

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan merupakan sarana transportasi sangat penting untuk menunjang pergerakan manusia dan barang sampai ketempat tujuan. Pada prinsipnya Perkerasan jalan harus mempunyai daya dukung yang cukup untuk memikul beban lalu lintas.(Nur 2024).

Daya dukung tanah adalah kemampuan tanah untuk menahan tekanan atau beban bangunan pada tanah dengan aman tanpa menimbulkan keruntuhan geser dan penurunan berlebihan. Daya Dukung Tanah Dasar (DDT) ditetapkan berdasarkan grafik korelasi dengan CBR. Semakin besar nilai CBR tanah dasar pada sebuah konstruksi jalan semakin besar pula nilai Daya Dukung Tanah dari jalan tersebut. Yang dimaksud dengan CBR disini adalah nilai CBR yang diperoleh dari DCP. (Panjaitan, dkk 2024)

Tanah dasar (*subgrade*) adalah dasar untuk menempatkan bahan perkerasan lainnya. Kekuatan dan keawetan serta tebal konstruksi perkerasan jalan tergantung dari daya dukung tanah dasar. Proses pekerjaan konstruksi teknik sipil selalu berdasarkan pada data survei lapangan, misalnya konstruksi jalan yang desainnya berdasarkan pada data tanah CBR (*California Bearing Ratio*). Pada penelitian ini alat DCP digunakan untuk menentukan nilai CBR, metode pengujian ini merupakan langkah cepat untuk mengetahui kekuatan tanah dasar dan lapis fondasi jalan. Pada pengujian DCP ini sistem kerjanya yaitu dengan cara dipukul. Penelitian ini mengambil data berdasarkan hasil di lapangan yang meliputi pengujian alat DCP di beberapa titik STA di Ruas Jalan Lingkar Boter. (Panjaitan dkk. 2024)

Perkerasan jalan adalah konstruksi yang dibangun di atas lapisan tanah dasar (*sub - grade*) yang berfungsi untuk menopang beban lalu lintas. Jenis konstruksi perkerasan jalan berdasarkan bahan pengikatnya dapat dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu perkerasan lentur (*flexible pavement*), perkerasan kaku (*rigid pavement*) dan perkerasan komposit (*composite pavement*).

Berdasarkan Keputusan Bupati Rokan Hulu NO :Kpts.100.3.3.2/PUPR/170/2024 Tentang penetapan ruas jalan menurut statusnya, Ruas jalan lingkar boter dikategorikan sebagai jalan Kabupaten di Rokan Hulu. Jalan lingkar Boter terletak di Desa Rambah Tengah Hilir, Kecamatan Rambah, Kabupaten Rokan Hulu, Riau. Jalan Lingkar Boter merupakan jalan dengan tipe jalan empat-lajur-dua-arah terbagi (yaitu dengan median) (4/2 D) dan termasuk jalan lokal dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan kecamatan, antar ibukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat kegiatan.(Dinas PUPR Rokan Hulu 2024).

Saat ini, Jalan Lingkar Boter mengalami beberapa kerusakan seperti retakan, lubang, serta penurunan perkerasan yang mulai terlihat di beberapa titik jalan. Penyebab kerusakan ini bisa bervariasi, mulai dari kualitas *subgrade* yang tidak memadai, pengaruh beban lalu lintas yang tinggi, hingga faktor lingkungan seperti curah hujan yang ekstrem. Kondisi ini mengindikasikan adanya kebutuhan untuk dilakukan evaluasi terhadap struktur jalan guna memastikan jalan tersebut tetap mampu mendukung beban kendaraan yang melaluinya secara berkelanjutan.

Oleh karena itu, diperlukan evaluasi lebih lanjut terhadap kondisi Jalan Lingkar Boter guna mengetahui seberapa baik jalan tersebut mampu menopang beban lalu lintas saat ini dan di masa mendatang. Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi daya dukung tanah dasar di ruas Jalan Lingkar Boter menggunakan alat *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) dan mengukur nilai *California Bearing Ratio* (CBR), yang menjadi indikator penting untuk menentukan daya dukung kekuatan tanah dasar.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang maka yang menjadi rumusan masalah peneliti adalah berapa nilai daya dukung tanah dasar pada ruas Jalan Lingkar Boter?

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Adapun tujuan Penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai daya dukung tanah dasar pada ruas Jalan Lingkar Boter menggunakan alat *Dynamic Cone Penetrometer*.

Adapun manfaat penelitian ini adalah dapat mengetahui nilai daya dukung tanah dasar pada ruas Jalan Lingkar Boter menggunakan alat *Dynamic Cone Penetrometer*.

