

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Pembuangan limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) dari sektor industri membuat limbah B3 harus ditanggulangi dengan tepat dan cepat. Limbah B3 yang tidak dikelola dengan baik dapat menyebabkan berbagai masalah serius, baik bagi kesehatan manusia maupun lingkungan. Paparan terhadap bahan kimia beracun dalam limbah B3 dapat meningkatkan risiko penyakit kronis seperti kanker, gangguan sistem saraf, dan masalah pernapasan. Selain itu, pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh limbah B3 dapat mengakibatkan kerusakan ekosistem, kontaminasi sumber air, dan penurunan kualitas tanah yang berdampak pada pertanian dan keanekaragaman hayati (Pavitasari, 2022).

Proyek konstruksi jalan, terkhususnya jalan nasional yang di pelihara, ditingkatkan kapasitasnya, dan yang baru dibangun pada tahun 2010-2014 ke tahun 2015-2019 menunjukkan peningkatan yang signifikan. Pada tahun 2010-2014 pembangunan jalan nasional yang terealisasi berada pada angka 39.838 km dan pada tahun 2015-2019 realisasi pembangunan jalan nasional mencapai 54.137 km. Berdasarkan data tersebut, pembangunan proyek jalan nasional pada tahun 2010-2014 ke tahun 2015-2019 mengalami kenaikan sebesar 35,89% (PUPR, 2015 dan PUPR, 2020). Angka ini akan terus meningkat dari tahun ke tahun mengingat saat ini pemerintah juga memiliki fokus dalam pembangunan Ibu Kota Nusantara. Dalam masa proses konstruksi tersebut, pekerjaan yang dilakukan tentunya akan menimbulkan limbah B3. Jenis limbah B3 yang dihasilkan dapat berupa minyak pelumas bekas, kain majun bekas, kemasan oli bekas dan filter dari mesin (Azizi, 2023). Oleh karena itu, diperlukan pengelolaan limbah B3 yang baik untuk mencegah dampak negatif tersebut. Pengelolaan yang baik melibatkan identifikasi, penyimpanan, pengangkutan, dan pembuangan limbah sesuai dengan regulasi yang berlaku, serta penerapan teknologi canggih untuk meminimalkan risiko pencemaran. Dengan demikian, kita dapat melindungi kesehatan manusia, menjaga kelestarian lingkungan, dan memastikan keberlanjutan sumber daya alam di masa depan.

Pada tahun 2021, sektor industri di Indonesia tercatat menyumbangkan jumlah yang signifikan dari total limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3), yakni mencapai 41.099.375 ton. Dari total tersebut, sektor infrastruktur juga memberikan kontribusi yang tidak kalah penting, dengan menyumbang sekitar 365.997 ton limbah B3. Data ini diambil dari laporan resmi Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) pada tahun 2022, yang menyoroti besarnya tanggung jawab sektor infrastruktur dalam pengelolaan limbah berbahaya di Indonesia. Pengelolaan yang baik dari limbah B3 ini sangat penting untuk meminimalkan dampak negatifnya terhadap lingkungan dan kesehatan masyarakat, serta mengurangi risiko yang besar dan potensi bahayanya.

Salah satu tantangan dari sektor infrastruktur ini adalah pekerjaan perbaikan dan pemeliharaan jalan dapat menghasilkan limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) dari aktivitas kerja proyek (Azizi, 2023). Sumber



limbah B3 pada pekerjaan ini dihasilkan dari perawatan dan perbaikan alat berat. Perawatan atau perbaikan adalah kegiatan yang dilakukan untuk merawat atau memperbaiki komponen mesin atau kendaraan proyek agar selalu dalam keadaan yang baik. Kegiatan perawatan yang dilakukan seperti pengecekan terhadap pelumasan mesin, penggantian ban yang sudah tidak layak pakai, filter oli, dan lainnya (Pratiwi dkk., 2017). Aktivitas pada jalanan juga menghasilkan limbah B3 seperti kain majun bekas yang digunakan dalam pekerjaan apapun. Kain majun umumnya digunakan untuk membersihkan komponen atau tubuh yang terkena oli maupun zat pengotor lainnya. n bahan kimia berpotensi berbahaya dalam proses konstruksi, perawatan, dan pemeliharaan infrastruktur. Salah satu kegiatan dari sektor infrastruktur ini adalah pekerjaan perbaikan jalan raya. Pekerjaan perbaikan jalan dapat menghasilkan limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) dari aktivitas kerja proyek (Azizi, 2023). Sumber limbah B3 pada pekerjaan ini dihasilkan dari perawatan dan perbaikan alat berat. Perawatan atau perbaikan adalah kegiatan yang dilakukan untuk merawat atau memperbaiki komponen mesin atau kendaraan proyek agar selalu dalam keadaan yang baik. Kegiatan perawatan yang dilakukan seperti pengecekan terhadap pelumasan mesin, penggantian ban yang sudah tidak layak pakai, filter oli, dan lainnya (Pratiwi dkk., 2017). Aktivitas pada jalanan juga menghasilkan limbah B3 seperti kain majun bekas yang digunakan dalam pekerjaan apapun. Kain majun umumnya digunakan untuk membersihkan komponen atau tubuh yang terkena oli maupun zat pengotor lainnya.

Data menunjukkan bahwa lahan terkontaminasi limbah B3 terus meningkat. Ini dapat disebabkan oleh bencana alam, kegiatan masyarakat dalam mengelola limbah B3, kesalahan atau kelalaian saat beroperasi, dan kesengajaan atau ketidakpatuhan (DITJEN PSLB3 KLHK, 2021). Berdasarkan hasil identifikasi dan inventarisasi KLHK, luas lahan yang terkontaminasi limbah B3 mencapai 5,3 juta meter persegi. Diperkirakan ada sekitar 6,3 juta ton limbah B3 yang tersebar di 175 lokasi di seluruh Indonesia, dari mana 3,8 juta ton telah dibersihkan. Selain itu, kasus kedaruratan limbah B3 terus meningkat. Kejadian kedaruratan limbah B3 di Indonesia rata-rata terjadi kurang lebih 35 kali setahun.

Salah satu contoh kasus pencemaran akibat limbah B3 proyek pekerjaan jalan pernah terjadi di Kabupaten Berau. Sebuah kontraktor yang tengah menjalankan proyek perbaikan jalan didapati mengalirkan oli bekas ke saluran air yang menuju ke sungai besar. Laporan ini dilakukan oleh warga yang menggunakan sungai tersebut untuk kebutuhan sehari-hari. Laporan tersebut ditindak lanjuti dari DLHK Kabupaten Berau untuk dilakukan pengecekan lapangan. Selain melakukan praktik yang menyalahi aturan, pihak kontraktor juga belum memiliki izin untuk melakukan penyimpanan limbah B3 (Risa, 2023)

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 101 Tahun 2014, limbah B3 itu usaha dan/atau kegiatan. Limbah B3 mengandung bahan cun karena sifat atau konsentrasinya, yang jumlahnya, baik maupun tidak langsung, dapat mencemari dan merusak ngganggu Kesehatan manusia dan kelangsungan mahluk mbah B3 seperti batu baterai bekas, neon dan bohlam bekas, tik atau pelumas kendaraan yang mengandung bahan-bahan itasi atau gangguan kesehatan lainnya (Putra dkk., 2019).



Berdasarkan Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 pasal 1, setiap orang yang menghasilkan limbah B3 wajib melakukan pengelolaan limbah B3 yang dihasilkan. Pengelolaan yang dimaksud adalah rangkaian kegiatan yang mencakup reduksi, penyimpanan, pengumpulan, pengangkutan, pemanfaatan, pengolahan limbah dan penimbunan limbah B3. Tujuan dari rangkaian kegiatan ini untuk mencegah dan menanggulangi pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan yang diakibatkan oleh limbah B3 (Fajriyah, 2020).

Berdasarkan KEPKA BAPELDA No. 01/BAPELDA/09/1995 tentang Tata Cara dan Persyaratan Teknis Penyimpanan dan Pengumpulan Limbah B3, jika kegiatan pengolahan belum dapat dilakukan dengan segera maka perlu untuk melakukan penyimpanan limbah B3 terlebih dahulu (Hidayat, 2023). Tujuan dari kegiatan penyimpanan adalah untuk mencegah terlepasnya limbah B3 ke lingkungan. Penyimpanan tersebut lebih detail mengenai prinsip pengemasan limbah B3 (syarat pra-pengemasan, syarat umum kemasan, prinsip pengemasan limbah B3), tata cara pengemasan atau pewadahan limbah B3, tata cara penyimpanan limbah B3, persyaratan bangunan dan lokasi penyimpanan limbah B3 telah diatur dalam KEPKA BAPELDA No. 01/BAPELDA/09/1995.

Dalam perencanaan TPS Limbah B3, lokasi TPS menjadi salah satu faktor dalam perencanaan TPS. TPS Limbah B3 harus dalam Kawasan yang bebas banjir dan tidak rawan bencana alam. Dalam Permen LHK No. 6 Tahun 2021 juga membahas apabila lokasi yang di rencanakan terdampak bencana, TPS tersebut harus memiliki teknologi dalam rangka perlindungan lebih lanjut.

Salah satu proyek jalan nasional yang tengah berlangsung di wilayah Sidrap-Enrekang, analisis mendalam terhadap lokasi Tempat Penyimpanan Sementara (TPS) limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) menjadi sangat penting. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa limbah yang dihasilkan dari kegiatan konstruksi dapat dikelola dengan aman dan sesuai dengan peraturan yang berlaku. Selain itu, perlu dipertimbangkan juga model penyimpanan yang tepat untuk limbah B3 dan pemilihan jenis kemasan agar risiko lingkungan dapat diminimalisir.

Saat ini, pendekatan penelitian yang menggunakan informasi geospasial sedang berkembang. Akibatnya, sistem informasi geografis (SIG) telah digunakan dalam upaya untuk meningkatkan pengelolaan sampah. Hasil proses SIG ditunjukkan dalam peta atau grafik. Peta memberikan, menyimpan, dan memvisualisasikan data geografis dengan sangat baik. Pola penyebaran penyakit dari sumber sampah sangat dipengaruhi oleh lokasi TPS. Dengan demikian, SIG dapat digunakan dalam analisis potensi lokasi untuk perencanaan awal (Wahyudi dan Wahyudi dan Siswandi 2021, Nanda, 2024).

Berdasarkan permasalahan di atas, maka diperlukan penelitian terkait "Analisis Potensi Lokasi dan Perencanaan Model TPS Limbah B3 Dalam Pekerjaan di Kasus Proyek Pekerjaan Jalan Sidrap-Enrekang)".



lah

salah dari penelitian ini sebagai berikut.

or yang berpengaruh terhadap penentuan lokasi TPS Limbah  
aya dan Beracun (B3) pada proyek perbaikan jalan Sidrap-

Enrekang?

2. Bagaimana analisa dan penentuan potensi lokasi TPS Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun pada proyek perbaikan jalan Sidrap-Enrekang?
3. Bagaimana rancangan model kemasan dan TPS Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) berdasarkan kondisi eksisting menggunakan model 3 dimensi?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini sebagai berikut

1. Mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh terhadap penentuan lokasi TPS Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) pada proyek perbaikan jalan Sidrap-Enrekang
2. Menganalisis dan menentukan potensi lokasi TPS Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun pada proyek perbaikan jalan Sidrap-Enrekang
3. Merancang model kemasan dan TPS Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) berdasarkan kondisi eksisting menggunakan model 3 dimensi.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini sebagai berikut

1. Bagi penulis  
Merupakan kontribusi dalam melaksanakan penelitian sebagai bagian dari kewajiban Tri Dharma Perguruan Tinggi serta merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi sarjana di Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
2. Bagi Instansi Pendidikan  
Menambah referensi ilmu pengetahuan khususnya pada bidang riset kualitas Sanitasi dan Persampahan, terutama terkait penentuan lokasi TPS Limbah B3. Diharapkan nantinya penelitian ini dapat menjadi acuan sehingga dapat dikembangkan oleh peneliti selanjutnya.
3. Bagi pelaku usaha  
Pihak pengelola mendapatkan referensi langsung mengenai proses penentuan lokasi dan model TPS Limbah B3 pada proyek yang berlangsung.
4. Bagi Masyarakat  
Memberikan pengetahuan tentang penentuan lokasi dan model TPS Limbah B3 sehingga dapat menumbuhkan kesadaran akan pentingnya pengelolaan limbah B3



penelitian ialah sebagai berikut:

an sampling pada limbah B3 yang dihasilkan pada proyek Sidrap-Enrekang

ng estimasi RAB desain TPS limbah B3

## 1.6 Teori

### 1.6.1 Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3)

Menurut Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, limbah B3 diartikan sebagai "sisa dari suatu usaha atau kegiatan yang mengandung bahan berbahaya dan beracun. Limbah ini, karena sifat, konsentrasi, atau jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung, dapat mencemari atau merusak lingkungan hidup serta membahayakan kesehatan, keberlangsungan hidup manusia, dan makhluk hidup lainnya.". Dalam referensi lain, limbah B3 adalah limbah atau bahan berbahaya, karena jumlah atau konsentrasinya dapat menyebabkan atau secara signifikan dapat memberikan kontribusi terhadap peningkatan penyakit, kematian dan berbahaya bagi kesehatan manusia atau lingkungan jika tidak benar-benar diolah atau dikelola dengan baik (Utami, 2018 dalam Putri, 2021)

Maka dari kedua pengertian di atas, dapat ditarik kesimpulan bahwa Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) merupakan sisa dari suatu kegiatan atau usaha yang memiliki sifat, konsentrasi, atau jumlah tertentu yang dapat mencemari atau merusak lingkungan, serta membahayakan kesehatan manusia dan makhluk hidup lainnya. Limbah ini, jika tidak dikelola dengan baik, dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan risiko penyakit dan kematian. Oleh karena itu, pengelolaan limbah B3 harus dilakukan secara hati-hati dan sesuai dengan ketentuan untuk mencegah dampak buruk terhadap lingkungan dan kesehatan.

