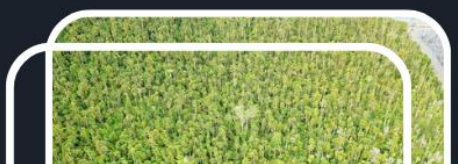
Analisis Peta Tematik Jasa Ekosistem dan Daya Dukung Daya Tampung Lingkungan Hidup (DDDTLH) di Teluk Balikpapan

Dinas Lingkungan Hidup
Provinsi Kalimantan Timur
(Tahun 2023)

Analisis Peta Tematik Jasa Ekosistem dan Daya Dukung Daya Tampung Lingkungan Hidup (DDDTLH) di Teluk Balikpapan

Penyusun:
Rustam, Ariyanto, Arie Prasetya, Alif Rizky Utama, Muhammad Jalaluddin, Muhammad Chamidin dan Rima Auliyati Wulandari

(Tahun Anggaran 2023)



Kata Pengantar

Daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup merupakan satu hal yang penting yang dipertimbangkan dalam rencana pembangunan dan terutama pada aktivitas pembangunan berbasis lahan.

Analisis daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup berbasis pada data spasial terutama pada data tutupan lahan. Area berhutan menjadi penentu dan menjadi faktor penting dalam penentuan status daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup.

Daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup menggunakan pendekatan jasa lingkungan. Jasa lingkungan menjadi sangat penting bahwa area berhutan merupakan faktor sangat penting dan memiliki fungsi ekologis secara langsung terhadap jasa lingkungan yang berpengaruh secara langsung dan tidak langsung terhadap aktivitas kehidupan manusia.

Analisis daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup di Teluk Balikpapan menjadi informasi yang dapat dipertimbangkan dalam aktivitas pembangunan termasuk perlindungan dan pelestarian kawasan Teluk Balikpapan. Sebagai kawasan strategis, ditetapkan sebagai kawasan ekosistem asensial oleh Gubernur Kalimantan Timur, serta saat ini sebagai kawasan hulu Teluk Balikapapan merupakan kawasan Ibu Kota Negara (IKN) Nusantara. Sebagai area IKN tentu analisis daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup telah dianalisis. Namun tentu hanya area Teluk Balikpapan yang masuk ke dalam deliniasi IKN yang dianalisis. Kajian ini melakukan analisis daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup pada seluruh area Teluk Balikpapan berdasarkan batas Daerah Aliran Sungai yang masuk pada beberapa batas administrasi, seperti IKN, Kabupaten Penajam Paser Utara dan Kota Balikpapan.

Teluk Balikpapan masih didominasi oleh daya dukung air dan daya dukung pertanian yang belum terlampui, namun terdapat peluang tergerus mengingat aktivitas pembangunan di wilayah ini sangat masiv, selain karena adanya IKN juga terdapat pemukiman dan perizinan pertambangan dan kehutanan, termasuk kawasan industri. Kondisi daya

dukung dan daya tampung lingkungan hidup pada kawasan terrestrial juga sangat berpengaruh terhadap daya dukung dan daya tampung pada area perairan, dan bersifat linear. Oleh karenanya menjaga kawasan berhutan di area terrestrial menjadi faktor kunci terhadap daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup di seluruh kawasan.

Terdapat jasa lingkungan yang relatif masih bagus yang secara ekologis berfungsi untuk mendukung berbagai aktivitas dan kesejahteraan manusia, seperti pencegahan bencana, penyediaan pemurnian air, dan lain-lain.

Kajian ini termasuk kajian komprehensif dan berbagai keterbatasan namun diharapkan dapat berguna sebagai salah satu bahan yang dapat dipertimbangkan untuk analisis lanjutan, termasuk mempertimbangkan analisis pada kajian ini untuk rencana pengelolaan Teluk Balikpapan yang lebih baik. Semoga bermanfaat!

Samarinda, Desember 2023

Salam Lestari

Penyusun

Daftar Isi

Tubuh Utama	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan	2
C. Ruang Lingkup	3
D. Dasar Hukum	3
E. Metodologi	6
II. PENDEKATAKAN TEORI	16
A. Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan Hidup	16
B. Ekoregion	17
C. Jasa Ekosistem	22
III. HASIL IDENTIFIKASI	31
IV. PENUTUP	78
A. Kesimpulan	78
B. Rekomendasi	79
PUSTAKA	80

Daftar Tabel

No.	Judul	Halaman
1.01.	Sintesa Studi Daya Dukung Daya Tampung Lingkungan Hidup yang sudah dilakukan	10
3.01.	Luas Sub Das di Teluk Balikpapan	34
3.02.	Luas masing-masing fungsi kawasan di Teluk Balikpapan	39
3.03.	Komoditi Palawija di Kabupaten Penajam Paser Utara tahun 2018	49
3.04.	Luas Tanam dan Luas Panen Padi Sawah dan Padi Ladang di Kabupaten Penajam Paser Utara	50
3.05.	Pendugaan Daya Dukung Teluk Balikpapan dengan beberapa Parameter Beban Pencemar	51
3.06.	Indeks Kualitas Air Laut (IKAL) pada pemantauan tahun 2019, 2020 dan 2021 terlihat adanya peningkatan kategori medium menjadi baik	65
3.07.	Indeks Kualitas Air Laut Teluk Balikpapan (Agustus 2022)	65
3.08.	Jasa Lingkungan Penyedia Air di Teluk Balikpapan Teluk Balikpapan	68
3.09.	Jasa Lingkungan Pengaturan Pemurnian Air di Teluk Balikpapan Teluk Balikpapan	69
3.10.	Jasa Lingkungan Pengaturan Tata Air di Teluk Balikpapan Teluk Balikpapan	70
3.11.	Jasa Lingkungan Pengaturan Tata Aliran Air dan Banjir di Teluk Balikpapan	71

3.12. Jasa Lingkungan Pembentukan Tanah dan Pemeliharaan Kesuburan di Teluk Balikpapan 72

3.13. Jasa Lingkungan Pencegahan dan Perlindungan Bencana Alam di Teluk Balikpapan 73

3.14. Jasa Lingkungan Estetika Alam di Teluk Balikpapan 75

3.15. Jasa Lingkungan Pemelihara Kualitas Udara di Teluk Balikpapan 77

Daftar Gambar

No.	Judul	Halaman
1.01.	Prosedur Penyusunan Peta Daya Dukung Daya Tampung berbasis Jasa Lingkungan (KLHK,2020)	9
1.02.	Perkembangan proses identifikasi Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan Hidup (Sumber KLHK & IAP, 2023)	12
1.03.	Proses identifikasi daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup	14
3.01.	Peta Wilayah Administrasi Teluk Balik Papan	32
3.02.	Peta sub Daerah Aliran Air di Teluk Balikpapan	33
3.03.	Salah satu DAS (Sub DAS Tempadung) yang mengalir ke Teluk Balikpapan (photo drone hasil kunjungan lapangan)	34
3.04.	Peta Tutupan Lahan Teluk Balikpapan	35
3.05.	Grafik Informasi Tutupan Lahan Teluk Balikpapan	36
3.06.	Photo drone tutupan lahan sebelah barat Sungai Wain Balikpapan di jalan menuju jembatan Pulau Balang (photo hasil kunjungan lapangan)	36
3.07.	Photo drone tutupan hutan mangrove di Teluk Balikpapan dan tutupan lahan berupa hutan tanaman dan hutan sekunder di PT IHM	37
3.08.	Kondisi Tututpan Lahan Kawasan Teluk Balikpapan sejak Tahun 2000 hingga Tahun 2022	38
3.09.	Peta Fungsi Kawasan Teluk Balikpapan	39
3.10.	Luas dan Proporsi Fungsi Kawasan Teluk Balikpapan	40
3.11.	Daya Dukung Air di Kawasan Teluk Balikpapan	41

3.12. Luas dan Proporsi Status Daya Dukung Air di Kawasan Teluk Balikpapan 42

3.13. Lokasi Pembangunan Bendungan dan Peningkatan Intake di IKN untuk Ketahanan Air (Sumber: Kementerian PPN/Bapenas dan KLHS MP IKN, 2020) 43

3.14. Alternatif Ketahanan Air di IKN dari Sungai Mahakam (Sumber: Kementerian PPN/Bapenas dan KLHS MP IKN, 2020) 45

3.15. Kondisi Sungai Mahakam dan Bekas Logpond IHM di Desa Tanjung Harapan Kecamatan Sebulu Kutai Kartanegara 46

3.16. Kondisi Tutupan Berhutan di Sub-DAS Mentawir Teluk Balikpapan. 47

3.17. Kondisi Tutupan Berhutan di Sub-DAS Tempadung Teluk Balikpapan 47

3.18. Daya Dukung Pangan di Kawasan Teluk Balikpapan 48

3.19. Luasan Daya Dukung Pangan di Kawasan Teluk Balikpapan 48

3.20. Produksi Palawija (Ton) di Kabupaten Penajam Paser Utara Tahun 2016-2019 50

3.21. Pola sebaran BOD5 di Teluk Balikpapan..... 52

3.22. Peningkatan konsentrasi sebaran BOD maksimum akibat buangan outfall pada Musim Barat..... 53

3.23. Peningkatan konsentrasi sebaran BOD maksimum akibat buangan outfall pada Musim Timur 53

3.24. Pola sebaran TSS di Teluk Balikpapan 54

3.25. Peningkatan konsentrasi sebaran TSS maksimum akibat buangan outfall pada Musim Barat..... 55

3.26. Peningkatan konsentrasi sebaran TSS maksimum akibat buangan outfall pada Musim Timur 55

3.27. Pola sebaran Minyak dan Lemak (Surfer) di Teluk Balikpapan 56

3.28. Peningkatan konsentrasi sebaran Minyak dan Lemak maksimum akibat buangan outfall pada Musim Barat 57

3.29. Peningkatan konsentrasi sebaran Minyak dan Lemak maksimum akibat buangan outfall pada Musim Timur..... 57

3.30. Pola sebaran Minyak dan Lemak (Surfer) di Teluk Balikpapan 58

3.31. Peningkatan konsentrasi sebaran Amonia (NH3-N) maksimum akibat buangan outfall pada Musim Barat 59

3.32. Peningkatan konsentrasi sebaran Amonia (NH3-N) maksimum akibat buangan outfall pada Musim Timur..... 59

3.33. Pola sebaran Nitrat (NO3-N) di Teluk Balikpapan 60

3.34. Peningkatan konsentrasi sebaran Nitrat (NO3-N) maksimum akibat buangan outfall pada Musim Barat 61

3.35. Peningkatan konsentrasi sebaran Nitrat (NO3-N) maksimum akibat buangan outfall pada Musim Timur..... 61

3.36. Pola sebaran Fenol di Teluk Balikpapan 62

3.37. Peningkatan konsentrasi sebaran Fenol maksimum akibat buangan outfall pada Musim Barat..... 63

3.38. Peningkatan konsentrasi sebaran Fenol maksimum akibat buangan outfall pada Musim Timur 63

3.39. Indeks Kualitas Air Laut di Teluk Balikpapan Tahun 2019, 2020 dan 2021 64

3.40. Peta Jasa Lingkungan Penyedia Air di Teluk Balikpapan 67

3.41. Peta Jasa Lingkungan Pengaturan Pemurnian Air di Teluk Balikpapan 68

3.42. Peta Jasa Lingkungan Pengaturan Tata Air di Teluk Balikpapan 69

3.43. Peta Jasa Lingkungan Pengaturan Tata Aliran Air dan Banjir di Teluk Balikpapan 70

3.44. Peta Jasa Lingkungan Pembentukan Tanah dan Pemeliharaan Kesuburan di Teluk Balikpapan 71

3.45. Peta Jasa Lingkungan Pencegahan dan Perlindungan Bencana Alam di Teluk Balikpapan 73

3.46. Peta Jasa Lingkungan Estetika Alam di Teluk Balikpapan 75

3.47. Peta Jasa Lingkungan Pemelihara Kualitas Udara di Teluk Balikpapan 76

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Teluk Balikpapan merupakan wilayah pesisir yang sangat strategis di Kalimantan Timur, terutama untuk Kota Balikpapan dan Kabupaten Penajam Paser Utara. Saat ini area sebagian Teluk Balikpapan termasuk ke dalam wilayah Ibu Kota Negara (IKN) Nusantara.

Secara historis Teluk Balikpapan memang penuh dengan aktivitas pembangunan, bukan hanya sebagai wilayah pemukiman dan perkembangan kota Balikpapan dan Penajam, tetapi memang sejak lama merupakan area lalu lintas laut dan pelabuhan, penyeberangan serta aktivitas industri dan pertambangan minyak/gas. Bahkan tidak lepas pula dengan kejadian sejarah bagaimana pemerintah kolonial masuk ke Kalimantan Timur, baik Belanda maupun Jepang.

Teluk Balikpapan bukan sekadar kawasan perairan tetapi juga kawasan daratan dengan batas Daerah Aliran Sungai (DAS) yang mengalir ke Teluk Balikpapan. Pada daerah daratan ini, ada berbagai peruntukan kawasan baik berupa area penggunaan lain (APL) dalam bentuk pemukiman, kawasan industri, pertanian dan lain-lain, juga ada dalam bentuk kawasan hutan, berupa hutan produksi. Hutan produksi di area Teluk Balikpapan umumnya merupakan konsesi hutan tanaman industri.

Menurut Surat Putusan Gubernur Kalimantan Timur Nomor 522.5/K.672/2020 tentang Indikatif Kawasan Ekosistem Esensial di Kalimantan Timur, Teluk Balikpapan ditetapkan sebagai salah satu Kawasan Ekosistem Esensial di Kalimantan Timur dengan luas area 65.096 Hektar. Terdapat ekosistem mangrove, padang lamun dan terumbu karang yang merupakan ekosistem penting di kawasan ini. Juga terdapat

beberapa spesies penting seperti Dugong (*Dugong dugon*), Pesut (*Orcaella brevirostris*), Bekantan (*Nasalis larvatus*), Buaya Muara (*Crocodylus porosus*) dan lain-lain.

Aktivitas pembangunan di kawasan ini dikhawatirkan mengancam keberadaan ekosistem dan spesies penting. Termasuk mempengaruhi jasa lingkungan yang mestinya dipertahankan apalagi banyak ketergantungan terhadap fungsi lingkungan dan jasa ekosistem di kawasan ini.

Kajian peta tematik daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup ini dilakukan untuk melihat kondisi terkini daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup terutama untuk status daya dukung air dan daya dukung pangan dengan pendekatan jasa lingkungan. Surat Keputusan Menteri Lingkungan Hidup dan Kahutanan Nomor 146 Tahun 2023 tentang Penetapan Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan Hidup Nasional dijadikan panduan dalam penyusunan kajian ini.

Kajian ini diharapkan dapat memberikan informasi dasar terkait kondisi terkini Teluk Balikpapan, kondisi daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup wilayah terrestrial Teluk Balikpapan, serta kondisi jasa lingkungan penting Teluk Balikpapan.

B. Tujuan

Tujuan kajian peta tematik jasa ekosistem dan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup di Teluk Balikpapan ini adalah:

a. Mengetahui kondisi mutakhir kawasan terrestrial Teluk Balikpapan yang secara langsung dan tidak langsung mempengaruhi kondisi daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup.
b. Mengetahui status daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup dengan pendekatan jasa lingkungan.

c. Menyediakan informasi dasar dan rekomendasi dalam konteks Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan Hidup serta Jasa Lingkungan di Teluk Balikpapan.

d. Dari kegiatan ini adalah tersusunnya dokumen Kajian Peta Zonasi Teluk Balikpapan (Analisis Peta Tematik Jasa Ekosistem Teluk Balikpapan).

C. Ruang Lingkup

Kajian peta tematik jasa ekosistem dan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup di Teluk Balikpapan ini hanya berfokus pada area teluk Balikpapan di wilayah terrestrial. Oleh karenanya laporan ini hanya menyampaikan kajian peta tematik jasa ekosistem terkait daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup pada area terrestrial Teluk Balikpapan.

D. Dasar Hukum

Berdasarkan peraturan perundang-undangan yang ada, Undang Undang Nomor 32 tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup mengatur bahwa pemerintah pusat dan daerah wajib melaksanakan Kajian Lingkungan Hidup KLHS terhadap kebijakan, rencana dan/atau program (KRP) pembangunan yang dikeluarkan. Di dalam KLHS terdapat kajian muatan yang harus menyajikan kajian daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup serta kajian jasa lingkungan.

Secara lebih rinci beberapa peraturan perundang-undangan yang terkait dengan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup serta kajian jasa lingkungan, serta peraturan perundang-undangan yang terkait lainnya dengan kajian ini adalah seperti berikut ini:

1. Undang-Undang Nomor 6 Tahun 2023 tentang Penetapan Peraturan Pemerintah Pengganti Undang-Undang Nomor 2 Tahun 2022 tentang Cipta Kerja Menjadi Undang-Undang;

2. Undang-Undang Nomor 23 Tahun 2023 tentang Perubahan Undang-Undang Nomor 3 Tahun 2022 tentang Ibu Kota Negara;
3. Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2019 tentang Sistem Budi Daya Pertanian Berkelanjutan sebagaimana telah diubah dengan Undang-Undang Nomor 6 Tahun 2023 tentang Cipta Kerja;
4. Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2019 tentang Sumber Daya Air sebagaimana telah diubah dengan Undang-Undang Nomor 6 Tahun 2023 tentang Cipta Kerja;
5. Undang-Undang Nomor 23 Tahun 2014 tentang Pemerintahan Daerah sebagaimana telah diubah dengan UU No. 9 Tahun 2015;
6. Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2013 tentang Pencegahan dan Pemberantasan Perusakan Hutan;
7. Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2012 tentang Pangan sebagaimana telah diubah dengan Undang-Undang Nomor 6 Tahun 2023 tentang Cipta Kerja;
8. Undang-Undang Nomor 41 Tahun 2009 tentang Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan sebagaimana telah diubah dengan Undang-Undang Nomor 6 Tahun 2023 tentang Cipta Kerja;
9. Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup sebagaimana telah diubah dengan Undang-Undang Nomor 6 Tahun 2023 tentang Cipta Kerja;
10. Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang sebagaimana telah diubah dengan Undang-Undang Nomor 6 Tahun 2023 tentang Cipta Kerja;
11. Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana;
12. Undang-Undang Nomor 41 Tahun 1999 tentang Kehutanan sebagaimana telah diubah dengan Undang-Undang Nomor 19 tahun 2004, sebagaimana telah diubah lagi dengan Undang-Undang Nomor 6 Tahun 2023 tentang Cipta Kerja;

13. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Kehutanan;
14. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup;
15. Peraturan Pemerintah Nomor 46 Tahun 2016 tentang Tata Cara Penyelenggaraan Kajian Lingkungan Hidup Strategis;
16. Peraturan Pemerintah Nomor 17 Tahun 2015 tentang Ketahanan Pangan dan Gizi;
17. Peraturan Pemerintah Nomor 60 Tahun 2009 Tentang Perubahan Atas Peraturan Pemerintah Nomor 45 Tahun 2004 Tentang Tata Cara Perlindungan Hutan;
18. Peraturan Pemerintah Nomor 17 Tahun 2009 Tentang Pedoman Penentuan Daya Dukung Lingkungan Hidup Dalam Penataan Ruang Wilayah;
19. Peraturan Pemerintah Nomor 45 Tahun 2004 tentang Perlindungan Hutan sebagaimana telah diubah dengan Peraturan Pemerintah Nomor 60 Tahun 2009 sebagaimana diubah dengan Peraturan Pemerintah Nomor 23 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Kehutanan;
20. Peraturan Pemerintah Nomor 16 Tahun 2004 tentang Penatagunaan Tanah;
21. Peraturan Presiden Nomor 64 Tahun 2022 tentang Rencana Tata Ruang Kawasan Strategis Nasional Ibu Kota Nusantara Tahun 2022-2042;
22. Keputusan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan SK.306/MENLHK/PDASHL/DAS.0/7/2018 tanggal 5 Juli 2018 tentang Penetapan Lahan Kritis Nasional;
23. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 69 Tahun 2017 tentang Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 46

Tahun 2016 tentang Tata Cara Penyelenggaraan Kajian Lingkungan Hidup Strategis;

24. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.81/menLHK/Setjen/Kum.1/10/2015 tentang Kerjasama Penggunaan dan Pemanfaatan Kawasan Hutan untuk Mendukung Ketahanan Pangan;
25. Keputusan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor SK.146/MENLHK/SETJEN/KUM.1/2/2023 tentang Penetapan Daya Dukung dan Daya Tampung Air Nasional;
26. Peraturan Daerah Provinsi Kalimantan Timur Nomor 1 Tahun 2023 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi Kalimantan Timur Tahun 2023-2043;
27. Surat Keputusan Gubernur Kaltim Nomor 660.2/K.541/2021 Tentang Pelimpahan Kewenangan Pelayanan Bidang Lingkungan Hidup Kepada Kepala Dinas Lingkungan Hidup Prov.Kaltim;
28. Peraturan Gubernur Kalimantan Timur Nomor 522.5/K.672/2020 tentang Kawasan Ekosistem Essensial Indikatif di Provinsi Kalimantan Timur;
29. DPA Dinas Lingkungan Hidup Prov. Kaltim Tahun Anggaran 2023

E. Metodologi

Berdasarkan berbagai literatur standar terkait lingkungan hidup dan sebagaimana digariskan dalam Undang Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup serta pedoman penyusunan status daya dukung daya tampung lingkungan hidup dan sumberdaya alam yang dirilis oleh Kementerian Lingkungan Hidup, daya dukung didefinisikan sebagai kemampuan lingkungan hidup untuk mendukung kehidupan manusia, makhluk hidup lain dan keseimbangan antara keduanya. Di sisi lain, daya tampung lingkungan hidup

didefinisikan sebagai kemampuan lingkungan hidup untuk menyerap zat, energi dan atau komponen lain yang masuk atau dimasukkan ke dalamnya (KLH, 2014).

Penentuan status daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup sebagai dasar pertimbangan dalam pembangunan dan pengembangan suatu wilayah telah diamanatkan sejak ditetapkannya Undang Undang Nomor 4 Tahun 1982 tentang Ketentuan Pokok Pengelolaan Lingkungan Hidup yang kemudian digantikan dengan Undang Undang Nomor 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup. Dalam Undang Undang Nomor 23 Tahun 2009 yang menggantikan Undang Undang Nomor 23 Tahun 1997, amanat untuk menyusun status daya dukung daya tampung lingkungan hidup juga telah termuat sebagai syarat pokok dalam upaya pengelolaan lingkungan hidup, dan merupakan dokumen hulu dari dokumen Kajian Lingkungan Hidup Strategis (KLHS) dan Rencana Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (RPPLH).

Selain diamanatkan dalam peraturan perundangan terkait pengelolaan lingkungan hidup, penentuan status daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup juga dijadikan dasar pertimbangan dalam berbagai peraturan perencanaan tata ruang dan pembangunan sektor, di antaranya Undang Undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang, Undang Undang Nomor 32 Tahun 2014 tentang Kelautan, Undang Undang Nomor 39 Tahun 2014 tentang Perkebunan, Undang Undang Nomor 4 Tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara, serta Undang Undang Nomor 18 Tahun 2012 tentang Pangan yang kesemua Undang Undang tersebut telah diubah dengan Undang Undang Nomor 11 Tahun 2020 jo Undang Undang Nomor 6 Tahun 2023 tentang Cipta Kerja beserta turunannya.

Daya Dukung Lingkungan Hidup adalah kemampuan lingkungan untuk mendukung kehidupan manusia dan makhluk hidup lain serta keseimbangan antara keduanya.

Daya dukung mengandung makna:

- Kapasitas penyediaan (*supply*) sistem dan sumber alam
- Jumlah kebutuhan manusia dan makhluk hidup lainnya (*demand*)
- Cukup, harmonis dan minim dampak negatif

Daya Tampung Lingkungan Hidup adalah kemampuan Lingkungan untuk menyerap zat, energi dan atau komponen lain yang masuk atau dimasukkan ke dalamnya.

Daya tampung mengandung makna:

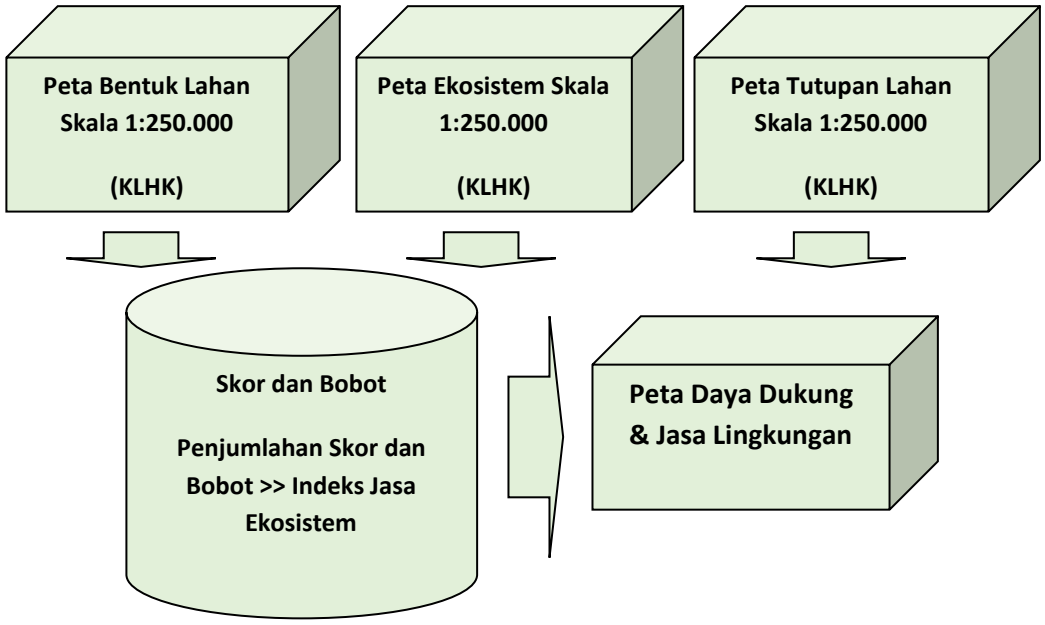
- Kapasitas ambien (*supply*)
- Hasil produk dan ekses dari suatu kegiatan (*demand*)
- Menampung dan menetralisir

Sehubungan dengan pentingnya keterkaitan keruangan antara faktor penentu jasa ekosistem dengan produk berupa jasa ekosistem yang dihasilkan, maka daya dukung daya tampung lingkungan hidup indikatif berbasis jasa ekosistem perlu dituangkan dalam bentuk peta dan informasi geospasial lainnya. Beberapa alat dan bahan yang paling penting untuk digunakan dalam menyusun peta indikatif ini di antaranya adalah:

1. Peta bentang lahan skala 1:250.000 yang dirilis oleh Dirjen Planologi Kehutanan dan Tata Lingkungan (Dirjen PKTL) Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) tahun 2020.
2. Peta tutupan lahan skala 1:250.000 yang dirilis oleh Dirjen Planologi Kehutanan dan Tata Lingkungan (Dirjen PKTL) Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) tahun 2022.

3. Peta tipe vegetasi (ekosistem) skala 1:250.000 yang dirilis oleh Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (KLHK) tahun 2020.
4. Formulir pengisian skor dan bobot mengenai kontribusi setiap komponen penyusun jasa ekosistem (bentuk lahan, tutupan lahan dan tipe vegetasi) dan mekanisme musyawarah untuk mendapatkan skor dan bobot final.
5. Data sekunder pendukung lain seperti peta dasar dan tematik terkait dengan wilayah yang menjadi obyek studi.

Daya dukung daya tampung lingkungan hidup secara indikatif berbasis jasa ekosistem kemudian dapat disusun dengan tahap-tahap sebagai berikut.



Gambar 1.01. Prosedur Penyusunan Peta Daya Dukung Daya Tampung berbasis Jasa Lingkungan (KLHK, 2022)

Studi Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan Hidup sebenarnya sudah beberapa dilakukan di beberapa lokasi. Ada kajian

daya dukung dan daya tampung hanya berdasarkan kepada kondisi Daerah Aliran Sungai saja. Semakin ke sini metodologi pada identifikasi daya dukung dan daya tampung terus diperbaiki seiring semakin bertambah majunya metodologi dan analisis perpetaan tutupan lahan dan identifikasi kondisi air permukaan dan air tanah, termasuk kondisi jasa ekosistem lainnya. Penyusunan Dokumen Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan Hidup sedang berproses sehingga dapat diambil pembelajaran dari beberapa dokumen yang sudah disusun.

