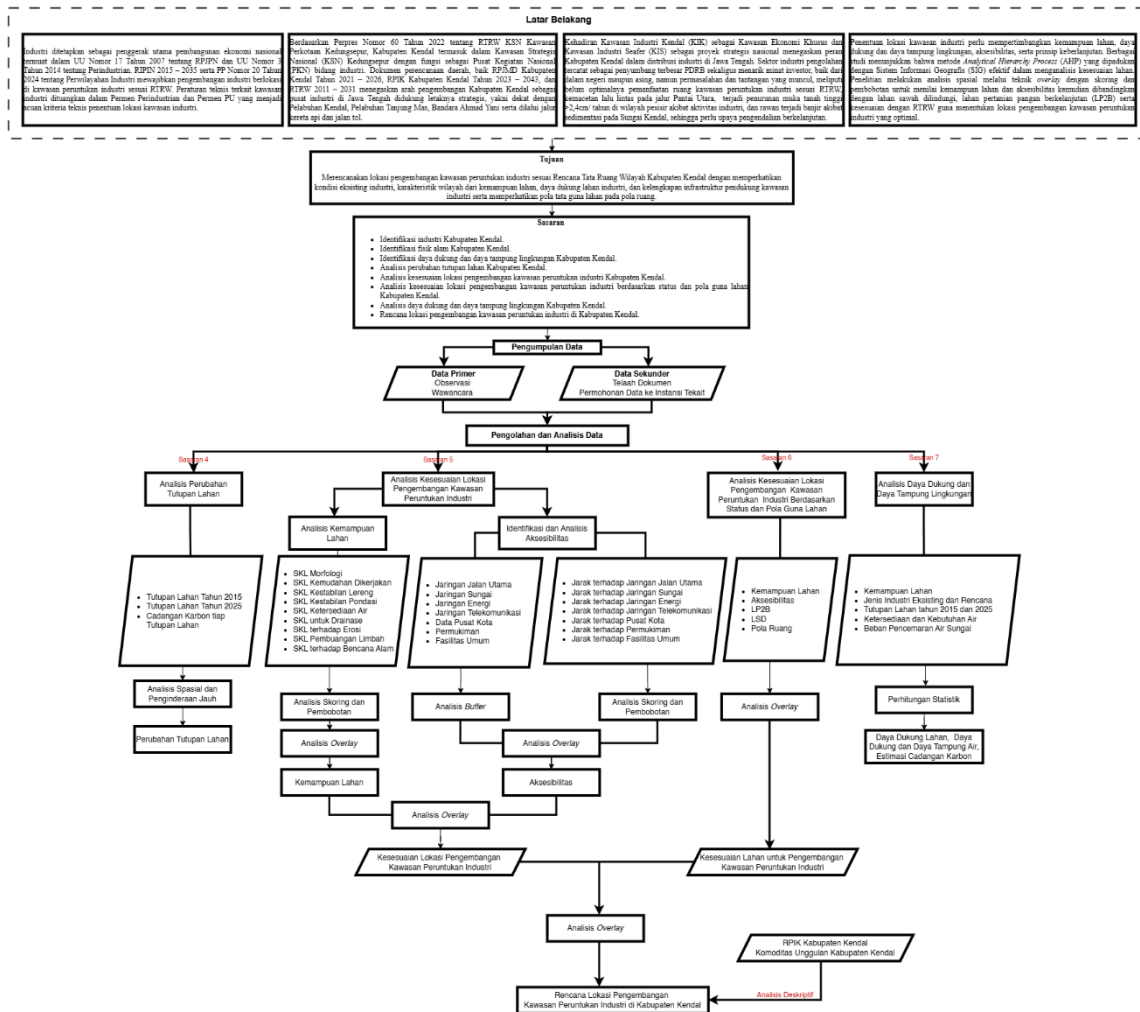


BAB 2

KONSEP PERENCANAAN

2.1 Kerangka Perencanaan

Perencanaan lokasi pengembangan kawasan peruntukan industri membutuhkan konsep perencanaan yang didasarkan pada latar belakang, rumusan masalah, dan tujuan yang akan menghasilkan luaran berupa rencana lokasi pengembangan kawasan peruntukan industri di Kabupaten Kendal. Bagan kerangka perencanaan berikut akan menjabarkan langkah-langkah yang dikerjakan pada penelitian tugas akhir ini.



Sumber: Penulis, 2025

Gambar 2.1 Konsep Perencanaan

2.2 Kajian Teori

2.2.1 Pengertian Kawasan Peruntukan Industri

Kawasan Peruntukan Industri (KPI) berdasarkan Peraturan Menteri Perindustrian Nomor 30 Tahun 2020 tentang Kriteria Teknis Kawasan Peruntukan Industri merupakan bentangan lahan yang diperuntukkan bagi kegiatan Industri berdasarkan Rencana Tata Ruang wilayah yang ditetapkan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan (Labib dkk., 2022). Kawasan peruntukan industri merupakan bagian dari pola ruang pada kawasan budidaya yang ditetapkan melalui rencana tata ruang wilayah masing-masing daerah untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi lokal dan menjamin keberlanjutan kawasan industri dan/atau kegiatan industri yang belum memiliki kawasan industri.

2.2.2 Pengertian Kawasan Industri

Kawasan Industri (KI) berdasarkan Peraturan Menteri Perindustrian Nomor 40 Tahun 2016 tentang Pedoman Teknis Pembangunan Kawasan Industri merupakan kawasan tempat pemusatan kegiatan industri dilengkapi dengan sarana dan prasarana penunjang yang dikembangkan dan dikelola oleh perusahaan Kawasan Industri yang telah memiliki izin usaha kawasan industri (Pramesthi dkk., 2024). Pembangunan kawasan industri merupakan strategi utama Kementerian Perindustrian dalam mempercepat pertumbuhan dan penyebaran industri di seluruh Indonesia. Tujuan pembangunan kawasan industri tercantum dalam Pasal 2 Peraturan Pemerintah Nomor 142 Tahun 2015 tentang Kawasan Industri untuk mempercepat penyebaran pembangunan Industri, mendukung pengembangan industri yang berkelanjutan secara lingkungan, meningkatkan daya saing investasi, serta memberikan kepastian lokasi sesuai dengan tata ruang. Kawasan Industri dibangun dengan luas lahan paling sedikit 50 hektar dalam satu hamparan. Untuk Kawasan Industri yang diperuntukkan bagi Industri Kecil dan Industri Menengah dapat dibangun dengan luas lahan paling sedikit 5 hektar dalam satu hamparan.

