BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Infrastuktur jalan merupakan salah satu elemen vital dalam mendukung perkembangan ekonomi, sosial, dan mobilitas masyarakat. Ketersediaan jalan yang baik dan layak sangat diperlukan untuk memastikan kelancaran aktivitas transportasi dan pengangkutan barang. Namun, kondisi ruas jalan sering kali mengalami berbagai jenis kerusakan akibat beban kendaraan, perubahan cuaca, dan kurangnya pemeliharaan secara rutin. Kerusakan jalan ini tidak hanya menghambat arus lalu lintas tetapi juga meningkatkan risiko kecelakaan serta biaya operasional kendaraan.

Kerusakan jalan merupakan salah satu isu penting dalam manajemen transportasi yang harus mendapat perhatian khusus. Kondisi jalan yang rusak telah terbukti menjadi salah satu faktor utama terjadinya hambatan pada aktivitas masyarakat dan pendapatan ekonomi, selain itu kerusakan jalan juga berdampak pada angka kecelakaan lalu lintas (Gunawan & Santoso, 2020). Kabupaten Pinrang, sebagai salah satu daerah di Indonesia yang terus berkembang, tidak luput dari permasalahan ini.

Jalan PLTA Bakaru di Kabupaten Pinrang sering menjadi sorotan karena tingkat kerusakan yang tinggi. Kerusakan ini mencakup berbagai bentuk seperti lubang jalan, permukaan yang tidak rata, dan tanda-tanda jalan yang sudah pudar. Kondisi tersebut tidak hanya mengurangi kenyamanan berkendara, tetapi juga

berdampak pada aktivitas social, pertumbuhan ekeonimi dan risiko kecelakaan lalu lintas (Budi et al., 2021). Dalam konteks ini, penting untuk melakukan studi komparatif guna mengukur sejauh mana kondisi kerusakan jalan yang terjadi di jalan PLTA Bakaru. Dengan memahami hubungan ini, pemerintah daerah dapat lebih efektif dalam merencanakan dan melaksanakan perbaikan jalan yang tepat sasaran.

Kerusakan jalan memiliki dampak signifikan, baik terhadap individu maupun masyarakat secara keseluruhan. Tidak hanya menyebabkan kemacetan, kerusakan jalan juga berpengaruh pada aktivitas social, pendapatan ekonomi dan angka kecelekaan. Hal yang mungkin sering timbul akibat kerusakan jalan pada masyarakat adalah hambatan pada distribusi hasil pertanian/perkebunan dan kecelakan lalu lintas, sedangkan biaya perawatan medis dan kehilangan produktivitas, sangat besar (Setiawan, 2020). Oleh karena itu, pencegahan kerugian ekonomi dan angka kecelakaan melalui perbaikan dan pemeliharaan jalan merupakan langkah yang sangat penting.

Menganalisis data kerusakan jalan di Kabupaten Pinrang, khususnya di Jalan PLTA Bakaru, adalah upaya untuk memahami hubungan antara kondisi kerusakan jalan dan pengaruhnya terhadap sosial dan perkembangan ekonomi. untuk mengidentifikasi jenis kerusakan jalan yang paling berbahaya dan membutuhkan tindakan perbaikan segera kita menggunakan metode Pavement Condition Index (Ismail & Ardiansyah, 2022). Selain itu, penelitian ini juga mengevaluasi peran pemerintah dalam menangani permasalahan kerusakan jalan.

Pentingnya partisipasi masyarakat dalam melaporkan kondisi jalan yang rusak juga merupakan hal yang sangat penting. Edukasi kepada masyarakat tentang keselamatan jalan dan cara melaporkan kerusakan jalan dapat mempercepat proses perbaikan jalan (Wijaya, 2021). Selain itu, pemanfaatan teknologi seperti sensor jalan dan analisis data besar dalam pemantauan kondisi jalan dapat membantu mendeteksi kerusakan lebih dini sehingga perbaikan dapat dilakukan sebelum kerusakan tersebut menyebabkan kecelakaan.

Studi kasus di Jalan PLTA Bakaru memberikan wawasan spesifik mengenai kondisi di lapangan. Data yang diperoleh dari studi kasus ini akan memberikan gambaran yang lebih rinci tentang jenis kerusakan jalan, frekuensi kecelakaan, pengaruhntya terhadap aktivitas social dan pendapatan ekonomi serta upaya perbaikan yang telah dilakukan oleh pemerintah. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi konkret bagi pemerintah Kabupaten Pinrang, meliputi langkah-langkah perbaikan jalan sebagai upaya untuk memperbaiki perputaran ekonomi, aktivitas social dan kecelakaan lalu lintas.

Dengan pemahaman yang lebih baik mengenai kondisi kerusakan jalan dan dampaknya terhadap aktivitas social, jumlah kecelakaan serta pengaruhnya terhdap perputaran ekonomi, diharapkan upaya pencegahan dapat dirancang secara lebih efektif. Hal ini tidak hanya akan meningkatkan keselamatan jalan, tetapi juga mengurangi beban ekonomi yang disebabkan oleh kecelakaan lalu lintas. Pada akhirnya, tujuan utama dari penelitian ini adalah menciptakan lingkungan berkendara yang lebih aman bagi masyarakat Kabupaten Pinrang. Dengan kondisi jalan yang lebih baik dan aman, diharapkan aktivitas social, pendapatan ekonomi

membaik, dan angka kecelakaan dapat berkurang, supaya kualitas hidup masyarakat dapat meningkat.

Berdasarkan latar belakang di atas, penulis bermaksud untuk melakukan penelitian lebih lanjut mengenai kerusakan jalan yang terjadi di Jalan PLTA Bakaru. Adapun judul penelitian ini adalah: **"Studi Kerusakan Jalan di Kabupaten Pinrang (Studi Kasus Jalan PLTA Bakaru)."**

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, makadirumuskan permasalahan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana kerusakan jalan di Kabupaten Pinrang, khususnya pada jalan PLTA Bakaru?
2. Apa saja jenis-jenis kerusakan jalan yang paling sering ditemukan di jalan PLTA Bakaru?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui kerusakan jalan di Kabupaten Pinrang, khususnya pada jalan PLTA Bakaru
2. Untuk mengetahui Apa saja jenis-jenis kerusakan jalan yang paling sering ditemukan di jalan PLTA Bakaru

D. Batasan Masalah

Berikut adalah batasan masalah penelitian berdasarkan data yang Anda sampaikan:

1. **Kawasan Penelitian**

   Penelitian ini dibatasi pada Jalan PLTA Bakaru di Kabupaten Pinrang. Fokus penelitian adalah menganalisis kondisi kerusakan jalan di area tersebut.

2. **Jenis Kerusakan Jalan**

   Kerusakan jalan yang diteliti mencakup:

   a. Jalan yang berlubang (potholes)

   b. Permukaan jalan yang tidak rata

   c. Retak kulit buaya

   d. Retak memanjang

3. **Periode Penelitian**

   Penelitian ini dilakukan dengan menganalisis data kerusakan jalan dalam periode tertentu, misalnya, empat tahun terakhir (2022–2025).

4. **Faktor yang Dibatasi**

   Faktor-faktor lain yang mempengaruhi kerusakan jalan biasanya terjadi pada medan terjal dan beberapa kendaraan yang bermuatan besar.

5. **Metode Penelitian**

   Metode yang digunakan melibatkan pendekatan kuantitatif (analisis data kerusakan) dan kualitatif (pengamatan langsung terhadap kondisi jalan dan wawancara dengan pihak terkait). Fokus utama adalah komparasi kondisi jalan.

6. Evaluasi Kebijakan

Analisis hanya mencakup evaluasi terhadap kebijakan pemeliharaan jalan yang diterapkan di wilayah penelitian tanpa menilai kebijakan pada level nasional atau wilayah lain.

E. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat baik secara teoritis maupun praktis, sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis
   a. Menambah wawasan dan referensi akademik terkait analisis kerusakan jalan, khususnya dalam studi komparatif kondisi jalan di Kabupaten Pinrang.
   b. Memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu teknik sipil, khususnya dalam bidang perkerasan jalan dan manajemen pemeliharaan jalan.
   c. Sebagai bahan acuan untuk penelitian selanjutnya dalam bidang yang berkaitan dengan analisis dan perbaikan infrastruktur jalan.
2. Manfaat Praktis
   a. Membantu dalam perencanaan perbaikan dan pemeliharaan jalan dengan mempertimbangkan faktor-faktor penyebab kerusakan yang ditemukan dalam penelitian ini.
   b. Memberikan rekomendasi solusi teknis untuk meningkatkan kualitas dan daya tahan jalan, sehingga dapat meningkatkan kelancaran transportasi

serta keselamatan pengguna jalan.

c. Memberikan data yang dapat digunakan oleh masyarakat dan stakeholder lain dalam memahami pentingnya pemeliharaan infrastruktur jalan secara berkala.
d. Memberikan informasi kepada pemerintah daerah dan instansi terkait mengenai kondisi nyata kerusakan jalan di sekitar PLTA Bakaru

F. Sistematis Penulisan

Adapun sistematika penulisan diatur dalam pedoman skripsi fakultas teknik universitas muhammadiyah parepare sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas terdapat latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan yang digunakan.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

Dalam bab ini membahas tentang dasar teori dan berbagai literatur berhubungan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini terdapat gambaran umum alur penelitian, mulai waktu pengujian, alat dan bahan penelitian, hal-hal apa saja yang dilakukan dalam penelitian ini dan langkah kerjanya, serta diagram alir penelitian tersebut.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang hasil hasil penelitian yang telah dilakukan melalui analisi dan tinjauan lapangan lalu dijabarkan dalam bentuk tabel, grafik, maupun gambar.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari seluruh rangkaian penelitian yang telah dilakukan serta saran saran terkait dengan permasalahan pemikiran.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Kerusakan Jalan

a. Definisi Kerusakan Jalan

Kerusakan jalan adalah kondisi dimana jalan tidak lagi dapat memberikan layanan secara optimal karena adanya gangguan pada struktur atau permukaan jalan yang menyebabkan penurunan kualitas perjalanan. Kerusakan ini mencakup berbagai bentuk, seperti retak, berlubang, dan bergelombang. Retak pada permukaan jalan sering terjadi karena adanya tekanan atau beban kendaraan yang berlebihan, serta faktor perubahan suhu yang ekstrem, yang menyebabkan material jalan mengembang dan menyusut. Retakan dapat terbagi lagi menjadi beberapa jenis, seperti retak rambut (*hairline crack*) yang cukup kecil dan retakan besar yang bisa memperburuk kondisi jalan jika dibiarkan tanpa perawatan. Retakan ini, jika dibiarkan dalam waktu lama, akan semakin melebar dan dapat menyebabkan kerusakan yang lebih besar pada struktur jalan.

