

TUGAS AKHIR

**ANALISIS KERUSAKAN JALAN MENGGUNAKAN METODE
SDI (*SURFACE DISTRESS INDEX*)
SERTA PENANGANAN DENGAN PENDEKATAN
PERATURAN MENTERI PEKERJAAN UMUM NO. 13/PRT/M/2011
(Studi Kasus : Ruas Jalan Onggorawe – Mranggen Km 0+500 - Km 2+000)**

**Disusun sebagai Syarat Mencapai Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Islam Sultan Agung
Semarang**



Disusun Oleh :

Dwi Abdul Lathif Muqtadir (30202000229)

Suheri Sofian (30202100204)

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG

SEMARANG

2025

TUGAS AKHIR

**ANALISIS KERUSAKAN JALAN MENGGUNAKAN METODE
SDI (*SURFACE DISTRESS INDEX*)
SERTA PENANGANANNYA DENGAN PENDEKATAN
PERATURAN MENTERI PEKERJAAN UMUM NO. 13/PRT/M/2011
(Studi Kasus : Ruas Jalan Onggorawe – Mranggen Km 0+500 - Km 2+000)**

**Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan dalam Menyelesaikan
Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung
Semarang**



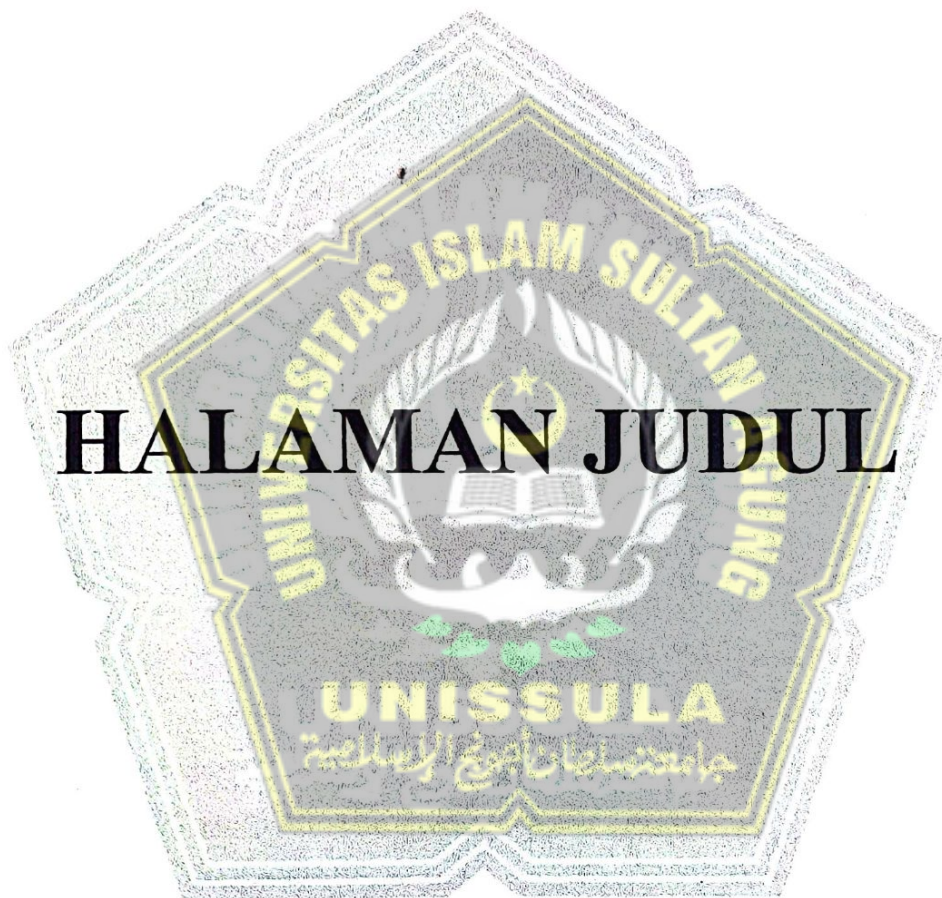
Dwi Abdul Lathif Muqtadir (30202000229)

Suheri Sofian (30202100204)

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG**

2025

HALAMAN JUDUL



TUGAS AKHIR

**ANALISIS KERUSAKAN JALAN MENGGUNAKAN METODE
SDI (*SURFACE DISTRESS INDEX*)
SERTA PENANGANANNYA DENGAN PENDEKATAN
PERATURAN MENTERI PEKERJAAN UMUM NO. 13/PRT/M/2011
(Studi Kasus : Ruas Jalan Onggorawe – Mranggen Km 0+500 - Km 2+000)**

**Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan dalam Menyelesaikan
Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung
Semarang**



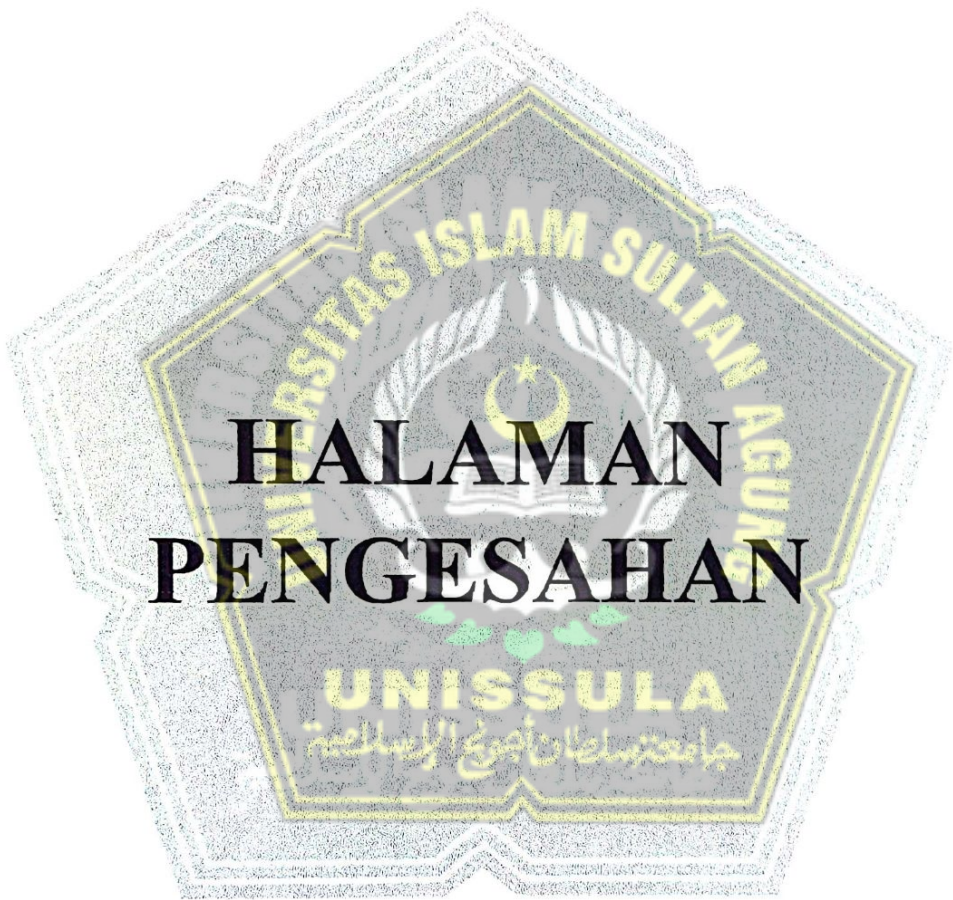
Disusun Oleh :