2.2.3 Kriteria Lokasi Kawasan Peruntukan Industri

Perkembangan Kawasan Peruntukan Industri (KPI) tidak terlepas dari pemilihan lokasi kawasan peruntukan industri karena sangat dipengaruhi oleh kriteria di wilayah lokasi kawasan. Penetapan lokasi kawasan peruntukan industri harus sesuai dan mengacu pada pedoman teknis dan ketentuan yang ditetapkan oleh Rencana Tata Ruang Wilayah. Adapun kriteria teknis yang wajib terpenuhi dalam pemilihan lokasi kawasan peruntukan industri

berdasarkan Peraturan Menteri Perindustrian Nomor 30 Tahun 2020 tentang Kriteria Teknis Kawasan Peruntukan Industri seperti pada tabel berikut.

Tabel 2.1 Kriteria Teknis Lokasi Kawasan Peruntukan Industri

Kriteria Teknis	Keterangan
Kondisi Lahan	a. Memperhatikan analisis daya dukung dan daya tampung lahan; b. Tidak berlokasi di daerah rawan bencana risiko tinggi; dan c. Topografi datar maksimal 15%.
Status dan Pola Guna Lahan	Tidak berada pada: a. lahan penguasaan adat; b. Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan (LP2B); dan c. Kawasan lindung.
Luas Lahan	a. Arahkan menjadi lokasi kawasan industri luasan lahan paling sedikit 50 ha dalam satu hamparan; dan/atau b. Arahkan menjadi lokasi kawasan industri yang diperuntukkan untuk Industri kecil dan Industri menengah luasan lahan paling sedikit 5 ha dalam satu hamparan.
Aksesibilitas	Aksesibilitas tinggi dengan mempertimbangkan: a. Jalur transportasi darat berupa jalur regional, jalan tol, atau stasiun kereta api; b. Jalur transportasi sungai untuk daerah dengan sungai sebagai jalur transportasi utama; c. Jalur transportasi laut yang dekat dengan pelabuhan untuk daerah pesisir; dan/atau d. Jalur transportasi udara.
Sumber Air Baku	a. Air permukaan b. Air bersih yang dikelola PDAM; dan/atau c. Pemanfaatan kembali air limbah Industri (<i>reuse</i>) yang telah diolah dan memenuhi standar air baku Industri.
Tempat Pembuangan Air Limbah	a. Terdapat 3 tempat pembuangan air limbah, yaitu laut, air permukaan, dan aplikasi ke tanah yang izinnya dikeluarkan oleh menteri, Gubernur atau Bupati/Walikota sesuai dengan kewenangannya. b. Pelaku usaha melampirkan dokumen teknis sesuai dengan tempat pembuangan limbahnya. c. Penyediaan infrastruktur instalasi pengolahan air limbah komunal, saluran pembuangan dan badan air penerima limbah. d. Penyusun dokumen kajian pembuangan air limbah .

Sumber: Peraturan Menteri Perindustrian Nomor 30 Tahun 2020

Penetapan lokasi Kawasan Peruntukan Industri (KPI) juga harus mempertimbangkan pertimbangan lain, karena memiliki nilai komersial dan berkaitan dengan preferensi dunia usaha dalam penentuan lokasinya.

Tabel 2.2 Pertimbangan Lain Penetapan Lokasi Kawasan Peruntukan Industri

Kriteria Teknis	Keterangan
Ketersediaan Jaringan Energi dan Kelistrikan	Penyediaan jaringan energi dan listrik di kawasan peruntukan industri dengan pasokan daya dan tegangan yang stabil oleh perusahaan listrik negara.
Ketersediaan Jaringan Telekomunikasi	Penyediaan infrastruktur telekomunikasi, seperti telepon dan internet bagi pelaku kegiatan industri untuk distribusi hasil produksi dan pengembangan usaha industri.
Kepadatan Permukiman	Pemenuhan pengembangan kegiatan permukiman berkepadatan rendah hingga sedang untuk menunjang kegiatan industri bagi tenaga kerja.
Kesesuaian dengan Rencana Pembangunan Industri Daerah	a. Pengembangan industri didasarkan pada potensi dan karakteristik daerah serta visi misi kepala daerah yang bersangkutan. b. Pemerintah Daerah berpedoman pada RPIP dan RPIK dalam menentukan jenis Industri yang akan dikembangkan. c. Pemerintah Daerah melakukan analisis aspek ekonomi.

Sumber: Peraturan Menteri Perindustrian Nomor 30 Tahun 2020

Kedua kriteria penentuan lokasi Kawasan Peruntukan Industri (KPI) yang telah dijabarkan dalam bentuk tabel di atas bertujuan untuk memberikan pedoman bagi pemerintah daerah dalam menetapkan lokasi Kawasan Peruntukan Industri (KPI) di masing-masing daerah dengan melihat potensi sumber daya alam yang terkandung didalamnya, memudahkan pemerintah daerah menentukan skala industri yang akan dikembangkan, dan membantu investor dalam berinvestasi dan perizinan kegiatan industri.

2.2.4 Kriteria Lokasi Kawasan Industri

Pemilihan lokasi dilakukan sebagai langkah awal untuk mengumpulkan berbagai data dan informasi atas lokasi yang menggambarkan sejauh mana potensi lokasi tersebut untuk dikembangkan sebagai Kawasan Industri. Adapun kriteria teknis yang menjadi pertimbangan dalam pemilihan lokasi kawasan industri berdasarkan Peraturan Menteri Perindustrian Nomor 40 Tahun 2016 tentang Pedoman Teknis Pembangunan Kawasan Industri seperti pada tabel berikut.