Selain retak, kerusakan jalan juga bisa berupa berlubang, yang biasanya terjadi akibat keausan yang terus-menerus oleh lalu lintas kendaraan, serta faktor drainase yang buruk. Lubang pada jalan sangat berbahaya bagi kendaraan, terutama kendaraan dengan roda kecil seperti sepeda motor, yang dapat dengan mudah kehilangan keseimbangan saat melintasi jalan berlubang. Gelombang atau permukaan yang bergelombang juga merupakan bentuk kerusakan jalan

lainnya, yang bisa disebabkan oleh perbedaan ketebalan lapisan aspal atau beton, serta pemadatan yang tidak merata selama pembangunan jalan. Gelombang ini dapat menurunkan kenyamanan berkendara dan meningkatkan risiko kecelakaan.

Menurut Situmorang (2023), kerusakan pada jalan bukan hanya masalah estetika, tetapi juga berhubungan langsung dengan efisiensi transportasi dan keselamatan pengendara. Setiap jenis kerusakan jalan memiliki dampak yang berbeda-beda, baik dari segi waktu tempuh, konsumsi bahan bakar, aktivitas social, pendapatan ekonomi hingga tingkat kecelakaan yang dapat terjadi. Oleh karena itu, pemantauan dan perbaikan jalan yang rutin sangat diperlukan untuk menjaga kelancaran arus lalu lintas.

b. Penyebab Kerusakan Jalan

Kerusakan jalan dapat disebabkan oleh berbagai faktor, baik yang bersifat alami maupun yang disebabkan oleh aktivitas manusia. Faktor alam, seperti curah hujan yang tinggi atau suhu ekstrem, menjadi salah satu penyebab utama kerusakan jalan. Curah hujan yang tinggi dapat menyebabkan perkolasi air yang berlebihan ke dalam lapisan jalan, mengurangi kekuatan struktur jalan, serta mempercepat proses pelapukan bahan konstruksi jalan. Selain itu, suhu ekstrem yang berubah-ubah antara siang dan malam dapat menyebabkan pengembangan dan penyusutan bahan aspal atau beton, yang mengarah pada terbentuknya retakan.

Beban kendaraan yang berlebihan juga menjadi faktor penyebab kerusakan jalan. Kendaraan berat, seperti truk atau bus, memberikan tekanan

yang lebih besar pada permukaan jalan dibandingkan kendaraan ringan. Beban berlebih ini mempercepat proses degradasi lapisan jalan, terutama pada bagian-bagian yang tidak dilengkapi dengan konstruksi yang cukup kuat. Faktor beban ini sering kali terjadi di jalan-jalan yang dilalui oleh kendaraan dengan tonase tinggi tanpa adanya pengawasan atau pembatasan yang ketat.

Kualitas konstruksi juga memegang peranan penting dalam ketahanan jalan. Jika kualitas material yang digunakan rendah, seperti aspal yang tidak memenuhi standar atau beton yang tidak dipadatkan dengan baik, maka jalan akan cepat mengalami kerusakan. Pemilihan bahan yang tidak sesuai atau metode konstruksi yang tidak tepat juga bisa memperpendek umur jalan. Nasution (2024) menyatakan bahwa kualitas konstruksi yang buruk sering kali diakibatkan oleh pengawasan yang kurang ketat, kurangnya perencanaan yang matang, atau ketidakpahaman pekerja konstruksi mengenai teknik-teknik yang benar dalam pembangunan jalan.

c. Kategori dan Klasifikasi Kerusakan Jalan menurut Standar Teknis

Standar teknis yang digunakan untuk mengklasifikasikan kerusakan jalan di Indonesia antara lain adalah SNI (Standar Nasional Indonesia) dan peraturan pemerintah yang terkait. Menurut SNI 03-1746-2003 tentang tata cara perencanaan dan pelaksanaan pemeliharaan jalan, kerusakan jalan dibagi menjadi beberapa kategori berdasarkan tingkat keparahan dan luas kerusakan. Kategori pertama adalah kerusakan ringan, yang biasanya melibatkan kerusakan pada lapisan permukaan jalan tanpa merusak struktur utama jalan. Jenis kerusakan ringan seperti retakan kecil atau kerusakan aspal yang tidak terlalu

dalam sering kali dapat diperbaiki dengan perawatan rutin seperti perbaikan lapisan aspal atau penambalan.

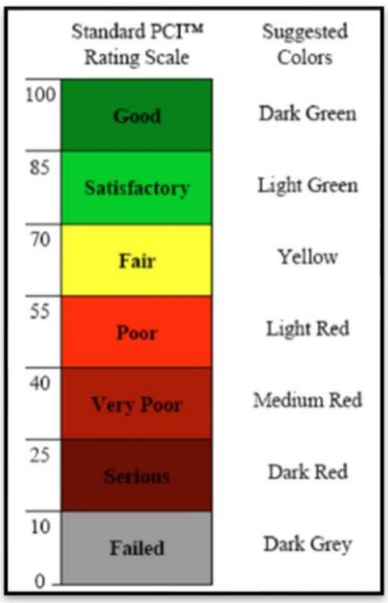
Kategori kedua adalah kerusakan sedang, yang mempengaruhi sebagian besar permukaan jalan, tetapi belum mengganggu struktur utama jalan secara signifikan. Pada kerusakan sedang ini, perbaikan mungkin memerlukan penggantian sebagian lapisan permukaan aspal atau beton. Ketiga adalah kerusakan berat, di mana kerusakan sudah menyentuh struktur jalan yang lebih dalam dan membutuhkan perbaikan lebih mendalam atau bahkan rekonstruksi total. Jenis kerusakan berat ini mencakup lubang yang dalam, retakan besar yang mempengaruhi struktur jalan, dan jalan yang bergelombang atau ambles.

Dampak kerusakan jalan terhadap keselamatan pengguna jalan sangat besar. Jalan yang berlubang atau bergelombang dapat menyebabkan kecelakaan, terutama bagi pengendara sepeda motor yang rentan terhadap kerusakan roda dan kehilangan keseimbangan. Selain itu, jalan yang tidak rata dapat meningkatkan keausan kendaraan, memperburuk efisiensi bahan bakar, dan memperpanjang waktu tempuh perjalanan. Yusuf (2022) menyebutkan bahwa kerusakan jalan yang tidak segera diperbaiki dapat meningkatkan risiko kecelakaan lalu lintas, yang akhirnya berpengaruh pada keselamatan dan kenyamanan pengguna jalan. Oleh karena itu, penting bagi pihak berwenang untuk melakukan perawatan jalan secara berkala dan tepat waktu untuk menjaga kualitas jalan dan keselamatan pengendara.

2. Metode Pavement Condition Index (PCI)

Metode PCI (*Pavement Condition Index*) merupakan suatu cara untuk

menentukan keadaan perkerasan jalan berdasarkan jenis dan tingkat kerusakannya. Rentang nilai yang digunakan adalah 0 sampai 100, dengan 0 menunjukkan bahwa perkerasan rusak parah dan 100 menunjukkan bahwa perkerasan dalam kondisi sangat baik. Rentang tingkat PCI seperti yang terdapat pada *ASTM D 6433, 2018* seperti terlihat pada Gambar 2.1. PCI dihitung menggunakan survei kondisi jalan secara visual (termasuk jenis kerusakan, tingkat keparahan, dan kuantitas).



Gambar 2. 1 Rating Kondisi Perkerasan Berdasarkan Nilai PCI
(*Sumber: ASTM D 6433, 2018*)

a. Kerapatan (Density)

Kerapatan atau kadar kerusakan didapat dari luasan dari suatu kerusakan dibagi dengan luasan suatu unit segmen yang diukur dalam meter persegi dan dikalikan 100%. Nilai kerapatan jenis kerusakan dibedakan juga berdasarkan tingkat kerusakannya. Persamaan nilai kerapatan dapat ditunjukkan sebagai berikut :

$$\text{Density} = \frac{Ld}{As^2} \times 100\%$$

$$\text{Density} = \frac{Ad^2}{As^2} \times 100\%$$

Dengan :

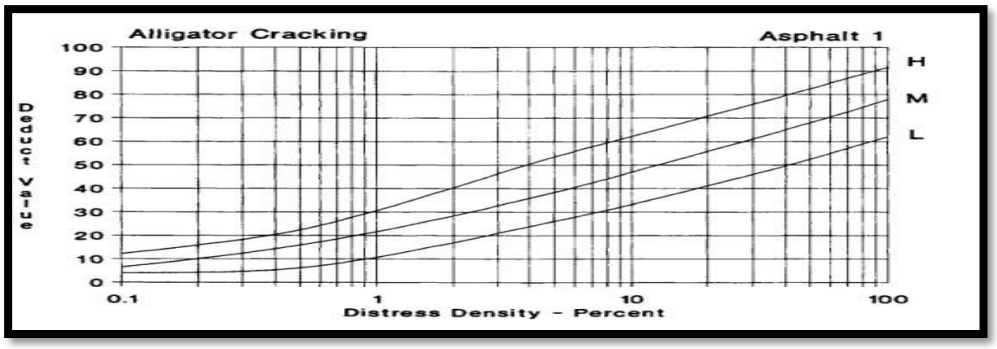
Ad : Luas total jenis kerusakan untuk tiap tingkat kerusakan (m^2)

Ld : Panjang total jenis kerusakan untuk tiap tingkat kerusakan(m)