1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini sesuai dengan tujuan dan manfaat penelitian. Agar penelitian ini tidak meluas dan dapat terarah dengan jelas, Maka diberikan Batasan batasan masalah yang meliputi hal-hal sebagai berikut:

1. Penelitian ini di lakukan pada ruas jalan lingkar Boter Kabupaten Rokan Hulu.
2. Standar yang digunakan adalah Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 04/SE/M/2010 tentang Pemberlakuan Pedoman Cara Uji *California Bearing Ratio* (CBR) dengan *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP).
3. Pengujian tanah ini dilakukan dengan alat DCP dengan jarak per STA 200 m dengan metode *zig zag*.
4. Penelitian hanya mencakup analisis daya dukung *subgrade* ruas jalan Lingkar Boter, tanpa mempertimbangkan faktor lain yang mungkin mempengaruhi kondisi jalan dalam jangka panjang. dan tidak mencakup menganalisis faktor *eksternal* lainnya (misalnya faktor cuaca, lalu lintas berat, drainase, dan faktor geoteknikal yang di uji di laboratorium seperti kadar air, kepadatan, *atterbag limit*, kuat geser dan lainnya).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu yang digunakan sebagai tinjauan pustaka dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Nababan dkk (2024) dengan judul “*Evaluasi Daya Dukung Tanah Dasar Jalan Poros Neto Kampung Ivimahad*”. Jalan merupakan prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukan bagi lalu lintas kendaraan. Jalan yang rusak dapat menyebabkan kecelakaan, ketidaknyamanan para pengemudi, keamanan, dan meningkatkan biaya operasional kendaraan. Selain itu jalan yang rusak juga sangat berdampak pada bertambahnya waktu tempuh. Jenis-jenis kerusakan jalan cukup banyak, salah satu yang umum terjadi yaitu retak. Pada penelitian ini jalan yang menjadi objek pada penelitian ini ialah jalan Neto. Jalan Neto merupakan akses penghubung ke beberapa distrik yang ada di Merauke yang melayani mobilisasi masyarakat. Perjalanan masyarakat cukup terganggu akibat kerusakan yang terjadi di jalan Neto yang berupa retak memanjang dan penurunan. Penulis menduga penyebab kerusakan jalan Neto ialah daya dukung tanah yang kurang baik. Parameter yang paling umum dipakai dalam menilai daya dukung tanah untuk perkerasan jalan adalah nilai California Bearing Ratio (CBR) yang dapat diperoleh baik melalui uji CBR laboratorium atau uji Dynamic Cone Penetrometer (DCP) langsung dilapangan. Dalam penelitian ini akan dievaluasi bagaimana aplikasi dari kedua metode ini untuk menilai daya dukung tanah dasar. Berdasarkan uji sifat mekanis tanah menggunakan DCP pada titik 1 sampai 4 didapatkan nilai CBR 11,23%, 14,44%, 13,61%, dan 11,06%. Kemudian CBR laboratorium pada titik 1 sampai 4 didapatkan nilai CBR 7,05%, 9,66%, 10,10%, dan 6,64%. Nilai CBR dari kedua pengujian tersebut lebih tinggi dari standar nilai CBR untuk jalan dimana nilai CBR untuk jalan ialah 6%.

2. Nur (2024) dengan judul *“Interpretasi Nilai Daya Dukung Tanah Dengan Alat DCP Pada Sub Grade Di Jalan Tani Lingkungan 1 Labusa Kelurahan Busoa”*. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan korelasi antara CBR-DDT dari nilai kepadatan tanah dengan alat DCP. Pengujian nilai daya dukung tanah dengan DCP dilakukan secara berkala dengan interval 100 meter sebanyak 11 titik sepanjang 1 km. Daya dukung tanah dasar (Sub Grade) jalan tani lingkungan 1 labusa kelurahan busoa, diperoleh nilai rata-rata CBR sepanjang jalan yang diuji yaitu 10,87 % dengan nilai korelasi CBR-DDT rata-rata adalah 5,99. hasil penelitian menunjukkan bahwa daya dukung tanah di sepanjang jalan tersebut termasuk dalam kategori baik berdasarkan standar bina marga untuk tanah dasar yaitu 6%.
3. Sutrisna dan Fibrianti (2024) dengan judul *“Kegiatan Pendampingan Evaluasi Pengujian Tanah Dasar Menggunakan Metode Dynamic Cone Penetrometer (Dcp) (Lokasi Ruas Jalan Pemokong – Serewe - Kalianan, Kabupaten Lombok timur)”*. Jalan raya merupakan fasilitas darat sangat penting bagi kehidupan manusia saat ini, karena mempermudah untuk beraktifitas kesesuatu tempat yang dituju atau memindahkan barang ketempat tujuan menggunakan alat transportasi darat, oleh karena itu untuk pembuatan jalan harus direncanakan dan di buat sesuai perencanaan yang baik sehingga menghasilkan kualitas jalan raya yang baik, untuk keperluan dan kebutuhannya serta kualitas dari jalan tersebut. Suatu proses perencanaan jalan raya faktor utama yang perlu dilihat adalah nilai CBR (California Bearing Ratio) dari tanah dasar tersebut karena akan berpengaruh pada tebal perkerasan rencana. Diruas jalan pemokong – serewe – kaliantan menentukan nilai CBR didapat dari pengujian DCP (Dinamic Cone Penetrometer) ini dilaksanakan pada titik – titik yang mengalami kerusakan seperti lubang jalan yang sampai terlihat tanah dasarnya di dapatkan nilai CBR STA 2+095 kanan nilai 6.83%, STA 2+825 Kanan nilai 7.98%, STA 3+555 Kanan nilai 6.33%, STA 3+954 Kiri nilai 6.35%, nilai CBR tersebut masih diatas syarat CBR tanah dasar dengan nilai 6%.