Dwi Abdul Lathif Muqtadir (30202000229)

Suheri Sofian (30202100204)

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG**

2025



HALAMAN PENGESAHAN

UNISSULA

جامعة سلطان أحمد الإسلامية

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS KERUSAKAN JALAN MENGGUNAKAN METODE SDI (*SURFACE DISTRESS INDEX*)

SERTA PENANGANANNYA DENGAN PENDEKATAN
PERATURAN MENTERI PEKERJAAN UMUM NO. 13/PRT/M/2011
(Studi Kasus : Ruas Jalan Onggorawe – Mranggen Km 0+500 - Km 2+000)



Dwi Abdul Lathif Muqtadir

NIM: 30202000229



Suheri Sofian

NIM: 30202100204

Telah disetujui dan disahkan di Semarang, Agustus 2025, Oleh :

Dosen Pembimbing

Eko Muliawan Satrio, ST., MT

NIDN: 0610118101

Dosen Penguji

Dr. Ir. Juny Andry Sulistyo, ST., MT

NIDN: 0611118903

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Sultan Agung Semarang

Muhamad Rusli Ahyar, ST., M.Eng.

NIDN: 0625059102



BERITA ACARA BIMBINGAN

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR

No : 40/A.2/SA-T/X/2024

Pada hari ini tanggal 7 Oktober 2024 berdasarkan surat keputusan Dekan Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung perihal penunjukan Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Pendamping :

Nama : **Eko Muliawan Satrio, S.T., MT**
Jabatan Akademik : **Lektor Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik UNISSULA**
Jabatan : **Dosen Pembimbing Utama**

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa yang tersebut di bawah ini telah menyelesaikan bimbingan Tugas Akhir :

Dwi Abdul Lathif Muqtadir
NIM: 30202000229

Suheri Sofian
NIM: 30202100204

Judul : Analisis Kerusakan Jalan Menggunakan Metode SDI (*Surface Distress Index*) Serta Penanganannya Dengan Pendekatan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 13/PRT/M/2011 (Studi Kasus : Ruas Jalan Onggorawe – Mranggen Km 0+500 - Km 2+000)

Dengan tahapan sebagai berikut :

No	Tahapan	Tanggal	Keterangan
1	Penunjukan dosen pembimbing	07/10/2024	ACC
2	Seminar proposal	23/04/2025	ACC
3	Pengumpulan data	29/04/2025	ACC
4	Analisis data	15/05/2025	ACC
5	Penyusunan laporan	10/06/2025	ACC
6	Selesai laporan	24/06/2025	ACC

Demikian Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir / Skripsi ini dibuat untuk diketahui dan dipergunakan seperlunya oleh pihak-pihak yang berkepentingan.

Dosen Pembimbing


13/47
7/25
1/8

Eko Muliawan Satrio, ST., MT
NIDN: 06210118101

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Sipil



Muhamad Rusli Ahyar, ST., M.Eng
NIDN: 0625059102

**PERNYATAAN
BEBAS PLAGIASI**

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Kami yang bertanda tangan di bawah ini:

1. NAMA : Dwi Abdul Lathif Muqtadir
NIM : 30202000229
JURUSAN : Teknik Sipil

2. NAMA : Suheri Sofian
NIM : 30202100204
JURUSAN : Teknik Sipil

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul:

“Analisis Kerusakan Jalan Menggunakan Metode SDI (*Surface Distress Index*) Serta Penanganannya Dengan Pendekatan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 13/PRT/M/2011 (Studi Kasus : Ruas Jalan Onggorawe – Mranggen Km 0+500 - Km 2+000)”.

Benar bebas dari plagiat, dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka kami bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini kami buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, Agustus 2025

Yang membuat pernyataan,


Dwi Abdul Lathif Muqtadir
NIM: 30202000229


Suheri Sofian
NIM: 30202100204





PERNYATAAN KEASLIAN

UNISSULA

جامعته سلطان أبجوني الإسلامية

PERNYATAAN KEASLIAN

Kami yang bertanda tangan di bawah ini:

1. NAMA : Dwi Abdul Lathif Muqtadir
NIM : 30202000229
JURUSAN : Teknik Sipil
2. NAMA : Suheri Sofian
NIM : 30202100204
JURUSAN : Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR : “Analisis Kerusakan Jalan Menggunakan Metode SDI (*Surface Distress Index*) Serta Penanganannya Dengan Pendekatan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 13/PRT/M/2011 (Studi Kasus : Ruas Jalan Onggorawe – Mranggen Km 0+500 - Km 2+000)”.

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian pemikiran dan pemaparan asli kami. Kami tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijazah pada Universitas Islam Sultan Agung Semarang atau perguruan tinggi lainnya.

Apabila kemudian hari terdapat penyimpangan atau tidak benaran dalam pernyataan ini, maka kami bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Demikian pernyataan ini kami buat.