Berikut ini sintesa pendekatan penyusunan status daya dukung daya tampung lingkungan hidup di beberapa wilayah.

Tabel 1.01. Sintesa Studi Daya Dukung Daya Tampung Lingkungan Hidup yang sudah dilakukan

No	Lokasi	Data Input	Metode	Luaran	Evaluasi
1.	Pulau Sumatera P3E Sumatera 2013	• Peta 1 : 250.000 Ekoregion • Peta Liputan Lahan 1 : 250.000	• Analisis pendapat pakar tentang kontribusi ekoregion dan liputan lahan terhadap jasa ekosistem • Overlay Peta	Peta 20 Jasa Ekosistem Berdasarkan Indeks Jasa Ekosistem (Nilai 0-1) Skala 1:250.000	Belum ada Peta Tipe Vegetasi Belum ada definisi operasional
2.	Pulau Kalimantan P3E Kalimantan 2016	• Peta 1 : 250.000 Ekoregion • Peta Liputan Lahan 1 : 250.000	• Analisis pendapat pakar tentang kontribusi ekoregion dan liputan lahan terhadap jasa ekosistem • Overlay Peta	Peta 20 Jasa Ekosistem Berdasarkan Indeks Jasa Ekosistem (Nilai 0-1) Skala 1:250.000	Belum ada Peta Tipe Vegetasi Belum ada definisi operasional
3.	2017 Kab. Pesisir	• Peta 1 : 250.000	• Tidak dijelaskan mengenai	Peta 20 Jasa Ekosistem	Belum ada Peta Tipe

No	Lokasi	Data Input	Metode	Luaran	Evaluasi
	Selatan Dinas LH U Andalas	Ekoregion • Peta Liputan Lahan 1 : 250.000	penetapan skor dan bobot • Overlay Peta		Vegetasi
4.	Kab. Kepulauan Meranti Bappeda Kabupaten Kepulauan Meranti 2017	• Peta 1:25.000 Ekoregion • Peta Tutupan Lahan 1:25.000	• Analisis pendapat pakar tentang kontribusi ekoregion dan liputan lahan terhadap jasa ekosistem • Overlay Peta	Peta 20 Jasa Ekosistem Skala 1:25.000	Belum ada Peta Tipe Vegetasi
5.	Kalimantan Timur	• Peta 1:250.000 Ekoregion • Peta Tutupan Lahan 1:250.000 • Peta Bentang lahan/Tipe Vegetasi	• Analisis skoring berdasarkan pendapat pakar sesuai kondisi dan ekosistem lingkungan Kalimantan	Peta DDDTLH Peta Jasa Lingkungan	

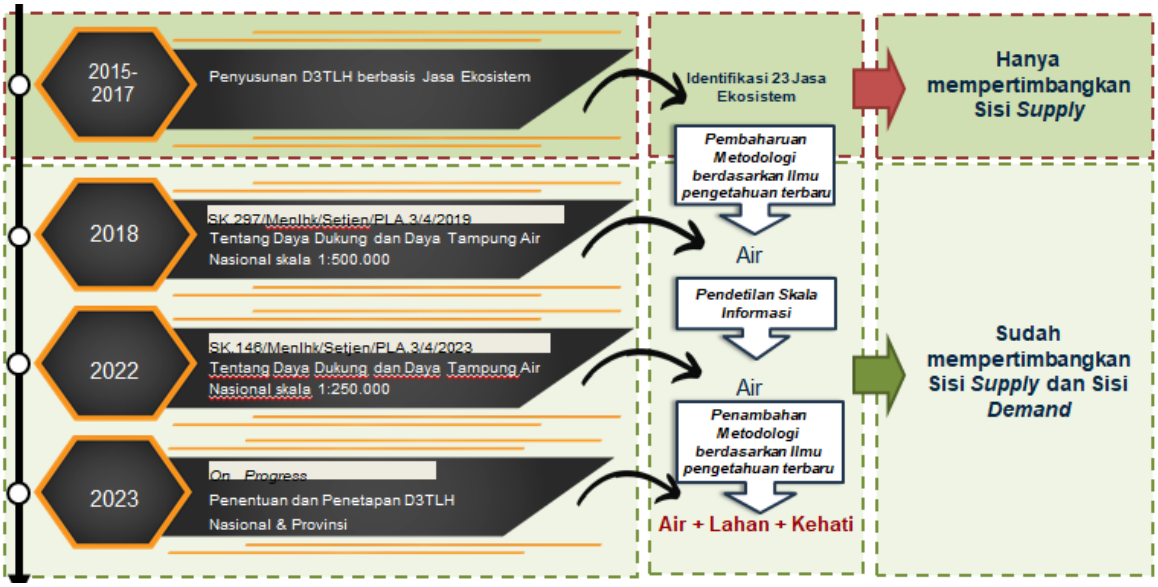
Sumber: Fahutan Unmul & DLH Samarinda, 2020

Jika melihat dari sintesa yang disampaikan di atas, terlihat bahwa semua studi menggunakan peta ekoregion dan liputan lahan dalam menyusun dokumen daya dukung daya tampung lingkungan hidup. Belum ada yang menggunakan tipe vegetasi. Pada kajian ini sudah menggunakan peta tipe vegetasi dari KLHK. Tipe vegetasi juga ada dari LIPI. Kajian identifikasi daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup sebenarnya adalah lanjutan dari kajian jasa lingkungan yang menggunakan peta tutupan lahan, peta ekoregion dan peta tipe vegetasi. Tutupan lahan dan kondisi eksisting diketahui dengan peta

tutupan lahan dan kunjungan lapangan. Demikian pula dengan kondisi penggunaan air terhadap masyarakat yang berada di daerah aliran sungai yang mengalir ke Teluk Balikpapan.

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan telah merilis peta ekoregion pada tahun 2020. Peta pada skala 1 : 250.000 ini dapat digunakan sebagai indikasi keberadaan ekoregion pada skala unit kajian seperti area Teluk Balikpapan, selagi tidak tersedia pada skala unit kajian dengan skala yang lebih besar.

Dalam perkembangannya penyusunan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup mengalami dinamika dengan menambahkan beberapa faktor/parameter. Berikut ini perkembangan penyusunan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup.



Gambar 1.02. Perkembangan proses identifikasi Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan Hidup (Sumber KLHK & IAP, 2023)

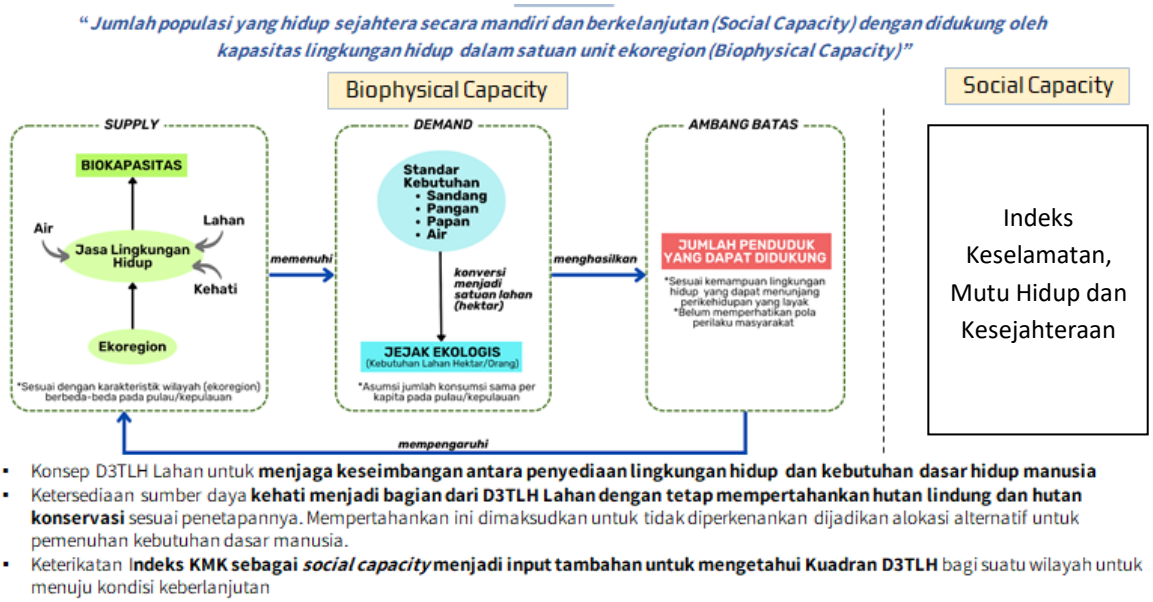
Identifikasi dan penyusunan dokumen daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup di Indonesia dimulai dimulai sejak tahun 2016-2017 dengan basis jasa ekosistem. Pendekatan ini menghasilkan 23 jasa ekosistem. Sesuai perkembangan pada saat penyusunan Kajian

Lingkungan Hidup Strategis (KLHS), daya dukung yang difokuskan adalah daya dukung air dan daya dukung pangan. Pada saat ini yang diperhatikan hanya sisi *supply*. Kemudian metodologinya diperbaharui berdasarkan ilmu pengetahuan terbaru.

Dengan metodologi terbaru tersebut, pada tahun 2018 Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan membuat peta penetapan daya dukung dan daya tampung air nasional pada skala 1 : 500.000 yang kemudian ditetapkan berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor SK.297/MenLHK/Setjen/PLA 3/4/2018. Daya dukung air kemudian didetilkan dengan menggunakan skala informasi, dan ditetapkan daya dukung dan daya tamping air nasional dengan menggunakan skala peta 1 : 250.000 dan ditetapkan berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor SK.146/MenLHK/Setjen/PLA 3/4/2023. Sejak tahun 2018 bukan sekadar memperhatikan sisi *supply*, tetapi juga sisi *demand*. Ketika ada beberapa kali perbaikan dari sisi metodologi bukan berarti sisi jasa ekosistem ditiadakan. Peta daya dukung dan daya tampung lingkungan tetap dengan pendekatan jasa lingkungan, sehingga ketika mengidentifikasi peta daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup juga akan menghasilkan peta jasa lingkungan. Perbaikan metode pendekatan spasial dengan memperhatikan berbagai faktor fisik dan non-fisik diyakini akan terus berlangsung, hingga saat ini penentuan dan penetapan DDDTLH Nasional mempertimbangkan ilmu pengetahuan terbaru dengan memasukkan faktor daya dukung air, pangan dan keanekragaman hayati sebagai bagian dari supply.

Air, pangan dan keanekaragaman hayati merupakan *supply* dan didasari pada peta ekoregion yang mempertimbangkan karakteristik yang memiliki kesamaan ciri iklim, tanah, air, flora, dan fauna asli, serta pola interaksi manusia dengan alam yang menggambarkan integritas sistem alam dan lingkungan hidup. Oleh karenanya pendekatan jasa lingkungan

masuk dalam *supply* ini termasuk kondisi air, pangan dan keanekaragaman hayati sebagai satu kesatuan biokapasitas. Sementara untuk *demand*, merupakan faktor-faktor yang harus dipenuhi berupa standart kebutuhan, seperti sandang, pangan, papan dan air. Standard kebutuhan ini kemudian dikalkulasi ke dalam satuan hektar untuk kebutuhan analisi spasial. Input supply dan demand ini akan menghasilkan jumlah penduduk yang dapat didukung sesuai dengan kemampuan lingkungan hidup. Kemampuan lingkungan untuk memenuhi kebutuhan manusia untuk menunjang kehidupan yang layak memiliki ambang batas. Ambang batas inilah yang menjadi batas sudah terlampaui atau belum terlampauinya daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup. Berikut ini skema identifikasi konsep DDDLH yang sedang dikembangkan.



Gambar 1.03. Proses identifikasi daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup

Kajian peta tematik daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup teluk Balikpapan menggunakan pendekatan di atas walaupun tidak serta merta mengikutsertakan jumlah penduduk secara langsung dalam perhitungan.

Hasil kajian didiskusikan baik pada rapat terbatas di Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Kalimantan Timur maupun dengan para pihak terkait. Juga dilakukan konsultasi publik sehingga mendapatkan masukan perbaikan isi kajian. Pada kajian ini juga dilakukan penyelarasan dengan hasil kajian daya tampung beban pencemar di Teluk Balikpapan yang dilakukan oleh Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Kalimantan Timur.

II. PENDEKATAN TEORI

A. Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan Hidup

Jasa ekosistem pada habitat bumi ditentukan oleh keberadaan faktor endogen dan dinamika faktor eksogen yang dicerminkan dengan dua komponen yaitu kondisi ekoregion dan penutup lahan (landcover/landuse) sebagai penaksir atau *proxy*.

Dengan demikian terdapat empat konsep penting dalam penyusunan daya dukung lingkungan. Beberapa batasan konsep diantaranya adalah:

1) Daya Dukung Lingkungan Hidup adalah kemampuan lingkungan hidup untuk mendukung perikehidupan manusia, makhluk hidup lain, dan keseimbangan antar keduanya.
2) Daya Tampung Lingkungan Hidup adalah kemampuan lingkungan hidup untuk menyerap zat, energi, dan/atau komponen lain yang masuk atau dimasukkan ke dalamnya.
3) Ekoregion adalah adalah wilayah geografis yang memiliki kesamaan ciri iklim, tanah, air, flora, dan fauna asli, serta pola interaksi manusia dengan alam yang menggambarkan integritas sistem alam dan lingkungan hidup. Penetapan batas ekoregion dengan mempertimbangkan kesamaan bentang alam, Daerah Aliran Sungai, Keanekaragaman Hayati dan sosial budaya (UU 32 Tahun 2009). Dalam operasionalisasinya penetapan ekoregion menggunakan pendekatan bentang lahan (*landscape*) dengan mengikuti sistem klasifikasi yang digunakan Verstappen. Selanjutnya jenis-jenis bentang lahan (*landscape*) akan dijadikan salah satu komponen penaksir atau proxy jasa ekosistem (*landscape based proxy*).
4) Penutup Lahan adalah tutupan biofisik pada permukaan bumi yang dapat diamati, merupakan suatu hasil pengaturan, aktivitas, dan

perlakukan manusia yang dilakukan pada jenis penutup lahan tertentu untuk melakukan kegiatan produksi, perubahan, ataupun perawatan pada penutup lahan tersebut. Dalam operasionalisasinya, digunakan sistem klasifikasi penutup lahan dari SNI 7645-2014, dimana jenis-jenis Penutup lahan tersebut dijadikan salah satu komponen penaksir atau proxy jasa ekosistem (*landcover/landused based proxy*)

5) Jasa Ekosistem adalah manfaat yang diperoleh oleh manusia dari berbagai sumberdaya dan proses alam yang secara bersama-sama diberikan oleh suatu ekosistem yang dikelompokkan ke dalam empat macam manfaat yaitu manfaat penyediaan (*provisioning*), produksi pangan dan air; manfaat pengaturan (*regulating*) pengendalian iklim dan penyakit; manfaat pendukung (*supporting*), seperti siklus nutrien dan polina s i tumbuhan; serta manfaat kultural (*cultural*), spiritual dan rekreasional. Sistem klasifikasi jasa ekosistem tersebut menggunakan standar dari Millenium Ecosystem Assessment (2005).

Berdasarkan batasan konsep tersebut, daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup diukur dengan pendekatan jasa ekosistem. Semakin tinggi nilai jasa ekosistem, maka semakin tinggi pula kemampuan daya dukung dan daya tampung lingkungan. Untuk memperoleh nilai jasa ekosistem digunakan dua penaksiran yaitu landscape based proxy dan landcover/landused based proxy, yang selanjutnya digunakan dasar untuk melakukan pemetaan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup.

B. Ekoregion

Kompleksnya karakteristik lingkungan yang dijadikan sebagai dasar penentuan wilayah ekoregion menyulitkan proses deliniasi ekoregion. Diperlukan pendekatan yang lebih praktis untuk penyusunan ekoregion.

Widiyanto, dkk, (2008) dalam tulisannya tentang bentang lahan (landscape) untuk pengenalan fenomena geosfer pendekatan teknik bentuk lahan (landform). Persamaan antara ekoregion dengan bentuk lahan tersebut dapat dicermati dari definisi berikut:

1) Bentang lahan ialah sebagian ruang permukaan bumi yang terdiri atas system-sistem, yang dibentuk oleh interaksi Dan interdependensi antara bentuk lahan, batuan, bahan pelapukan batuan, tanah, air, udara, tumbuh-tumbuhan, hewan, laut tepi pantai, energi dan manusia dengan segala aktivitasnya yang secara keseluruhan membentuk satu kesatuan (Surastopo, 1982).
2) Bentang lahan merupakan bentangan permukaan bumi dengan seluruh fenomenanya, yang mencakup: bentuk lahan, tanah, vegetasi, dan atribut-atribut yang dipengaruhi oleh aktivitas manusia (Vink, 1983).
3) Bentang lahan adalah bentangan permukaan bumi yang di dalamnya terjadi hubungan saling terkait (interrelationship) dan saling ketergantungan (interdependency) antar berbagai komponen lingkungan, seperti: udara, air, batuan, tanah, dan flora-fauna, yang mempengaruhi keberlangsungan kehidupan manusia yang tinggal di dalamnya. (Verstappen, 1983).

Lingkungan Hidup memberikan definisi ekoregion adalah wilayah geografis yang memiliki kesamaan ciri iklim, tanah, air, flora, dan fauna asli, serta pola interaksi manusia dengan alam yang menggambarkan integritas sistem alam dan lingkungan hidup. Ekoregion adalah bentuk metode perwilayahan untuk manajemen pembangunan yang mendasarkan pada batasan dan karakteristik tertentu (deliniasi ruang). Berdasarkan definisi tersebut karaktersitik yang dapat digunakan sebagai dasar penentuan batas wilayah diantara kesamaan karakteristik:

1) karakteristik bentang alam;
2) daerah aliran sungai;

3) iklim;
4) flora dan fauna;
5) sosial budaya;
6) ekonomi;
7) kelembagaan masyarakat; dan
8) hasil inventarisasi lingkungan hidup

Kompleksnya karakteristik lingkungan yang dijadikan sebagai dasar penentuan wilayah ekoregion menyulitkan proses deliniasi ekoregion. Diperlukan pendekatan yang lebih praktis untuk penyusunan ekoregion. Widiyanto, dkk, (2008) dalam tulisannya tentang bentang lahan (landscape) untuk pengenalan fenomena geosfer pendekatan teknik bentuk lahan (landform). Persamaan antara ekoregion dengan bentuk lahan tersebut dapat dicermati dari definisi berikut:

1) Bentang lahan ialah sebagian ruang permukaan bumi yang terdiri atas system-sistem, yang dibentuk oleh interaksi Dan interdependensi antara bentuk lahan, batuan, bahan pelapukan batuan, tanah, air, udara, tumbuh-tumbuhan, hewan, laut tepi pantai, energi dan manusia dengan segala aktivitasnya yang secara keseluruhan membentuk satu kesatuan (Surastopo, 1982).
2) Bentang lahan merupakan bentangan permukaan bumi dengan seluruh fenomenanya, yang mencakup: bentuk lahan, tanah, vegetasi, dan atribut-atribut yang dipengaruhi oleh aktivitas manusia (Vink, 1983).
3) Bentang lahan adalah bentangan permukaan bumi yang di dalamnya terjadi hubungan saling terkait (*interrelationship*) dan saling ketergantungan (*interdependency*) antar berbagai komponen lingkungan, seperti udara, air, batuan, tanah, dan flora-fauna, yang mempengaruhi keberlangsungan kehidupan manusia yang tinggal di dalamnya (Verstappen, 1983).

Berdasarkan definisi tersebut karaktersitik yang dapat digunakan sebagai dasar penentuan bentang lahan diantara kesamaan karakteristik, yaitu 1) Geomorfik (G), 2) Litologik (L), 3) Edafik (E), 4) Klimatik (K), 5) Hidrologik (H), 6) Oseanik (O), 7) Biotik (B) flora dan fauna, 8) Antropogenik (A)

Berdasarkan perbandingan dua pengertian tersebut di atas (ekoregion dan bentang lahan), maka terdapat kesamaan substansi antara keduanya, oleh karena itu pendekatan bentang lahan dapat digunakan sebagai teknik penyusunan ekoregion. Menurut Tuttle (1975), bentang lahan (landscape) merupakan kombinasi atau gabungan dari bentuk lahan (landform). Dengan kata lain untuk menganalisis dan mengklasifikasikan bentang lahan selalu mendasarkan pada kerangka kerja bentuk lahan (landform). Verstappen (1983) telah mengklasifikasikan bentuk lahan berdasarkan genesisnya menjadi 10 macam bentuk lahan asal proses, yaitu:

1) Bentuk lahan asal proses volkanik (V), merupakan kelompok besar satuan bentuk lahan yang terjadi akibat aktivitas gunung api. Contoh bentuk lahan ini antara lain kawah, kerucut gunung api, kaldera, medan lava, lereng kaki, dataran, dataran fluvial gunung api.
2) Bentuk lahan asal proses struktural (S), merupakan kelompok besar satuan bentuk lahan yang terjadi akibat pengaruh kuat struktur geologis. Pegunungan lipatan, pegunungan patahan, perbukitan (monoklinal/homoklinal), kubah, Graben, gawir, merupakan contoh-contoh untuk bentuk lahan asal struktural.
3) Bentuk lahan asal fluvial (F) merupakan kelompok besar satuan bentuk lahan yang terjadi akibat aktivitas sungai. Dataran alluvial, kerucut alluvial, kipas alluvial, dataran banjir, rawa belakang, teras sungai, dan tanggul alam, gosong sungai merupakan contoh-contoh satuan bentuk lahan ini.

4) Bentuk lahan asal proses solusional (S) merupakan kelompok besar satuan bentuk lahan yang terjadi akibat proses pelarutan pada batuan yang mudah larut, seperti batu gamping dan dolomite karst menara, karst kerucut, doline, uvala, polye, goa karst, dan logva merupakan contoh-contoh satuan bentuk lahan ini.
5) Bentuk lahan asal proses denudasional (D) merupakan kelompok besar satuan bentuk lahan yang terjadi akibat proses degradasi, seperti longsor dan erosi. Contoh satuan bentuk lahan ini antara lain bukit sisa, lembah sungai, peneplain, dan lahan rusak.
6) Bentuk lahan asal proses eolian (E) merupakan kelompok besar satuan bentuk lahan yang terjadi akibat proses angin. Contoh satuan bentuk lahan ini antara lain gumuk pasir barkhan, parallel, parabolik, bintang, lidah, dan transversal.
7) Bentuk lahan asal marine (M) merupakan kelompok besar satuan bentuk lahanyang terjadi akibat proses laut oleh tenaga gelombang, arus, dan pasang-surut. Contoh satuan bentuk lahan ini antara lain: gisik pantai (*beach*), bura (*spit*), tombolo, laguna, dan beting gisik (*beach ridge*). Karena kebanyakan sungai dapatdikatakan bermuara ke laut, maka sering kali terjadi bentuk lahan yang terjadi akibat kombinasi proses fluvial dan proses marine. Kombinasi kedua proses itudisebut proses fluvio-marine. Contoh-contoh satuan bentuk lahan yang terjadi akibat proses fluvio-marine ini antara lain delta dan estuary.
8) Bentuk lahan asal glasial (G) merupakan kelompok besar satuan bentuk lahan yang terjadi akibat proses gerakan es (gletser). Contoh satuan bentuk lahan ini antara lain lembah menggantung dan marine.
9) Bentuk lahan asal organik (O) merupakan kelompok besar satuan bentuk lahanyang terjadi akibat pengaruh kuat aktivitas

organisme (flora dan fauna). Contoh satuan bentuk lahan ini adalah pantai mangrove, gambut, dan terumbu karang.

10) Bentuk lahan asal antropogenik (A) merupakan kelompok besar satuan bentuk lahan yang terjadi akibat aktivitas manusia. Waduk, kota, pelabuhan, merupakanc ontoh-contoh satuan bentuk lahan hasil proses antropogenik.

C. Jasa Ekosistem

Ekosistem adalah entitas yang kompleks yang terdiri atas komunitas tumbuhan, binatang dan mikro organisme yang dinamis beserta lingkungan abiotiknya yang saling berinteraksi sebagai satu kesatuan unit fungsional (MA, 2005). Fungsi ekosistem adalah kemampuan komponen ekosistem untuk melakukan proses alam dalam menyediakan materi dan jasa yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan manusia, baik secara langsung maupun tidak langsung (De Groot, 1992). Jasa ekosistem adalah keuntungan yang diperoleh manusia dari ekosistem (MA, 2005). Jasa ekosistem dikategorikan menjadi empat, yaitu meliputi jasa penyediaan (provisioning), jasa pengaturan (regulating), jasa budaya (cultural), dan jasa pendukung (supporting) (MA, 2005). Berdasarkan empat kategori ini dikelaskan ada 23 kelas klasifikasi jasa ekosistem, yaitu (De Groots, 2002) a. Jasa penyediaan; (1) bahan makanan, (2) air bersih, (3) serat, bahan bakar dan bahan dasar lainnya, (4) materi genetik, (5) bahan obat dan biokimia, (6) spesies hias. b. Jasa Pengaturan; (7) Pengaturan kualitas udara, (8) Pengaturan iklim, (9) Pencegahan gangguan, (10) Pengaturan air, (11) Pengolahan limbah, (12) Perlindungan tanah, (13) Penyerbukan, (14) Pengaturan biologis, (15) Pembentukan tanah. c. Budaya; (16) Estetika, (17) Rekreasi, (18) Warisan dan indentitas budaya, (20) Spiritual dan keagamaan, (21) Pendidikan. d. Pendukung; (22) Habitat berkembang biak, (23) Perlindungan plasma nutfah.

Daya dukung merupakan indikasi kemampuan mendukung penggunaan tertentu, sedangkan daya tampung adalah indikasi toleransi mendukung perubahan penggunaan tertentu (atau pengelolaan tertentu) pada unit spasial tertentu. Untuk menghitung daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup, perlu beberapa pertimbangan. Adapun pertimbangan tersebut adalah (a) ruang dan sifatnya, (b) tipe pemanfaatan ruang, (c) ukuran produk lingkungan hidup utama (udara dan air), (d) penggunaan/penutupan lahan mendukung publik (hutan), (e) penggunaan tertentu untuk keperluan pribadi. Menurut sistem klasifikasi jasa ekosistem dari *Millenium Ecosystem Assessment* (2005), jasa ekosistem dikelompokkan menjadi empat fungsi layanan, yaitu jasa penyediaan (provisioning), jasa pengaturan (regulating), jasa pendukung (supporting), dan jasa kultural (cultural), dengan rincian sebagai berikut:

1. Jasa Ekosistem Penyedia

a. Jasa Ekosistem Penyedia Pangan

Ekosistem memberikan manfaat penyediaan bahan pangan yaitu segala sesuatu yang berasal dari sumber hayati (tanaman dan hewan) dan air (ikan), baik yang diolah maupun yang tidak diolah, yang diperuntukkan sebagai makanan atau minuman bagi konsumsi manusia. Jenis-jenis pangan di Indonesia sangat bervariasi diantaranya seperti beras, jagung, ketela, gandum, sagu, segala macam buah, ikan, daging, telur dan sebagainya. Penyediaan pangan oleh ekosistem dapat berasal dari hasil pertanian dan perkebunan, hasil pangan peternakan, hasil laut dan termasuk pangan dari hutan.

b. Jasa Ekosistem Penyediaan Air Bersih

Ekosistem memberikan manfaat penyediaan air bersih yaitu ketersediaan air bersih baik yang berasal dari air permukaan maupun air tanah (termasuk kapasitas penyimpanannya), bahkan air hujan yang dapat

dipergunakan untuk kepentingan domestik, pertanian, industri maupun jasa. Penyediaan jasa air bersih sangat dipengaruhi oleh kondisi curah hujan dan lapisan tanah atau batuan yang dapat menyimpan air (*akuifer*) serta faktor yang dapat mempengaruhi sistem penyimpanan air tanah seperti Ekoregion Bentang lahan.

c. Jasa Ekosistem Penyediaan Energi

Ekosistem memberikan manfaat penyediaan energi, baik yang berasal dari fosil seperti minyak bumi dan batubara serta sumber energi alternatif dari alam seperti tenaga air mikro hidro, tenaga matahari dan tenaga angin serta panas bumi. Selain itu ekosistem juga menyediaan energi yang berasal dari bio massa minyak tanaman seperti minyak sawit, minyak buah biji jarak. Hutan dan berbagai macam tanaman kayu-kayuan juga memberikan sumbangan terhadap sumber energi. Sumber energi fosil dan tenaga alam dapat diduga berdasarkan struktur geologi dan bentuk lahannya, sedangkan untuk sumberenergi biomassa dan tanaman kayu-kayuan dapat dilihat dari pola Ekoregion Bentang lahan ataupun penutup lahan.

d. Jasa Ekosistem Penyediaan Serat (*Fiber*)

Serat (fiber) adalah suatu jenis bahan berupa potongan – potongan komponen yang membentuk jaringan memanjang yang utuh. Ekosistem menyediakan serat alami yang meliputi serat yang diproduksi oleh tumbuh-tumbuhan, hewan, dan proses geologis.