4. Permatasari dan Heldita (2023) dengan judul *“Perencanaan Perkerasan Lentur Ruas Jalan Tanjung Batu Sta 0+000 Sampai Sta 4+100 Kotabaru Kalimantan Selatan”*. Jalan Adalah Salah satu prasarana transportasi yang berperan sangat besar dalam mendukung kemajuan dan perkembangan suatu daerah. Dimana jalan merupakan sarana transportasi darat yang kemudian berkembang terus sebagai salah satu prasarana perhubungan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat dalam melakukan aktifitas perekonomian baik itu aksesibilitas maupun mobilitas barang dan jasa. Akibat dari tuntutan zaman yang terus berkembang, maka jalan harus menyesuaikan tingkat kemampuan pelayanannya. Akses jalan yang berada pada Desa Tanjung Batu juga mengalami perkembangan kepadatan lalu lintas. Hal ini terlihat pada aktifitas perekonomian yang berjalan disetiap harinya dan semakin padat. Akibat dari padatnya lalu lintas yang melewati, jalan pada ruas Tanjung Batu mengalami kerusakan pada eksisting lapis tanah dasarnya sehingga menghambat masyarakat desa untuk melakukan aktifitas sehari-hari. Salah satu alternative untuk dapat mengatasi kerusakan ekisting lapisan tanah dasarnya akibat faktor alam dan kepadatan yang meningkat di jalan Tanjung Batu adalah dengan merencanakan lapis perkerasan pada jalan tersebut sesuai dengan kebutuhannya. Dari hasil perencanaan ruas Jalan Tanjung Batu, Kecamatan Kelumpang Tengah, Kabupaten Kotabaru, Provinsi Kalimantan Selatan didapatkan berdasarkan bagan desain tebal perkerasan lentur aspal yang mempunyai nilai CESAL5 0,71 juta karena hanya berkisar dibawah CESAL5 2juta maka AC WC 40 mm, AC BC 60 mm, LPA kelas A 400 mm. Sedangkan untuk menentukan pondasi jalan berdasarkan solusi desain jalan minimum dengan nilai CBR 5% sesuai perbaikan subgrade maka tidak diperlukan lapisan penopang jenis tanah dan lapisan penopang jenis berbutir.
5. Laide dkk (2023) dengan judul *“Analisis Kerusakan Perkerasan Jalan Di Tinjau Dari Daya Dukung Tanah Dan Volume Lalu Lintas”*. Ruas Jalan Tanjung Jepara di Kecamatan Batui Kabupaten Banggai merupakan salah satu Ruas Jalan yang sering terjadi kerusakan pada lapisan perkerasan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis faktor-faktor penyebab kerusakan lapisan perkerasan jalan di Ruas Jalan Tanjung Jepara Kecamatan Batui Kabupaten Banggai. Maka untuk menentukan perencanaan ulang tebal lapisan perkerasan lentur perlu adanya pengumpulan data primer dan data sekunder. Untuk pengumpulan data primer yaitu melakukan pengujian DCP untuk mengetahui nilai CBR tanah dasar dan perhitungan survei LHR langsung di lapangan, adapun untuk pengumpulan data primer yaitu data curah hujan. Hasil penelitian menunjukkan nilai rata-rata CBR sebesar 12,52 %. Hasil perhitungan jenis-jenis kendaraan yang melintasi Ruas Jalan Tanjung Jepara didapatkan Damage Factor Truk 2 as sebesar 35,40 %, Truk 3 as sebesar 19,31 %, dan Truk gandeng sebesar 16,99 %. Penyebab terjadinya kerusakan perkerasan jalan di dominasi oleh jenis kendaraan Truck 2 as, Truck 3 as dan Truck Trailer. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa salah satu penyebab terjadinya kerusakan perkerasan jalan di Ruas Jalan Tanjung Jepara adalah damage factor.

6. Satriani dan Bastomi (2021) dengan judul *“Evaluasi Kerusakan Jalan Raya Stagen Sta 8+100 Dan Sta 9+100 Ditinjau Dari Nilai Cbr Tanah Dasar Dan Nilai Cesa Terhadap Tebal Perkerasan Jalan Existing Mengacu Pada Mdp 2017”*. Jalan Raya Stagen terdapat beberapa titik jalan yang berlubang dan retak yaitu pada STA 8+200 dan 9+100 dan posisinya berada pada tikungan jalan sehingga sering kali terjadi kecelakaan. Pemerintah sering melakukan penanganan dengan menambal jalan yang berlubang tersebut, namun tidak bertahan lama. Oleh karena itu, dilakukan evaluasi pada beberapa titik tersebut untuk mengetahui penyebab kerusakan sehingga dapat diketahui metode perbaikan yang tepat. Evaluasi meliputi pengujian CBR tanah dasar menggunakan alat DCP dan analisis terhadap lalu lintas lajur untuk mengetahui tebal perkerasan berdasarkan Manual Desain Perkerasan Revisi 2017. Dari hasil perhitungan diperoleh nilai ESA adalah 26 juta dengan umur rencana 20 tahun dan nilai HVAG sebesar adalah 31 juta dengan umur rencana 40 tahun. Nilai CBR dan DDT STA 8+200 adalah 0,857% dan 1,373%

sedangkan pada STA 9+100 adalah 1,087% dan 1,823%. Struktur jalan existing tidak sesuai dengan nilai CBR dan lalu lintas lajur yang terjadi berdasarkan MDP 2017. Saran perbaikan adalah dengan membuang lapisan tanah lunak dengan lapisan penopang 1500 mm untuk mencapai CBR 2,5% dan lapisan tanah 350 mm untuk mencapai nilai CBR 6%. Untuk lapis perkerasan menggunakan perkerasan kaku tebal pelat beton 295 mm dan AC-WC 30 mm.