### 1.6.2 Limbah Pada Proses Konstruksi

Dalam pekerjaan konstruksi, sangat membutuhkan banyak biaya, untuk itu harus ada perhitungan yang sangat matang pada saat perencanaan. Namun, sisa material konstruksi atau sering disebut sebagai "limbah", yang tidak dapat lagi digunakan dalam proyek konstruksi tersebut tidak dapat dihindarkan. Secara umum, *material waste* yang dihasilkan dari proyek konstruksi didefinisikan sebagai material yang sudah tidak digunakan dari proses konstruksi, perbaikan atau perubahan. Suatu limbah tidak dapat dikatakan "limbah", jika bahan tersebut sudah direncanakan untuk digunakan kembali, dan pemegang kendali atas itu (klien atau kontraktor) dapat menunjukkan bahwa bahan tersebut menguntungkan jika digunakan dan tanpa risiko untuk kesehatan ataupun lingkungan (Purnawan, 2017).

Pada pelaksanaan proyek, penggunaan material di lapangan sering kali menghasilkan limbah atau sisa material. Sisa material pada pelaksanaan proyek dapat dihindari namun dapat diminimalkan jumlahnya, karena limbah konstruksi menjadi salah satu masalah serius pada pelaksanaan proyek. Limbah B3 juga memiliki potensi untuk timbul dari sektor konstruksi. Limbah B3 pada proses konstruksi kegiatan yang dilakukan melibatkan



berbagai macam alat berat didalamnya. Alat berat tersebut dapat menghasilkan limbah seperti oli bekas, baterai kendaraan, cat kendaraan yang mengandung bahan berbahaya, serta limbah dari proses perawatan kendaraan seperti pembuangan ban bekas atau limbah logam dari suku cadang kendaraan.

Jenis limbah konstruksi dalam (Firmawan, 2023) diklasifikasikan ke dalam beberapa kelompok utama yaitu :

1. Campuran Beraspal, Tar Makadam, dan Produk Tar Lainnya: Sisa-sisa aspal, tar makadam, dan produk tar lainnya yang digunakan dalam pembangunan jalan atau struktur lainnya.
2. Logam (Termasuk Paduan Logam): Sisa logam seperti besi, baja, aluminium, dan paduan logam lainnya yang digunakan dalam konstruksi.
3. Bahan Isolasi dan Bahan Konstruksi yang Mengandung Asbes: Sisa bahan isolasi seperti wol mineral, busa, dan bahan lain yang mengandung asbes.
4. Pemakaian alat berat serta perawatannya : Minyak pelumas, aki bekas, komponen logam seperti suku cadang
5. Segala jenis material yang terkontaminasi

Dalam (Widhiawati, 2019) faktor-faktor penyebab timbulnya limbah dibagi menjadi 4 kategori, yaitu :

1. Pengetahuan dan keterampilan yang kurang

Beberapa kelemahan dalam pengelolaan material mencakup proses pemindahan material dari gudang ke lokasi proyek yang kurang efisien, serta ketidaksesuaian antara jenis material dengan metode penyimpanannya. Selain itu, kurangnya keterampilan kontraktor dalam mengelola material yang tersedia memperburuk efisiensi pekerjaan. Pengawasan yang tidak ketat dan jarang dilakukan terhadap pekerja di lapangan turut menjadi faktor yang menghambat kinerja. Kondisi gudang yang tidak memadai, seperti kelembapan yang tinggi, juga mempercepat kerusakan material, sehingga menambah tantangan dalam menjaga kualitas dan ketersediaan material.

2. Penanganan material yang buruk

Penanganan material yang buruk sering kali disebabkan oleh kurangnya pengalaman kerja atau tenaga kerja yang tidak terampil, yang mengakibatkan banyak kesalahan dalam pekerjaan. Selain itu, kerusakan material konstruksi juga dapat terjadi akibat tindakan sengaja dari pihak tertentu. Kemampuan tenaga kerja yang rendah dalam mengoperasikan alat serta alat yang tidak berfungsi dengan baik turut memperparah situasi. Faktor eksternal, seperti kondisi cuaca yang buruk, juga menjadi tantangan yang signifikan dalam menjaga kualitas penanganan material di lapangan.



yang kurang baik

yang kurang baik sering kali dipengaruhi oleh kurangnya penanganan material sebelum proyek konstruksi dimulai, yang dapat mengakibatkan ketidakefisienan dalam penggunaannya. Selain itu, penggunaan tenaga kerja yang berkualitas rendah membuatnya rentan terhadap kerusakan selama pelaksanaan. Kesalahan atau kecerobohan pekerja saat pelaksanaan di

lapangan juga memperburuk kondisi material, sehingga memengaruhi hasil akhir proyek.

#### 4. Metode kerja yang tidak sesuai

Metode kerja yang tidak sesuai sering kali terjadi karena keterbatasan pengetahuan pekerja atau pelaksana, yang menyebabkan penerapan metode kerja yang kurang efektif. Hal ini juga berkontribusi pada munculnya sisa pemotongan atau kelebihan material yang tidak terpakai di akhir pekerjaan. Selain itu, perbedaan antara ukuran material yang disiapkan dan yang dibutuhkan sering menjadi masalah, sehingga mengurangi efisiensi proyek. Ketiadaan sistem manajemen limbah yang terintegrasi semakin memperburuk pengelolaan material dan berdampak negatif pada keberlanjutan proyek.

### 1.6.3 Sumber dan Klasifikasi Limbah B3

Limbah B3 adalah jenis limbah yang memiliki karakteristik berbahaya dan beracun yang dapat menimbulkan dampak yang serius bagi kesehatan manusia dan lingkungan jika tidak ditangani dengan benar. Contoh limbah B3 antara lain limbah kimia, limbah medis, limbah elektronik, limbah minyak, dan limbah radioaktif. Limbah B3 biasanya dihasilkan oleh industri atau proses manufaktur yang menggunakan bahan kimia berbahaya dan beracun dalam proses produksinya (Safa'ah, 2012). Limbah B3 berdasarkan sumbernya dapat dibedakan menjadi 3 jenis yaitu:

#### 1. Limbah B3 dari sumber spesifik

Limbahnya B3, yang merupakan sisa dari proses industri atau kegiatan tertentu yang dapat diidentifikasi melalui penelitian ilmiah

#### 2. Limbah B3 dari sumber yang tidak spesifik

Limbah B3 yang berasal dari kegiatan pemeliharaan alat, pencucian, inhibitor korosi, pelarutan kerak, pengemasan, dan aktivitas lainnya, bukan proses utamanya.

#### 3. Limbah B3 dari bahan kimia kadaluarsa

Tumpahan, sisa kemasan, atau produk yang tidak memenuhi syarat atau tidak dapat digunakan lagi adalah limbah B3 yang memerlukan pengelolaan seperti limbah B3 lainnya. Hal yang sama berlaku untuk sisa bahan dan/atau limbah B3 yang dipesan.

Limbah ini berasal dari sumber yang tidak diduga, misalnya produk kadaluarsa, sisa kemasan, tumpahan dan buangan produk yang tidak memenuhi spesifikasi

Dalam proses pengelolaan limbah B3, terdapat kegiatan seperti menyimpan, penggunaan kembali, membuang bahan, dan lain-lain. Kegiatan-kegiatan tersebut tentunya limbah B3 memerlukan perlakuan khusus. Limbah B3 sendiri memiliki klasifikasinya tersendiri. Berdasarkan PP No. 101/2016 tentang Pengelolaan Limbah B3, limbah B3 terbagi menjadi 9 bagian, yaitu:



(*Explosive*)

yang pada suhu dan tekanan standar (25°C, 760 mmHg) dapat meledak atau beracun. Sisa kimia dan/atau fisika dapat menghasilkan gas dengan suhu dan

tekanan tinggi yang dengan cepat dapat merusak lingkungan di sekitarnya. Pengujiannya dapat dilakukan dengan menggunakan *Differential Scanning Calorimetry* (DSC) atau *Differential Thermal Analysis* (DTA). Dari hasil pengujiannya, akan diperoleh nilai temperature pemanasan. Apabila nilai temperature pemanasan suatu bahan lebih tinggi dari senyawa acuan, maka bahan tersebut diklasifikasikan sebagai Limbah mudah meledak. Untuk contoh limbah B3 dengan sifat mudah meledak misalnya Asam Prikat.

## 2. Pengoksidasi (*Oxidising*)

Limbah yang dapat melepaskan panas karena teroksidasi sehingga menimbulkan api saat bereaksi dengan bahan lainnya. Limbah ini jika tidak ditangani dengan serius dapat menyebabkan kebakaran besar pada ekosistem. Suatu bahan dinyatakan sebagai pengoksidasi apabila waktu pembakaran bahan tersebut sama atau lebih pendek dari waktu pembakaran senyawa standar, dalam hal ini larutan asam nitrat.

## 3. Mudah Menyala (*Flammable*)

Limbah ini sendiri dikategorikan menjadi 3 jenis yaitu :

- Extremely Flammable*: Padatan atau cairan yang memiliki titik nyala (*flash point*) dibawah 0°C dan titik didih lebih rendah atau sama dengan 35°C
- High Flammable*: Padatan atau cairan yang memiliki titik nyala 0°C-21°C
- Flammable*: Bila cairan, bahan yang mengandung alkohol kurang dari 24% dan/atau mempunyai titik nyala <60°C, akan menyala apabila terjadi kontak dengan api, percikan api, atau sumber nyala lainnya pada tekanan 760 mmHg. Bila padatan, pada temperature dan tekanan standar dengan mudah menyebabkan terjadinya kebakaran melalui gesekan, penyerapan uap air atau perubahan kimia secara spontan dan apabila terbakar dapat menyebabkan kebakaran terus menerus dalam 10 detik.

## 4. Beracun (*Toxic*)

Limbah beracun adalah limbah yang memiliki atau mengandung zat yang bersifat racun bagi manusia atau hewa, sehingga menyebabkan keracunan, sakit, atau kematian baik melalui kontak pernafasan, kulit, maupun mulut.

**Tabel 1.** Tingkat racun

Urutan	Kelompok	LD <sub>50</sub> (mg/kg)
1	Extremely Toxic (amat sangat beracun)	≤ 1
2	Highly Toxic (sangat beracun)	1-50
3	Moderately Toxic (beracun)	51-500
4	Slightly Toxic (agak beracun)	501-5.000
5	Practically non-toxic (praktis tidak beracun)	5001-15.000
6	Relatively harmless (relative tidak berbahaya)	>15.000



(ul)

pa padatan atau carian ataupun gas yang jika kontak atau rnafasan) atau melalui oral dapat menyebabkan bahaya sampai tingkat tertentu.

#### 6. Korosif (*Corrosive*)

Limbah yang memiliki ciri seperti dapat menyebabkan iritasi pada kulit, menyebabkan pengkaratan pada baja, mempunyai pH  $\geq 2$  (bila bersifat asam) dan pH  $\geq 12,5$  (bila bersifat basa)

#### 7. Bersifat Iritasi (*Irritant*)

Limbah yang berupa padatan maupun cairan yang bila terjadi kontak secara langsung dan apabila terus menerus kontak dengan kulit ataupun selaput lendir dapat menyebabkan peradangan.

#### 8. Berbahaya Bagi Lingkungan (*Dangerous to the Environment*)

Limbah yang dapat merusak lapisan ozon (seperti CFC), persisten di lingkungan (misalnya PCBs) atau bahan tersebut dapat merusak lingkungan.

#### 9. Toksik Kronis (*Chronic Toxic*)

Limbah toksik kronis dikategorikan menjadi 3 yaitu :

- Carcinogenic* : Sifat bahan penyebab sel kanker, yaitu sel liar yang dapat merusak jaringan tubuh.
- Teratogenic* : Sifat bahan yang dapat mempengaruhi pembentukan dan pertumbuhan embrio
- Mutagenic* : Sifat bahan yang dapat menyebabkan perubahan kromosom yang dapat merubah genetika.