Serat jenis ini bersifat dapat mengalami pelapukan. Serat alami dapat digolongkan ke dalam (1) serat tumbuhan/serat pangan, (2) serat kayu, (3) serat hewan, dan (3) serat mineral seperti logam dan carbon. Serat alami hasil hutan, hasil laut, hasil pertanian & perkebunan menjadi material dasar dalam proses produksi dan industri serta biochemical

e. Jasa Ekosistem Penyediaan Sumber Daya Genetik

Ekosistem menyediakan beragam sumber daya genetik yang melimpah dan bernilai ekonomis dan bermanfaat bagi kesejahteraan manusia. Sumberdaya genetic berhubungan erat dengan keanekaragaman hayati baik flora maupun fauna, dimana keanekaragaman hayati yang tinggi akan diikuti dengan sumber daya genetik yang melimpah. Ketersediaan dan distribusi sumberdaya genetik ditentukan oleh tipe ekosistem yaitu ecoregion bentangalam dan penutup lahan khususnya areal bervegetasi. Potensi penyediaan sumberdaya genetik dimanfaatkan sebagai sumber daya untuk memenuhi kebutuhan hidup yang semakin beragam dan kompleks.

2. Jasa Ekosistem Pengaturan

a. Jasa Ekosistem Pengaturan Iklim

Secara alamiah ekosistem memiliki fungsi jasa pengaturan iklim, yang meliputi pengaturan suhu, kelembaban dan hujan, angin, pengendalian gas rumah kaca & penyerapan karbon. Fungsi pengaturan iklim dipengaruhi oleh keberadaan factor biotik khususnya vegetasi, letak dan faktor fisiografis seperti ketinggian tempat dan bentuk lahan. Kawasan dengan kepadatan vegetasi yang rapat dan letak ketinggian yang besar seperti pegunungan akan memiliki sistem pengaturan iklim yang lebih baik yang bermanfaat langsung pada pengurangan emisi carbon diokasida dan efek rumah kaca serta menurunkan dampak pemanasan global seperti peningkataan permukaan laut dan perubahan iklim ekstrim Dan Gelombang Panas.

b. Jasa Ekosistem Pengaturan Tata Air Dan Banjir

Siklus hidrologi (*hydrology cycle*), adalah pergerakan air dalam hidrosfer yang meliputi proses penguapan (*evaporasi*), pendinginan massa udara (*kondensasi*), hujan (*presipitasi*), dan pengaliran (*flow*). Siklus hidrologi

yang terjadi di atmosfer meliputi terbentuknya awan hujan, terbentuknya hujan, dan evaporasi, transpirasi, evapotranspirasi. Sedangkan siklus hidrologi yang terjadi di biosfer dan litosfer yaitu ekosistem air yang meliputi aliran permukaan. ekosistem air tawar, dan ekosistem air laut. Siklus hidrologi yang normal akan berdampak pada pengaturan tata air yang baik untuk berbagai macam kepentingan seperti penyimpanan air, pengendalian banjir, dan pemeliharaan ketersediaan air. Pengaturan tata air dengan siklus hidrologi sangat dipengaruhi oleh keberadaan tutupan lahan dan fisiografi suatu kawasan.

c. Jasa Ekosistem Pengaturan Pencegahan Dan Perlindungan Dari Bencana

Ekosistem, didalamnya juga mengandung unsur pengaturan pada infrastruktur alam untuk pencegahan dan perlindungan dari beberapa tipe bencana khususnya bencana alam. Beberapa fungsi pencegahan bencana alam dari kebakaran lahan, erosi, abrasi, longsor, badai dan tsunami berhubungan erat dengan keberadaan liputan lahan dan bentuklahan. Tempat-tempat yang memiliki liputan vegetasi yang rapat dapat mencegah areanya dari bencana erosi, longsor, abrasi, dan tsunami. Selain itu bentuklahan secara spesifik berdampak langsung terhadap sumber bencana, sebagai contoh bencana erosi dan longsor umumnya terjadi pada bentuk lahan struktural dan denudasional dengan morfologi perbukitan.

d. Jasa Ekosistem Pengaturan Pemurnian Air

Ekosistem memiliki kemampuan untuk “membersihkan” pencemar melalui proses-proses kimia-fisik-biologi yang berlangsung secara alami dalam badan air.

Kemampuan pemurniah air secara alami (*self purification*) memerlukan waktu dan dipengaruhi oleh tinggi rendahnya beban pencemar dan teknik pemulihan alam khususnya aktivitas bakteri alam dalam merombak

bahan organik, sehingga kapasitas badan air dalam mengencerkan, mengurai dan menyerap pencemar meningkat.

e.Jasa Ekosistem Pengaturan Pengolahan Dan Penguraian Limbah

Jasa ekosistem meliputi kapasitas lokasi dalam menetralisir, mengurai dan menyerap limbah dan sampah. Dalam kapasitas yang terbatas, ekosistem memiliki kemampuan untuk menetralisir zat organik yang ada dalam air limbah. Alam menyediakan berbagai macam mikroba (*aerob*) yang mampu menguraikan zat organik yang terdapat dalam limbah dan sampah menjadi zat anorganik yang stabil dan tidak memberikan dampak pencemaran bagi lingkungan. Mikroba aerob yang disediakan ekosistem dan berperan dalam proses menetralisir, mengurai dan menyerap limbah dan sampah diantarnya bakteri, jamur, protozoa, ganggang.

f. Jasa Ekosistem Pengaturan Pemeliharaan Kualitas Udara

Kualitas udara yang baik merupakan salahsatu manfaat yang diberikan oleh ekosistem. Kualitas udara. sangat dipengaruhi oleh interaksi antar berbagai polutan yang diemisikan ke udara dengan faktor – faktor meteorologis (angin, suhu, hujan, sinar matahari) dan pemanfaatan ruang permukaan bumi. Semakin tinggi intensitas pemanfaatan ruang, semakin dinamis kualitas udara. Jasa pemeliharaan kualitas udara pada kawasan bervegetasi dan pada daerah bertopografi tinggi umumnya lebih baik dibanding dengan daerah non vegetasi.

g. Jasa Ekosistem Pengaturan Penyerbukan Alami (*Pollination*)

Penyerbukan alami (*pollination*) adalah proses penyerbukan (berpindahnya serbuk sari dari kepala sari ke kepala putik) yang secara khusus terjadi pada bunga yang sama atau antar bunga yang berbeda tetapi dalam satu tanaman atau di antara bunga pada klon tanaman yang sama. Ekosistem menyediakan jasa pengaturan penyerbukan alami khususnya lewat tersedianya habitat spesies yang dapat pembantu proses

penyerbukan alami. Habitat alami seperti hutan dan arealbervegetasi umumnya menyediakan media spesies pengatur penyerbukan yang lebih melimpah.

h. Jasa Ekosistem Pengaturan Pengendalian Hama & Penyakit

Pengendalian hama adalah pengaturan makhluk-makhluk atau organisme pengganggu yang disebut hama karena dianggap mengganggu kesehatan manusia, ekologi, atau ekonomi. Hama dan penyakit merupakan ancaman biotis yang dapat mengurangi hasil dan bahkan dapat menyebabkan gagal panen. Ekosistem secara alami menyediakan sistem pengendalian hama dan penyakit melalui keberadaan habitat spesies trigger dan pengendali hama dan penyakit.

3. Jasa Ekositem Fungsi Budaya

a. Jasa Ekosistem Budaya Tempat Tinggal & Ruang Hidup (*Sense Of Place*)

Ekosistem memberikan manfaat positif bagi manusia khususnya ruang untuk tinggal dan hidup sejahtera. Ruang hidup ini didukung oleh kemampuan dan kesesuaian lahan yang tinggi sehingga memberikan dukungan kehidupan baik secara sosial, ekonomi maupun budaya. Jasa ekosistem sebagai tempat tinggal dan ruang hidup secara sosial sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan fisik dan geografis serta peluang pengembangan wilayah yang lebih besar.

b. Jasa Ekosistem Budaya Rekreasi dan Ecotourism

Ekosistem menyediakan fitur lansekap, keunikan alam, atau nilai tertentu yang menjadi daya tarik wisata. Berbagai macam bentuk bentang alam dan keunikan flora dan fauna serta keanekaragaman hayati yang terdapat dalam ekosistem memberi ciri dan keindahan bagi para wisatawan. Dari sisi ekonomi, akan diperoleh banyak keuntungan bahkan

menjadi sumber devisa negara yang besar. Variasi bentang alam berpengaruh besar terhadap nilai jasa budaya rekreasi dan ekowisata.

c. Jasa Ekosistem Budaya Estetika

Ekosistem bentang alam seperti laut, pegunungan, lembah, pantai dan lain sebagainya telah memberikan nuansa keindahan alam dan nilai-nilai estetika yang mengagumkan dan memiliki nilai jual. Paduan bentang alam dan bentang budaya semakin memperkuat nilai keindahan dan estetika yang telah diberikan oleh ekosistem.

4. Jasa Ekosistem Pendukung

a. Jasa Ekosistem Pendukung Pembentukan Lapisan Tanah & Pemeliharaan Kesuburan

Tanah merupakan hasil pelapukan atau erosi batuan induk (anorganik) yang bercampur dengan bahan organik. Tanah mengandung partikel batuan atau mineral, bahan organik (senyawa organik dan organisme) air dan udara. Mineral merupakan unsur utama tanah yang terbentuk dari padatan anorganik dan mempunyai komposisi homogen. Ekosistem memberikan jasa pendukung berupa pembentukan lapisan tanah dan pemeliharaan kesuburan yang bervariasi antar lokasi. Lokasi yang memiliki jenis batuan cepat lapuk, dengan kondisi curah hujan dan penyinaran matahari yang tinggi akibat bentuk permukaan bumi serta didukung oleh keberadaan organisme dalam tanah dan tumbuhan penutup tanah maka pembentukan tanah semakin cepat.

b. Jasa Ekosistem Pendukung Siklus Hara (*Nutrient Cycle*)

Siklus hara dalam suatu ekosistem merupakan proses yang terintegrasi dari pergerakan/pemindahan energi dan hara didalam ekosistem itu sendiri dan juga interaksinya dengan atmosfir, biosfir, geosfir dan hidrosfir. Energi yang dibutuhkan untuk menggerakkan siklus hara ini didapatkan dari proses yang terjadi pada biosfir yaitu proses

fotosisntesis. Proses dari serapan hara, akumulasi hara pada tubuh tumbuhan dan kembali ke tanah melalui siklus yang bervarisi sesuai dengan kondisi tumbuhan, iklim dan jenis tanahnya sendiri sehingga pada akhirnya berpengaruh terhadap kesuburan tanah dan tingkat produksi pertanian yang tinggi.

c. Jasa Ekosistem Pendukung Produksi Primer (Produksi Oksigen, Penyediaan Habitat Spesies)

Ekosistem memberikan jasa produksi primer berupa kroduksi oksigen dan penyediaan habitat spesies. Produksi oksigen memberikan dukungan bagi seluruh kehidupan makhluk. Tanpa adanya oksigen maka tidak akan ada kehidupan.

Ekosistem memberikan jasa penghasil oksigen sekaligus mengurangi kadar karbondioksida dan populasi udara di bumi. Keberadaan vegetasi seperti hutan yang menyerap karbondioksida untuk pembutan makanan (fotosintesis). Hasil dari fotosintesis adalah oksigen. Inilah gas yang diperlukan makhluk hidup di bumi untuk beraktivitas dan memungkinkan tumbuhnya banyak habitat spesies. Jasa produksi oksigen bervariasi antar lokasi dan berhubungan erat dengan keberadaan vegetasi dan hutan.

d. Jasa Ekosistem Pendukung Biodiversitas (Perlindungan Plasma Nutfah)

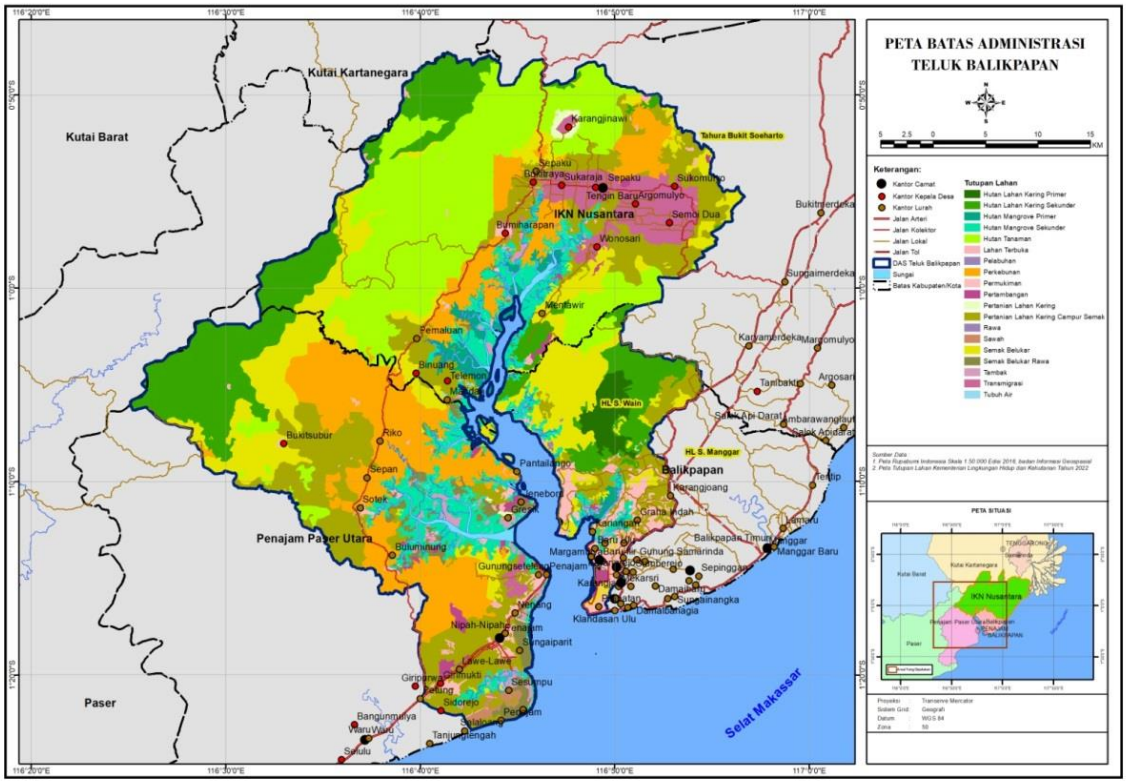
Ekosistem telah memberikan jasa keanekaragaman hayati (biodiversity) di antara makhluk hidup dari semua sumber, termasuk diantaranya, daratan, lautan dan ekosistem akuatik lain serta kompleks-kompleks ekologi yang merupakan bagian dari keanekaragamannya; mencakup keanekaragaman di dalam spesies, antara spesies dan ekosistem yang menjadi habitat perkembangbiakan flora fauna. Semakin tinggi karakter biodiversitas maka semakin tinggi fungsi dukungan ekosistem terhadap perikehidupan.

III. HASIL IDENTIFIKASI

Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 mendefinisikan daya dukung lingkungan sebagai kemampuan lingkungan hidup untuk mendukung perikehidupan manusia, makhluk hidup lain dan keseimbangan antar keduanya. Binder dan lopez (2000) mendefinisikan daya dukung sebagai jumlah maksimum populasi yang dapat didukung oleh suatu wilayah sesuai dengan kemampuan teknologi yang ada. Sedangkan daya tampung lingkungan hidup adalah kemampuan lingkungan hidup untuk menyerap zat, energi dan/atau komponen lain yang masuk atau dimasukkan ke dalamnya.

Daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup telah menjadi hal penting terkait perencanaan pembangunan dan maupun rencana penataan ruang, baik secara nasional, provinsi maupun kabupaten/kota termasuk pada perencanaan tingkat unit manajemen dan rencana detil tata ruang atau kawasan strategis. Daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup sendiri dapat disusun secara mandiri dalam bentuk dokumen daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup, terutama pada tingkat provinsi dan kabupaten/kota. Sebagai dokumen bahan dasar perencanaan, dokumen daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup termuat dalam kajian lingkungan hidup strategis pada semua perencanaan pembangunan dan tata ruang, juga termuat dan menjadi bahan dasar pada penyusunan Rencana Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

Teluk Balikpapan merupakan wilayah yang secara administrasi berada di tiga wilayah, seperti pada peta berikut ini.



Gambar 3.01. Peta Wilayah Administrasi Teluk Balikpapan

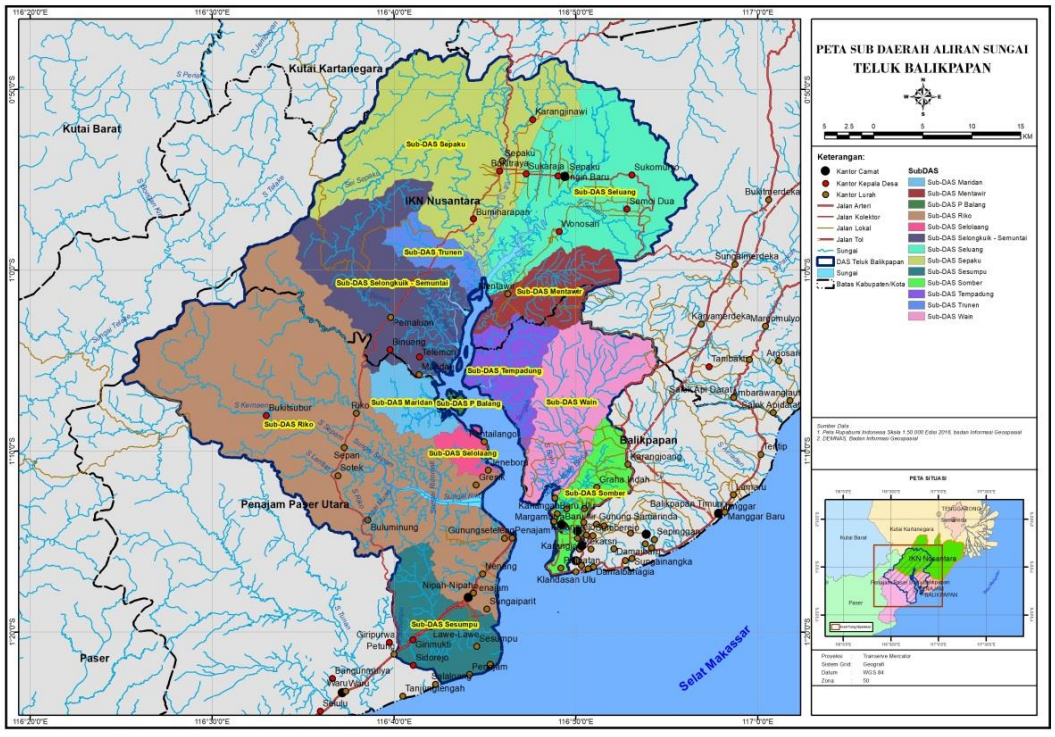
Teluk Balikpapan berada di wilayah administrasi Kabupaten Penajam Paser Utara, Kabupaten Kutai Kartanegara, dan Kota Balikpapan. Di wilayah Kabupaten Penajam Paser Utara terdapat Kecamatan Penajam dan Kecamatan Sepaku, di Kabupaten Kutai Kartanegara terdapat Kecamatan Samboja, dan di Kota Balikpapan terdapat Kecamatan Balikpapan Barat dan Kecamatan Balikpapan Utara.

Saat ini, sebagaimana Undang Undang Nomor 23 Tahun 2023 (merupakan perbaharuan dari Undang Undang Nomor 1 Tahun 2020) tentang Ibu Kota Negara (IKN), Keseluruhan Kecamatan Sepaku di Kabupaten Penajam Paser Utara dan Kecamatan Samboja di Kabupaten Kutai Kartanegara masuk ke wilayah IKN. Sehingga sebagian kawasan Teluk Balikpapan masuk ke dalam wilayah Administrasi IKN. Teluk Balikpapan merupakan salah satu lansekap terpenting di dalam deliniasi IKN saat ini yang mempengaruhi seluruh perencanaan pembangunan

dalam IKN, baik sebagai letak strategis sebagai kawasan perlintasan di laut dan pesisir juga fungsinya sebagai ekosistem penting dalam perlindungan ekosistem dan habitat, serta jasa eskosistem termasuk jasa penyedia air permukaan yang penting.

Sejak lama kawasan Teluk Balikpapan merupakan kawasan tersibuk di wilayah pesisir Kalimantan Timur. Fungsinya sebagai wilayah perlintasan, kawasan industri di pesisir, kawasan pemukiman dan lain-lain sehingga tekanan terhadap wilayah ini juga tinggi. Batas wilayah Teluk Balikpapan tidak dibatasi dengan batas wilayah administrasi.

Batas wilayah kajian di Teluk Balikpapan adalah batas Daerah Aliran Sungai (DAS) yang mengalir ke dalam Teluk Balikpapan. Berikut ini peta DAS yang mengalir ke Teluk Balikpapan.



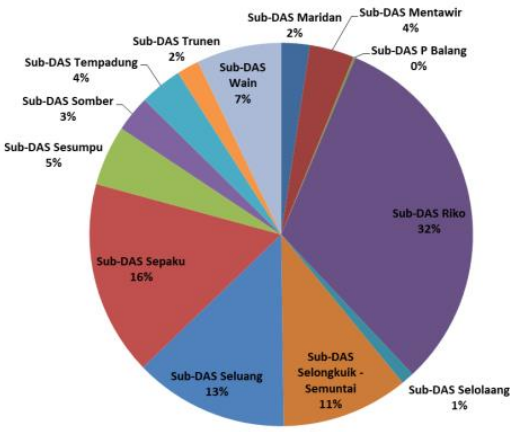
Gambar 3.02. Peta sub Daerah Aliran Air di Teluk Balikpapan

DAS terluas di Teluk Balikpapan adalah sub DAS Riko seluas 59.473 Hektar, disusul sub DAS Sepaku seluas 30.867 Hektar, sub DAS Seluang seluas 24.450 Hektar, sub DAS Selongkuik-Semuntai seluas 20.110 Hektar

dan sub DAS Wain seluas 13.445 Hektar. Selengkapnya seluruh sub DAS yang termasuk ke dalam Teluk Balikpapan seperti pada tabel berikut ini.

Tabel 3.01. Luas Sub DAS di Teluk Balikpapan

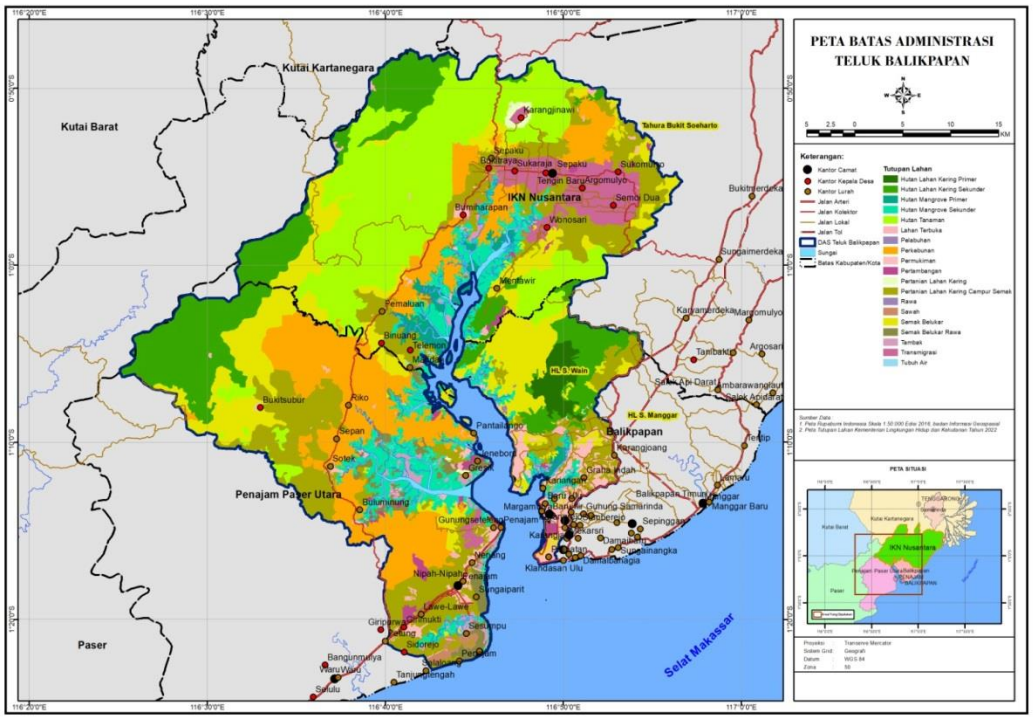
No.	Sub DAS	Luas ha
1	Sub-DAS Maridan	4,515
2	Sub-DAS Mentawir	7,054
3	Sub-DAS P Balang	326
4	Sub-DAS Riko	59,473
5	Sub-DAS Selolaang	2,037
6	Sub-DAS Selongkuik - Semuntai	20,110
7	Sub-DAS Seluang	24,450
8	Sub-DAS Sepaku	30,867
9	Sub-DAS Sesumpu	9,556
10	Sub-DAS Somber	5,718
11	Sub-DAS Tempadung	6,729
12	Sub-DAS Trunen	3,541
13	Sub-DAS Wain	13,445
	Grand Total	187,822



Terdapat 13 sub-DAS yang mengalir ke dalam Teluk Balikpapan. Terdapat beberapa sub-DAS yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Berikut ini photo drone salah satu sub DAS di Teluk Balikpapan.

Gambar 3.03. Salah satu DAS (Sub DAS Tempadung) yang mengalir ke Teluk Balikpapan (photo drone hasil kunjungan lapangan).

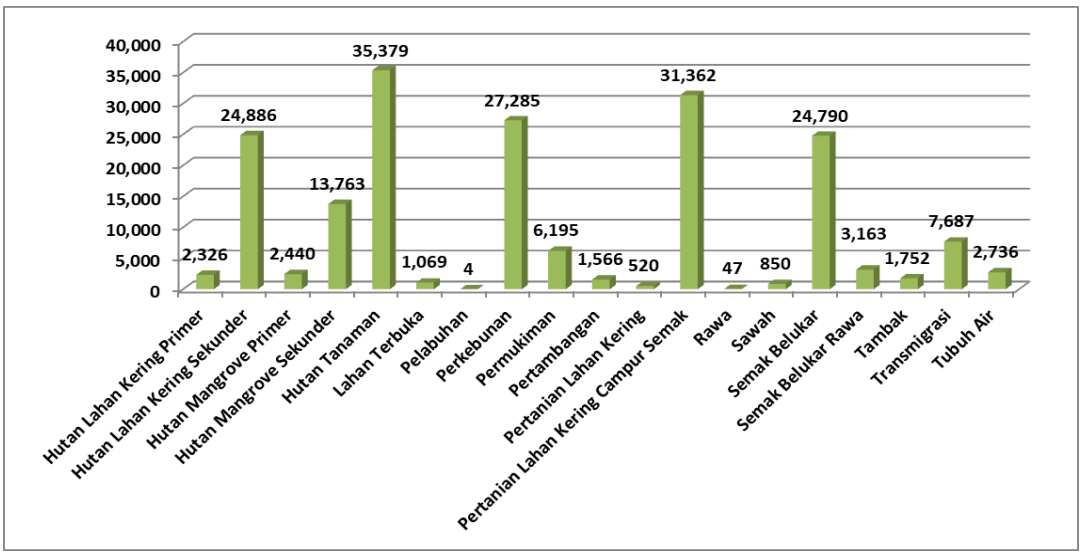
Berdasarkan tutupan lahan, terdapat 19 tipe tutupan lahan di dalam deliniasi Teluk Balikpapan seperti tergambar pada peta berikut ini.