2.2 Keaslian Penelitian

Keaslian merupakan perbedaan antara penelitian yang dilakukan saat ini dengan penelitian lain sebelumnya. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah sebagai berikut:

1. Tempat penelitian dilakukan di Ruas Jalan Lingkar Boter, Kecamatan Rambah, Kabupaten Rokan Hulu, Riau.
2. Fokus penelitian ini membahas tentang Analisis Daya Dukung *Sub Grade* Ruas Jalan Lingkar Boter

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Tanah Dasar (*Sub Grade*).

3.1.1 Pengertian Tanah Dasar

Tanah dasar (*Sub Grade*) adalah lapisan tanah yang berada di bagian paling bawah dari konstruksi perkerasan jalan. *Subgrade* merupakan bagian terpenting dari struktur perkerasan jalan karena menjadi dasar untuk meletakkan lapisan-lapisan perkerasan di atasnya.

Subgrade dapat berupa tanah asli yang dipadatkan, tanah yang didatangkan dari tempat lain, atau tanah yang distabilisasi dengan bahan tambahan. Sebagai pondasi perkerasan, disamping harus mempunyai kekuatan atau daya dukung terhadap beban kendaraan, tanah dasar juga harus mempunyai stabilitas volume akibat pengaruh lingkungan, terutama air. Tanah dasar yang mempunyai kekuatan dan stabilitas volume yang rendah akan mengakibatkan perkerasan mudah mengalami deformasi (misalkan gelombang atau alur) dan retak.

3.1.2 Daya Dukung Tanah Dasar

Daya dukung tanah adalah kemampuan tanah untuk memikul tekanan atau beban maksimum yang diizinkan untuk bekerja pada fondasi.(Anessa Vetrisisa dkk, 2022)

Daya dukung tanah yang rendah atau tidak stabil dibawah perkerasan dapat menyebabkan penurunan struktural, penurunan kualitas, dan retakan. Variabelitas komposisi tanah di berbagai lokasi dan dalam rentang waktu tertentu dapat menghasilkan respon yang berbeda terhadap beban lalu lintas, yang pada akhirnya memicu kerusakan perkerasan jalan.(Laide et al. 2023).

Ketebalan perkerasan sangat dipengaruhi oleh kekuatan dukung tanah dasar dalam hal perencanaan jalan raya; semakin tinggi kekuatan dukung tanah, semakin tipis ketebalan perkerasan yang dibutuhkan untuk menahan beban lalu lintas. Jenis tanah, tingkat kepadatan, kadar air, dll, semuanya mempengaruhi daya dukung subgrade. (Hendarsin, 2000).

3.1.3 Fungsi Tanah Dasar

Berikut adalah Fungsi dari tanah dasar :

- a. **Menunjang Lapisan Perkerasan:** Tanah dasar jalan berfungsi sebagai lapisan pendukung yang menahan beban yang diteruskan dari lapisan perkerasan jalan, baik itu aspal, beton, maupun material lainnya.
- b. **Menyalurkan Beban:** Fungsi utama tanah dasar adalah menyalurkan beban dari kendaraan yang melintas ke lapisan di bawahnya (tanah *subgrade*). Tanah dasar harus cukup kuat dan padat agar dapat menahan beban tanpa mengalami penurunan yang signifikan.
- c. **Mencegah Pergerakan atau Kerusakan Struktur:** Tanah dasar harus stabil agar tidak menyebabkan pergeseran atau kerusakan pada lapisan-lapisan jalan lainnya. Ini penting agar jalan tetap aman dan nyaman untuk digunakan dalam jangka panjang.
- d. **Menjamin Stabilitas Jangka Panjang:** Tanah dasar yang baik harus tahan terhadap perubahan cuaca dan kondisi lingkungan lainnya, seperti perubahan suhu dan kelembaban yang bisa mempengaruhi kestabilan jalan.

3.1.4 Jenis Tanah Dasar

Ada beberapa jenis tanah yang sering digunakan sebagai tanah dasar jalan. Jenis-jenis ini dibedakan berdasarkan ukuran butiran dan sifat fisik lainnya:

- Tanah Pasir (*Sandy Soil*): Tanah dengan butiran halus dan porositas tinggi. Tanah pasir memiliki daya dukung yang baik, namun jika tidak terkompaksi dengan baik, dapat mengurangi kestabilan jalan. Pasir juga memiliki drainase yang sangat baik.
- Tanah Lempung (*Clay Soil*): Tanah yang terdiri dari partikel halus yang sangat kecil. Tanah lempung memiliki daya dukung yang rendah jika dalam keadaan basah, namun bisa menjadi sangat keras jika kering. Karena sifatnya yang sangat menyusut dan mengembang, tanah lempung perlu perlakuan khusus jika digunakan sebagai tanah dasar.
- Tanah Lempung Pasir (*Silty Sand*): Tanah yang merupakan campuran pasir dan lempung. Tanah ini cenderung memiliki kekuatan yang lebih baik

dibandingkan tanah lempung saja, tetapi drainase nya lebih buruk di bandingkan pasir.