### 1.6.4 Pengelolaan Limbah B3

Berdasarkan UU No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup pada pasal 1 "Setiap orang yang menghasilkan limbah B3 wajib melakukan pengelolaan limbah B3 yang dihasilkannya.". Adapun dari pengelolaan limbah B3 sendiri adalah rangkaian kegiatan yang mencakup reduksi, penyimpanan, pengumpulan, pengangkutan, pemanfaatan, pengolahan limbah dan penimbunan limbah B3. Yang dimana tujuan dari pengelolaan ini untuk mencegah dan menanggulangi pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan yang diakibatkan oleh limbah B3 serta melakukan pemulihan kualitas lingkungan yang sudah tercemar sehingga sesuai fungsinya kembali.

Suatu limbah B3 yang tidak ditangani atau dikelola dengan tepat melalui fasilitas yang memadai maka akan menyebabkan terjadinya pencemaran limbah B3. Pencemaran tersebut akan memberikan dampak negatif yang luar biasa bagi lingkungan hidup dan manusia. Keberadaan limbah B3 yang tidak dikelola dapat mempengaruhi kelestarian lingkungan dan ekosistemnya, selain itu juga memengaruhi keselamatan manusia (Pavitasari, 2022) .



Untuk mereduksi Limbah B3, merujuk ke PP 101/2014 Limbah B3, terdapat 2 metode yang dapat dilakukan, yaitu modifikasi proses. Substitusi bahan sendiri dapat dilakukan dengan bahan baku dan/atau bahan penolong yang semula mengandung limbah B3 dengan bahan baku dan/atau bahan penolong yang tidak mengandung limbah B3. Jika dalam rangkaian kegiatannya sudah tidak terdapat limbah B3, maka limbah B3 tersebut dapat dihasilkan karena bahan-bahannya sudah tidak memiliki B3.

Selanjutnya pada modifikasi proses, dimana dapat dilakukan melalui pemilihan dan penerapan proses produksi yang lebih efisien.

### 1.6.5 Penyimpanan Limbah B3

Berdasarkan PP Nomor 101 Tahun 2014 tentang pengelolaan limbah B3 pada pasal 12 ayat 1 menyatakan “Setiap orang yang menghasilkan limbah B3 wajib melakukan penyimpanan limbah B3”. Maka dari itu, dari sistem pengelolaan yang berlaku, salah satu rangkaian kegiatannya ada penyimpanan limbah B3.

Penyimpanan limbah B3 tidak dapat langsung dilakukan tanpa ada yang namanya izin Pengelolaan limbah B3. Untuk mendapatkan izin ini, pelaku usaha harus mengajukan permohonan secara tertulis kepada bupati/wali kota dan melampirkan persyaratan izin. Adapun untuk rincian dari izin ini meliputi :

1. Identitas pemohon
2. Akta pendirian badan usaha
3. Nama, sumber, karakteristik, dan jumlah limbah B3 yang akan disimpan
4. Dokumen yang menjelaskan tentang tempat penyimpanan limbah B3
5. Dokumen yang menjelaskan tentang pengemasan limbah B3
6. Dokumen lain sesuai peraturan perundang-undangan.

Izin pengelolaan limbah ini nantinya dapat dijadikan landasan dalam perlakuan limbah selanjutnya. Sebagaimana yang tercantum pada Permen LHK 12/2020 tentang Penyimpanan Limbah B3 pada pasal 3, apabila pelaku usaha telah memiliki izin pengelolaan maka perlakuan limbah yang dapat dilakukan adalah pengumpulan limbah, pemanfaatan limbah, pengolahan limbah, dan penimbunan limbah.

Dalam penyimpanan limbah B3, persyaratan dan tata caranya sudah ditentukan dalam PERMEN LHK 12/2020. Dimana dalam bab II membahas tentang “Persyaratan dan Tata Cara Penyimpanan Limbah B3”. Dalam persyaratan dan tata cara penyimpanannya diatur mengenai tempat penyimpanan, cara penyimpanan, dan waktu penyimpanan.

Pada tempat penyimpanan limbah B3 terdapat 3 hal yang harus diperhatikan, yaitu lokasi penyimpanan limbah B3, peralatan penganggulangan keadaan darurat, dan fasilitas penyimpanan limbah B3.

**Lokasi Penyimpanan Limbah B3.** Lokasi penyimpanan limbah B3 menjadi elemen sentral dalam rangka meminimalkan dampak negatifnya terhadap ekosistem dan kesehatan manusia. Dengan memahami pentingnya lokasi penyimpanan limbah B3, kita dapat merancang langkah-langkah yang efektif untuk memastikan keselamatan masyarakat dalam jangka



lokasi penyimpanan limbah B3, harus memenuhi kriteria ini :

mana alam

am yang dimaksud seperti longsor, bahaya gunung berapi, sink hole, amblesan, tsunami, mud volcano. Akan tetapi

apabila suatu pemilik usaha dalam hal lokasi kegiatan perusahaannya tidak bebas banjir dan rawan akan bencana alam, lokasi penyimpanan limbah B3 harus dapat direkayasa dengan teknologi untuk perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup.

**Penanggulangan Keadaan Darurat.** Fasilitas tanggap darurat dalam penyimpanan limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) memainkan peran penting sebagai lapisan pertahanan terakhir dalam menghadapi potensi keadaan darurat. Keberadaan fasilitas ini menjadi suatu keharusan dalam rangka menjaga keamanan, melindungi lingkungan, dan memberikan respons cepat terhadap insiden yang mungkin terjadi. Dengan fasilitas tanggap darurat yang baik, kita dapat meminimalkan dampak negatif serta memberikan perlindungan maksimal terhadap kesehatan manusia dan keberlanjutan ekosistem ketika menghadapi situasi darurat dalam konteks penyimpanan limbah B3.

Untuk peralatan penanggulangan keadaan darurat untuk fasilitas penyimpanan limbah B3 dapat dilengkapi dengan :

1. Sistem pendeteksi dan peralatan pemadam kebakaran
2. Alat penanggulangan keadaan darurat lain yang sesuai.

**Fasilitas Penyimpanan Limbah B3.** Fasilitas penyimpanan limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) memegang peranan krusial dalam manajemen limbah modern, diperlukan perhatian serius terhadap desain, pengelolaan, dan kepatuhan terhadap standar keamanan. Dalam lingkup ini, fasilitas penyimpanan menjadi pusat kontrol yang memastikan penyimpanan yang aman, sesuai peraturan, dan efisien dalam pengelolaan limbah B3, sehingga menjaga keseimbangan lingkungan dan melindungi kesehatan masyarakat. Adapun untuk fasilitas yang dapat digunakan seperti :

1. Bangunan
2. Tangki dan/atau kontainer
3. Silo
4. Tempat tumpukan limbah
5. Waste impoundment

Untuk kelengkapan dari fasilitas tersebut wajib memiliki:

1. Fasilitas pertolongan pertama
2. Peralatan penanganan tumpahan
3. Bongkar muat

**Tipe Bangunan.** Apabila pelaku usaha ingin membuat bangunan sebagai tempat penyimpanan sementara limbah B3, bangunan tersebut wajib memenuhi persyaratan sebagai berikut :



sesuai dengan jenis, karakteristik dan jumlah limbah B3 yang

penyimpanan sesuai dengan jumlah limbah B3 yang disimpan  
truksi yang mampu melindungi limbah B3 dari hujan dan sinar

yang tidak mudah terbakar  
ventilasi untuk sirkulasi udara

6. Sistem pencahayaan disesuaikan dengan rancang bangun tempat penyimpanan limbah B3
7. Lantai kedap air dan tidak bergelombang
8. Lantai bagian dalam dibuat melandai turun ke arah bak penampung tumpahan dengan kemiringan maksimum 1%
9. Lantai bagian luar bangunan dibuat agar air hujan tidak masuk ke dalam bangunan tempat penyimpanan limbah B3
10. Memiliki saluran drainase cecekan, tumpahan limbah B3 dan/atau air hasil pembersihan cecekan atau tumpahan limbah B3
11. Memiliki bak penampung tumpahan untuk menampung cecekan, tumpahan limbah B3 dan/atau air hasil pembersihan cecekan atau tumpahan limbah B3
12. Dilengkapi dengan simbol limbah B3 sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

Untuk kesesuaian rancang bangunan berdasarkan karakteristik limbah B3, terdapat 3 jenis limbah yang memiliki perlakuan khusus yaitu:

1. Limbah dengan karakteristik mudah menyala
  - a. Memiliki tembok pemisah dengan bangunan lain
  - b. Jika bangunan penyimpanan limbah B3 dibangun terpisah dari bangunan lain, diberi jarak dengan bangunan lain paling sedikit 6 meter.
  - c. Struktur pendukung atap terdiri dari bahan yang tidak mudah menyala, konstruksi atap dibuat ringan, dan mudah hancur bila terjadi kebakaran
  - d. Diberikan penerangan yang tidak menyebabkan ledakan/percikan listrik
2. Limbah dengan karakteristik mudah meledak
  - a. Konstruksi bangunan, lantai, dinding, dan atap dibuat tahan ledakan
  - b. Lantai dan dinding lebih kuat dari konstruksi atap
  - c. Setiap saat memenuhi ketentuan suhu ruang
3. Limbah dengan karakteristik reaktif, korosif, dan/atau beracun.
  - a. Konstruksi dinding dibuat mudah untuk dilepas
  - b. Konstruksi atap, dinding, dan lantai harus tahan terhadap korosif dan api.

**Tipe kontainer.** Apabila pelaku usaha fasilitas tipe kontainer sebagai penyimpanan limbah B3, kontainer tersebut wajib memenuhi syarat sebagai berikut :

1. Dibangun diatas permukaan tanah dengan lantai kedap air dan tidak bergelombang
2. Tangki dan/atau kontainer dan sistem penunjangnya tersebut dari bahan yang cocok dengan karakteristik limbah B3 yang disimpan



ah atau bocor

atau saluran pembuangan di sekeliling tangki dan/atau bak penampung tumpahan

penyinaran sinar matahari dan masuknya air hujan secara limbah B3 yang disimpan memiliki sifat mudah mengembang, s, dan/atau bereaksi akibat temperatur dan tekanan

6. Dilengkapi dengan simbol limbah B3 sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan
7. Bak penampungan tumpahan yang digunakan pada poin ke-4 wajib mampu menampung cairan paling sedikit 110% dari total kapasitas tangka dan/atau container

**Tipe silo.** Apabila pelaku usaha fasilitas tipe silo sebagai penyimpanan limbah B3, silo tersebut wajib memenuhi syarat sebagai berikut :

1. Dibangun diatas permukaan tanah dengan pondasi yang dapat mendukung ketahanan silo terhadap tekanan dari atas dan bawah serta mampu mencegah kerusakan yang diakibatkan karena pengisian tekanan, atau gaya angkat
2. Dibangun tanggul dengan lantai kedap di sekitar pipa input ke silo, untuk menampung limbah B3 jika terjadi ceceran
3. Dilengkapi dengan symbol limbah B3 sesuai dengan ketentuan perundang-undangan.

**Tipe tempat tumpukan limbah (*Waste Pile*).** Apabila pelaku usaha fasilitas tipe tempat tumpukan limbah (*waste pile*) sebagai penyimpanan limbah B3, maka wajib memenuhi syarat sebagai berikut :

1. Memiliki saluran drainase disekeliling tempat tumpukan limbah (*waste pile*) yang dirancang untuk mengalirkan air yang berkontak langsung dengan limbah B3 yang disimpan menuju kolam penampungan air.
2. Memiliki tanggulan disekeliling tempat tumpukan limbah (*waste pile*) dengan ketinggian paling sedikit 1 meter dari permukaan tanah untuk menghindari terjadinya tumpahan dan/atau ceceran limbah B3 keluar dari area penyimpanan
3. Memiliki fasilitas sumur pantau air tanah yang dibangun dibagian hulu (*upstream*) dan hilir (*downstream*) tempat tumpukan limbah (*waste pile*) yang ditempatkan sesuai dengan pola arah aliran air tanah

Untuk kriteria kolam penampungan air, wajib memiliki:

1. Lapisan (liner) kedap dengan permeabilitas tanah paling besar 10<sup>-7</sup> cm/detik
2. Lapisan (liner) kedap berupa high density polyethylene (HDPE)
3. Lapisan dengan konstruksi beton yang mampu menampung air

**Tipe *waste impoundment*.** Apabila pelaku usaha fasilitas tipe *waste impoundment* sebagai penyimpanan limbah B3, maka wajib memenuhi syarat sebagai berikut :

1. Memiliki tanggul disekeliling *waste impoundment* dengan ketinggian paling sedikit 1 meter dari permukaan tanah untuk menghindari luapan air
2. Memiliki bangunan pelimpah (*spillway*) untuk mengalirkan air yang berasal dari limbah B3 yang disimpan menuju kolam penampungan air



sumur pantau air tanah yang dibangun dibagian hulu hilir (*downstream*) tempat tumpukan limbah (*waste pile*) yang kedap dengan pola arah aliran air tanah kolam penampungan air wajib memenuhi persyaratan sebagai

konstruksi beton

konstruksi yang kedap air

**Cara penyimpanan limbah B3.** Cara penyimpanan limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) memerlukan pendekatan yang cermat dan sesuai standar, dengan tujuan menjaga keamanan serta mencegah dampak negatif terhadap lingkungan dan manusia. Salah satu standar yang ditetapkan didalam PERMEN LHK 12/2020 yaitu mengenai persyaratan kemasan. Berikut syarat-syarat yang telah ditetapkan pada peraturan terkait:

1. Menggunakan kemasan yang terbuat dari bahan logam atau plastik yang dapat mengemas limbah B3 sesuai dengan karakteristik limbah B3
2. Mampu mengungkung limbah B3 untuk tetap berada dalam kemasan
3. Memiliki penutup yang kuat untuk mencegah terjadinya tumpahan saat dilakukan penyimpanan, pemindahan, dan/atau pengangkutan
4. Berada dalam kondisi tidak bocor, tidak berkarat, dan tidak rusak.

