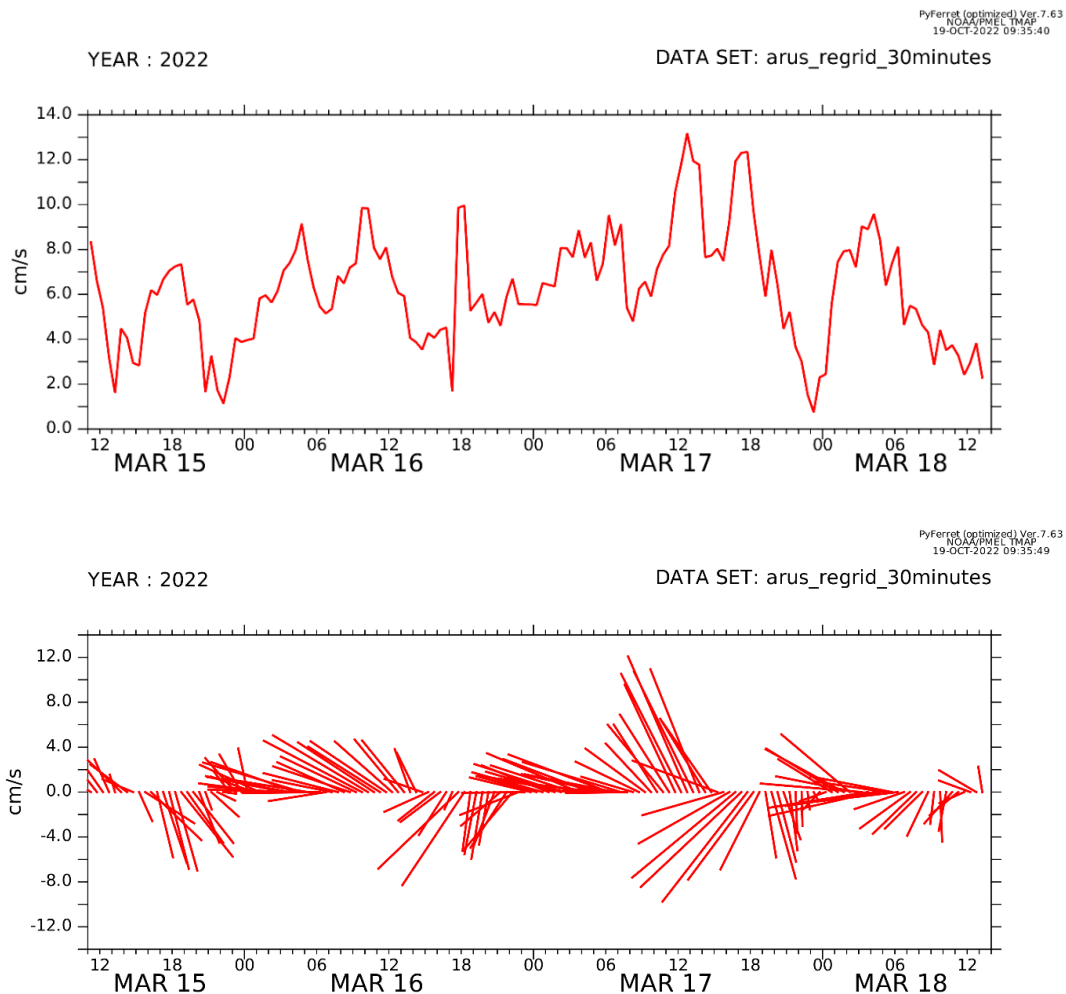
Tabel 33. Elevasi Muka Air Penting Pasang Surut Teluk Jakarta Bulan Maret (Kiri) dan Agustus (Kanan)

MSL	0 cm	MSL	0 cm
MHHW	43.10 cm	MHHW	43.10 cm
MLHW	34.92 cm	MLHW	34.92 cm
MHLW	-34.92 cm	MHLW	-34.92 cm
MLLW	-43.10 cm	MLLW	-43.10 cm
Tidal Range	105.4 cm	Tidal Range	120.9 cm
Form Factor	4.15	Form Factor	4.15
MSL	= Mean Sea Level	MSL	= Mean Sea Level
MHHW	= Mean Higher High Water	MHHW	= Mean Higher High Water
MHLW	= Mean Higher Low Water	MHLW	= Mean Higher Low Water
MLHW	= Mean Lower High Water	MLHW	= Mean Lower High Water
MLLW	= Mean Lower Low Water	MLLW	= Mean Lower Low Water

4.7.2. Arus

Fluktuasi arus pengukuran arus selama tiga hari pada periode pertama ditunjukkan dalam grafik kecepatan dan *stickplot* arus yang disajikan pada **Gambar 145**. Secara umum, pola kecepatan arus memiliki nilai kecepatan arus pada periode pertama memiliki rata-rata 6.20 cm/s, dengan nilai maksimum 13.18 cm/s, nilai minimum 0.75 cm/s serta standar deviasi 2.51 cm/s. Apabila dibandingkan dengan pola pasang surut yang terbentuk pada hari pertama pengukuran, saat menuju pasang, nilai kecepatan arus meningkat dengan nilai berkisar antara 7 cm/s hingga 9 cm/s. Kemudian, saat kondisi pasang tertinggi nilai kecepatan arus melemah berkisar antara 5 cm/s hingga 6 cm/s. Saat menuju surut, nilai kecepatan arus berkisar antara 3 cm/s hingga 5 cm/s. Kemudian, saat surut terendah nilai kecepatan arus menguat dengan nilai berkisar antara 6 cm/s hingga 7 cm/s.

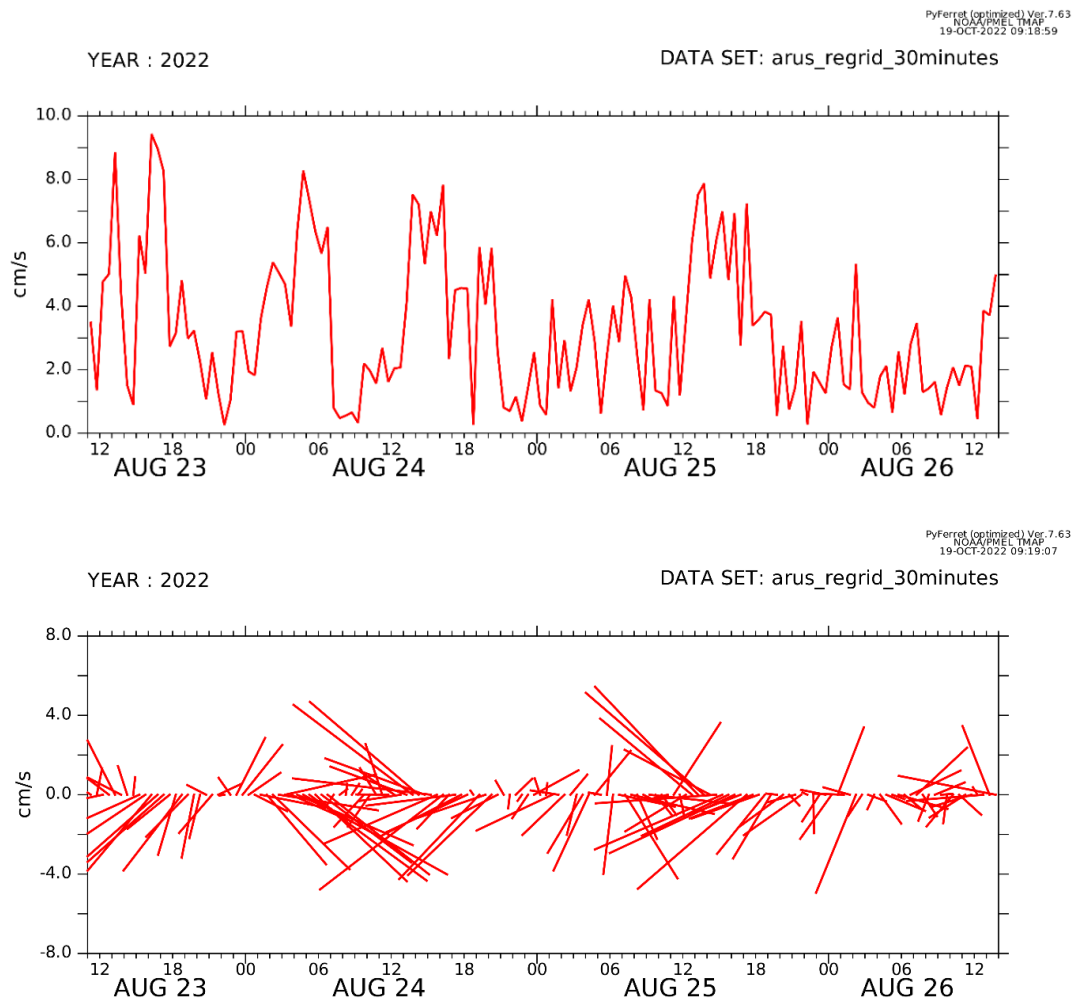
Berdasarkan *stickplot* arus yang terbentuk, secara umum arah arus saat menuju surut hingga surut terendah cenderung menuju ke barat laut, serta sebagian lagi menuju utara. Sedangkan saat menuju pasang hingga pasang tertinggi, cenderung menuju ke selatan dan tenggara serta sebagian kecil menuju ke arah barat daya. Selain kondisi pasang surut, variasi kecepatan dan arah angin permukaan juga diduga mempengaruhi distribusi arus permukaan.



Gambar 145. Fluktuasi Kecepatan Arus Total (Atas) dan *Stickplot* Hasil *Mooring* Selama Tiga Hari di Sekitar Pulau Bidadari Pada Periode 1

Fluktuasi arus pengukuran arus selama tiga hari pada periode kedua ditunjukkan dalam grafik kecepatan dan *stickplot* arus yang disajikan pada **Gambar 146**. Secara umum, pola kecepatan arus memiliki nilai kecepatan arus pada periode kedua memiliki rata-rata 3.25 cm/s, dengan nilai maksimum 9.43 cm/s, nilai minimum 0.26 cm/s serta standar deviasi 2.24 cm/s. Apabila dibandingkan dengan pola pasang surut yang terbentuk, saat kondisi pasang tertinggi nilai kecepatan arus melemah dengan nilai berkisar antara 2 cm/s hingga 3 cm/s. Saat menuju surut, kecepatan arus meningkat dengan nilai berkisar antara 4 cm/s hingga 5 cm/s. Adapun saat surut terendah nilai kecepatan arus juga melemah dengan nilai berkisar antara 6 cm/s hingga 7 cm/s. Kemudian, saat menuju pasang, nilai kecepatan arus meningkat kembali dengan nilai berkisar antara 8 cm/s hingga 9 cm/s. Berdasarkan *stickplot* arus yang terbentuk, secara umum arah arus saat menuju surut hingga surut terendah cenderung menuju ke tenggara serta sebagian kecil menuju selatan dan barat daya.

Sedangkan saat menuju pasang hingga pasang tertinggi, arah arus dominan menuju menuju barat laut serta sebagian kecil menuju ke utara. Dibandingkan dengan pengukuran sebelumnya, hasil pengukuran pada periode kedua menunjukkan nilai rata-rata yang lebih kecil dan pola yang cenderung lebih acak dibandingkan dengan periode pertama.

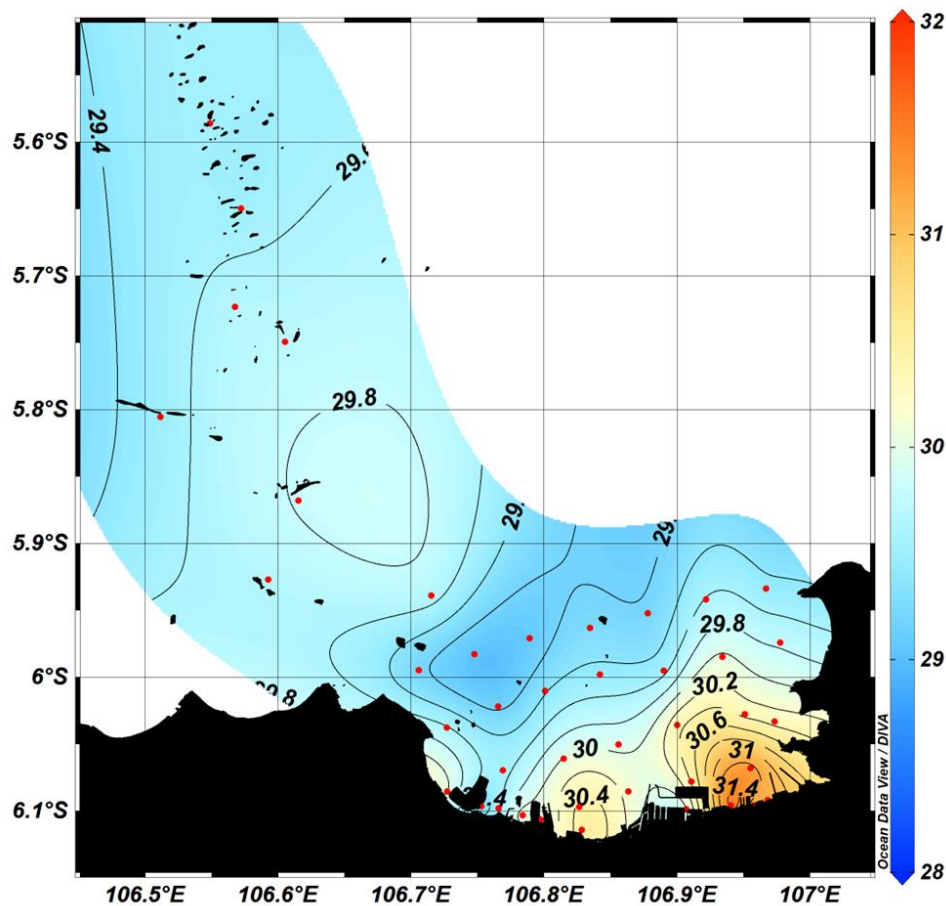


Gambar 146. Fluktuasi Kecepatan Arus Total (Atas) dan *Stickplot* Hasil *Mooring* Selama Tiga Hari di Sekitar Pulau Bidadari Pada Periode 2

4.7.3. Suhu dan Salinitas

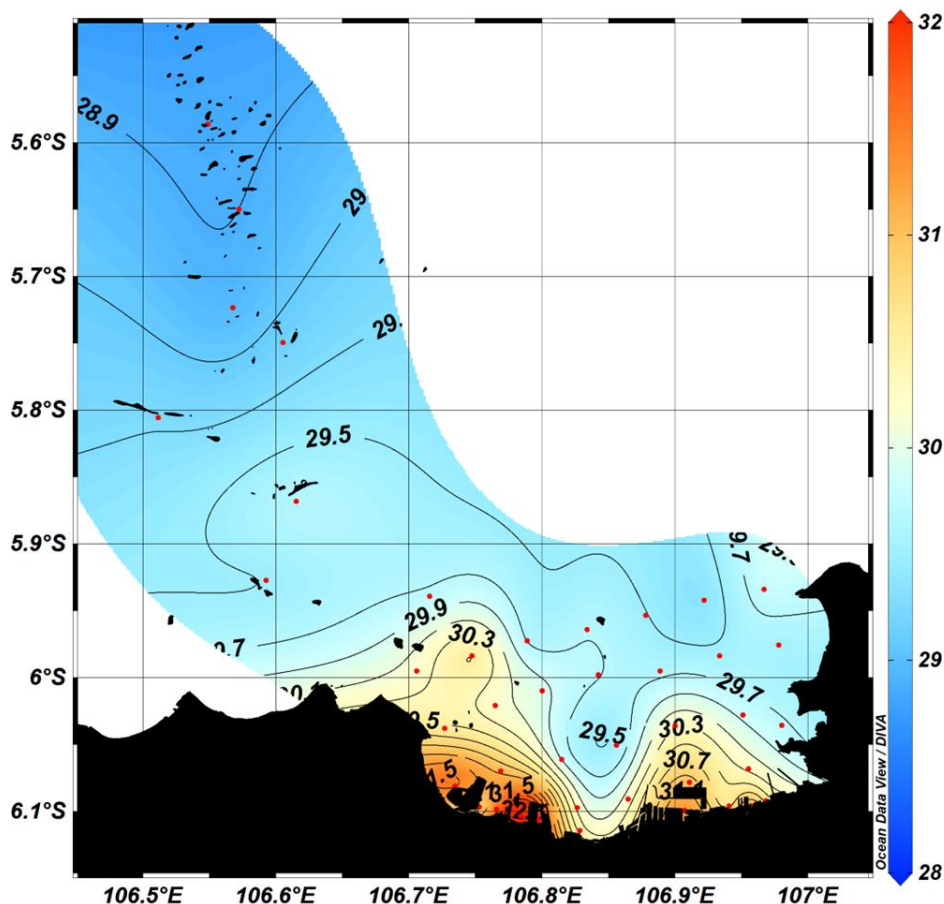
Suhu permukaan hasil pengukuran CTD pada saat survei periode pertama memiliki karakter suhu yang berbeda-beda antara bagian muara, teluk dan Kepulauan Seribu. Pada bagian muara memiliki suhu tertinggi hingga 30.4-31.4°C kemudian menurun pada bagian teluk dengan rentang nilai 29.5–30°C dan terus menurun secara gradual hingga di bagian Kepulauan Seribu dengan nilai berkisar antara 29.4–29.8°C. Titik yang teridentifikasi memiliki suhu tertinggi berada di bagian muara pada titik cilincing dengan nilai suhu mencapai 31.69°C dan titik suhu terendah yang tercuplik berada di titik A2 dengan nilai 28.99°C. Nilai akumulasi

suhu tinggi perlu diidentifikasi lebih lanjut karena tingginya frekuensi *outfall* aktivitas industri dapat meningkatkan suhu tinggi dari badan sungai menuju muara. Selain itu dangkalnya perairan dan minimnya sirkulasi karena adanya struktur baru juga dapat memicu tingginya suhu di sekitarnya.



Gambar 147. Pola Spasial Suhu Permukaan Pada Periode 1

Pada sisi teluk, suhu tertinggi ditemukan pada titik C5 dengan nilai 30.4°C yang terletak pada sisi timur dan suhu terendah ditemukan pada titik A2 dengan nilai 28.99°C yang terletak pada sisi barat teluk. Secara keseluruhan suhu yang tercuplik di sekitar Kepulauan Seribu relatif lebih rendah dan homogen dibandingkan dengan area muara atau teluk dengan suhu paling rendah ditemukan pada PS6 (Pulau Harapan) dengan nilai 29.44°C dan tertinggi pada titik PS3 (Pulau Pari) dengan nilai 29.83°C. Nilai yang rendah di sekitar pulau menunjukkan perairan sudah semakin dalam, jauh dari pengaruh daratan dan terdapat peningkatan nilai kecepatan arus.



Gambar 148. Pola Spasial Suhu Permukaan Pada Periode 2.

Suhu permukaan hasil pengukuran CTD pada saat survei periode kedua (Agustus) secara umum lebih tinggi dibandingkan pada periode pertama serta memiliki karakter suhu yang bervariasi dari mulut muara hingga Kepulauan Seribu. Pada bagian muara memiliki suhu tertinggi hingga 30.5–32°C kemudian menurun pada bagian teluk dengan rentang nilai 29.5–30.5°C dan terus menurun secara gradual hingga di bagian Kepulauan Seribu dengan nilai berkisar antara 29–29.5°C. Pada bagian muara, titik yang teridentifikasi memiliki suhu tertinggi berada di sekitar pulau reklamasi atau sisi barat muara, yaitu Pompa Pluit dan Muara Karang dengan nilai suhu pada lapisan permukaan secara berturut-turut adalah 31.56°C dan 33.85°C.

Meskipun terdapat suhu yang tinggi di sisi timur teluk akan tetapi nilai suhu yang lebih tinggi terkonsentrasi di sisi barat teluk. Hal tersebut perlu diidentifikasi lebih lanjut karena tingginya frekuensi *outfall* aktivitas industri dapat meningkatkan suhu tinggi dari badan sungai menuju muara. Selain itu berkurangnya debit yang masuk ke sekitar muara dan minimnya sirkulasi karena ada struktur baru juga dapat memicu tingginya suhu di sekitarnya. Pada sisi teluk, suhu tertinggi ditemukan pada titik C2 dengan nilai 31.03°C yang terletak pada sisi barat

dan suhu terendah ditemukan pada titik A6 dengan nilai 29.36°C yang terletak pada sisi timur teluk. Secara keseluruhan suhu yang tercuplik di sekitar Kepulauan Seribu relatif lebih homogen dibandingkan muara atau teluk dengan suhu paling rendah ditemukan pada PS8 (Pulau Dolphin/Titik Kontrol 2) dengan nilai 28.88°C dan tertinggi pada titik PS3 (Pulau Pari) dengan nilai 29.74°C. Nilai yang rendah di sekitar pulau menunjukkan kedalaman perairan sudah semakin dalam, jauh dari pengaruh daratan, sehingga sirkulasi arusnya tanpa hambatan dan mempercepat proses pendinginan.

Profil vertikal suhu pada periode pertama digambarkan melalui penampang melintang dari beberapa transek yang mewakili sisi barat, tengah, timur, dan area pulau seribu yang disajikan pada **Gambar 149** dan **Gambar 150**. Secara umum profil di sisi tengah teluk menunjukkan adanya perbedaan antara permukaan perairan dan kolom perairan menuju dasar. Hal tersebut terlihat dari perubahan nilai suhu secara drastis di dekat mulut muara dengan nilai sekitar 29-30.1°C pada kedalaman 1 m hingga 5 m dan berubah secara perlahan pada kedalaman 5 m hingga 15 m dengan suhu 29-28.9 °C. Di sekitar badan teluk, nilai suhu pada kedalaman perairan 1 m hingga 5 m semakin rendah dengan kisaran 29.6°C hingga 29.2°C. Semakin meningkatnya kedalaman di sekitar mulut teluk, nilai suhu menurun pada kedalaman 10 m hingga 25 m nilai suhu berkisar antara 29°C hingga mendekati 29.1°C.

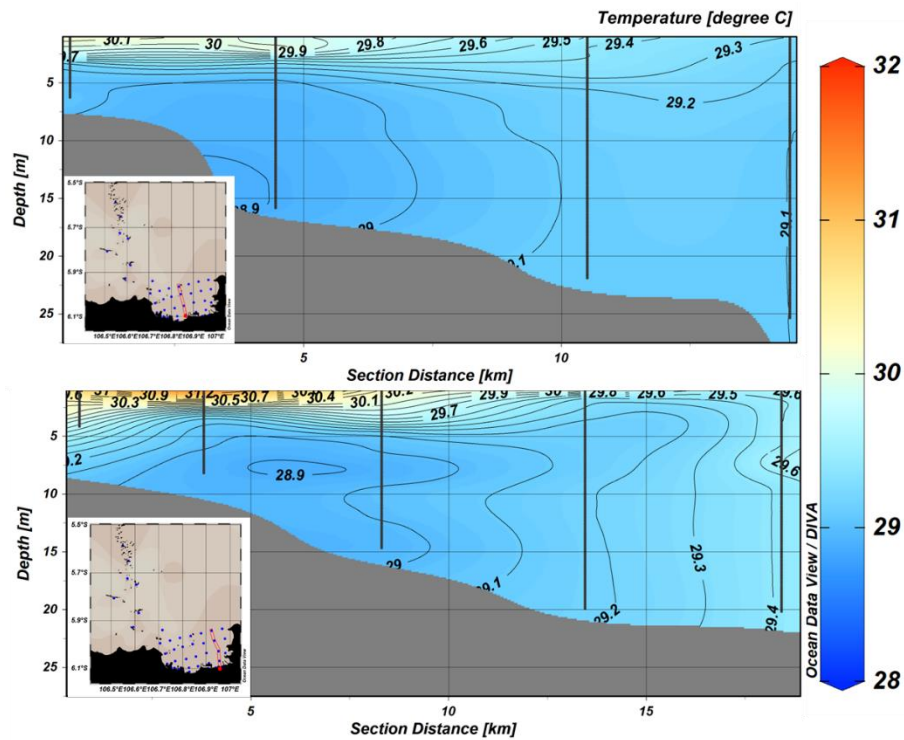
Pada sisi timur teluk memperlihatkan pola yang serupa, dimana terdapat perubahan suhu drastis di lapisan dipermukaan khususnya pada lapisan permukaan di sekitar mulut muara dan suhu yang lebih rendah di sekitar badan dan mulut teluk. Sebagai contoh, suhu tinggi yang tercuplik berkisar antara 29.6-31°C dari mulut muara hingga jarak sekitar 5 km pada kedalaman 5 m. Di sekitar badan teluk menuju mulut teluk, nilai suhu pada kedalaman antara 1 m hingga 5 m berkisar antara 30°C hingga 29.1°C dan pada kedalaman 5 m hingga 25 m nilai suhu berkisar antara 29°C hingga 29.4°C.

Adapun pada transek di sisi barat teluk, nilai suhu berkisar antara 29-30.1°C di sekitar mulut muara pada kedalaman 1–5 m. Nilai suhu kemudian menurun di sekitar badan teluk pada kedalaman 0 m hingga 10 m yang berkisar antara 29-29.2°C dan pada kedalaman 10 hingga 20 m nilai suhu berkisar antara 29-29.1°C. Sedangkan pada transek di sekitar Kepulauan Seribu, secara umum nilai suhu lebih rendah dan homogen dibandingkan dengan muara dan teluk pada lapisan permukaan dengan nilai suhu pada kedalaman 0 m hingga 10 m berkisar antara 29.6 hingga 29.8°C. Nilai suhu kemudian sedikit menurun dan cenderung

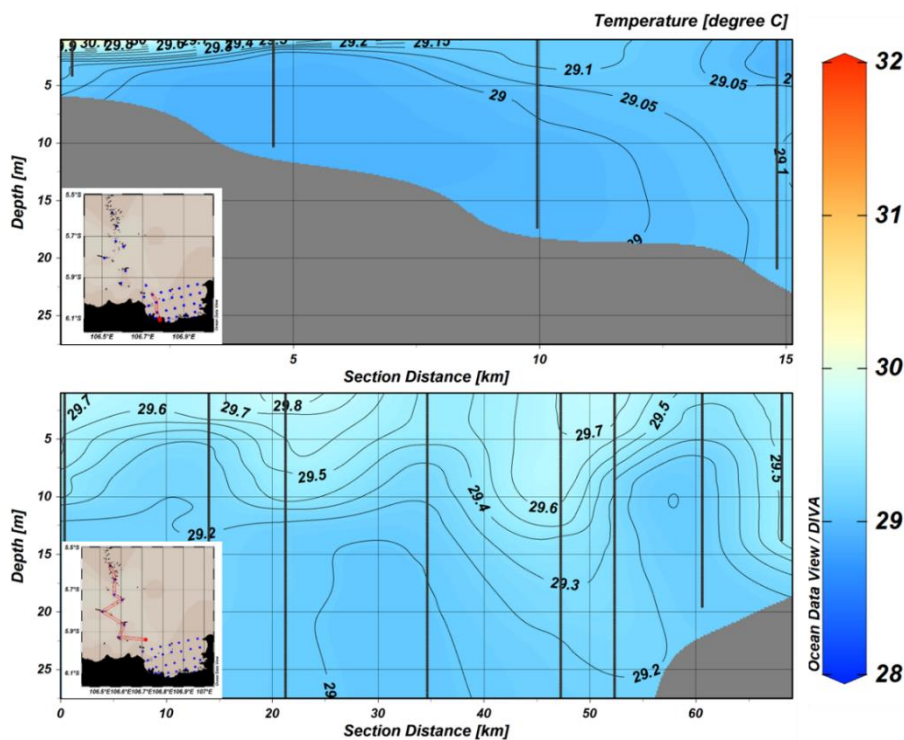
tidak ada perbedaan yang signifikan pada kedalaman 10 m hingga 30 m dengan nilai berkisar antara 29.2°C hingga 29.6°C.

Profil vertikal suhu pada periode kedua digambarkan melalui penampang melintang dari beberapa transek yang mewakili sisi barat, tengah, timur, dan area pulau seribu yang disajikan pada **Gambar 151** dan **Gambar 152**. Pada sisi tengah teluk nilai suhu pada kedalaman 0 m hingga 5 m berkisar antara 29.7°C hingga 30.1°C. Kemudian nilai suhu menurun dengan perubahan yang kecil dari kedalaman 5 m hingga 25 m dengan nilai berkisar antara 29.4°C hingga 29.6°C. Sedangkan pada sisi timur teluk, perubahan nilai suhu sangat besar di dekat mulut muara pada kedalaman 0 m hingga 5 m berkisar antara 29.7°C hingga 30.8°C. Kemudian pada kedalaman 5 m hingga 25 nilai suhu cenderung homogen dengan nilai 29.4°C hingga 29.5°C.