Tabel 2.3 Kriteria Teknis Lokasi Pembangunan Kawasan Industri

Kriteria Teknis	Keterangan
Jarak ke Pusat Kota	Suatu Kawasan Industri idealnya berjarak minimal 10 km dari pusat kota.
Jarak terhadap Permukiman	Lokasi kegiatan Industri idealnya berjarak minimal 2 km dari permukiman.
Jaringan Transportasi Darat	Jaringan transportasi darat berupa jaringan jalan dan jaringan rel kereta api bagi kegiatan industri berperan dalam kemudahan mobilitas pergerakan dan

Kriteria Teknis	Keterangan
	aksesibilitas logistik barang dan pergerakan manusia. Kawasan Industri sebaiknya terlayani oleh jaringan jalan arteri primer untuk pergerakan lalu-lintas kegiatan industri.
Jaringan Energi dan Kelistrikan	Penyediaan jaringan energi dan listrik di kawasan industri penting untuk proses produksi kegiatan industri dalam mengoperasikan alat-alat produksi.
Jaringan Telekomunikasi	Ketersediaan jaringan telekomunikasi, seperti telepon dan internet menjadi kebutuhan dasar bagi pelaku kegiatan industri untuk menjalankan kegiatannya.
Pelabuhan Laut	Kegiatan industri sangat membutuhkan pelabuhan sebagai pintu keluar - masuk kebutuhan logistik barang maupun <i>outlet</i> ekspor/impor
Sumber Air Baku	Tersedia sumber air permukaan (sungai, danau, waduk/embung, atau laut) dengan debit yang mencukupi sebagai sumber air baku dan tempat pembuangan akhir limbah industri yang telah memenuhi baku mutu lingkungan.
Kondisi Lahan	a. Topografi relatif datar maksimal 15% b. Nilai daya dukung lahan sigma tanah berkisar antara $\sigma : 0,7 - 1,0 \text{ kg/cm}^2$. c. Tidak berada pada tingkat kesuburan lahan tinggi dan baik bagi kegiatan pertanian d. Kawasan Industri dibangun pada lokasi non-pertanian, non konservasi, dan non-permukiman e. Luas lahan Kawasan Industri minimal 50 ha atau minimal 5 ha untuk Kawasan Industri khusus industri kecil dan menengah f. Harga lahan relatif (bukan merupakan lahan dengan harga yang tinggi di daerah tersebut)

Sumber: Peraturan Menteri Perindustrian Nomor 40 Tahun 2016

Kriteria penentuan lokasi Kawasan Industri (KI) yang telah dijabarkan dalam bentuk tabel di atas bertujuan untuk memberikan pedoman bagi pemerintah daerah dalam menyusun studi pra-kelayakan pada tahap persiapan dengan membandingkan beberapa alternatif lokasi di sekitar daerah tersebut dalam suatu matriks penilaian untuk dipilih bersama dengan seluruh pemangku kepentingan dan diputuskan lokasi mana yang terpilih untuk lokasi Kawasan Industri.

2.2.5 Infrastruktur

Berdasarkan Peraturan Presiden Nomor 38 Tahun 2015, infrastruktur didefinisikan sebagai fasilitas teknis, fisik, sistem, perangkat keras, dan lunak yang diperlukan untuk melakukan pelayanan kepada masyarakat dan mendukung jaringan struktur agar pertumbuhan ekonomi dan sosial masyarakat dapat berjalan dengan baik. Kombinasi komponen fisik tersebut mencakup transportasi, pengairan dan drainase, bangunan gedung, dan fasilitas publik untuk memenuhi kebutuhan dasar, sosial, dan ekonomi masyarakat yang

termasuk sistem fisik (Kusuma & Muta'ali, 2019). Infrastruktur berperan sebagai roda penggerak pertumbuhan ekonomi dan pengembangan wilayah karena perkembangan ekonomi telah menuntut ketersediaan sarana dan prasarana infrastruktur yang memadai untuk mendorong peningkatan produktivitas faktor produksi (Sukwika, 2018). Ketersediaan infrastruktur memegang peranan penting dalam menunjang kawasan peruntukan industri. Beberapa infrastruktur yang harus ada di kawasan peruntukan industri antara lain jaringan transportasi, jaringan energi, jaringan telekomunikasi, jaringan sumber daya air, jaringan drainase, dan sistem pengelolaan air limbah.

2.2.6 Kemampuan Lahan

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 17 tahun 2009 tentang Pedoman Penentuan Daya Dukung Lingkungan Hidup Dalam Penataan Ruang Wilayah menjelaskan bahwa kemampuan lahan merupakan karakteristik lahan mencakup sifat tanah, topografi, drainase, dan kondisi lingkungan hidup lain guna mendukung kegiatan pada suatu hamparan lahan. Analisis kemampuan lahan berdasar pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 20 Tahun 2017 tentang Pedoman Teknik Analisis Aspek Fisik & Lingkungan, Ekonomi serta Sosial Budaya dalam Penyusunan Rencana Tata Ruang mencakup 9 satuan kemampuan lahan, diantaranya: morfologi, kemudahan dikerjakan, kestabilan lereng, kestabilan pondasi, ketersediaan air, drainase, erosi, pembuangan limbah, dan bencana alam (Pertiwi, 2021).