Untuk pengemasan limbah B3, dapat menggunakan kemasan bekas B3 atau limbah B3. Akan tetapi kategori limbah B3 tersebut memenuhi ketentuan sebagai berikut :

1. Kategori dan/atau karakteristiknya sama dengan limbah B3 sebelumnya
2. Kategori dan/atau karakteristiknya saling cocok dengan limbah B3 yang dikemas sebelumnya
3. Telah dilaksanakan pencucian, untuk kemasan bekas B3 dan/atau limbah B3 yang berbeda jenis dan/atau karakteristiknya.

**Cara penyimpanan limbah B3 pada bangunan.** Dalam penyimpanan limbah B3 pada bangunan terdapat beberapa kemasan yang bisa digunakan yaitu :

*Drum.* Untuk pengaplikasian drum sebagai kemasan limbah B3, wajib memenuhi syarat sebagai berikut :

1. Ditumpuk berdasarkan jenis kemasan
2. Jarak antara tumpukan kemasan dengan atas paling rendah 1 meter
3. Disimpan dengan sistem blok dengan ketentuan:
  - a. Setiap blok terdiri dari atas 2 x 3
  - b. Memiliki lebar gang antara blok paling sedikit 60 cm atau disesuaikan dengan kebutuhan operasional untuk lalu lintas manusia dan kendaraan pengangkut

Berdasarkan jumlah tumpukan jenis kemasan drum juga sudah ditetapkan, sebagaimana berikut:

1. Untuk kemasan berupa drum logam dengan kapasitas 200 liter, tumpukan paling banyak 3 lapis dengan sistem lapis diberi alas palet untuk 4 drum
2. Untuk kemasan berupa drum plastic dengan kapasitas 200 liter:
  - a. Tumpukan paling banyak 3 jenis dengan setiap lapis diberi alat palet untuk



lebih dari 3 lapis, wajib menggunakan rak penyimpanan. Untuk pengaplikasian *jumbo bag* sebagai kemasan limbah B3, at sebagai berikut :

1. sistem blok

2. blok paling banyak 2 lapis, lapis paling bawah dialasi palet

3. Lebar gang antar blok paling sedikit 60 cm atau disesuaikan dengan kebutuhan operasional untuk lalu lintas manusia dan kendaraan pengangkut

*Tangki intermediated bulk container (IBC)*. Untuk pengaplikasian *intermediated bulk container (IBC)* sebagai kemasan limbah B3, wajib memenuhi syarat sebagai berikut :

1. Disimpan dengan sistem blok
2. Tumpukan setiap blok paling banyak 2 lapis, lapis paling bawah dialasi palet
3. Lebar gang antar blok paling sedikit 60 cm atau disesuaikan dengan kebutuhan operasional untuk lalu lintas manusia dan kendaraan pengangkut

*Kontainer*. Untuk pengaplikasian *kontainer* sebagai kemasan limbah B3, wajib memenuhi syarat sebagai berikut :

- a. Permukaan tanah tidak bergelombang dan memiliki kemiringan paling besar 1%
- b. Dilengkapi saluran drainase untuk menampung cecceran limbah B3
- c. Terlindungi dari penyinaran matahari dan masuknya air hujan secara langsung

**Cara penyimpanan limbah B3 pada tangki dan/atau kontainer.** Pada penyimpanan limbah B3 pada tangki dan/atau kontainer, sudah ditetapkan cara pelaksanaannya. Berikut cara nya :

1. Dilengkapi dengan peralatan dan sistem yang tidak menimbulkan cecceran pada saat bongkar muat limbah B3
2. Mempertimbangkan ruangan untuk pengembangan volume dan pembentukan gas, paling sedikit 20% dari total kapasitas tangka dan/atau kontainer
3. Tidak menyisakan ruang kosong dalam kemasan, untuk limbah B3 yang bereaksi sendiri

**Cara penyimpanan limbah B3 pada silo.** Untuk cara penyimpanan limbah B3 pada silo, wajib dilengkapi dengan peralatan dan sistem yang tidak menimbulkan debu pada saat bongkar muat limbah B3.

**Cara penyimpanan limbah B3 pada tempat tumpukan limbah (*waste pile*).** Pada cara penyimpanan di tempat tumpukan limbah (*waste pile*) wajib memenuhi ketentuan sebagai berikut:

1. Tidak melakukan pencampuran limbah B3 dari sumber spesifik khusus
2. Dalam hal limbah B3 berupa *fly ash* dan debu *electric arc furnace*, dilakukan pencegahan disperse limbah B3 melalui:
  - a. Penutupan dengan bahan terpal kedap air atau bahan sejenis yang kedap air
  - b. Penyiraman secara berkala



limbah untuk air pada kolam penampung air sebelum dibuang ke

1. Penyiraman limbah B3 pada waste impoundment
2. Penyiraman limbah B3 pada waste impoundment, wajib dilakukan sebagai berikut:
  - a. Tidak melakukan pencampuran limbah B3 dari sumber spesifik khusus

7. Baku mutu air limbah, untuk air pada kolam penampung air sebelum dibuang ke media lingkungan.

**Waktu penyimpanan limbah B3.** Waktu penyimpanan limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) memainkan peran penting dalam keberhasilan manajemen limbah, mengingat perlunya keseimbangan antara keamanan dan pengelolaan yang efisien. Pemahaman yang baik mengenai durasi penyimpanan B3 menjadi kunci untuk mengurangi risiko potensial dan memastikan pemrosesan atau pembuangan limbah yang tepat waktu, sehingga melindungi lingkungan dan masyarakat dari potensi bahaya yang dapat ditimbulkan.

Berdasarkan PERMEN LHK 12/2020, penyimpanan limbah B3 dibedakan berdasarkan jumlah dan kategorinya. Berikut rinciannya:

1. 90 hari sejak limbah B3 dihasilkan, untuk limbah B3 yang dihasilkan sebesar 50 kg perhari atau lebih
2. 180 hari sejak limbah dihasilkan, untuk limbah B3 yang dihasilkan untuk limbah B3 yang dihasilkan kurang dari 50 kg perhari untuk limbah B3 kategori 1
3. 365 hari sejak limbah B3 dihasilkan untuk limbah B3 yang dihasilkan kurang 50 kg perhari untuk limbah B3 kategori 2 dari sumber tidak spesifik dan sumber spesifik umum
4. 365 hari sejak limbah B3 dihasilkan, untuk limbah B3 kategori 2 dari sumber spesifik khusus

Apabila pelaku usaha dalam hal penyimpanan limbah B3 melampaui jangka waktu yang telah ditetapkan, wajib melakukan:

1. Melakukan pemanfaatan limbah B3, pengolahan limbah B3, dan/atau penimbunan limbah B3
2. Menyerahkan limbah B3 kepada pihak lain
3. Melakukan ekspor limbah B3

### 1.6.6 Simbol Limbah B3

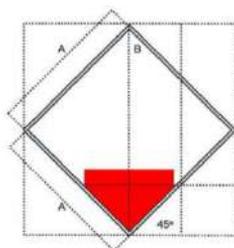
Simbol limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) memberikan dimensi visual yang kritis dalam upaya pengidentifikasian dan pemahaman risiko limbah. Melalui penggunaan simbol-simbol standar, kita dapat secara efektif menyampaikan informasi mengenai jenis limbah dan tindakan pengelolaan yang diperlukan. Pemahaman terhadap arti simbol-simbol limbah B3 menjadi fondasi penting dalam menjaga keamanan, kepatuhan regulasi, dan melindungi lingkungan serta kesehatan masyarakat.

**Bentuk Dasar Simbol.** Simbol Limbah B3 berbentuk bujur sangkar diputar 45° (empat puluh lima derajat) sehingga membentuk belah ketupat. Pada keempat sisi belah ketupat dibuat garis sejajar yang menyambung sehingga membentuk belah ketupat dalam dengan ukuran 95% (sembilan puluh lima persen) dari ukuran belah ketupat luar. Warna garis yang membentuk belah ketupat dalam dengan warna gambar Simbol Limbah B3. Pada bagian bawah belah ketupat terdapat blok segilima dengan bagian atas mendatar dan sudut



terlancip berhimpit dengan bagian atas mendatar dan sudut terlancip berhimpit dengan garis sudut bawah belah ketupat bagian dalam.

Panjang garis pada bagian sudut terlancip adalah  $\frac{1}{3}$  (satu per tiga) dari garis vertikal Simbol Limbah B3 dengan lebar  $\frac{1}{2}$  (satu per dua) dari panjang garis horisontal belah ketupat dalam Gambar 1. Simbol Limbah B3 yang dipasang pada kemasan dengan ukuran paling rendah 10 cm x 10 cm (sepuluh centimeter kali sepuluh centimeter), sedangkan Simbol Limbah B3 pada kendaraan Pengangkut Limbah B3 dan tempat penyimpanan Limbah B3 dengan ukuran paling rendah 25 cm x 25 cm (dua puluh lima centimeter kali dua puluh lima centimeter), sebanding dengan ukuran boks pengangkut yang ditandai sehingga tulisan pada Simbol Limbah B3 dapat terlihat jelas dari jarak 20 m (dua puluh meter). Simbol Limbah B3 harus dibuat dari bahan yang tahan terhadap goresan dan/atau bahan kimia yang kemungkinan akan mengengainya, misalnya bahan plastik, kertas, atau plat logam dan harus melekat kuat pada permukaan kemasan. Warna Simbol Limbah B3 untuk dipasang di kendaraan Pengangkut Limbah B3 harus dengan cat yang dapat berpendar (flourensence).



**Gambar 1.** Bentuk dasar simbol

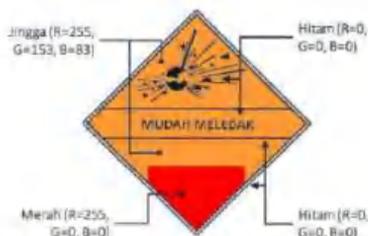
Sumber: Permen KLHK No. 14 Tahun 2013

**Jenis simbol limbah B3.** Simbol limbah B3 adalah satu gambar tertentu untuk menandakan karakteristik limbah B3 dalam suatu pengemasan, penyimpanan, pengumpulan, atau pengangkutan. Terdapat 9 (sembilan) jenis Simbol limbah B3 untuk penandaan karakteristik limbah B3 yaitu:

1. Simbol limbah B3 untuk limbah mudah meledak

Warna dasar bahan jingga atau oranye, memuat gambar berupa suatu materi limbah yang meledak berwarna hitam terletak di bawah sudut atas garis ketupat bagian dalam. Pada bagian tengah terdapat tulisan MUDAH MELEDAK berwarna hitam yang diapit oleh 2 (dua) garis sejajar berwarna hitam sehingga membentuk 2 (dua) bangun segitiga sama kaki pada bagian dalam belah ketupat. Blok segilima berwarna merah.





**Gambar 2.** Simbol limbah mudah meledak  
Sumber: Permen KLHK No. 14 Tahun 2013

2. Simbol limbah B3 untuk limbah mudah menyala

Terdapat 2 (dua) macam Simbol limbah B3 untuk limbah B3 mudah menyala, yaitu Simbol limbah B3 untuk limbah B3 berupa cairan mudah menyala dan Simbol limbah B3 untuk limbah B3 berupa padatan mudah menyala:

a. Simbol limbah B3 untuk limbah B3 berupa cairan mudah menyala

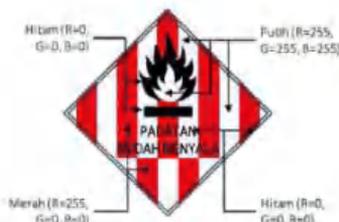
Bahan dasar berwarna merah, memuat gambar berupa lidah api berwarna putih yang menyala pada suatu permukaan berwarna putih terletak di bawah sudut atas garis ketupat bagian dalam. Pada bagian tengah terdapat tulisan CAIRAN dan di bawahnya terdapat tulisan MUDAH MENYALA berwarna putih. Blok segilima berwarna putih.