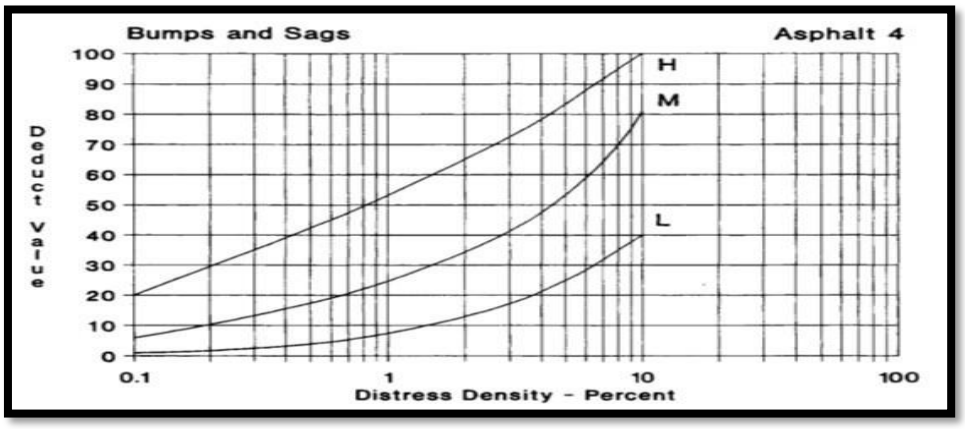
As : Luas total unit segmen (m^2)

b. Nilai Pengurangan (Deduct Value)

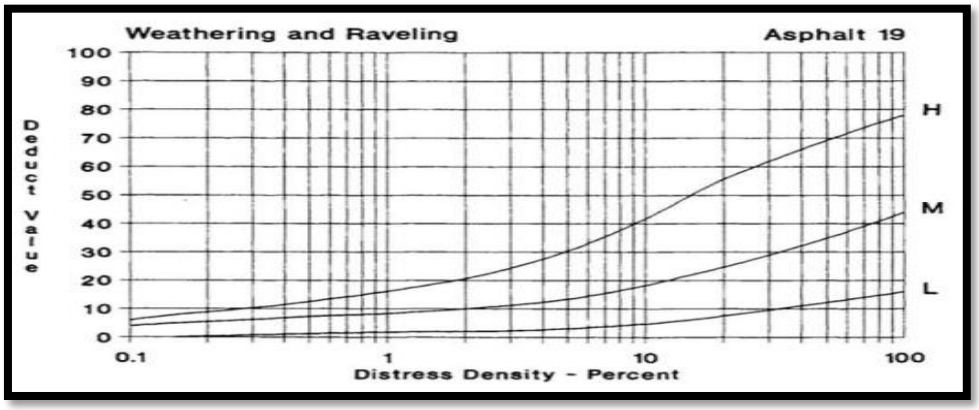
Nilai pengurangan adalah nilai pengurangan tiap jenis kerusakan yang diperoleh dari kurva hubungan antara kerapatan dan nilai pengurangan. Nilai pengurangan juga dibedakan atas tingkat kerusakan untuk tiap jenis kerusakan. Dalam mencari nilai pengurangan digunakan kurva deduct value yang terdapat. Contoh Kurva *Deduct Value* :



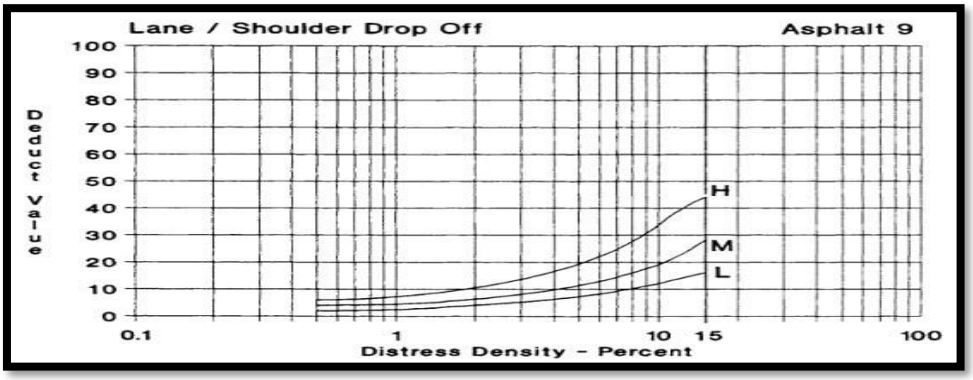
Gambar 2.2 Deduct Value retak kulit buaya
(Sumber : shahin, 1994)



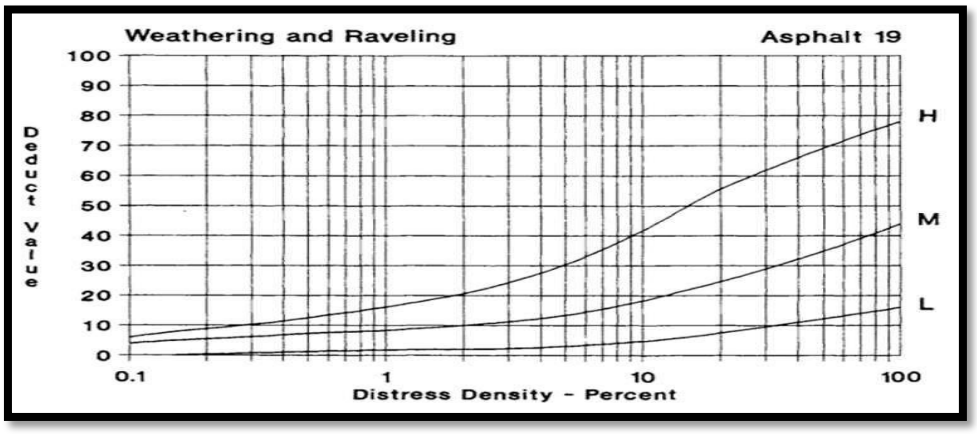
Gambar 2.3 Deduct Value kegemukan
(Sumber : shahin, 1994)



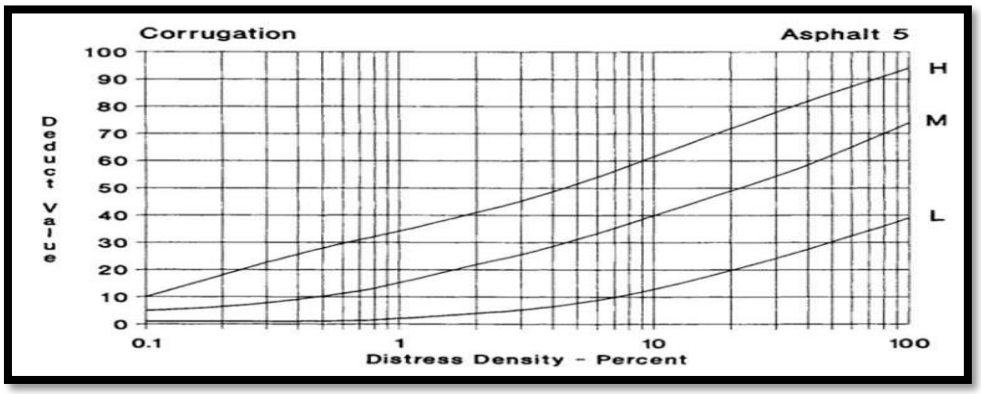
Gambar 2.4 Deduct Value retak kotak
(Sumber : shahin, 1994)



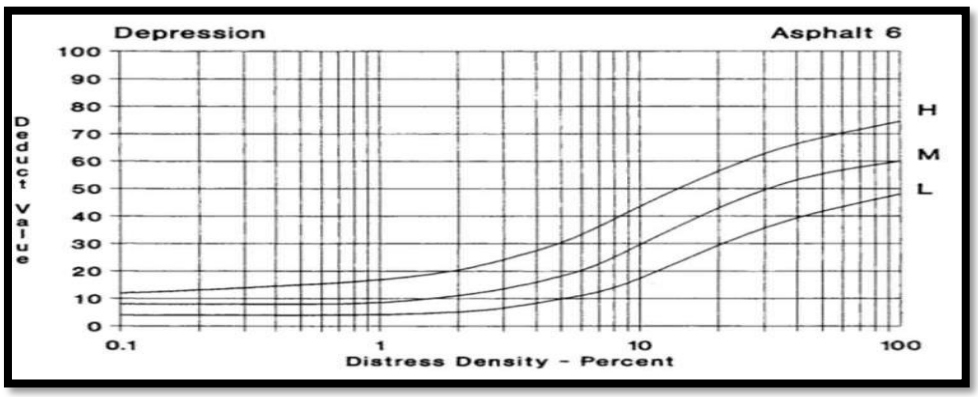
Gambar 2.5 Deduct Value benjolan dan kendor
(Sumber : shahin, 1994)



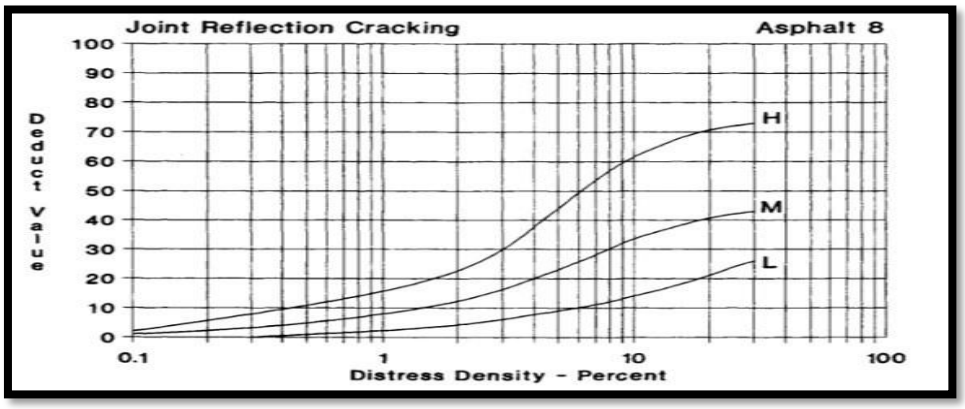
Gambar 2.6 Deduct Value pelepasan butiran
(Sumber : shahin, 1994)