2.2.7 Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan (LP2B)

Perlindungan lahan pertanian pangan sebagai bagian yang tidak terpisahkan dalam penataan ruang wilayah. Peningkatan pertumbuhan penduduk, urbanisasi tenaga kerja, pertumbuhan industri menjadi faktor pendorong perubahan penggunaan lahan pertanian menjadi lahan non pertanian, sehingga diperlukan regulasi yang mampu mengimbangi alih fungsi lahan yang terus terjadi (Masrukhin, 2019). Lahan pertanian pangan berkelanjutan adalah bidang lahan pertanian yang ditetapkan untuk dilindungi dan dikembangkan secara konsisten guna menghasilkan pangan pokok bagi kemandirian, ketahanan, dan kedaulatan pangan nasional (Pemerintah Pusat, 2009). Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan (LP2B) berupa lahan beririgasi, lahan reklamasi rawa pasang surut dan nonpasang surut (lebak), dan lahan tidak beririgasi. Perencanaan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan (LP2B) didasarkan pada pertumbuhan penduduk dan kebutuhan konsumsi pangan penduduk, pertumbuhan produktivitas, kebutuhan pangan nasional, kebutuhan dan ketersediaan lahan

pertanian pangan, pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, dan musyawarah petani. Penetapan lokasi potensi lahan pertanian pangan berkelanjutan dapat melalui analisis kesesuaian lahan pertanian pangan berkelanjutan terhadap rencana tata ruang wilayah dan penggunaan tanah eksisting menggunakan teknik analisis *overlay* dengan memanfaatkan tiga peta utama, yakni peta sebaran lahan pertanian pangan berkelanjutan, peta RTRW, dan peta penggunaan tanah (Hambali dkk., 2021). Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan (LP2B) di Kabupaten Kendal diatur dalam Perda Kabupaten Kendal Nomor 11 Tahun 2020 dengan luasan sebesar ± 22.666 Ha, terdiri dari lahan basah seluas ± 21.839 Ha dan lahan kering seluas ± 827 Ha yang tersebar di 19 kecamatan.

2.2.8 Lahan Sawah Dilindungi (LSD)

Lahan Sawah yang Dilindungi (LSD) merupakan areal lahan pertanian dilindungi yang ditetapkan oleh Menteri ATR/ Kepala BPN berdasarkan amanat Perpres Nomor 59 Tahun 2019 tentang Pengendalian Alih Fungsi Lahan Sawah dengan tujuan mengendalikan alih fungsi lahan sawah menjadi lahan terbangun yang semakin pesat serta menyediakan data dan informasi untuk meningkatkan ketahanan pangan melalui pemenuhan penetapan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan (LP2B) bagi pemerintah pusat dan pemerintah daerah sesuai kewenangannya. Lahan Sawah yang Dilindungi (LSD) yang belum ditetapkan menjadi Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan (LP2B) dalam rencana tata ruang tidak dapat dialihfungsikan sebelum mendapat rekomendasi perubahan penggunaan tanah oleh Menteri ATR/BPN.

2.2.9 Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan

Daya dukung dan daya tampung lingkungan adalah dua aspek yang tidak dapat terpisahkan dalam kajian keberlanjutan pemanfaatan ruang dan sumber daya alam. Daya dukung lingkungan hidup berdasar pada Undang – Undang Nomor 32 tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup merupakan kemampuan lingkungan hidup untuk mendukung kehidupan manusia, makhluk hidup lain, dan keseimbangan antar keduanya (Pedoman Penentuan Daya Dukung Dan Daya Tampung Lingkungan Hidup, 2014). Daya dukung lingkungan wajib dipertimbangkan dalam perencanaan tata ruang sebagaimana diatur dalam Undang – Undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang untuk menjamin keberlangsungan kehidupan manusia saat ini dan memastikan keberlanjutan bagi generasi mendatang. Kajian lingkungan hidup strategis berperan sebagai instrumen penting untuk mengintegrasikan aspek daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup

dalam proses perencanaan (Nuryanti, 2020). Daya tampung menurut Undang – Undang Nomor 32 Tahun 2009 merupakan kemampuan suatu lingkungan untuk menerima dan untuk menyerap zat, energi, dan/atau komponen lain yang masuk atau dimasukkan ke dalamnya akibat aktivitas makhluk hidup tanpa menurunkan kualitas lingkungan itu sendiri. Pembangunan kawasan industri perlu mempertimbangkan aspek daya dukung dan daya tampung lingkungan karena menjadi faktor penentu peruntukan lahan yang sesuai bagi kegiatan pembangunan dengan mempertimbangkan karakteristik setiap peruntukan lahan (Putra dkk., 2025). Pertimbangan ini penting untuk menjaga keberlanjutan fungsi lingkungan hidup melalui analisis kemampuan lahan yang disesuaikan dengan kebutuhan pemanfaatan lahan secara optimal dan berkelanjutan.

1. Daya Dukung Lahan

Penentuan daya dukung lahan berdasar pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 17 Tahun 2009 tentang Pedoman Penentuan Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan Hidup diperoleh dari perbandingan ketersediaan dan kebutuhan lahan kemudian diketahui gambaran umum apakah daya dukung lahan suatu wilayah dalam keadaan surplus atau defisit. Daya dukung lahan berkaitan erat dengan jenis konstruksi pabrik dan jenis proses produksi yang dilakukan karena berpengaruh pada jenis dan komposisi tanah serta tingkat kelabilan tanah, mengingat bangunan industri membutuhkan pondasi dan konstruksi yang kokoh. Daya dukung lahan harus mampu mendukung kegiatan Industri dan mencapai efisiensi pembangunan. Daya dukung lahan industri dapat diketahui melalui perbandingan ketersediaan lahan dengan kebutuhan lahan industri (Oktoriani dkk., 2014). Menurut (Muta'ali, 2015), daya dukung lahan industri diperoleh dari perhitungan ketersediaan lahan dibanding dengan kebutuhan lahan, dimana ketersediaan lahan mengacu pada kawasan industri yang telah ditetapkan dalam RTRW, lahan industri potensial yang telah dilakukan pengurangan dari luas wilayah industri dengan kawasan lindung, kawasan sawah irigasi teknis yang dilindungi, dan kawasan rawan bencana serta kesesuaian lahan riil berdasar pada kriteria teknis kawasan peruntukan industri dan kemampuan lahan. Kebutuhan lahan industri Rumus diperoleh melalui perhitungan jumlah industri eksisting dan rencana dari investor dikalikan standar teknis kebutuhan ruang industri. Keputusan Menteri Perindustrian tentang Pedoman Teknis Pengembangan Kawasan Industri menyebutkan bahwa luasan lahan per unit usaha didasarkan pada tipe lokasi industri. Berikut standar teknis kebutuhan ruang Kawasan Industri.