**Gambar 3.** Simbol limbah cairan mudah menyala  
Sumber: Permen KLHK No. 14 Tahun 2013

b. Simbol limbah B3 untuk limbah B3 berupa padatan mudah menyala

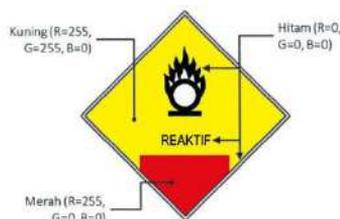
Dasar Simbol Limbah B3 terdiri dari warna merah dan putih yang berjajar vertikal berselingan, memuat gambar berupa lidah api berwarna hitam yang menyala pada suatu bidang berwarna hitam. Pada bagian tengah terdapat tulisan PADATAN dan di bawahnya terdapat tulisan MUDAH MENYALA berwarna hitam. Blok segilima berwarna kebalikan dari warna dasar Simbol Limbah B3.



**Gambar 4.** Simbol limbah padatan mudah menyala  
Sumber: Permen KLHK No. 14 Tahun 2013

### 3. Simbol limbah B3 untuk limbah reaktif

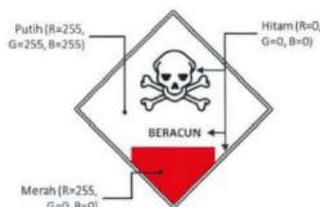
Bahan dasar berwarna kuning, memuat gambar berupa lingkaran hitam dengan asap berwarna hitam mengarah ke atas yang terletak pada suatu permukaan garis berwarna hitam. Di sebelah bawah gambar terdapat tulisan REAKTIF berwarna hitam. Blok segilima berwarna merah.



**Gambar 5.** Simbol limbah reaktif  
Sumber: Permen KLHK No. 14 Tahun 2013

### 4. Simbol limbah B3 untuk limbah beracun

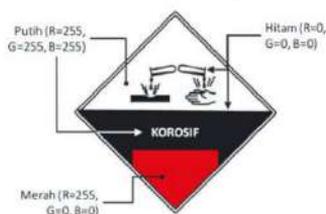
Bahan dasar berwarna putih, memuat gambar berupa tengkorak manusia dengan tulang bersilang berwarna putih dengan garis tepi berwarna hitam. Pada sebelah bawah gambar simbol terdapat tulisan BERACUN berwarna hitam, serta blok segilima berwarna merah



**Gambar 6.** Simbol limbah beracun  
Sumber: Permen KLHK No. 14 Tahun 2013

### 5. Simbol limbah B3 untuk limbah korosif

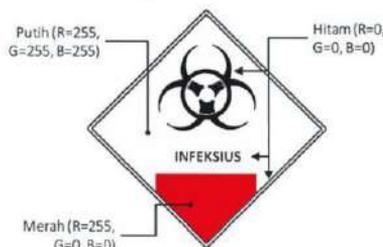
Belah ketupat terbagi pada garis horisontal menjadi dua bidang segitiga. Pada bagian atas yang berwarna putih terdapat 2 (dua) gambar, yaitu di sebelah kiri adalah gambar tetesan limbah korosif yang merusak pelat bahan berwarna hitam, dan di sebelah kanan adalah gambar telapak tangan kanan yang terkena tetesan Limbah B3 korosif. Pada bagian bawah, bidang segitiga berwarna hitam, terdapat tulisan KOROSIF berwarna putih, serta blok segilima berwarna merah.



**Gambar 7.** Simbol limbah korosif  
Sumber: Permen KLHK No. 14 Tahun 2013

#### 6. Simbol limbah B3 untuk limbah infeksius

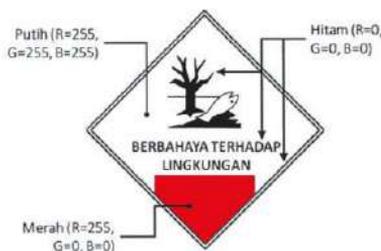
Warna dasar bahan adalah putih dengan garis pembentuk belah ketupat bagian dalam berwarna hitam, memuat gambar berupa pohon berwarna hitam, gambar ikan berwarna putih, dan gambar tumpahan Limbah B3 berwarna hitam yang terletak di sebelah garis belah ketupat bagian dalam. Pada bagian tengah bawah terdapat tulisan BERBAHAYA TERHADAP dan di bawahnya terdapat tulisan LINGKUNGAN berwarna hitam, serta blok segilima berwarna merah.



**Gambar 8.** Simbol limbah korosif  
Sumber: Permen KLHK No. 14 Tahun 2013

#### 7. Simbol limbah B3 untuk limbah berbahaya terhadap lingkungan

Warna dasar bahan adalah putih dengan garis pembentuk belah ketupat bagian dalam berwarna hitam, memuat gambar berupa pohon berwarna hitam, gambar ikan berwarna putih, dan gambar tumpahan Limbah B3 berwarna hitam yang terletak di sebelah garis belah ketupat bagian dalam. Pada bagian tengah bawah terdapat tulisan BERBAHAYA TERHADAP dan di bawahnya terdapat tulisan LINGKUNGAN berwarna hitam, serta blok segilima berwarna merah.



**Gambar 9.** Simbol limbah korosif  
Sumber: Permen KLHK No. 14 Tahun 2013

### 1.6.7 Label Limbah B3



Berbahaya dan Beracun (B3) membentuk fondasi informasi limbah, menyediakan identifikasi yang jelas dan detail risiko limbah yang dihasilkan. Dengan memahami arti label a dapat mengintegrasikan langkah-langkah keamanan dan diperlukan, memastikan pengelolaan limbah dilakukan sesuai an.

Label Limbah B3 merupakan penandaan pelengkap yang berfungsi memberikan informasi dasar mengenai kondisi kualitatif dan kuantitatif dari suatu Limbah B3 yang dikemas. Terdapat 3 (tiga) jenis Label Limbah B3 yang berkaitan dengan sistem pengemasan Limbah B3 yaitu:

**Label limbah B3 untuk wadah dan/atau kemasan.** Limbah B3 Label Limbah B3 berfungsi untuk memberikan informasi tentang asal usul Limbah B3, identitas Limbah B3, serta kuantifikasi Limbah B3 dalam kemasan Limbah B3. Label Limbah B3 berukuran paling rendah 15 cm x 20 cm (lima belas centimeter kali dua puluh centimeter), dengan warna dasar kuning serta garis tepi berwarna hitam, dan tulisan identitas berwarna hitam serta tulisan PERINGATAN ! dengan huruf yang lebih besar berwarna merah.



**Gambar 10.** Label limbah B3

Sumber: Permen KLHK No. 14 Tahun 2013

Label limbah B3 diisi dengan huruf cetak yang jelas terbaca dan tidak mudah terhapus serta dipasang pada setiap kemasan Limbah B3, dan yang disimpan di tempat penyimpanan. Pada Label Limbah B3 wajib dicantumkan identitas sebagai berikut:

1. Penghasil, nama perusahaan yang menghasilkan limbah B3 dalam kemasan. Hitam (R=0, G=0, B=0)
2. Alamat, Alamat jelas perusahaan di atas termasuk kode wilayah
3. Telp, nomor telepon penghasil, termasuk kode area
4. Fax, nomor facsimile penghasil, termasuk kode area
5. Nomor penghasil, nomor yang diberikan kementerian lingkungan hidup kepada penghasil ketika melaporkan
6. Tgl. Pengemasan, data tanggal saat pengemasan dilakukan
7. Jenis limbah, keterangan limbah berkaitan dengan fasa atau kelomok jenisnya (cair, padat, sludge anorganik, atau organik, dll)
8. Kode limbah, kode limbah yang dikemas, didasarkan pada daftar limbah B3 dalam lampiran I pp 85 tahun 1999

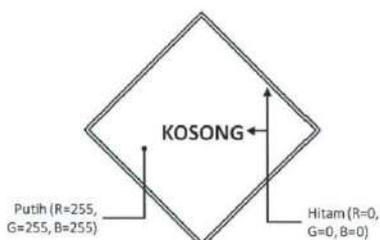


jumlah total kuantitas limbah dalam kemasan (ton, kg, atau m3)  
 karakteristik limbah B3 yang dikemas (sesuai symbol limbah B3

tempat pengemasan

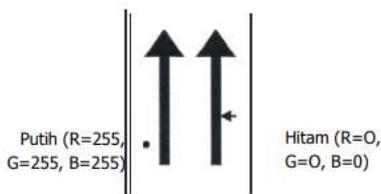
**3 untuk wadah dan/atau kemasan kosong.** Bentuk dasar  
 untuk wadah dan/atau kemasan Limbah B3 kosong sama dengan  
 Limbah B3, Label Limbah B3 yang dipasang pada wadah

dan/atau kemasan dengan ukuran paling rendah 10 cm x 10 cm (sepuluh centimeter kali sepuluh centimeter) dan pada bagian tengah terdapat tulisan KOSONG berwarna hitam di tengahnya.



**Gambar 11.** Label limbah B3 kemasan kosong  
Sumber: Permen KLHK No. 14 Tahun 2013

**Label limbah B3 untuk penunjuk tutup wadah dan/atau kemasan.** Label berukuran paling rendah 7 cm x 15 cm (tujuh centimeter kali lima belas centimeter) dengan warna dasar putih dan terdapat gambar yang terdiri dari 2 (dua) buah anak panah mengarah ke atas yang berdiri sejajar di atas blok hitam terdapat dalam frame hitam,. Label terbuat dari bahan yang tidak mudah rusak karena goresan atau akibat terkena limbah dan bahan kimia lainnya.



**Gambar 12.** Label penutup kemasan limbah B3  
Sumber: Permen KLHK No. 14 Tahun 2013

### 1.6.8 Pemetaan Kawasan Risiko Bencana

Peta adalah Gambaran permukaan bumi yang terdiri dari titik, garis, dan luasan yang merepresentasikan fitur geografis serta mendeskripsikan posisi atau fenomena geografis. Peta juga dapat diartikan gambaran permukaan bumi pada bidang datar yang diperkecil dengan menggunakan skala. Peta dapat disajikan baik secara konvensional yang tercetak ataupun dalam bentuk digital. Pemetaan dengan sistem informasi geografis menggunakan sistem koordinat x-y (Munir 2012 :2).



Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 14 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana, Bencana merupakan rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam atau nonalam sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta bendam dan dampak psikologis.

Bencana alam sendiri merupakan gejala ekstrim dimana masyarakat tidak siap menghadapinya. Jelas bahwa ada dua hal yang berinteraksi yakni gejala alam dan masyarakat atau sekumpul manusia. Pengertian bencana alam sangat luas, termasuk diantaranya kemarau atau musin hujan yang berkepanjangan (Zen, 2010).

Didalam bukunya, (Zen, 2010) menerangkan bahwa bencana yang umumnya dikenal di Indonesia dapat dibagi menjadi 4 yaitu:

1. Bencana Kebumihan yang meliputi: gempa bumi, tsunami, letusan volkanik, dan gejala-gejala “sekunder” seperti lahar dan sebagainya, tanah longsor, Gerakan tanah yang relative lebih lambat dari proses terjadinya tanah longsor, gerakan tanah yang relative lebih lambat dari proses terjadinya tanah longsor, tetapi dalam skala jauh lebih besar.
2. Bencana Kelautan seperti gelombang pasang (rob), gelombang pasang disertai tiupan angin dan hujan (storm surges), kenaikan muka laut (akibat pemanasan global dan sebagainya) dan badai di laut atau di wilayah pantai.
3. Bencana Atmosferik yaitu perubahan di atmosfer yang berjalan sangat cepat dan dalam beberapa jam atau hari berubah menjadi badai besar, putting-beliung (tornado), angin rebut, dan banjir yaitu meluapnya air Sungai melebihi kapasitas bumi menyerapnya atau volume air melampaui tanggul-tanggul yang dibangun di sisi Sungai.
4. Bencana buatan manusia atau bencana industry (kebakaran dan ledakan di pabrik), truk besar mengangkut bahan kimia terguling terbakar dan meledak, jebolnya bendungan, letusan reaktor nuklir pembangkit listrik, bocornya pabrik kimia dan sebagainya.

Pemetaan risiko bencana bertujuan untuk menilai kemungkinan (probabilitas) besarnya kerugian akibat dari bencana, baik bencana itu terjadi atau tidak berdasarkan dari faktor bahaya, kerentanan serta tingkat kapasitas masyarakat pada suatu daerah. Pemetaan ini nantinya akan menggunakan sistem informasi geografis atau biasa disingkat SIG. SIG adalah seperangkat alat yang digunakan untuk mengumpulkan, menyimpan, mengaktifkan, mengubah, dan menampilkan data spasial tentang fenomena nyata di permukaan bumi untuk tujuan tertentu seperti pemetaan (Nursyamsi, 2022).