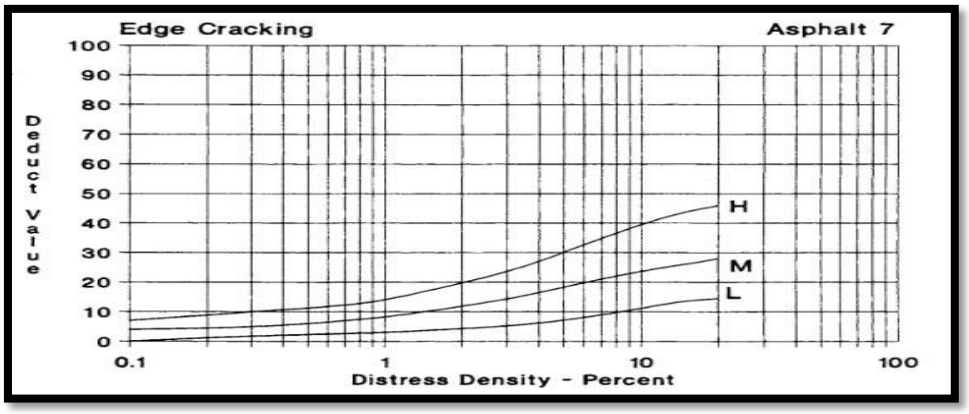
Gambar 2.7 Deduct Value keriting
(Sumber : shahin, 1994)



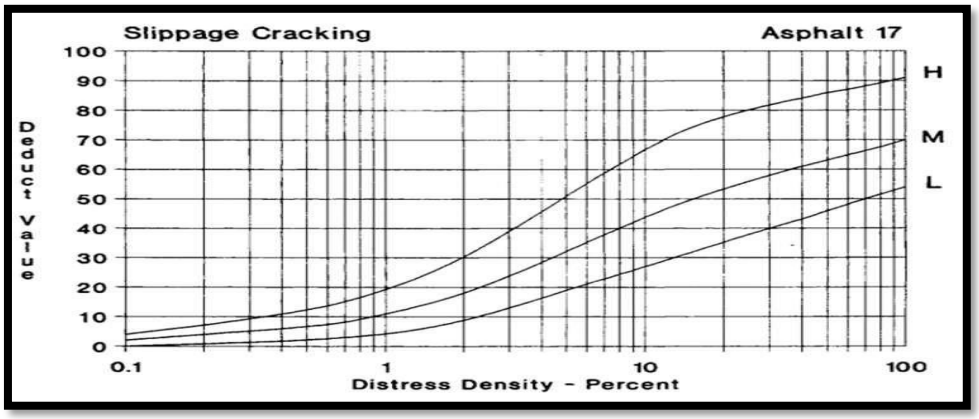
Gambar 2.8 Deduct Value amblas
(Sumber : shahin, 1994)



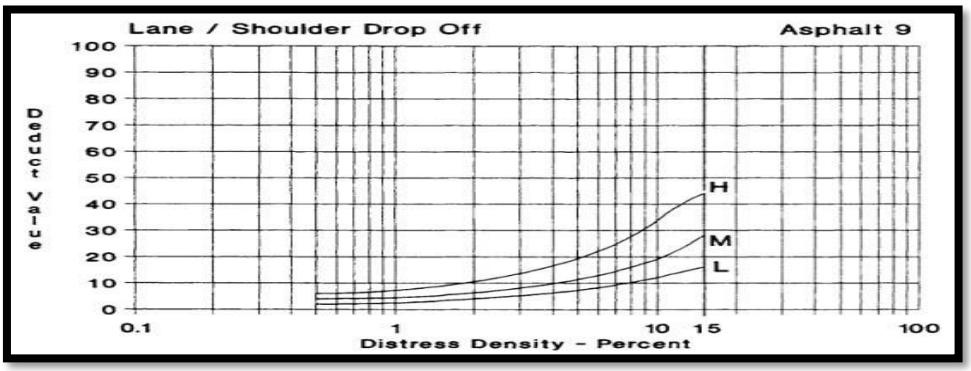
Gambar 2.9 Deduct Value retak sambung
(Sumber : shahin, 1994)



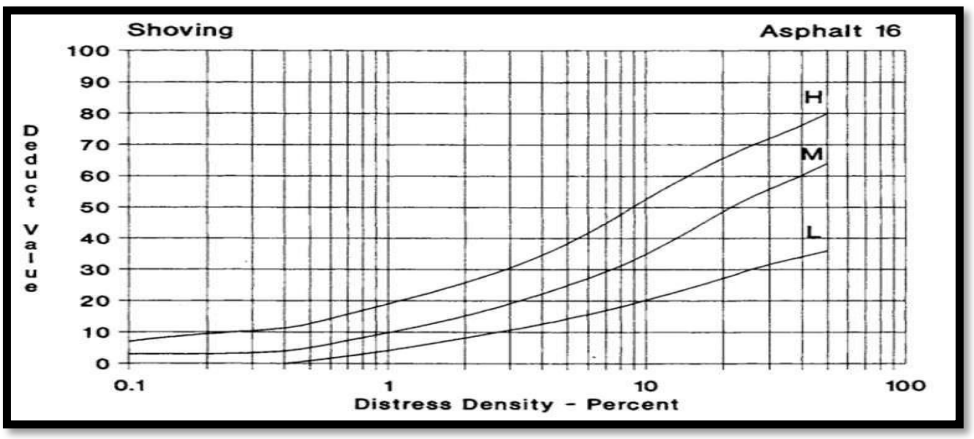
Gambar 2.10 Deduct Value retak samping jalan
(Sumber : shahin, 1994)



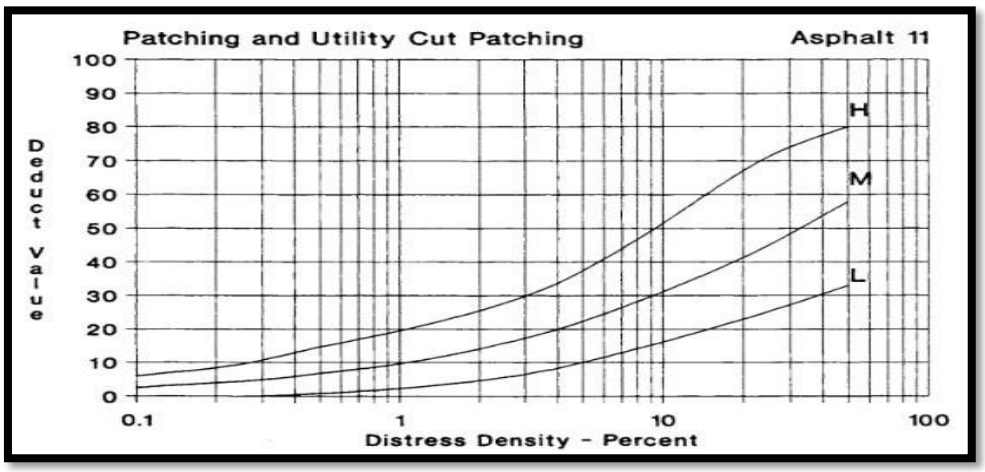
Gambar 2.11 Deduct Value retak selip
(Sumber : shahin, 1994)



Gambar 2.12 Deduct Value bahu jalan
(Sumber : shahin, 1994)

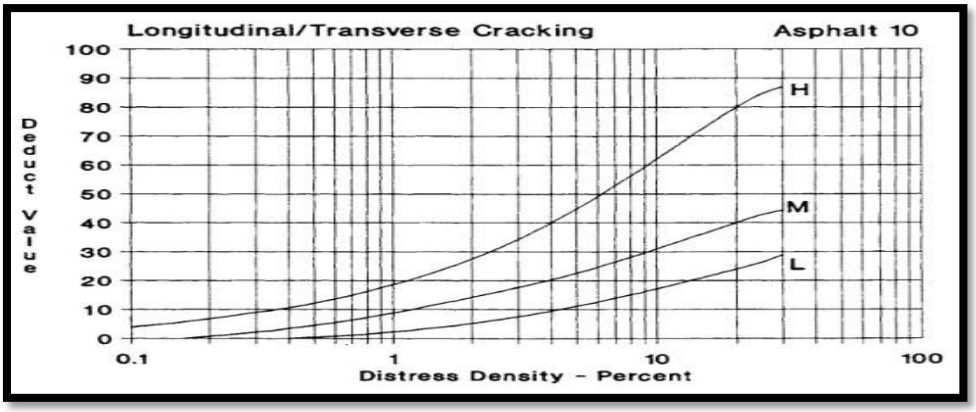


Gambar 2.13 Deduct Value sungkur
(Sumber : shahin, 1994)

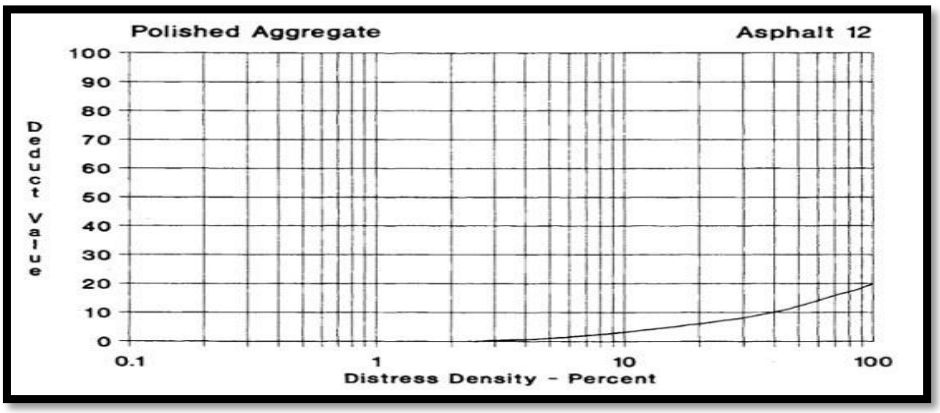


Gambar 2.14 Deduct Value tambalan

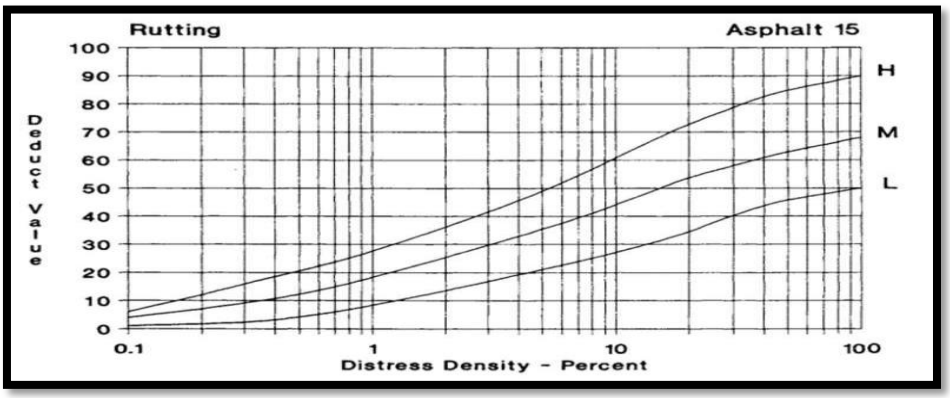
(Sumber : shahin, 1994)