Tabel 2.4 Standar Teknis Kebutuhan Ruang Kawasan Industri (Umum)

Lokasi Standar Teknis	Kompleks Industri	Kawasan Industri	Lahan Peruntukan Industri	Kawasan Berikat	Permukiman Industri Kecil	Sentra Industri Kecil	Sentra Usaha Kecil
Luas Lahan per Unit Usaha	Min. 4,5 Ha	0,5 – 2 l/dt/Ha	Maks. 3 Ha	0,1 – 4,5 Ha	Maks. 100 m ²	Tak tentu	Maks. 100 m ²
Building Coverage	40%	60%	60%	60%	60%	60%	60%

*) Secara umum perencanaan suatu kawasan industri yang akan ditempati oleh industri manufaktur, 1 unit industri membutuhkan lahan 1,34 Ha.

Sumber: Survei Badan Litbang Industri dan Perdagangan (Muta'ali, 2015)

Adapun rumus perhitungan Daya Dukung Lahan Industri sebagai berikut.

$$DDL_i = \frac{SL}{DL}$$

$$DL_i = JI \times STkr$$

Keterangan:

DDL_i : Daya Dukung Lingkungan Industri

SL_i : Ketersediaan Lahan

DL_i : Kebutuhan Lahan industri

JI : Jumlah Industri Eksisting dan Rencana

STkr : Standar Kebutuhan Ruang Industri Berdasarkan Jenis Industri yang Dikembangkan

Hasil dari rumus perhitungan daya dukung lingkungan industri (DDL_i) menandakan bahwa apabila ketersediaan lahan (SL) lebih besar daripada kebutuhan lahan (DL), maka daya dukung lahan belum terlampaui, sebaliknya apabila ketersediaan lahan (SL) kurang dari kebutuhan lahan (DL), maka daya dukung lahan telah terlampaui.

2. Daya Dukung dan Daya Tampung Air

Daya dukung sumber daya air merupakan kemampuan lingkungan suatu wilayah memenuhi kebutuhan air bagi penduduk dan kegiatan budi daya yang dilakukan penduduk, seperti sektor pertanian dan industri dengan mempertimbangkan potensi ketersediaan sumber air yang tersedia (Muta'ali, 2015). Apabila daya dukung air suatu wilayah telah terlampaui, maka penduduk dan kegiatan budi daya tidak bisa memperoleh air dalam jumlah memadai, sehingga terjadi krisis air. Ketersediaan kuantitas air saja tidak cukup, tetapi kualitas air juga menjadi faktor penentu kemampuan lingkungan dalam mendukung

kehidupan. Salah satu alat ukur untuk menilai kualitas air adalah indeks kualitas air atau Indeks Pencemar (IP) yang menyatukan berbagai parameter fisik, kimia, dan biologi menjadi satu angka yang mudah diinterpretasikan. Nilai IP yang rendah menunjukkan kualitas air baik dan daya dukung tinggi, sedangkan nilai IP yang tinggi menandakan pencemaran dan penurunan kapasitas daya dukung. Rumus perhitungan indeks pencemar menurut (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2003) sebagai berikut.

$$IP_j = \sqrt{\frac{(C_i / L_{ij})^2_M + (C_i / L_{ij})^2_A}{2}}$$

Keterangan:

- IP_j : Indeks Pencemaran bagi peruntukkan j
 C_i : Konsentrasi parameter i (hasil pengukuran)
 L_{ij} : Baku mutu parameter i bagi peruntukkan j
 JI : Jumlah Industri Eksisting dan Rencana
 M : Maksimum
 A : *Average*

Perhitungan indeks pencemaran untuk mengetahui status mutu air dengan mengacu pada baku mutu air kelas II sesuai lampiran VI Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021. Standar baku mutu air sungai dan sejenisnya berdasarkan parameter sebagai berikut.

Tabel 2.5 Standar Baku Mutu Air Sungai

Parameter	Baku Mutu
Padatan Tersuspensi Total (TSS)	50 mg/L
Kebutuhan Oksigen Biokimiawi (BOD)	3 mg/L
Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD)	25 mg/L
Oksigen Terlarut (Do)	4 mg/L
Total Fosfat (sebagai P)	0,2 mg/L
Fecal Coliform	1.000 MPN/100 mL
Total Coliform	5.000 MPN/100 mL

Sumber: Pemerintah Republik Indonesia, 2021

Kelas dua merupakan jenis air yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, seperti sarana dan prasarana rekreasi air, budidaya ikan air tawar, peternakan, pengairan tanaman, serta kegunaan lain yang memerlukan kualitas air setara dengan peruntukan tersebut. Perhitungan indeks pencemaran didasarkan pada standar baku mutu air menghasilkan informasi status mutu air pada sungai, sehingga dapat diketahui tingkat pencemarannya. Status mutu air berdasarkan hasil perhitungan indeks pencemaran dapat dikategorikan pada kelas berikut.

Tabel 2.6 Kategori Kelas Indeks Pencemaran

Indeks Pencemaran	Kategori Kelas
$0 \leq IP \leq 1,0$	Memenuhi Baku Mutu
$1,0 < IP \leq 5,0$	Tercemar Ringan
$5,0 < IP \leq 10$	Tercemar Sedang
$IP > 10,0$	Tercemar Berat

Sumber: (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2003) dan (Pemerintah Republik Indonesia, 2021)

Indeks kualitas air diperoleh melalui perhitungan jumlah masing-masing status mutu air untuk setiap data pemantauan seluruh lokasi kemudian menghitung persentase jumlah masing-masing status mutu air terhadap jumlah total, selanjutnya mengkonversi hasil perhitungan nilai indeks pencemaran ke dalam indeks kualitas air dengan mengalikan bobot nilai indeks terhadap persentase status mutu air, sehingga hasil perhitungan indeks pencemaran yang semula hanya merepresentasikan tingkat pencemaran dapat ditransformasikan menjadi indeks kualitas air dalam menggambarkan kondisi kualitas air. Pembobotan indeks diberikan batasan sebagai berikut.