### 1.6.9 Analisa Spasial

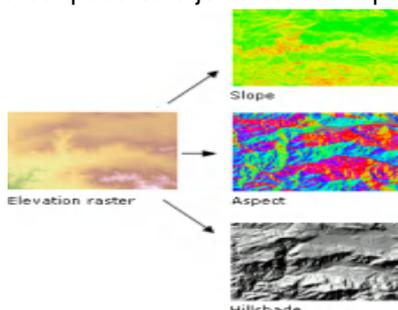
Dalam Teknologi *Geographic Informatin System* (GIS) terdapat sebuah teknik yang dinamakan dengan analisa spasial yang mempelajari akan beberapa *entity* dalam sebuah SIG seperti entitas topologikal, geometri, atau entitas geografi lainnya.



; spasial memiliki banyak varietas dalam teknik yang mungkin anto, 2020).

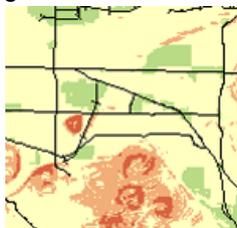
ng digunakan didalam piranti lunak ArcGIS terdapat beberapa ahkan seperti:

1. Perolehan informasi baru dari data eksisting  
Menggunakan *spatial analyst tool* akan membuat mampu analisis GIS untuk mendapatkan informasi baru seperti contoh terdapat tiga jenis data baru yang dapat dihimpun hanya daripada satu jenis data berupa *elevation raster data*.



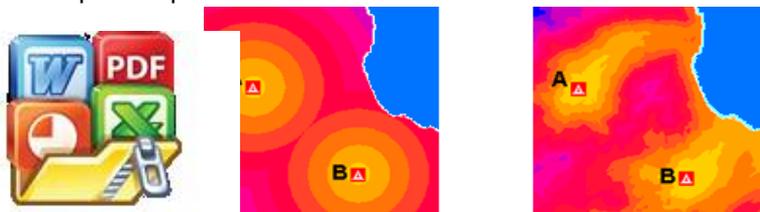
**Gambar 13.** Contoh perolehan informasi baru dari data raster yang diolah  
Sumber: *arcgis.com*

2. Menentukan lokasi yang sesuai  
Dengan menggunakan beberapa lapisan atau layer informasi. Contoh yang sesuai untuk kasus ini adalah dengan cara menentukan lahan kosong yang paling landau untuk dijadikan proyek pengembangan bangunan seperti yang dapat dilihat di gambar 2 yang memiliki arti warna masing-masing yakni hijau untuk yang paling cocok, dan coklat merah yang paling tidak cocok untuk dijadikan lokasi pengembangan.



**Gambar 14.** Penentuan lokasi sesuai dengan *spatial analyst*  
Sumber: *arcgis.com*

3. Melakukan analisis jarak dan biaya perjalanan  
Dengan adanya tool berupa analisis spasial ini akan dapat melakukan pembuatan jarak euklidean dari titik A ke titik lainnya dan juga memperhitungkan jarak berdasarkan kriteria tertentu untuk biaya perjalanan ke tempat-tempat tertentu.

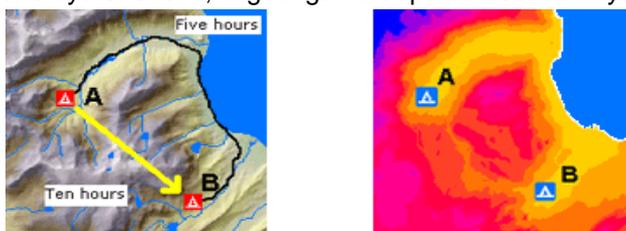


**Gambar 15.** Analisis jarak dan biaya perjalanan  
Sumber: *arcgis.com*



4. Menentukan jalan terbaik antara lokasi

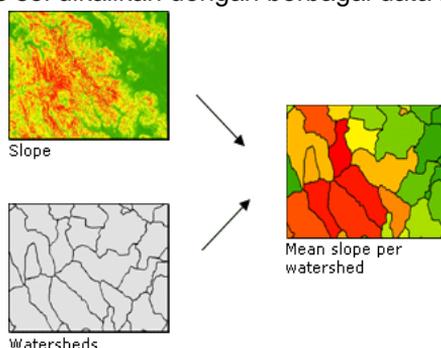
Dengan menggunakan spatial analyst tool ini dapat digunakan untuk menentukan koridor jalanan atau perpipaan terbaik dengan beberapa faktor seperti faktor biaya ekonomi, lingkungan ataupun kriteria lainnya yang sesuai.



**Gambar 16.** Penentuan koridor dan jalan terbaik antara lokasi  
Sumber: *arcgis.com*

5. Melakukan analisa spasial berdasarkan lingkungan sekitar dan lingkungan yang skalanya telah ditentukan untuk dianalisis

Dengan menggunakan alat ini ini maka dapat dimungkinkan untuk melakukan kalkulasi atas basis sel dikalikan dengan berbagai data raster yang ada.



**Gambar 17.** Kalkulasi per-zona dengan kriteria slope atas bidang tanah dan daerah aliran sungai  
Sumber: *arcgis.com*

6. Interpolasi nilai data berdasarkan poin-poin sampel yang ingin dipelajari

Dengan analisis spasial akan memungkinkan pengukuran sebuah fenomena di lokasi sampel yang tersebar secara strategis dan memperkirakan nilai untuk semua lokasi lain dengan menginterpolasi nilai data.



7. Membersihkan varietas data berlebih pada raster  
Dengan melakukan analisis spasial agar dapat memperoleh data yang lebih relevan untuk dianalisis lebih lanjut.

#### 1.6.10 GIS

Sistem informasi geografis (SIG) atau Geographic Information System (GIS) Menurut Irwansyah dalam (Adiriansyah, 2019) adalah sebuah sistem yang di desain untuk menangkap, menyimpan, memanipulasi, menganalisa, mengatur dan menampilkan seluruh jenis data geografis.

Geographic Information System (GIS) berbasis computer yang digunakan untuk memasukkan, menyimpan, mengelola, menganalisis, dan mengaktifkan kembali data yang mempunyai referensi keruangan untuk berbagai tujuan yang berkaitan dengan perencanaan dan pemetaan. GIS memiliki kemampuan dalam mendeskripsikan data geografi berupa data spasial, data non spasial, dan hubungan antara data spasial, data non spasial, dan data waktu. GIS menghubungkan data spasial dengan informasi geografis mengenai feature tertentu pada peta. Feature merupakan kenampakan objek dalam peta yang berbentuk titik, garis, atau polygon (Sulistiyanto, 2021).

Teknologi yang dimiliki GIS Model ini merupakan bagian krusial dalam spatial data infrastructure hingga menurut White House dalam Willianto (2020) mendefinisikannya sebagai Teknologi, kebijakan, standar, sumber daya manusia, dan aktivitas yang perlu untuk dilakukan, diproses, didistribusikan, dijaga, dan menetapkan data spasial. Menurut (Daniyal, 2020) Teknologi ini bekerja pada dua buah sistem yakni sistem piranti keras dan lunak, keduanya ini membuat aplikasi GIS mampu untuk melakukan pengolahan data kartografik, fotografik, digital, atau data yang masih ada di dalam lembar kerja seperti yang dijelaskan berikut:

1. Data Kartografis  
Data yang sudah berbentuk peta dan memungkinkan untuk memuat informasi seperti lokasi sungai, jalan, perbukitan, hingga lokasi ngarai.
2. Interpretasi Fotografik  
Data yang sudah berbentuk peta dan memungkinkan untuk memuat informasi seperti lokasi sungai, jalan, perbukitan, hingga lokasi ngarai.
3. Data Digital  
Data yang bisa dimasukkan kedalam Sistem Informasi Geografis dengan contoh seperti informasi yang diperoleh satelit, misalnya lokasi perkebunan, persawahan, perkotaan, ataupun lokasi hutan.



ologi yang digunakan sebagai alat terintegrasi ke sistem ifis dengan memiliki kemampuan untuk menampilkan data ar dan juga data lain yang diperoleh dari alat lain seperti balon ai piranti nirawak yang dapat dikontrol dari jauh.

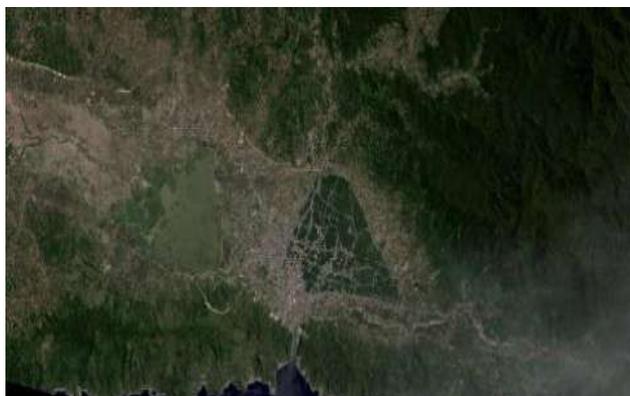
m

Teknologi sistem informasi geografis juga memungkinkan untuk mengambil data yang diperoleh dalam bentuk tabel seperti data usia, pendapatan, etnik, ataupun ciri demografi lain.

Dalam Sistem Informasi Geografis ini terdapat dua jenis data yang digunakan yaitu data raster dan data vektor. Keduanya merupakan bagian daripada data spasial yang mana merupakan data yang mempunyai referensi keruangan dan data atribut yang dalam unit spasial terkait (Bakar, 2013). Berikut ini merupakan penjelasan yang rinci seperti ini:

#### 1. Data Raster

Data yang dihasilkan dari sistem penginderaan jauh seperti satelit. Susunan yang terdapat pada data jenis ini sendiri merupakan jenis data dengan struktur sel grid yang mempresentasikan objek-objek geografis dalam bentuk *pixel* (*picture element*). Sehingga resolusi data raster tergantung pada ukuran pixel yang digunakan. Resolusi sendiri merupakan sebuah ukuran kemampuan alat optic didalam membedakan informasi spasial berdekatan atau spektral kemiripan. Dalam penginderaan jauh, dikenal konsep resolusi spasial, resolusi temporal, resolusi spektral dan resolusi radiometric. Contoh pencitraan data raster ini dapat dilihat pada Gambar 19.



**Gambar 19.** Contoh data raster

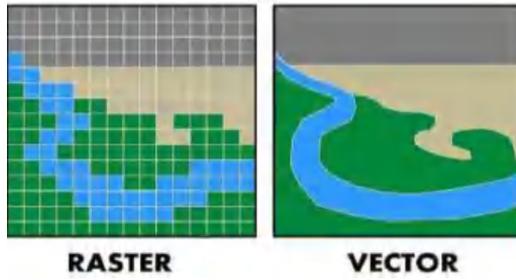
Sumber: *arcgis.com*

#### 2. Data Vektor

Data yang direpresentasikan dengan cara seperti menampilkan bentuk mozaik berupa titik, garis, lengkung, atau poligon. Fungsi data vektor ini sendiri digunakan untuk menganalisis keakuratan posisi suatu daerah dan juga menentukan hubungan spasial dari berbagai fitur yang ada pada Sistem



fis. yang ditampilkan diantara kedua data tersebut juga berbeda. Data vektor ditampilkan dengan menggunakan piksel sedangkan data raster menggunakan titik-titik atau vertex yang saling berhubungan seperti sistem *Global Positioning System* (GPS).



**Gambar 20.** Perbedaan *raster* dan *vektor*  
Sumber: *arcgis.com*



## BAB II METODE PENELITIAN

### 2.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada waktu dan lokasi yang dijelaskan sebagai berikut:

#### 2.1.1 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam dua tahap: pengumpulan dan analisis. Pengumpulan data dilakukan dari bulan Mei hingga bulan Juli 2024, dan analisis dan pengolahan data dilakukan dari bulan Juli 2024 hingga bulan Oktober 2024.

#### 2.1.2 Lokasi Penelitian

Dalam penelitian ini, terdapat 2 kabupaten yang digunakan sebagai lokasi penelitian. Yang pertama adalah kabupaten Sidenreng Rappang atau sering disebut Kabupaten Sidrap. Secara astronomis, Kabupaten Sidrap terletak antara 3°43'-4°09' Lintang Selatan dan 119°41'-120°10' Bujur Timur. Lokasi kedua berada di Kabupaten Enrekang. Kabupaten Enrekang secara astronomis terletak antara 3°14'36" - 3°50'0" Lintang Selatan dan antara 119°40'53" – 120°6'33" Bujur Timur.