Gambar 2.15 Deduct Value retak memanjang/ melintang
(Sumber : shahin, 1994)

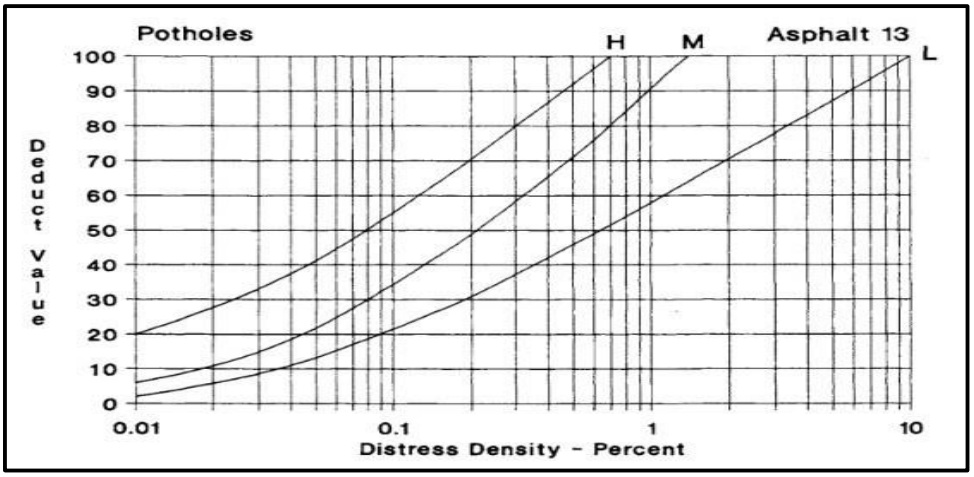


Gambar 2.16 Deduct Value keausan
(Sumber : shahin, 1994)



Gambar 2.17 Deduct Value alur lubang

(Sumber : shahin, 1994)



Gambar 2.18 Deduct Value keausan
(Sumber : shahin, 1994)

c. Nilai Izin Maksimum Jumlah Deduct Value

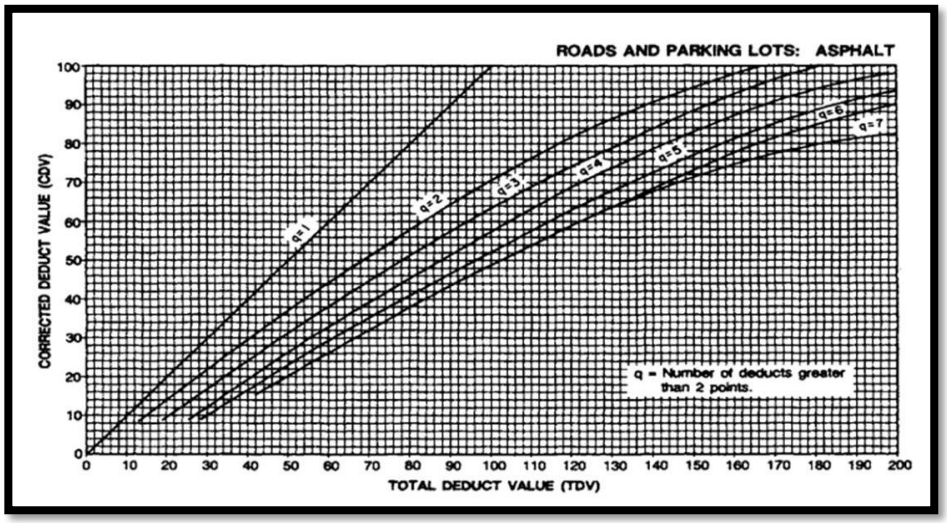
Nilai izin maksimum jumlah *deduct value* (m) adalah perhitungan terhadap jumlah data *deduct value* dalam suatu segmen yang lebih dari 1 jenis. Jumlah data DV akan direduksi sampai sejumlah m, termasuk bagian desimal. Jika data yang tersedia kurang dari nilai m, maka seluruh data DV pada segmen tersebut dapat digunakan.

d. Nilai Pengurangan Total (Total Deduct Value)

Nilai pengurangan total adalah nilai total dari masing-masing nilai *deduct value* untuk tiap-tiap jenis kerusakan ada pada suatu unit segmen penelitian. Cara memperoleh nilai pengurang total yaitu dengan menjumlah seluruh nilai pengurangan (*deduct value*) yang telah didapat sebelumnya (Hardiyatmo, 2015: 59).

e. Nilai Pengurangan Terkoreksi (Corrected Deduct Value)

Nilai pengurangan terkoreksi diperoleh dari kurva hubungan antara nilai TDV dan CDV dengan pemilihan lengkung kurva sesuai dengan jumah nilai individual *deduct value* yang mempunyai nilai lebih besar dari 2. Nilai CDV dapat ditentukan dari grafik hubungan seperti yang disajikan pada Gambar 2.18 di bawah.



Gambar 2.19 Grafik Hubungan TDV dengan CDV
(*sumber: Shahin,1994)*

B. Kajian Hasil Penelitian Terdahulu

1. Akhmad Zadhi Nashruddin dan Cahya Buana, (2021), Analisis Penilaian Kerusakan Jalan dan Perbaikan Perkerasan pada Jalan Raya Roomo, Kecamatan Manyar, Kabupaten Gresik, tentang Pada tahap penilaian kerusakan Jalan Raya Roomo berdasarkan metode PCI (Pavement Condition Index), dimana

penilaian dilakukan per 100 meter sehingga ruas Jalan Raya Roomo terbagi menjadi 19 segmen, didapatkan 5 jenis rating kondisi jalan yang berbeda. Pada segmen 10, 11, dan 12 memiliki rating kondisi Very Good dengan nilai PCI 70 – 85. Pada segmen 4, 8, 9, 16, 17, dan 19 memiliki rating kondisi Good dengan nilai PCI 55 – 70. Pada segmen 1, 3, 5, 6, 7, 15, dan 18 memiliki rating kondisi Fair dengan nilai PCI 40 – 55. Pada segmen 2 dan 14 memiliki rating kondisi Poor dengan nilai PCI 25 – 40. Pada segmen 13 memiliki rating kondisi Very Poor dengan nilai PCI 10 – 25.

2. Muhammad Fakhruriza Pradana, Dwi Esti Intari, Danur Pratidina. (2019) Analisa Kecelakaan Lalu Lintas Dan Faktor Penyebabnya Di Jalan Raya Cilegon. Gambaran hasil dari karakteristik kecelakaan yang diperoleh dari data penelitian adalah sebagai berikut: Kecelakaan dominan terjadi pada Hari Sabtu sebanyak 47 kali (19%), waktu gelap sebanyak 149 kali (58%), korban Luka Ringan sebanyak 258 korban (62%), Bulan Maret hingga Agustus sebanyak 145 kali (57%), tingkat pendidikan SLTA sebanyak 164 kali (77%), pengguna Kendaraan Roda Dua sebanyak 180 kali (74%), laki – laki sebanyak 167 kali (87%), tidak memiliki SIM sebanyak 124 kali (67%), karyawan swasta sebanyak 134 kali (66%), usia 21 hingga 25 tahun sebanyak 49 kali (23%). Faktor dominan kecelakaan yaitu disebabkan oleh manusia dengan persentase 96%. Dengan metode AEK dan UCL didapat daerah rawan kecelakaan (blackspot) dengan angka tertinggi adalah Kelurahan Wanayasa, Kecamatan Kramatwatu.
3. Novita Sari, Nor Hidayati (2023) Analisis Kecelakaan Lalu Lintas Jalan Raya Jepara Bangsri Km 05 Desa Mambak Pasak, Kondisi jalan yang menikung

curam serta terdapat banyak kerusakan juga menjadi salah satu factor penyebab terjadinya kecelakaan di Jalan Raya Jepara-Bangsri Km 05 Desa Mambak ini, selain itu mayoritas pengguna jalan ini adalah truck bermuatan besar serta container yang mana sering menjadi penyumbang kerusakan jalan. Berdasarkan beberapa factor yang telah dijelaskan diatas, maka perlu diadakan penelitian analisis kecelakaan lalu lintas di Jalan Raya Jepara-Bangsri Km 05 Desa Mambak yang mampu menyediakan sebuah sistem dan cara yang dapat menjadi evaluasi terhadap kecelakaan lalu lintas yang sering terjadi di Jalan Raya Jepara-Bangsri Km 05 Desa Mambak ini. Metode yang digunakan dalam analisa ini adalah metode Kuantitatif Descriptive atau survey lapangan yang mana akan digunakan untuk mengevaluasi Geometrik jalan, nilai accident rate (tingkat kecelakaan), accident cost(biaya kecelakaan) dan juga menetukan titik Black Spot (daerah rawan kecelakaan).

4. Surya Septiadi, Muh Nashir T, Hamsyah, (2022) Studi analisis dampak lalu lintas pengembangan kampus iain parepare, Adapun penelitian ini bertujuan mengetahui kinerja lalu lintas di sekitar lokasi rencana pengembangan kampus IAIN Parepare dan besarnya dampak lalu lintas yang akan ditimbulkan.
5. Abd. Rahman Rasidin, M. Nashir T, Hendro Widarto, (2022), studi kelayakan pembangunan jalan lingkar tengah kota parepare, Hasil penelitian menunjukkan bahwa jam puncak Jalan Bau Massepe dan Jalan Jendral Ahmad Yani pada pukul 17.00 - 18.00 masing-masing sebesar 1394,0 smp/jam dengan nilai derajat kejenuhan V/C rasio 0,53 dan 982,9 smp/jam dengan derajat kejenuhan V/C rasio 0,45. Dari aspek teknis trase rencana

pembangunan jalan lingkar layak untuk dilakukan dilihat dari geometrik rencana jalan. Biaya penghematan nilai dan waktu secara keseluruhan mengalami penghematan setiap tahun hingga akhir umur rencana tahun 2071 yaitu sebesar 4,24 miliar.