Semarang, Agustus 2025

Yang membuat pernyataan,

Dwi Abdul Lathif Muqtadir
NIM: 30202000229

Suheri Sofian
NIM: 30202100204



MOTTO

MOTTO

"Kamu adalah umat terbaik yang dilahirkan untuk manusia, menyuruh kepada yang ma'ruf, dan mencegah dari perkara yang munkar, dan beriman kepada Allah". (Q.S. Ali Imron : 110)

"Dan Tuhanmu telah menetapkan dan memerintahkan agar kamu wahai sekalian manusia jangan menyembah selain Dia dan hendaklah berbuat baik kepada ibu bapakmu dengan sebaik-baiknya". (Q.S. Al Isra : 23)

"Allah niscaya akan mengangkat orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu beberapa derajat". (Q.S. Al-Mujadilah : Ayat 11)

"Tholabul ilmi faridhotun 'ala kulli muslimin wal muslimat"

Artinya "Menuntut ilmu itu wajib bagi setiap muslim (orang islam laki-laki) dan muslimah (orang islam perempuan)". (H.R. Ibnu Majah)

"Hiduplah dengan penuh rasa syukur, sebab ketika kita bersyukur, kehidupan akan memberikan lebih banyak hal untuk disyukuri." (Ali Bin Abi Thalib)

"Ilmu tanpa amal (implementasi) adalah gila, dan amal tanpa ilmu adalah kesia-siaan (sirna)." (Imam Al-Ghazali)

"Tuntutlah ilmu, tapi tidak melupakan ibadah, dan kerjakanlah ibadah tapi tidak boleh lupa pada ilmu". (Hassan Al-Bashri)

PERSEMBAHAN



PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Puji Syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan kepada :

1. Allah SWT, Sang Maha Agung, yang telah memberi begitu banyak kenikmatan, keberkahan, dan hidayah dalam hidup.
2. Rasulullah Muhammad SAW, Sang pemimpin sekaligus sebagai suri tauladan terhebat yang pernah lahir di dunia ini.
3. Kedua Orang tua saya, Bapak Juwari dan Ibu Muntiah yang saya cintai, yang senantiasa memberikan doa, dukungan, kasih sayang, serta motivasi baik secara moril maupun materil.
4. Kakak saya Eko Julianto tersayang yang memberikan dukungan serta semangat dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Bapak Eko Muliawan Satrio, ST., MT selaku dosen pembimbing, dan Bapak Dr. Ir. Juny Andry Sulisty, ST., MT selaku dosen penguji yang tidak pernah lelah memberikan ilmunya serta arahan semangat dan dorongan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Partner Tugas akhir saya sekaligus sahabat Suheri Sofian yang selalu menemani saya, terimakasih selalu ada dan mendukung saya.
7. Teman teman Fakultas Teknik Unissula yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang turut memberikan semangat serta memberikan pengalaman berharga selama kuliah.
8. Universitas Islam Sultan Agung, yang telah memberikan saya wadah untuk belajar dan berkembang.

Dwi Abdul Lathif Muqtadir
NIM: 30202000229

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Puji Syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan kepada :

1. Allah SWT, Sang Maha Agung, yang telah memberi begitu banyak kenikmatan, keberkahan, dan hidayah dalam hidup.
2. Rasulullah Muhammad SAW, Sang pemimpin sekaligus sebagai suri tauladan terhebat yang pernah lahir di dunia ini.
3. Kiyai saya, KH. Muhammad Zainal Arifin Ma'sum yang saya muliakan, yang senantiasa membimbing dan mendo'akan serta memberi motivasi.
4. Kedua Orang tua saya, Bapak Kupendi dan Ibu Zumaidah yang saya cintai, yang senantiasa memberikan doa, dukungan, kasih sayang, serta motivasi baik secara moril maupun materil.
5. Kakak saya Zunita Riani tersayang yang memberikan dukungan serta semangat dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Bapak Eko Muliawan Satrio, ST., MT selaku dosen pembimbing, dan Bapak Dr. Ir. Juny Andry Sulisty, ST., MT selaku dosen penguji yang tidak pernah lelah memberikan ilmunya serta arahan semangat dan dorongan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Partner Tugas akhir saya sekaligus sahabat Dwi Abdul Lathif Muqtadir yang selalu menemani dan memahami kondisi saya, terimakasih selalu ada dan mendukung saya.
8. Teman teman Fakultas Teknik Unissula yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang turut memberikan semangat serta memberikan pengalaman berharga selama kuliah.
9. Universitas Islam Sultan Agung, yang telah memberikan saya wadah untuk belajar dan berkembang.

Suheri Sofian
NIM: 30202100204

KATA PENGANTAR



KATA PENGANTAR

Aassalamu'alaikum Warahmatulahi Wabarakatuh,

Puji dan syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "Analisis Kerusakan Jalan Menggunakan Metode SDI (*Surface Distress Index*) Serta Penanganannya Dengan Pendekatan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 13/PRT/M/2011 (Studi Kasus : Ruas Jalan Onggorawe - Mranggen Km 0+500 - Km 2+000)". Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Penyusun menyadari dalam penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari berbagai pihak, dalam kesempatan ini menyampaikan terima kasih kepada :

1. Orang tua kami yang telah senantiasa memberi dukungan serta do'a.
2. Bapak Dr. Abdul Rochim, ST., MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
3. Bapak Muhamad Rusli Ahyar, ST., M.Eng, selaku Kepala Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
4. Bapak Eko Muliawan Satrio, ST., MT, selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam pembuatan Tugas Akhir.
5. Bapak Dr. Ir. Juny Andry Sulisty, ST., MT, selaku Dosen Penguji yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam pembuatan Tugas Akhir.
6. Semua pihak yang tidak dapat kami disebutkan satu-persatu yang terlibat dan telah membantu penyusunan tugas akhir.

Kekurangan selalu ada dalam diri manusia, penyusun mohon maaf atas kesalahan dan kekurangan dalam penyusunan tugas akhir. Semoga laporan ini bermanfaat bagi semua pihak dan mendapat ridho dari Allah SWT.

Wassalamu'alaikum Warahmatulahi Wabarakatuh.

Semarang, Agustus 2025
Penulis



DAFTAR ISI

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
BERITA ACARA BIMBINGAN	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
PERNYATAAN KEASLIAN	v
MOTTO	vi
PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
ABSTRAK	xvii
	
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
1.7 Keaslian Penelitian	5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Hirarkhi Jaringan Jalan.....	6
2.2 Perkerasan Kaku (<i>Rigid Pevement</i>)	11
2.3 Jenis-Jenis Kerusakan Pada Perkerasan Beton (Kaku)	14
2.4 Metode Surface Distress Index (SDI)	16
2.5 Metode Penanganan Pemeliharaan Jalan Berpenutup Aspal/Beton Seman	21
 BAB III METODOLOGI	 22
3.1 Bentuk Penelitian	22
3.2 Tahapan Penelitian	22
3.3 Hipotesis Penelitian	25
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	 27
4.1 Umum	27
4.2 Lokasi Penelitian	27
4.3 Pengumpulan Data.....	29
4.4 Analisis Data Metode SDI.....	43
4.5 Penentuan Kondisi Tingkat Kerusakan Serta Penanganan.....	53
4.6 Hasil Penelitian.....	54
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	 56
5.1 Kesimpulan	56
5.2 Saran	58
 DAFTAR PUSTAKA	 xix
LAMPIRAN-LAMPIRAN	xxii