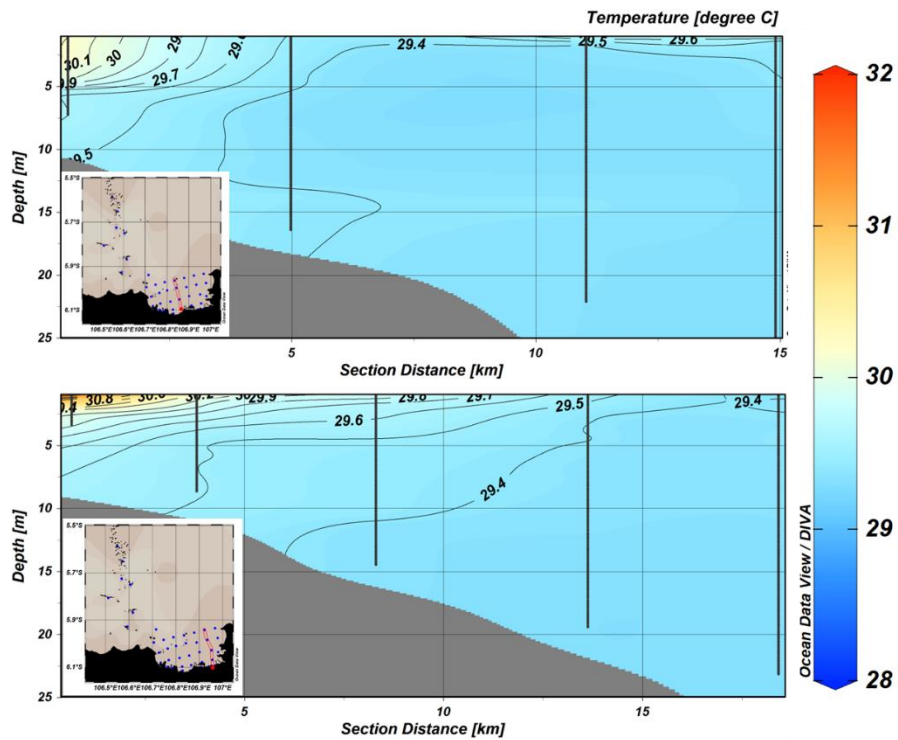
Sementara pada transek di sisi barat teluk, nilai suhu lebih tinggi dibanding sisi tengah dan timur teluk dengan nilai mencapai 29.8 - 33°C di sekitar mulut muara pada kedalaman 1 m hingga 5 m. Nilai suhu kemudian menurun pada kedalaman 5 m hingga 20 m dengan nilai suhu berkisar antara 29.4°C hingga 29.6°C dan cenderung homogen hingga dasar perairan. Adapun pada transek di sekitar pulau, secara umum nilai suhu lebih rendah dibandingkan dengan muara dan teluk pada lapisan permukaan dengan nilai suhu pada kedalaman 0 m hingga 10 m berkisar antara 29.4°C hingga 29.7°C. Nilai suhu kemudian sedikit menurun dan cenderung tidak ada perbedaan yang signifikan pada kedalaman 10 m hingga 50 m dengan nilai berkisar antara 29.2°C hingga 29.4°C.



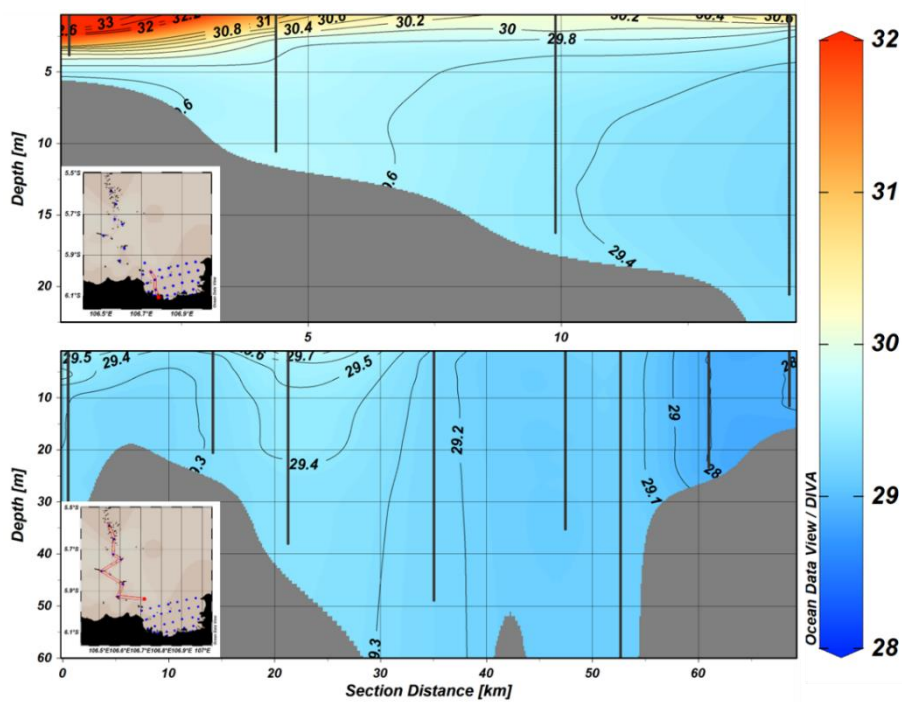
Gambar 149. Profil Melintang Suhu Permukaan di Sisi Tengah (Atas) dan Timur (Bawah) Teluk Pada Periode 1



Gambar 150. Profil Melintang Suhu Permukaan di Sisi Barat Teluk (Atas) dan Kepulauan Seribu (Bawah) Pada Periode 1

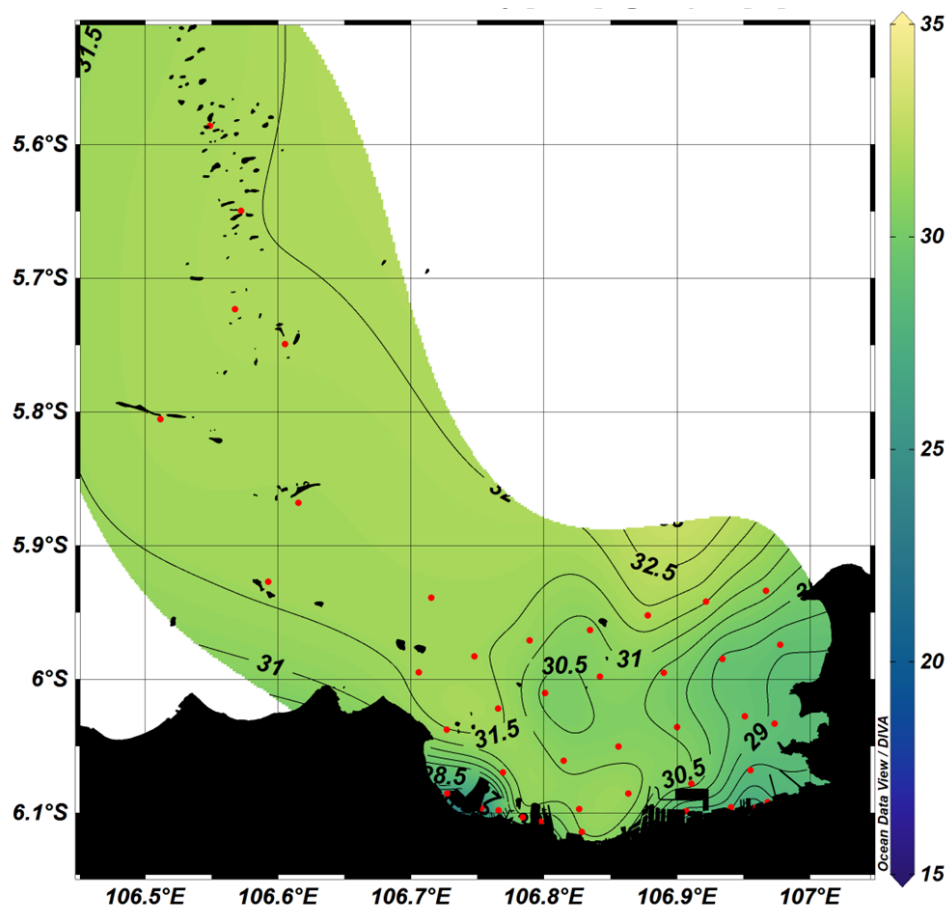


Gambar 151. Profil Melintang Suhu Permukaan di Sisi Tengah (Atas) dan Timur (Bawah) Teluk Pada Periode 2



Gambar 152. Profil Melintang Suhu Permukaan di Sisi Barat Teluk (Atas) dan Kepulauan Seribu (Bawah) Pada Periode 2

Salinitas permukaan hasil pengukuran CTD pada saat survei periode pertama (Maret) memiliki karakter berbeda-beda antara bagian muara, teluk dan Kepulauan Seribu. Pada bagian muara memiliki salinitas berkisar antara 20–29 PSU kemudian meningkat pada bagian teluk dengan rentang nilai 29-30.5 PSU dan terus meningkat hingga ke Kepulauan Seribu karena efek salinitas laut lepas lebih mendominasi dengan nilai berkisar antara 30-32 PSU. Variasi nilai salinitas di sekitar Pulau Seribu cenderung lebih homogen dibandingkan dengan wilayah muara dan teluk.

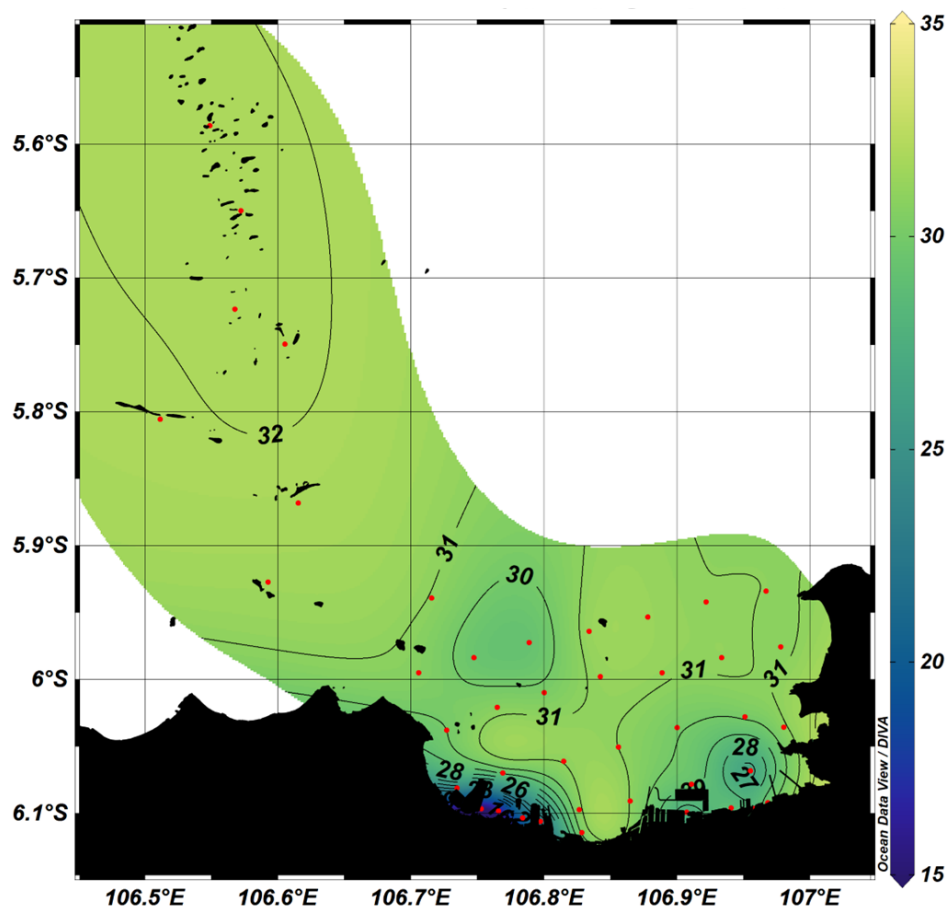


Gambar 153. Pola Spasial Salinitas Permukaan Pada Periode 1

Pada bagian muara, titik yang teridentifikasi memiliki salinitas terendah berada di titik Cengkareng Drain dan Marunda dengan nilai salinitas permukaan secara berturut-turut adalah 20.50 PSU dan 26.67 PSU. Nilai salinitas yang rendah menunjukkan efek dari air tawar lebih besar dari air laut dan juga terlihat dari nilai debit sungai yang lebih besar pada sisi timur dibandingkan pada sisi barat. Kemudian rata-rata nilai salinitas pada badan teluk meningkat seiring dengan berkurangnya efek air tawar, dimana salinitas maksimum ditemukan pada titik A5 (mulut teluk) dengan nilai 31.98 PSU dan minimum pada titik D6 dengan nilai 28.25 PSU. Sebaran nilai salinitas di sekitar pulau seribu menunjukkan rentang nilai yang rendah antar

titiknya (< 2 PSU) apabila dibandingkan dengan muara dan teluk. Sehingga dapat dikatakan efek lautan sudah mendominasi dibandingkan dengan muara, dengan nilai maksimum ditemukan pada titik PS6 dengan nilai 32.01 PSU dan nilai terendah pada titik PS2 dengan nilai 31.61 PSU.

Salinitas permukaan hasil pengukuran CTD pada saat survei periode kedua (Agustus) secara spasial memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan periode pertama khususnya di wilayah muara serta menunjukkan variasi sebaran salinitas dari mulut muara, teluk dan Kepulauan Seribu. Pada bagian muara memiliki salinitas berkisar antara 12-28 PSU kemudian meningkat pada bagian teluk dengan rentang nilai 28-31 PSU dan terus meningkat hingga ke Kepulauan Seribu karena efek salinitas laut lepas lebih mendominasi dengan nilai berkisar antara 31–32 PSU.



Gambar 154. Pola Salinitas Permukaan Pada Periode 2

Pada bagian muara, titik yang teridentifikasi memiliki salinitas terendah berada di sisi barat, yaitu di sekitar Cengkareng Drain dan Muara Angke dengan nilai salinitas permukaan secara berturut-turut adalah 12.11 PSU dan 15.01 PSU. Nilai salinitas yang rendah menunjukkan dorongan dari air tawar (debit sungai) lebih besar dari debit air laut yang masuk.

Kemudian rata-rata nilai salinitas pada badan teluk meningkat seiring dengan berkurangnya efek air tawar, dimana salinitas maksimum ditemukan pada titik A4 (mulut teluk) dengan nilai 31.48 PSU dan minimum pada titik D6 dengan nilai 25.74 PSU. Sebaran nilai salinitas di sekitar Kepulauan Seribu cenderung homogen, sehingga menunjukkan perbedaan rentang nilai yang rendah apabila dibandingkan dengan muara dan teluk. Sehingga dapat dikatakan efek lautan sudah mendominasi dibandingkan dengan muara, dengan nilai maksimum ditemukan pada titik PS4 (Pulau Pramuka) dengan nilai 32.09 PSU dan nilai terendah pada titik PS1 (Titik Kontrol 1) dengan nilai 31.04 PSU.

Profil vertikal salinitas pada periode pertama digambarkan melalui penampang melintang dari beberapa transek yang mewakili sisi barat, tengah, timur, dan area Kepulauan Seribu yang disajikan pada **Gambar 155** dan **Gambar 156**. Secara umum profil di sisi tengah teluk (**Gambar 155** atas) tidak terlihat adanya masukan air tawar yang memasuki sistem teluk, hal tersebut ditunjukkan dari nilai salinitas yang tinggi (>30 PSU) dari area muara hingga ke mulut teluk. Sebaran salinitas pada kedalaman 5 m pertama berkisar antara 30.7-31.7 PSU, kemudian pada kedalaman 5 m hingga 25 m nilai salinitas cenderung homogen dengan nilai 32.1 PSU.

Profil vertikal salinitas yang mewakili sisi timur teluk (**Gambar 155** bawah) memperlihatkan adanya masukan air tawar dari mulut muara. Hal tersebut ditunjukkan dari salinitas yang lebih rendah di sekitar mulut muara dengan nilai 28 PSU, kemudian meningkat ke arah mulut teluk dengan nilai 30.5 PSU. Secara vertikal, titik di dekat muara merasakan nilai salinitas rendah dari permukaan hingga kedalaman mendekati 10 m dengan nilai 28 PSU. Perubahan secara drastis dirasakan pada jarak 5 km dari garis pantai dengan perubahan salinitas mencapai 2 PSU dari permukaan dengan nilai 29 PSU hingga kedalaman 10 m dengan nilai 31 PSU. Karakteristik salinitas mendekati mulut teluk memiliki nilai lebih besar dan homogen dengan nilai 31.5 PSU di permukaan dan 32 PSU di dasar perairan.

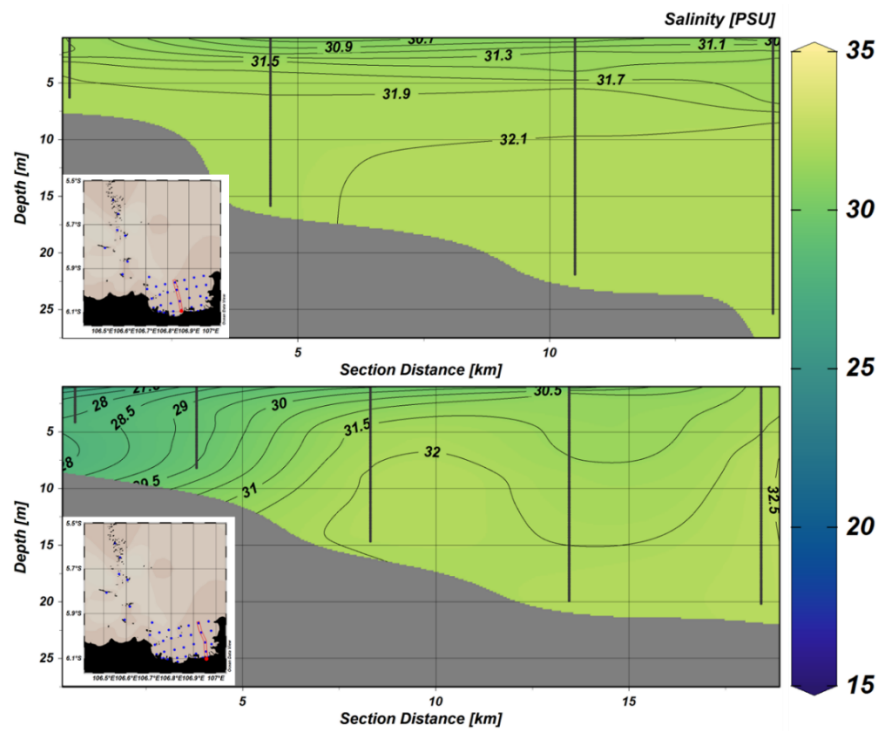
Pada transek pada sisi barat teluk, tidak terlihat adanya pengaruh salinitas rendah dari masukan sungai. Hal tersebut terlihat dari nilai salinitas yang cenderung seragam dari mulut muara hingga mulut teluk, dengan nilai salinitas di permukaan 31.1 PSU dan 32.2 PSU di dasar perairan. Di perairan Kepulauan Seribu nilai salinitas cenderung di pengaruhi oleh lautan dengan nilai salinitas 31.7 PSU di permukaan dan 32.2 PSU di dekat dasar perairan.

Profil vertikal salinitas pada periode kedua digambarkan melalui penampang melintang dari beberapa transek yang mewakili sisi barat, tengah, timur, dan area pulau

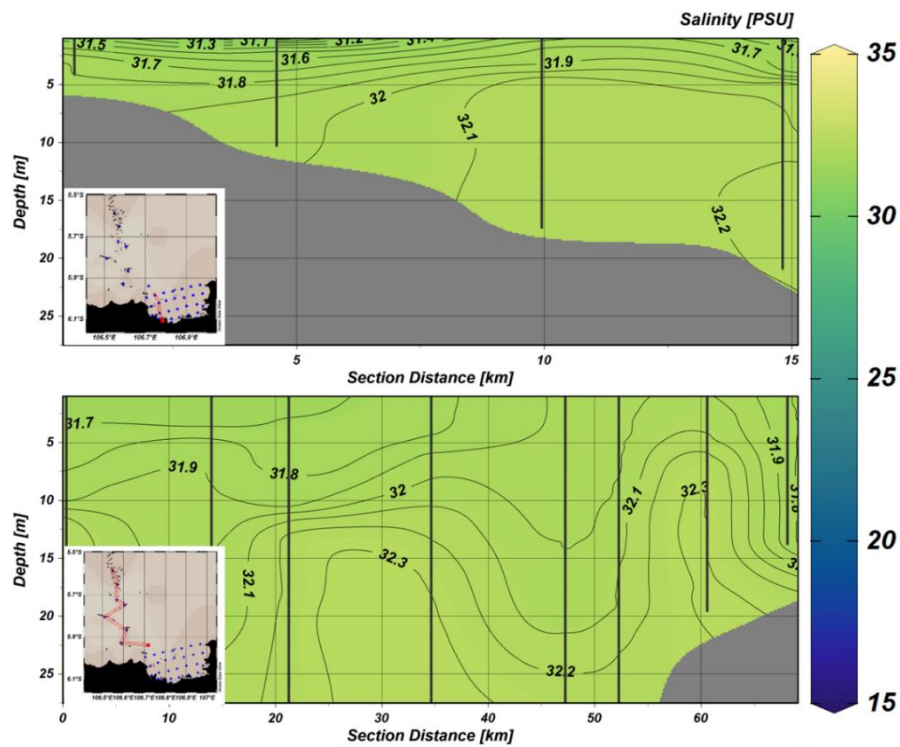
seribu yang disajikan pada **Gambar 157** dan **Gambar 158**. Secara umum profil di sisi tengah teluk (**Gambar 157** atas) menunjukkan kecilnya masukan air tawar yang memasuki sistem teluk, hal tersebut ditunjukkan dari nilai salinitas tinggi (> 30 PSU) dari area muara dengan nilai 30.9 PSU hingga ke mulut teluk dengan nilai 31.5 PSU.

Pada sisi timur teluk (**Gambar 157** bawah), terlihat adanya masukan air tawar dengan nilai salinitas yang tercuplik sebesar 26 – 27 PSU dan mulai meningkat ke badan dan mulut teluk dengan nilai salinitas berkisar antara 31.2 – 31.8 PSU. Secara vertikal terlihat adanya nilai salinitas yang cukup besar di titik dekat muara dengan perbedaan mencapai 4 PSU, dengan nilai salinitas di permukaan 26 PSU dan di dekat dasar 30 PSU. Sedangkan titik yang mendekati mulut teluk, perbedaan nilai salinitas cenderung lebih kecil (< 1 PSU) dibandingkan dengan mulut muara, dengan nilai 31 PSU di lapisan permukaan dan 31.4 PSU di dasar perairan.

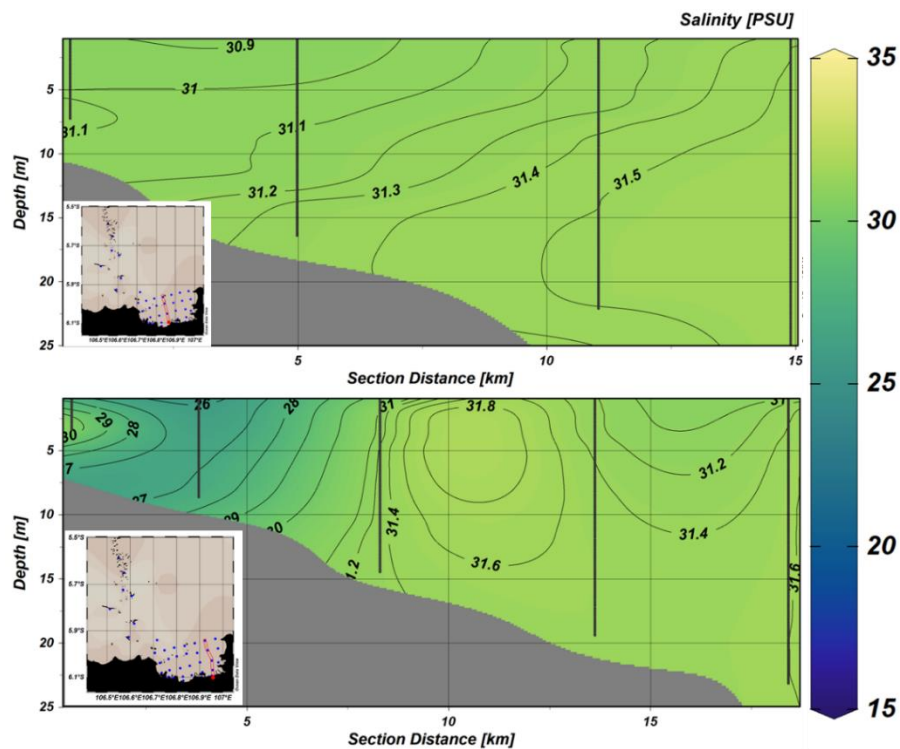
Pada transek yang mewakili sisi barat teluk (**Gambar 158** atas), tercuplik adanya masukan air tawar yang terlihat dari rendahnya nilai salinitas di dekat mulut muara dengan nilai 24 PSU, kemudian meningkat ke arah mulut teluk dengan nilai 30 – 31.8 PSU. Pada transek yang mewakili Kepulauan Seribu (**Gambar 158** bawah), nilai salinitas cenderung homogen dari lapisan permukaan hingga dasar perairan dengan nilai berkisar antara 31.6 PSU hingga 32 PSU. Terdapat adanya variasi salinitas yang lebih besar di titik dekat mulut teluk dibandingkan dengan titik yang berada di sisi tengah dan utara Kepulauan Seribu.



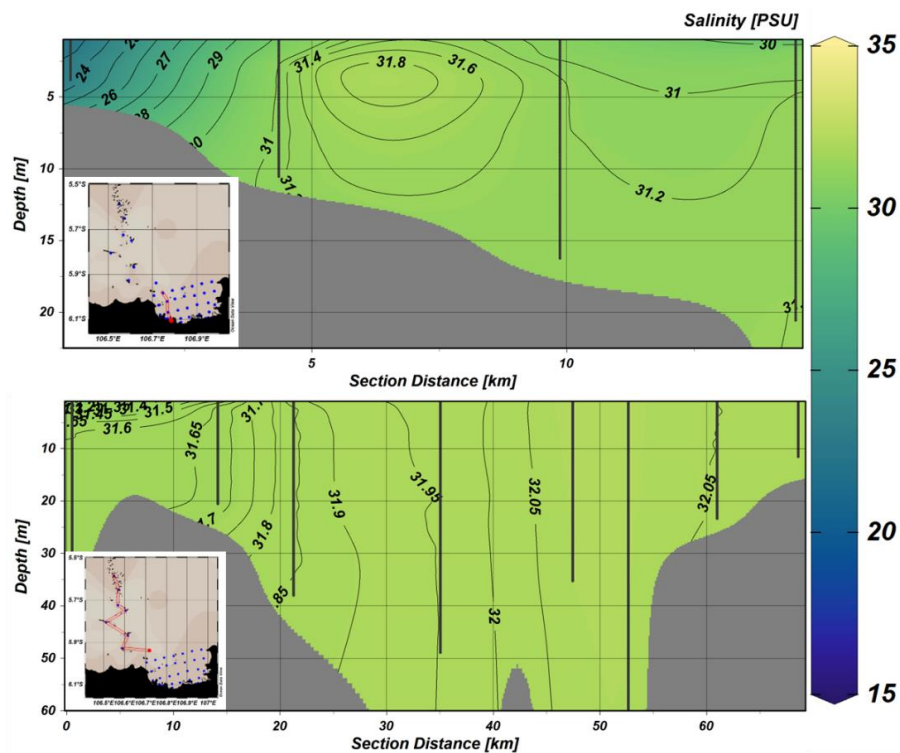
Gambar 155. Profil Melintang Salinitas di Sisi Tengah (Atas) dan Timur (Bawah) Teluk Pada Periode 1



Gambar 156. Profil Melintang Salinitas di Sisi Barat Teluk (Atas) dan Kepulauan Seribu (Bawah) Pada Periode 1



Gambar 157. Profil Melintang Salinitas di Sisi Tengah (Atas) dan Timur (Bawah) Teluk Pada Periode 2

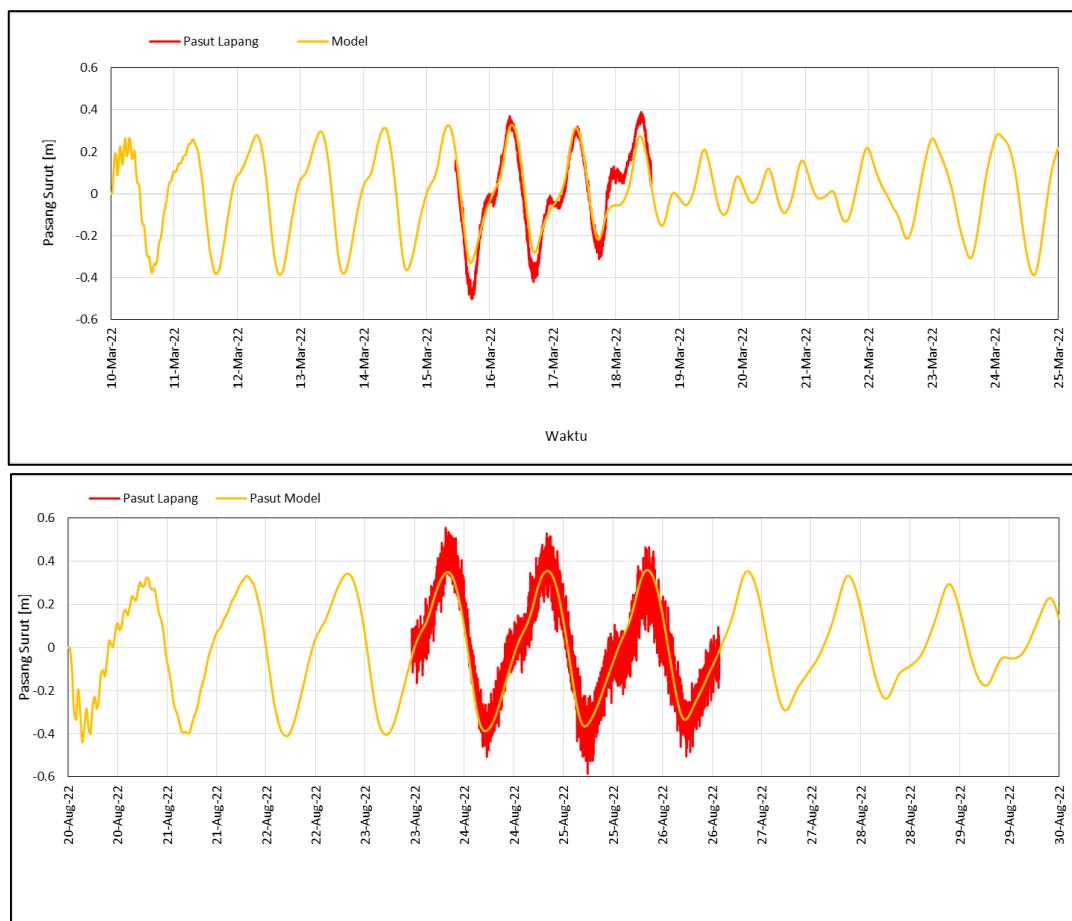


Gambar 158. Profil Melintang Salinitas di Sisi Tengah (Atas) dan Timur (Bawah) Teluk Pada Periode 2

4.7.4. Model Sebaran TSS

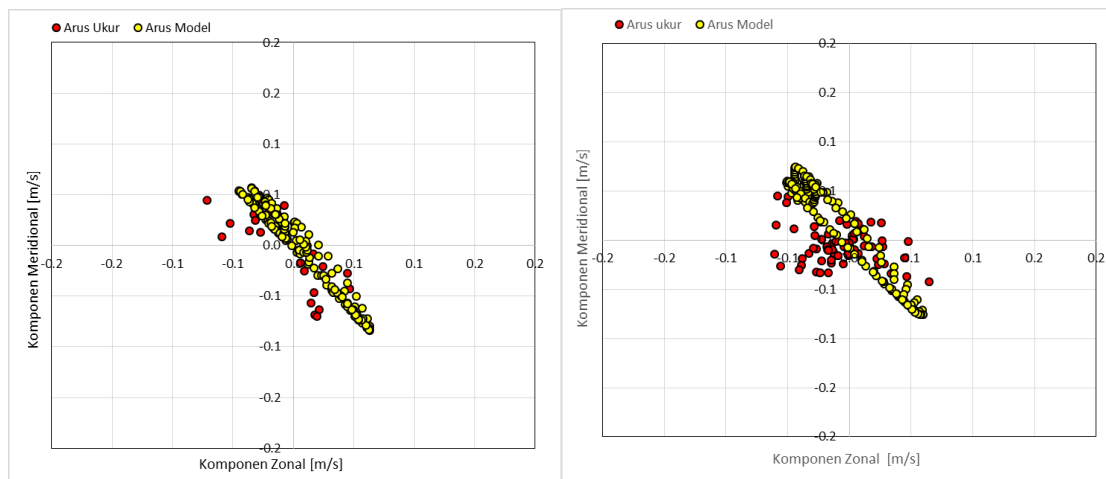
4.7.4.1. Validasi Hasil Model

Data validasi adalah data perbandingan antara hasil simulasi dengan data observasi (pengukuran). Dalam studi ini data yang digunakan adalah data pasang surut dan arus observasi selama 3 hari 3 malam. Validasi dilakukan untuk melihat pola kesesuaian data *output* model terhadap kondisi perairan sesungguhnya. Data validasi yang digunakan adalah data pasang surut observasi bulan Maret dan Agustus 2022. Terlihat pada **Gambar 159** (garis merah) bahwa nilai pasang surut dari hasil model dan hasil observasi menunjukkan hasil yang cukup identik. Nilai antara hasil model dan observasi saling berhimpitan dengan nilai tunggang pasut yang mirip yaitu 105.4 cm - 120.9 cm. Observasi lapang dilakukan selama 3 hari untuk mendapatkan pola ulangan harian dari pasang surut. Validasi lain yang dilakukan adalah dengan menggambarkan diagram pencar dari hasil vektor arus komponen zonal dan meridional antara arus hasil observasi dan model (**Gambar 160**).