Berdasarkan posisi geografisnya Kabupaten Sidrap memiliki Batasan administratif sebagai berikut:

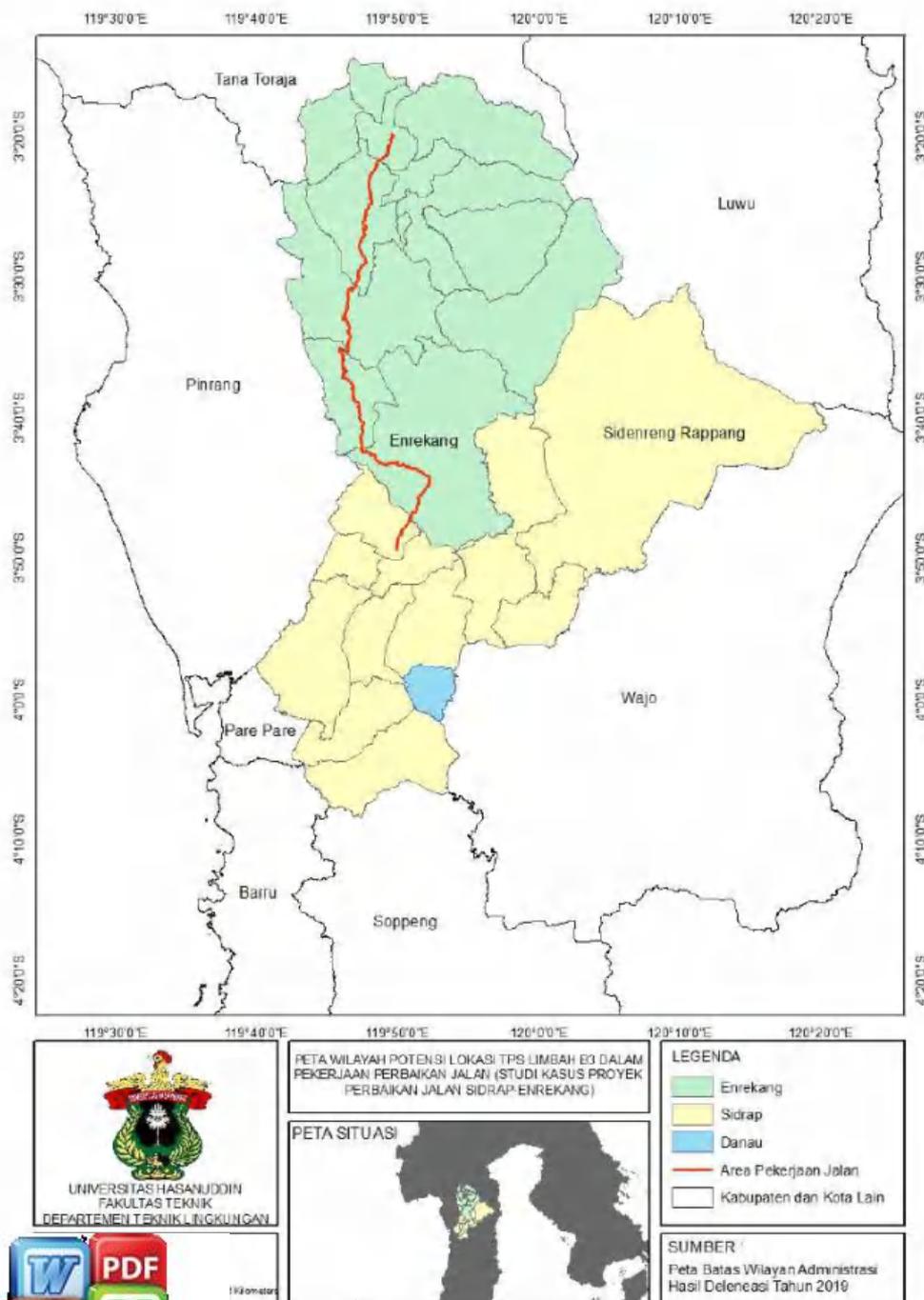
- Sebelah Utara : Kabupaten Pinrang dan Kabupaten Enrekang
- Sebelah Selatan : Kabupaten Barru dan Kabupaten Soppeng
- Sebelah Timur : Kabupaten Luwu dan Kabupaten Wajo
- Sebelah Barat : Kabupaten Pinrang dan Kota Pare-Pare

Berdasarkan posisi geografisnya Kabupaten Enrekang memiliki Batasan administratif sebagai berikut:

- Sebelah Utara : Kabupaten Tana Toraja
- Sebelah Selatan : Kabupaten Sidrap
- Sebelah Timur : Kabupaten Luwu
- Sebelah Barat : Kabupaten Pinrang

Proyek perbaikan jalan yang sedang dikerjakan di Kabupaten Sidrap dan Kabupaten Enrekang merupakan pekerjaan preservasi jalan yang berada di bawah pengawasan Satuan Kerja Pelaksanaan Jalan Nasional Wilayah II Provinsi Sulsel, PPK 2.3 Provinsi Sulawesi Selatan. Untuk gambaran proyek pekerjaan ini, dapat dilihat pada **Gambar 21** dibawah.





Gambar 21. Lokasi penelitian



## 2.2 Populasi dan Instrumen Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan pendekatan kuantitatif menggunakan GIS (*Geographic Information System*). Adapun populasi, sampel, dan instrument penelitian yang digunakan dapat dijabarkan sebagai berikut.

### 2.2.1 Populasi

Populasi merupakan objek penelitian. Populasi yang digunakan pada penelitian ini adalah keseluruhan area pekerjaan pada proyek perbaikan jalan pada daerah Kabupten Sidrap dan Kabupaten Enrekang. Panjang dari pekerjaan jalan ini adalah 80,6 kilometer.

### 2.2.2 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini berupa perangkat keras dan perangkat lunak. Tahapan penelitian ini membutuhkan perangkat seperti berikut:

#### 1. ArcGIS 10.8

Software ArcGIS 10.8 merupakan aplikasi perangkat lunak yang akan digunakan dalam mengolah dan menganalisis data spasial untuk menentukan lokasi perencanaan TPS limbah B3 sesuai peraturan.



Gambar 22. ArcGIS 10.8

#### 2. Laptop

Laptop digunakan sebagai alat untuk menjalankan program dan aplikasi ArcGIS yang akan menghasilkan peta analisis faktor-faktor.



Gambar 23. Laptop



### 2.3 Teknik Pengumpulan Data

Dalam proses penelitian ini, data yang digunakan berupa data sekunder. Data sekunder ini dikumpul dari beberapa sumber. Data timbulan limbah B3 diperoleh dari pihak pengelola sebagai yang bertanggung jawab dalam mengelola limbah B3 yang dihasilkan. Data berupa shapefile seperti batas administrasi, sungai, pemukiman, kemiringan lereng, pertanian dan perkebunan diperoleh dari halaman website Ina-Geoportal milik Badan Geospasial Indonesia. Data bencana alam seperti banjir, gempa bumi, dan kebakaran lahan dan hutan didapatkan dari Ina-Risk yang dikelola oleh Badan Nasional Penganggulangan Bencana. Dan kawan hutan lindung dan hutan produksi, didapatkan dengan melakukan persuratan kepada Balai Pemantapan Kawasan Hutan dan Tata Lingkungan VII Makassar.

### 2.4 Analisis Data

Tahapan analisis data dalam penelitian ini akan terbagi menjadi dua tahapan. Yang pertama analisis spasial terhadap area pekerjaan jalan dengan melibatkan faktor-faktor seperti faktor kebencanaan, penggunaan lahan, dan sosial. Selanjutnya setelah mendapatkan potensi lokasi TPS Limbah B3, peneliti akan melakukan perancangan model bangunan TPS Limbah B3 dan menganalisis faktor penghawaan dan penerangan berdasarkan hasil perhitungan.

#### 2.4.1 Penentuan potensi lokasi TPS limbah B3

Penentuan potensi lokasi TPS limbah B3 akan dibagi menjadi beberapa tahap yaitu pembagian segmen, pembuatan peta analisis, dan skoring.

##### 1. Pembagian Segmen Jalan

Tahapan pertama dalam penentuan lokasi adalah membagi jadi menjadi beberapa segmen. Pembagian segmen ini bertujuan untuk meningkatkan keakuratan dan efisiensi dalam analisis risiko serta penanganan bencana. Dengan mengekstrak area pekerjaan jalan menjadi seperti 500 meter, hal tersebut dapat membantu penelitian dalam identifikasi risiko secara spesifik. Dengan segmentasi, tiap segmen dapat dianalisis secara independent untuk mengetahui risiko bencana alam seperti banjir, gempa bumi, atau tanah longsor (Rezvani et.al, 2024).

##### 2. Penentuan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Potensi Lokasi

Langkah selanjutnya dalam penelitian ini adalah menentukan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap penentuan potensi lokasi TPS. Secara umum, penentuan lokasi TPS akan mempertimbangkan berdasarkan faktor kebencanaan, faktor



faktor penggunaan lahan. Faktor kebencanaan akan untuk memastikan TPS limbah B3 aman dari bencana banjir . Penelitian dari (Saraswati, 2023) menunjukkan bahwa lokasi dengan mempertimbangkan risiko bencana alam untuk an fasilitas dan dampak lingkungan yang lebih parah. Faktor ndisi topografi juga krusial dalam menentukan lokasi TPS. alisis yang telah dilakukan (Wayhuni, 2023) salah satu faktor

yang menyebabkan bencana tanah longsor adalah kemiringan lereng yang sangat curam. Penggunaan lahan juga dianggap penting karena pembangunan TPS akan berdampak kepada kehidupan masyarakat apabila terdapat TPS yang terlalu dekat dengan pemukiman. Salah satu dampaknya adalah pencemaran lingkungan sekitar yang dapat menjadi sumber penyakit bagi Masyarakat karena TPS merupakan sarang penyakit apabila tidak dikelola dengan baik. TPS juga harus ditempatkan di lahan yang tidak berkonflik dengan penggunaan lahan lain (Akbar, 2018)

Berdasarkan faktor-faktor tersebut, dilakukan penjabaran pada setiap faktor untuk mengetahui apa saja parameter yang akan menjadi pertimbangan lebih spesifik dalam menentukan lokasi TPS. Berikut penjabaran dari setiap faktor-faktor penentuan lokasi TPS:

**Faktor Kebencanaan.** Berdasarkan Permen LHK No. 6 Tahun 2021, lokasi TPS limbah B3 harus terbebas dari kawasan rawan bencana alam. Adapun jenis bencana alam yang akan dijadikan acuan dalam faktor kebencanaan adalah sebagai berikut:

- a. Banjir
- b. Gempa bumi
- c. Kebakaran lahan dan hutan

**Faktor Geografis.** Dalam analisis pemilihan lokasi TPS limbah B3, pertimbangan faktor geografis merupakan aspek kunci karena sangat berpengaruh terhadap potensi dampak lingkungan dan keberlanjutan operasional. Faktor-faktor seperti jarak terhadap sungai, kemiringan lereng, dan kedekatan dengan sesar geologis mempengaruhi kemungkinan pencemaran air dan tanah, serta stabilitas lokasi yang dipilih. Misalnya, lokasi TPS yang terlalu dekat dengan sungai dapat meningkatkan risiko pencemaran air jika terjadi kebocoran limbah. Studi di Najran, Arab Saudi, menunjukkan pentingnya mempertimbangkan jarak dari badan air untuk menghindari pencemaran dan melindungi ekosistem sekitar (Elkhracy, 2023). Kemiringan lereng perlu juga diperhatikan karena lereng yang curam dapat meningkatkan risiko erosi dan tanah longsor, terutama pada area yang kurang stabil. Hal ini dapat mengganggu stabilitas lokasi TPS dan mengakibatkan pencemaran lingkungan dari limbah B3 yang mungkin meresap ke tanah atau aliran air terdekat. Penelitian tentang pemilihan lokasi TPS di Indonesia menunjukkan bahwa area dengan kemiringan yang rendah lebih cocok karena memiliki stabilitas yang lebih baik, memungkinkan kontrol yang lebih mudah terhadap aliran air dan limbah, serta meminimalkan risiko erosi (Saragih, 2022). Jarak terhadap sesar juga menjadi pertimbangan penting terutama karena lokasi yang terlalu dekat dengan sesar dapat terkena dampak langsung dari aktivitas tektonik seperti gempa bumi.



potensi pergerakan yang bisa merusak infrastruktur dan (Tamod, 2011).

mangunan diatas, maka faktor geografis yang akan digunakan adalah:

ngai

esar

g

**Faktor Penggunaan Lahan.** Faktor penggunaan lahan juga merupakan faktor yang penting dalam pemilihan lokasi untuk TPS Limbah B3 karena kaitannya dengan potensi dampak lingkungan dan sosial yang di timbulkan. Seperti pada kawasan hutan lindung. Kawasan hutan lindung memiliki fungsi ekologis yang penting seperti menjaga keseimbangan hidrologi, mencegah erosi, serta menjadi habitat bagi flora dan fauna yang dilindungi. Mengganggu ekosistem ini dengan mendirikan TPS limbah B3 dapat memperburuk deforestasi dan mengancam keberlanjutan ekosistem (Rahmadanty, 2021).