6. Jumadi, Hakzah , Mustakim, (2022), analisis keselamatan lalu lintas berdasarkan pemahaman berkendara terhadap simbol rambu lalu lintas (studi kasus: data'e, lainungan, kabupaten sidenreng rappang), Hasil penelitian untuk karakteristik yaitu responden dengan usia 21-35 tahun sebanyak 60%, yang memiliki SIM B1 sebanyak 98%, sedangkan yang pernah mengalami kecelakaan 1-3 kali sebanyak 5%. Adapun responden yang memahami simbol rambu lalu lintas sebesar 56% dan yang tidak sebesar 43%. Perilaku berkendara, kedisiplinan dan pengetahuan rambu lalu lintas mampu mempengaruhi keselamatan berkendara sebesar 51% dan sisanya dijelaskan oleh variabel-variabel lain.
7. Asriani, Sulfanita, Andriyani, (2022) analisa kerusakan lapis perkerasan lentur jalan menggunakan metode pavement condition index (pci) studi kasus jalan salokarajae desa pattondon salu kecamatan maiwa kabupaten enrekang, Hasil penelitian yang dilaksanakan pada bulan Maret 2022 ini menunjukkan terdapat 7 macam kerusakan yang terjadi seperti retak kulit buaya sebesar 0,91 %, retak memanjang sebesar 3,30 %, lubang sebesar 1,73 %, kerusakan tepi sebesar 0,54 %, tambalan sebesar 32,04 %, pelepasan butiran sebesar 58,19 % dan amblas sebesar 3,30 %. Nilai rata-rata PCI sebesar 45 yang menunjukkan bahwa perkerasan jalan dalam kondisi cukup sehingga diperlukan adanya penanganan serius dari pemerintah untuk segera

melakukan perbaikan.

8. Nurul, Andi Sulfanita, Imam Fadly, (2024), Evaluasi Kelayakan Geometrik Tikungan Pada Ruas Jalan Jenderal Ahmad Yani Km. 2 Kota Parepare, Jendral Ahmad Yani Km. 2 Jalan merupakan salah satu akses transportasi darat yang menghubungkan antar wilayah dalam meningkatkan perekonomian dan taraf hidup masyarakat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis geometrik tikungan jalan. Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif kuantitatif dengan analisis menggunakan standar Direktorat Bina Marga. Hasil penelitian dari hasil geometrik tikungan bahwa ruas jalan tersebut termasuk kelas fungsi kolektor primer tikungan tipe SCS dengan status jalan provinsi dengan tipe 2/2 UD. Kondisi geometri eksisting ruas jalan tersebut telah sesuai dengan standar yang dipersyaratkan dimana terdapat alinyemen vertikal sebesar 8,1% dan jarak pandang berhenti sebesar 133,36m. Koordinasi alinyemen yang berhimpitan tidak menghalangi jarak pandang.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain studi komparatif. Pendekatan ini dipilih untuk menganalisis hubungan antara kondisi kerusakan jalan di Kabupaten Pinrang, khususnya di jalan PLTA Bakaru, dengan tingkat kecelakaan lalu lintas yang terjadi. Dalam penelitian ini, data yang dikumpulkan akan dianalisis secara statistik untuk memperoleh kesimpulan yang objektif dan valid mengenai dampak kerusakan jalan terhadap tingkat kecelakaan.

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk dalam kategori penelitian deskriptif kuantitatif yang bertujuan untuk menggambarkan kondisi kerusakan jalan dan jenis kerusakan yang terjadi di jalan PLTA Bakaru. Penelitian ini juga menggunakan metode Pavement Condition Index dengan penilaian 0 sampai 100.

B. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Pinrang, khususnya pada jalan PLTA Bakaru, yang merupakan salah satu ruas jalan yang sering mengalami kerusakan dan memiliki tingkat kecelakaan lalu lintas yang cukup tinggi.

C. Data dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari dua sumber utama: **Data Kerusakan Jalan**: Data ini diperoleh dari instansi terkait seperti Dinas

Pekerjaan Umum atau dinas terkait yang menyediakan informasi tentang kondisi jalan, termasuk jenis-jenis kerusakan yang sering ditemukan (misalnya, lubang, retak, atau permukaan jalan yang bergelombang).

D. Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh jenis kerusakan yang terjadi di jalan PLTA Bakaru selama periode penelitian (misalnya, 5 tahun terakhir). Sampel penelitian ini akan diambil berdasarkan data jenis kerusakan yang tercatat pada hasil analisis lapangan dan instansi terkait.

E. Teknik Pengumpulan Data

1. **Wawancara:** Wawancara dengan petugas terkait, seperti petugas kepolisian, Dinas Pekerjaan Umum, dan masyarakat sekitar jalan PLTA Bakaru untuk menggali informasi lebih dalam mengenai kondisi jalan yang terjadi.
2. **Observasi Lapangan:** Observasi dilakukan untuk memverifikasi kondisi kerusakan jalan yang dilaporkan dan untuk mencatat kerusakan jalan yang mungkin belum tercatat dalam laporan resmi**.**
3. **Dokumentasi:** Mengumpulkan data historis mengenai kecelakaan lalu lintas dan kerusakan jalan melalui laporan kepolisian dan data dari instansi terkait.

F. Teknik Analisis Data

Dalam penelitian ini, analisis data akan dilakukan secara sistematis menggunakan beberapa pendekatan untuk memastikan kesimpulan yang diperoleh valid dan dapat diandalkan. Berikut adalah detail teknik analisis data yang akan digunakan:

1. **Analisis Deskriptif**

   Untuk menggambarkan kondisi kerusakan jalan yang terjadi di jalan PLTA Bakaru. Data mengenai jenis kerusakan jalan akan dikategorikan dan dihitung frekuensinya. Jenis kerusakan yang akan dicatat antara lain lubang, retak, permukaan jalan bergelombang, dan pengaruh cuaca atau faktor lain yang menyebabkan kerusakan.

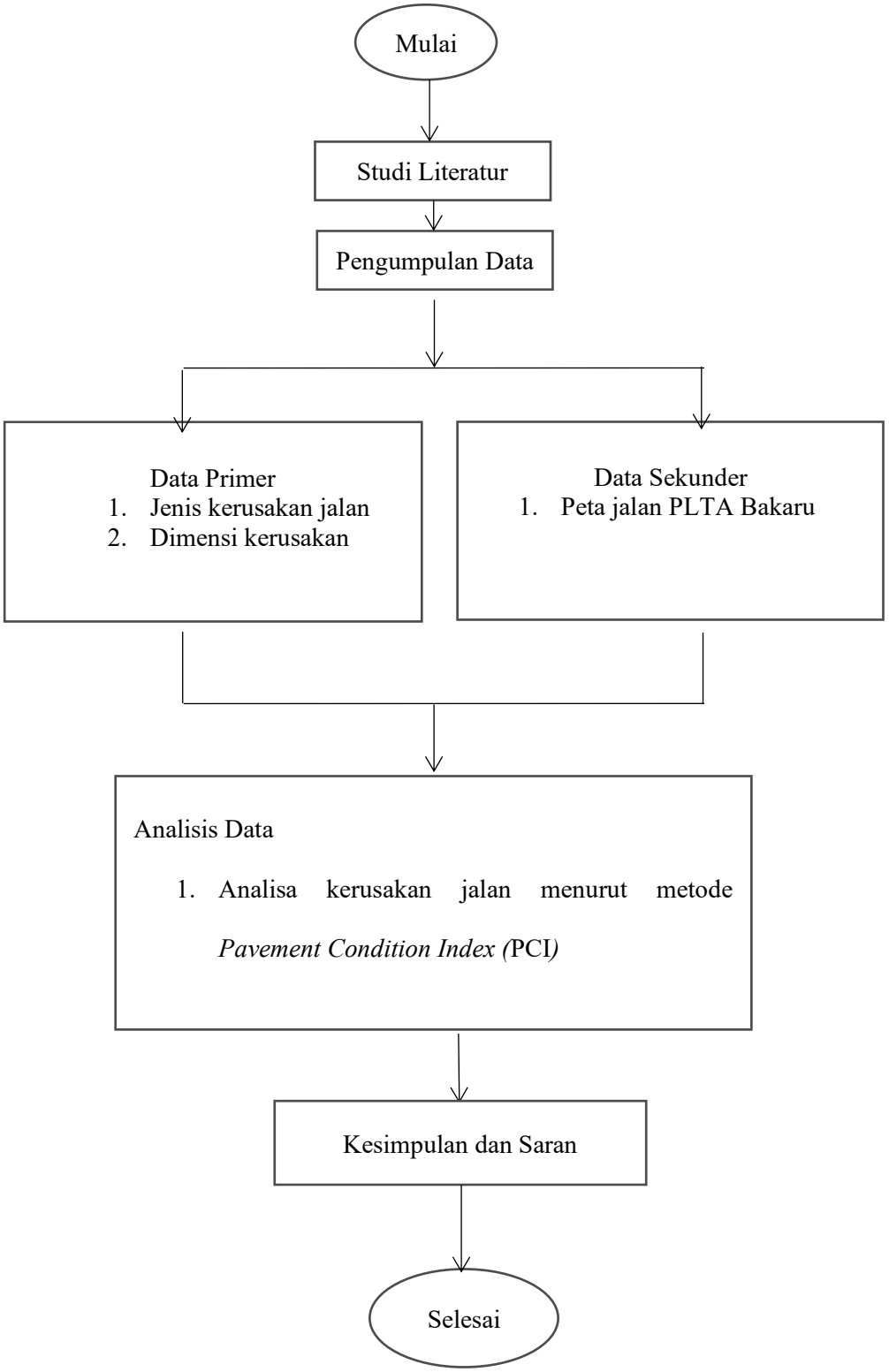
2. **Analisis Lapangan**

   Untuk mengetahui jenis-jenis kerusakan jalan yang ada.

   a. Pengelompokkan data jenis kerusakan jalan yang terjadi di lokasi.

   b. Tingkat kerusakan jalan yang terjadi. Misalnya, jenis-jenis kerusakan dan luas total kerusakan yang terjadi pada jalan tersebut.

G. Diagram Alir



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Kerusakan Metode PCI

Berdasarkan data yang diperoleh dilapangan didapatkan lebar jalan adalah 6 meter dengan 2 lajur 1 arah, pembagian panjang setiap segmen 100 meter sebanyak 15 segmen dengan panjang jalan 2 km. Posisi stationing awal 0+000 dan posisi stationing akhir 2+000. Setelah dilakukan survey jalan, didapatkan 15 segmen jalan yang rusak dan posisi stationing akhir berada pada 1+500.