Gambar 159. Validasi Pasang Surut Bulan Maret (Atas) dan Agustus (Bawah) 2022

Pola arus menunjukkan hasil yang berorientasi arah tenggara dan barat laut. Hal ini karena penempatan dari *loger* arus yang terletak di sisi bagian barat dengan area terbuka di bagian tenggara dan barat laut. Nilai keeratan antara hasil model dan obesrvasi di analysis dengan menggunakan RMSE dengan nilai 0.07 cm untuk bulan Maret dan 0.05 cm bulan Agustus, nilai tersebut yang berarti nila model dengan nilai pengukuran terjadi perbedaan kurang dari 1 cm yang dapat dikatakan hasil model pasang surut menyerupai kondisi sebenarnya. Parameter lain yang di validas adalah arus. Secara keseluruhan validasi model sudah cukup baik dan dapat menggambarkan hasil yang sebenarnya. Nilai kecepatan arus yang terekam oleh instrumen menunjukkan angka yang cukup kecil baik pada hasil model maupun nilai observasi.



Gambar 160. Plot Sebaran Diagram Pencar Data Arus Pengukuran dan Model Pada Periode Pertama Maret 2022 (Kiri) dan Agustus 2022 (Kanan)

4.7.4.2. Pola Sebaran Arus

1. Pola Sebaran Arus Periode Pertama (Maret 2022)

Adanya proses pembuangan TSS di Perairan Teluk Jakarta sangat dipengaruhi oleh sirkulasi arus yang terdapat di kolom perairan tersebut. Pola sirkulasi arus ditampilkan pada empat kondisi (**Gambar 161**), yaitu kondisi menuju pasang (**Gambar 161A**), puncak pasang (**Gambar 161B**), menuju surut (**Gambar 161C**) dan puncak surut (**Gambar 161D**). Empat kondisi pasut tersebut dianggap sebagai waktu yang paling signifikan terkait adanya perubahan pola gerak air. Hasil model disajikan dalam bentuk gambar vektor yang digabung (tumpang tindih) dengan nilai kecepatan arus. Pola arus terlihat dengan jelas dikarenakan pengaruh pasang surut lebih dominan. Bentuk morfologi pantai Teluk Jakarta yang memiliki

area terbuka lebar dibagian utara dan barat laut, membuat pola sebaran arus mengalami perubahan yang cukup signifikan.

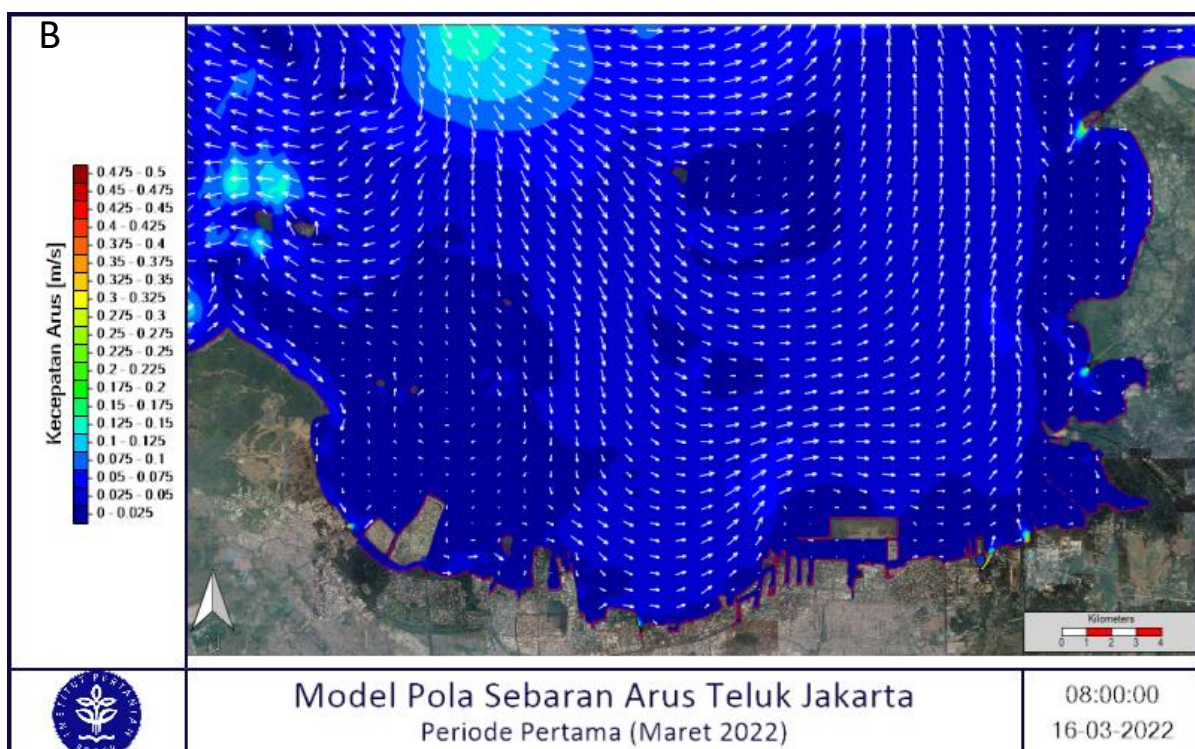
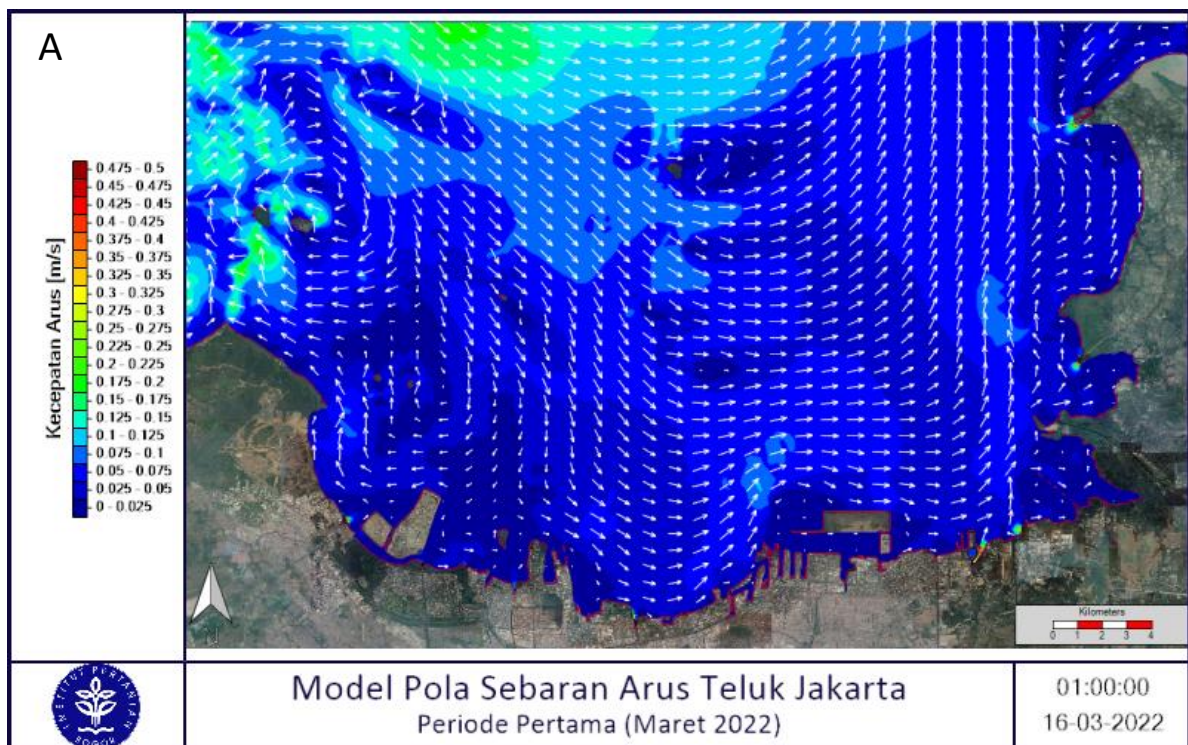
Saat fase menuju pasang periode pertama **Gambar 161A**, arus terlihat masuk dari Laut Jawa menuju kedalam Teluk Jakarta. Terlihat pula pola arus yang membentuk pusaran pada pulau Untung Jawa dan Pulau Bidadari. Semakin mendekat pesisir perairan Teluk Jakarta kecepatan arus semakin melambat seperti pada wilayah reklamasi (Cengkareng Drain dan Muara Kamal). Kecepatan arus terlihat lebih cepat di sekitar Pulau Untung Jawa mencapai 0.25–0.275 m/s. Hal yang berbeda terlihat disekitar Teluk Jakarta yang menunjukkan kecepatan arus mencapai 0.05–0.1 m/s. Kecepatan arus maksimum pada fase ini yaitu 0.3 m/s tepatnya di wilayah celah sempit antar kepulauan kecil di Teluk Jakarta. Perlambatan arus terjadi disekitar pesisir yang dapat diakibatkan oleh dangkalnya perairan. Fase puncak pasang **Gambar 161B** kecepatan arus tidak terlihat nilai lebih dari 0.2 m/s. Fase puncak ini elevasi muka air berada pada titik tertinggi sehingga kecepatan arus melamban dikarenakan sedang dalam proses perubahan fase menuju surut. Kecepatan arus berkisar antara 0.05–0.125 m/s. Arah arus masih seperti arus menuju pasang namun dengan intensitas yang lebih lambat.

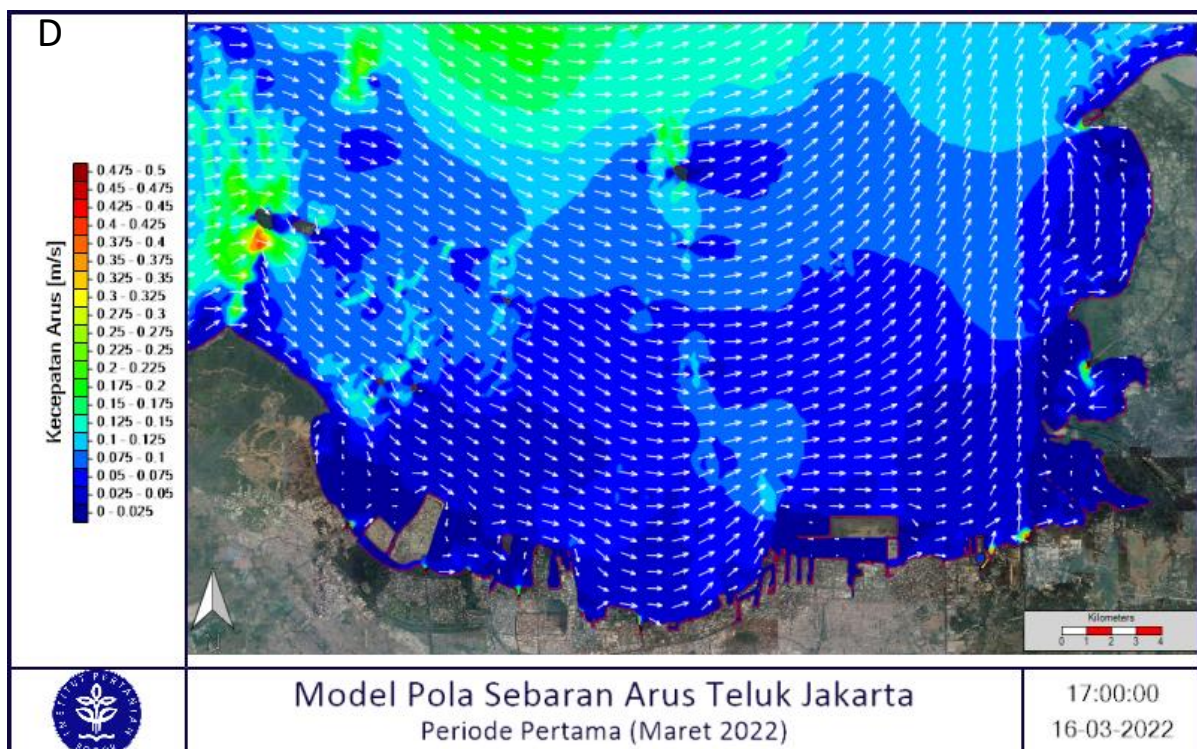
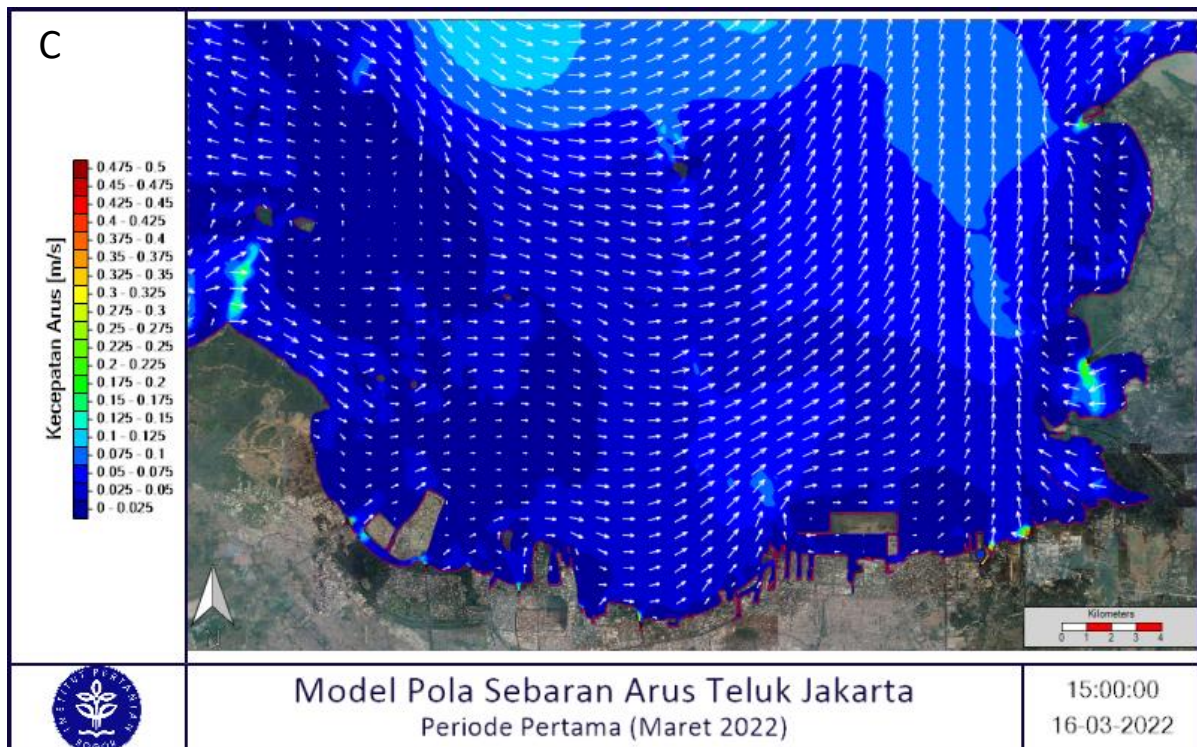
Pada fase menuju surut **Gambar 161C**, arus terlihat tegas keluar dari Teluk Jakarta menuju kearah timur laut dan barat laut. Kecepatan arus terlihat lebih cepat di sekitar Pulau Untung Jawa dengan kecepatan mencapai 0.1–0.2 m/s dan ujung Tanjung Citarum. Hal yang berbeda terlihat disekitaran Teluk Jakarta yang menunjukkan kecepatan yang lebih rendah dengan nilai 0.05–0.1 m/s. Kecepatan arus maksimum pada fase ini yaitu 0.25 m/s tepatnya di wilayah celah sempit antar kepulauan kecil di Teluk Jakarta. Perlambatan arus terjadi disekitar pesisir yang dapat diakibatkan oleh dangkalnya perairan. Pada fase puncak surut kecepatan arus lebih tinggi dibandingkan dengan fase menuju surut. Hal ini menunjukkan bahwa fase surut dengan nilai 0.375 m/s. Fase puncak ini elevasi muka air berada pada titik terendah sehingga kecepatan arus mengalami percepatan.

Pada fase puncak pasang, menuju surut dan puncak surut tidak terlihat adanya pusaran, kondisi tersebut diduga dikarenakan angin meningkatkan kecepatan arus yang berhembus dari arah barat. Selain itu area terbuka berada dibagian barat laut, yang mengakibatkan gaya pembangkit oleh angin tidak banyak terhalang yang berujung kecepatan arus semakin meningkat dan masuk ke perairan. Pola arus dan kecepatan arus terlihat berbeda pada beberapa lokasi yang terlihat di Teluk Jakarta.

Pada lokasi dekat dengan pantai kecepatan arus sebesar 0.06 m/s, kecepatan ini hampir terlihat seragam di seluruh area pesisir pantai. Sedangkan pada area tengah Teluk Jakarta kecepatan arus mengalami peningkatan dengan nilai kecepatan arus 0.07 m/s. Pada area luar Teluk Jakarta kecepatan arus terlihat tinggi dengan nilai 0.3 m/s. Proses adanya gaya gesek dengan dasar perairan dan pesisir pantai membuat perbedaan yang cukup signifikan antara wilayah pesisir pantai, tengah teluk dan luar teluk. Aliran sungai sedikit banyak mempengaruhi pergerakan arus di area tersebut, seperti terlihat di area sungai Citarum yang memiliki kecepatan arus yang tinggi. Pada saat kondisi perairan tenang pergerakan arus di area dekat muara sungai terpengaruhi oleh debit sungai Citarum dengan kecepatan 0.1 m/s.

Secara keseluruhan pola arus hasil model periode pertama pada empat kondisi pasut memperlihatkan karakter umum suatu perairan teluk yang mendapat pengaruh pasang surut. Karakter arus teluk yang mendapat pengaruh pasut biasanya bergerak keluar dan masuk teluk sesuai dengan arah rambatan pasut. Demikian juga yang terlihat di lokasi studi, arah arus dominan yang terlihat hanya dua arah, yakni bergerak masuk teluk dan keluar teluk. Pada saat menjelang pasang (**Gambar 161A**) arah arus bergerak masuk teluk dengan kecepatan tertinggi pada area luar teluk dan berangsur melemah dengan kecepatan tercatat mencapai mencapai 0.1 m/s, sementara kecepatan arus di titik muara sungai dan pesisir pantai tergolong rendah, yakni masing-masing berkisar 0.02-0.05 m/s. Ketika menjelang surut terendah (**Gambar 161C**) arah arus dominan bergerak ke timur laut (keluar teluk) dengan kecepatan sedikit menurun, kecepatan tertinggi yang terlihat pada kondisi ini mencapai 0.125 m/s.





Gambar 161. Pola Hidrodinamika Pada Periode Pertama (Maret) Pada Kondisi Menuju Pasang (A), Pasang Tertinggi (B), Menuju Surut (C) dan Surut Terendah (D)

2. Pola Sebaran Arus Periode Kedua (Agustus 2022)

Adanya proses pembuangan TSS di Perairan Teluk Jakarta sangat dipengaruhi oleh sirkulasi arus yang terdapat di kolom perairan tersebut. Pola sirkulasi arus ditampilkan pada

empat kondisi (**Gambar 162**), yaitu kondisi menuju pasang (**Gambar 162A**), puncak pasang (**Gambar 162B**), menuju surut (**Gambar 162C**) dan puncak surut (**Gambar 162D**). Empat kondisi pasang tersebut dianggap sebagai waktu yang paling signifikan terkait adanya perubahan pola gerak air di bulan Agustus. Hasil model disajikan dalam bentuk gambar vektor yang digabung (tumpang tindih) dengan nilai kecepatan arus. Pola arus terlihat dengan jelas dikarenakan pengaruh pasang surut lebih dominan yang masuk ke perairan Teluk Jakarta. Bentuk morfologi pantai Teluk Jakarta yang memiliki area terbuka lebar dibagian utara dan barat laut, membuat pola sebaran arus mengalami perubahan yang cukup signifikan.

Pada fase menuju pasang periode kedua **Gambar 162A**, arus terlihat masuk dari Laut Jawa menuju kedalam Teluk Jakarta dari arah timur dan utara. Pola arus cenderung dominan terus bergerak dari arah timur teluk hingga ke barat teluk Jakarta. Semakin mendekat pesisir perairan Teluk Jakarta kecepatan arus semakin melambat seperti pada wilayah reklamasi (Cengkareng Drain dan Muara Kamal), wilayah pelabuhan dan daerah terlindung di bagian timur Teluk Jakarta. Kecepatan arus terlihat lebih cepat di sekitar Pulau Untung Jawa dengan kecepatan mencapai 0.25–0.4 m/s. Hal yang berbeda terlihat disekitaran Teluk Jakarta yang menunjukkan kecepatan arus mencapai 0.05–0.1 m/s. Kecepatan arus terlihat merata pada seluruh bagian teluk dan terus melambat seiring mendekati pesisir pantai. Kecepatan arus maksimum pada fase ini yaitu 0.4 m/s tepatnya di wilayah celah sempit antar kepulauan kecil di Teluk Jakarta. Perlambatan arus terjadi disekitar pesisir yang dapat diakibatkan oleh dangkalnya perairan.

Fase puncak pasang **Gambar 162B** kecepatan arus mengalami perlambatan dibandingkan dengan fase menuju pasang, fase puncak menjadi fase transisi ke fase menuju surut. Fase puncak ini elevasi muka air berada pada titik tertinggi sehingga kecepatan arus melamban dikarenakan sedang dalam proses perubahan fase menuju surut. Kecepatan arus berkisar antara 0.05–0.125 m/s. Arah arus masih seperti arus menuju pasang namun dengan intensitas yang lebih lambat.