Tabel 2.7 Pembobotan Status Baku Mutu Air

Status Mutu Air	Bobot
Memenuhi Baku Mutu	70
Tercemar Ringan	50
Tercemar Sedang	30
Tercemar Berat	100

Sumber: (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2003) dan (Pemerintah Republik Indonesia, 2021)

Perhitungan nilai indeks kualitas air pada tingkat provinsi dan kabupaten/kota diperoleh dengan menjumlahkan hasil perkalian persentase setiap status mutu air dengan bobotnya yang digunakan sebagai indikator kinerja pengelolaan kualitas air (Kementerian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan, 2021). Hasil indeks kualitas air diklasifikasikan menjadi lima kategori sebagai berikut.

Tabel 2.8 Kategori Indeks Kualitas Air

Kategori	Angka Rentang
Sangat Baik	$90 \leq IKA < 100$
Baik	$70 \leq IKA < 90$
Sedang	$50 \leq IKA < 70$
Kurang	$25 \leq IKA < 50$
Sangat Kurang	$0 \leq IKA < 25$

Sumber: (Pemerintah Republik Indonesia, 2021)

Indeks kualitas air menjadi instrumen penting dalam evaluasi capaian program pengendalian pencemaran air serta sebagai dasar dalam perumusan kebijakan pengelolaan

sumber daya air secara berkelanjutan. Penilaian kualitas air saja tidak cukup untuk menggambarkan kondisi lingkungan karena keberlanjutan pemanfaatan air sangat dipengaruhi oleh ketersediaan dan kebutuhan air di suatu wilayah. Oleh karena itu, setelah dilakukan penghitungan indeks kualitas air, analisis selanjutnya diarahkan pada penentuan daya dukung dan daya tampung air untuk mengetahui sejauh mana ketersediaan sumber daya air mampu memenuhi kebutuhan hidup layak masyarakat dan berbagai sektor pembangunan, sehingga diperoleh gambaran menyeluruh mengenai keseimbangan antara kualitas dan kuantitas air.

Penentuan daya dukung air dengan membandingkan ketersediaan sumber daya air dan kebutuhan air. Ketersediaan air menggunakan metode koefisien limpasan tertimbang berdasarkan informasi penggunaan lahan serta data curah hujan tahunan, sedangkan kebutuhan air melalui perhitungan hasil konversi terhadap kebutuhan hidup layak. Metode ini dapat memberikan informasi secara umum apakah sumberdaya air di suatu wilayah dalam keadaan surplus atau defisit. Hasil perhitungan dengan metode ini dapat dijadikan bahan pertimbangan dalam penyusunan rencana tata ruang dan evaluasi pemanfaatan ruang dalam rangka penyediaan sumberdaya air berkelanjutan. Rumus perhitungan ketersediaan air mengacu pada Permen Lingkungan Hidup Nomor 17 tahun 2009 sebagai berikut.

$$SA = P \times A \times C \times K \times (1 - E \text{ flow})$$

Keterangan:

SA : Ketersediaan Air (m³/tahun)

P : Curah Hujan Tahunan Rata-rata (m/tahun)

A : Luas Daerah Aliran Sungai (m²)

C : Koefisien Limpasan Tertimbang

K : Faktor keandalan 95% (aliran pemeliharaan sungai)

E flow : Alokasi aliran lingkungan (30% aliran alami)

Koefisien limpasan tertimbang didasarkan pada koefisien jenis penggunaan lahan sebagai berikut.

Tabel 2.9 Koefisien Limpasan menurut Penggunaan Lahan

Penggunaan Lahan	Koefisien (Ci)
Kota, jalan aspal, atap genteng	0,7 – 0,9
Kawasan industri	0,5 – 0,9
Permukiman multi unit, pertokoan	0,6 – 0,7
Kompleks perumahan	0,4 – 0,6
Villa	0,3 – 0,5

Penggunaan Lahan	Koefisien (C _i)
Taman, pemakaman	0,1 – 0,3
Pekarangan tanah berat: a. >7% b. 2 - 7% c. <2%	0,25 – 0,35 0,10 – 0,15 0,05 – 0,10
Pekarangan tanah ringan: a. >7% b. 2 - 7% c. <2%	0,15 – 0,20 0,10 – 0,15 0,05 – 0,10
Lahan berat	0,40
Padang rumput	0,35
Lahan budidaya pertanian	0,30
Hutan Produksi	0,18

Sumber: Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup 17 Tahun 2009

Kebutuhan air suatu wilayah dihitung berdasarkan hasil konversi terhadap standar kebutuhan hidup layak, mencakup jumlah air minimum yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan dasar manusia, seperti konsumsi domestik (minum, memasak, dan sanitasi), kebutuhan pertanian, serta kebutuhan sektor industri. Standar kebutuhan hidup layak dinyatakan dalam satuan liter per orang per hari kemudian dikonversi ke dalam satuan volume (m³/tahun). Rumus perhitungan kebutuhan air mengacu pada Permen Lingkungan Hidup Nomor 17 tahun 2009 sebagai berikut.

Kebutuhan Air = Kebutuhan domestik + Kebutuhan nondomestik + Kehilangan

Tabel 2.10 Rumus Perhitungan Kebutuhan Air

Kebutuhan Air	
Domestik	Jumlah penduduk × 120 L/kap/hari
Irigasi	Luas daerah irigasi × 1 L/det/ha
Industri	Luas industri × 0,7 L/det/ha
Komersial dan Sosial (Toko, Gudang, Bengkel, Sekolah, Rumah Sakit, dan Hotel)	30% dari total kebutuhan domestik
Kehilangan	20% dari total kebutuhan domestik dan nondomestik

Sumber: Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup 17 Tahun 2009

Berdasarkan hasil perhitungan ketersediaan dan kebutuhan air, dapat diketahui kondisi daya dukung air suatu wilayah melalui perbandingan ketersediaan sumber daya air dengan kebutuhan air untuk melayani penduduk. Selanjutnya, dilakukan penentuan daya tampung air untuk menilai kemampuan sungai dalam menerima beban pencemar tanpa menurunkan kualitasnya di bawah baku mutu yang telah ditetapkan.