Gambar 3.04. Peta Tutupan Lahan Teluk Balikpapan

Tutupan lahan terluas di area terestrial Teluk Balikpapan adalah hutan tanaman industri (35.379 Ha), pertanian lahan kering campur semak (31.362 Ha), perkebunan (27.285 Ha), hutan lahan kering sekunder (24.886 Ha) dan semak belukar (24.790 Ha). Hutan tanaman industri berada pada Perizinan Berusaha Pemanfaatan Hutan (PBPH) Hutan Tanaman (HT) terutama untul PT. ITCI Hutani Manunggal (IHM) dan PT. Inhutani I Unit Manajemen Hutan Tanaman Batu Ampar Mentawir. Tutupan lahan kering campur semak, perkebunan dan semak belukar berada terutama pada lokasi Area Pemanfaatan Lain dan juga kawasan hutan yang telah terdegradasi yang tersebar di Kecamatan Sepaku dan Penajam. Sedangkan hutan lahan kering sekunder berada di

Hutan Lindung Sungai Wain, PT Inhutani I Unit Manajemen Hutan Tanaman Batu Ampar Mentawir, PT IHM, dan PT ITCIKU. Berikut ini grafik informasi tutupan lahan di Teluk Balikpapan.



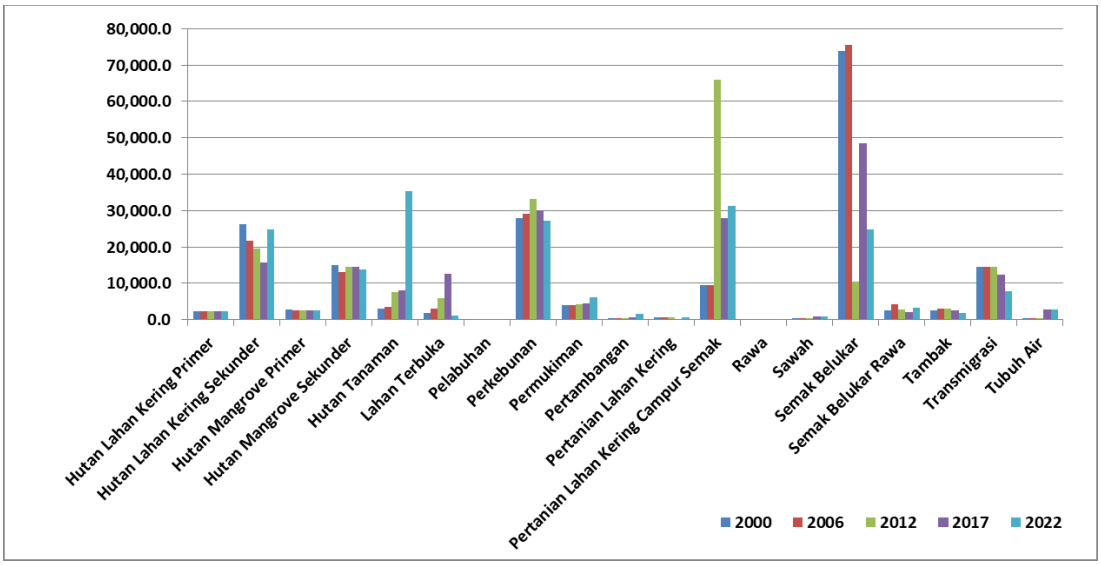
Gambar 3.05. Grafik Informasi Tutupan Lahan Teluk Balikpapan

Kondisi tutupan lahan di Teluk Balikpapan seperti pada beberapa gambar berikut ini.

Gambar 3.06. Photo drone tutupan lahan sebelah barat Sungai Wain Balikpapan di jalan menuju jembatan Pulau Balang (photo hasil kunjungan lapangan)

Gambar 3.07. Photo drone tutupan hutan mangrove di Teluk Balikpapan dan tutupan lahan berupa hutan tanaman dan hutan sekunder di PT IHM

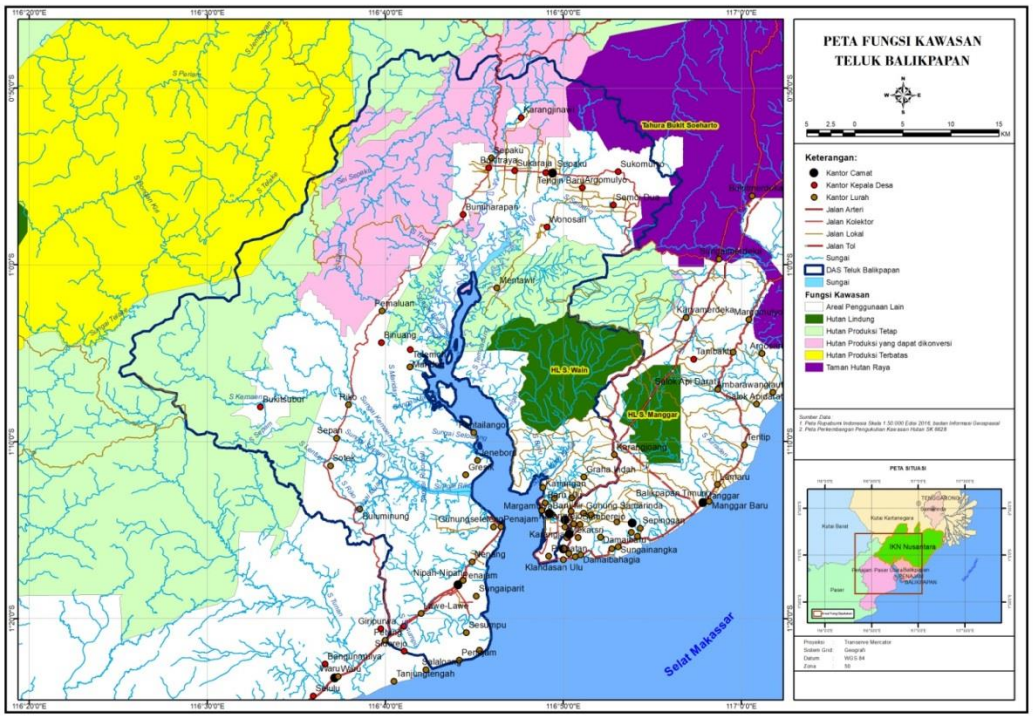
Kajian ini juga mencoba melihat historikal tutupan lahan di dalam kawasan Teluk Balikpapan. Tutupan lahan berhutan memang relatif stabil terutama di dalam kawasan hutan. Historis kondisi tutupan lahan di kawasan Teluk Balikpapan dapat terlihat seperti pada gambar berikut ini.



Gambar 3.08. Kondisi Tututpan Lahan Kawasan Teluk Balikpapan sejak Tahun 2000 hingga Tahun 2022

Kondisi tutupan lahan hutan lahan kering primer, hutan mangrove primer dan hutan mangrove sekunder relatif stabil. Terjadi peningkatan pada tutupan hutan tanaman dan pemukiman. Sedangkan area hutan lahan kering sekunder, lahan terbuka, pertanian lahan kering campur semak, semak belukar relatif fluktuatif. Area yang teridentifikasi sebagai area transmigrasi cenderung terus menurun berganti menjadi area pemukiman. Fluktuasi dan dinamika kondisi tutupan lahan ini sangat dipengaruhi oleh berbagai kondisi, seperti kondisi status kawasan hutan, rencana pembangunan, peningkatan dan pembukaan sarana prasarana, atau kondisi rencana tata ruang atau inisiatif perlindungan kawasan.

Berdasarkan fungsi kawasan, di Teluk Balikpapan merupakan kawasan yang sangat lengkap dengan fungsi kawasan dari Area Penggunaan Lain, Hutan Produksi, Hutan Lindung dan Hutan Konservasi. Berikut ini peta fungsi kawasan di Teluk Balikpapan.



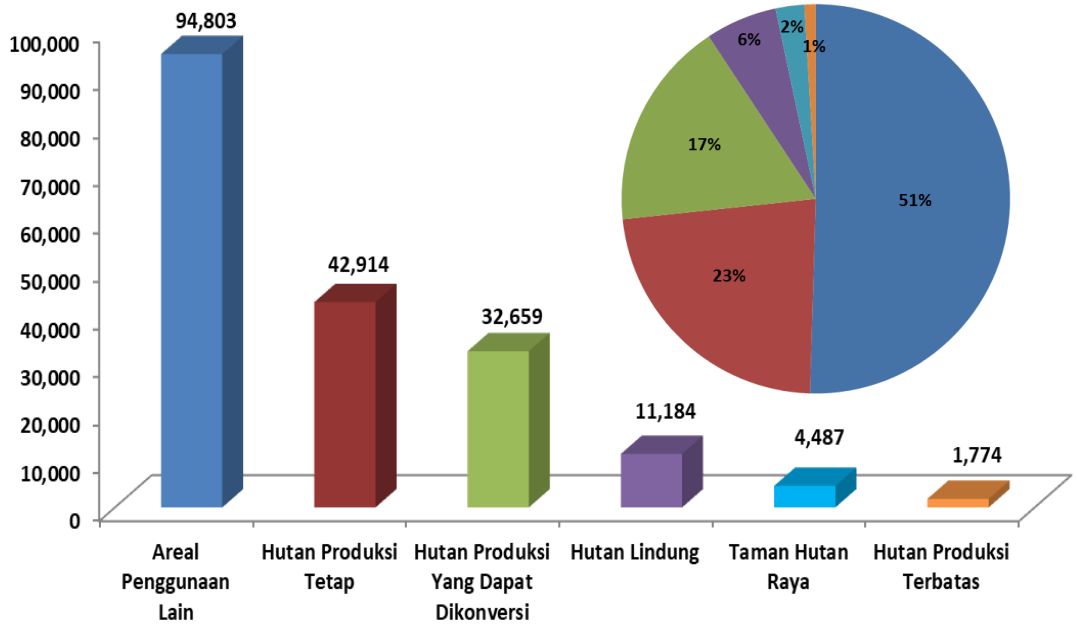
Gambar 3.09. Peta Fungsi Kawasan Teluk Balikpapan

Luas masing-masing fungsi kawasan di Teluk Balikpapan seperti pada table berikut ini.

Tabel 3.02. Luas masing-masing fungsi kawasan di Teluk Balikpapan

Fungi Kawasan	Luas ha
Areal Penggunaan Lain	94,803
Hutan Lindung	11,184
Hutan Produksi Terbatas	1,774
Hutan Produksi Tetap	42,914
Hutan Produksi Yang Dapat Dikonversi	32,659
Taman Hutan Raya	4,487
Grand Total	187,822

Jika digambarkan secara grafis luas fungsi kawasan dan proporsi fungsi kawasan di Teluk Balikpapan seperti berikut ini.

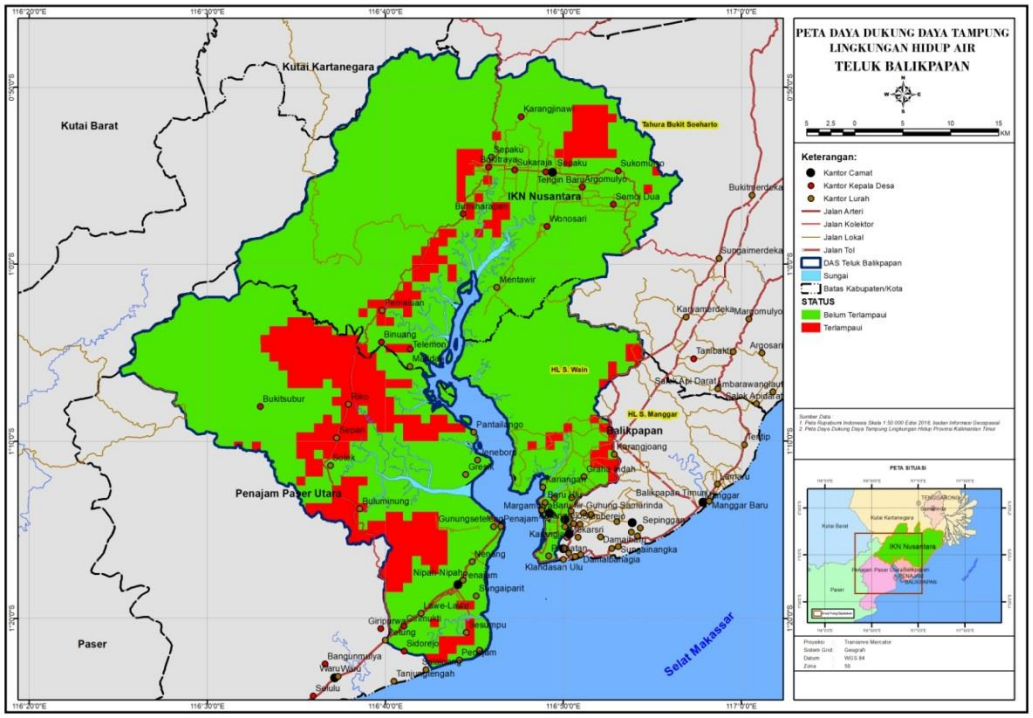


Gambar 3.10. Luas dan Proporsi Fungsi Kawasan Teluk Balikpapan

Jika melihat dari fungsi kawasan proporsi luas fungsi kawasan adalah seimbang, tetapi dari sisi penggunaan 92 % merupakan kawasan yang akan dimanfaatkan untuk pemukiman dan budidaya dengan fungsi kawasan sebagai APL dan Hutan Produksi. Berdasarkan tutupan lahan proporsi luasan area berhutan di Teluk Balikpapan adalah hanya 22 %, terdiri dari hutan lahan kering primer, hutan lahan kering sekunder, hutan mangrove primer dan hutan mangrove sekunder.

Berdasarkan analisis spasial daya dukung air, sesuai metoda yang telah disampaikan pada bab sebelumnya sebagian besar wilayah Teluk Balikpapan masih belum terlampaui (84%). Tutupan lahan berhutan merupakan baik sebagai hutan sekunder maupun hutan tanaman menjadi faktor utama yang mempengaruhi keberdaan daya dukung air. Keberadaan lahan berhutan yang berada dalam kawasan hutan, termasuk inisiatif mempertahankan hutan mangrove di sepanjang Teluk Balikpapan merupakan kolaborasi utama yang mempengaruhi fungsi jasa ekosistem

sehingga daya dukung air tetap tersedia. Berikut ini peta daya dukung air di Teluk Balikpapan.

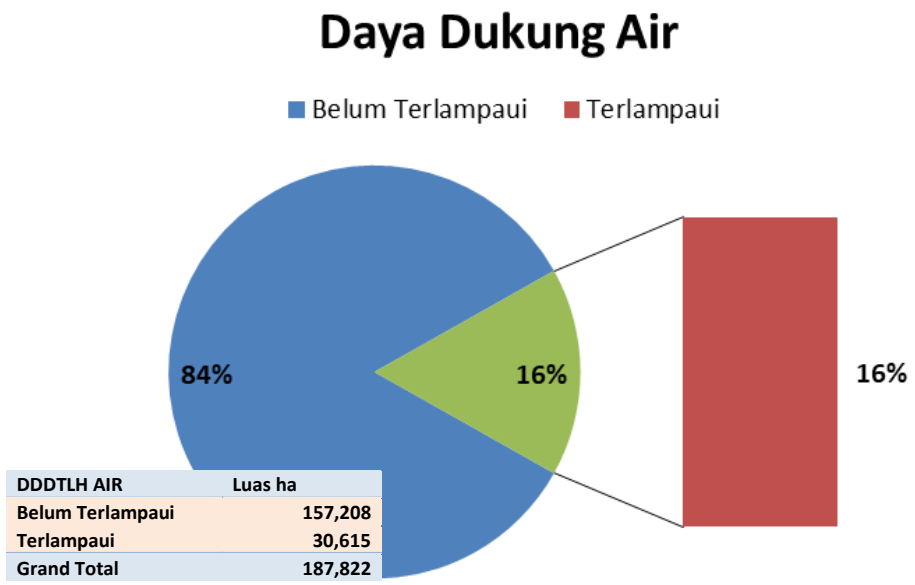


Gambar 3.11. Daya Dukung Air di Kawasan Teluk Balikpapan

Area terbuka berupa pemukiman dan landclearing hutan tanaman industry, serta area bekas tambang merupakan area yang teridentifikasi sebagai kawasan dengan daya dukung air yang telah terlampaui. Setidaknya lebih dari 30.000 hektar atau 16 % dari luasan keseluruhan wilayah Teluk Balikpapan merupakan kawasan dengan daya dukung air yang telah terlampaui.

Walaupun sebagian besar wilayah Teluk Balikpapan merupakan kawasan dengan daya dukung air yang belum terlampaui namun keberadaan IKN dengan rencana pembangunannya yang massif akan mengancam kawasan berhutan yang juga berarti akan mengancam daya dukung air. Selain okupansi terhadap kawasan berhutan, pertambahan jumlah penduduk baik di dalam kawasan IKN maupun di sekitar kawasan IKN menjadi ancaman serius terhadap daya dukung air. Saat ini sesuai

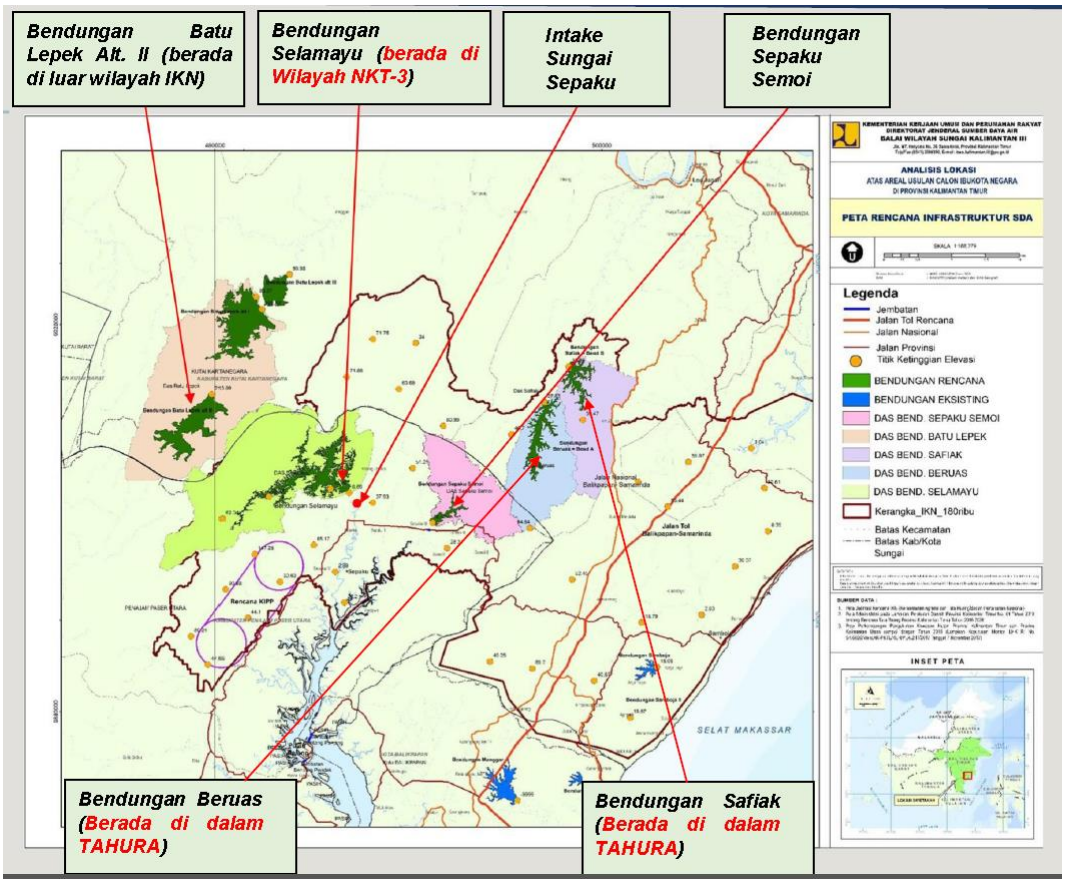
analisis spasial di atas, daya dukung air masih belum terlampaui seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 3.12. Luas dan Proporsi Status Daya Dukung Air di Kawasan Teluk Balikpapan

Sebenarnya saat ini keberadaan air permukaan di dalam IKN sangat terbatas. Keberadaan sungai-sungai kecil di IKN belum mencukupi jika nanti IKN sudah aktif sebagai Kota yang dihuni banyak orang. Saat ini di IKN memang mengandalkan air yang tertampung pada embung-embung alami yang kemudian diperbesar, seperti yang ada di ITCIKU dan perencanaan pembangunan bendungan. Alternatif penyediaan air di IKN telah dikaji sedemikian rupa dengan pilihan-pilihan sumber air baku.

Pada rencana awal pembangunan IKN setidaknya direncanakan pembangunan bendungan dan meningkatkan intake yang sudah ada untuk menjaga ketahanan air di deliniasi IKN, yaitu Bendungan Batu Lepek, Bendungan Sepaku Semoi, Intake Sungai Sepaku, Bendungan Selamayu, Bendungan Beruas dan Bendungan Safiak. Berikut ini gambar lokasi bendungan dan intake di dalam IKN.

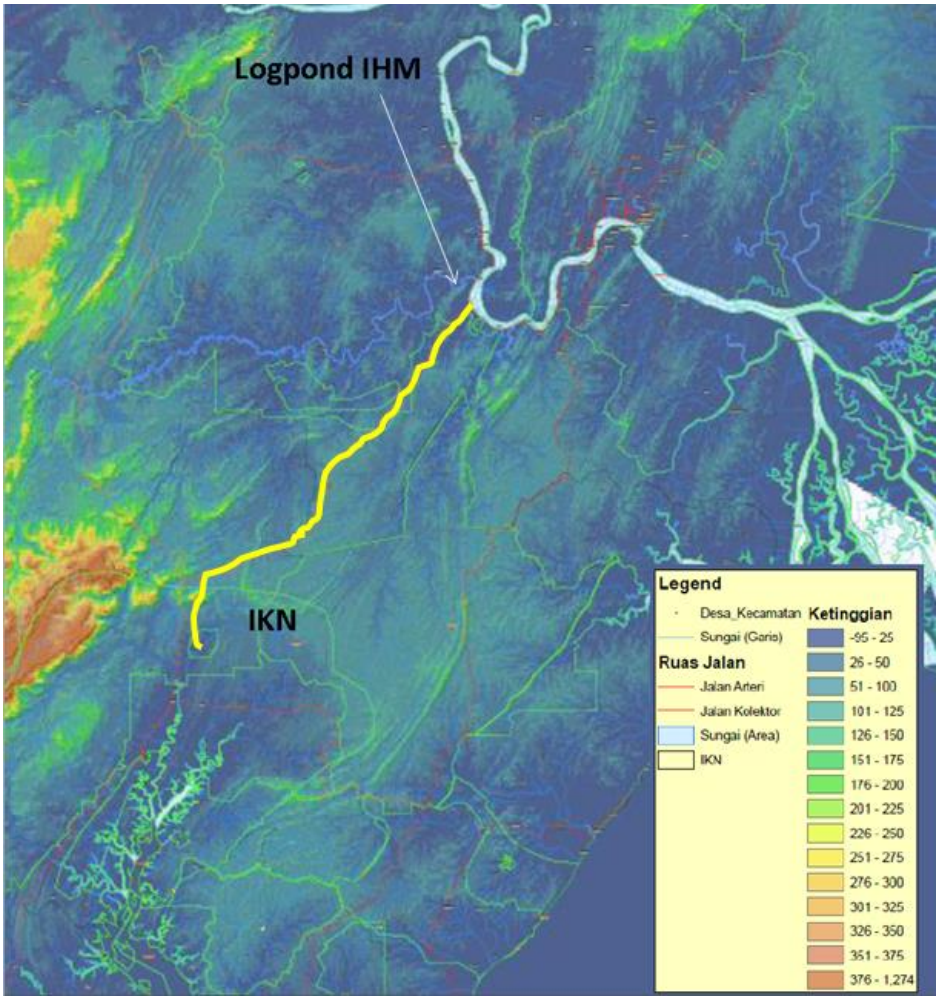


Gambar 3.13. Lokasi Pembangunan Bendungan dan Peningkatan Intake di IKN untuk Ketahanan Air (Sumber: Kementerian PPN/Bapenas dan KLHS MP IKN, 2020)

Kajian Lingkungan Hidup Strategis Master Plan IKN menolak pembangunan bendungan di dalam Taman Hutan Raya Bukit Soeharto karena selain debit air kecil juga akan mempengaruhi luasan tutupan berhutan, sehingga untuk rencana pembangunan adalah di Bendungan Batu Lepek dengan perkiraan 4.300 lt/dt pengambilan air dengan daya tamping air sebanyak 66,99 juta m^3 serta dapat dijadikan pembangkit listrik dengan daya 2.2 Megawatt, Bendungan Sepaku Semoi dengan perkiraan 2.500 lt/dt pengambilan air dan daya tamping sebanyak 10,06 juta m^3, intake Sungai Sepaku dengan 500 lt/dt pengambilan air dan Bendungan Selamayu dengan jumlah pengambilan air sekitar 3.950 lt/dtk dan volume tampungan air sekitar 53,29 juta m3. Bendungan Selamayu juga digunakan untuk mengatasi banjir yang sering terjadi dengan

perkiraan reduksi kejadian banjir 70% QPMF. Sehingga jika ditotal rencana suplay air baku dari keseluruhan rencana ini adalah sekitar 11.450 lt/dt.

Alternatif ketahanan air di IKN adalah dari Sungai Mahakam. Memanfaatkan bekas log pond PT ITCI Hutani Manunggal (IHM) di Desa Tanjung Harapan Kecamatan Sebulu Kabupaten Kutai Kartanegara. Area ini sangat memungkinkan mengingat intrusi air laut dari Muara Sungai Mahakam tidak sampai pada titik ini. Jarak log pond dengan Kawasan Inti Pusat Pemerintahan (KIPP) IKN sekitar 83 Km. Berikut ini gambar rencana intake Mahakam di logpond IHM.



Gambar 3.14. Alternatif Ketahanan Air di IKN dari Sungai Mahakam (Sumber: Kementerian PPN/Bapenas dan KLHS MP IKN, 2020)

Gambar 3.15. Kondisi Sungai Mahakam dan Bekas Logpond IHM di Desa Tanjung Harapan Kecamatan Sebulu Kutai Kartanegara

Kondisi ketersediaan air sangat tergantung terhadap sumber-sumber ketersediaan air dan jumlah penduduk yang akan dipasok kebutuhan airnya. Perkiraan jumlah penduduk pada tahun 2045 di IKN adalah sejumlah 1.650.000 orang sehingga kebutuhan air diperkirakan sekitar 191.660.040 m^3/tahun. Dengan menggunakan sumber alternatif bendungan dan dari Sungai Mahakam kebutuhan air di IKN akan terpenuhi.

Ketahanan Air di IKN dengan berbagai sumber air di atas bukan sekadar untuk memenuhi kebutuhan IKN semata. Jika air telah dapat dipasok hingga ke IKN terutama dari sumber air Sungai Mahakam, beberapa tempat sekitar IKN juga dapat dipenuhi seperti Kota Balikpapan yang selama ini bermasalah dengan kondisi air bersih pada saat musim kering.