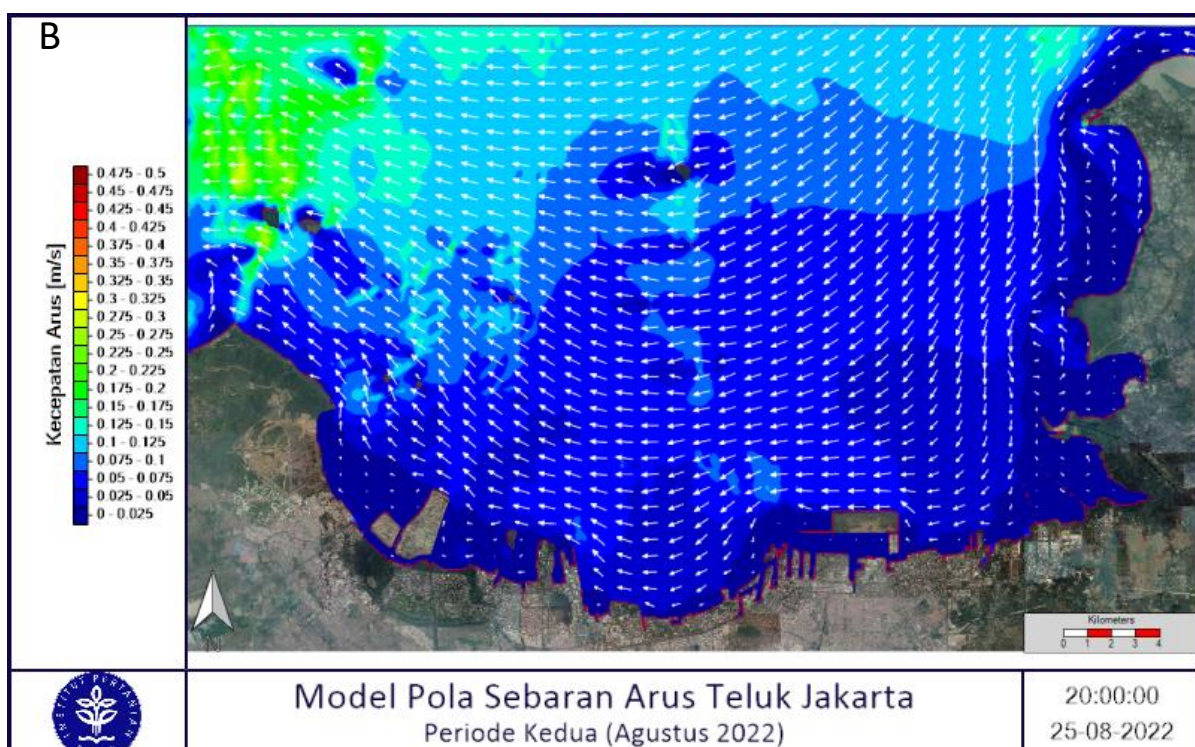
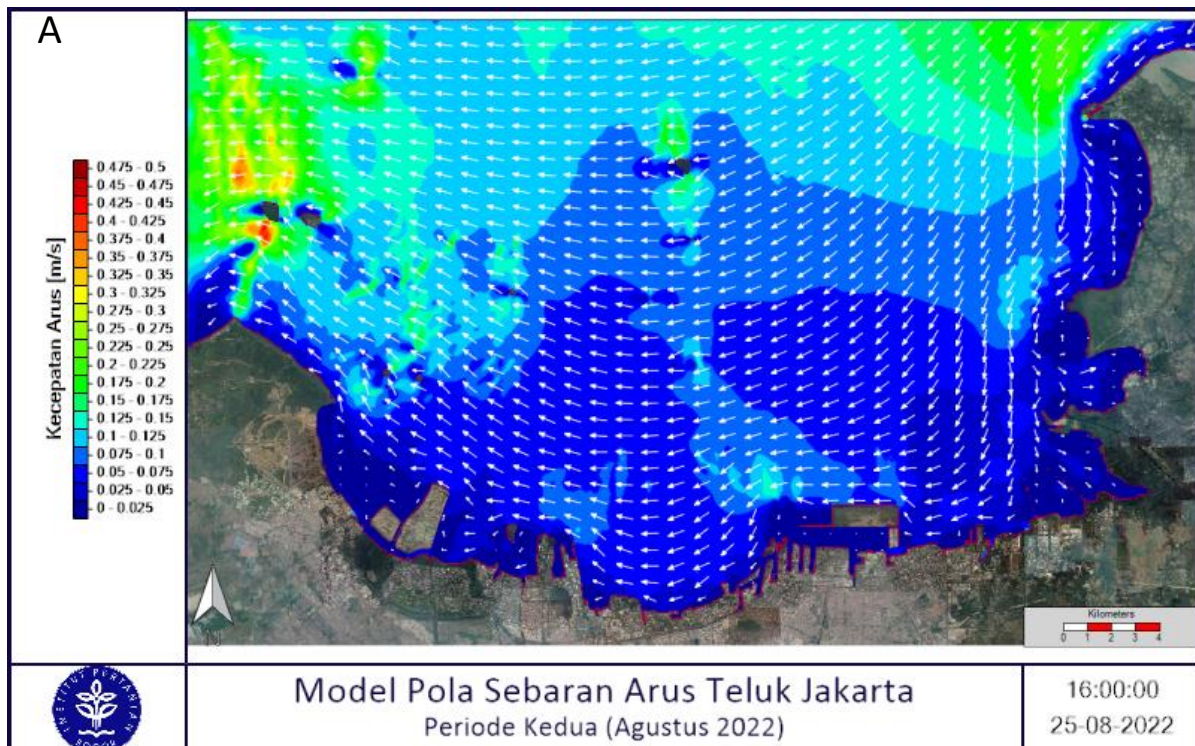
Pada fase menuju surut **Gambar 162C**, arus terlihat tegas keluar dari Teluk Jakarta menuju ke arah barat dan barat laut. Kecepatan arus terlihat lebih cepat di utara Pulau Untung Jawa dengan kecepatan mencapai 0.15–0.225 m/s dan terlihat beberapa peningkatan kecepatan arus di ujung Tanjung Citarum terus menyusur keluar menuju timur laut. Hal yang berbeda terlihat disekitaran area tengah Teluk Jakarta yang menunjukkan kecepatan yang lebih rendah dengan nilai 0.05–0.1 m/s. Terlihat pula aliran arus yang keluar menyusur pantai

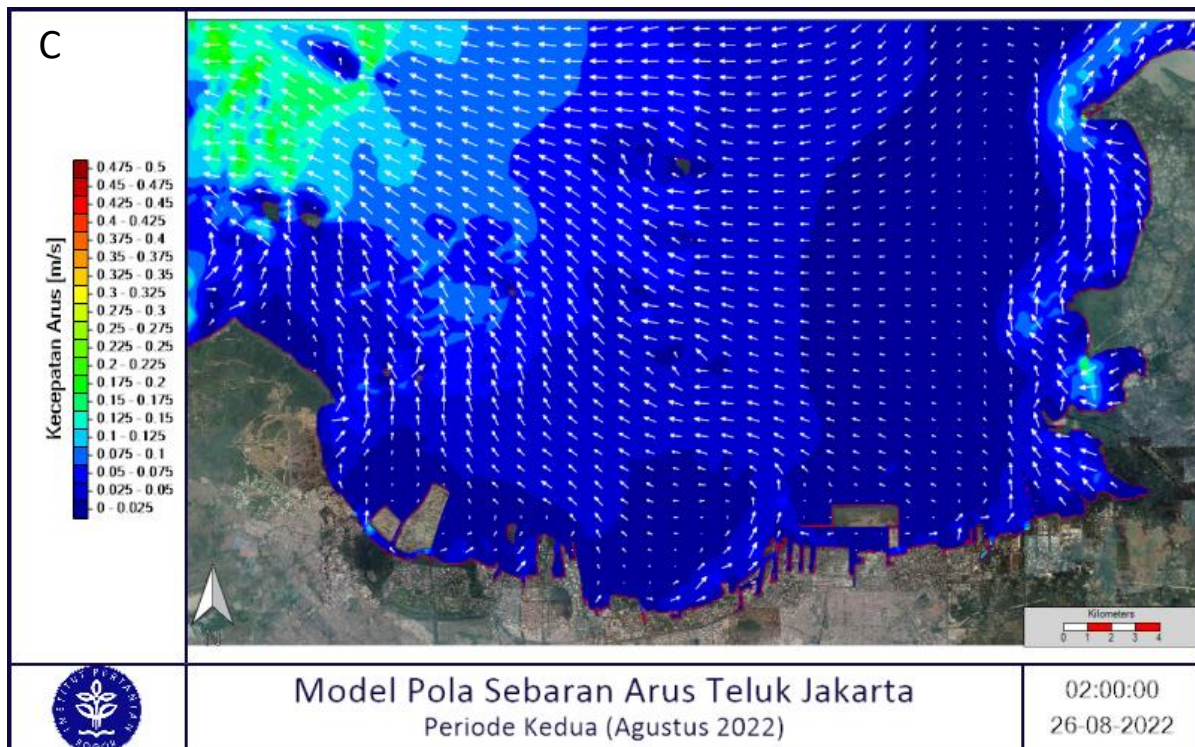
disekitar Ancol hingga Tanjung Priok. Bentuk morfologi pantai yang banyak jeti dan dermaga membuat aliran arus terhalang dan dibelokkan ke arah utara. Kecepatan arus maksimum pada fase ini yaitu 0.25 m/s tepatnya di wilayah celah sempit antar kepulauan kecil di Teluk Jakarta. Perlambatan arus terjadi disekitar pesisir yang dapat diakibatkan oleh dangkalnya perairan. Pada fase puncak surut kecepatan arus relative lebih lambat dibandingkan dengan fase menuju surut.

Pada periode musim kedua pergerakan arus pada wilayah pesisir membentuk suatu aliran menyusur pantai terutama di bagian timur Teluk Jakarta. Fenomena ini dapat dikarenakan sumber datangnya arus dan bentuk morfologi pesisir dari Teluk Jakarta. Wilayah yang terbuka pada bagian utara dan barat laut, ketika musim timur dimana angin dominan dari arah timur, wilayah bagian timur Teluk Jakarta seperti Muara Gembong, Muara Bekasi dan BKT terlindung dan terbentuk seperti aliran menyusur pantai keluar hingga arah citarum. Pola arus dan kecepatan arus terlihat berbeda pada beberapa lokasi yang terlihat di Teluk Jakarta. Pada lokasi dekat dengan pantai kecepatan arus sebesar 0.05 m/s. Kecepatan ini hampir terlihat seragam di seluruh area pesisir pantai. Pada area tengah Teluk Jakarta kecepatan arus mengalami peningkatan dengan nilai kecepatan arus 0.07 m/s. Pada area luar Teluk Jakarta kecepatan arus terlihat tinggi dengan nilai 0.3 m/s. Proses adanya gaya gesek dengan dasar perairan dan pesisir pantai membuat perbedaan yang cukup signifikan antara wilayah pesisir pantai, tengah teluk dan luar teluk. Aliran sungai sedikit banyak mempengaruhi pergerakan arus di area tersebut, seperti terlihat di area sungai Citarum yang memiliki kecepatan arus yang tinggi. Pada saat kondisi perairan tenang pergerakan arus di area dekat muara sungai terpengaruhi oleh debit sungai Citarum dengan kecepatan 0.1 m/s.

Secara keseluruhan pola arus hasil model periode kedua pada empat kondisi pasut memperlihatkan karakter umum suatu perairan teluk yang mendapat pengaruh pasang surut. Karakter arus teluk yang mendapat pengaruh pasut biasanya bergerak keluar dan masuk teluk sesuai dengan arah rambatan pasut. Demikian juga yang terlihat di lokasi studi, arah arus dominan yang terlihat hanya dua arah, yakni bergerak masuk teluk dan keluar teluk. Pada saat menjelang pasang (**Gambar 162A**) arah arus bergerak masuk teluk dengan kecepatan tertinggi pada area luar teluk dan berangsur melemah dengan kecepatan tercatat mencapai mencapai 0.02 m/s, sementara kecepatan arus di titik muara sungai dan pesisir pantai tergolong rendah. Pada periode kedua pola arus di Teluk Jakarta mengalami perubahan pola

pergerakan arus terutama pada wilayah pesisir. Dimana arus di Teluk Jakarta tidak selalu mengikuti pola angin terutama pada wilayah perairan semi tertutup.





Gambar 162. Pola Hidrodinamika Pada Periode Kedua (Agustus) Pada Kondisi Menuju Pasang (A), Pasang Tertinggi (B), Menuju Surut (C) dan Surut Terendah (D)

4.7.4.3. Pola Sebaran TSS

1. Pola Sebaran TSS Periode Pertama (Maret 2022)

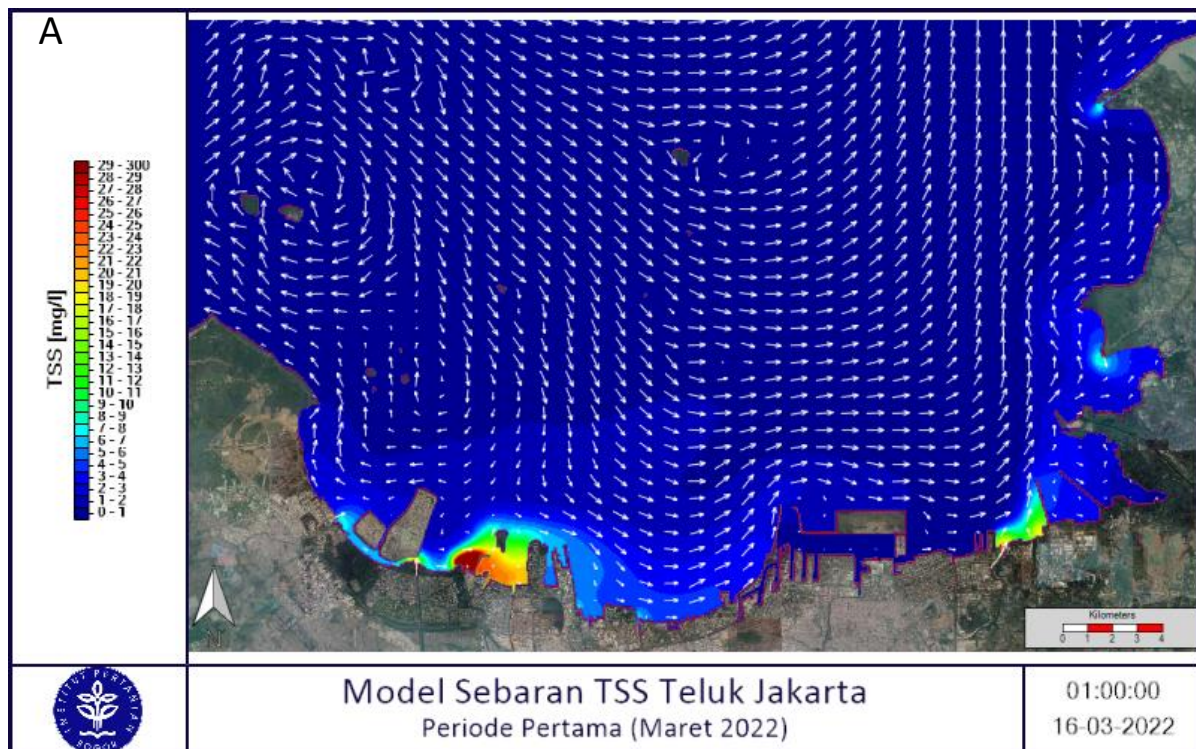
Sebaran TSS pada simulasi Periode pertama menunjukkan adanya sebaran TSS hingga keluar area Teluk Jakarta, TSS dominan berada di bagian timur teluk (**Gambar 163**). Pola

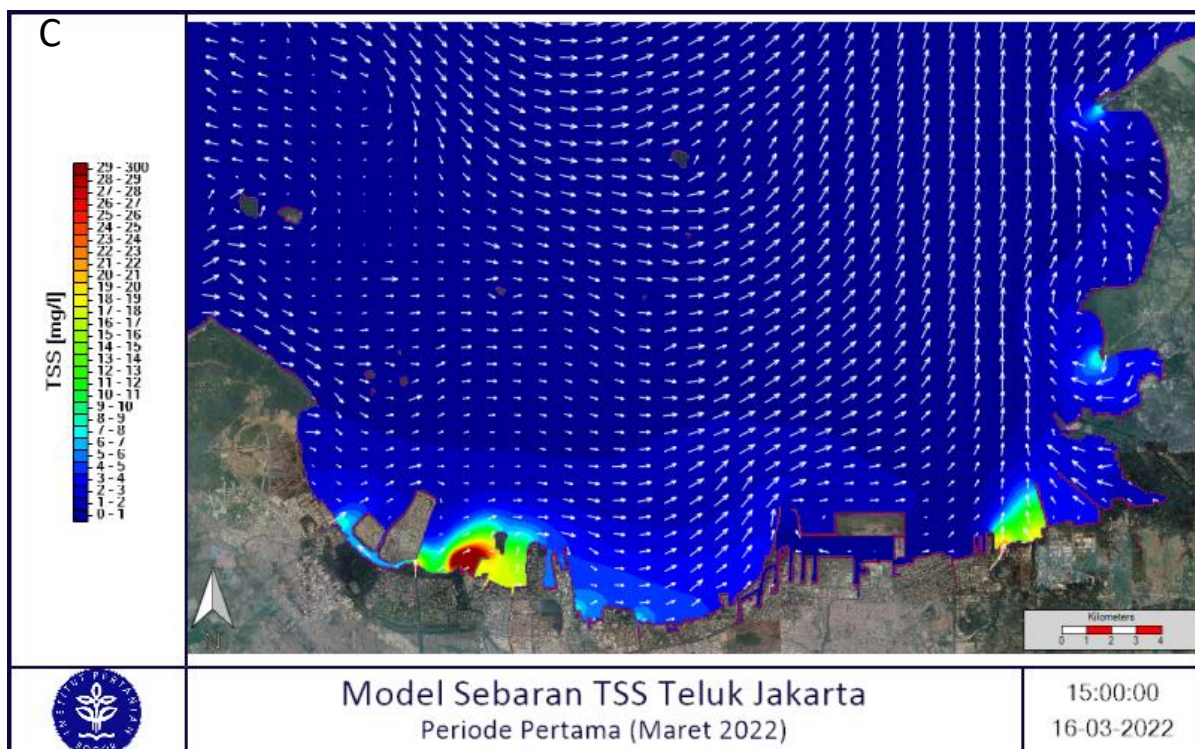
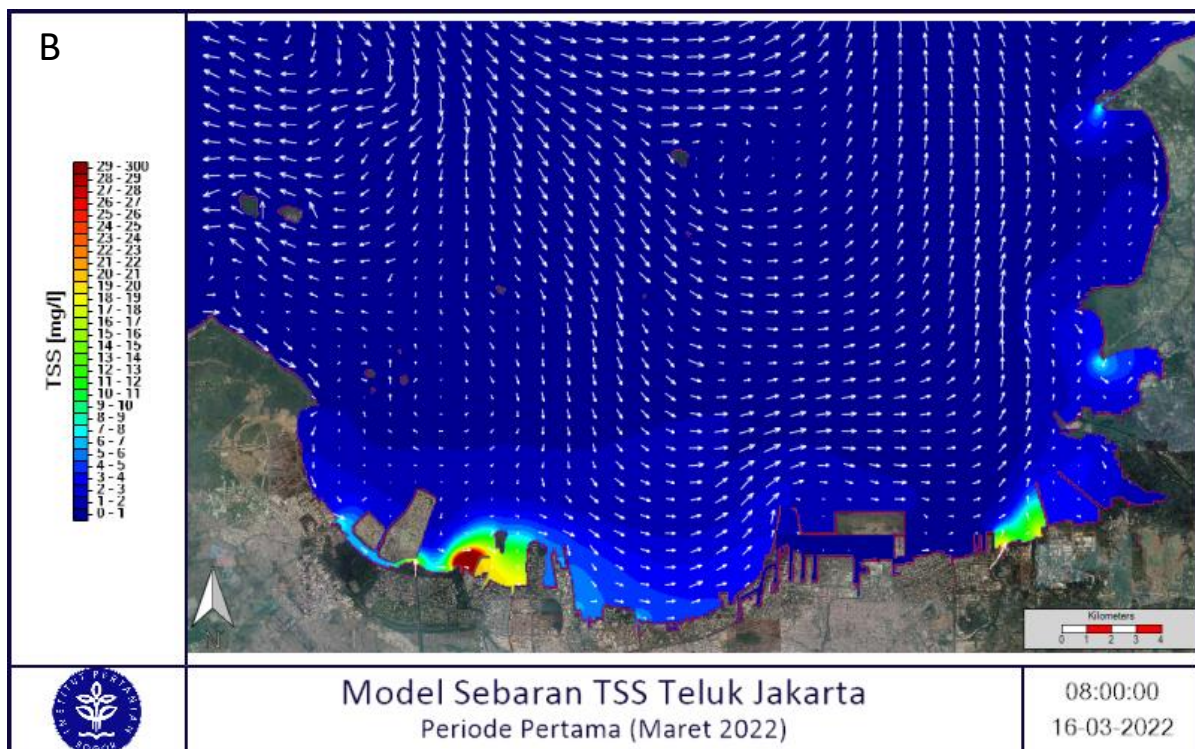
sirkulasi TSS mengikuti pola sebaran arus, dimana arus yang dominan di area Teluk Jakarta adalah arus pasang surut. **Gambar 163A** menunjukkan pola sebaran TSS pada fase menuju pasang. Sebaran TSS terlihat dominan akibat sungai terutama pada Muara Angke dan Cengkareng Drain. Terlihat pula pada sungai Citarum dan Bekasi konsentrasi sebaran juga ikut tersebar mengikuti pola arus. Konsentrasi tertinggi didapatkan pada area Muara Angke dimana peningkatan konsentrasi TSS mencapai 100 mg/l. Konsentrasi sebaran TSS tersebar ke arah timur hingga pelabuhan Tanjung Priok dengan konsentrasi sebesar 8 mg/l. pada kawasan Marunda dan BKT konsentrasi TSS konsentrasi tinggi > 20 mg/l terperangkap pada area tersebut, hanya TSS dengan konsentrasi rendah yang tersebar dan tercampur dengan sumber TSS dari sungai Bekasi dan Muara Gembong dengan peningkatan konsentrasi sebesar 10 mg/l. Konsentrasi berangsur menurun seiring dengan bertambahnya jarak TSS dari sumber. Nilai dengan TSS tinggi terlihat pula di sekitar Muara Kamal dan Citarum dengan konsentrasi 10 mg/l di sekitar area sungai dimana sumber buangan TSS dipengaruhi debit oleh aliran sungai yang cukup tinggi.

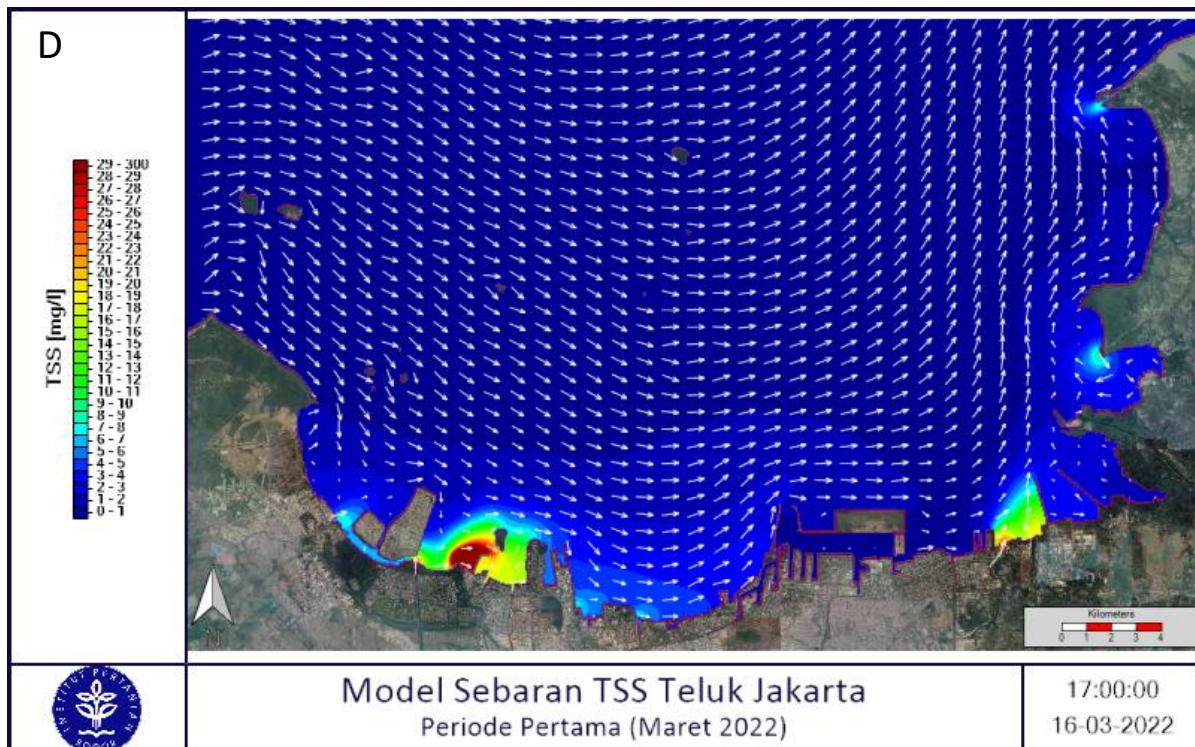
Konsentrasi tertinggi ditunjukkan dengan nilai 100 mg/l. Dimana konsentrasi tersebut didapatkan tepat di sumber keluaran TSS tepatnya di Muara Angke dan Cengkareng Drain. Peningkatan tidak terlalu tinggi di area reklamasi yaitu di Cengkareng Drain dengan konsentrasi sebesar 10 mg/l. Pola arus membawa konsentrasi TSS tersebar ke arah timur sehingga area reklamasi hanya dipengaruhi oleh Muara Kamal dengan debit dan konsentrasi TSS yang tidak besar. Mengacu pada standar atau baku mutu konsentrasi TSS PPRI No 22 Tahun 2021, baik untuk biota maupun untuk pelabuhan, konsentrasi TSS akibat pengurangan telah melebihi baku mutu terutama di area mulut muara sungai. Baku mutu TSS air laut untuk biota adalah 20 mg/l dan untuk perairan pelabuhan adalah 80 mg/l. Konsentrasi TSS maksimum akibat keluaran TSS di mulut sungai mencapai 100 mg/l namun konsentrasi ini berangsur menurun seiring dengan bertambahnya jarak sebaran. Jarak terjauh yang didapatkan berkisar 8 km dari sumber keluaran TSS ke arah timur. Pola pasang surut yang tunggal yaitu dalam satu hari mengalami satu kali pasang dan satu kali surut, mengakibatkan sebaran konsentrasi TSS ikut tersebar jauh mengikuti pola pasang surut.

Terlihat pada area bagian timur Teluk Jakarta dan wilayah Muara Angke hampir seluruh bagiannya dipengaruhi oleh peningkatan konsentrasi TSS. Sementara untuk area yang tertutup seperti Dermaga Tanjung Priok, Muara Karang dan Pompa Pluit. Sebaran konsentrasi TSS hanya tersebar di sekitar area sumber. Pada fase menuju pasang, sebaran TSS tersebar

keluar mulut sungai dan terdapat area yang memperangkap TSS di satu bagian yaitu pada bagian Muara Angke dengan konsentrasi 70–100 mg/l. Pada fase menuju surut TSS sedikit tertarik menuju barat Teluk Jakarta dengan konsentrasi yang terus mengecil semakin menjauhi sumber TSS. Pada area reklamasi konsentrasi TSS terlihat tidak terlalu tinggi dengan konsentrasi 20–30 mg/l. Hasil tersebut tidak melebihi baku mutu untuk perairan pelabuhan.







Gambar 163. Pola Sebaran TSS Pada Periode Pertama (Maret) Saat Menjelang Pasang (A), Pasang Tertinggi (B), Menjelang Surut (C) dan Surut Terendah (D)

2. Pola Sebaran TSS Periode Kedua (Agustus 2022)

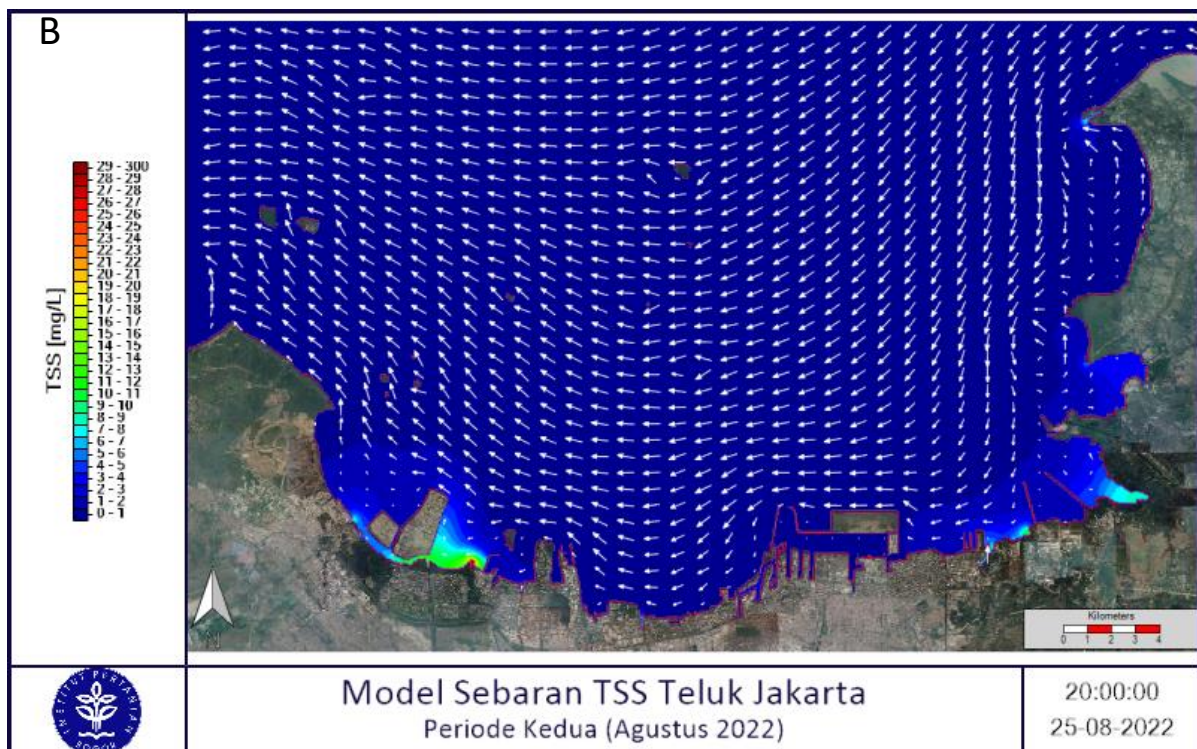
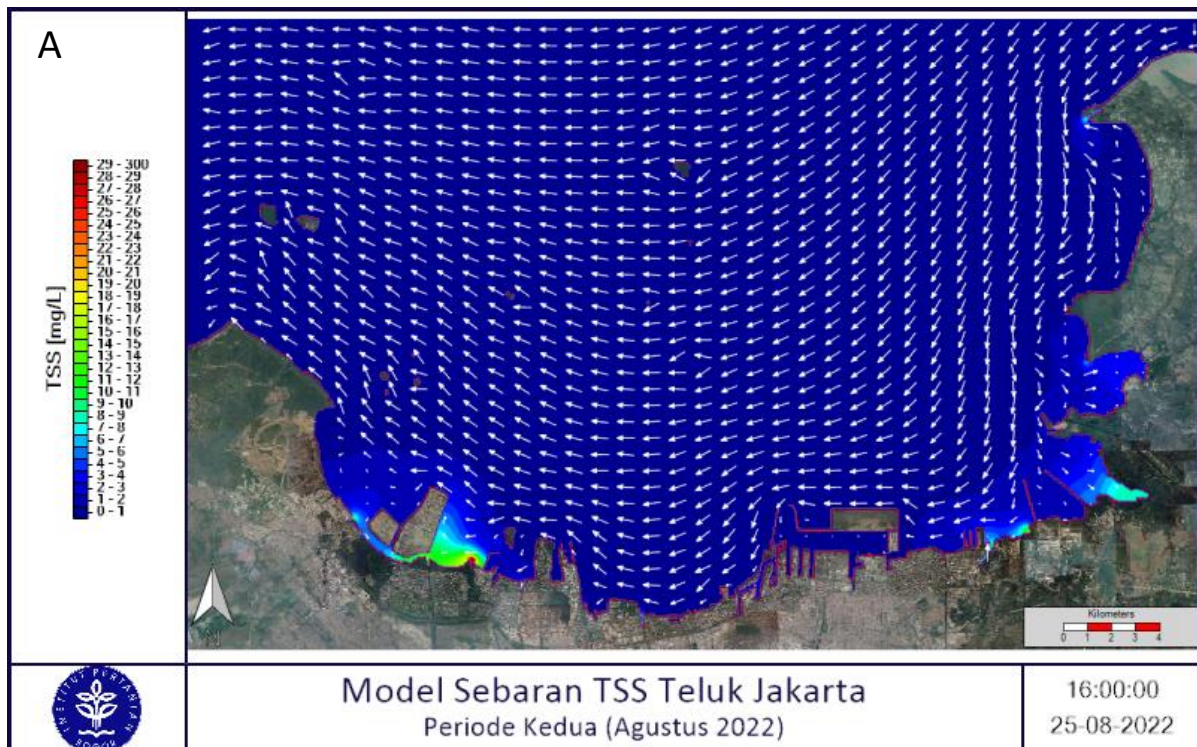
Sebaran TSS pada simulasi Periode kedua menunjukkan sebaran TSS yang cukup berbeda dengan periode pertama, dimana pada semua kondisi sebaran TSS cenderung lebih tertahan pada sumber keluaran TSS (**Gambar 164**). Pola sirkulasi TSS mengikuti pola sebaran arus, dimana arus yang dominan di area Teluk Jakarta adalah arus pasang surut. **Gambar 164A** menunjukkan pola sebaran TSS pada fase menuju pasang. Sebaran TSS terlihat tertahan bangunan pesisir pantai. Konsentrasi tertinggi terlihat pada wilayah Muara Angke dan Cengkareng Drain dengan nilai peningkatan TSS 20–30 mg/l. Sementara itu pada bagian timur konsentrasi TSS terperangkap pada wilayah BKT dan Muara Gembong dengan konsentrasi 8-10 mg/l. Konsentrasi dominan diakibatkan oleh muara sungai terutama pada Muara Angke dan Cengkareng Drain. Terlihat pula pada sungai Citarum dan Bekasi konsentras sebaran juga ikut tersebar mengikuti pola arus yaitu masuk ke dalam teluk. Pengaruh musim yang melemahkan aliran arus pada periode ke dua ini membuat sebaran TSS tidak banyak tersebar hingga kearah Tengah Teluk Jakarta.