DAFTAR TABEL



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jenis Kerusakan Dan Tipe Perbaikan	14
Tabel 2.2 Penilaian Luas retak	17
Tabel 2.3 Penilaian Lebar Retak	18
Tabel 2.4 Penilaian jumlah Lubang.....	19
Tabel 2.5 Penilaian Bekas Roda	19
Tabel 2.6 kondisi Perkerasan Jalan Berdasarkan Nilai SDI	20
Tabel 2.7 Penentuan Program Penanganan Pemeliharaan Jalan	21
Tabel 4.1 Nilai Kerapatan (<i>Density</i>) STA 0+500 – STA 1+000	44
Tabel 4.2 Nilai Kerapatan (<i>Density</i>) STA 1+000 – STA 1+500	52
Tabel 4.3 Nilai Kerapatan (<i>Density</i>) STA 1+500 – STA 2+000	55
Tabel 4.4 Nilai Kerapatan (<i>Density</i>) STA 0+500 – STA 2+000	44
Tabel 4.5 Presentase kerusakan jalan Onggorawe-Mranggen	52
Tabel 4.6 Nilai SDI tiap kerusakan jalan Onggorawe-Mranggen	55
Tabel 4.7 Program Penanganan jalan Onggorawe-Mranggen	44

DAFTAR GAMBAR



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Susunan lapisan konstruksi perkerasan kaku	11
Gambar 2.2 Typikal Pot Melintang jalan kelas III.....	12
Gambar 4.1 Peta Lokasi Penelitian	28
Gambar 4.2 STA Awal Ruas Jalan Onggorawe Mranggen.....	28
Gambar 4.3 Ambblas (<i>Depression</i>).....	30
Gambar 4.4 Retak samping jalan (<i>Edge cracking</i>).....	31
Gambar 4.5 Retak Sambung (<i>Joint Reflex Cracking</i>)	32
Gambar 4.6 Pinggiran Jalan Turun Vertikal (<i>Lane / Shoulder Dropp Off</i>).....	33
Gambar 4.7 Retak memanjang (<i>Longitudinal</i>).....	33
Gambar 4.8 Retak melintang (<i>Trasverse Cracking</i>).....	34
Gambar 4.9 Tambalan (<i>Patching end Utiliti Cut Patching</i>)	35
Gambar 4.10 Alur (<i>Rutting</i>)	35
Gambar 4.11 Retak slip (<i>Slippage Cracking</i>)	36
Gambar 4.12 Penurunan atau patahan (<i>Settlement or Faulting</i>)	37
Gambar 4.13 Pelat terbagi (<i>Devided Slab</i>)	37
Gambar 4.14 Retak daya tahan (<i>Durability “D” Cracking</i>)	38
Gambar 4.15 <i>Punchout</i> (remek)	39
Gambar 4.16 Retak Pojok	39
Gambar 4.17 <i>Polished Aggregate</i>	40
Gambar 4.18 <i>Popouts</i> (berlobang)	41

Gambar 4.19 Kerusakan Sambungan (<i>Joint Spalling / Joint Failure</i>)	41
Gambar 4.20 Pengukuran Dan Penandaan Per Segmen.....	42
Gambar 4.21 Proses Pengukuran Dan Pendataan Kerusakan Jalan	43
Gambar 4.22 Persentase Kerusakan Jalan (STA 0+500 – STA 1+000).....	45
Gambar 4.23 Persentase Kerusakan Jalan (STA 1+000 – STA 1+500).....	46
Gambar 4.24 Persentase Kerusakan Jalan (STA 1+500 – STA 2+000).....	47
Gambar 4.25 Persentase Kerusakan Jalan (STA 0+500 – STA 2+000).....	49
Gambar 4.26 Grafik Persentase Kerusakan Jalan	50
Gambar 4.27 Formulir Survei Kondisi Jalan.....	51



The logo of Universitas Islam Sultan UNISSULA is a shield-shaped emblem. It features a central crescent moon and star above an open book. The text "UNIVERSITAS ISLAM SULTAN" is written in a semi-circle at the top, and "UNISSULA" is at the bottom. Below the name is the Arabic phrase "جامعة سلطان أبيهنيج الإسلامية".

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

Notasi	Keterangan
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)
SDI	<i>Surface Distress Index</i> (Indeks Kerusakan Permukaan)
SDI1	Nilai SDI berdasarkan persentase luas kerusakan
SDI2	Nilai SDI berdasarkan lebar retakan
SDI3	Nilai SDI berdasarkan jumlah lubang
SDI4	Nilai SDI berdasarkan kedalaman bekas roda
%	Persentase (%)
cm	<i>Centimeter</i>
m	Meter
m²	Meter persegi
km	Kilometer

Singkatan	Keterangan
SDI	<i>Surface Distress Index</i>
STA	<i>Stationing</i> (penanda kilometer jalan dalam survei)
PU	Pekerjaan Umum
PRT	Peraturan
Km	Kilometer
PUPR	Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
JPCP	<i>Jointed Plain Concrete Pavement</i>
JRCP	<i>Jointed Reinforced Concrete Pavement</i>
CRCP	<i>Continuously Reinforced Concrete Pavement</i>
LPA	Lapis Pondasi Atas
LPB	Lapis Pondasi Bawah
UD	<i>Undivided</i> (Jalan tanpa median)

DAFTAR LAMPIRAN



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Data Survei Luas Kerusakan Jalan
Lampiran 2	Data Presentase Kerusakan Jalan
Lampiran 3	Data Survei Kerusakan Jalan
Lampiran 4	Dokumentasi Foto Jalan Onggorawe-Mranggen
Lampiran 5	Permen PUPR No. 13/PRT/M/2011
Lampiran 6	Lembar Konsultasi/ Bimbingan
Lampiran 7	Lembar Turnitin





ABSTRAK

**ANALISIS KERUSAKAN JALAN MENGGUNAKAN METODE
SDI (*SURFACE DISTRESS INDEX*)
SERTA PENANGANANNYA DENGAN PENDEKATAN
PERATURAN MENTERI PEKERJAAN UMUM NO. 13/PRT/M/2011
(Studi Kasus : Ruas Jalan Onggorawe – Mranggen Km 0+500 - Km 2+000)**

Abstrak

Ruas Jalan Onggorawe–Mranggen di Kabupaten Demak merupakan salah satu jalur penghubung penting antar kecamatan yang mengalami tingkat kerusakan cukup tinggi akibat berbagai faktor seperti lalu lintas berat, kondisi tanah dasar yang kurang stabil, serta minimnya pemeliharaan yang tentunya kerusakan tersebut bisa mengganggu keselamatan dan kenyamanan berkendara.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat kerusakan jalan menggunakan metode *Surface Distress Index* (SDI) dan memberikan rekomendasi penanganan berdasarkan pendekatan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 13/PRT/M/2011. Metode SDI dilakukan dengan survei visual langsung terhadap kerusakan permukaan jalan sepanjang 1,5 km, yang dibagi menjadi 30 segmen pengamatan.