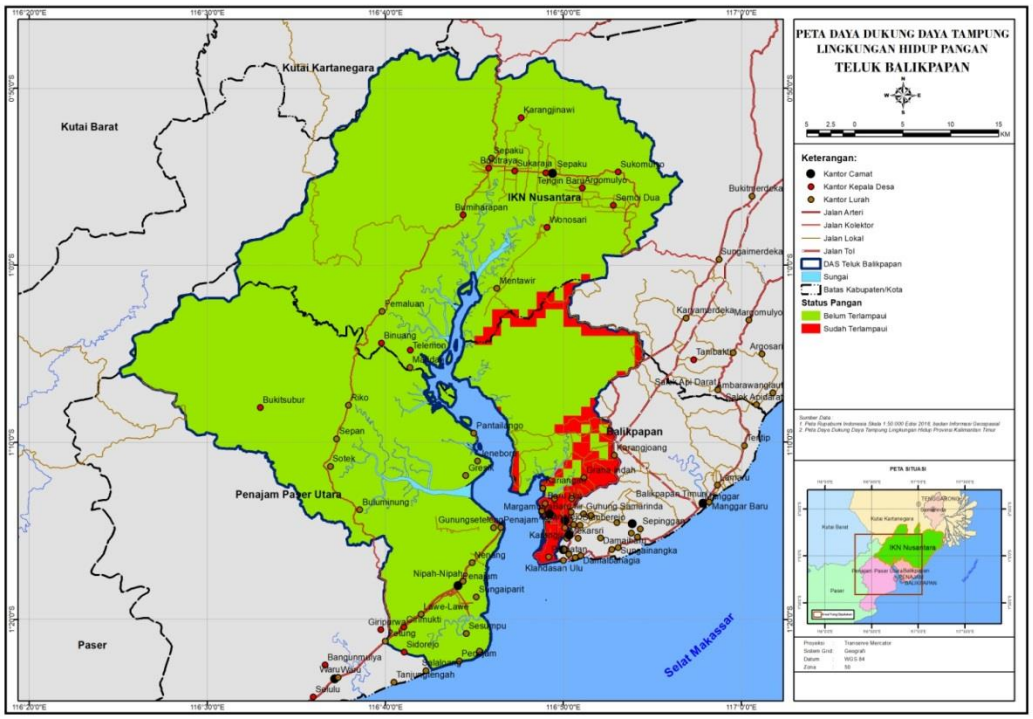
Kondisi tutupan berhutan merupakan hal yang penting terhadap kondisi kuantitas dan kualitas air. Mempertahankan kawasan berhutan menjadi komitmen sehingga daya dukung air dan jasa lingkungan secara

umum. Berikut ini kondisi beberapa tutupan lahan berhutan pada sub-DAS di Teluk Balikpapan.

Gambar 3.16. Kondisi Tutupan Berhutan di Sub-DAS Mentawir Teluk Balikpapan.

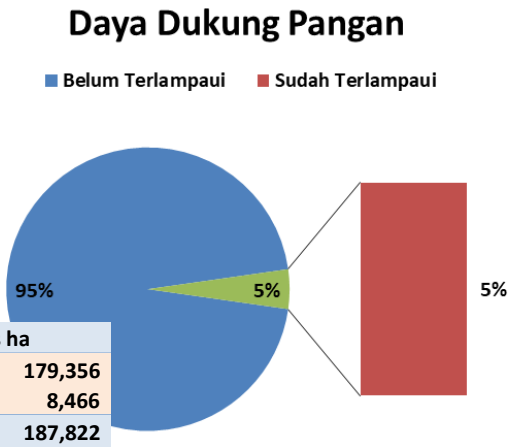
Gambar 3.17. Kondisi Tutupan Berhutan di Sub-DAS Tempadung Teluk Balikpapan.

Sementara itu untuk daya dukung pangan di Kawasan Teluk Balikpapan secara dominan belum terlampaui. Berikut ini peta daya dukung pangan di Teluk Balikpapan.



Gambar 3.18. Daya Dukung Pangan di Kawasan Teluk Balikpapan

Sekitar 95 % kawasan di Teluk Balikpapan daya dukung pangannya belum terlampaui. Berikut ini luasan dan proporsi daya dukung pangan di Teluk Balikpapan.



DDDTLH PANGAN	Luas ha
Belum Terlampaui	179,356
Sudah Terlampaui	8,466
Grand Total	187,822

Gambar 3.19. Luasan Daya Dukung Pangan di Kawasan Teluk Balikpapan

Sejak tahun 1970-an kawasan Teluk Balikpapan merupakan area pertanian lahan kering dari aktivitas transmigrasi terutama di Kecamatan Sepaku. Namun daya dukung pangan dalam daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup lebih kepada jasa ekosistem untuk penyedia pangan. Jika diskusi mengenai pangan di sini, bukan sekadar area yang dapat ditanami, tetapi juga meliputi ketahanan pangan dalam arti luas. Area hasil analisis spasial terkait daya dukung pangan menghasilkan area yang sudah terlampaui dan area yang belum terlampaui.

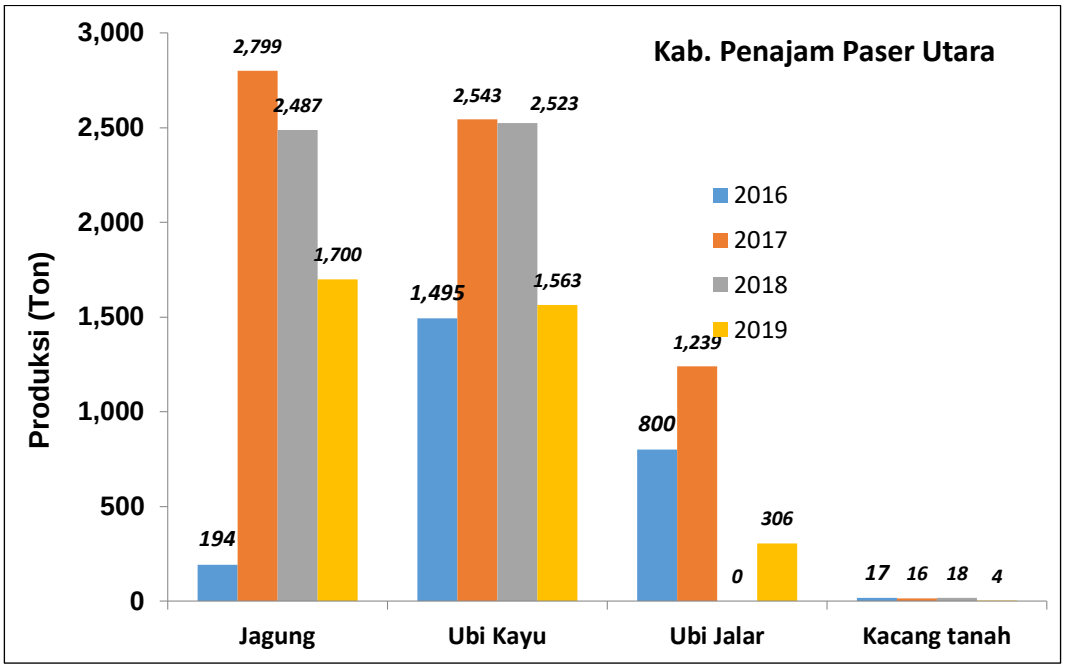
Penajam Paser Utara memiliki produk beberapa pertanian terutama dari wilayah Sepaku. Sebagai contoh komoditi palawija seperti jagung, kedelay, kacang tanah dan lain-lain. Berikut ini informasi hasil-hasil pertanian di Penajam Paser Utara tahun 2018.

Tabel 3.03. Komoditi Palawija di Kabupaten Penajam Paser Utara tahun 2018

Uraian	Komoditi					
	Jagung	Kedelai	Kacang Tanah	Kacang Hijau	Ubi Kayu	Ubi Jalar
Luas Panen (Ha)	731,70	-	14,90	-	113,00	-
Luas Tanaman (Ha)	667,10	-	13,20	-	89,50	-
Hasil per hektar (ku)	33,99	-	12,08	-	223,27	-
Produksi (Ton)	2.487,00	-	18,00	-	2.523,00	-

Sumber : Kabupaten Penajem Paser Utara dalam Angka (2020)

Produk palawija merupakan salah satu produk andalan di Penajam Paser Utara, sehingga hasilnya benar-benar menjadi manfaat bagi warga. Berikut ini data histroris hasil pertanian berupa palawija di Penajam Paser Utara.



Gambar 3.20. Produksi Palawija (Ton) di Kabupaten Penajam Paser Utara Tahun 2016-2019

Walaupun terjadi fluktuasi produksi palawija tetapi tetap dipertahankan sehingga terus berproduksi. Ini membuktikan bahwa lahan pertanian masih dapat diusahakan di Kabupaten Penajam Paser Utara, termasuk yang terbesar di Kecamatan Sepaku. Selain palawija di Kabupaten Penajam Paser Utara terdapat sawah dan ladang yang memproduksi beras yang menjadi bahan konsumsi masyarakat PPU dan Kalimantan Timur. Bahkan beberapa waktu lalu, PPU pernah menjadi salah satu lumbung padi Kalimantan Timur. Berikut ini data sawah dan ladang di PPU.

Tabel 3.04. Luas Tanam dan Luas Panen Padi Sawah dan Padi Ladang di Kabupaten Penajam Paser Utara

Kecamatan	Padi Sawah		Padi Ladang	
	Luas Tanam (ha)	Luas Panen (ha)	Luas Tanam (ha)	Luas Panen (ha)
Babulu	16.004,9	13.684,9	1.097,0	1.082,0
Waru	1.335,1	1.463,7	430,0	430,0
Penajam	2.029,8	2.499,6	726,0	641,0
Sepaku	1.174,0	1.731,8	1.618,0	1.124,0
Jumlah 2018	**20.544,0**	**19.380,0**	**3.817,0**	**3.277.0**

Sumber : Kabupaten Penajem Paser Utara dalam Angka (2020)

Baik langsung maupun tidak langsung daya dukung pangan merupakan ketersediaan jasa lingkungan terkait penyediaan pangan, walaupun dalam arti luas ketersediaan pangan dapat dipenuhi pada konsep ketahananan pangan yang berarti penyediaan pangan dari produksi pangan setempat dan/atau dapat dipenuhi dari tempat lain dengan kemudahan akses dan pemenuhan daya tukar.

Terkait dengan daya dukung pada kawasan perairan di Teluk Balikpapan, dilakukan dengan pendekatan identifikasi kemampuan menampung beban pencemar dari beberapa parameter beban pencemar di perairan. Parameter yang dimaksud, seperti Biological Oxygen Demand (BOD_5), Amonia Total (NH_3-N), Fenol, Minyak dan Lemak, Padatan Tersuspensi (TSS) dan NO3-N. Berdasarkan kajian daya tamping beban pencemar di Teluk Balikpapan, berikut ini beberapa parameter beban pencemar yang telah diidentifikasi di Teluk Balikpapan.

Tabel 3.05. Pendugaan Daya Dukung Teluk Balikpapan dengan beberapa Parameter Beban Pencemar

Parameter	Nilai	Baku mutu	Unit	Beban Pencemar Real (Ton/tahun)	Beban Pencemar max (Ton/tahun)	Sisa Beban Pencemar (Ton/tahun)
BOD_5	5.1	10	mg/L	559	1,099	540
Amonia Total (NH_3-N)	0.2	0.3	mg/L	17	33	16
Fenol	0.001	0.002	mg/L	0.11	0.22	0.11
Minyak & Lemak	0.40	5	mg/L	43.96	549.49	506
TSS	52.8	80	mg/L	5,800	8,792	2,992
NO3-N	0.05	0.06	mg/L	6	7	1

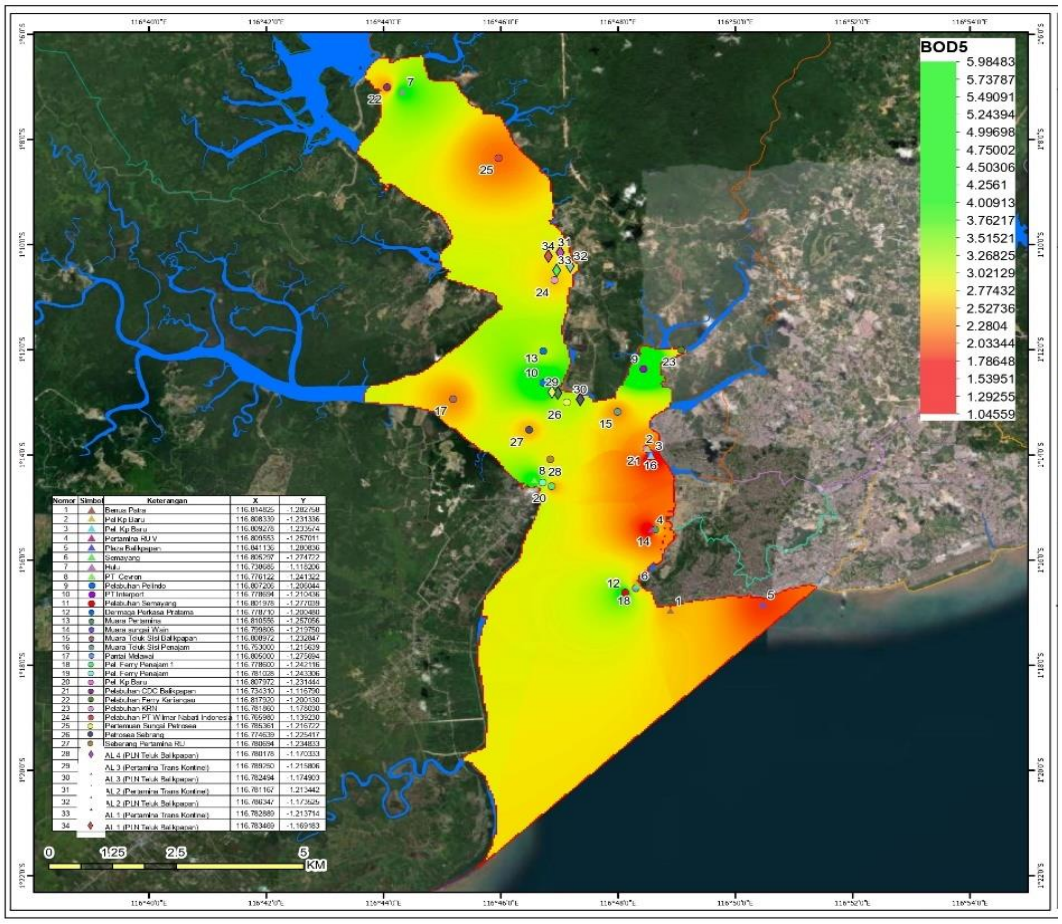
Sumber: DLH dan FPIK Unmul, 2022

Berdasarkan data di atas dan hasil identifikasi beberapa parameter yang digunakan disajikan secara singkat pendugaan daya dukung dan daya tampung perairan Teluk Balikpapan seperti berikut ini.

1) Biological Oxygen Demand (BOD_5)

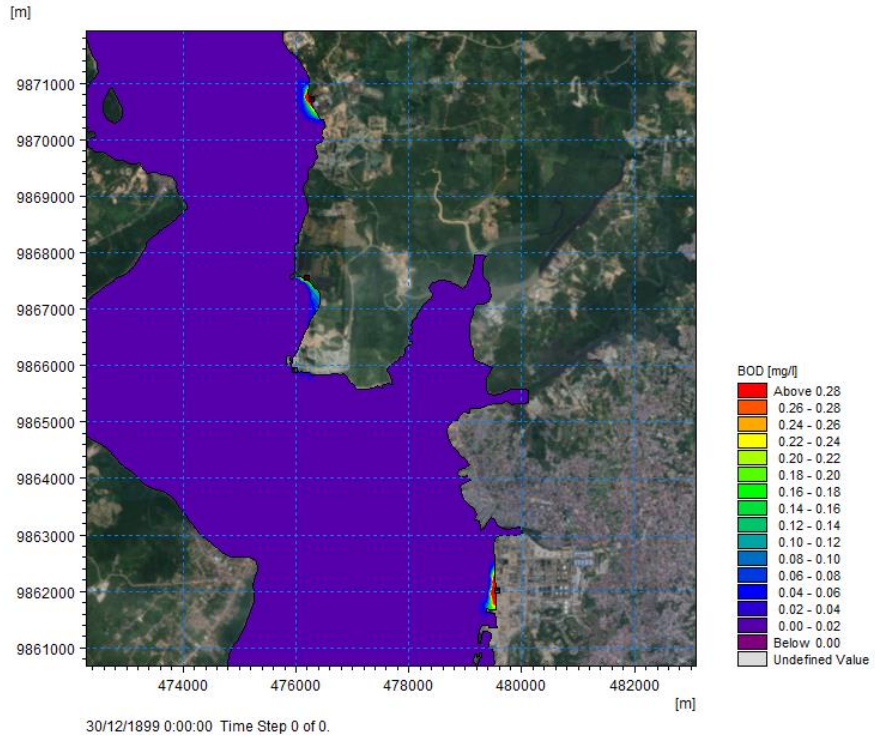
Hasil identifikasi seberan BOD_5 di Teluk Balikpapan menyatakan bahwa konsentrasi BOD_5 sebesar 5,1 mg/l sehingga Teluk Balikpapan memiliki beban pencemar sebesar 559 ton/tahun. Berdasarkan baku mutu perairan (10 mg/l), maka perairan Teluk Balikpapan masih memiliki daya

tamping sebesar 4,9 mg/l sehingga perairan Teluk Balikpapan masih memiliki kemampuan menampung beban pencemar maksimum sebesar 540 ton/tahun. Berikut ini peta pola sebaran BOD_5 di Teluk Balikpapan.

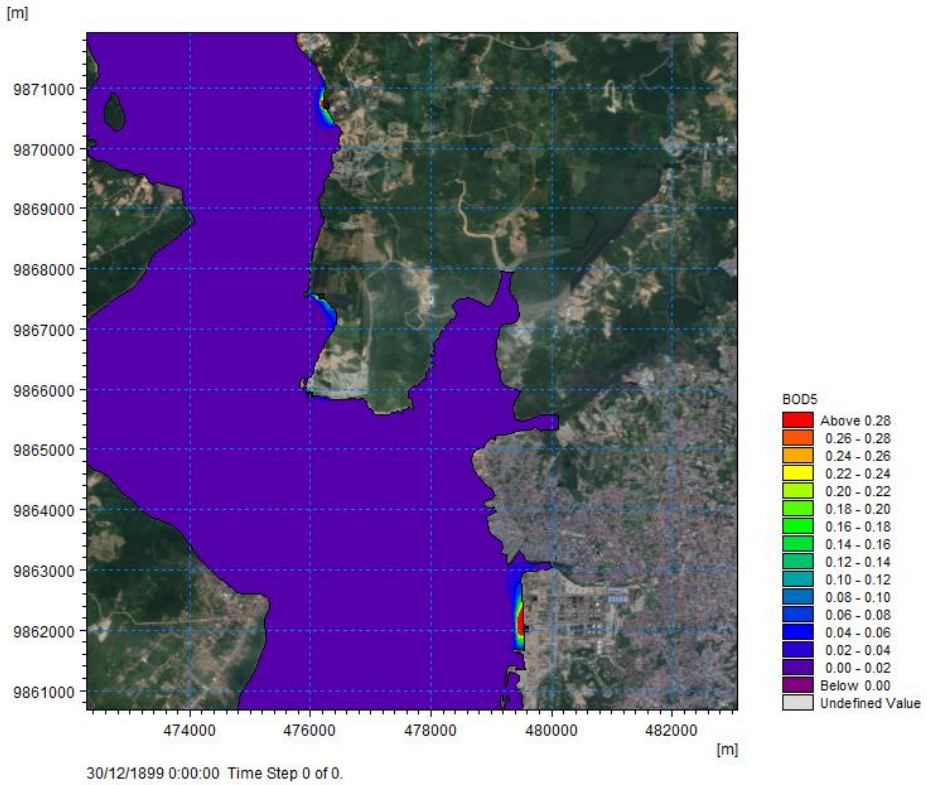


Gambar 3.21. Pola sebaran BOD_5 di Teluk Balikpapan

Apabila menggunakan pemodelan Mike21 terkait Konsentrasi BOD pada musim yang berbeda seperti pada gambar berikut ini.



Gambar 3.22. Peningkatan konsentrasi sebaran BOD maksimum akibat buangan outfall pada Musim Barat

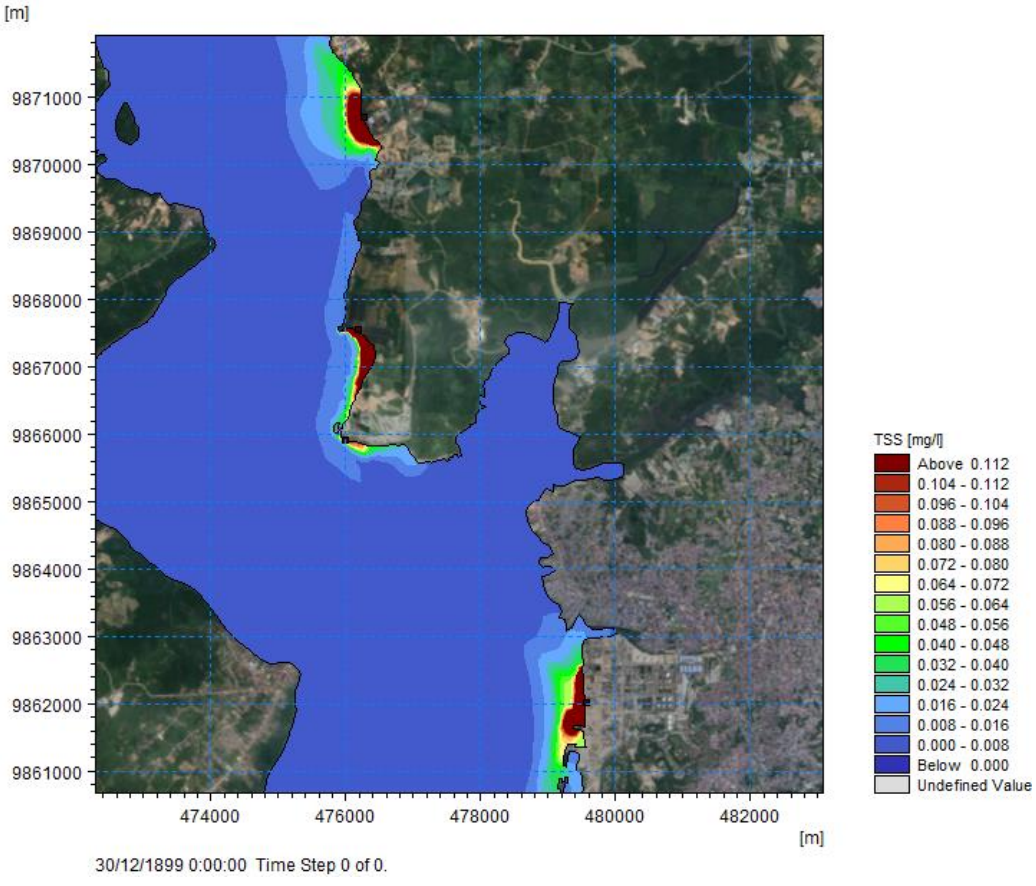


Gambar 3.23. Peningkatan konsentrasi sebaran BOD maksimum akibat buangan outfall pada Musim Timur

2) Padatan Tersuspensi (TSS)

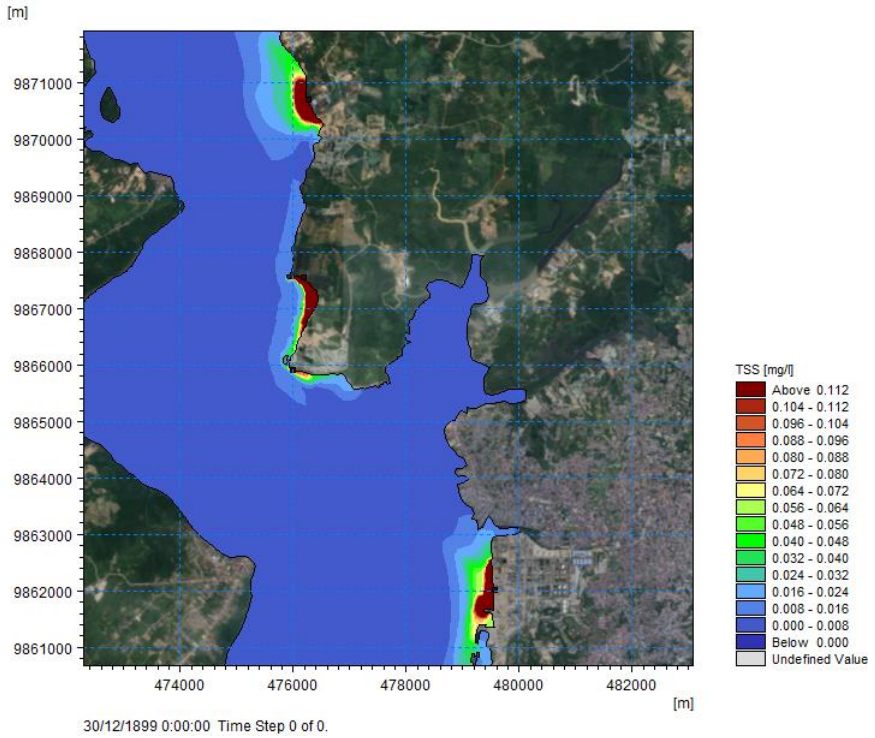
TSS (Padatan tersuspensi) merupakan paremeter dengan nilai beban pencemar tertingginyha adalah 5.800 ton/tahun. Tingginya kontribusi TSS mengggambarkan tingginya perubahan pola penggunaan lahan di sempadan daerah aliran sungai (DAS) yang akan bermuara masuk ke badan teluk Balikapapan.

Merujuk pada baku mutu perairan (80 mg/l) maka daya tampung perairan masih dapat menampung 27.2 mg/l, sehingga dari data ini diperkirakan masih dapat menampung 2.992 ton/tahun. Berikut ini peta pola sebaran TSS di Teluk Balikpapan

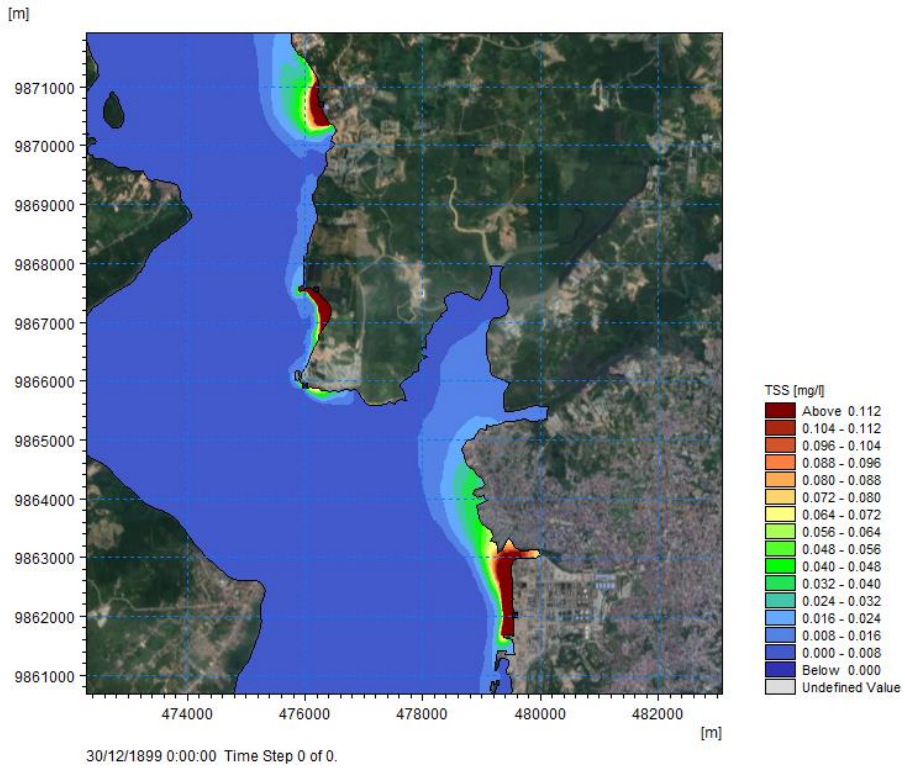


Gambar 3.24. Pola sebaran TSS di Teluk Balikpapan

Jika menggunakan pemodelan Mike21 terkait konsentrasi TSS pada musim yang berbeda di Teluk Balikpapan terlihat seperti pada gambar berikut ini.