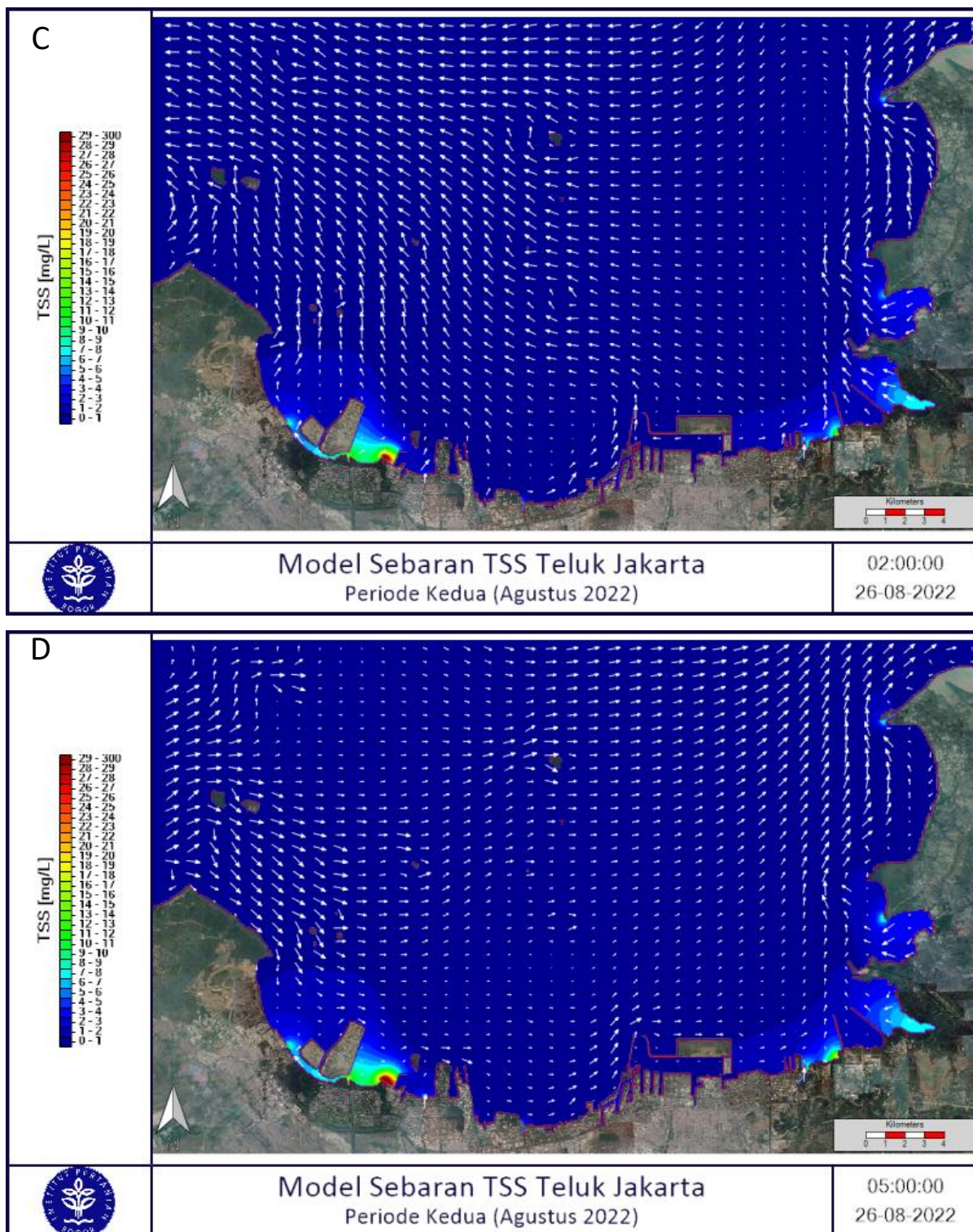
Konsentrasi tertinggi didapatkan pada area Muara Angke dimana peningkatan konsentrasi TSS mencapai 100 mg/l. Konsentrasi sebaran TSS tersebar ke arah barat dan cenderung untuk tertahan pada area terlindung seperti jeti dan dermaga. Peningkatan terjadi

di sekitar pulau reklamasi dengan nilai peningkatan sebesar 10-15 mg/l. Konsentrasi berangsur menurun seiring dengan bertambahnya jarak TSS dari sumber. Nilai dengan TSS tinggi terlihat pula di sekitar muara Kamal dengan konsentrasi 10 mg/l di sekitar area sungai dimana sumber buangan TSS dipengaruhi debit oleh aliran sungai yang cukup tinggi dan nilai konsentrasi TSS. Kondisi pada setiap fase menunjukkan hasil yang hampir serupa baik pada fase puncak pasang (**Gambar 164B**), menuju surut (**Gambar 164C**) dan Puncak Surut (**Gambar 164D**), dimana konsentrasi TSS tidak tersebar jauh, hanya terperangkap di kawasan tertutup dekat dengan sumber TSS.

Konsentrasi tertinggi ditunjukkan dengan nilai 100 mg/l dimana konsentrasi tersebut didapatkan tepat di sumber keluaran TSS tepatnya di Muara Angke dan Cengkareng Drain. Mengacu pada standar atau baku mutu konsentrasi TSS PPRI No 22 Tahun 2021, baik untuk biota maupun untuk pelabuhan, konsentrasi TSS akibat pengurugan telah melebihi baku mutu terutama di area mulut muara sungai. Baku mutu TSS air laut untuk biota adalah 20 mg/l, dan untuk perairan pelabuhan adalah 80 mg/l. Konsentrasi TSS maksimum akibat keluaran TSS di mulut sungai mencapai 100 mg/l. konsentrasi ini berangsur menurun seiring dengan bertambahnya jarak sebaran. Pola pasang surut yang tunggal yaitu dalam satu hari mengalami satu kali pasang dan satu kali surut, mengakibatkan sebaran konsentrsi TSS ikut tersebar cukup jauh mengikuti pola pasang surut. Terlihat area bagian timur Teluk Jakarta dan wilayah Angke hampir seluruh bagianya dipengaruhi oleh peningkatan konsentrasi TSS.

Sementara untuk area yang tertutup seperti Dermaga Tanjung Priok, Muara Karang dan Pompa Pluit, Sebaran konsentrasi TSS hanya tersebar di sekitar area sumber. Pada fase menuju pasang, sebaran TSS tersebar keluar mulut sungai dan terdapat area yang terperangkap TSS di satu bagian yaitu pada bagian Muara Angke dengan konsentrasi 70–100 mg/l. Hasil tersebut tidak melebihi baku mutu untuk perairan pelabuhan.

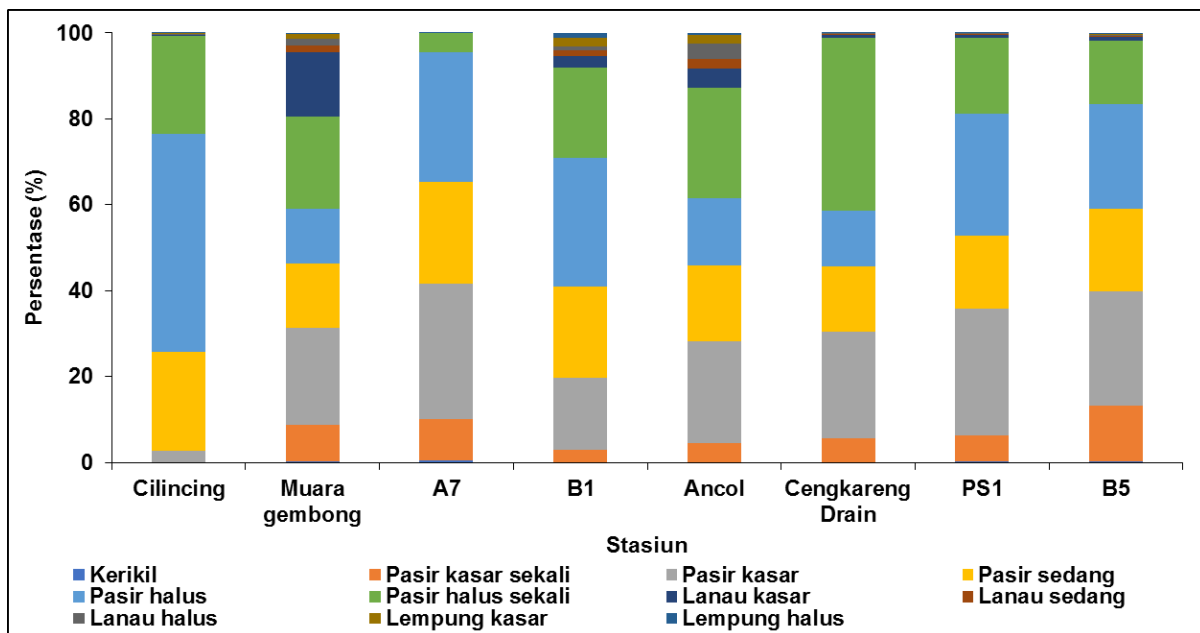


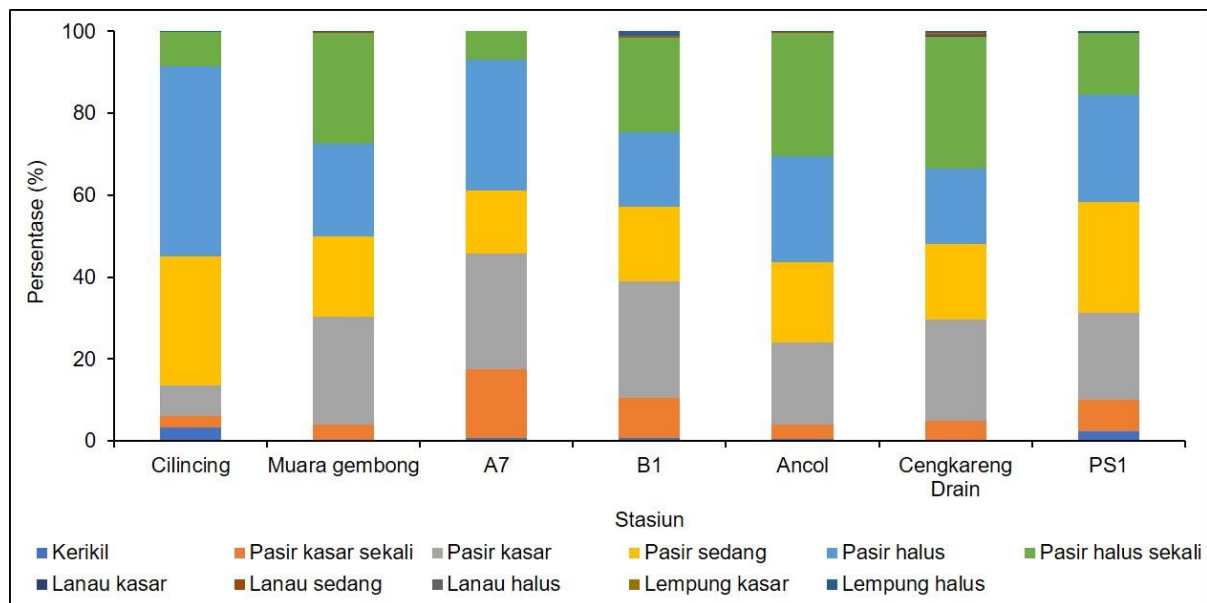


Gambar 164. Pola Sebaran TSS Pada Periode Kedua (Agustus) Saat Menjelang Pasang (A), Pasang Tertinggi (B), Menjelang Surut (C) dan Surut Terendah (D)

4.7.5. Laju Sedimentasi

Dominasi jenis partikel sedimen hasil fraksinasi disajikan melalui diagram batang pada **Gambar 165**. Warna hijau menunjukkan persentasi dominan pada area tersebut yang menandakan bahwa sedimen banyak bertipe pasir halus baik pada saat periode pertama maupun periode kedua. Sedimen dasar di area Teluk Jakarta dipengaruhi oleh perbedaan musim, namun secara dominan berdasarkan grafik batang hasil *sediment grab* perairan Teluk Jakarta didominasi oleh pasir halus, hal ini sesuai dengan hasil model bahwa aliran arus tidak terlalu kuat yang mengakibatkan sedimen tidak banyak terbawa oleh aliran arus. Pada area reklamasi yaitu Cengkareng Drain tipe sedimen didominasi oleh pasir berukuran halus hingga lempung baik pada Periode pertama maupun periode kedua. Perbedaan sedimen dasar pada setiap titik sampling dapat dikarenakan perbedaan aktivitas sungai dan besar tidaknya arus di wilayah tersebut, seperti contoh di bagian timur Teluk Jakarta, terdapat sungai besar seperti Muara Gembong dengan jenis sedimen dasar pasir halus sekali dengan debit yang cukup tinggi.





Gambar 165. Hasil Fraksinasi Sedimen Dasar Pada Setiap Lokasi Pengambilan Periode Pertama (Atas) dan Periode Kedua (Bawah)

Berdasarkan hasil *sediment trap* terbukti bahwa wilayah pesisir timur Teluk Jakarta dan sekitar Cengkareng Drain mengalami laju pengendapan yang cukup tinggi, hasil ini sesuai dengan model sebaran TSS yang menggambarkan bahwa area Cengkareng Drain, Muara Gembong dan sungai Bekasi mengalami peningkatan sedimentasi. Berdasarkan data debit sungai, nilai masukan air yang masuk kedalam Teluk Jakarta menunjukkan nilai yang cukup besar yang berdampak pada masukan TSS yang masuk kedalam Teluk Jakarta. Laju sedimentasi pada wilayah reklamasi ditunjukkan oleh stasiun Cengkareng Drain dengan nilai yang cukup besar yaitu 48.57 mg/cm²/hari pada periode pertama (**Tabel 34**) dan 110.84 mg/cm²/hari pada periode kedua (**Tabel 35**).

Wilayah Muara Kamal, laju sedimentasi menunjukkan angka yang cukup besar yaitu 50.39 mg/cm²/hari. Apabila dibandingkan dengan lokasi lain, kajian laju sedimentasi yang dilakukan oleh Febrianti (2017) di Kabupaten Demak menunjukkan nilai yang cukup tinggi dengan kisaran 80–500 mg/cm²/hari. Wilayah dengan nilai rendah ditunjukkan pada stasiun Cilincing, Sunter dan Ancol pada periode pertama, dengan nilai rata-rata stasiun yaitu 0.24 mg/cm²/hari hingga 0.72 mg/cm²/hari. Akan tetapi, pada periode kedua lokasi tersebut mengalami peningkatan 32 mg/cm²/hari hingga 77 mg/cm²/hari. Dengan demikian hasil pengukuran *sediment trap* pada dua periode yang berbeda menunjukkan hasil yang sesuai berdasarkan pemodelan sebaran TSS,

dimana laju pendangkalan tinggi ditemukan pada lokasi dengan konsentrasi TSS yang tinggi, hal ini disebabkan sedimen tersuspensi yang terus menumpuk dan tertahan pada lokasi yang sama. Apabila kondisi peningkatan konsentrasi TSS secara terus-menerus berlanjut di lokasi yang sama tanpa maka akan berakibat pada peningkatan laju pendangkalan.

Tabel 34. Laju Sedimentasi Di Beberapa Lokasi Di Teluk Jakarta Pada Periode Pengukuran Bulan Maret 2022

No	Nama Sungai	Koordinat		Berat Kering (g/hari)	Laju Sedimentasi (mg/cm ² /hari)
		Longitude	Latitude		
1	Ancol	106.828	-6.1142	0.72	0.36
2	Bogasari (Sunter)	106.907	-6.0987	1.43	0.72
3	Cengkareng Drain	106.753	-6.0964	97.14	48.57
4	Cilincing	106.941	-6.0957	0.47	0.24
5	Muara Kamal	106.735	-6.0807	100.78	50.39

Tabel 35. Laju Sedimentasi Di Beberapa Lokasi Di Teluk Jakarta Pada Periode Pengukuran Bulan Agustus 2022

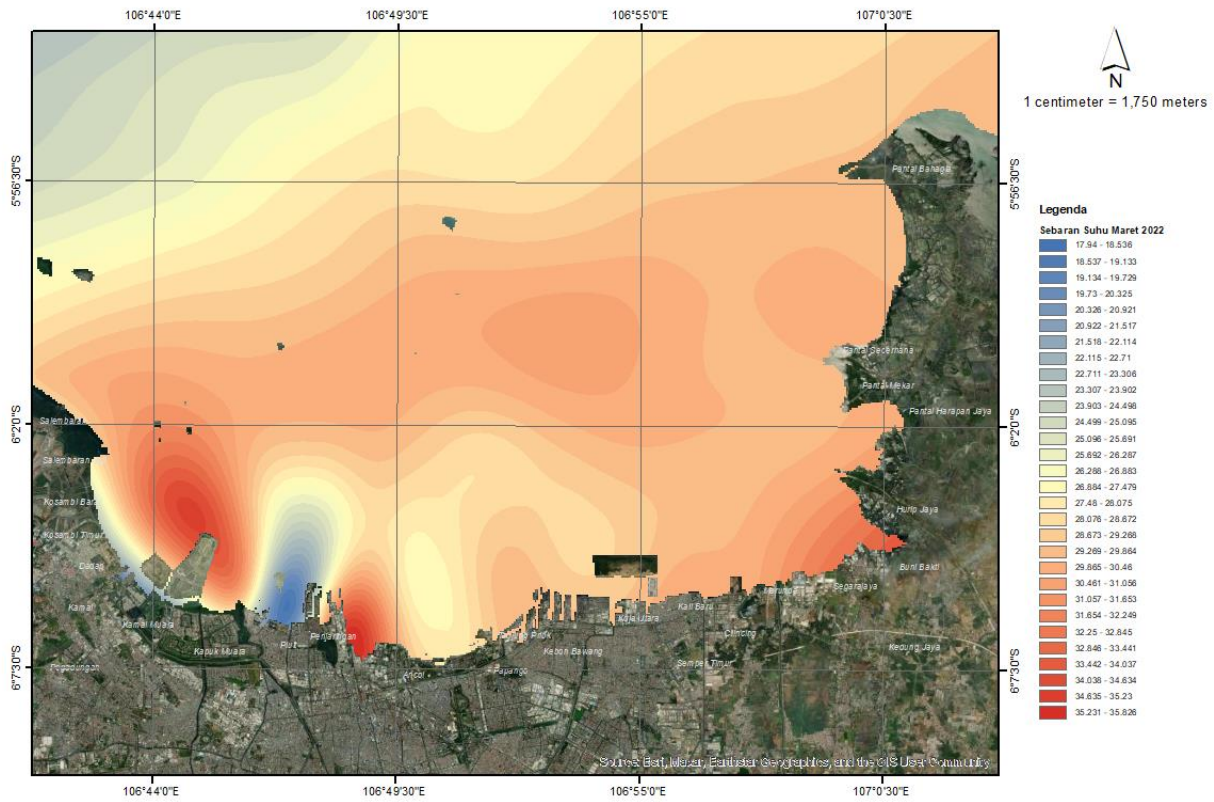
No	Nama Sungai	Koordinat		Berat Kering (g/hari)	Laju Sedimentasi (mg/cm ² /hari)
		Longitude	Latitude		
1	Ancol	106.828	-6.1142	1.47	32.24
2	Bogasari (Sunter)	106.907	-6.0987	1.81	39.69
3	Cengkareng Drain	106.753	-6.0964	5.06	110.86
4	Cilincing	106.941	-6.0957	3.55	77.83
5	Muara Kamal	106.735	-6.0807	0.81	17.65

4.8. Analisis Spasial

4.8.1. Sebaran Suhu Teluk Jakarta

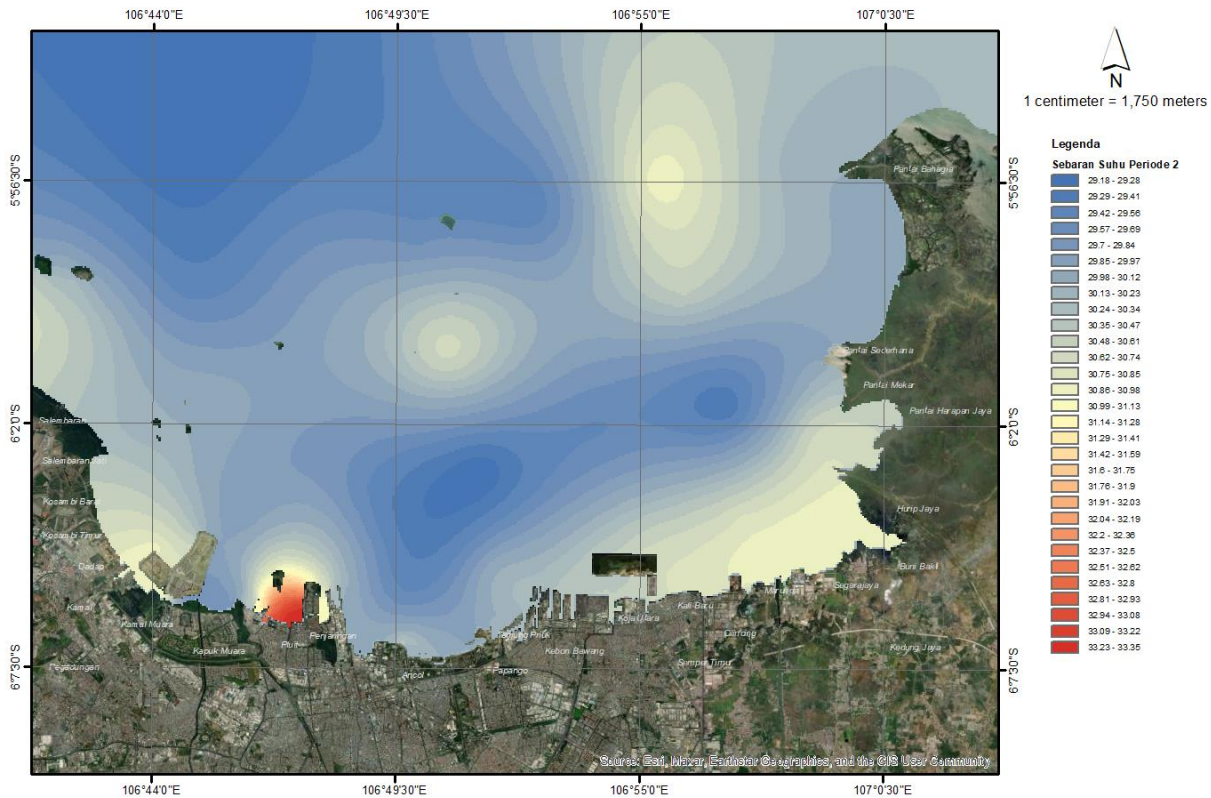
Kondisi suhu pada perairan memiliki keterkaitan dengan aktivitas metabolisme organisme perairan. Hal tersebut disebabkan apabila terjadi kenaikan suhu sebesar 10°C dapat mengakibatkan meningkatnya konsumsi oksigen sekitar 2-3 kali lipat yang disertai dengan meningkatnya aktivitas dekomposisi bahan organik oleh mikroba (Effendi 2003). Selain itu, terjadinya peningkatan suhu perairan cenderung dapat menaikkan akumulasi dan toksitas logam berat (Sorensen 1991). Hal tersebut disebabkan oleh berkurangnya kelarutan gas-gas dalam air (Hutagalung 1988).

Peta Sebaran Suhu Teluk Jakarta, Maret 2022



Gambar 166. Peta Sebaran Suhu Teluk Jakarta Periode 1

Peta Sebaran Suhu Teluk Jakarta, Agustus 2022



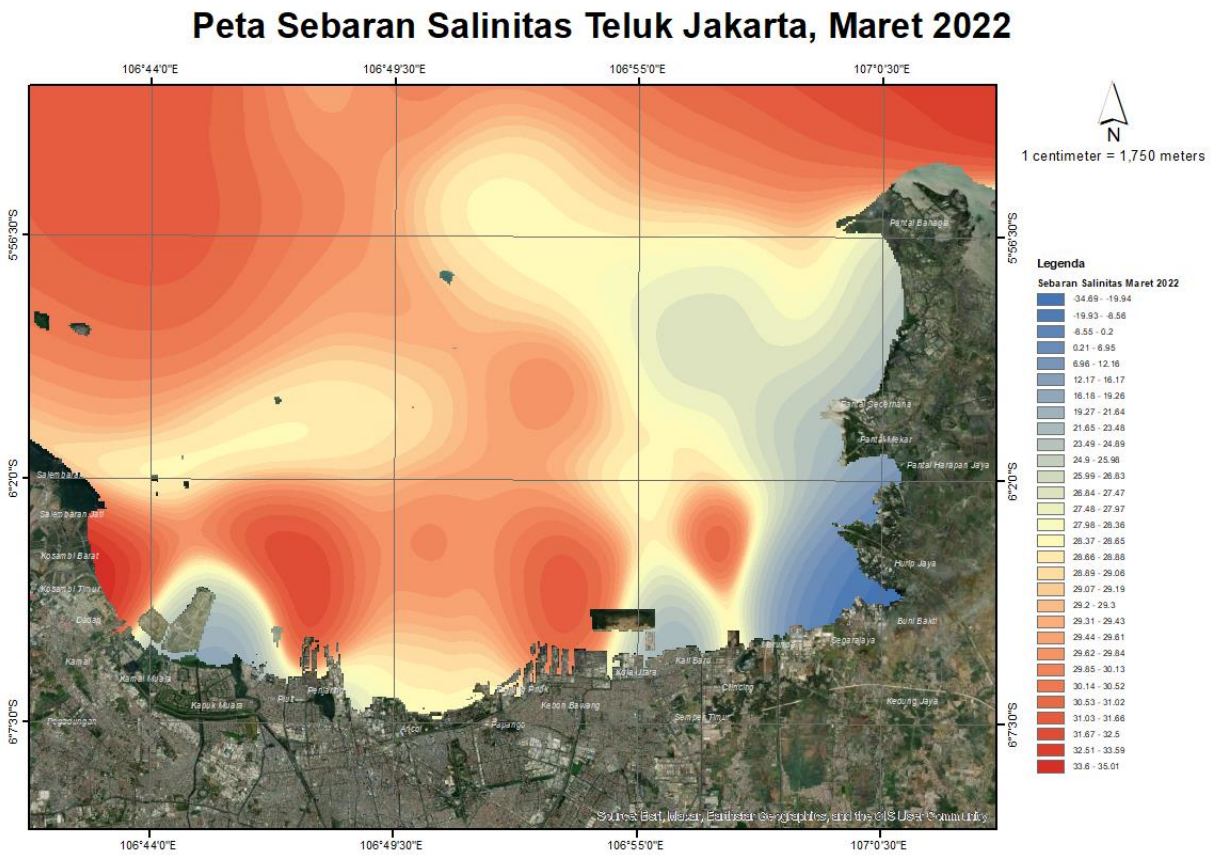
Gambar 167. Peta Sebaran Suhu Teluk Jakarta Periode2

Berdasarkan hasil analisis spasial terhadap sebaran suhu pada perairan Teluk Jakarta (**Gambar 166**) diketahui bahwa sebaran suhu yang tinggi pada periode 1 dominan berada pada bagian mulut teluk di sebelah barat Teluk Jakarta kecuali pada kawasan Pompa Pluit. Sedangkan pada periode 2 (**Gambar 167**) sebaran suhu yang tinggi hanya berada pada kawasan muara Pompa Pluit. Secara keseluruhan kondisi suhu perairan pada perairan Teluk Jakarta masih dalam rentang baku mutu yang mengacu pada PP Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

4.8.2. Sebaran Salinitas Teluk Jakarta

Salinitas merupakan konsentrasi seluruh larutan garam yang diperoleh dalam air laut, dimana salinitas air berpengaruh terhadap tekanan osmotik air, semakin tinggi salinitas maka akan semakin besar pula tekanan osmotiknya (Widiadmoko 2013). Salinitas perairan menggambarkan kandungan garam dalam suatu perairan yang mempengaruhi proses biologi dan secara langsung akan mempengaruhi kehidupan organisme antara lain aspek laju pertumbuhan,

jumlah makanan yang dikonsumsi, nilai konversi makanan, dan daya kelangsungan hidup (Adrianto 2005).