1. Menentukan jenis kerusakan, tingkat kerusakan, luas kerusakan, kerapatan *(density)* dan *deduct value*.

Tabel 4.1 Perhitungan jenis dan kualitas kerusakan pada STA 0+000 – 0+100

STA	**TINGKAT KERUSAKAN**	**KUALITAS KERUSAKAN**	**LUAS KERUSAKAN (m^2)**			**TOTAL**	***DENSITY* %**	***DEDUCT VALUE***
		A	B			C	d	e
0+000 S/D 0+100	LUBANG	H	0,18	0,35	0,09	0,62	0,10	53
	RETAK BUAYA	H	6,77	4,48	-	11,25	1,88	38
	RETAK MEMANJANG	M	1,74	5,36	-	7,1	1,18	13

Keterangan :
L = *Low*
M = *Medium*
H = *Hight*

Data yang ditampilkan merupakan bagian dari hasil survei kondisi jalan, khususnya mengenai kerusakan jalan per segmen. Data ini biasanya digunakan

untuk analisis perencanaan pemeliharaan jalan atau penghitungan nilai kerusakan jalan. Berikut penjelasan per kolomnya:

a. STA (Station)

Merupakan penanda lokasi dalam satuan kilometer atau meter pada ruas jalan.

Contoh: 0+000 S/D 0+100 berarti data kerusakan ini dicatat untuk segmen jalan sepanjang 100 meter, dari titik 0 sampai 100 meter.

b. Tingkat Kerusakan

Mengindikasikan kategori atau intensitas dari kerusakan. Di data ini, kolom tersebut belum terisi rinci, tetapi biasanya mencakup kategori ringan, sedang, berat.

c. Jenis Kerusakan

Luas kerusakan retak kulit buaya I:

= p x l

= 5,6 x 0,8

= 4,48 m^2

Luas kerusakan retak kulit buaya II:

= p x l

= 4,46 x 1,52

= 6,77 m^2

d. Luas Kerusakan (m^2)

Luas setiap jenis kerusakan yang terjadi dalam satuan meter persegi. Contoh:

Menjumlahkan total luas kerusakan = 4,48 m^2 + 6,77 m^2 = 11,25 m^2 untuk retak buaya terdapat dua kerusakan dengan total 11,25 m^2 (A_d).

e. Density (m^2/km)

Merupakan kerapatan kerusakan, yaitu luas kerusakan per kilometer jalan.

Rumusnya:

$$= \frac{Ad^2}{As^2} \times 100\%$$

$$= \frac{11{,}25^2}{6x100^2} \times 100\%$$

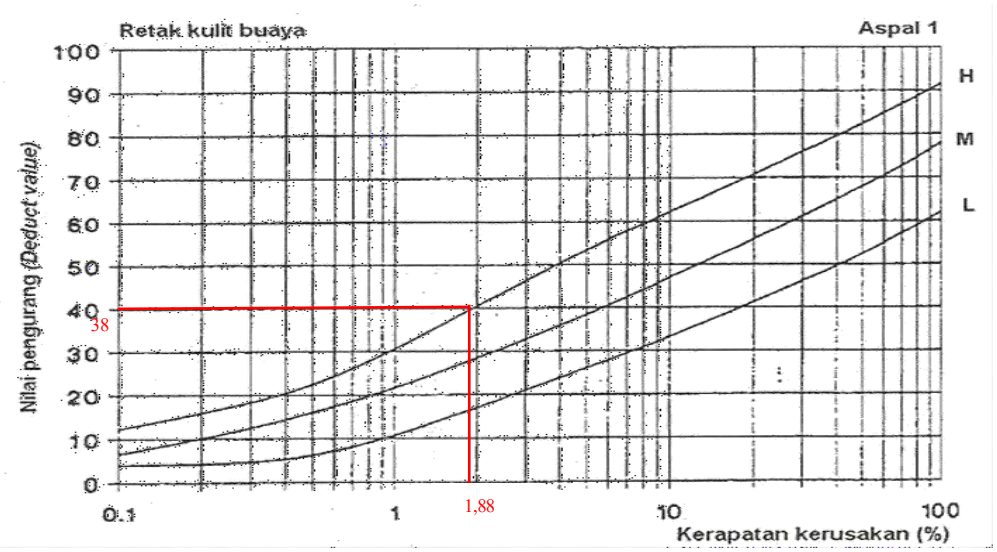
=1,88%

Ad : Luas total jenis kerusakan untuk tiap tingkat kerusakan (m^2)

Ld : Panjang total jenis kerusakan untuk tiap tingkat kerusakan(m)

As : Luas total unit segmen (m^2)

f. Deduct Value



Gambar 4.1 Deduct Value retak kulit buaya
(Sumber : shahin, 1994)

Jadi dari grafik retak kulit buaya diatas dengan kualitas kerusakan *Hight* (H) didapatkan nilai *density*nya sebesar 1,88 dan nilai *deduct value* sebesar 38.

2. Mencari pengurangan ijin maksimum (m)

Contoh pada STA 00+000 – 00+100 pada perkerasan jalan tersebut menggunakan rumus persamaan $1+(\frac{9}{98}) \times$ (100- HDV) HDV yang paling tinggi pada STA 00+000 – 00+100 adalah 53 kemudian dimasukkan dalam rumus :

$m= 1 + (\frac{9}{98}) \times (100 - 53)$

m= 5,32

Tabel 4.2 Perbandingan (DV – m) terhadap m

DV	DV – m	(DV – m) < m ?
53	47,68	N
38	32,68	N
13	7,68	N

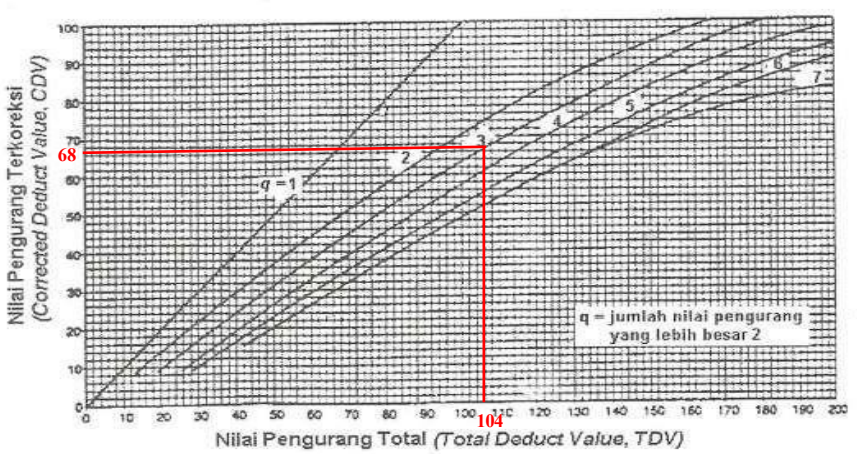
Karena ada nilai selisih antara *deduct value* yang lebih besar dari m, maka data DV tersebut dapat dipakai semuanya.

3. Menentukan CDV

a. Menentukan hasil *deduct value* yang nilainya kecil dari dua disebut sebagai nilai q pada STA 00+100 ada 3 dv yang lebih besar dari dua yang berarti nilai q=3.

b. Menentukan (TDV) dengan menjumlah seluruh *deduct value*, jumlah TDV pada STA 00+100 yang didapat adalah = 53+38+13 = 104.

c. Menentukan CDV berdasarkan pada point a dan b sesuai dengan kurva CDV, kemudian didapatkan nilai CDV STA 00+100 adalah 68.



Gambar. 4.2 Nilai Pengurang Total *(Total Deduct Value)*

Jadi dari grafik menentukan CDV diatas dengan nilai q = 3, maka didapatkan nilai TDV sebesar 104 dan nilai CDV sebesar 68.

Tabel 4.3 hasil CDV STA 00+100

DV	DV – m	(DV – m) < m ?	TDV	CDV
53	47,68	NO	104	68
38	32,68	NO		
13	7,68	NO		

4. Perhitungan Nilai PCI

Dari perhitungan CDV yang diperoleh, maka didapatkan nilai PCI pada STA 00+100 sebagai berikut:

PCI = 100 – CDV

= 100 – 68

= 32

Jadi untuk STA 00+100 didapatkan hasil perhitungan nilai PCI sebesar 32 dengan nilai kondisi jalannya adalah buruk (*Poor*).

Tabel 4.4 nilai PCI yang didapatkan tiap segmen STA 00+100 sampai STA 1+500

No	STA	Segment Area (m^2)	CDV	PCI	Condition Rating
1	00+ S/D 00+100	600	68	32	Poor
2	00+ S/D 00+200	600	5.00	95.00	Excellent
3	00+ S/D 00+300	600	12.00	88.00	Very Good
4	00+ S/D 00+400	600	22.00	78.00	Good
5	00+ S/D 00+500	600	35.00	65.00	Fair
6	00+ S/D 00+600	600	45.00	55.00	Marginal
7	00+ S/D 00+700	600	60.00	40.00	Poor
8	00+ S/D 00+800	600	75.00	25.00	Very Poor
9	00+ S/D 00+900	100	90.00	10.00	Failed
10	00+ S/D 1+000	600	100.00	0.00	Failed
11	00+ S/D 1+100	600	15.00	85.00	Very Good
12	00+ S/D 1+200	600	5.00	95.00	Excellent
13	00+ S/D 1+300	600	25.00	75.00	Good
14	00+ S/D 1+400	600	50.00	50.00	Marginal
15	00+ S/D 1+500	600	65.00	35.00	Poor

Tabel 4.4 menunjukkan nilai Pavement Condition Index (PCI) yang dihitung untuk 15 segmen jalan dari STA 00+100 hingga STA 1+500. Setiap segmen memiliki luas 100 meter persegi dengan nilai Corrected Deduct Value (CDV) yang berbeda, mencerminkan tingkat kerusakan pada perkerasan jalan. Nilai PCI diperoleh dengan mengurangkan CDV dari angka maksimum 100, sehingga semakin kecil nilai CDV, semakin baik kondisi jalan.