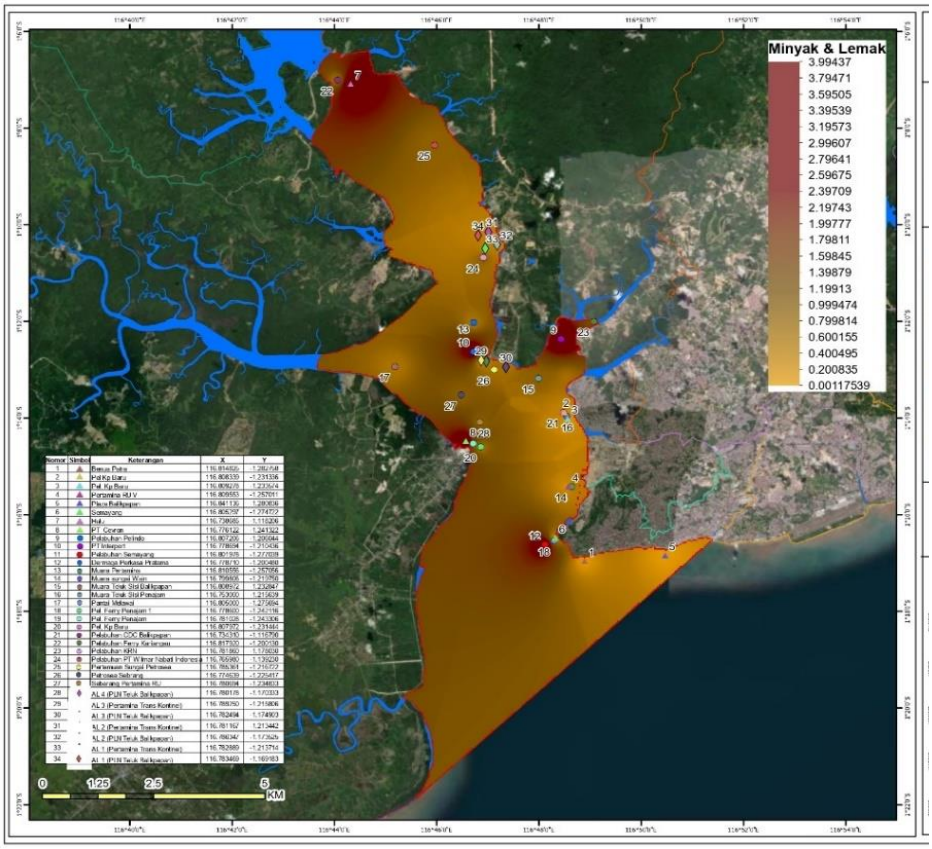
Gambar 3.25. Peningkatan konsentrasi sebaran TSS maksimum akibat buangan outfall pada Musim Barat



Gambar 3.26. Peningkatan konsentrasi sebaran TSS maksimum akibat buangan outfall pada Musim Timur

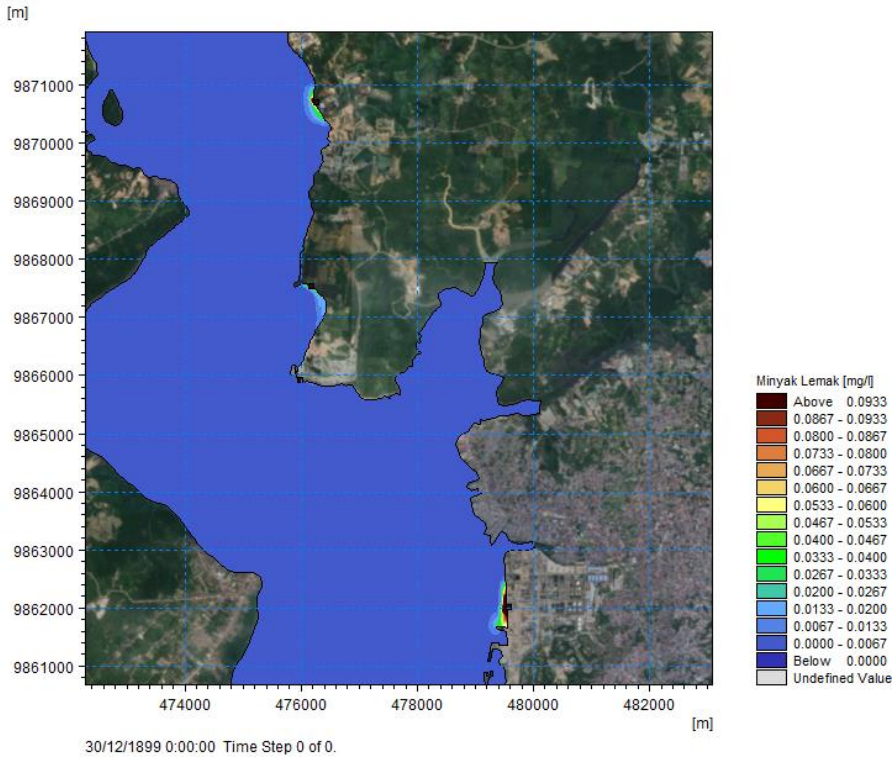
3) Minyak dan Lemak

Nilai konsentrasi minyak dan lemak yaitu 0.40 mg/l, hal ini dikarenakan hasil pengukuran laboratorium berada di bawah batas kemampuan deteksi laboratorium (Maximum detection limit) yaitu <5. Teluk Balikpapan saat ini menanggung beban sebesar 43.96 ton/tahun. Dengan volume yang ada dan maksimum baku mutu perairan maka Teluk Balikpapan masih mampu menampung 4.6 mg/l. diperkirakan dengan kapasitas ini Teluk Balikpapan masih memiliki kemampuan menampung beban pencemar maksimum 506 ton/tahun. Berikut ini peta pola sebaran minyak dan lemak di Teluk Balikpapan.

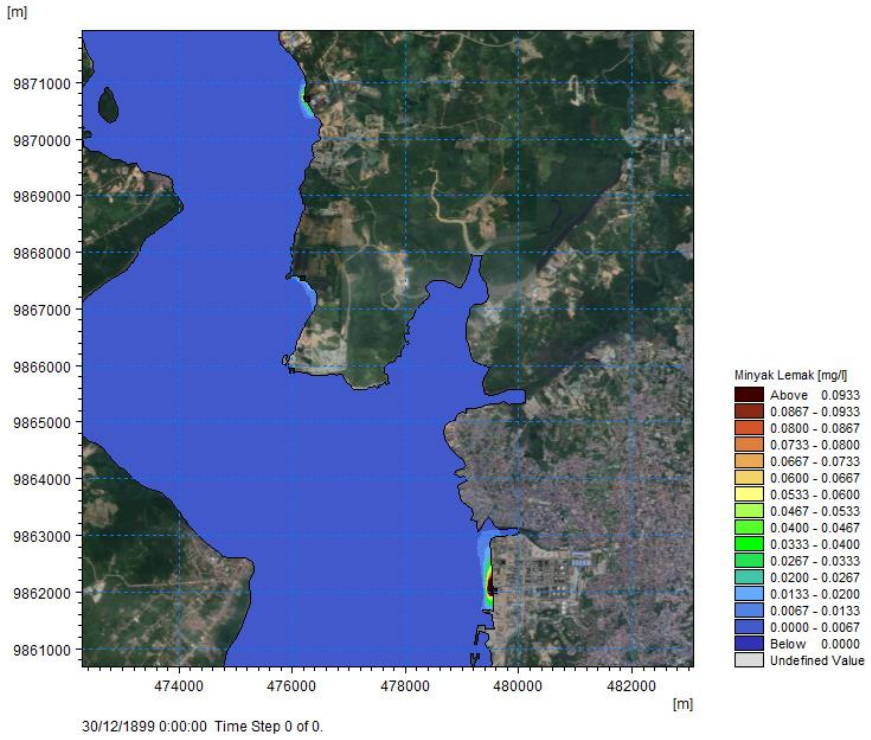


Gambar 3.27. Pola sebaran Minyak dan Lemak (Surfer) di Teluk Balikpapan

Dengan menggunakan pemodelan Mike21 terkait konsentrasi Minyak dan Lemak (Surfer) pada musim yang berbeda di Teluk Balikpapan terlihat seperti pada gambar berikut ini.



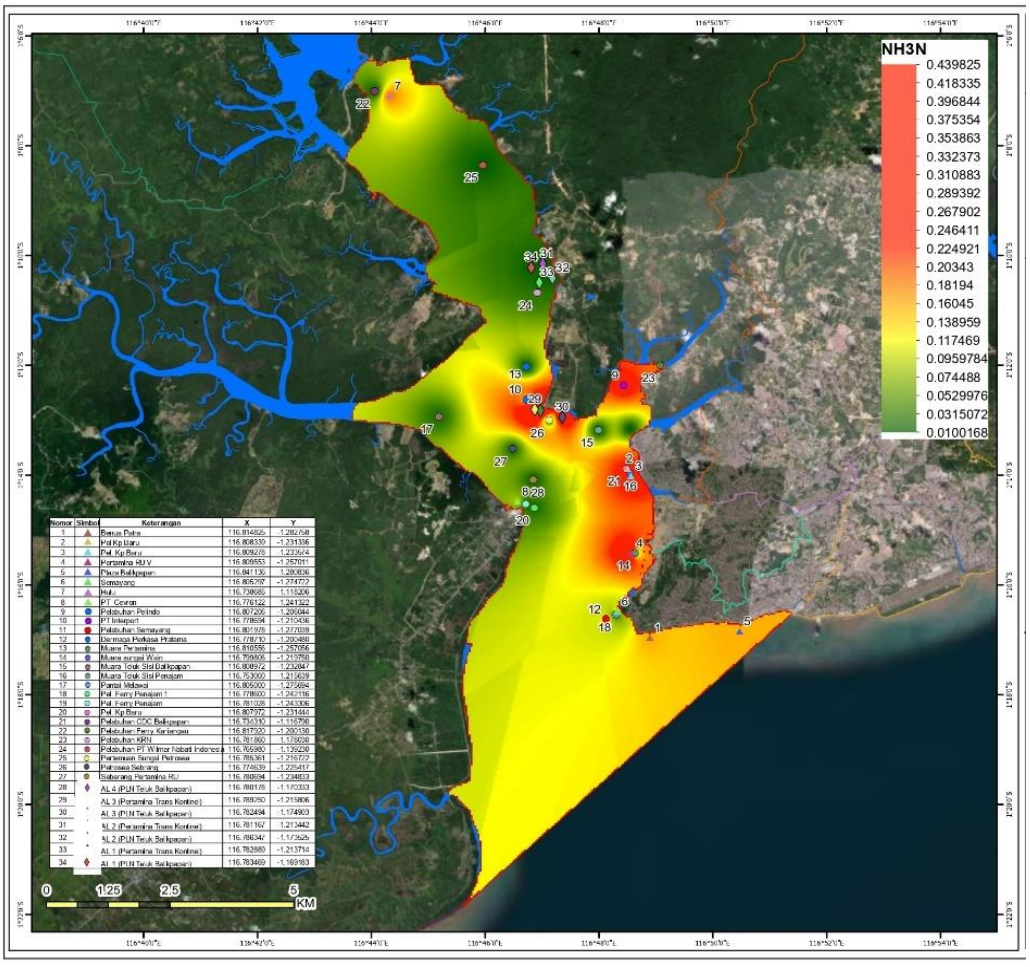
Gambar 3.28. Peningkatan konsentrasi sebaran Minyak dan Lemak maksimum akibat buangan outfall pada Musim Barat



Gambar 3.29. Peningkatan konsentrasi sebaran Minyak dan Lemak maksimum akibat buangan outfall pada Musim Timur

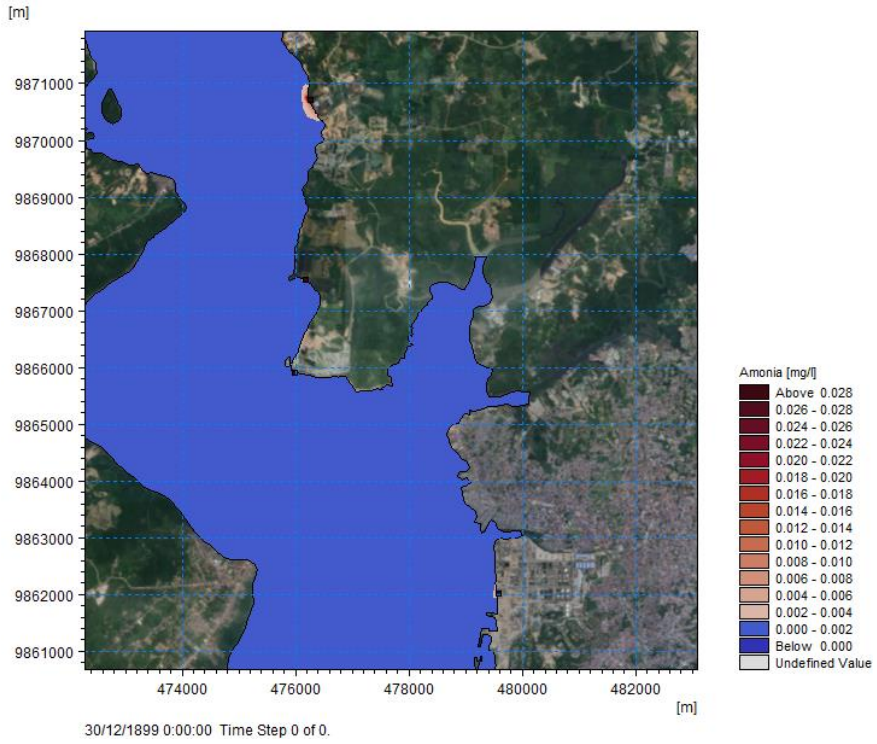
4) Amonia (NH3-N)

Rata-rata konsentrasi Amonia (NH3-N) di Teluk Balikpapan adalah 0,2 mg/l, sehingga saat ini Teluk Balikpapan memiliki beban NH3-N sebesar 17 ton/tahun. Dengan volume yang ada dan maksimum baku mutu perairan maka Teluk Balikpapan masih mampu menampung 0.14 mg/l. Diperkirakan dengan kapasitas ini Teluk Balikpapan masih memiliki kemampuan menampung beban pencemar maksimum 16 ton/tahun. Pola sebaran konsentrasi Amonia di Teluk Balikpapan seperti pada gambar berikut ini.

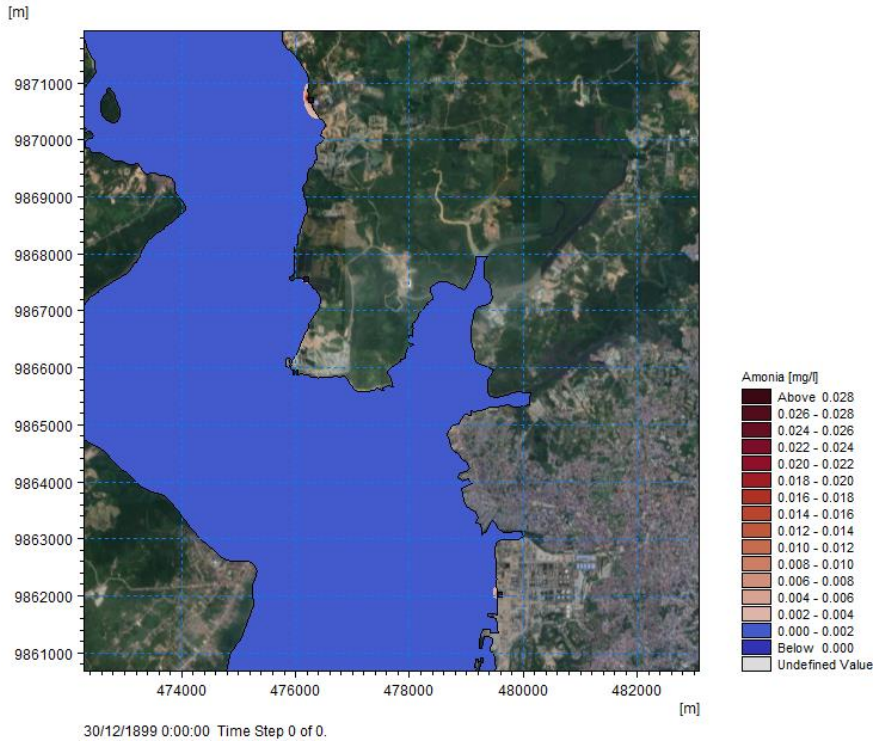


Gambar 3.30. Pola sebaran Minyak dan Lemak (Surfer) di Teluk Balikpapan

Dengan menggunakan pemodelan Mike21 terkait konsentrasi konsentrasi Amonia (NH3-N) pada musim yang berbeda di Teluk Balikpapan terlihat seperti pada gambar berikut ini.



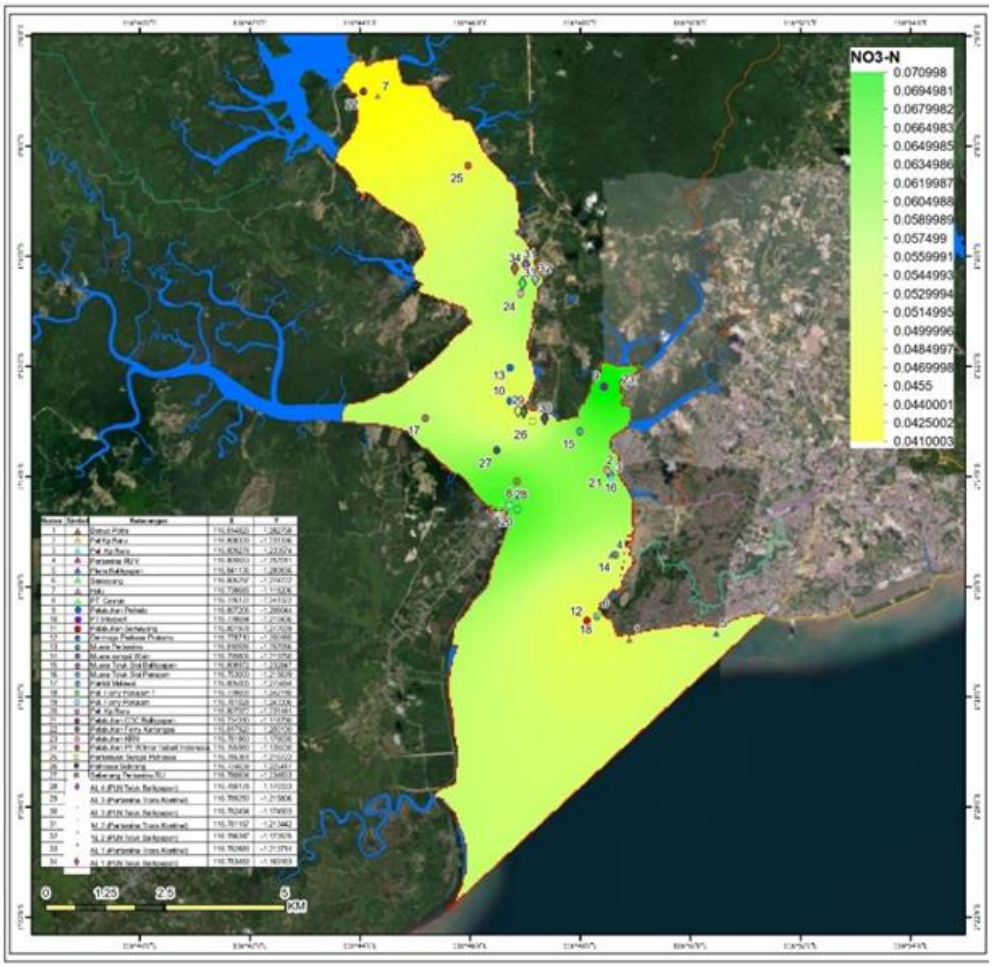
Gambar 3.31. Peningkatan konsentrasi sebaran Amonia (NH3-N) maksimum akibat buangan outfall pada Musim Barat



Gambar 3.32. Peningkatan konsentrasi sebaran Amonia (NH3-N) maksimum akibat buangan outfall pada Musim Timur

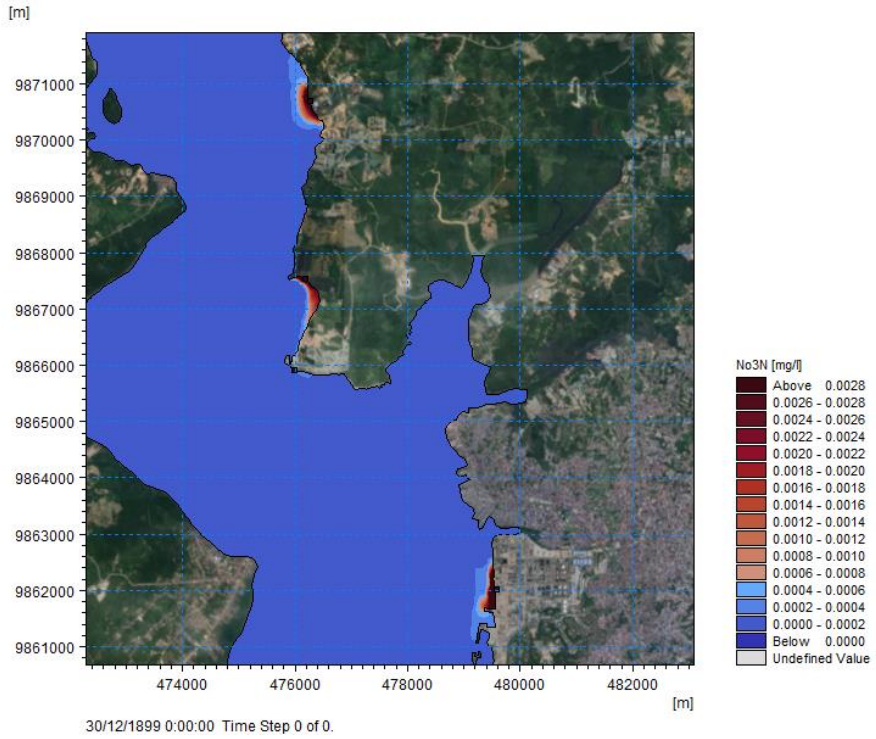
5) Nitrat (NO3-N)

Konsentrasi rata-rata Nitrat (NO3-N) di Teluk Balikpapan adalah sebesar 0,05 mg/l. Sehingga saat ini Teluk Balikpapan memiliki beban pencemar Nitrat sebesar 6 ton/tahun. Teluk Balikpapan masih mampu menampung 0.01 mg/l diperkirakan dengan kapasitas ini Teluk Balikpapan masih memiliki kemampuan menampung beban pencemar Nitrat maksimum 1 ton/tahun. Berikut ini pola sebaran konsentrasi Nitrat di Teluk Balikpapan.

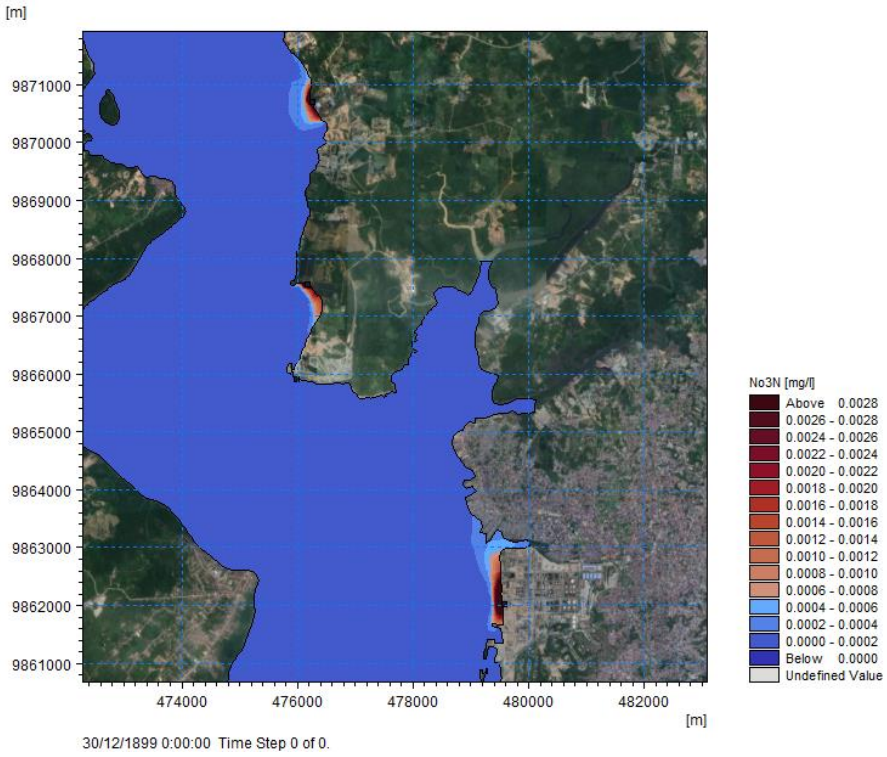


Gambar 3.33. Pola sebaran Nitrat (NO3-N) di Teluk Balikpapan

Dengan menggunakan pemodelan Mike21 terkait konsentrasi Nitrat (NO3-N) pada musim yang berbeda di Teluk Balikpapan terlihat seperti pada gambar berikut ini.