Hasil dari pengamatan secara visual pada ruas jalan Onggorawe-Mranggen sepanjang 1,5 km, didapatkan jenis kerusakan antara lain amblas, retak samping, ratak sambung, pinggiran jalan turun, retak memanjang, retak melintang, tambalan, alur, retak slip, penurunan, pelat terbagi, remek, berlubang, dan kerusakan sambungan. Hasil analisis menunjukkan bahwa sebagian besar ruas jalan berada dalam kategori sedang, dengan nilai SDI tertinggi sebesar 80. Berdasarkan nilai SDI dan pendekatan Permen PU No. 13/2011 Pasal 27, rekomendasi penanganan meliputi pemeliharaan rutin, pemeliharaan berkala, rehabilitasi, hingga rekonstruksi. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi pihak terkait dalam merencanakan perbaikan jalan yang efektif dan efisien untuk meningkatkan keselamatan serta kenyamanan pengguna jalan.

Kata Kunci: Kerusakan, Jalan, Penanganan.

**ANALISIS KERUSAKAN JALAN MENGGUNAKAN METODE
SDI (SURFACE DISTRESS INDEX)
SERTA PENANGANANNYA DENGAN PENDEKATAN
PERATURAN MENTERI PEKERJAAN UMUM NO. 13/PRT/M/2011
(Studi Kasus : Ruas Jalan Onggorawe – Mranggen Km 0+500 - Km 2+000)**

Abstract

The Onggorawe-Mranggen road in Demak Regency is a vital connecting route between sub-districts and has experienced a significant level of damage due to various factors such as heavy traffic, unstable subgrade conditions, and minimal maintenance. This damage can significantly impact road safety and comfort.

This study aims to analyze the level of road damage using the Surface Distress Index (SDI) method and provide treatment recommendations based on the approach of Minister of Public Works Regulation No. 13/PRT/M/2011. The SDI method was conducted through a direct visual survey of 1.5 km of road surface damage, divided into 30 observation segments.

The visual observations of the 1.5 km Onggorawe-Mranggen road revealed several types of damage, including subsidence, lateral cracks, joint flattening, subsidence, longitudinal cracks, transverse cracks, patches, grooves, slip cracks, subsidence, split slabs, fraying, potholes, and joint damage. The analysis results indicate that most road sections are in the moderate category, with the highest SDI score being 80. Based on the SDI values and the approach of Minister of Public Works Regulation No. 13/2011 Article 27, recommended treatment options include routine maintenance, periodic maintenance, rehabilitation, and reconstruction. This research is expected to serve as a reference for relevant parties in planning effective and efficient road repairs to improve the safety and comfort of road users.

Keywords: Distress, Road, Treatment.

BAB I

PENDAHULUAN



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 disebutkan bahwa jalan adalah suatu prasarana transportasi yang meliputi segala bagian jalan termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada 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. Jalan mempunyai peranan penting terutama yang menyangkut perwujudan perkembangan antar wilayah yang seimbang, pemerataan hasil pembangunan serta pemantapan pertahanan dan keamanan nasional dalam rangka mewujudkan pembangunan nasional. (Admindpu, 2019).

Ruas jalan Onggorawe-Mranggen merupakan jalan Lokal kelas III dengan panjang sekitar 11.769 meter dan memiliki lebar rata-rata 6 meter merupakan jalan yang mempunyai frekuensi lalu lintas tinggi sebagai penghubung Kecamatan Sayung dengan Kecamatan Mranggen. Kerusakan-kerusakan yang terjadi tentu akan berpengaruh pada keamanan dan kenyamanan pemakai jalan, apalagi ketika berkendara di malam hari dengan minim pencahayaan tentunya sangat membahayakan bagi pengendara terutama pengendara roda dua dikarenakan banyak lobang jalan yang tergolong parah. Dan terbukti kerusakan jalan pada ruas jalan Onggorawe-Mranggen sudah sering memakan korban “Jalan rusak di ruas jalan Onggorawe-Bulusari Sayung yang kerap menjatuhkan pengendara motor”. (Wahib Pribadi/Jawa Pos Radar Semarang, Selasa, 6 Februari 2024).

Kerusakan jalan dapat disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya air, perubahan suhu, cuaca, temperatur udara, material konstruksi perkerasan, kondisi tanah dasar yang tidak stabil, proses pemadatan di atas lapisan tanah dasar yang kurang baik dan tonase atau muatan kendaraan berat yang melebihi kapasitas serta volume kendaraan yang semakin meningkat, dalam hal ini untuk mengidentifikasi kerusakan jalan baik dari jenis kerusakan, luasan sebaran kerusakan hingga luas

setiap jenis kerusakan yang terjadi dengan parameter yang berbeda-beda, yang tentunya akan mengakibatkan sangat tidak nyamannya pengendara menggunakan jalan tersebut. Menilai kondisi perkerasan adalah kunci untuk mengenali jenis kerusakan yang terjadi, memungkinkan tindakan perbaikan yang sesuai dilakukan. Tujuan dari penelitian ini adalah menilai kondisi kerusakan perkerasan kaku menggunakan Metode SDI (*Surface Distress Index*) di ruas jalan Onggorawe-Mranggen serta memberi saran alternative dalam penanganannya.

Oleh karena itu, dengan adanya analisis tingkat kerusakan serta penanganan pada kerusakan yang terjadi pada Jalan Raya Onggorawe-Mranggen, maka dapat mengetahui seberapa besar tingkat kerusakan yang terjadi sehingga dapat diketahui alternatif apa saja yang sesuai untuk perbaikan jalan tersebut sehingga dapat meningkatkan kelancaran aktivitas kendaraan dan pergerakan lalu lintas akan menjadi kondusif dan dapat meminimalisir terjadinya kecelakaan dan memberi kenyamanan bagi pengguna jalan.

1.2 Rumusan Masalah

Tugas akhir yang kami buat ini yaitu mengenai “Analisis Kerusakan Jalan Menggunakan Metode SDI (*Surface Distress Index*) Serta Penanganannya” pada ruas jalan “Onggorawe-Mranggen”. Rumusan Masalah yang akan kami bahas dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Bagaimana jenis-jenis kerusakan jalan yang terdapat pada perkerasan kaku di ruas jalan Onggorawe-Mranggen.
2. Bagaimana nilai kondisi perkerasan atau nilai SDI (*Surface Distress Index*) pada ruas jalan Onggorawe-Mranggen.
3. Bagaimana penanganan terhadap tingkat atau kondisi perbaikan kerusakan pada ruas jalan Onggorawe-Mranggen.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan pada penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Mengidentifikasi jenis-jenis kerusakan yang terjadi diruas jalan Onggorawe-Mranggen.
2. Menganalisis kondisi perkerasan jalan Onggorawe-Mranggen menggunakan metode SDI (*Surface Distress Index*).
3. Mencari alternative penanganan sesuai tingkat atau kondisi kerusakan pada ruas jalan Onggorawe-Mranggen dengan melakukan pendekatan persamaan pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 13 Tahun 2011, Pasal 27.