- Tanah Kerikil (*Gravel*): Tanah dengan butiran lebih besar dan lebih stabil. Tanah kerikil memiliki kapasitas dukung yang sangat baik dan drainase yang sangat baik, sehingga sering digunakan untuk tanah dasar pada jalan-jalan berat.
- Tanah Gambut (*Peat Soil*): Tanah yang mengandung bahan organik yang tinggi dan sering digunakan pada area yang memiliki kandungan bahan organik tinggi. Tanah gambut biasanya tidak cocok sebagai tanah dasar jalan karena dapat menyebabkan penurunan yang besar dan ketidakstabilan jalan.

3.1.5 Faktor yang mempengaruhi Daya Dukung Tanah Dasar (*Sub Grade*)

Berikut adalah faktor yang mempengaruhi *Sub Grade*:

1. Jenis Tanah:

- Tekstur: Kandungan pasir, lempung, dan lanau dalam tanah akan sangat mempengaruhi sifat fisik tanah seperti permeabilitas, daya dukung, dan potensi pengembangan.
- Struktur: Susunan butiran tanah dan pori-pori akan mempengaruhi sifat mekanik tanah.
- Mineral: Jenis mineral penyusun tanah akan mempengaruhi sifat kimia tanah seperti keasaman dan kandungan garam.

2. Kadar Air:

- Kenaikan kadar air akan mengurangi daya dukung tanah dan meningkatkan potensi pengembangan.
- Perubahan volume tanah akibat perubahan kadar air dapat menyebabkan retak-retak pada perkerasan.

3. Kepadatan

- Kepadatan tanah yang optimal akan meningkatkan daya dukung dan stabilitas tanah.
- Kepadatan yang terlalu rendah atau terlalu tinggi dapat menyebabkan penurunan daya dukung.

4. Beban Lalu Lintas

- Beban lalu lintas yang berat dan berulang akan menyebabkan deformasi pada *subgrade*.
- Jenis kendaraan dan frekuensi lalu lintas akan mempengaruhi besarnya beban yang bekerja pada *subgrade*.

5. Cuaca

- Perubahan suhu dan curah hujan akan mempengaruhi kadar air dalam tanah dan sifat fisik tanah.
- Siklus pembekuan dan pencairan dapat menyebabkan kerusakan pada *subgrade*.

3.2 Pengertian Jalan

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum 2011).

3.2.1 Pengertian Kerusakan Jalan

Kerusakan jalan dapat diartikan sebagai kondisi penurunan kualitas permukaan jalan yang disebabkan oleh ketidakmampuan lapisan *subgrade* (tanah dasar) untuk mendukung beban yang diterima dari kendaraan di atasnya. Kerusakan ini terjadi ketika daya dukung *subgrade* rendah, sehingga menyebabkan deformasi atau kerusakan struktural pada lapisan jalan, seperti retakan, lubang, dan penurunan permukaan.

3.2.2 Klafisikasi Jalan Menurut Fungsinya

Menurut peraturan pemerintah Nomor 34 Tahun 2006 Tentang Jalan, klasifikasi jalan berdasarkan fungsi adalah sebagai berikut:

Tabel 3. 1 Klasifikasi berdasarkan fungsinya

Klasifikasi Jalan	Fungsi	Contoh Jalan
Jalan Arteri	Menghubungkan pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan wilayah atau antar pusat kegiatan nasional.	Jalan Nasional, Jalan Tol
Jalan Kolektor	Menghubungkan pusat kegiatan wilayah dengan pusat kegiatan lokal atau antar pusat kegiatan wilayah.	Jalan Provinsi, Jalan Penghubung antar kota
Jalan Lokal	Menghubungkan pusat kegiatan lokal dengan pusat kegiatan lingkungan atau antar pusat kegiatan lingkungan.	Jalan Kabupaten, Jalan Kecamatan
Jalan Lingkungan	Menghubungkan antar pusat kegiatan di dalam kawasan perdesaan atau lingkungan.	Jalan Perumahan, Jalan Lingkungan Perkampungan

Sumber : PP No 34 Tahun 2006

3.2.3 Klasifikasi Jalan berdasarkan kelas nya

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2024 Tentang Kelas Jalan Berdasarkan Penggunaan Jalan Serta Kelancaran Lalu lintas dan Angkutan Jalan. klasifikasi jalan berdasarkan kelas nya sebagai berikut:

Tabel 3. 2 Klasifikasi Jalan menurut kelasnya

Kelas Jalan	Fungsi Jalan	Lebar Kendaraan (mm)	Panjang Kendaraan (mm)	Tinggi Kendaraan (mm)	MST (Ton)
Kelas I	Arteri	≤ 2.550	≤ 18.000	≤ 4.200	10
Kelas II	Arteri & Kolektor	≤ 2.550	≤ 12.000	≤ 4.200	8
Kelas IIIA	Arteri	≤ 2.200	≤ 9.000	≤ 3.500	8
Kelas IIIB	Kolektor	≤ 2.200	≤ 9.000	≤ 3.500	8
Kelas IIIB	Kolektor	≤ 2.200	≤ 9.000	≤ 3.500	8

Kelas Jalan	Fungsi Jalan	Lebar Kendaraan (mm)	Panjang Kendaraan (mm)	Tinggi Kendaraan (mm)	MST (Ton)
Kelas IIIC	Lokal	≤ 2.200	≤ 9.000	≤ 3.500	8

Sumber : PM PUPR No 13 tahun 2024

Menurut SK Bupati tentang penetapan ruas jalan menurut statusnya sebagai jalan Kabupaten di Kabupaten Rokan Hulu Tahun 2024, Bahwa ruas Jalan lingkaran Boter dikategorikan jalan dengan Kelas IIIC, fungsi Lokal, lebar kendaraan ≤ 2.200 mm, Panjang kendaraan ≤ 9.000 mm, Tinggi kendaraan ≤ 3.500 mm dan MST 8 Ton.

3.2.4 Jenis Jenis Kerusakan Jalan

Berikut beberapa jenis kerusakan jalan yang umum terjadi terkait dengan penurunan daya dukung *subgrade*:

1. Retak Alur (*Rutting*).

Alur memanjang yang terbentuk pada permukaan jalan akibat deformasi lapisan *subgrade* di bawah beban kendaraan. Hal ini menunjukkan bahwa *subgrade* tidak mampu mendukung beban yang diterima dengan baik, sehingga lapisan jalan melengkung ke bawah.



Gambar 3. 1 Retak Alur

2. Retak Buaya (*Alligator Cracking*).

Retakan menyerupai pola sisik buaya yang disebabkan oleh kegagalan struktural lapisan jalan, biasanya karena daya dukung *subgrade* yang lemah dan tekanan berlebih dari kendaraan berat. Jenis kerusakan ini sering kali menjadi tanda kegagalan yang parah pada *subgrade*.



Gambar 3. 2 Retak Kulit Buaya

3. Retak Pinggir (*Edge Cracking*).

Retak pinggir umumnya terjadi sejajar dengan pinggir perkerasan dan berjarak 0,3-0,6 m dari pinggir. Akibat pecah di pinggir perkerasan, bagian ini menjadi tidak beraturan. Retak pinggir pada perkerasan jalan dapat disebabkan oleh kurangnya daya dukung *subgrade*, seperti drainase yang buruk dan material yang lemah.



Gambar 3. 3 Retak Pinggir

4. Gelombang (*Corrugation*).

Terbentuknya gelombang pada permukaan jalan, terutama pada lapisan *subgrade* yang tidak stabil atau mengalami pemadatan yang tidak memadai, sehingga permukaan jalan tidak rata ketika menerima beban kendaraan.



Gambar 3. 4 Gelombang

5. Lubang (*Potholes*).

Lubang pada permukaan jalan dapat terbentuk akibat erosi dari lapisan *subgrade* yang lemah, terutama di daerah yang sering terpapar air atau drainase yang buruk, sehingga tanah di bawah permukaan jalan tergerus.



Gambar 3. 5 Lubang

3.2.5 Penyebab Kerusakan Jalan

Berikut adalah beberapa penyebab utama kerusakan jalan yang berkaitan dengan daya dukung *subgrade*:

1. **Kualitas *Subgrade* yang Buruk:** Jika *subgrade* terdiri dari tanah yang lunak, jenuh air, atau berdaya dukung rendah, jalan di atasnya akan rentan mengalami penurunan (*settlement*) dan *deformasi*, terutama saat menerima beban berat kendaraan.

2. **Pemadatan *Subgrade* yang Tidak Memadai:** Proses pemadatan *subgrade* yang tidak dilakukan dengan baik dapat mengakibatkan penurunan daya dukungnya. *Subgrade* yang tidak cukup padat cenderung bergerak atau mengalami deformasi ketika terkena beban, sehingga menyebabkan kerusakan jalan seperti retak alur (*rutting*).
3. **Kandungan Air yang Tinggi di *Subgrade*:** Air yang terjebak di lapisan *subgrade* karena drainase yang buruk atau hujan berkepanjangan dapat menyebabkan penurunan daya dukung tanah. Kondisi ini membuat *subgrade* menjadi rendah dan mudah berubah bentuk, sehingga jalan di atasnya retak, amblas, atau mengalami pemompaan (*pumping*).
4. **Perubahan Volume *Subgrade* (*Swelling and Shrinkage*):** Beberapa jenis tanah, seperti tanah liat, rentan terhadap perubahan volume akibat perubahan kadar air. Ketika *subgrade* mengembang (*swelling*) saat basah dan menyusut saat kering, hal ini menyebabkan retakan atau penurunan permukaan jalan.
5. **Erosi atau Longsoran *Subgrade*:** *Subgrade* dapat mengalami erosi akibat aliran air di bawah permukaan jalan, yang menyebabkan kehilangan material tanah dasar. Hal ini melemahkan struktur pendukung jalan dan menyebabkan lubang atau retakan besar.
6. **Beban Berlebih dari Kendaraan:** Jalan yang dilalui oleh kendaraan dengan beban berlebih, terutama di atas kapasitas desain, dapat mempercepat kerusakan *subgrade*. Tekanan berlebih menyebabkan *deformasi* pada lapisan tanah dasar, yang kemudian diteruskan ke lapisan atas jalan.
7. **Kualitas Material *Subgrade* yang Tidak Memadai:** Material tanah yang digunakan sebagai *subgrade* memiliki peran penting dalam daya dukung jalan. Jika material *subgrade* tidak memiliki sifat mekanis yang memadai (misalnya, terlalu mudah terkikis atau berubah bentuk), hal ini akan mempengaruhi ketahanan jalan terhadap beban kendaraan.
8. **Faktor Lingkungan:** Aktivitas seismik, pergerakan tanah, atau kondisi geologi tertentu seperti tanah gambut atau tanah ekspansif dapat mengurangi