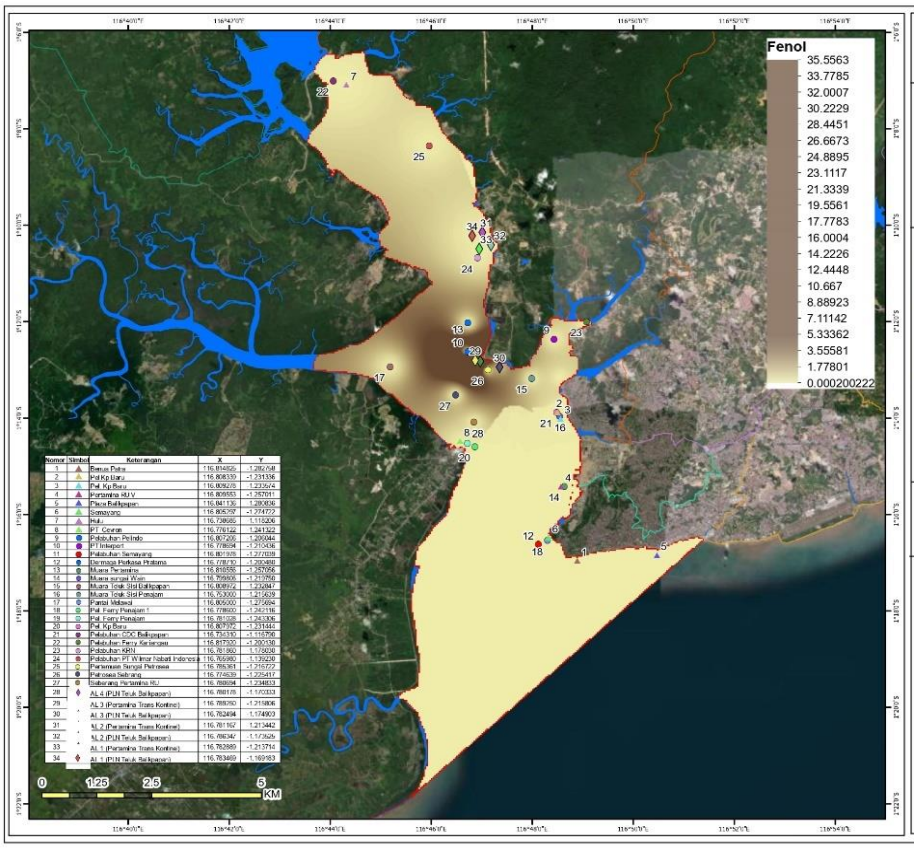
Gambar 3.34. Peningkatan konsentrasi sebaran Nitrat (NO3-N) maksimum akibat buangan outfall pada Musim Barat



Gambar 3.35. Peningkatan konsentrasi sebaran Nitrat (NO3-N) maksimum akibat buangan outfall pada Musim Timur

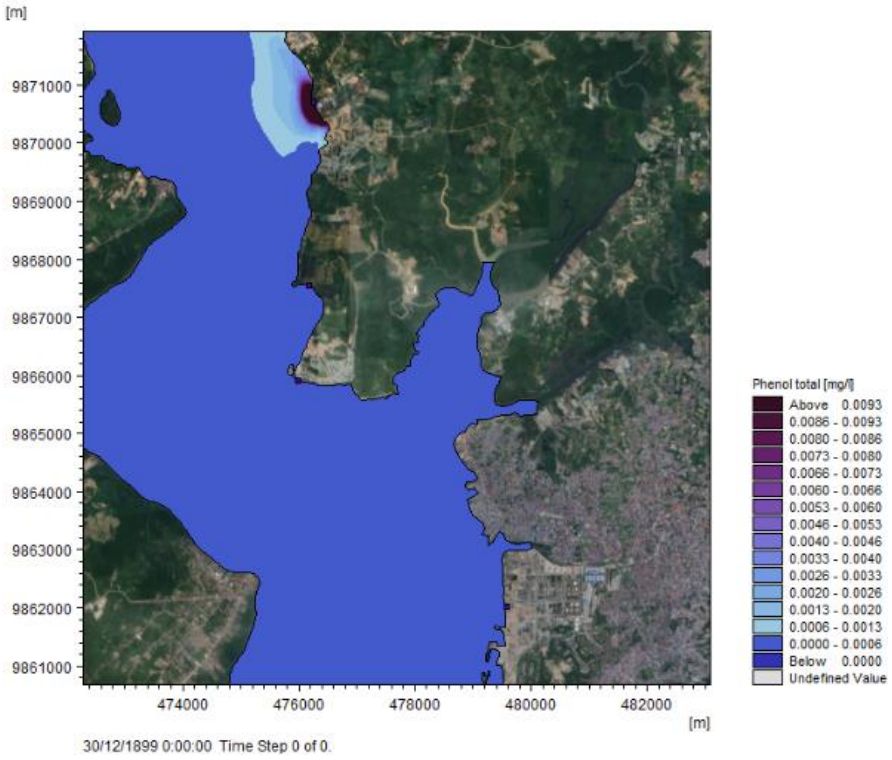
6) Fenol

Sebaran konsentrasi fenol di Teluk Balikpapan cenderung berada di sekitar pelabuan, seperti pelabuhan Kampung Baru dan Pelabuhan Semayang. Saat ini Teluk Balikpapan memiliki beban pencemar sebesar 0,11 ton/tahun. Dengan volume yang ada dan maksimum baku mutu perairan maka Teluk Balikpapan masih mampu menampung 0.001 mg/l. diperkirakan dengan kapasitas ini Teluk Balikpapan masih memiliki kemampuan menampung beban pencemar maksimum 0.11 ton/tahun. Berikut ini peta pola sebaran konsentras Fenol di Teluk Balikpapan.

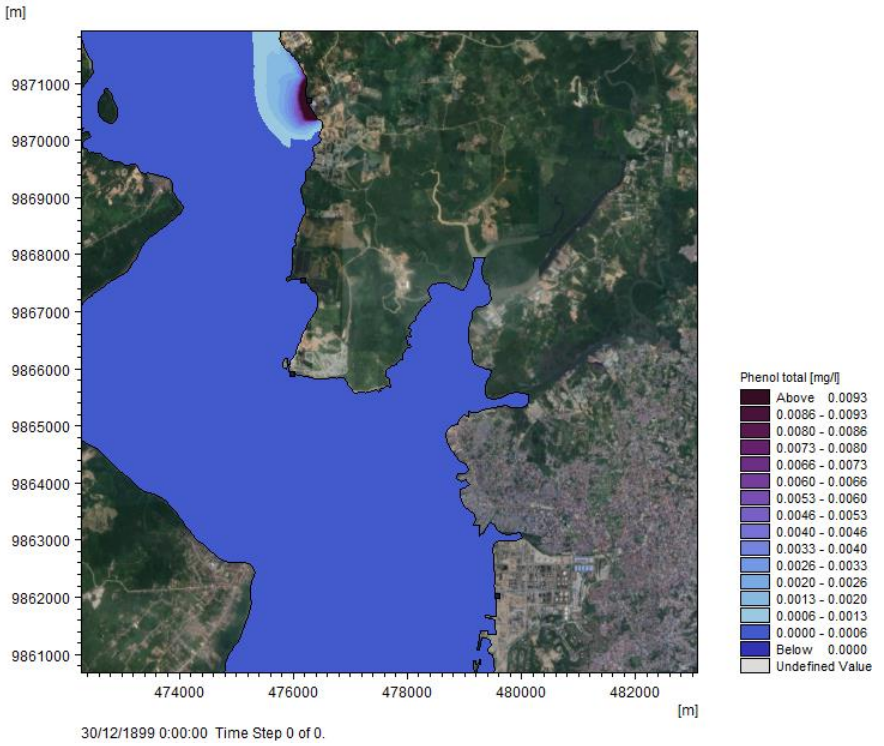


Gambar 3.36. Pola sebaran Fenol di Teluk Balikpapan

Dengan menggunakan pemodelan Mike21 terkait konsentrasi Fenol pada musim yang berbeda di Teluk Balikpapan terlihat seperti pada gambar berikut ini.

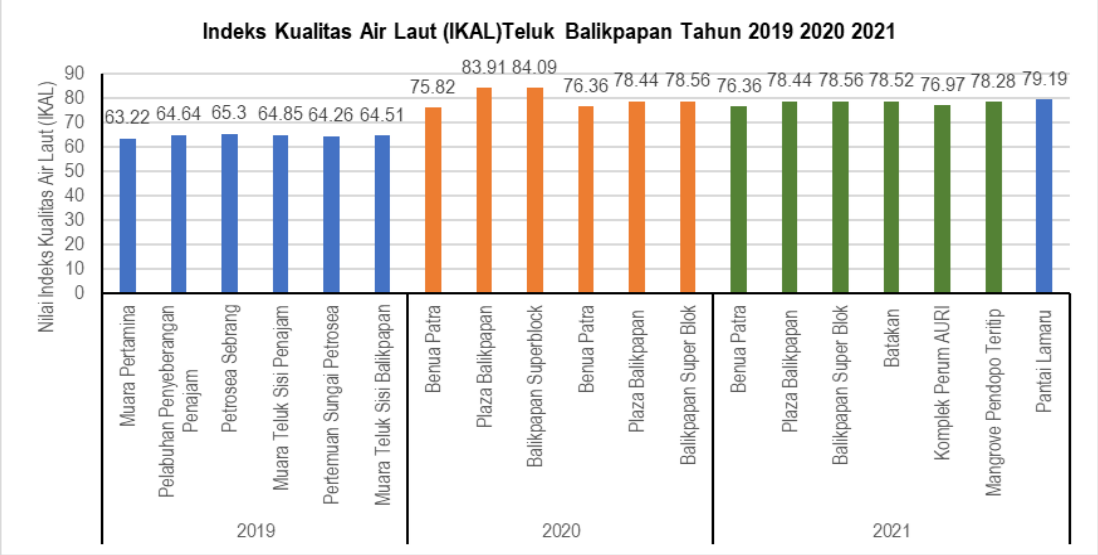


Gambar 3.37. Peningkatan konsentrasi sebaran Fenol maksimum akibat buangan outfall pada Musim Barat



Gambar 3.38. Peningkatan konsentrasi sebaran Fenol maksimum akibat buangan outfall pada Musim Timur

Dalam tiga tahun pemantauan sejak tahun 2019 untuk nilai indeks kualitas air laut telah dilakukan di beberapa lokasi terpilih di Teluk Balikpapan, seperti Muara Pertamina, Pelabuhan Penyeberangan Penajam, Petrosea Seberang, Muara Teluk Sisi Penajam, Pertemuan Sungai Petrosea dan Muara Teluk Sisi Balikpapan. Berikut ini hasil pemantauan indeks kualitas air laut (IKAL) Teluk Balikpapan.



Gambar 3.39. Indeks Kualitas Air Laut di Teluk Balikpapan Tahun 2019, 2020 dan 2021

Terdapat perbedaan nilai indeks kualitas air laut di Teluk Balikpapan pada tiga tahun pemantauan tersebut. Tahun 2019 sedikit lebih kecil dibandingkan tahun 2020 dan 2021. Nilai indeks kualitas air laut pada tahun 2020 dan 2021 relatif stabil pada kisaran 75,36 hingga 84,09.

Nilai indeks kualitas air laut dari tahun 2019 hingga 2021 pada beberapa lokasi juga diidentifikasi pada parameter Residu Tersuspensi (mg/l), Oksigen Terlarut (DO) (mg/l), Amonia (N-NH3) (mg/l), Fosfat (PO4-P) (mg/l), dan Minyak & Lemak (mg/l). Pada monitoring nilai indeks kualitas air laut di Teluk Balikpapan ada peningkatan kategori dari medium menjadi baik. Berikut ini tabel hasil monitoring nilai indeks kualitas air laut di Teluk Balikpapan.

Tabel 3.06. Indeks Kualitas Air Laut (IKAL) pada pemantauan tahun 2019, 2020 dan 2021 terlihat adanya peningkatan kategori medium menjadi baik

Parameter/Lokasi	2019						2020			2021						
	Muara Pertamina	Pelabuhan Penyeberangan Penajam	Petrosea Sebrang	Muara Teluk Sisi Penajam	Pertemuan Sungai Petrosea	Muara Teluk Sisi Balikpapan	Benua Patra	Plaza Balikpapan	Balikpapan Superblock	Benua Patra	Plaza Balikpapan	Balikpapan Super Blok	Batakan	Komplek Perum AURI	Mangrove Pendopo Teritip	Pantai Lamaru
Residu Tersuspensi (mg/L)	75	73.4	70,7	77,8	79,3	77	12	9	12	30	22	27	22	23	26	25
Oksigen Terlarut (DO) (mg/L)	7.8	7.4	7,3	7,9	6,9	7,6	6,85	6,8	6,63	5.76	5.53	5.45	5.76	5.81	5.61	5.91
Ammonia (N-NH3) (mg/L)	0.06	0.05	0,016	0,016	0,016	0,016	0,154	0,154	0,178	0.1	0.114	0.124	0.1	0.066	0.073	0.103
Fosfat (PO4-P) (mg/L)	0.014	0.014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,114	0,032	0,025	0.048	0.04	0.02	0.048	0.054	0.042	0.036
Minyak & Lemak (mg/L)	0.6	0.6	0.8	0.4	0.8	0.6	0.001	0.001	0.001	0.005	0.003	0.005	0.003	0.015	0.003	0.003
Indeks Kualitas Air Laut	63.22	64.64	65,30	64,85	64,26	64,51	75,82	83,91	84,09	76.36	78.44	78.56	78.52	76.97	78.28	79.19
Peringkat	MEDIUM	MEDIUM	MEDIUM	MEDIUM	MEDIUM	MEDIUM	GOOD	GOOD	GOOD	GOOD	GOOD	GOOD	GOOD	GOOD	GOOD	GOOD

Sumber: DLH Kaltim & FPIK Unmul, 2022

Pada tahun 2022 juga dilakukan monitoring Indeks Kualitas Air Laut (IKAL) oleh Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Kalimantan Timur bekerjasama dengan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan (FPIK) Universitas Mulawarman pada saat surut dan saat pasang. Berikut data Indeks Kualitas Air Laut (IKAL) di Teluk Balikpapan dengan parameter Residu Tersuspensi (mg/l), Oksigen Terlarut (DO) (mg/l), Amonia (N-NH3) (mg/l), Fosfat (PO4-P) (mg/l), dan Minyak & Lemak (mg/l).

Tabel 3.07. Indeks Kualitas Air Laut Teluk Balikpapan (Agustus 2022)

	Lokasi	Saat Surut					Saat Pasang				
		Pelabuhan Semayang (Baku Mutu Pelabuhan)	PT Cevron (Baku Mutu Biota Laut)	PT Interport (Baku Mutu Pelabuhan)	Pelabuhan Pelindo (Baku Mutu Pelabuhan)	Hulu (Biota Laut)	Pelabuhan Semayang (Baku Mutu Pelabuhan)	PT Cevron (Baku Mutu Biota Laut)	PT Interport (Baku Mutu Pelabuhan)	Pelabuhan Pelindo (Baku Mutu Pelabuhan)	Hulu (Biota Laut)
Parameter	Residu Tersuspensi (mg/L)	52.4	48.8	46.4	45.2	45.6	56.8	50.4	68.4	39.4	67.2
	Oksigen Terlarut (DO) (mg/L)	6.7	6.6	5.9	6.4	6	6.6	6.7	6.1	6.5	6.3
	Ammonia (N-NH3) (mg/L)	0.11	0.09	0.2	0.25	0.18	0.18	0.12	0.15	0.08	0.25
	Fosfat (PO4-P) (mg/L)	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
	Minyak & Lemak (mg/L)	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009
Indeks Kualitas Air Laut		**79.291**	**80.201**	**78.410**	**79.582**	**78.855**	**77.644**	**79.584**	**74.472**	**82.220**	**74.807**
Peringkat		GOOD	GOOD	GOOD	GOOD	GOOD	GOOD	GOOD	GOOD	GOOD	GOOD
INDEKS KUALITAS AIR LAUT (IKAL)		Rata - Rata =	78.50664384	GOOD							

Sumber: DLH Kaltim & FPIK Unmul, 2022

Rata-rata Nilai Indeks Kualitas Air Laut (IKAL) di Teluk Balikpapan berdasarkan tabel di atas termasuk pada kriteria bagus.

Jika melihat uraian status daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup baik yang ada pada kawasan daratan (terrestrial) dan pada kawasan perairan terdapat keterkaitan dengan sifat linear, yaitu kondisi yang ada di daratan sangat mempengaruhi kondisi yang ada di perairan. Jika terdapat gangguan pada kawasan daratan seperti pembukaan lahan berhutan, terdapat pabrik-pabrik serta penggunaan

pupuk dan bahan kimia lainnya maka daya dukung dan daya tampung lingkungan hidupnya pun akan turun baik di daratan maupun di perairan. Bahkan kondisi peraiaran merupakan penampung terakhir semua bahan pencemar yang larut pada air permukaan yang tidak dapat disaring secara maksimal oleh ekosistem daratan karena penurunan fungsi jasa ekosistem.

Di Teluk Balikpapan terdapat ancaman terhadap kondisi daya dukung dan daya tampung lingkungan, seperti pertambahan jumlah penduduk yang berpeluang melakukan okupansi pada kawasan berhutan baik dalam kawasan hutan maupun di luar kawasan hutan untuk tempat tinggal dan beraktivitas, perambahan kawasan hutan, aktivitas pembangunan yang mengubah tutupan lahan berhutan seperti pembangunan dalam IKN, pembangunan industry-industri, pabrik, pelabukan, perumahan atau perkantoran, terdapat izin-izin pembangunan perkebunan dan Perizinan Berusaha Pemanfaatan Hutan (PBPH) Hutan Tanaman, aktivitas pertambangan batu bara, kebakaran hutan dan lahan, dan berbagai aktivitas pambangunan lainnya.

Keseluruhan ancaman di atas sangat mempangaruhi kondisi daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup, termasuk kondisi jasa lingkungan.

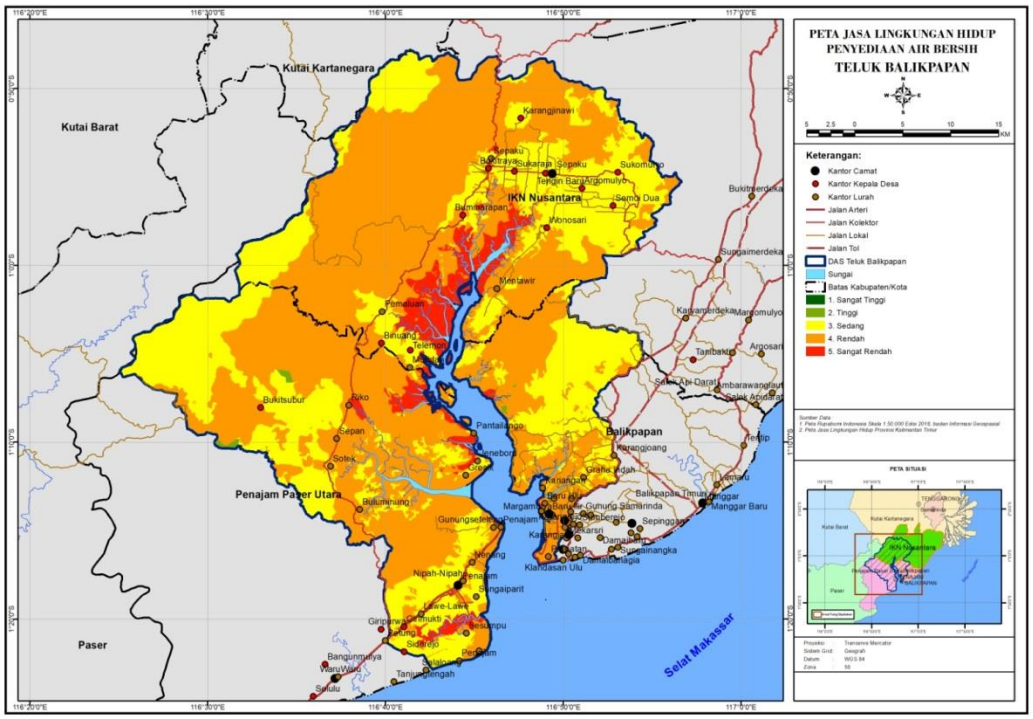
Jasa lingkungan saat ini telah disusun oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan dengan pendekatan ekoregion di setiap pulau besar di Indonesia. Jasa lingkungan hidup diartikan sebagai manfaat yang dapat diperoleh dari suatu ekosistem. Jasa lingkungan hidup berdasarkan kondisi ekoregion antara lain jasa lingkungan hidup pengatur dan penyedia air, jasa lingkungan pendukung habitat dan keanekaragaman hayati, serta jasa lingkungan penyedia pangan.

Satu hal penting terkait daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup dengan pendekatan jasa lingkungan adalah jasa lingkungan pengatur air yang menjadi indikasi lingkungan yang paling

penting dalam keberlangsungan fungsi lingkungan lainnya seperti produktivitas pangan dan pendukung habitat. Terdapat jasa lingkungan hidup sebagai penyedia air, yaitu ketersediaan air permukaan (termasuk air dekat permukaan yang tidak tertekan) untuk dimanfaatkan dengan indicator jumlah maksimum ekstraksi air secara berkelanjutan. Juga ada jasa lingkungan hidup sebagai pengatur air yang didefinisikan sebagai peran bentang alam dan penutup lahan dalam infiltrasi air dan pelepasan air secara berkala, dengan indikatornya adalah kuantitas infiltrasi, retensi dan evapotranspirasi serta pengaruhnya terhadap wilayah hidrologis. Informasi jasa lingkungan terkait air di Teluk Balikpapan seperti berikut ini.

1) Jasa Lingkungan Penyedia Air

Jasa lingkungan penyedia air di Teluk Balikapapan teridentifikasi relatif rendah. Berikut peta jasa lingkungan penyedia air.

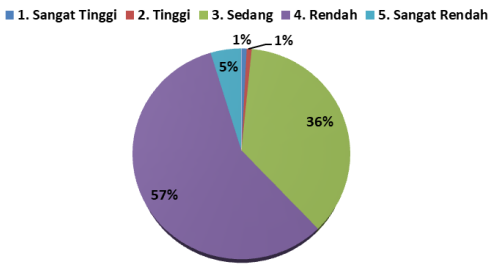


Gambar 3.40. Peta Jasa Lingkungan Penyedia Air di Teluk Balikpapan

Gambar di atas dapat diperjelas dengan tabel berikut ini.

Tabel 3.08. Jasa Lingkungan Penyedia Air di Teluk Balikpapan Teluk Balikpapan

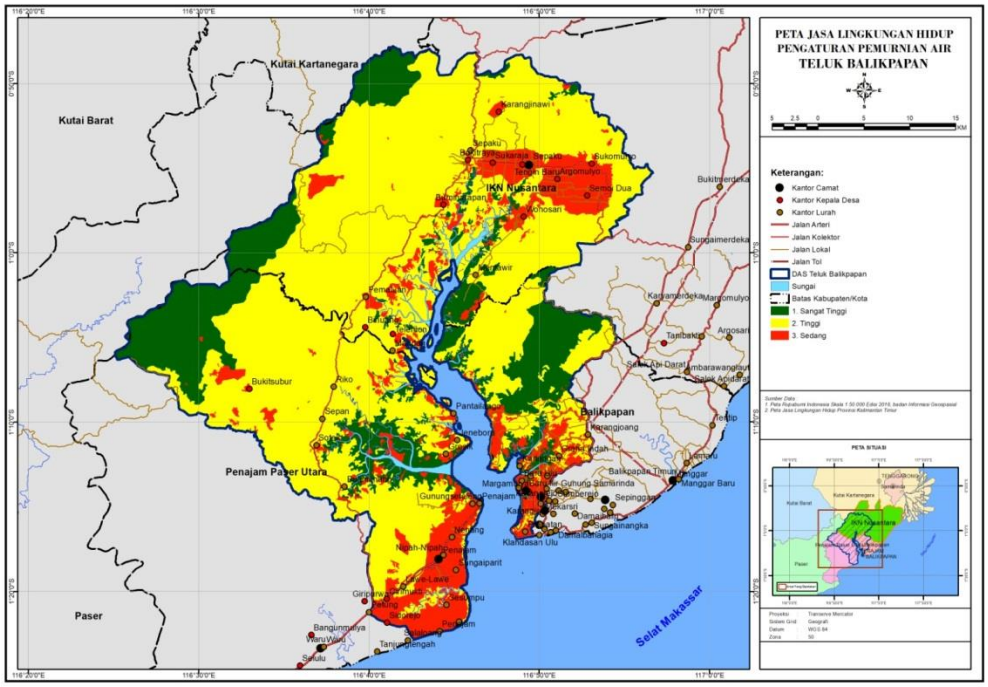
Air Bersih	Luas ha
1. Sangat Tinggi	1,516
2. Tinggi	1,426
3. Sedang	68,355
4. Rendah	107,658
5. Sangat Rendah	8,867
Grand Total	187,822



Sekitar 57 % dari keseluruhan Teluk Balikpapan jasa lingkungan penyedia air adalah masuk kriteria rendah. Sementara sekitar 36 % masuk pada kriteria sedang dan 5 % masuk kriteria sangat rendah.

2) Jasa Lingkungan Pemurnian Air

Jasa lingkungan pemurnian air di Teluk Balikapapan teridentifikasi dominan tinggi. Berikut peta jasa lingkungan pemurnian air.

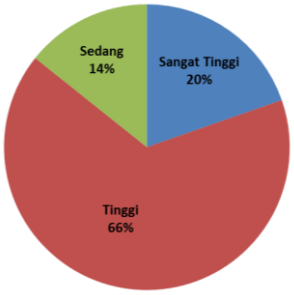


Gambar 3.41. Peta Jasa Lingkungan Pengaturan Pemurnian Air di Teluk Balikpapan

Gambar Jasa Lingkungan Pengaturan Pemurnian Air di atas dapat diperjelas dengan tabel berikut ini.

Tabel 3.09. Jasa Lingkungan Pengaturan Pemurnian Air di Teluk Balikpapan Teluk Balikpapan

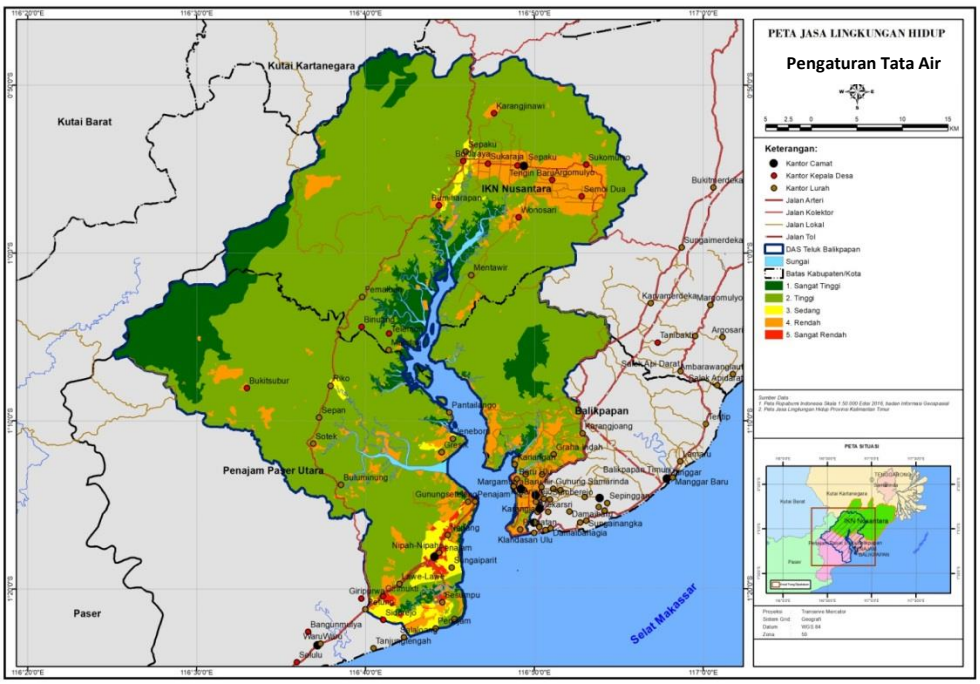
Pemurnian Air	Luas ha
1. Sangat Tinggi	36,914
2. Tinggi	124,075
3. Sedang	26,833
Grand Total	187,822



Sekitar 66 % dari keseluruhan Teluk Balikpapan jasa lingkungan pengaturan pemurnian masuk kriteria tinggi. Sementara sekitar 14 % masuk pada kriteria sedang dan 20 % masuk kriteria sangat tinggi. Oleh karenanya jasa lingkungan pemurnian air masih tersedia terutama pada kawasan berhutan.

3) Jasa Lingkungan Pengaturan Tata Air

Jasa lingkungan pengaturan tata air di Teluk Balikpapan teridentifikasi dominan sedang. Berikut peta jasa lingkungan pengaturan tata air.

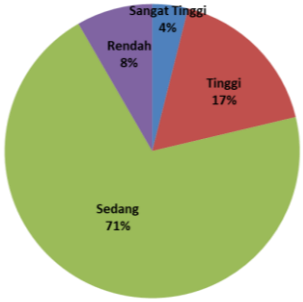


Gambar 3.42. Peta Jasa Lingkungan Pengaturan Tata Air di Teluk Balikpapan

Jasa Lingkungan Pengaturan Tata Air di Teluk Balikpapan, sekitar 71 % masuk pada kriteria sedang, 7 % tinggi, 8 % rendah dan 4 % sangat tinggi. Kriteria tersebut seperti tampak pada tabel berikut ini.