1.4 Batasan Masalah

Untuk memudahkan didalam penguasaan materi permasalahan yang ada, maka diadakan pembatasan masalah Tugas Akhir ini dengan ruang lingkup batasan masalah meliputi :

1. Penelitian dilakukan pada ruas jalan Onggorawe-Mranggen yang dimulai dari STA 0+500 sampai dengan STA 2+000.
2. Pada penelitian ini, untuk mencari nilai kondisi perkerasan berdasarkan pada nilai SDI (*Surface Distress Index*).
3. Penelitian ini penanganan kerusakan menggunakan pendekatan dengan metode penanganan menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 13 Tahun 2011, Pasal 27.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang akan didapat dari penelitian tugas akhir ini antara lain:

1. Mampu memberikan perspektif khususnya yang berhubungan dengan kerusakan perkerasan jalan.
2. Dapat memberikan sudut pandang bagi pemangku terkait kondisi kerusakan jalan Onggorawe-Mranggen.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan Tugas Akhir/ Skripsi “Analisis Kerusakan Jalan Menggunakan Metode SDI (*Surface Distress Index*) Bina Marga Serta Penanganannya dengan Pendekatan pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 13 /PRT M/ Tahun 2011, pada Bab XIV Pasal 27”. (Studi Kasus : Ruas Jalan Onggorawe – Mranggen Km 0+500 - Km 2+000) ini , terdiri dari 5 bab, dengan bahasan masing masing, sebagai berikut:

1. Bab I Pendahuluan

Bab ini berisikan pendahuluan yang menguraikan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat dan sistematika penulisan.

2. Bab II Tinjauan pustaka

Bab ini menjelaskan teori-teori dari buku, jurnal, pedoman teknis, dan sumber lain yang relevan dengan menggunakan metode SDI (*Surface Distress Index*).

3. Bab III Metodologi Penelitian

Bab ini menjelaskan data penelitian dan proses perhitungan penelitian perkerasan jalan dengan menggunakan menggunakan metode SDI (*Surface Distress Index*) Bina Marga.

4. Bab IV Hasil dan Pembahasan

Bab ini menjelaskan tentang pembahasan dan hasil dari pengumpulan data yang diperlukan, data itu akan di analisa berdasarkan metode SDI (*Surface Distress Index*) Bina Marga.

5. Bab V Kesimpulan dan Saran

Bab ini memberikan kesimpulan dan saran dari hasil dan pembahasan yang didapat dari analisis sesuai dengan metode yang digunakan.

1.7 Keaslian Penelitian

Beberapa penelitian yang sejenis dengan penelitian pada ruas jalan Onggorawe-Mranggen mengenai kondisi tingkat kerusakan jalan yang pernah dilakukan yaitu :

1. Evaluasi Kondisi Perkerasan Jalan Menurut Metode *Pavement Condition Index* (PCI) Dan Bina Marga Serta Penanganannya (Studi Kasus: Jalan Raya Batusangkar – Lintau Sta 28+000 Sampai Sta 30+000). Oleh: Fajri Fhadlian Syah 181000222201041 (Skripsi 2022) Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat 2022.
2. Analisis Kerusakan Perkerasan Jalan Primer Dan Sekunder. Oleh: Muhammad Rifqy Al Musthofa 1172004028 (Tugas Akhir 2021) Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Dan Ilmu Komputer Universitas Bakrie Jakarta 2021.
3. Evaluasi Kerusakan Jalan Dan Perencanaan Perbaikan Perkerasan Kaku (Studi Kasus: Jalan Arifin Ahmad, Pelintung, Kota Dumai Km 03+700 – 19+200). Oleh : Syahrizan 4204201348 (Skripsi 2024) Program Studi D-Iv Teknik Perancangan Jalan Dan Jembatan Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bengkalis 2024.

Persamaan dan perbedaan penelitian ini dengan penelitian-penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya adalah:

1. Persamaan dengan penelitian sebelumnya

Penelitian ini terdapat kesamaan atau serupa dengan penelitian sebelumnya, yaitu; sama-sama meneliti tentang kerusakanan jalan tepatnya pada analisis kondisi permukaan perkerasan jalan.

2. Perbedaan dengan penelitian sebelumnya

Adapun perbedaan penelitian ini sama penelitian sebelumnya yaitu:

- a) Penelitian ini mengambil lokasi penelitian pada ruas jalan Onggorawe-Mranggen.
- b) Penelitian ini menggunakan metode SDI (*Surface Distress Index*).



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hirarkhi Jaringan Jalan

2.1.1 Devinisi 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 Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006).

Jalan raya adalah jalur-jalur tanah di atas permukaan bumi yang di buat manusia dengan bentuk, ukuran-ukuran dan jenis konstruksinya sehingga dapat di gunakan untuk menyalurkan lalu lintas orang, hewan dan kendaraan yang mengangkut barang dari suatu tempat ke tempat lainnya dengan mudah dan cepat (Ma'arif, 2016).

Konstruksi jalan telah dibuat sejak lama, karena aktivitas pengangkutan merupakan kegiatan dasar manusia. Pada awalnya, konstruksi jalan tanah yang diperkeras dianggap cukup karena beban kendaraan dan arus lalu lintas masih ringan. Dengan perkembangan jaman, jalan tanah dinilai tidak memadai karena jalan tersebut mengalami kerusakan. Selanjutnya dipikirkan teknik untuk memberi lapis tambahan di atas permukaan jalan dalam rangka memperkuat daya dukung alan terhadap beban. Oleh karena lapis tambahan tersebut perlu diperkeras dengan maksud untuk memperkuat daya dukung terhadap beban lalu lintas maka disebut perkerasan (*pavement*), Perkerasan yang dibuat untuk konstruksi jalan disebut perkerasan jalan. Hal tersebut dimaksudkan untuk membedakan dengan perkerasan yang dibuat untuk tujuan lain seperti bandar udara, parket, dan terminal (Haryanto dan Utomo, 2012).