daya dukung *subgrade*. Hal ini menyebabkan jalan cepat mengalami kerusakan struktural seperti amblas atau retakan besar.

3.2.6 Spesifikasi Jalan

Berikut adalah Spesifikasi jalan berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018:

Tabel 3. 3 Spesifikasi Jalan

Kriteria	Nilai/Toleransi
Nilai CBR Minimum	Nilai CBR minimum 6% menunjukkan bahwa tanah dasar (<i>subgrade</i>) memiliki daya dukung yang cukup baik untuk mendukung beban lalu lintas yang akan melalui permukaan jalan.
Toleransi Elevasi Permukaan	- Toleransi + 0 cm hingga -2 cm pada lapis fondasi agregat - Permukaan akhir: ± 10 mm
Kemiringan Melintang	Standar kemiringan melintang 2-3% untuk jalan, dan 3-6% untuk bahu jalan dengan toleransi $\pm 0,5\%$
Kemiringan Memanjang	Standar Kemiringan memanjang 3-5%, Untuk kemiringan yang lebih rendah, batas minimal yang disarankan adalah 0,3% agar drainase tetap berjalan lancar, sementara kemiringan maksimal yang disarankan adalah 10% untuk menjaga keamanan dan kenyamanan pengemudi.

Sumber : Spesifikasi umum Bina marga 2018

3.3 Dynamic Cone Penetrometer (DCP)

3.3.1 Pengertian DCP

Dynamic Cone Penetrometer (DCP) adalah alat uji yang digunakan untuk mengukur daya dukung tanah atau kekuatan penetrasi tanah. Alat ini sangat

berguna dalam studi geoteknik untuk menilai kondisi tanah di lokasi konstruksi tanpa memerlukan pengambilan sampel tanah yang lebih rumit dan mahal. DCP bekerja dengan prinsip penetrasi konus ke dalam tanah dengan gaya tertentu untuk mengukur ketahanan atau kepadatan tanah. DCP digunakan dalam penelitian ini untuk menilai daya dukung *subgrade* bahu jalan. Hasil dari pengujian ini akan dikonversi menjadi nilai CBR menggunakan rumus empiris yang telah distandarkan (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 04/SE/M/2010).

3.3.2 Fungsi DCP

Berikut adalah beberapa fungsi utama dari DCP:

1. Menilai Kekuatan *Subgrade*

Fungsi utama DCP adalah untuk mengukur kekuatan lapisan tanah dasar (*subgrade*) dan pondasi perkerasan jalan. Hasil uji DCP menunjukkan daya dukung tanah, yang penting untuk mengetahui apakah *subgrade* cukup kuat untuk mendukung lapisan perkerasan dan beban kendaraan yang melintas di atasnya.

2. Menentukan Nilai CBR (*California Bearing Ratio*)

DCP digunakan untuk mengestimasi nilai CBR (*California Bearing Ratio*), yang merupakan indikator kekuatan tanah. Nilai CBR diperoleh dari hubungan empiris antara laju penetrasi alat DCP dan kekuatan tanah. Nilai CBR ini sangat berguna dalam perancangan tebal lapisan perkerasan dan evaluasi ketahanan jalan terhadap beban lalu lintas.

3. Mengukur Kekuatan Lapisan Pondasi (*Base dan Subbase*)

Selain *subgrade*, DCP juga digunakan untuk mengukur kekuatan lapisan pondasi jalan seperti lapisan *base* (pondasi atas) dan lapisan *subbase* (pondasi bawah). Evaluasi kekuatan lapisan ini membantu memastikan bahwa struktur perkerasan memiliki kekuatan yang memadai untuk mendukung lalu lintas dan mencegah deformasi.

4. Mengevaluasi Kondisi Jalan yang Sudah Ada

DCP sering digunakan untuk mengevaluasi kondisi jalan yang sudah ada, terutama saat melakukan perbaikan jalan atau *rehabilitasi*. Alat ini dapat digunakan untuk mengukur kekuatan tanah di bawah perkerasan lama dan

membantu memutuskan apakah lapisan *subgrade* atau pondasi jalan masih layak atau perlu diganti.