Gambar 168. Peta Sebaran Salinitas Teluk Jakarta Periode 1

Legenda

Sebaran Salinitas Periode 2

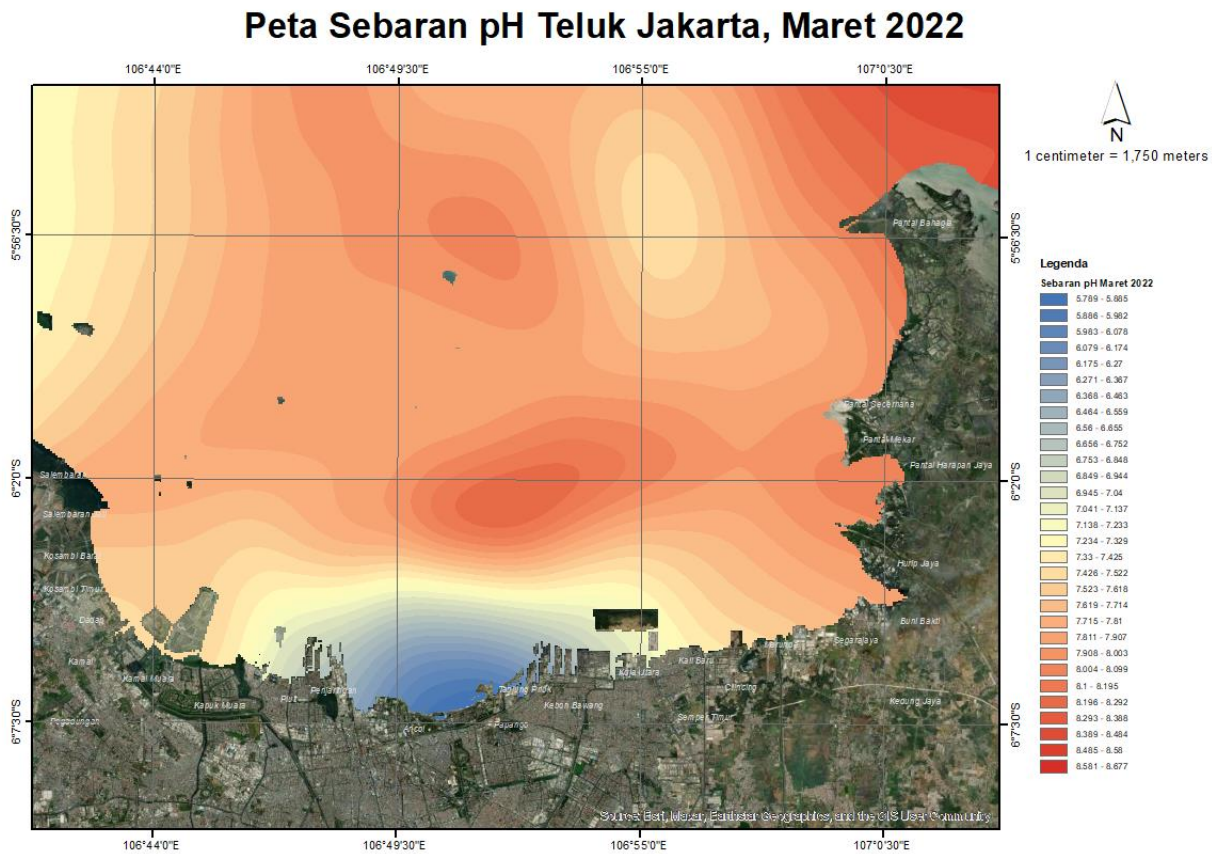
0.45 - 1.16
1.17 - 2.23
2.24 - 3.3
3.31 - 4.37
4.38 - 5.33
5.34 - 6.28
6.29 - 7.35
7.36 - 8.54
8.55 - 9.61
9.62 - 10.8
10.81 - 11.87
11.88 - 12.82
12.83 - 13.77
13.78 - 14.72
14.73 - 15.79
15.8 - 16.74
16.75 - 17.69
17.7 - 18.76
18.77 - 19.95
19.96 - 21.14
21.15 - 22.09
22.1 - 23.16
23.17 - 24.23
24.24 - 25.3
25.31 - 26.49
26.5 - 27.44
27.45 - 28.27
28.28 - 29.11
29.12 - 29.94
29.95 - 30.77

Source: Field Observations, EarthSatellite, and the GIS User Community

Hasil analisis spasial terhadap sebaran salinitas di Teluk Jakarta pada periode 1 (**Gambar 168**) menunjukkan bahwa semakin ke arah laut nilai salinitas semakin tinggi. Relatif rendahnya nilai salinitas pada daerah muara disebabkan oleh adanya pengaruh dari aliran sungai yang masuk pada perairan teluk. Sedangkan pada periode 2 (**Gambar 169**) sebaran salinitas lebih stabil baik pada kawasan Muara dan Teluk Jakarta. Akan tetapi pada kawasan Cengkareng Drain dan Pulau Reklamasi sebaran salinitas ditemukan cenderung rendah. Adanya perbedaan nilai salinitas perairan juga dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti pola sirkulasi air, tingkat penguapan, curah hujan dan aliran sungai (Mutmainnah *et al* 2016). Secara keseluruhan kondisi suhu perairan pada perairan Teluk Jakarta masih dalam rentang baku mutu yang mengacu pada PP Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

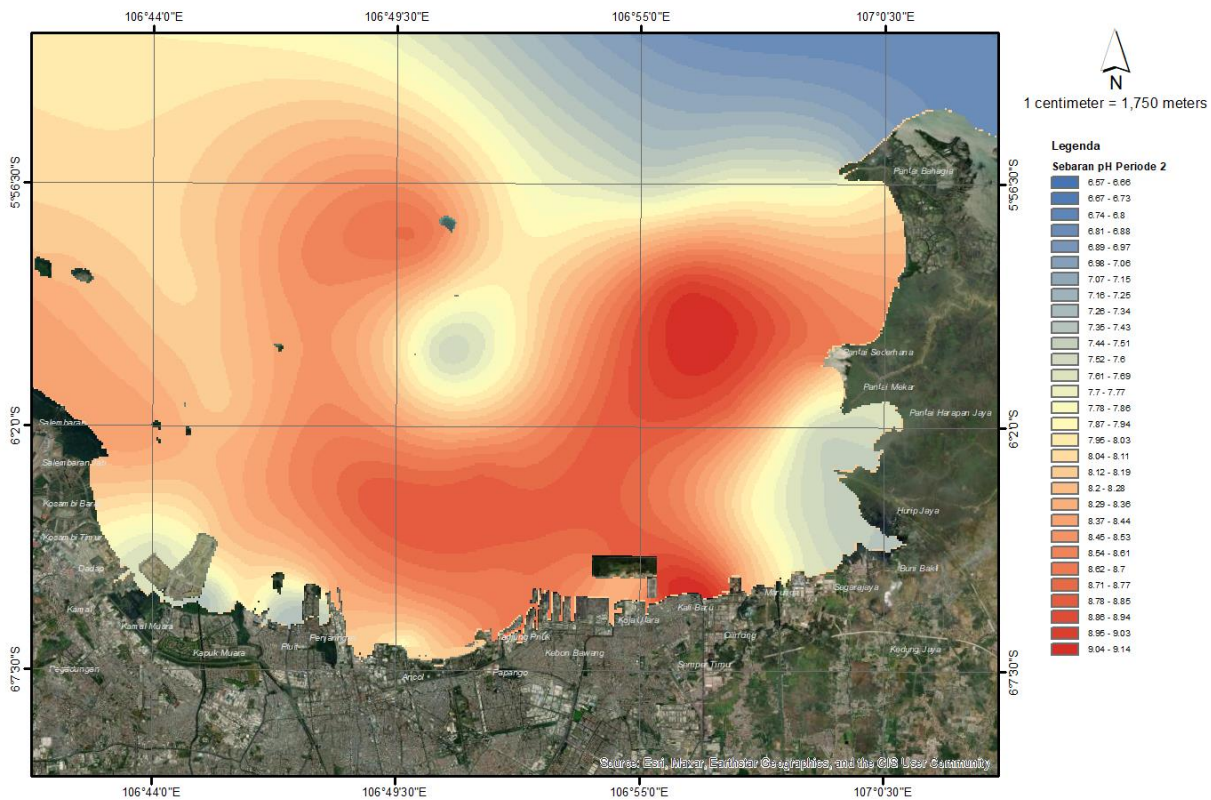
Derajat keasaman atau pH adalah parameter yang memiliki keterkaitan dengan konsentrasi ion Hidrogen. Terdapatnya ion hidrogen tersebut diakibatkan oleh adanya

penguraian asam golongan elektrolit kuat. Nilai pH sangat dipengaruhi oleh limbah rumah tangga dan industri yang membawa bahan-bahan organik (Dahlia 2009). Selain itu, bahan-bahan organik tersebut akan terurai sehingga menghasilkan CO_2 yang kemudian bereaksi dengan air dan pada akhirnya menurunkan pH air sungai.



Gambar 170. Peta Sebaran pH Teluk Jakarta Periode 1

Peta Sebaran pH Teluk Jakarta, Agustus 2022



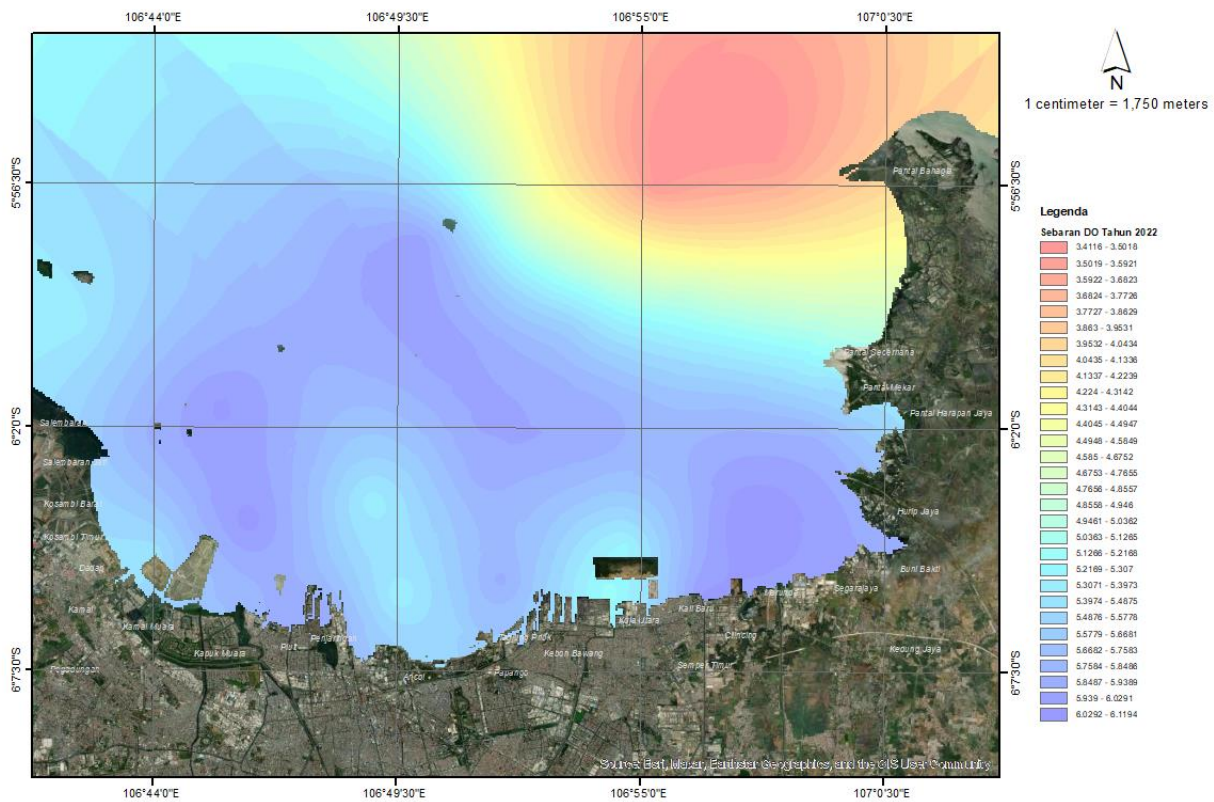
Gambar 171. Peta Sebaran pH Teluk Jakarta Periode 2

Gambar 170 dan **Gambar 171** menunjukkan bahwa sebaran pH pada perairan Teluk Jakarta relatif lebih tinggi pada perairan laut Teluk Jakarta. Sedangkan sebaran pH relatif lebih rendah pada mulut Teluk Jakarta di bagian Tengah. Mengacu kepada PP Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, secara keseluruhan nilai pH pada perairan Teluk Jakarta masih termasuk dalam rentang baku mutu.

4.8.4. Sebaran *Dissolved Oxygen* (DO)/Oksigen Terlarut Teluk Jakarta

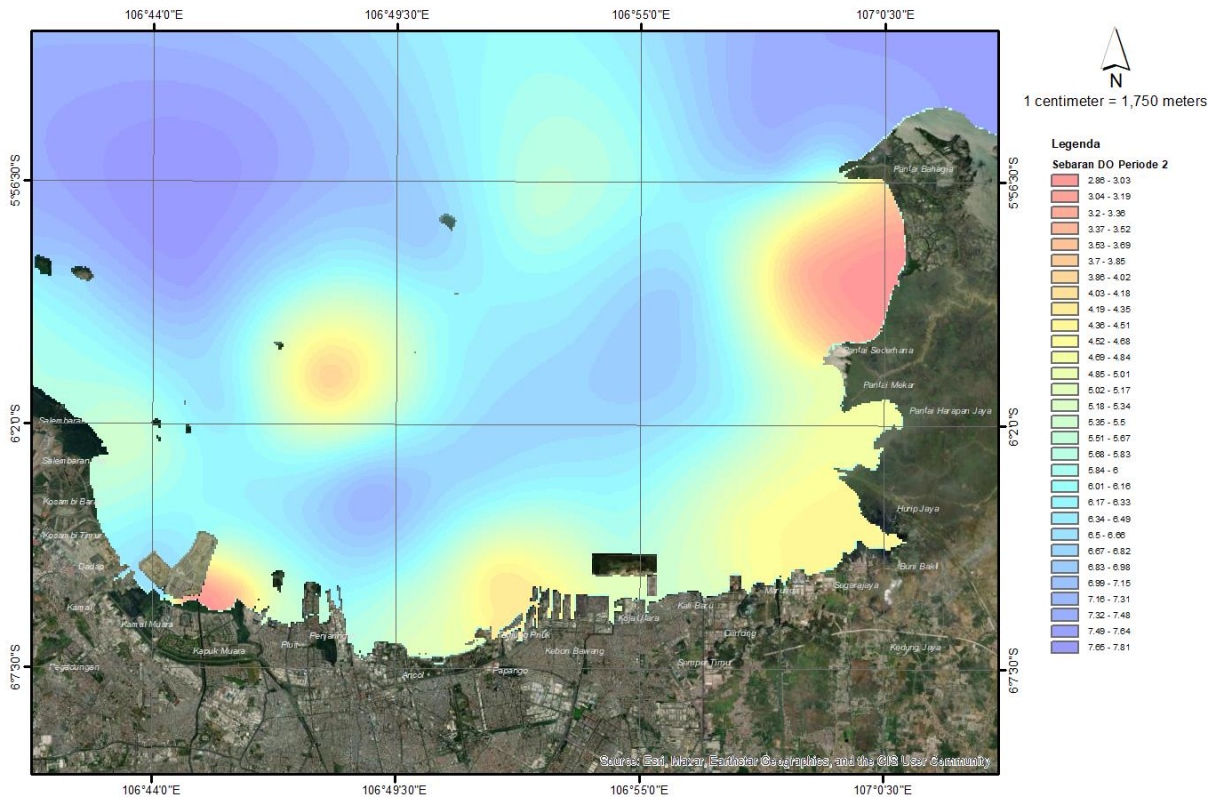
Kehidupan organisme di suatu perairan sangat tergantung dari parameter-parameter baik fisika maupun kimia. Salah satu parameter yang memiliki peranan penting dalam mendukung keberlangsungan hidup organisme perairan adalah kandungan oksigen. Secara umum, adanya konsentrasi oksigen terlarut dalam perairan disebabkan terjadinya proses difusi gas oksigen di udara ke dalam air.

Peta Sebaran DO Teluk Jakarta, Maret 2022



Gambar 172. Peta Sebaran DO Teluk Jakarta Periode 1

Peta Sebaran DO Teluk Jakarta, Agustus 2022



Gambar 173. Peta Sebaran DO Teluk Jakarta Periode 2

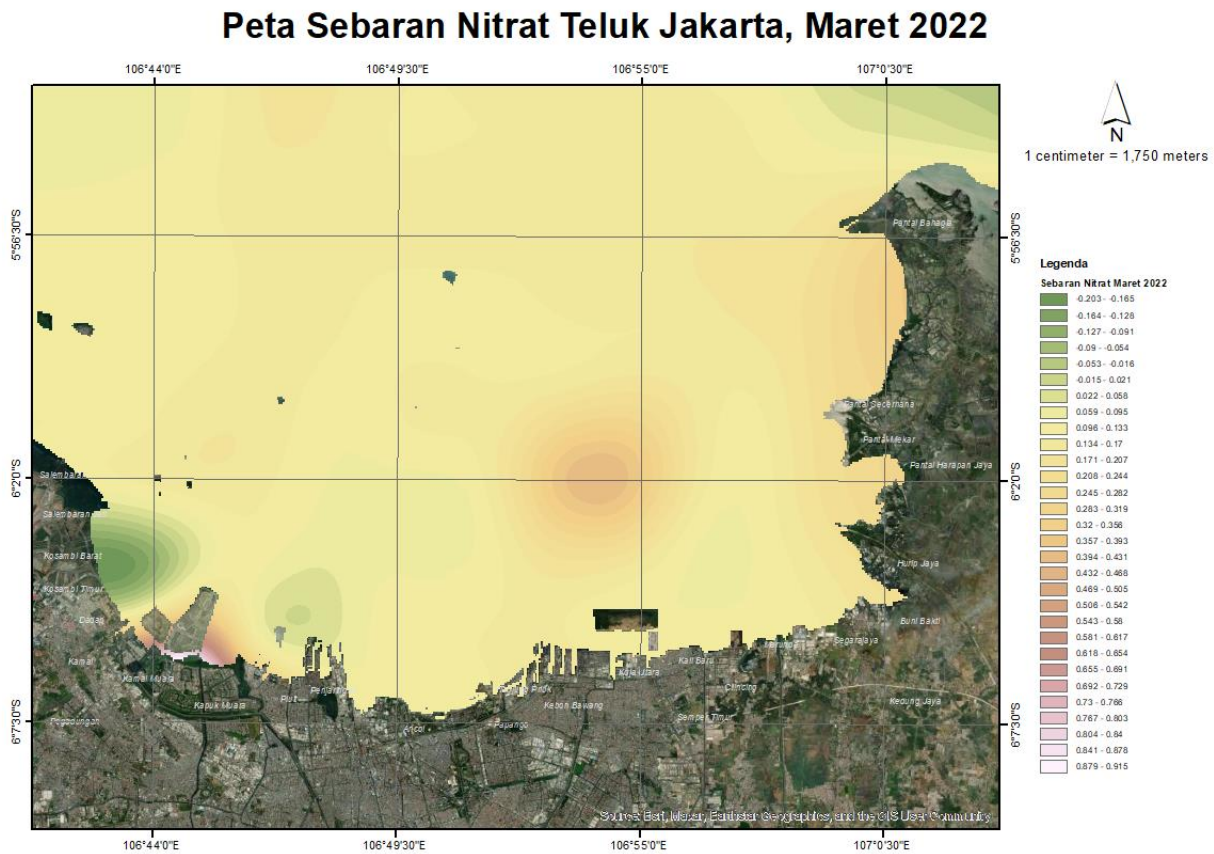
Oksigen di suatu perairan berasal dari udara dan proses pengadukan pada laut dangkal seperti Teluk Jakarta. Proses pengadukan yang terjadi di Teluk Jakarta berjalan secara tetap dan lancar berbarengan dengan proses sirkulasi air. Hal tersebut mengakibatkan kadar oksigen pada seluruh musim memiliki nilai yang hampir sama. Berdasarkan hasil analisis spasial (**Gambar 172** dan **Gambar 173**) diketahui bahwa kandungan nilai oksigen terlarut pada bagian muara yang dekat dengan daratan memiliki nilai yang relatif lebih tinggi dibandingkan pada perairan laut.

4.8.5. Sebaran Nitrat, Fosfat dan Ammonia Teluk Jakarta

Nitrat dan fosfat merupakan unsur hara yang penting dalam menunjang kesuburan perairan. Kesuburan perairan merupakan salah satu faktor penunjang dalam menentukan kualitas dari perairan (Damar 2004). Tingginya unsur hara dalam perairan dapat berdampak positif akan tetapi pada tingkatan tertentu dapat berdampak negatif.

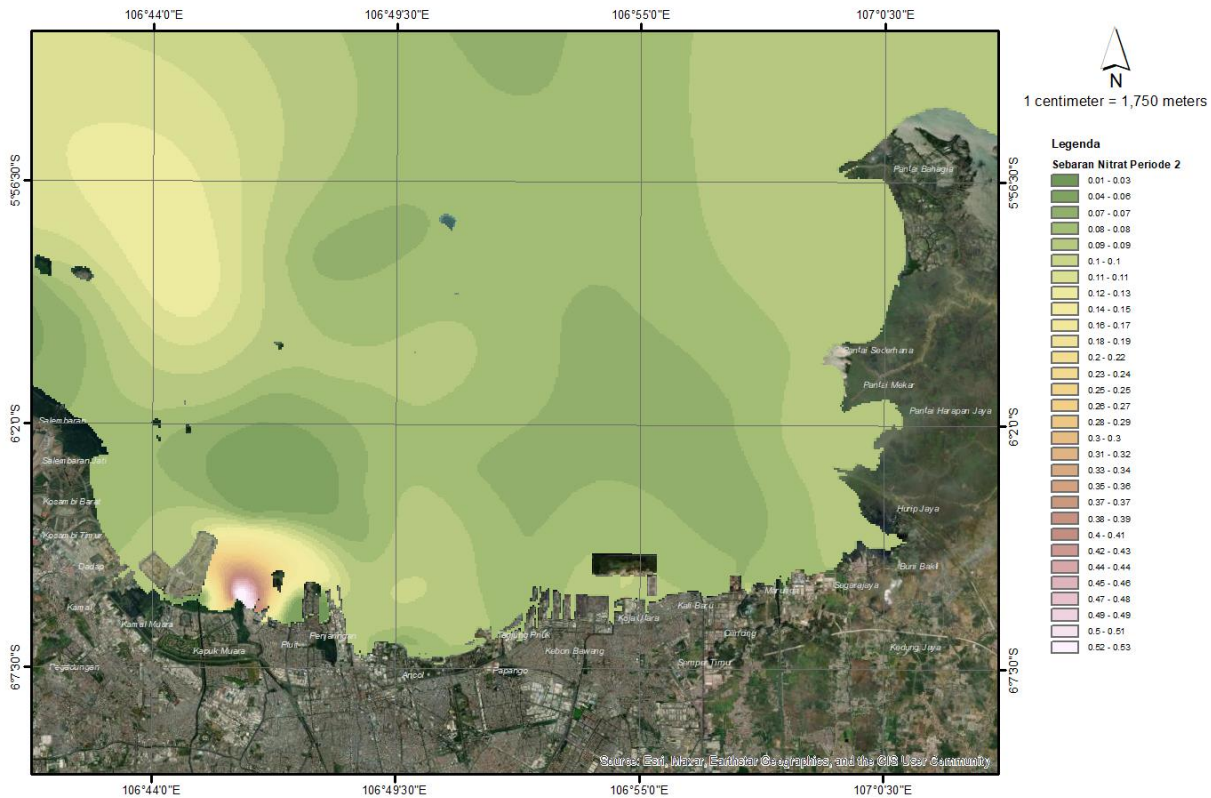
Dampak positif dari melimpahnya unsur hara adalah tingginya fitoplankton sehingga produksi ikan meningkat (Jones Lee dan Lee 2005; Gypens *et al* 2009). Sedangkan apabila dari

dua parameter tersebut memiliki nilai yang melewati batas maka dapat berpotensi menurunnya kandungan oksigen perairan, menurunnya biodiversitas dan berkembangnya jenis fitoplankton berbahaya atau dikenal dengan *Harmful Algal Blooms* atau HABs (Howart *et al* 2000 dalam Risamasu dan Prayitno 2011; Gypens *et al* 2009).



Gambar 174. Peta Sebaran Nitrat Teluk Jakarta Periode 1

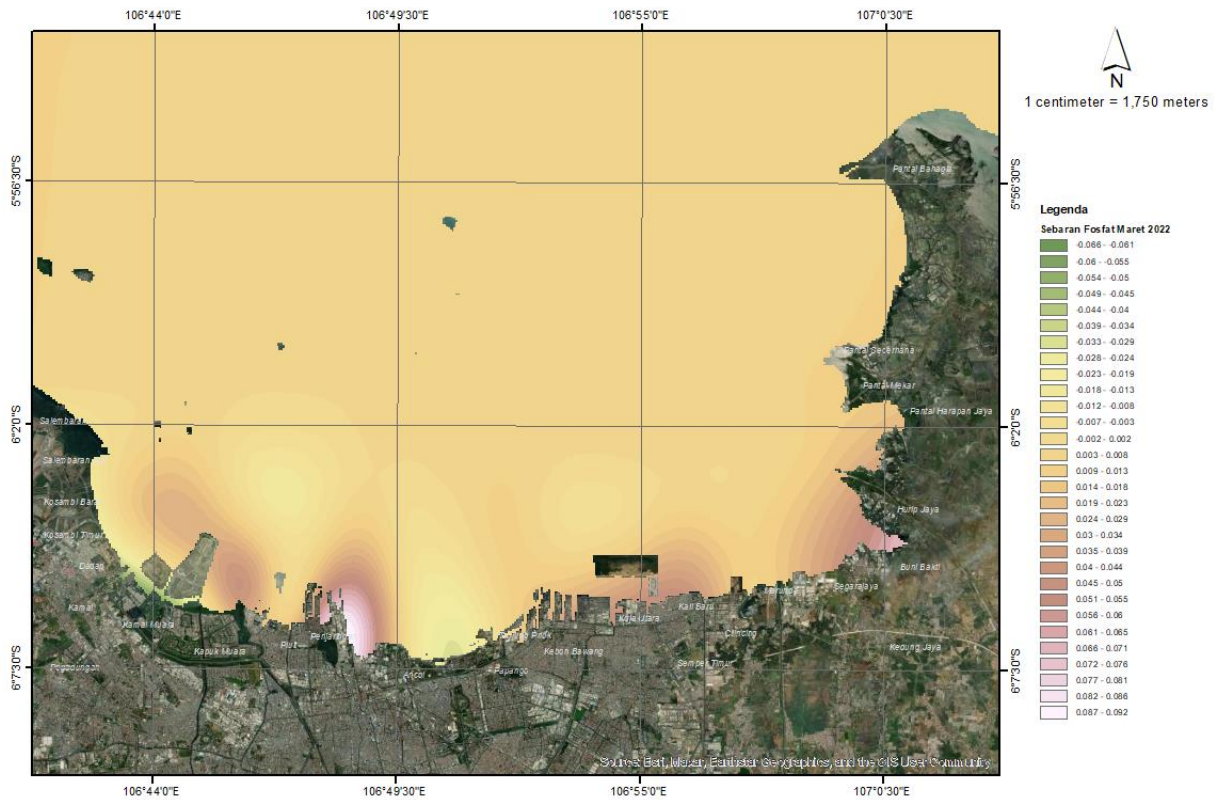
Peta Sebaran Nitrat Teluk Jakarta, Agustus 2022



Gambar 175. Peta Sebaran Nitrat Teluk Jakarta Periode 2

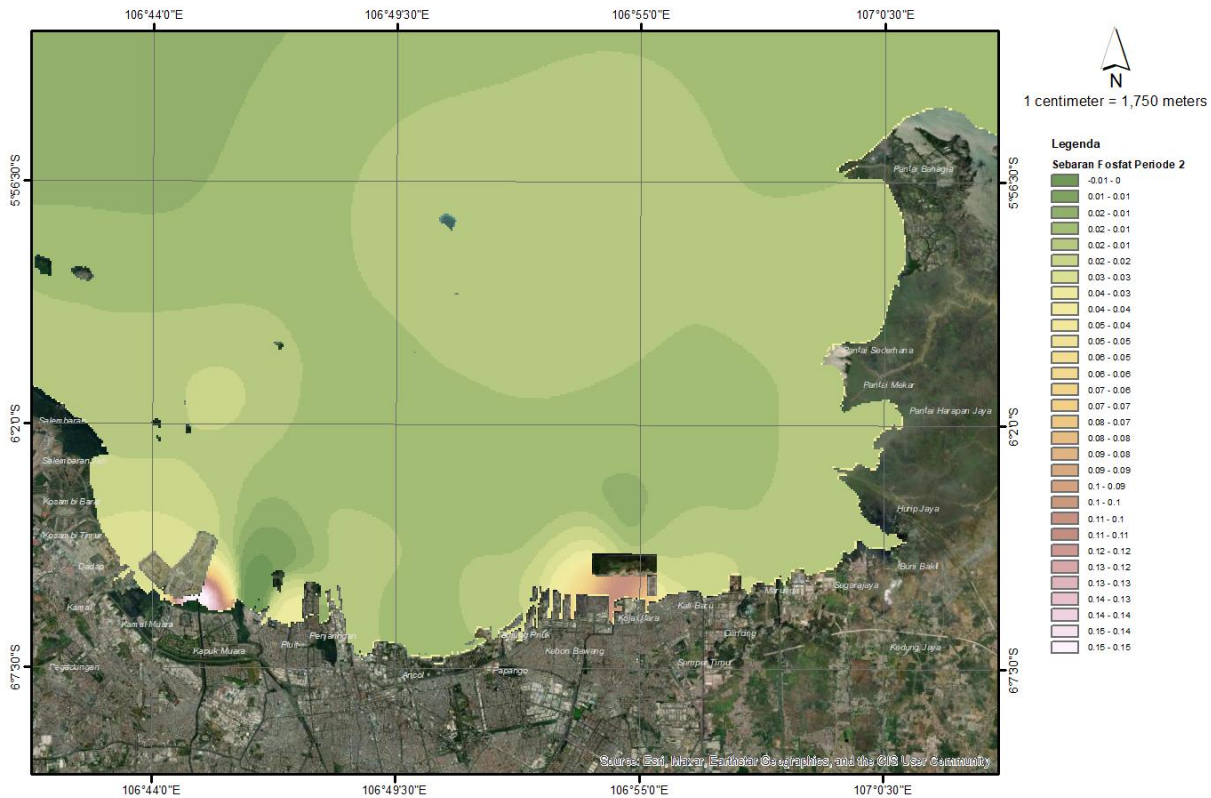
Hasil analisis spasial parameter nitrat pada periode 1 dan 2 di perairan Teluk Jakarta (**Gambar 174** dan **Gambar 175**) menunjukkan bahwa konsentrasi nitrat relatif seragam. Namun pada periode 2 diketahui bahwa konsentrasi nitrat lebih rendah dibandingkan periode 1. Berdasarkan hasil pengukuran baik pada periode 1 dan 2 diketahui bahwa nilai konsentrasi nitrat pada perairan Teluk Jakarta di seluruh stasiun pengamatan sudah melebihi baku mutu. Aktivitas antropogenik dan juga masukan dari sungai di Teluk Jakarta, yaitu sungai Citarum dan sungai Bekasi dapat mempengaruhi kondisi perairan dengan kandungan parameter nitrat yang tinggi (Djokosetiyanto *et al* 2008). Konsentrasi nitrat yang tinggi akan memicu terjadinya proses eutrofikasi, sehingga oksigen berkurang dalam perairan (Rumanti *et al* 2014).