2.1.2 Klasifikasi Jalan Menurut Fungsinya

Didalam Undang-undang No. 38 Tahun 2004 Pasal 8 tentang klasifikasi jalan umum menurut fungsinya dibedakan sebagai berikut:

a. Jalan Arteri

Jalan arteri merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi dan jumlah jalan masuk (akses) dibatasi secara berdaya guna.

b. Jalan Kolektor

Jalan kolektor merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk di batasi.

c. Jalan Lokal

Jalan Lokal merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah kendaraan yang masuk tidak dibatasi.

d. Jalan Lingkungan

Jalan Lingkungan merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat, dan kecepatan rata-rata rendah.

Pembagian fungsi jalan didasarkan kepada peran pelayanan jasa distribusinya dalam suatu wilayah yang mengikat dan menghubungkan pusat pertumbuhan dengan wilayah yang berada dalam pengaruh pelayanannya dalam suatu hubungan hirarkhi. Menurut peranan jasa distribusinya, sistem jaringan jalan terdiri dari:

- 1) **Sistem Jaringan Jalan Primer**, yaitu sistem jaringan jalan dengan eranan pelayanan jasa distribusi untuk pengembangan semua wilayah di tingkat nasional dengan semua simpul jasa distribusi yang berwujud kota.
- 2) **Sistem Jaringan Jalan Sekunder**, yaitu system jaringan jalan dengan peranan pelayanan jasa distribusi untuk masyarakat di dalam kota.

2.1.3 Klasifikasi Jalan Menurut Wewenang

Tujuan pengklasifikasian ini adalah untuk memastikan kepastian hukum penyelenggara jalan apakah dibawah wewenang pemerintah daerah atau pemerintah pusat. Berdasarkan wewenangnya, jalan raya diklasifikasikan menjadi:

a. Jalan Nasional

Jalan nasional adalah jalan arteri dan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan antar ibukota provinsi, dan jalan strategis nasional, serta jalan tol.

b. Jalan Provinsi

Jalan provinsi adalah jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten/kota, atau antar ibukota kabupaten/kota, dan jalan strategis provinsi.

c. Jalan Kabupaten

Jalan kabupaten merupakan jalan lokal dalam sistem jaringan jalan primer yang tidak termasuk jalan yang menghubungkan ibu kota kabupaten dengan ibukota kecamatan, antar ibukota kecamatan, ibu kota kabupaten dengan pusat kegiatan lokal, antar pusat kegiatan lokal serta jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder dalam wilayah kabupaten, dan jalan strategis kabupaten.

d. Jalan Kota

Jalan kota adalah jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder yang menghubungkan antarpusat pelayanan dalam kota, menghubungkan pusat pelayanan dengan persil, menghubungkan antarpersil, serta menghubungkan antarpusat pemukiman yang berada di dalam kota.

e. Jalan Desa

Jalan desa merupakan jalan umum yang menghubungkan kawasan dan atau antar permukiman di dalam desa, serta jalan lingkungan.

2.1.4 Klasifikasi Jalan Menurut Kelas

Pengelompokan jalan menurut beban gandar (Kelas jalan) diatur oleh PP. No. 43 Tahun 1993 tentang Prasarana dan Lalulintas Jalan yang memberikan persyaratan bagi setiap kelas jalan sebagai berikut:

a. Jalan Kelas I

Jalan kelas I yaitu jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 mm, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 mm, dan muatan sumbu terberat yang diizinkan lebih besar dari 10 ton.

b. Jalan Kelas II

Jalan kelas II yaitu jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 mm, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 mm, dan muatan sumbu terberat yang diizinkan 10 ton, jalan kelas ini merupakan jalan yang sesuai untuk angkutan peti kemas.

c. Jalan Kelas IIIA

Jalan kelas IIIA yaitu jalan arteri atau kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 mm, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 mm, dan muatan sumbu terberat yang diizinkan 8 ton.

d. Jalan Kelas IIIB

Jalan kelas IIIB yaitu jalan kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 mm, ukuran panjang tidak melebihi 12.000 mm, dan muatan sumbu terberat yang diizinkan 8 ton.

e. Jalan Kelas IIIC

Jalan kelas IIIC yaitu jalan lokal dan jalan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.100 mm, ukuran panjang tidak melebihi 9.000 mm, dan muatan sumbu terberat yang diizinkan 8 ton.

2.1.5 Klasifikasi Jalan Menurut Jenis Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah infrastruktur konstruksi yang dibangun diatas lapisan tanah dasar (*Subgrade*), yang berfungsi untuk menopang beban lalu lintas (beban layan). Lapis perkerasan jalan yang langsung bersentuhan dengan roda kendaraan disebut lapis permukaan (*surface course*). Lapis permukaan berfungsi *structural* dan *non structural*.

Secara umum di antara lapis permukaan dan tanah dasar terdapat lapis antara yang disebut lapis pondasi. Lapis pondasi bermanfaat untuk mendukung struktur perkerasan jalan secara struktural dan sebagai lantai kerja untuk pembuatan konstruksi lapis permukaan. Lantai kerja diperlukan karena pelaksanaan pembuatan konstruksi lapis permukaan melibatkan banyak peralatan berat. Lapis pondasi dapat dibuat satu lapisan dengan jenis bahan yang sama. Seringkali lapis pondasi juga dibuat menjadi dua lapisan yang berbeda kualitasnya yaitu lapis pondasi atas (LPA) dan lapis pondasi bawah (LPB). Namun ada juga perbedaan komposisi susunan perkerasan tersebut, dan secara umum di Indonesia terkenal ada 2 jenis perkerasan, yaitu:

1) Perkerasan Lentur (*Flexible Pevement*)

Menurut Haryanto dan Utomo (2012:15) Perkerasan lentur adalah perkerasan yang bahan susunnya menggunakan agregat dan aspal. Struktur perkerasan jalan aspal bersifat relatif lentur karena aspal dapat melunak bila suhu meningkat atau dibebani secara terus menerus. Oleh karena itu maka perkerasan jalan aspal sering juga disebut perkerasan lentur.

2) Perkerasan Kaku (*Rigid Pevement*)

Perkerasan Kaku (*Rigid Pevement*) yaitu perkerasan yang menggunakan semen (*portland cement*) sebagai bahan pengikat.

Selain dari dua jenis perkerasan tersebut, sekarang ini telah banyak digunakan jenis gabungan (*composite pavement*), yaitu perpaduan antara lentur dan kaku. Perkerasan jalan dibangun di atas tanah dasar.