5. Profil Kekuatan Tanah Berdasarkan Kedalaman

DCP memungkinkan pengukuran kekuatan tanah berdasarkan kedalaman. Dengan melakukan uji pada berbagai kedalaman, DCP dapat memberikan profil kekuatan tanah secara vertikal. Ini penting untuk mengetahui variasi kekuatan lapisan tanah yang berbeda dan untuk desain perkerasan yang lebih presisi.

6. Evaluasi Kondisi Lahan Konstruksi

DCP digunakan untuk mengevaluasi kondisi lahan sebelum dimulainya konstruksi. Pengujian ini membantu memastikan bahwa tanah di lokasi proyek memiliki daya dukung yang memadai untuk mendukung struktur yang akan dibangun, seperti jalan raya, bangunan, atau jembatan.

7. Pengawasan Kualitas Konstruksi

DCP sering digunakan sebagai alat untuk pengawasan kualitas selama proyek konstruksi jalan. Alat ini membantu memastikan bahwa setiap lapisan tanah atau pondasi yang ditambahkan ke jalan memenuhi persyaratan kekuatan yang diperlukan sebelum proses konstruksi berlanjut ke tahap berikutnya, seperti penghamparan lapisan aspal.

8. Alat Diagnostik untuk Identifikasi Masalah Jalan

DCP juga berguna sebagai alat diagnostik dalam investigasi masalah pada jalan, seperti penurunan permukaan (*settling*), retakan, atau deformasi jalan. Dengan mengukur kekuatan tanah di bawah jalan yang bermasalah, alat ini dapat membantu menentukan apakah masalah disebabkan oleh kelemahan pada *subgrade* atau lapisan pondasi.

3.3.3 Prosedur Pelaksanaan *Dynamic Cone Penetrometer*

Berikut adalah prosedur pelaksanaan *Dynamic cone penetrometer*:

1. Gali permukaan tanah pada lokasi pengujian sampai pada kedalaman dimana pengukuran awal nilai CBR akan dievaluasi.
2. Letakkan alat DCP secara vertikal, berikan tumbukan awal secukupnya (*seating blows*), untuk menanamkan ujung kerucut sampai garis tengahnya yang terbesar terletak pada permukaan tanah yang akan diuji.

3. Pasang alat ukur dalam posisi vertikal, bersebelahan dengan batang penetrasi di permukaan tanah. Gunakan batas landasan pemukul sebagai datum pengukuran.
4. Lakukan penumbukan dengan palu yang dijatuhkan bebas, ukur dan catat kedalaman penetrasi untuk setiap tumbukan. Pekerjaan dilakukan oleh minimal dua orang.
5. Berikan serangkaian tumbukan sebanyak 5 kali, kemudian ukur kedalaman penetrasi yang terjadi.
6. Percobaan dihentikan apabila telah tercapai keadaan seperti berikut ini:
 - a. Tidak terdapat penurunan berarti untuk 10 tumbukan terakhir berturut-turut.
 - b. Kedalaman penetrasi telah mencapai kedalaman/ketebalan lapisan yang hendak dievaluasi.
 - c. Batang *penetrometer* telah masuk seluruhnya ke dalam tanah.
7. Keluarkan alat dari dalam tanah dengan jalan memukulkan palu dengan arah ke atas pada baut pembatas tinggi jatuh (*stop nut*).
8. Akibat dari langkah pada point (7) yang dilakukan secara berulang-ulang, dapat menyebabkan pemanjangan yang nyata dari batang peluncur, sehingga diperlukan pengecekan setiap kali akan melakukan percobaan, dengan mengatur baut pembatas tinggi jatuh pada posisi yang tepat.
9. Lakukan pada Posisi selanjutnya dengan cara yang sama.

3.4 Rumus Perhitungan

- a. Rumus nilai DCP

$$DCP = \frac{\text{Penetrasi}}{\text{Selisih Tumbukan}} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

DCP = *Dynamic Cone Penetrometer*

Penetrasi = Kedalaman (mm).

- b. Rumus pengujian nilai hubungan DCP dan CBR

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 04/SE/M/2010 Untuk mencari Nilai Hubungan DCP dan CBR sebagai berikut:

- Ukuran Konus 30°

$$\text{Log}_{10} \text{CBR} = 1,352 - 1,125 \text{ Log}_{10} (\text{cm/tumbukan}) \dots\dots\dots(2)$$

- Untuk Ukuran Konus 60°

$$\text{Log}_{10} \text{CBR} = 2,8135 - 1,313 \text{ Log}_{10} (\text{mm/tumbukan}) \dots\dots\dots(3)$$

c. Rumus Nilai Daya Dukung Tanah Dasar (DDT)

Persamaan untuk menghitung daya dukung tanah dasar (DDT) berdasarkan nilai CBR (California Bearing Ratio) tanah dasar sebagai berikut:

$$\text{DDT} = 4,3 \text{ Log CBR} + 1,7 \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

DDT = Daya dukung tanah dasar

CBR = Nilai CBR segmen

d. Rumus Kemiringan Jalan menurut SNI 03-3424-1994

$$i = \frac{t_1 - t_2}{L} \times 100\% \dots\dots\dots(5)$$

i = Kemiringan

t1 = Elevasi tertinggi

t2 = Elevasi terendah

L = Lebar jalan