Peta Sebaran Fosfat Teluk Jakarta, Maret 2022



Gambar 176. Peta Sebaran Fosfat Teluk Jakarta Periode 1

Peta Sebaran Fosfat Teluk Jakarta, Agustus 2022

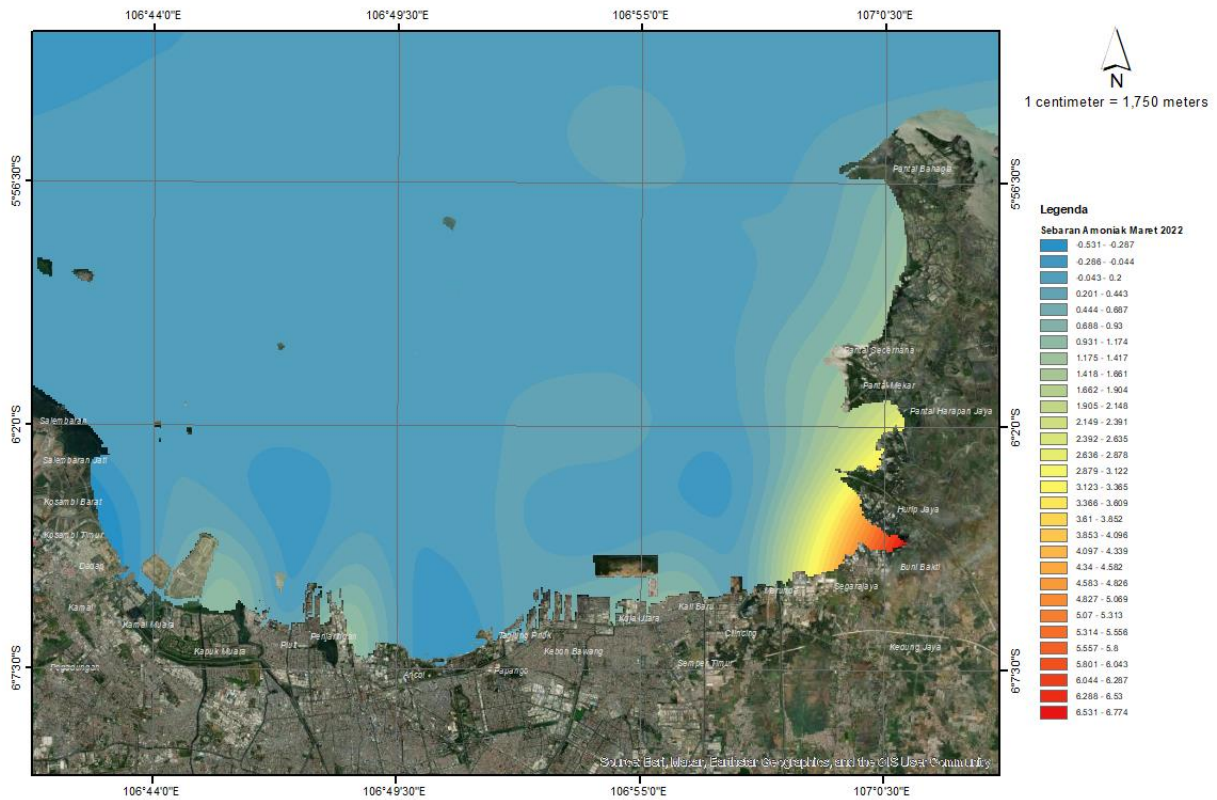


Gambar 177. Peta Sebaran Fosfat Teluk Jakarta Periode 2

Berdasarkan analisis spasial sebaran parameter fosfat (**Gambar 176**) pada periode 1 diketahui bahwa sebaran fosfat yang cukup tinggi cenderung berada pada bagian mulut Teluk Jakarta. Sedangkan pada periode 2 (**Gambar 177**) konsentrasi fosfat yang cukup tinggi ditemukan pada kawasan Cengkareng Drain dan Sunter. Tingginya konsentrasi fosfat yang tinggi menggambarkan tingkat nutrisi dan eutrofikasi (Mahyudin *et al* 2015).

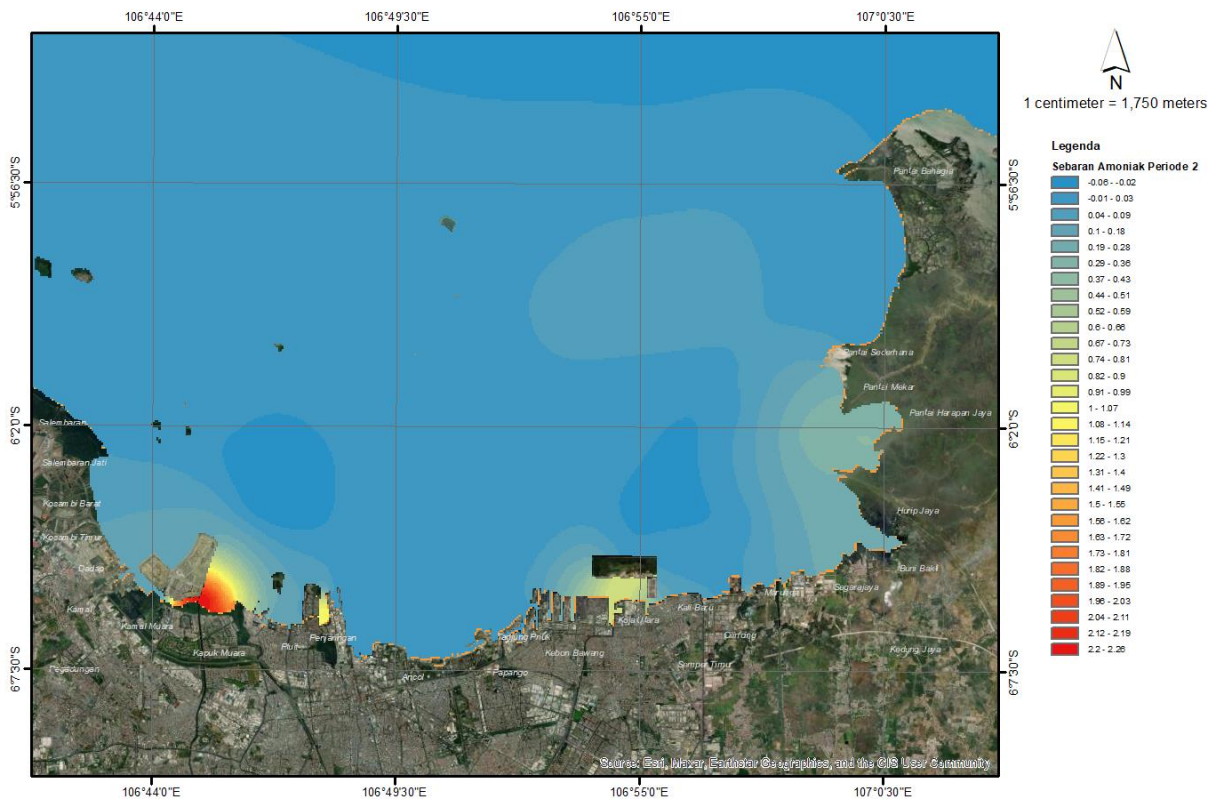
Aktivitas antropogenik juga dapat mempengaruhi kondisi perairan dengan kandungan parameter fosfat yang tinggi. Ketersediaan nutrisi di perairan akan memacu pertumbuhan fitoplankton yang merupakan produsen primer dalam ekosistem perairan, sehingga dapat dijadikan sebagai indikator kesuburan perairan. Semakin tinggi kesuburan perairan, semakin tinggi pula kelimpahan fitoplankton pada suatu perairan. Fosfat berperan penting untuk keberadaan dan laju pertumbuhan fitoplankton, akan tetapi jika kandungannya berlebih maka akan menyebabkan kondisi eutrofikasi (Rumanti *et al* 2014).

Peta Sebaran Amoniak Teluk Jakarta, Maret 2022



Gambar 178. Peta Sebaran Ammonia Teluk Jakarta Periode 1

Peta Sebaran Amoniak Teluk Jakarta, Agustus 2022



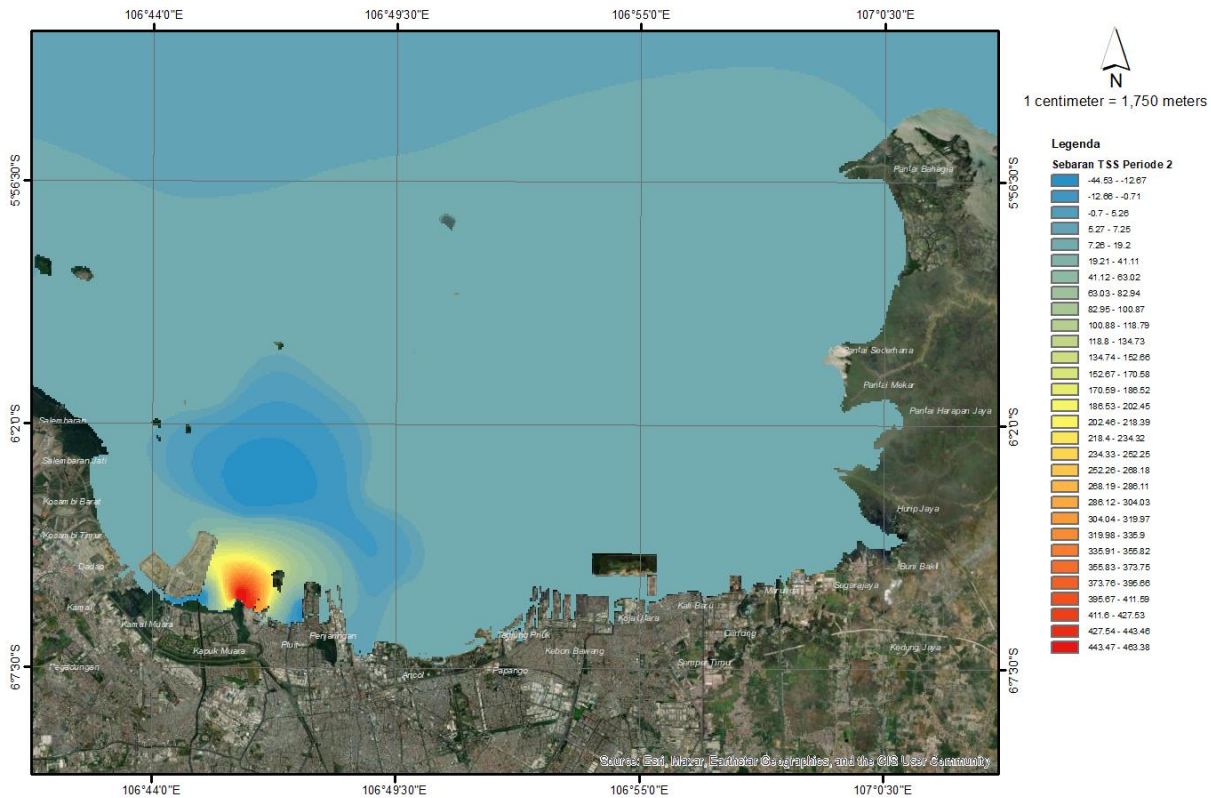
Gambar 179. Peta Sebaran Ammonia Teluk Jakarta Periode 2

Salah satu bahan kimia yang umum terkandung dalam limbah adalah ammonia (Bonnin *et al* 2008). Konsentrasi ammonia pada perairan laut sangat bervariasi dan dapat berubah secara cepat. Pescod (1973) *dalam* Marlian (2016) menyatakan bahwa ammonia di perairan merupakan indikator adanya penguraian bahan organik khususnya protein.

Gambar 178 menunjukkan hasil analisis spasial sebaran ammonia di Teluk Jakarta pada periode 1. Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa konsentrasi ammonia cenderung tinggi pada bagian timur Teluk Jakarta. Stasiun dengan nilai konsentrasi ammonia tertinggi adalah Muara Gembong. Sedangkan pada periode 2 (**Gambar 179**) konsentrasi ammonia yang cukup tinggi ditemukan pada kawasan Cengkareng Drain.

Tingginya konsentrasi ammonia dapat disebabkan oleh limbah pemukiman dan pembuangan manusia serta hewan dalam bentuk urin yang masuk dalam perairan Teluk Jakarta. Selain hal tersebut, secara alami ammonia berasal dari hasil metabolisme hewan dan hasil proses dekomposisi bahan organik oleh bakteri. Effendi (2003) menyatakan bahwa sumber ammonia di

Peta Sebaran TSS Teluk Jakarta, Agustus 2022



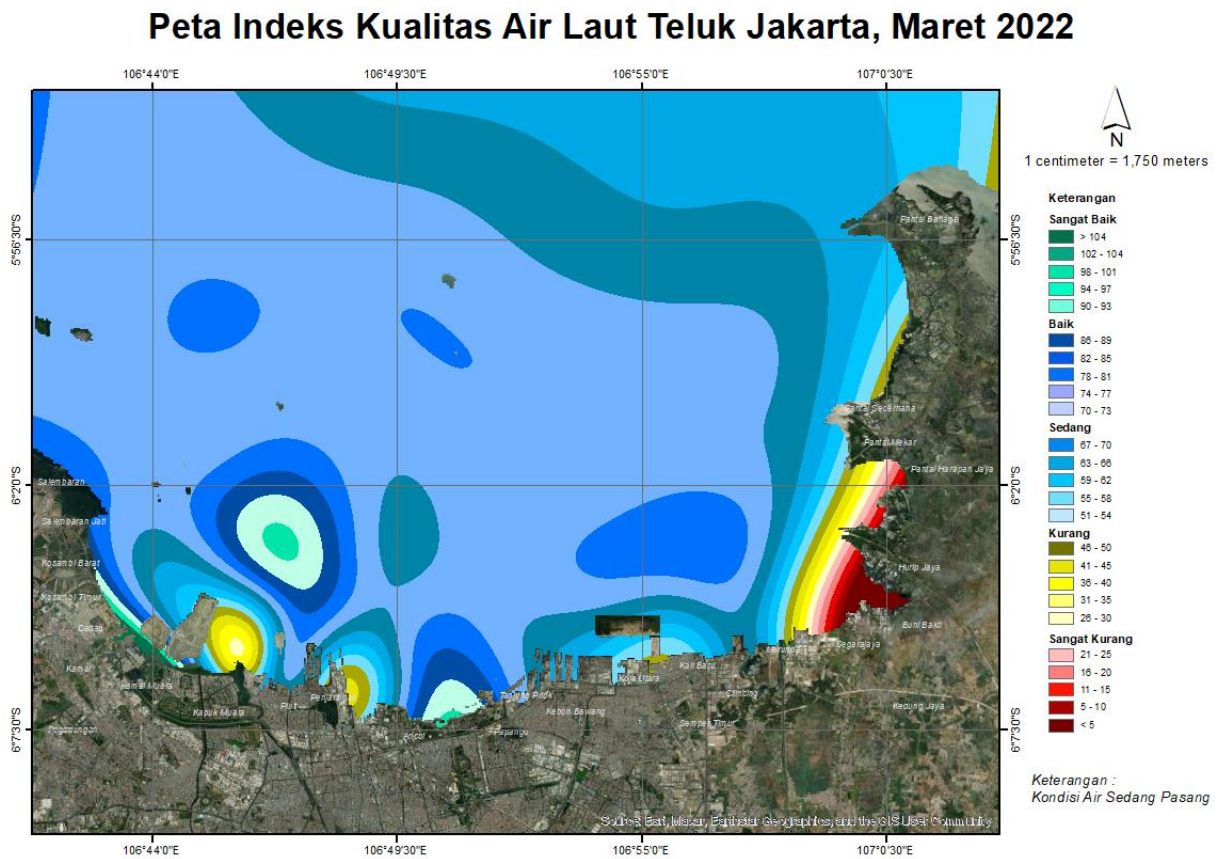
Gambar 181. Peta Sebaran TSS Teluk Jakarta Periode 2

Hasil analisis spasial terhadap sebaran TSS di Teluk Jakarta (**Gambar 180** dan **Gambar 181**) menunjukkan bahwa pada bagian barat Teluk baik pada periode 1 dan 2 memiliki nilai konsentrasi TSS yang relatif lebih tinggi. Adapun stasiun dengan nilai TSS tertinggi baik saat kondisi pasang dan surut pada periode 1 dan 2 adalah Muara Angke yaitu: (1) Periode 1 sebesar 433 dan 820 mg/L; dan (2) Periode 2 sebesar 509 dan 400 mg/L.

4.8.7. Indeks Kualitas Air Laut Teluk Jakarta

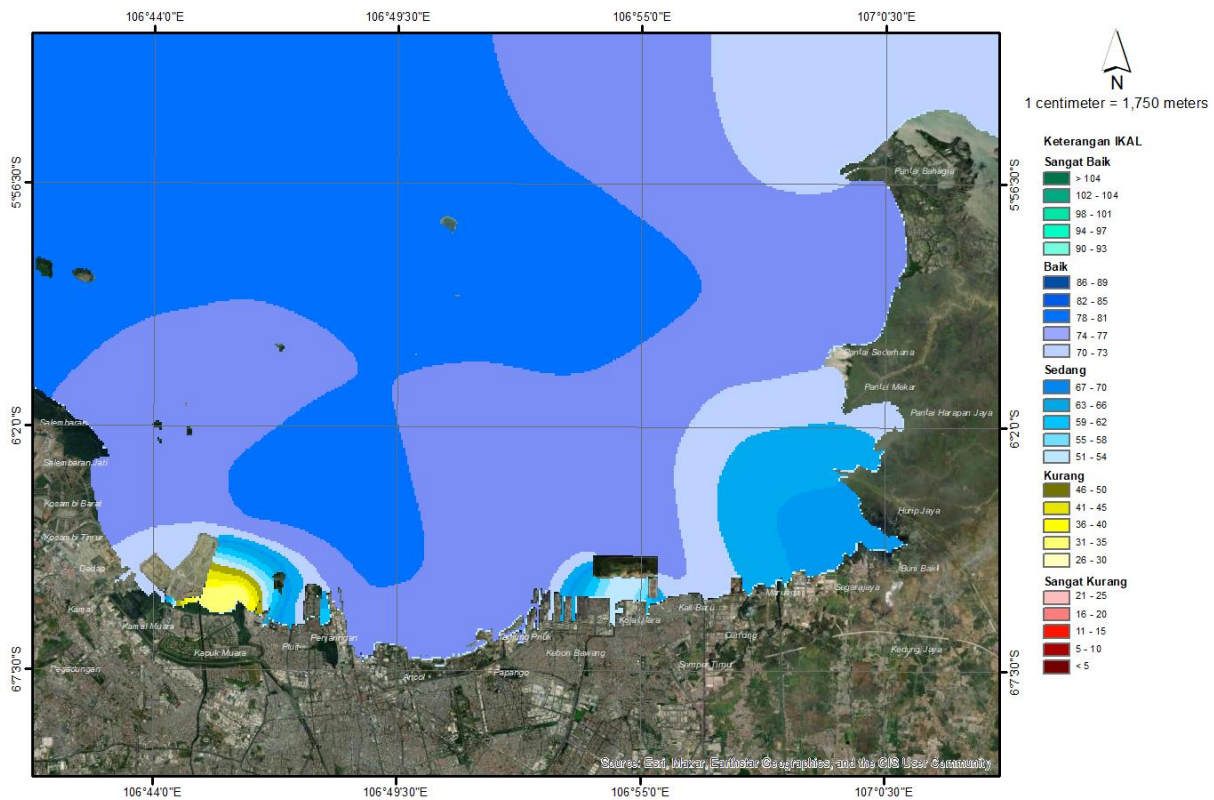
Hasil analisis spasial terhadap IKAL Teluk Jakarta (**Gambar 182**) menunjukkan bahwa sebaran nilai IKAL pada periode 1 dengan kondisi kurang baik ditemukan di Muara Gembong, Pompa Pluit, Muara Angke dan Cengkareng Drain. Sedangkan pada periode 2 (**Gambar 183**) hanya ditemukan di Muara Angke dan Cengkareng Drain. Stasiun dengan nilai IKAL paling rendah baik saat kondisi pasang dan surut pada periode 1 dan 2 adalah Muara Angke. Nilai IKAL yang kurang baik disebabkan oleh beberapa parameter kunci seperti TSS serta parameter kesuburan perairan seperti ammonia dan fosfat. Parameter TSS yang tinggi dipengaruhi oleh masukan dari

sungai-sungai yang bermuara ke Teluk Jakarta. Seperti pada sisi Timur yang diakibatkan oleh masukan dari sungai besar dari sungai Citarum dan sungai Bekasi dengan area sebaran kurang lebih 2 km dari muara sungai. Sebaran pada periode pertama (bulan Maret) masih dipengaruhi oleh musim barat.



Gambar 182. Peta Indeks Kualitas Air Laut Teluk Jakarta Periode 1

Peta Sebaran Indeks Kualitas Air Laut Teluk Jakarta, Agustus 2022



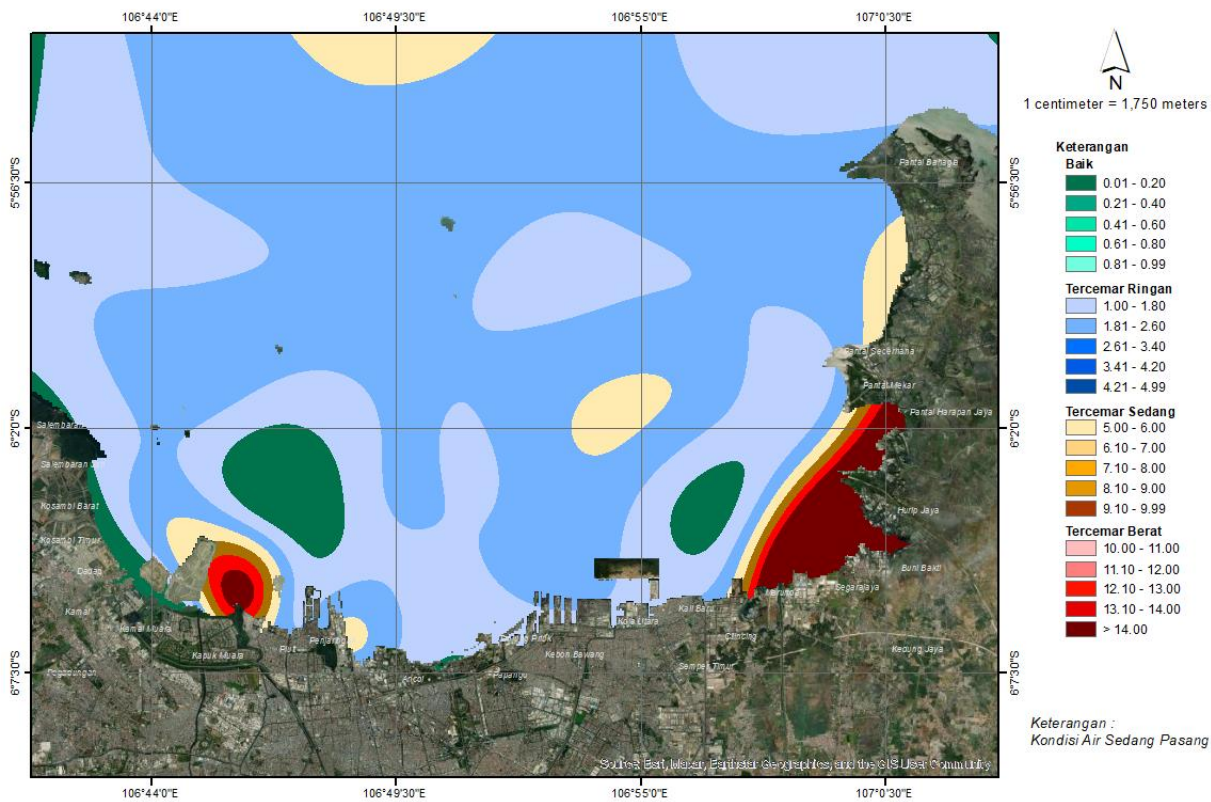
Gambar 183. Peta Indeks Kualitas Air Laut Teluk Jakarta Periode 2

4.8.8. Indeks Pencemaran di Teluk Jakarta

Sebaran nilai IP berdasarkan hasil analisis spasial (**Gambar 184**) pada periode 1 termasuk dalam kondisi kurang baik berada di stasiun Timur dan Barat. Nilai IP paling tinggi dengan status tercemar berat ditemukan saat pasang pada stasiun pengamatan BKT dan Muara Angke. Sedangkan pada kondisi surut ditemukan pada stasiun Marunda, Muara Angke dan Cengkareng Drain.