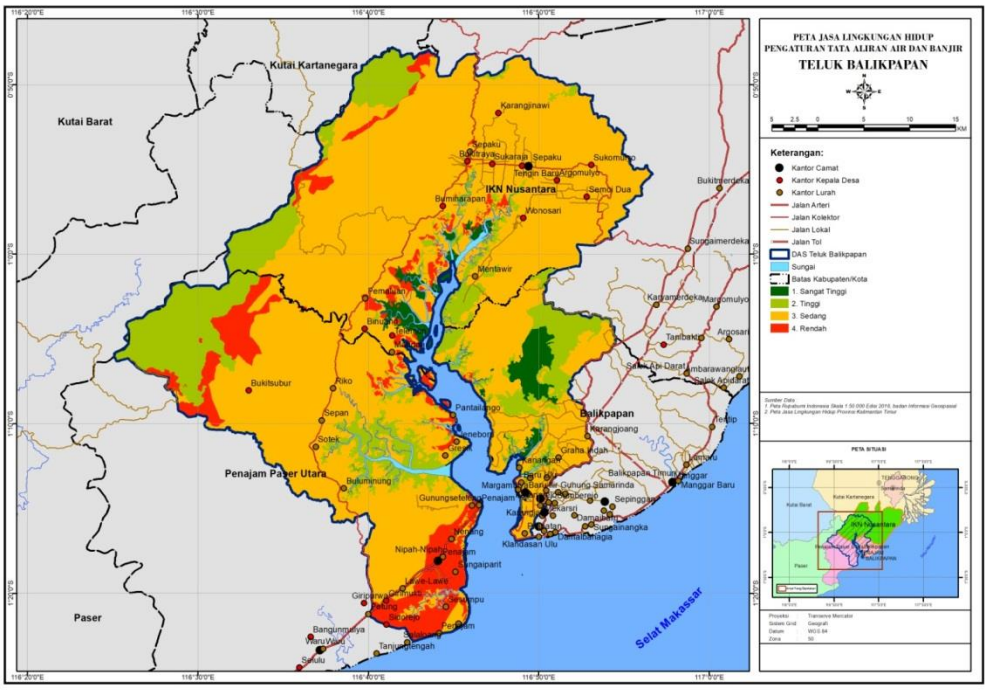
Tabel 3.10. Jasa Lingkungan Pengaturan Tata Air di Teluk Balikpapan Teluk Balikpapan

Pengaturan Tata Air	Luas ha
1. Sangat Tinggi	7,355
2. Tinggi	32,620
3. Sedang	132,188
4. Rendah	15,659
Grand Total	187,822



4) Jasa Lingkungan Pengaturan Tata Aliran Air dan Banjir

Jasa lingkungan pengaturan tata aliran air dan banjir di Teluk Balikpapan teridentifikasi dominan sedang. Berikut peta jasa lingkungan pengaturan tata aliran air dan banjir.

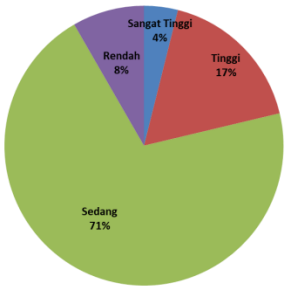


Gambar 3.43. Peta Jasa Lingkungan Pengaturan Tata Aliran Air dan Banjir di Teluk Balikpapan

Jasa Lingkungan Pengaturan Tata Aliran Air dan Banjir di Teluk Balikpapan, sekitar 71 % masuk pada kriteria sedang, 7 % tinggi, 8 % rendah dan 4 % sangat tinggi. Kriteria tersebut seperti tampak pada tabel berikut ini.

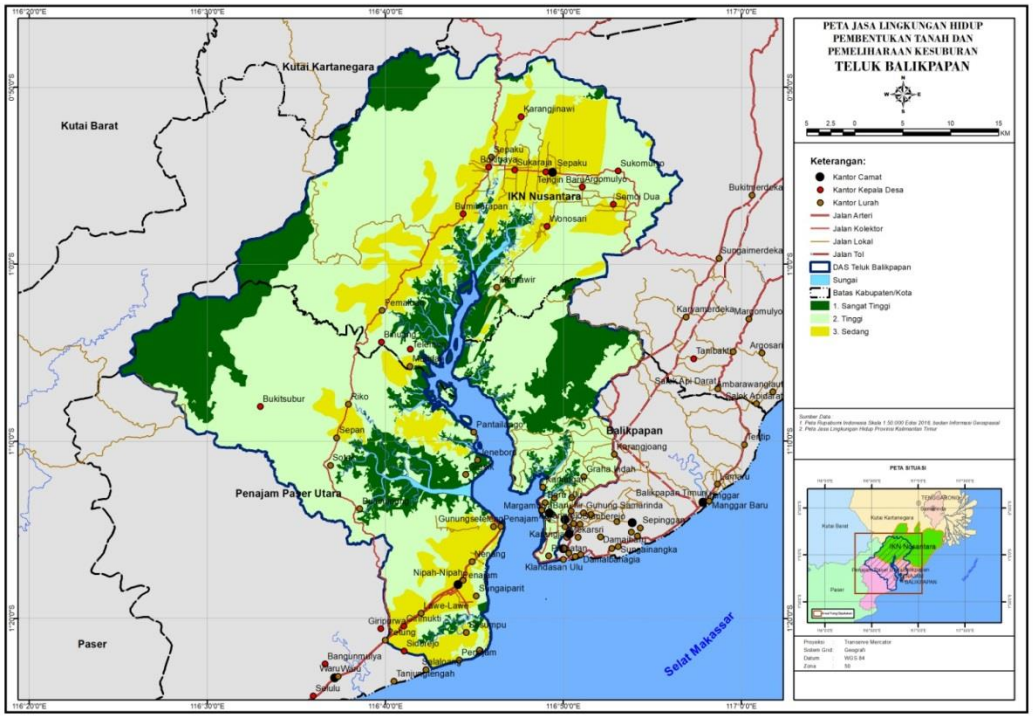
Tabel 3.11. Jasa Lingkungan Pengaturan Tata Aliran Air dan Banjir di Teluk Balikpapan

Tata Aliran Air dan Banjir	Luas ha
1. Sangat Tinggi	7,355
2. Tinggi	32,620
3. Sedang	132,188
4. Rendah	15,659
Grand Total	187,822



Selain terkait dengan air, beberapa jasa ekosistem lain yang teridentifikasi di Teluk Balikpapan seperti berikut ini.

1) Jasa Lingkungan Pembentukan Tanah dan Pemeliharaan Kesuburan

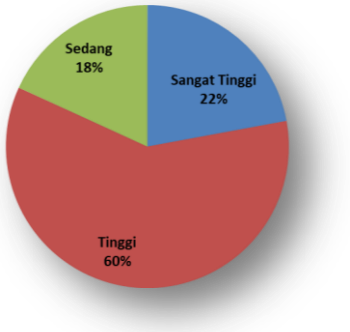


Gambar 3.44. Peta Jasa Lingkungan Pembentukan Tanah dan Pemeliharaan Kesuburan di Teluk Balikpapan

Jasa Lingkungan Pembentukan Tanah dan Pemeliharaan Kesuburan di Teluk Balikpapan dari peta di atas didominasi kriteria tinggi (60%), seperti pada tabel berikut ini.

Tabel 3.12. Jasa Lingkungan Pembentukan Tanah dan Pemeliharaan Kesuburan di Teluk Balikpapan

Pembentukan Tanah dan Pemeliharaan Kesuburan	Luas ha
1. Sangat Tinggi	41,489
2. Tinggi	112,218
3. Sedang	34,116
Grand Total	187,822

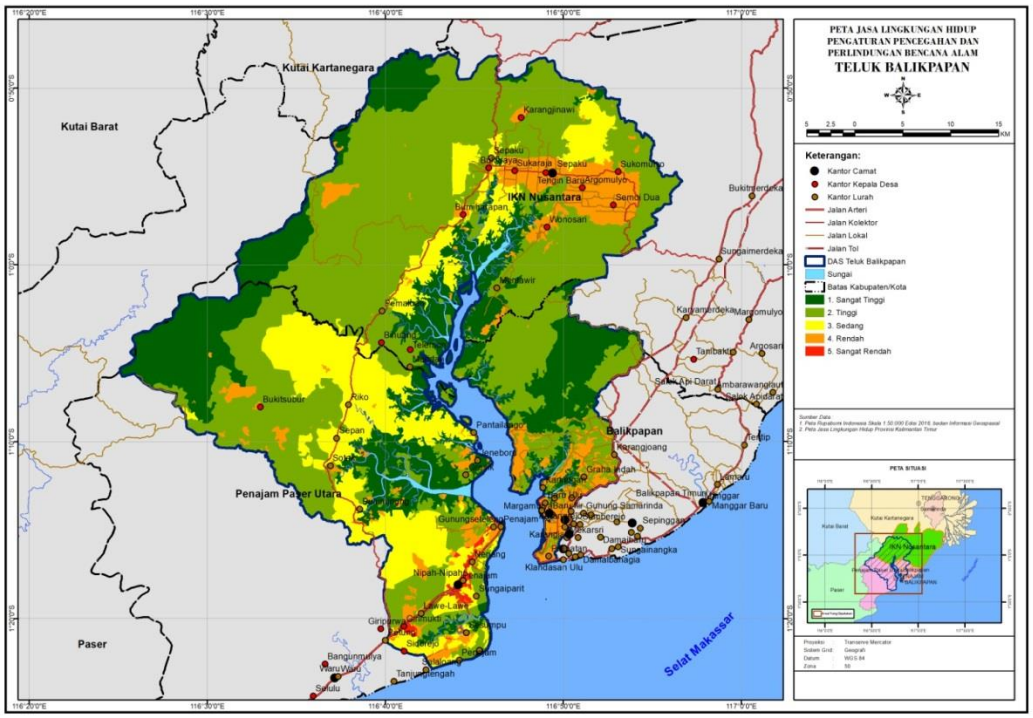


Jasa ekosistem pendukung pembentukan lapisan tanah dan pemeliharaan kesuburan merupakan suatu manfaat yang diterima oleh manusia dari sumberdaya alam berupa tanah dan kesuburan yang digunakan tanaman untuk tumbuh dan menghasilkan metabolisme, tanah yang bagus dengan tingkat kesuburan yang baik mampu meningkatkan produksi tanaman sehingga kebutuhan manusia maupun makhluk hidup lain terpenuhi (Millenium Ecosystem Assesment, 2005; Sari dkk., 2022).

Kesuburan tanah di Kalimantan sangat tergantung dengan kondisi tutupan lahan terutama pada biomassa tanaman. Jatuhan biomassa tanaman pada tutupan hutan menjadi bahan baku mineral tanah dengan bantuan jasad renik / mikorba tanah dalam proses humifikasi. Tanaman hutan mampu menyumbangkan bahan organik dalam jumlah besar yang dibutuhkan sebagai bahan utama untuk proses pembentukan tanah dan didukung oleh kondisi geomorfologi, iklim dan penyinaran matahari yang tinggi mampu mempercepat proses pembentukan tanah. Oleh karenanya suksesi hutan menjadi kearifan lokal dalam menentukan area berladang dan proses gilir balik perladangan oleh masyarakat Dayak. Area yang dimanfaatkan untuk berladang adalah area berhutan atau minimal hutan sekunder tua.

2) Jasa Lingkungan Pencegahan dan Perlindungan Bencana Alam

Jasa Lingkungan Pencegahan dan Perlindungan Bencana Alam di Kawasan Teluk Balikpapan termasuk pada kriteria lengkap pada identifikasi jasa lingkungan. Berikut ini peta Jasa Lingkungan Pencegahan dan Perlindungan Bencana Alam di Teluk Balikpapan.

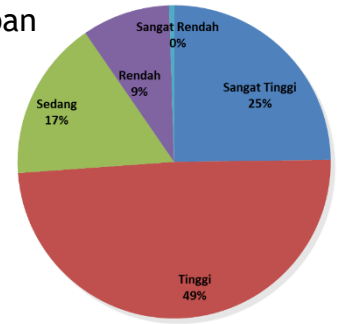


Gambar 3.45. Peta Jasa Lingkungan Pencegahan dan Perlindungan Bencana Alam di Teluk Balikpapan

Luasan masing-masing kriteria Jasa Lingkungan Pencegahan dan Perlindungan Bencana Alam di Teluk Balikpapan, seperti pada tabel berikut ini.

Tabel 3.13. Jasa Lingkungan Pencegahan dan Perlindungan Bencana Alam di Teluk Balikpapan

Pencegahan dan Perlindungan Bencana Alam	Luas ha
1. Sangat Tinggi	46,571
2. Tinggi	92,164
3. Sedang	31,046
4. Rendah	17,100
5. Sangat Rendah	941
Grand Total	187,822



Terdapat fungsi Jasa Lingkungan Pencegahan dan Perlindungan Bencana Alam di Teluk Balikpapan pada kriteria sangat tinggi hingga sangat rendah. Fungsi lingkungan dan jasa ekosistem terutama pada kawasan berhutan sangat penting bagi keberlangsungan ekologi dan salah satu yang penting adalah jasa lingkungan pencegahan dan perlindungan bencana.

Jasa ekosistem pengaturan pengendalian dan pencegahan bencana alam berkaitan dengan kemampuan suatu daerah melindungi dan memberikan upaya perlindungan sekitar dari bencana erosi, longsor, banjir dan bencana alam lainya.

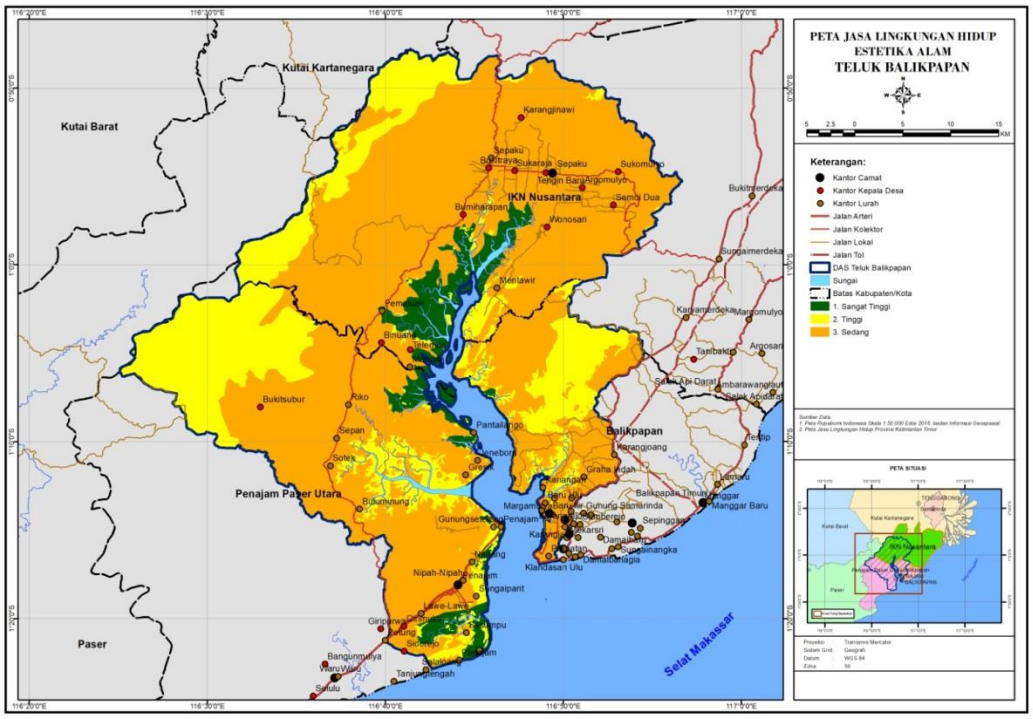
Dalam fungsi jasa ekosistem terdapat unsur pengaturan pada infrastruktur alam untuk pencegahan dan perlindungan dari beberapa tipe bencana khususnya bencana alam. Jasa ekosistem pengaturan pencegahan dan perlindungan dari bencana secara operasional melihat bagaimana infrastruktur alam dapat mencegah dan melindungi dari bencana erosi, banjir, longsor, badai, tsunami, dan kebakaran lahan (Millenium Ecosystem Assessment, 2005). Pendekatan yang digunakan untuk menghitung data dukung lingkungan menggunakan jasa ekosistem pengaturan pencegahan dan penanggulangan bencana banjir dengan pendekatan geomorfologi (ekoregion) dan penggunaan lahan.

3) Jasa Lingkungan Estetika Alam

Terdapat banyak definisi tentang estetika. Estetika merupakan ilmu yang mempelajari keindahan, bentuk dan makna yang terkandung dalam seni, serta bagaimana seni dapat mempengaruhi pengalaman dan persepsi manusia atau ilmu yang mempelajari segala sesuatu yang berkaitan dengan keindahan, mempelajari semua aspek yang disebut keindahan (Djelantik, 1999). Estetika Alam adalah nilai estetika yang diperoleh melalui pengalaman indah dari keajaiban alam dan keindahan yang

ditampilkan oleh alam. Ada pula yang mendefinisikan estetika alam adalah keindahan alam yang memiliki nilai jual.

Identifikasi jasa lingkungan estetika alam di Teluk Balikpapan seperti pada peta berikut ini.

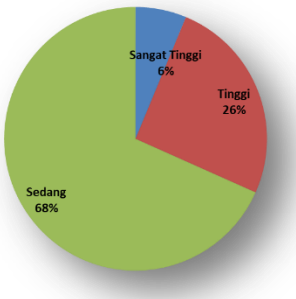


Gambar 3.46. Peta Jasa Lingkungan Estetika Alam di Teluk Balikpapan

Secara umum jasa lingkungan estetika alam di Teluk Balikpapan pada kriteria sedang, luasan masing-masing kriteria tersebut seperti pada tabel berikut ini.

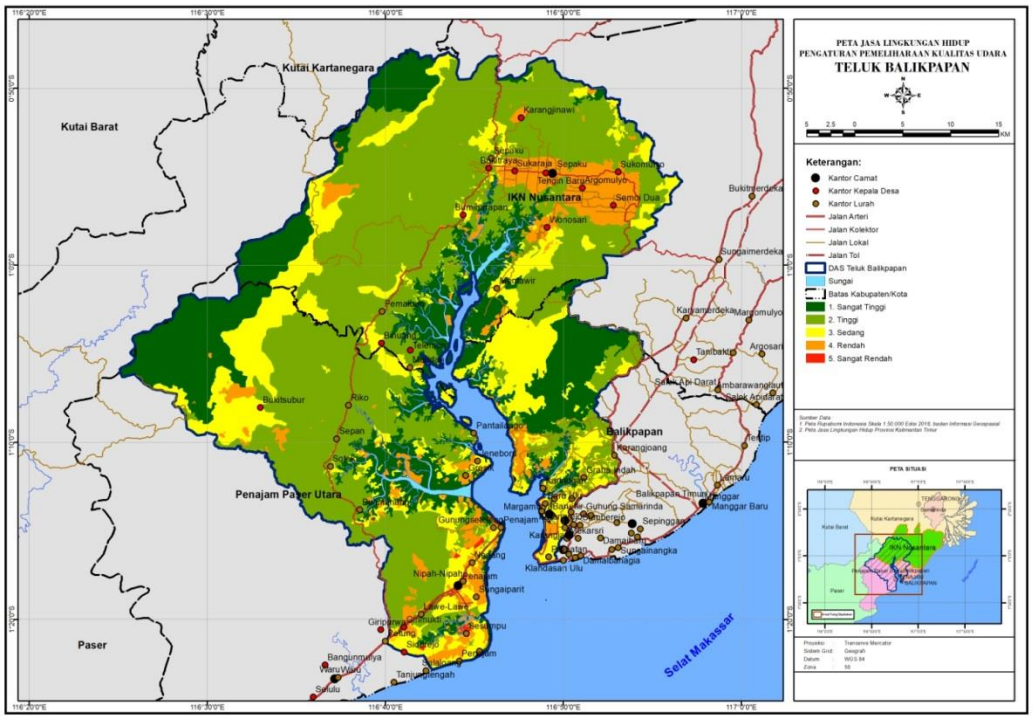
Tabel 3.14. Jasa Lingkungan Estetika Alam di Teluk Balikpapan

Estetika Alam	Luas ha
1. Sangat Tinggi	11,782
2. Tinggi	47,682
3. Sedang	128,358
Grand Total	187,822



4) Jasa Lingkungan Pemelihara Kualitas Udara

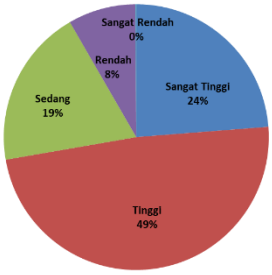
Jasa lingkungan pemeliharaan kualitas udara merupakan kapasitas mengatur sistem kimia udara, yaitu kualitas udara yang baik merupakan salah satu manfaat yang diberikan oleh ekosistem. Kualitas udara sangat dipengaruhi oleh interaksi antar berbagai polutan yang diemisikan ke udara dengan faktor-faktor meteorologis (angin, suhu, hujan, sinar matahari) dan pemanfaatan ruang permukaan bumi. Semakin tinggi intensitas pemanfaatan ruang, semakin dinamis kualitas udara. Jasa pemeliharaan kualitas udara pada kawasan bervegetasi dan pada daerah bertopografi tinggi umumnya lebih baik dibanding dengan daerah non vegetasi. Berikut ini hasil identifikasi Jasa Lingkungan Pemelihara Kualitas Udara di Teluk Balikpapan.



Gambar 3.47. Peta Jasa Lingkungan Pemelihara Kualitas Udara di Teluk Balikpapan

Tabel 3.15. Jasa Lingkungan Pemelihara Kualitas Udara di Teluk Balikpapan

Pemeliharaan Kualitas Udara	Luas ha
1. Sangat Tinggi	44,634
2. Tinggi	91,115
3. Sedang	36,383
4. Rendah	15,503
5. Sangat Rendah	186
Grand Total	187,822



IV. PENUTUP

A. Kesimpulan

Beberapa kesimpulan dari kajian daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup di Teluk Balikpapan antara lain :

1) Status daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup di Teluk Balikpapan saat ini masih belum terlampaui;
2) Terdapat hubungan linear antara daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup antara kawasan terrestrial dengan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup di kawasan perairan Teluk Balikpapan;
3) Pendekatan identifikasi daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup dengan menggunakan jasa lingkungan, sehingga identifiaski daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup juga bisa mendapatkan informasi jasa lingkungan;
4) Terdapat peluang potensi penurunan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup seiring aktivitas pembangunan, baik dari peningkatan jumlah penduduk, perubahan tutupan lahan, pembangunan pemukiman dan aktivitas industri;
5) Daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup di Teluk Balikpapan telah menjadi bagian bahan analisis berbagai dokumen perencanaan di Ibu Kota Negara (IKN) Nusantara, Kota Balikapapan maupun Kabupaten Penajam Paser Utara, seperti perencanaan tata ruang, rencana pembangunan jangka menengah dan rencana pembangunan jangka panjang terutama pada dokumen kajian lingkungan hidup strategisnya;

6) Keberadaan tutupan lahan berhutan merupakan faktor utama dalam analisis daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup, selain berbagai faktor lain, seperti kondisi ekoregion, tipe vegetasi, kondisi kelerengan hingga kondisi daerah aliran sungai.

B. Rekomendasi

Beberapa saran dan rekomendasi yang dapat disampaikan dari kajian ini antara lain :

1) Diperlukan koordinasi pengelolaan dan monitoring secara reguler di Teluk Balikpapan, dilakukan secara komprehensif lintas wilayah administrasi serta membangun komitmen dan dukungan para pihak baik secara khusus terkait daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup maupun jasa lingkungan serta berbagai faktor pendukung lainnya;
2) Perlu penertiban terhadap seluruh perizinan yang melakukan *land clearing* serta monitoring dan evaluasi seluruh pelaksanaan rekomendasi perizinan lingkungan di Teluk Balikpapan mengingat bahwa seluruh perizinan memiliki kontribusi dan menyumbang dampak terhadap kondisi lingkungan hidup di Teluk Balikpapan;
3) Sebagai kawasan paling strategis di Teluk Balikapapan, baik secara administratif pemerintahan maupun sebagai kawasan terluas, IKN menjadi sangat penting untuk menjadi koordinator dalam pengelolaan dan pelestarian Teluk Balikpapan. Sebaiknya pengelolaan, dalam bentuk evaluasi dan monintoring kondisi lingkungan hidup dipimpin dan dikoordinir oleh Otorita IKN kepada pemerintah daerah wilayah mitranya. Secara reguler diperlukan pertemuan dan koordinasi untuk melihat perkembangan kondisi lingkungan hidup di Teluk Balikpapan.

Pustaka

Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Bappenas), 2020. Kajian Lingkungan Hidup Strategis Master Plan Ibu Kota Negara (KLHS MP IKN).

Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Kalimantan Timur dan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Mulawarman, 2022. Kajian Daya Tampung Beban Pencemar di Teluk Balikpapan.

Kementerian Lingkungan Hidup (KLH). 2014. Pedoman Daya Dukung Daya Tampung Lingkungan. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup Deputi 1 Bidang Tata Lingkungan Asisten Deputi Perencanaan PemanfaatanSDA & LH & Kajian Kebijakan LH Wilayah & Sektor.

Kementerian Lingkungan Hidup. 2010. Pedoman Penggunaan Kriteria dan Standar untuk Aplikasi Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan Hidup dalam Pengendalian Perkembangan Kawasan. Kementrian Lingkungan Hidup. Jakarta.

Kirchner, M., Schmidt, J., Kindermann, G.E., dan Kulmer, V. 2015. Ecosystem and Economic Development in Austrian Agricultural Landscapes-The Impact of Policy and Climate Change Scenarios on Trade-off sand Synergies. Ecological Economics, 109, hal 161-174.

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) dan Ikatan Ahli Perencanaan Indonesia (IAP). 2023. Materi Teknis Penentuan dan Penetapan Daya Dukung Daya Tampung Lingkungan Hidup Provinsi Kalimantan Timur.

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK). 2018. Menyelamatkan jawa melalui peningkatan tutupan vegetasi. Yogyakarta : Pusat Pengendalian Pembangunan Ekoregion Jawa.

Lamarque, P., Quetier, F., dan Lavorel, S. 2011. The Diversity of The Ecosystem Services Concept and its Implications for their Assessment and Management. Comptes Rendus Biologies, 334, hal 441-449.

Millenium Ecosystem Assessment. 2005. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Washington DC: IslandPress, World Resources Institute.

Muta'ali L. 2015. Teknik Analisis Regional Untuk.Perencanaan Wilayah Tata Ruang dan Lingkungan.Yogyakarta: Badan Penerbit Fakultas Geografi.

Parapat, A. D., Sulistian, T., & Aristomo, D. 2019. Analisis Akurasi Vertikal Digital Elevation Model Nasional (DEMNAS) Studi Kasus Kota Medan. Konferensi FIT-ISI 2019, Jakarta: 2019. Hal. 37-43

Pusat Pengendalian Pembangunan Ekoregion Kalimantan. 2018. Daya Dukung Dan Daya Tampung Lingkungan Hidup Ekoregion Kalimantan Berbasis Jasa Ekosistem. Pusat Pengendalian Pembangunan Ekoregion Kalimantan.

Santosa L. W. 2010. Ekoregion sebagai Kerangka Dasar dalam Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan. Makalah. Disampaikan dalam seminar Nasional "Semangat Perjuangan dari Jogja: KembalikanIndonesiaku Hijau". University Center UGM, 23 Desember 2010

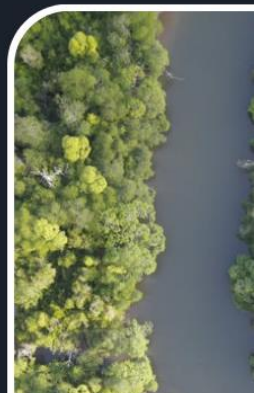
Suharko. 2014. Pencegahan Bencana Lingkungan Hidup Melalui Pendidikan Lingkungan. Jurnal Manusia dan Lingkungan 21(2), hal 254-260.

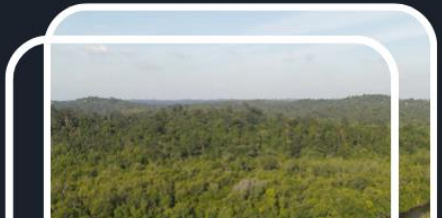
Tjahjadi, M. E., et al. 2020. Pemanfaatan DEMNAS (Digital Elevation Model Nasional) untuk Menentukan Tinggi Terbang UAV Terhadap Permukaan Tanah. Prosiding SEMSINA 2020, Malang: 2020. Hal. 29-32.

Zhao, M., Peng, J., Liu, Y., Li, T. dan Wang, Y. 2018. Mapping Watershed-Level Ecosystem Service Bundles in the Pearl River Delta. Ecological Economics, 152, hal 106-117

Dan berbagai sumber lain yang belum termuat dalam daftar pustaka ini.

DLH KALTIM





Dinas Lingkungan Hidup
Provinsi Kalimantan Timur
(Tahun 2023)