Penentuan daya tampung air dengan mengukur kapasitas asimilasi air. Perhitungan beban pencemaran menggunakan persamaan pada Lampiran II Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 1 Tahun 2010:

$$L_{\max} = \Delta C \times Q_{\text{kemarau}} \times 86,4$$

Keterangan:

$L_{\max}$: Beban pencemaran harian (kg/hari)

ΔC : Kenaikan beban pencemar yang diperbolehkan (mg/L)
(Baku mutu kelas sungai – Kondisi hulu)

Q_{kemarau} : Debit kemarau konservatif (40% dari debit rata-rata)

Perhitungan beban pencemaran untuk mengetahui kondisi awal sungai tanpa adanya masukan sumber pencemar dan kondisi sungai setelah adanya masukan zat pencemar pada kondisi eksisting (Lusiana dkk., 2020). Rumus perhitungan beban pencemaran menggunakan persamaan berikut.

$$BPM = Q \times C_{BM}$$

Keterangan:

BPM : Beban pencemaran maksimum (kg/hari)

Q : Debit terukur (m^3/detik)

C_{BM} : Konsentrasi (berdasarkan standar kelas kualitas air yang digunakan) (mg/L)

$$BPA = Q \times C_M$$

Keterangan:

BPA : Beban pencemaran aktual (kg/hari)

Q : Debit terukur (m^3/detik)

C_M : Konsentrasi terukur (mg/L)

Rumus beban pencemaran sebagaimana ditunjukkan di atas untuk menilai kondisi daya tampung air sungai terhadap beban pencemar. Beban pencemaran maksimum ($L_{\max}$) menggambarkan jumlah beban pencemar harian yang masih dapat ditampung oleh sungai tanpa melampaui baku mutu kualitas air yang telah ditetapkan, sedangkan beban pencemaran aktual (BPA) menunjukkan jumlah beban pencemar yang benar-benar masuk ke air sungai berdasarkan debit terukur dan konsentrasi pencemar eksisting. Perbandingan nilai $L_{\max}$ dan BPA dapat menentukan apakah sungai tersebut masih memiliki daya tampung pencemar atau justru telah melampaui kapasitas asimilasinya, sehingga diperlukan langkah pengendalian yang lebih ketat.

3. Daya Tampung Udara

Daya tampung udara merupakan kemampuan atmosfer di suatu wilayah untuk menyerap dan menampung emisi polutan tanpa menimbulkan dampak negatif yang signifikan terhadap kesehatan manusia, kualitas lingkungan, maupun ekosistem. Konsep ini menekankan bahwa kapasitas lingkungan tidak hanya terkait dengan ketersediaan udara, tetapi juga dengan kualitasnya agar tetap layak untuk kehidupan dan aktivitas pembangunan. Daya dukung udara umumnya dinilai berdasarkan konsentrasi polutan udara yang ditetapkan oleh Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 mengenai Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Beberapa parameter penting untuk menentukan kualitas udara, meliputi partikulat (PM_{10} , $PM_{2.5}$), gas sulfur dioksida (SO_2), gas nitrogen dioksida (NO_2), karbon monoksida (CO), ozon (O_3), dan hidrokarbon (HC). Salah satu indikator yang digunakan untuk mengetahui kondisi kualitas udara dengan perhitungan Indeks Kualitas Udara (IKU) mengacu pada parameter NO_2 dan SO_2 . Perhitungan nilai indeks pencemaran udara dilakukan dengan formulasi berikut.

$$IPU = \frac{IP_{NO_2} + IP_{SO_2}}{2}$$
$$Indeks\ NO_2 = \frac{Rata - rata\ NO_2}{Baku\ Mutu\ NO_2}$$
$$Indeks\ SO_2 = \frac{Rata - rata\ SO_2}{Baku\ Mutu\ SO_2}$$

Keterangan:

IPU : Indeks Pencemaran Udara

IP_{NO_2} : Indeks Pencemar NO_2

IP_{SO_2} : Indeks Pencemar SO_2

EU_{NO_2} : Baku Mutu NO_2 (40,00)

EU_{SO_2} : Baku Mutu SO_2 (20,00)

Setelah dilakukan perhitungan indeks pencemaran udara, langkah selanjutnya melakukan perhitungan indeks kualitas udara dengan melakukan perbandingan nilai rata-rata nitrogen dioksida (NO_2) dan sulfur dioksida (SO_2) dengan baku mutu udara ambien Referensi EU untuk mendapatkan indeks nitrogen dioksida (NO_2) dan sulfur dioksida (SO_2). Rata-rata indeks nitrogen dioksida (NO_2) dan sulfur dioksida (SO_2) menghasilkan indeks udara model EU (IEU) atau indeks antara sebelum dikonversikan ke Indeks Kualitas Udara (IKU). Indeks udara model EU (IEU) dikonversikan menjadi indeks kualitas udara melalui persamaan berikut.

$$IKU = 100 - \left(\frac{50}{0,9} \times IEU - 0,1 \right)$$

Keterangan:

IKU : Indeks Kualitas Udara

IEU : Indeks udara model EU

Tabel 2.11 Kategori Indeks Kualitas Udara

Kategori	Angka Rentang
Sangat Baik	$90 \leq IKU < 100$
Baik	$70 \leq IKU < 90$
Sedang	$50 \leq IKU < 70$
Kurang	$25 \leq IKU < 50$
Sangat Kurang	$0 \leq IKU < 25$

Sumber: Pemerintah Republik Indonesia, 2021

Metode pengambilan data kualitas udara ambien melalui pengambilan sampel udara terlebih dahulu kemudian dianalisis di laboratorium. Nilai indeks kualitas udara kabupaten/kota merupakan hasil rata-rata dari seluruh lokasi pemantauan udara pada wilayah administrasinya.