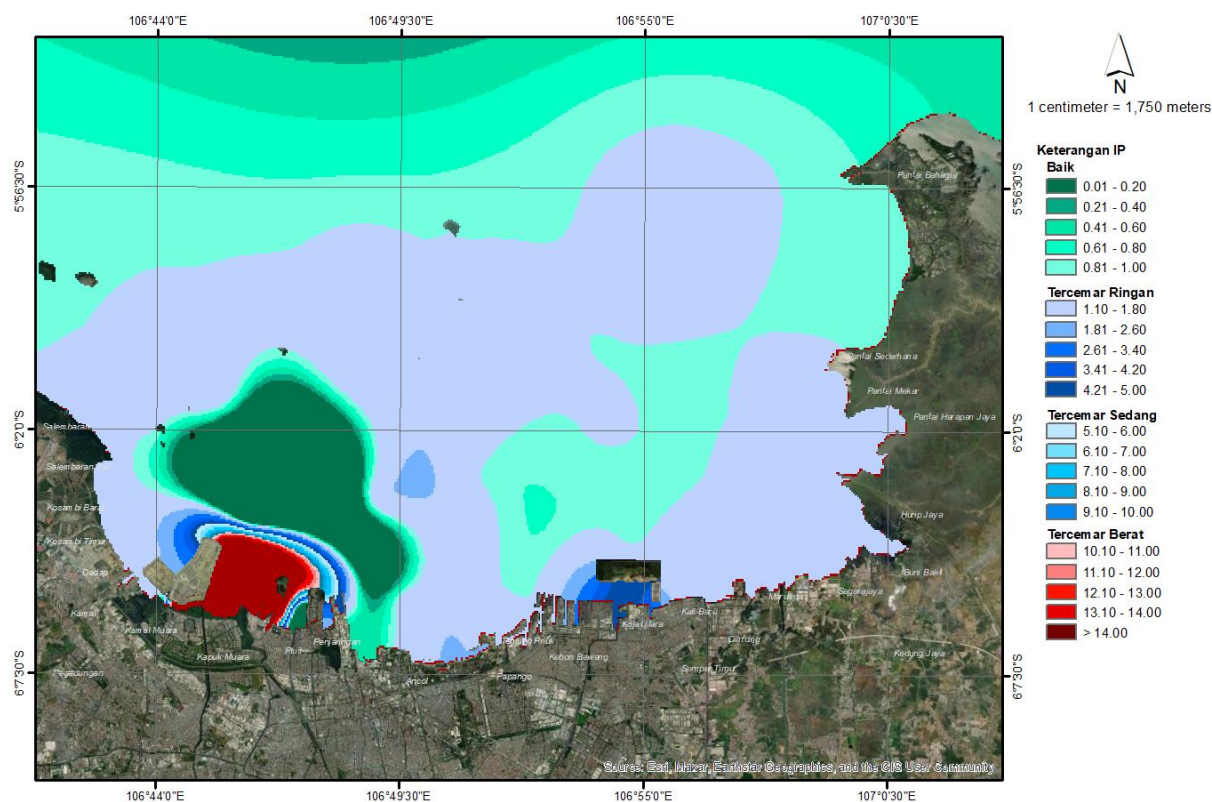
Sementara pada periode 2 (**Gambar 185**) nilai IP yang termasuk dalam status tercemar berat saat pasang didapatkan pada stasiun pengamatan Muara Angke, Cengkareng Drain dan Muara Kamal. Adapun status tercemar berat saat surut ditemukan pada stasiun BKT, Muara Angke, Cengkareng Drain dan Muara Kamal. Rendahnya nilai IP baik pada periode 1 dan 2 disebabkan oleh parameter seperti kekeruhan, TSS, total coliform serta parameter kesuburan perairan yaitu nitrat, fosfat dan ammonia.

Peta Indeks Pencemaran Teluk Jakarta, Maret 2022



Gambar 184. Peta Indeks Pencemaran Teluk Jakarta Periode 1

Peta Sebaran Indeks Pencemaran Teluk Jakarta, Agustus 2022



Gambar 185. Peta Indeks Pencemaran Teluk Jakarta Periode 2

BAB 5. REKOMENDASI

Rekomendasi dalam kegiatan ini terbagi kedalam 2 kelompok yaitu: (1) Rekomendasi Kebijakan; dan (2) Rekomendasi terkait teknis (baik metodologi maupun tindaklanjut) dari hasil dan rencana kegiatan monitoring pada tahun yang akan datang.

5.1 Rekomendasi Kebijakan

1. Perlu pedoman dan kebijakan sebagai dasar dalam pelaksanaan kegiatan monitoring kualitas air Teluk Jakarta dan Kepulauan Seribu yang harus dilakukan secara kontinu minimal dua kali dalam setahun yang mewakili musim barat dan timur dan sebagai program tetap dinas terkait;
2. Perlu dilakukannya monitoring secara rutin terkait laju sedimentasi minimal mewakili musim atau setiap bulan pada lokasi yang dianggap kritis seperti sekitar area reklamasi dan sekitar daerah perikanan. Sedangkan pemanfaatan laju sedimentasi pada area lain dapat dipilih secara representatif;
3. Kebijakan pemanfaatan ruang di Teluk Jakarta selain berpedoman pada rencana zonasi pesisir, laut dan pulau kecil, selanjutnya dapat menggunakan informasi hasil monitoring ini untuk menyusun rencana aksi dan aktivitas pembangunan yang terkait keterlibatan manusia dan biota lainnya. Selain itu rekomendasi ini juga dapat digunakan untuk memulai kegiatan dalam rangka mengurangi risiko usaha dan lingkungan;
4. Perlu adanya dukungan kebijakan dalam pemanfaatan sistem teknologi monitoring terhadap indikator kunci sebagai upaya mitigasi risiko sedimentasi, risiko deoksigenasi dan risiko alga bloom serta risiko peningkatan toksisitas dalam Teluk dan risiko beban limbah plastik;
5. Perlu dukungan anggaran untuk menyiapkan fasilitas dan sistem monitoring secara online di perairan Muara dan Pesisir Teluk Jakarta;
6. Parameter kunci yang perlu dipantau di daerah Teluk secara *real time* adalah Suhu, Oksigen, Fosfat, Nitrat dan Laju Sedimentasi. Pemantauan suhu dan oksigen diperlukan untuk memantau risiko adanya peningkatan kesuburan perairan dan potensi alga bloom. Alga bloom sangat berisiko terhadap ikan dan biota air lainnya serta manusia. Sedangkan deoksigenasi menjadi indikator kelayakan hidup biota air;

7. Perlu melakukan identifikasi sumber pencemar di perairan sungai yang bermuara ke Teluk Jakarta untuk parameter limbah berbahaya seperti buangan obat-obatan (limbah medis dan logam);
8. Monitoring sedimentasi harus dilakukan secara rutin setiap bulan untuk melihat tingkat sedimentasi dari sungai yang masuk ke badan perairan Teluk; dan
9. Memperkuat koordinasi dan kerjasama dengan daerah sekitar Jakarta (Tangerang, Bogor, Bekasi, Karawang dalam lingkup kabupaten atau dengan Provinsi Jawa Barat dan Banten dalam pengawasan terhadap bahan pencemar yang akan masuk ke badan air). Mekanisme koordinasi ini dapat dilakukan melalui kerjasama terstruktur dalam bentuk pemantauan bersama atau kerjasama koordinasi dalam evaluasi bersama terhadap hasil-hasil monitoring dari setiap daerah. Upaya ini merupakan langkah strategis untuk mengurangi potensi bahan pencemar yang masuk ke badan air.

5.2 Rekomendasi Teknis

Hasil kajian kualitas air Teluk Jakarta yang dianalisis dari data series hasil monitoring parameter kualitas air (suhu, salinitas, nitrat, fosfat dan beberapa logam berat) serta hasil simulasi model sebaran TSS dengan skenario musim barat dan musim timur, masih banyak yang perlu dilakukan dimasa yang akan datang untuk memperbaiki kualitas data, keterwakilan skala waktu (pasang, surut, musim hujan dan musim kemarau), lokasi sampling serta input data debit dari beberapa sungai besar yang bermuara ke dalam teluk.

Untuk kepentingan hal diatas validasi data lapangan dan pengembangan sensor untuk melakukan pengukuran secara otomatis sangat dibutuhkan. Disamping secara terus menerus melakukan sosialisasi kepada masyarakat untuk ikut Bersama-sama menjaga lingkungan Teluk Jakarta juga diperlukan adanya komunikasi lintas sektoral untuk bersama-sama saling menguatkan program kali bersih, pengelolaan Teluk Jakarta sehingga lingkungan teluk tetap bersih dan sehat. Secara tidak langsung sudah ikut mengisi program internasional SDGs khususnya SDG 14, *life below water*.

Agar program ini berkelanjutan, semakin baik dan memberikan manfaat nyata kepada masyarakat (*continously improvement*) di masa yang akan datang, maka diperlukan program-

program perbaikan yang dapat dikelompokkan menjadi program jangka pendek, jangka menengah dan jangka Panjang.

Tabel 36. Rekomendasi Operasional

Kegiatan	Jangka Pendek	Jangka Menengah	Jangka Panjang
Melakukan pengukuran debit sungai, TSS dan, oksigen, nitrat, fosfat serta parameter lingkungan lainnya secara berkala sesuai dengan waktu pasang dan surut (pasang purnama/perbani atau <i>spring</i> dan <i>neap tide</i>), mewakili musim hujan dan kemarau serta musim.			
Perlu adanya stasiun permanen yang terjamin keamanannya selama pengamatan laju sedimentasi			
Memasang alat <i>sediment trap</i> d sekitar Pulau C dan D dan juga di 3 zona (muara sungai, dekat pantai, jauh dengan pantai)			
Menyusun kriteria nilai konsentrasi aman, peringatan dan bahaya terhadap beberapa parameter kunci Kesehatan lingkungan.			
Sosialisasi program pengurangan pembuangan sampah ke sungai kepada masyarakat			
Memasang alat ukur otomatis di beberapa titik pantau (sensor, suhu, salinitas, TSS, nitrat, fosfat dsb.) sebagai alarm atau peringatan dini bila ada peningkatan konsentrasi yg signifikan yang bisa memicu <i>algae bloom</i> .			
Melakukan kajian toksisitas dari jenis-jenis algae yang mengalami blooming atau algae dominan untukantisipasi <i>red tide</i>			
Membuat peta spasial dari Indeks Kualitas air, Indeks Pencemaran, sebaran parameter kunci kualitas air, dan sebaran spasial beberapa indikator kunci seperti DO, TSS, Suhu, Kelimpahan Plankton.			
Membentuk konsorsium Teluk Jakarta (Pemda, NGO, Lembaga Riset, Universitas, pemerhati lingkungan) untuk melakukan oeminar, workshop Bersama untuk membicarakan segala aspek terkait dengan lingkungan Teluk Jakarta			
Menyusun algoritma indeks pencemaran dan indeks kualitas air berdasarkan data data monitoring sebagai dasar penyiapan pembuatan aplikasi atau modeling			
Koordinasi lintas wilayah dalam upaya pengurangan input sungai serta monitoring bersama di sungai			
Membuat sistem <i>data base</i> kualitas lingkungan Teluk Jakarta, yang bisa diakses oleh pengguna.			
Menyiapkan aplikasi dari <i>database</i> yang sudah disusun yang dapat diupdate			

Tabel 37. Rekomendasi Arahkan Perbaikan Metodologi

Keterangan	Arahkan
Penetapan Stasiun Pemantauan	
Stasiun Pemantauan Reguler	Stasiun Pemantauan untuk daerah teluk sudah cukup representative dan mewakili dari titik titik yang ada saat ini.
Stasiun Pemantauan Terkait Sedimentasi di Sekitar Daerah Reklamasi	<p>Untuk memantau tingkat sedimentasi di sekitar daerah reklamasi, maka sebaiknya dilakukan sekurang-kurangnya 6 titik pengamatan, yaitu disisi utara (barat, tengah (antara bulan C dan D) dan timur), disisi selatan (barat (antara pulau C dan D) dan timur).</p> <p>Selain itu juga dilakukan pemantauan laju sedimentasi dengan memasang <i>sediment trap</i> pada zona tepi (tiap Muara sungai), zona pesisir, representative 3 titik dan zona kearah tengah teluk 3 lokasi.</p> <p>Total titik pantau sedimen diluar program monitoring reguler adalah</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Daerah Reklamasi 6 titik 2. Daerah Muara 13 titik 3. Daerah Pesisir 3 titik 4. Daerah Tengah 3 titik <p>Total daerah pemantauan laju sedimen adalah 25 titik dengan menggunakan <i>sediment trap</i>.</p> <p>Lama waktu pengamatan disetiap titik adalah 3x24 jam.</p>

	<p>Parameter yang dipantau pada titik ini yaitu TSS dan Laju Sedimentasi, serta Debit Air sungai (khusus Muara sungai).</p> <p>Waktu pemantauan: Pemantauan TSS dilakukan bersamaan dengan kegiatan sampling monitoring reguler, sedang kegiatan pemantauan sedimentasi dilakukan pada waktu musim barat dan timur seperti skema tabel berikut</p> <table><tr><td>Musim</td><td>Waktu</td><td>Titik</td><td>Waktu Pemantauan</td></tr><tr><td>Musim Timur</td><td>Pasang-Surut</td><td>25</td><td>3 x 24 jam (72 jam)</td></tr><tr><td>Musim Barat</td><td>Pasang-Surut</td><td>25</td><td>3 x 24 jam (72 jam)</td></tr></table>	Musim	Waktu	Titik	Waktu Pemantauan	Musim Timur	Pasang-Surut	25	3 x 24 jam (72 jam)	Musim Barat	Pasang-Surut	25	3 x 24 jam (72 jam)
Musim	Waktu	Titik	Waktu Pemantauan										
Musim Timur	Pasang-Surut	25	3 x 24 jam (72 jam)										
Musim Barat	Pasang-Surut	25	3 x 24 jam (72 jam)										
Metode Pengumpulan dan Analisis Sampel	<p>Pengumpulan data kualitas air harus mengikuti metode standar kualitas air. Untuk proses pengambilan sampel, penanganan dan analisis sekurangnya dilakukan oleh lab terakreditasi nasional (KAN).</p>												

BAB 6. KESIMPULAN

- Fisika Perairan Teluk Jakarta

Teluk Jakarta memiliki pulau-pulau reklamasi di Muara-Muara tertentu di dalam Teluk, hal ini secara langsung mempengaruhi kondisi kecepatan dan arah arus, sehingga secara langsung akan mempengaruhi *flushing* air laut Teluk Jakarta dan menyebabkan terjadinya akumulasi beban pencemaran yang terus meningkat di Teluk Jakarta. Nilai kritis yang harus diperhatikan pada parameter fisika adalah kekeruhan dan nilai TSS pada tahun 2022 beberapa titik mengalami angka yang sangat melebihi baku mutu sehingga secara langsung akan mempengaruhi *flushing* air laut Teluk Jakarta dan menyebabkan terjadinya akumulasi beban pencemaran yang terus meningkat di Teluk Jakarta.

- Kimia Perairan Teluk Jakarta

Parameter kualitas air perairan Teluk Jakarta pada pemantauan periode I dan II Tahun 2022 mengalami kondisi tidak memenuhi baku mutu pada parameter TSS, oksigen terlarut, nitrat, fosfat dan ammonia, total coli, fecal coli dan kandungan logam terlarut lainnya. Hal tersebut cenderung diakibatkan oleh kandungan limbah organik dan industri dari sumber daratan yang masuk melalui perairan Muara dan menyebar di perairan laut Teluk Jakarta. Kondisi ini juga didukung pola arus dan gelombang serta adanya alur pelayaran, sehingga menambah dinamis dan kompleksitas perairan Teluk Jakarta.

- Hubungan Kualitas Air dan Kelimpahan Plankton

Secara umum kelimpahan plankton yang terukur di dominasi oleh kelas *Bacillariophyceae*, *Dinophyceae* dan *Cyanophyceae*. Hal ini dikarenakan jenis tersebut bersifat kosmopolit dan penyebarannya luas serta memiliki tingkat toleransi yang tinggi terhadap perubahan-perubahan faktor lingkungan.

Hasil analisis hubungan konsentrasi nitrat dan fosfat dengan kelimpahan fitoplankton dan zooplankton menunjukkan hubungan yang tergolong lemah. Hal tersebut dapat terjadi karena terdapat faktor fisika-kimia lain yang dapat mempengaruhi kelimpahan plankton seperti intensitas cahaya, suhu, salinitas, pH dan zat pencemar yang berperan dalam menentukan keberadaan jenis plankton di perairan.

- **Indeks Pencemaran Teluk Jakarta**

Arah angin dan transport arus dapat mempengaruhi persebaran bahan pencemar dimana pada kondisi musim barat kecepatan angin bersumber dari barat dan menuju sisi timur Teluk Jakarta, sehingga secara umum zona timur mengalami penurunan kualitas air akibat menumpuknya beban polutan yang disebabkan pola arus dan gelombang. Sedangkan kondisi musim timur kecepatan angin bersumber dari tenggara dan menuju sisi barat Teluk Jakarta, sehingga secara umum zona barat mengalami penurunan kualitas air akibat menumpuknya beban polutan yang disebabkan pola arus dan gelombang.

Adanya pulau-pulau reklamasi di sisi barat juga berpotensi mempengaruhi pola sirkulasi arus dan gelombang laut yang mengurangi proses *flushing* alami, sehingga bahan organik dan anorganik di mulut Muara tidak tersebar merata yang menyebabkan pada kondisi musim barat dan timur ditemukan pada beberapa stasiun seperti Muara Kamal, Cengkareng Drain, Muara Angke, BKT dan Muara Gembong yang memiliki status indeks pencemaran dengan kategori tercemar berat serta status indeks kualitas air sangat kurang.

Berdasarkan hasil *time series* parameter Kekeruhan, TSS, Fosfat, Nitrat dan Amonia pada periode 2015 hingga 2022, secara umum mengalami peningkatan dari tahun-tahun sebelumnya. Hal tersebut disebabkan adanya masukan bahan organik dan anorganik dari daratan pemukiman penduduk melalui muara ke perairan Teluk.

- **Model Hidrooseanografi Teluk Jakarta**

Hasil analisis model pada musim barat menunjukkany pola sebaran parameter kunci cenderung terfokus pada sisi timur Teluk Jakarta. Hal tersebut disebabkan pola sebaran angin cenderung bertiup dari sisi barat hingga ke tenggara. Kondisi angin ini menyebabkan terjadinya gelombang dan pergerakan arus yang membawa material bahan-bahan organik dan anorganik menyebar ke sisi timur Teluk Jakarta. Kondisi perairan Muara sisi barat yang relatif dangkal dan terdapat tanggul pemecah gelombang (Pluit), serta adanya pulau reklamasi (Kamal dan Cengkareng drain), menyebabkan pola sirkulasi air laut tertahan, sehingga ditemukan kondisi-kondisi Muara yang memiliki nilai parameter kunci yang melebihi baku mutu pada sisi barat Teluk Jakarta.

Hasil analisis model pada musim timur menunjukkan pola sebaran parameter kunci

cenderung terfokus pada sisi barat Teluk Jakarta, hal ini dikarenakan pola sebaran angin cenderung bertiup dari sisi tenggara hingga ke barat. Kondisi angin ini menyebabkan terjadinya gelombang dan pergerakan arus yang membawa material bahan-bahan organik dan anorganik menyebar ke sisi timur Teluk Jakarta. Kondisi perairan Muara sisi timur yang relatif dangkal dan terdapat tanggul-tanggul pelabuhan-pelabuhan peti kemas seperti Cilincing dan Marunda, hal ini menyebabkan sirkulasi air cenderung tertahan, sehingga ditemukan kondisi-kondisi Muara yang memiliki nilai parameter kunci yang melebihi baku mutu pada sisi barat Teluk Jakarta.

DAFTAR PUSTAKA

- Adrianto L. 2005. Valuasi Ekonomi Sumberdaya Pulau-Pulau Kecil. Direktorat Jenderal Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil, Departemen Kelautan dan Perikanan. Mataram, 28 Juli 2005.
- Afed Ullah K, Jiang J, Wang P. 2018. Land use impacts on surface water quality by statistical approaches. *Global Journal of Environmental Science and Management* 4: 231–250.
- ASTDR. 199. Toxicological Profile for Total Petroleum Hydrocarbons (TPH). U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Services. Atlanta, GA.
- Barth, A., Beckers, J.-M., Troupin, C., Alvera-Azcárate, A., and Vandenbulcke, L.: divand-1.0: n-dimensional variational data analysis for ocean observations, *Geosci. Model Dev.*, 7, 225–241, doi:10.5194/gmd-7-225-2014, 2014.
- Bonnin EP, Biddinger EJ, Botte GG. 2008. Effect of Catalyst on Electrolysis of Ammonia Effluents. *Journal of Power Sources* 182(1): 284-290.
- Brower JE, Zar JH. 1990. Field and Laboratory Methods for General Ecology. Third Edition. Dubuque, Iowa: C Brown Publisher.
- Carpenter, DO. 2013. Effects of Persistence and Bioactive Organic Pollutants of Human Health (Google eBook). Retrieved from [http:// books.google.com/ books? hl= en&lr= &id=iR0oAAAAQBAJ&pgis=1](http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=iR0oAAAAQBAJ&pgis=1).
- Dahlia H. 2009. Studi Keterkaitan Beban Limbah Terhadap Kualitas Perairan (Studi Kasus Kamal Muara). Tesis. Sekolah Pasca Sarjana. IPB. Bogor.
- Damar A. 2004. Effects of Enrichment on Nutrient Dynamics, Phytoplankton Dynamics and Productivity in Indonesia Tropical Waters: A Comparison between Jakarta Bay, Lampung Bay and Semangka Bay.
- Djokosetiyanto D, Sunarma A, Widanarni. 2008. Perubahan Ammonia (NH₃-N), Nitrit (NO₂-N) dan Nitrat (NO₃-N) pada Media Pemeliharaan Ikan Nila Merah (*Oreochromis* Sp.) di dalam Sistem Resirkulasi. *Jurnal Akuakultur Indonesia* 7: 19–24
- Effendi H. 2003. Telaah Kualitas Air, Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Cetakan Kelima. Yogyakarta: Kanisius.
- Engelund F, Fredsoe J. 1976. A sediment transport model for straight alluvial channels. *Nordic Hydrology* 7. 293-306.

- Febriyanti L, Purnomo PW, A'in C. 2017. Karakteristik Oseanografi dan Sedimentasi di Perairan Tererosi Desa Bedono, Demak pada Musim Barat. *J Maquares*. 6(4): 367-375.
- Gypens N, Borges AV, Lancelot C. 2009. Effect of Eutrophication on Air-Sea CO₂ Fluxes in The Coastal Southern North Sea: A Model Study of The Past 50 Years. *Global Change Biology* 15(4):1040-1056.
- Hakim. 2003. Bioakumulasi (Hg) pada Makrozoobentos di Perairan Sungai Kaligarang Semarang. Tesis. UGM.
- Hamuna B, Tanjung, RHR, Suwito, Maury HK, Alianto. 2018. Kajian kualitas air laut dan indeks pencemaran berdasarkan parameter fisika-kimia di Perairan Distrik Depapre, Jayapura. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 16 (1): 35-43.
- Hendrawan IG, Uniluha D, Maharta IPRF. 2016. Karakteristik total padatan tersuspensi (total suspended solid) dan kekeruhan (Turbidity) secara vertical di Perairan Teluk Benoa, Bali. *Journal of Marine and Aquatic*. 2: 29-33.
- Hutabarat S, Evans SM. 1986. Kunci Identifikasi Zooplankton. Cetakan Pertama. Jakarta: UI Press/ ix+ 98p.
- Hutagalung HP. 1988. Pengaruh Suhu Terhadap Kehidupan Organisme Laut. *Pewarta Oseana*. LON-LIPI, Jakarta (13): 153-163.
- Jones-Lee A, Lee FG. 2005. Eutrophication (Excessive Fertilization) *Water Encyclopedia: Surface and Agricultural Water*. Hoboken, NJ: Wiley, p. 107-114.
- Krebs CJ. 1972. *Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. Harper & Row Publishers. 694p.
- Krone RB. 1962. Flume studies of the transport of sediment in estuarine processes. Hydraulic Engineering Laboratory and Sanitary Engineering Research Laboratory, Univ. of California, Berkley, California, Final Report.
- Kwok CK, Liang Y, Leung SY, Wang H, Dong YH, Young L, Wong MH. 2013. Biota-sediment accumulation factor (BSAF), bioaccumulation factor (BAF), and contaminant levels in prey fish to indicate the extent of PAHs and OCPs contamination in eggs of waterbirds. *Environmental Science and Pollution Research*, 20(12), 8254-8434. <https://doi.org/10.1007/s11356-013-1809-4>.

- Mahyudin M, Soemarno S, Prayogo TB. 2015. Analisis kualitas air dan strategi pengendalian pencemaran air Sungai Metro di Kota Kepanjen Kabupaten Malang. *Indonesian Journal of Environment and Sustainable Development* 6: 105-114.
- Marlena B. 2012. Kajian Pengelolaan Sub DAS Garang Hulu terhadap Kualitas Air Sungai. *Tesis*. Universitas Diponegoro: Semarang.
- Marlian N. 2016. Analisis Variasi Konsentrasi Unsur Hara Nitrogen, Fosfat dan Silikat (N, P dan Si) di Perairan Teluk Meulaboh Aceh Barat. *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal* 3(1).
- Mehta AJ, Hayter EJ, Parker WR, Krone RB, Teeter AM. 1989. Cohesive Sediment Transport. I: Process Description. *Journal of Hydraulic Eng.*, 115(8):1076-1093.
- Neff, J.M. 2002. Bioaccumulation in marine organisms: effect of contaminants from oil well produced water. Elsevier (1st ed Vol. 468). Massachusetts: Elsevier. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-08-043716-3.X5000-3>.
- Nordborg FM, Flores F, Brinkman DL, Agusti S, Negri AP. 2018. Phototoxic effects of two common marine fuels on the settlement success of the coral *Acropora tenuis*. *Scientific Reports*, 8(1), 8635. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-26972-7>.
- Nybakken JW. 1992. Biologi Laut. Suatu Pendekatan Ekologis. Cetakan ke dua (alih bahasa oleh H.M. Eidman, Koesbiono. D.G. Bengen, M. Hutomo dan S. Sukardjo). Jakarta: P.T. Gramedia Pustaka Utama. 36-37 p;41-48p dan 74-83p.
- Odum EP. 1993. Dasar-Dasar Ekologi Edisi Ketiga. Diterjemahkan oleh T. Samingan. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Oktavia SR, Effendi H, Hariyadi S. 2018. Status mutu air Kali Angke di Bogor, Tangerang, dan Jakarta. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan*. 2(3): 220-234.
- Patty SI, Arfah H, Abdul MS. 2015. Zat hara (fosfat, nitrat), oksigen terlarut dan pH kaitannya dengan kesuburan di Perairan Jikumerasa, Pulau Buru. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*. 1 (1): 43-50.
- Prihatiningsih. 2004. Struktur Komunitas Makrozoobentos Di Perairan Teluk Jakarta. {Skripsi}. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

- Puspitasari RL, Elfidasari D, Aulunia R, Ariani F. 2017. Studi kualitas air sungai Ciliwung berdasarkan bakteri indikator pencemaran pasca kegiatan bersih Ciliwung 2015. *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi* 3: 156–162.
- Ratnaningsih D, Lestari RP, Nazir E, Fauzi R. 2018. Pengembangan indeks kualitas air sebagai alternatif penilaian kualitas air sungai. *Jurnal Ecolab*. 12(2): 53-102.
- Rijn LC. 1984. Sediment transport, part II suspended load transport. *Journal of Hydraulic Engineering*. 110(10).
- Risamasu FJ, Prayitno HB. 2012. Kajian Zat Hara Fosfat, Nitrit, Nitrat dan Silikat di Perairan Kepulauan Matasiri. Kalimantan Selatan. *Ilmu Kelautan: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 16(3): 135-142.
- Rumanta, M., Latief, A., Rahayu, U., Ratnaningsih, A., & Nurdin, G. 2008. Konsentrasi Timbal (Pb) Pada Perairan Di Sekitar Teluk Jakarta. *Jurnal Matematika Sains Dan Teknologi*, 9(1): 31-36.
- Rumanti M, S.Rudiyanti, M.N.Suparjo. 2014. Hubungan Antara Kandungan Nitrat Dan Fosfat Dengan Kelimpahan Fitoplankton Di Sungai Brengi Kabupaten Pekalongan. *Management of Aquatic Resources Journal*
- Sorensen EM. 1991. Metal Poisoning in Fish. CRC Press, New York, 95-109 pp.
- Speight J. 2014. The Chemistry and Technology of Petroleum, Fifth Edition. <https://doi.org/10.1201/b16559>.
- Stephenson, A. G. 2016. Harmonic Analysis of Tides Using Tide Harmonics. <https://CRAN.R-project.org/package=TideHarmonics>.
- Suryono CA. 2016. Polusi logam berat antropogenik (As, Hg, Cr, Pb, Cu dan Fe) pada pesisir Kecamatan Tugu Kota Semarang Jawa Tengah. *Jurnal Kelautan Tropis*. 19 (1): 37-42.
- Suwari. 2010. Model Pengendalian Pencemaran Air pada Wilayah Kali Surabaya. Disertasi: Institut Pertanian Bogor.
- Van der Graaf, J. de Vlas, M Herlyn, J Voss, K Heyer & J Drent. 2009. Wadden Sea Ecosystem Quality Status Report: Macrozoobenthos. Trilateral Monitoring and Assessment Group. Wadden Sea Secretariat. 28p.
- Wu JT. 1984. Phytoplankton as bioindicator for water quality in Taipei. *Bot. Bull. Academia Sinica*. 25: 205-14.

- Wulandari I, Yogaswara D, Khozanah, Edward, Rositasari R, Falahudin D. 2019. Pengukuran Total Petroleum Hidrokarbon (TPH) Melalui Pendekatan Kadar Minyak-Lemak dalam Sedimen di Perairan Delta Cimanuk, Jawa Barat. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia* 2019 4(2):123-132.
- Yalin MS. 1972. *Mechanics of Sediment Transport*. Pergamon Press Ltd. Hendington Hill Hall, Oxford.
- Zainab S. 2001. *Struktur Komunitas Makrozoobenthos di Perairan Teluk Jakarta dan Teluk Banten*. [Skripsi}. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Perlengkapan Survei Kualitas Perairan



pH Meter (Eutech pH 6+)



DO Meter (Lutron DO-5510)



Van Dorn Water Sampler



Peterson Grab



Turbidimeter (Hach 2100Q)



TDS Meter (Eutech CON450)



Plankton Net



Secchi Disc

Lampiran 2. Perlengkapan Survei Oseanografi



CTD AML MINOS-X



**Electromagnetic Current Meter
INFINITY Compact EM**



Echosounder – Garmin GPSMAP 585



Sediment Trap

Lampiran 3. Dokumentasi Kegiatan Pemantauan