Dari tabel tersebut, terlihat bahwa kondisi perkerasan jalan sangat bervariasi di tiap segmen. Dari 15 segmen diatas mari kita memberikan deskripsi mengenai solusi perbaikan dari yang failed sampai marginal. dimulai dari STA

00+ S/D 1+000 dengan CDV 100.00 dan PCI 0.00 dengan condition rating "Gagal" (*failed*), STA 00+ S/D 1+000 dengan CDV 90.00 dan PCI 10.00 dengan condition rating "Gagal" (failed), Solusi utama untuk jalan yang masuk kategori "Gagal" (*failed*) adalah rekonstruksi penuh. Proses ini mencakup pembongkaran seluruh lapisan perkerasan, mulai dari lapisan aus hingga tanah dasar, lalu membangunnya kembali dengan struktur perkerasan baru yang sesuai standar teknis. Lalu pada STA 00+ S/D 00+800 dengan CDV 75.00 dan PCI 25.00 dengan condition rating (*Very Poor*), solusi perbaikannya adalah rehabilitasi struktural dalam skala besar, seperti pelapisan ulang seluruh lapis permukaan (overlay), atau bahkan perbaikan struktural yang lebih dalam jika kerusakan sangat parah hingga mempengaruhi pondasi jalan. Lanjut pada STA 00+ S/D 00+100 dengan CDV 68.00 dan PCI 32.00, STA 00+ S/D 00+700 dengan CDV 60.00 dan PCI 40.00 , dan STA 00+ S/D 1+500 dengan CDV 65.00, PCI 35.00 dengan condition rating (*Poor*), Salah satu metode perbaikan utama adalah overlay, yaitu menambahkan lapisan aspal baru di atas perkerasan lama. Sebelum overlay dilakukan, biasanya bagian-bagian jalan yang mengalami kerusakan paling parah akan diperbaiki terlebih dahulu (dengan tambalan permanen). Overlay sangat berguna untuk memulihkan permukaan jalan, menutup retakan-retakan, dan menambah kekuatan struktural lapisan atas jalan. Dan pada STA 00+ S/D 00+600 dengan CDV 45.00 dan PCI 75.00 dan STA 00+ S/D 1+400 dengan CDV 50.00 dan PCI 50.00 dengan condition rating (*Marginal*), Solusi perbaikan jalan untuk kerusakan marginal adalah dengan menerapkan pemeliharaan rutin, seperti penambalan parsial pada lubang dan

kerusakan kecil, penutupan retak untuk mencegah masuknya air, dan pelapisan permukaan (overlay) untuk kerusakan sedang. Pilihan konkret bergantung pada tingkat keparahan dan jenis kerusakan yang teridentifikasi saat survei kondisi perkerasan. Sedangkan pada STA yang menunjukkan condition rating seperti *good, very good,* dan *excellent* merupakan perkerasan yang baik dengan tingkat perbaikan yang cukup rendah, solusinya adalah melakukan pemeliharaan rutin dan perbaikan dini untuk mencegah kerusakan lebih lanjut, seperti Penambalan (*Patching*) atau pekerjaan pemeliharaan minor. Sehingga kita bisa menemukan kesimpulan bahwa setiap kerusakan jalan yang tercatat dengan CDV tinggi dan PCI rendah menunjukkan perkerasan jalan yang rusak/ gagal, sedangkan kerusakan jalan yang tercatat dengan CDV rendah dan PCI tinggi menunjukkan perkersan jalan yang baik.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil survei kondisi jalan PLTA Bakaru, diketahui bahwa jalan tersebut mengalami kerusakan yang cukup parah pada beberapa segmen. Secara umum, kondisi jalan dapat dikategorikan mulai dari "Cukup" (Fair) hingga "Sangat Buruk" (Very Poor). Segmen-segmen dengan kerusakan parah, terutama yang memiliki Pavement Condition Index (PCI) rendah (≤ 40), berisiko tinggi terhadap keselamatan pengendara. Kondisi ini diperburuk dengan adanya kerusakan struktural seperti lubang besar, retak kulit buaya, dan aspal yang mengelupas, yang menambah tingkat kerusakan dan meningkatkan potensi kecelakaan. Pada segmen-segmen ini, seperti Segmen 3, 7, 9, dan 10, terutama pada malam hari dengan minimnya pencahayaan, tingkat kecelakaan meningkat secara signifikan.
2. Jenis kerusakan yang paling sering ditemukan di jalan PLTA Bakaru adalah kerusakan berupa lubang kecil dan besar pada permukaan jalan. Lubang ini sering ditemukan di beberapa segmen seperti Segmen 1, 5, dan 10. Retak Buaya (Alligator Cracking): Retakan dengan pola seperti sisik buaya yang menandakan adanya kelelahan pada lapisan aspal, ditemukan di Segmen 1, 4, dan 7, Retak Memanjang (Longitudinal Cracking) Retakan memanjang sepanjang jalan, ditemukan terutama di Segmen 2 dan 6, Pengelupasan Kerusakan yang menyebabkan lapisan aspal terkelupas, ditemukan di Segmen 3 dan 7.

B. Saran

1. Pemeliharaan dan Perbaikan Prioritas: Segmen-segmen dengan kondisi sangat buruk (PCI ≤ 40), seperti Segmen 3, 7, 9, dan 10, perlu mendapatkan perhatian lebih dalam hal pemeliharaan dan perbaikan struktural. Pemeliharaan preventif harus segera dilakukan pada segmen-segmen dengan kondisi "Cukup" untuk mencegah kerusakan lebih lanjut, seperti pada Segmen 1 dan 4.
2. Peningkatan Infrastruktur Pencahayaan: Mengingat kecelakaan yang terjadi lebih sering pada malam hari, terutama pada segmen-segmen dengan kerusakan parah, penting untuk meningkatkan sistem pencahayaan di sepanjang jalan PLTA Bakaru guna mengurangi risiko kecelakaan di malam hari.
3. Peningkatan Pengawasan dan Perbaikan Tepat Waktu: Kerusakan yang terjadi pada jalan PLTA Bakaru memerlukan pengawasan secara berkala untuk mendeteksi kerusakan lebih awal, serta melakukan perbaikan tepat waktu agar tidak menambah beban biaya yang lebih besar di masa depan. Segmen-segmen dengan kerusakan ringan juga harus mendapatkan perhatian agar kerusakan tidak berkembang menjadi lebih parah.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmad, A., Budiman, B., & Cahyadi, C. (2020). Pengaruh kondisi jalan terhadap tingkat kecelakaan lalu lintas di wilayah perkotaan. *Jurnal Teknik Sipil*, 10(2), 123–135.

Akhmad Zadhi Nashruddin dan Cahya Buana, (2021), Analisis Penilaian Kerusakan Jalan dan Perbaikan Perkerasan pada Jalan Raya Roomo, Kecamatan Manyar, Kabupaten Gresik *Jurnal teknik its* Vol. 10, No. 1

Budi, A., Kartika, S., & Pratama, R. (2021). Dampak kerusakan jalan terhadap keselamatan lalu lintas di wilayah perkotaan. *Jurnal Transportasi dan Keselamatan*, 9(2), 121–135.

Fakhruriza Pradana, M., Esti Intari, D., & Pratidina, D. (2019). Analisa kecelakaan lalu lintas dan faktor penyebabnya di jalan raya Cilegon. *Jurnal Kajian Teknik Sipil*, 4(2), 165–175.

Gunawan, T., & Santoso, H. (2020). Faktor risiko kecelakaan lalu lintas pada jalan berlubang. *Jurnal Teknik Sipil dan Infrastruktur*, 12(1), 45–53.

Haque, M. A., Rahman, S. M., & Alam, M. S. (2020). Road infrastructure and traffic accidents: Evidence from developing countries. *International Journal of Road Safety*, 15(2), 75–85.

Hidayat, A., & Surya, D. (2019). Pengaruh kondisi cuaca dan beban kendaraan terhadap percepatan kerusakan jalan raya. *Jurnal Infrastruktur dan Lingkungan*, 7(3), 89–102.

Ismail, R., & Ardiansyah, M. (2022). Analisis hubungan kerusakan jalan dengan frekuensi kecelakaan menggunakan pendekatan statistik komparatif. *Jurnal Manajemen Transportasi*, 15(4), 233–247.

Januari, E., Kusuma, A. P., & Lestari, R. (2022). Studi empiris tentang hubungan antara kondisi jalan dan tingkat kecelakaan di kota-kota besar Indonesia. *Jurnal Teknik Sipil dan Infrastruktur*, 12(4), 210–225.

Nasution, A. (2024). Pengaruh kualitas konstruksi dan beban kendaraan terhadap kerusakan jalan. Jakarta: Penerbit Teknologi Transportasi.

Novita Sari, N., & Hidayati, N. (2023). Analisis kecelakaan lalu lintas jalan raya Jepara Bangsri Km 05 Desa Mambak Pasak. *Jurnal Teknik Sipil dan Bangunan e-ISSN*, 1(1), 1–11. https://doi.org/10.32699

Prahara, A. (2023). Pengaruh kerusakan jalan terhadap kecelakaan lalu lintas di Indonesia. Jakarta: Penerbit Universitas Jakarta.

Setiawan, F. (2020). Analisis biaya ekonomi akibat kecelakaan lalu lintas di Indonesia. *Jurnal Ekonomi dan Pembangunan*, 11(3), 101–113.

Suryo, R. (2023). Risiko kecelakaan lalu lintas akibat kerusakan jalan dan dampaknya terhadap ekonomi masyarakat. Yogyakarta: Penerbit Gajah Mada University Press.

Supriyanto, S. (2018). Analisis faktor penyebab kecelakaan lalu lintas di jalan raya. (Tesis S2). Universitas Indonesia, Depok.

Situmorang, H. (2023). Kerusakan jalan dan dampaknya terhadap efisiensi transportasi. Bandung: Penerbit Inovasi Teknik.

Wijaya, P. (2021). Pentingnya partisipasi masyarakat dalam pemeliharaan jalan untuk meningkatkan keselamatan. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 5(2), 57–68.

Yusuf, M. (2022). Analisis kerusakan jalan dan penanganannya untuk meningkatkan keselamatan lalu lintas. Yogyakarta: Penerbit Akademia.

Yandi, T., Lubis, F., & Winayati, W. (2020). Analisis karakteristik kecelakaan lalu lintas pada jalan Yos Sudarso Kota Pekanbaru. *Jurnal Teknik*, 14(1), April.

Lampiran- 1 : Peta jalan PLTA Bakaru