4. Daya Tampung Air Limbah

Daya tampung air limbah merupakan kemampuan suatu lingkungan, baik darat maupun air untuk menerima dan mengurai limbah yang dihasilkan oleh aktivitas manusia tanpa menimbulkan dampak negatif terhadap kesehatan, kualitas lingkungan maupun ekosistem. Kapasitas lingkungan tidak hanya terbatas pada penyediaan sumber daya, tetapi juga pada kemampuan dalam menampung dan mengolah limbah agar tetap layak untuk kehidupan manusia dan ekosistem. Baku mutu air limbah merupakan batas maksimum jumlah unsur pencemar yang diperbolehkan terkandung dalam air limbah yang akan dibuang atau dialirkan ke badan air dari suatu kegiatan manusia. Limbah hasil aktivitas domestik maupun industri yang dibuang ke perairan dapat menimbulkan pencemaran. Kondisi ini menyebabkan penurunan kualitas air, sehingga air menjadi kurang layak untuk dimanfaatkan sebagai sumber air bersih bagi masyarakat. Limbah cair umumnya mengandung partikel padat terlarut dan tersuspensi terdiri atas zat organik dan anorganik. Zat organik umumnya mudah terurai, sedangkan zat anorganik sulit terurai dan berpotensi menimbulkan dampak berbahaya. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengujian kadar air untuk menilai tingkat kualitas perairan. Indikator kualitas limbah cair dikaji menggunakan tiga parameter menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 16 Tahun 2019, yakni BOD, COD, dan TSS

dengan dasar pengukuran pada debit air sungai berkisar antara $100 < x < 1.000 \text{ m}^3/\text{hari}$. Rentang debit tersebut digunakan untuk menilai sejauh mana kapasitas asimilasi sungai mampu menerima beban limbah cair tanpa menurunkan kualitas air secara signifikan.

Tabel 2.12 Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Industri Tekstil

Parameter	Baku Mutu
BOD	45 mg/L
COD	125 mg/L
TSS	40 mg/L

Sumber: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2019

Parameter BOD menggambarkan jumlah oksigen yang dibutuhkan mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik, di mana nilai yang tinggi menandakan tingginya kandungan polutan organik. Parameter COD menunjukkan kebutuhan oksigen untuk mengoksidasi bahan organik yang sulit terurai secara kimia, sehingga semakin tinggi nilainya, maka semakin besar potensi pencemaran. Sementara itu, TSS mencerminkan jumlah partikel padat tersuspensi dalam air limbah yang menyebabkan kekeruhan dan dapat mengganggu ekosistem perairan.

5. Gas Emisi Karbon

Emisi karbon termasuk kelompok gas rumah kaca (GRK) yang dihasilkan dari aktivitas pembakaran bahan bakar fosil, proses industri, dan perubahan penggunaan lahan (United States Environmental Protection Agency, 2025). Sektor industri merupakan salah satu penyumbang emisi terbesar melalui pembakaran energi untuk proses dan pemanasan serta melalui reaksi proses kimia tertentu. Energi merupakan salah satu kontributor terbesar dalam inventarisasi emisi gas rumah kaca. Jenis gas rumah kaca yang dominan dihasilkan oleh sektor energi, meliputi CO_2 yang berasal dari pembakaran bahan bakar fosil, CH_4 yang umumnya dilepaskan selama proses ekstraksi dan distribusi bahan bakar serta N_2O yang muncul dari proses pembakaran pada suhu tinggi (Boer dkk., 2012). Gas rumah kaca (GRK) dapat diinventarisasi melalui perhitungan emisi karbon dari sektor berbasis lahan. Emisi karbon muncul akibat perubahan cadangan karbon (*carbon stock*) yang tersimpan dalam ekosistem lahan. Alih fungsi lahan mengakibatkan berkurangnya cadangan karbon dan memicu peningkatan emisi GRK, sehingga menurunkan kemampuan lahan dalam menyerap karbon (Permata & Rahayu, 2021). Perubahan ini pada akhirnya berdampak pada berkurangnya cadangan karbon yang tersimpan akibat adanya perubahan pemanfaatan lahan. Perhitungan cadangan karbon dilakukan menggunakan luasan tipe tutupan lahan dikalikan dengan angka konstanta stok karbonnya mengacu pada ketentuan Pedoman Teknis

Penghitungan Baseline Emisi Dan Serapan Gas Rumah Kaca Sektor Berbasis Lahan kemudian dijumlah total cadangan karbon per tahun.

Tabel 2.13 Nilai Konstanta Stok Karbon Berdasarkan Tutupan Lahan

Tutupan Lahan	Konstanta Stok Karbon (ton C/Ha)
Industri	5
Permukiman	5
Cagar Alam	195
Hutan Lindung	195
Hutan Produksi Terbatas	64
Hutan Produksi Tetap	64
Kebun	30
Lahan Terbuka	2,5
Sawah	2
Semak	30
Sungai	0
Tambak	0
Tegalan	10

Sumber: (Permata & Rahayu, 2021) dan (Nanda, 2024)

Secara umum, perhitungan cadangan karbon dilakukan dengan pendekatan metode *Stock Difference* dengan menghitung selisih stok karbon pada setiap penyimpanan karbon (tutupan lahan). Pendekatan ini didasarkan pada estimasi cadangan karbon melalui pengukuran stok aktual biomassa pada periode awal dan periode akhir kemudian dihitung menggunakan rumus berikut.

$$\Delta C = \frac{Ct_2 - Ct_1}{t_2 - t_1}$$

Keterangan:

ΔC : perubahan stok karbon tahunan pada setiap penyimpanan karbon (ton C/tahun)

Ct_1 : stok karbon setiap penyimpanan karbon di awal (ton C)

Ct_2 : stok karbon setiap penyimpanan karbon di akhir (ton C)

t_1 : tahun awal penyimpanan karbon

t_2 : tahun akhir penyimpanan karbon

Lahan dengan tutupan yang tidak mengalami perubahan dalam periode waktu tertentu diasumsikan tidak menghasilkan emisi, sebaliknya apabila lahan yang mengalami perubahan tutupan dianggap melepaskan emisi karbon sebesar selisih antara cadangan karbon pada tutupan lahan awal dengan cadangan karbon pada tutupan lahan berikutnya (Permata & Rahayu, 2021).