Kawasan pertanian juga harus menjadi perhatian lebih. Sektor pertanian pada negara agraris seperti Indonesia memiliki peranan yang penting, dimana sebagian besar penduduknya bergantung pada hasil pertanian. Sektor pertanian juga tidak hanya menjadi penyedia bahan pangan tetapi juga sebagai penyedia bahan baku keperluan industry, berkontribusi bagi devisa atau pendapatan negara, berperan besar terhadap serapan tenaga kerja, serta sebagai mata pencaharian masyarakat (Dewi, 2022). Pengalih gunaan lahan pertanian menjadi TPS nantinya akan berdampak langsung pada masyarakat. Seperti pada Kabupaten Malang, setelah kawasan pertanian mereka dialihgunakan menjadi kawasan non-pertanian, hanya 20% petani mengalami peningkatan, sementara sisanya pendapatannya tetap. Hal ini disebabkan karena fungsi lahan yang produktif berkurang (Zaky, 2023).

Kawasan pemukiman adalah area yang difungsikan sebagai tempat tinggal, di mana aktivitas sehari-hari penduduk berlangsung. Karena kepadatan penduduk yang tinggi, kawasan ini membutuhkan lingkungan yang sehat dan nyaman. Tempat Pembuangan Sementara (TPS) tidak boleh diletakkan dekat dengan pemukiman karena dapat menimbulkan masalah kesehatan dan lingkungan. Salah satu dampak utamanya adalah gangguan kesehatan, seperti pencemaran udara akibat bau tak sedap dan asap dari pembakaran sampah, serta pencemaran air tanah yang berpotensi membawa penyakit. Selain itu, keberadaan TPS di dekat pemukiman dapat merusak estetika lingkungan, dengan bau dan pemandangan sampah yang mengganggu kenyamanan. Hal ini juga meningkatkan risiko penyebaran penyakit melalui vektor seperti lalat, tikus, dan nyamuk, yang dapat menyebabkan penyakit seperti diare, infeksi kulit, dan demam berdarah (Nanda, 2023)

Sementara lahan kosong dapat dijadikan pilihan sebagai lokasi yang layak sebagai penempatan TPS. Lahan kosong yang tidak berada dibawah perlindungan khusus seperti kawasan lindung dan kawasan budidaya, dapat dimanfaatkan dalam rangka pemenuhan kebutuhan secara materil. Secara perspektif ekonomi juga menyatakan bahwa tujuan pemanfaatan lahan adalah untuk mendapatkan nilai kegiatan yang di selenggarakan (Sarihi, 2020).



mbangan diatas, maka faktor geografis yang akan digunakan adalah:  
 indung  
 in  
 nan

### 3. Skoring

Skoring merupakan metode pengambilan keputusan dengan memberikan nilai atau skor pada setiap parameter yang berpengaruh. Kemudian dilakukan perhitungan dengan mempertimbangkan faktor tersebut penyebab kejadian (Gumelar, 2024). Parameter yang digunakan adalah parameter pada setiap faktor-faktor pada pembahasan sebelumnya, dimana masing-masing parameter dilakukan dengan cara pengharkatan terhadap proses penentu kesesuaian lokasi untuk TPS limbah B3 (Akbar, 2018).

**Tabel 2.** Parameter Penentuan Lokasi TPS Limbah B3 terhadap Faktor Kebencanaan

No	Parameter		Kelas
1	Gempa Bumi	Tinggi	Tidak Sesuai
		Sedang	Kurang Sesuai
		Rendah	Sesuai
2	Banjir	Tinggi	Tidak Sesuai
		Sedang	Kurang Sesuai
		Rendah	Sesuai
3	Karhutla	Tinggi	Tidak Sesuai
		Sedang	Kurang Sesuai
		Rendah	Sesuai

Sumber: Permen LHK No.6/2021; Novianty, 2015 dengan penyesuaian

Untuk melakukan perhitungan skoring, kelas pada faktor kebencanaan akan diinterpretasikan menggunakan nilai sebagai berikut :

Tidak Sesuai	= 1
Kurang Sesuai	= 2
Sesuai	= 3

**Tabel 3.** Parameter Penentuan Lokasi TPS Limbah B3 terhadap Faktor Geografis

No	Parameter		Kelas
1	Jarak terhadap sungai	< 30 m	Tidak Sesuai
		30 – 60 m	Kurang Sesuai
		60 – 100 m	Sesuai
		> 100 m	Sangat Sesuai
2	Jarak terhadap sesar	< 5 km	Tidak Sesuai
		5 - 10 km	Kurang Sesuai
		10 - 15 km	Sesuai
		>15 km	Sangat Sesuai
3	Tingkat lereng	> 15%	Tidak Sesuai
		10 – 15%	Kurang Sesuai
		5 – 10%	Sesuai
		0 – 5%	Sangat Sesuai



Untuk melakukan perhitungan skoring, kelas pada faktor geografis akan diinterpretasikan menggunakan nilai sebagai berikut :

Tidak Sesuai	= 1
Kurang Sesuai	= 2
Sesuai	= 3
Sangat Sesuai	= 4

**Tabel 4.** Parameter Penentuan Lokasi TPS Limbah B3 terhadap Faktor Penggunaan Lahan

No	Parameter	Kelas
1	Hutan Lindung	Masuk Kawasan Hutan Lindung
		Tidak Masuk Kawasan Hutan Lindung
2	Pertanian	<50 m
		50-100 m
		100-150 m
		>150 m
3	Pemukiman	<30 m
		30-50 m
		50-100 m
		>100 m
4	Lahan Kosong	Tidak Tersedia
		Tersedia

Sumber: Daniyal, 2017; Akbar, 2018; Hamid 2022 dengan penyesuaian

Untuk melakukan perhitungan skoring, kelas pada faktor penggunaan lahan akan diinterpretasikan menggunakan nilai sebagai berikut :

Tidak Sesuai	= 1
Kurang Sesuai	= 2
Sesuai	= 3
Sangat Sesuai	= 4

Selanjutnya klasifikasi kelas kesesuaian lahan lokasi tempat penampungan sampah sementara (TPS) dapat dihitung dalam persamaan berikut (Saraswati, 2023):

$$K_i = \frac{X_t - X_r}{K} \quad (1)$$

Dimana:

$K_i$  = interval kesesuaian lokasi untuk TPS

$X_t$  = jumlah skor tertinggi dari harkat

$X_r$  = jumlah total skor terendah dari harkat

esuaian lokasi TPS



**bah B3**

del TPS limbah B3

B3 yang dihasilkan dari proyek perbaikan jalan Sidrap-perhitungan jumlah kemasan berdasarkan jenis limbah nya.

Khusus untuk limbah B3 yang menggunakan kemasan drum besi, kemasan tersebut mengharuskan untuk menggunakan palet kayu. Lalu berdasarkan jumlah kemasan yang telah dihitung, maka luas bangunan TPS limbah B3 bisa didapatkan. Selanjutnya dilakukan perhitungan kebutuhan ventilasi dan kebutuhan penerangan sebagai penunjang operasional dalam kegiatan di TPS ini. Dan diakhiri dengan perhitungan fasilitas pelengkap lainnya (Azizi, 2023 dan Ngudyana 2022)

$$\text{Jumlah Kebutuhan Kemasan} = \frac{\text{Total Limbah B3} \times \text{Waktu Penyimpanan}}{\text{Kapasitas Satu Kemasan}} \quad (2)$$

$$\text{Container Box Plastic} = \frac{\text{Total Limbah B3 Padat} \times \text{Waktu Penyimpanan}}{\text{Kapasitas Satu Kemasan}} \quad (3)$$

$$\text{Drum Besi} = \frac{\text{Total Limbah B3 Cair} \times \text{Waktu Penyimpanan}}{\text{Kapasitas Satu Kemasan}} \quad (4)$$

$$\text{Jumlah Kebutuhan Palet} = \frac{\text{Total Drum Besi}}{\text{Kapasitas Palet}} \quad (5)$$

$$\text{Luas TPS} = \text{Panjang TPS} \times \text{Lebar TPS} \quad (6)$$

$$\text{Kebutuhan Ventilasi} = \text{Luas Ruang} \times 10\% \quad (7)$$

$$\text{Kebutuhan Penerangan} = N = \frac{E \times L \times W}{\phi \times \text{LLF} \times \text{CU} \times n} \quad (8)$$

Dimana:

N = Jumlah titik lampu

E = Kuat Penerangan / target kuat penerangan yang akan dicapai (Lux)

L = Panjang Ruang (meter)

W = Lebar Ruang (meter)

$\phi$  = Total lumen lampu (*Lamp Luminous Flux*)

LLF = *Light Loss Factor* / Faktor Cahaya Rugi (0,7-0,8)

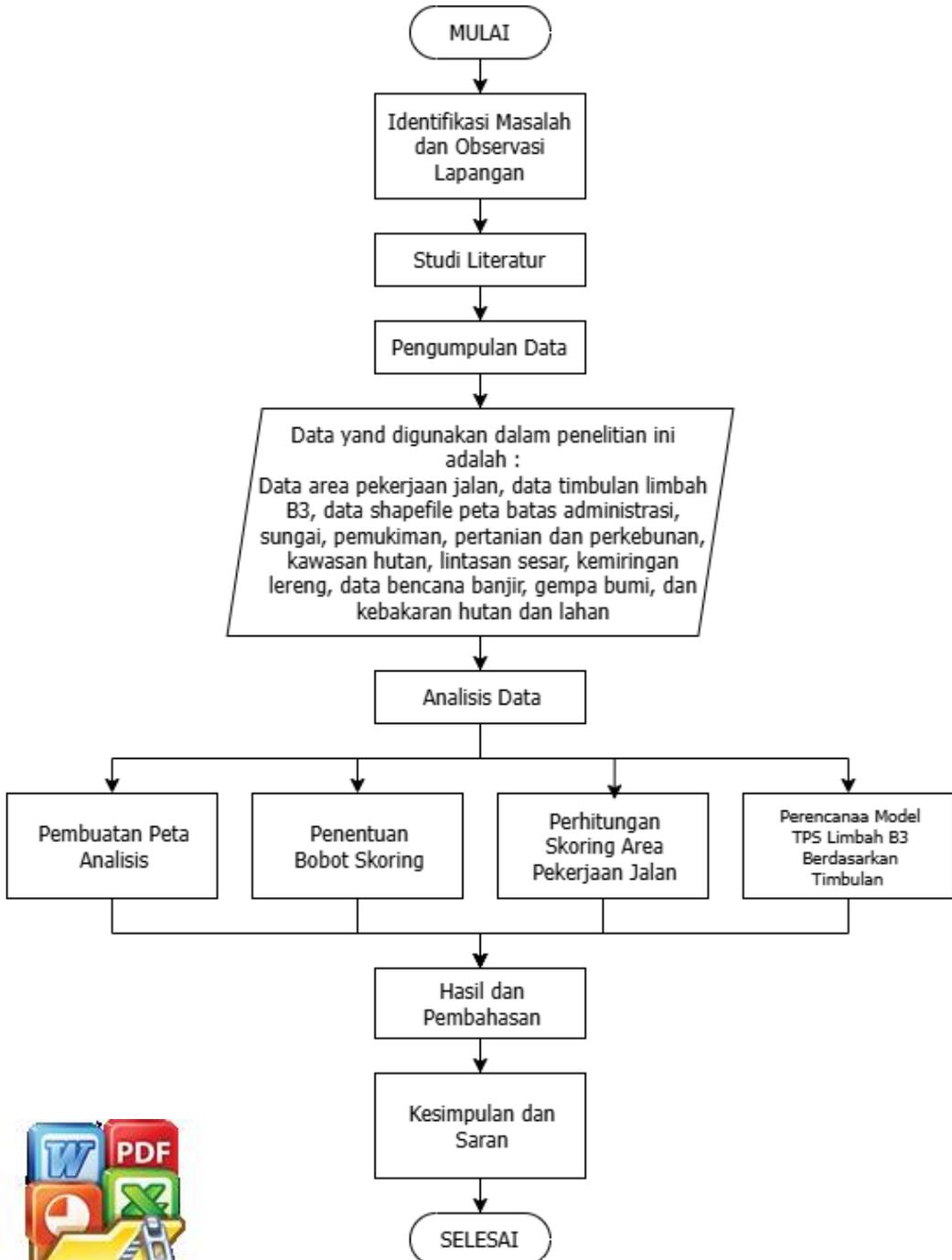
CU = *Coeffesien of Ulitization* / Faktor Pemanfaatan (50%-100%)

n = Jumlah ;ampu dalam 1 titik lampu



## 2.5 Diagram Alir Penelitian

Adapun diagram alir penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 24. Diagram alir penelitian