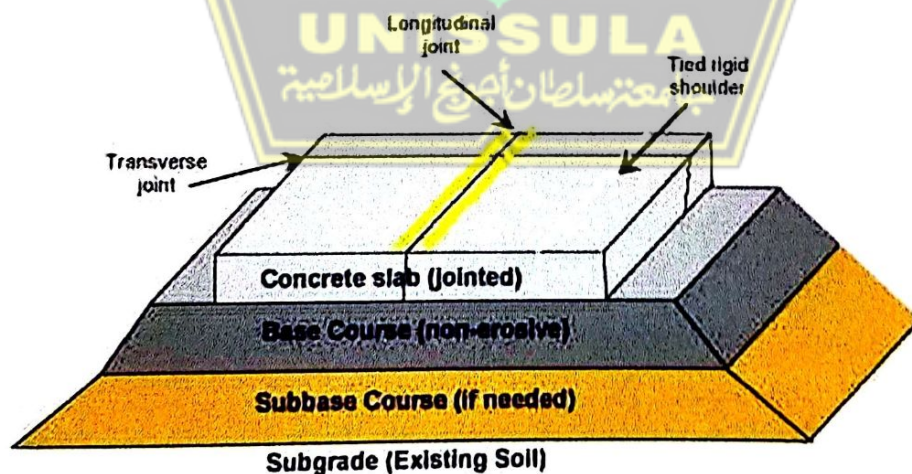
2.2 Perkerasan Kaku (*Rigid Pevement*)

Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*) Perkerasan kaku/ beton didefinisikan sebagai perkerasan yang menggunakan semen (*Portland Cement*) sebagai bahan pengikat. Pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan diatas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton (MDP 2017).

Perkerasan kaku adalah suatu perkerasan yang mempunyai sifat dimana saat pembebanan berlangsung perkerasan tidak mengalami perubahan bentuk, artinya perkerasan tetap seperti kondisi semula sebelum pembebanan berlangsung (MDP 2017). Sehingga dengan sifat ini, maka dapat dilihat apakah lapisan permukaan yang terdiri dari pelat beton tersebut akan pecah atau patah. Perkerasan kaku ini biasanya terdiri 4 lapisan yaitu:

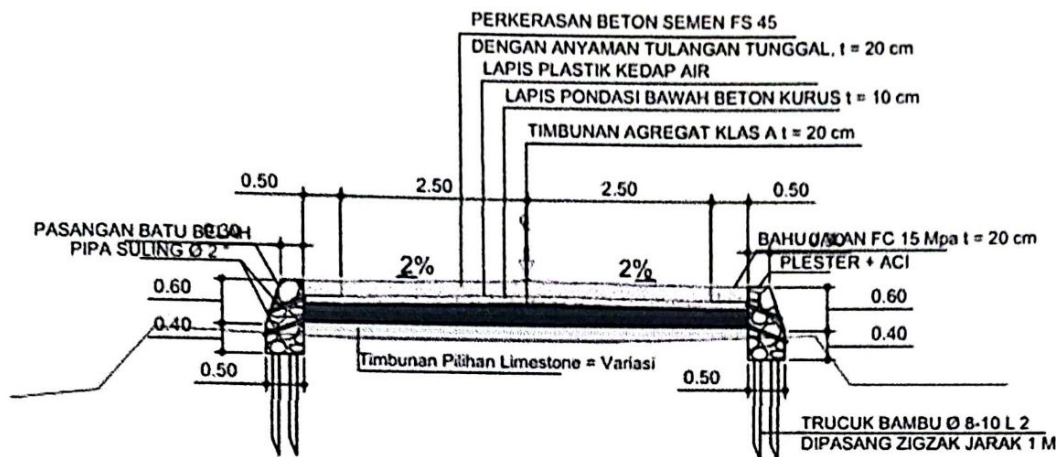
1. Lapisan permukaan (*surface course*) yang dibuat dengan pelat beton
2. Lapisan pondasi (*base course*)
3. Lapisan pondasi bawah (*subbase course*)
4. Tanah dasar (*subgrade*)

Susunan tipikal lapisan pada perkerasan kaku umumnya seperti terlihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Susunan lapisan konstruksi perkerasan kaku (*Gigid Pavement*)

(Sumber : <https://www.kompasiana.com>)



TIPIKAL POT MELINTANG A

Gambar 2.2 Tipikal Pot Melintang jalan kelas III

(Sumber : Pemkab Demak Dinas PUPR 2023)

Struktur perkerasan kaku terdiri dari lapisan-lapisan sebagai berikut:

1. Subgrade

Tanah dasar membentuk lapisan tanah eksisting yang mengalami pemadatan dengan menggunakan mesin untuk membentuk pondasi yang kuat pada perkerasan kaku.

2. Subbase Course

Lapisan kedua, yang bersentuhan dengan lapisan dasar dan tanah dasar, adalah lapisan subbase yang distabilkan.

3. Base Course

Diposisikan sebagai lapisan kedua dari atas, lapisan dasar, juga disebut dasar yang distabilkan, dibuat menggunakan agregat yang dihancurkan.

4. Surface Course

Lapisan perkerasan kaku paling atas, disebut juga dengan lapisan permukaan, merupakan pelat beton yang secara langsung menahan beban kendaraan.

2.2.1 Kriteria Kontruksi Perkerasan Kaku

Guna memberikan rasa aman dan nyaman kepada pemakai jalan, maka konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*) haruslah memiliki karakteristik perkerasan jalan sebagai berikut:

1. Menggunakan Pelat Beton

- Material utama adalah beton (PCC – *Portland Cement Concrete*).
- Ketebalan pelat beton bervariasi tergantung beban lalu lintas dan kondisi tanah dasar.

2. Daya Dukung yang Tinggi

- Beton memiliki kekuatan tekan tinggi, sehingga mampu menahan beban kendaraan berat tanpa deformasi yang signifikan.

3. Fungsi Struktur Ditopang oleh Pelat Beton

- Berbeda dengan perkerasan lentur yang mengandalkan lapisan agregat, perkerasan kaku menyalurkan beban langsung ke tanah dasar melalui pelat.

4. Memerlukan Sambungan (*Joint*)

- Untuk mengakomodasi ekspansi dan kontraksi akibat perubahan suhu, diperlukan sambungan ekspansi dan kontraksi.

5. Ketahanan Terhadap Deformasi Plastik

- Tidak mengalami deformasi permanen seperti *rutting* yang sering terjadi pada perkerasan aspal.

6. Biaya Awal yang Lebih Mahal

- Investasi awal lebih tinggi dibanding perkerasan lentur, tetapi biaya pemeliharaan lebih rendah dalam jangka panjang.

7. Umur Layanan Lebih Lama

- Bisa bertahan 20–40 tahun dengan pemeliharaan yang baik, lebih lama dibandingkan perkerasan lentur.

8. Kurang Fleksibel terhadap Pergerakan Tanah

- Rentan terhadap retak jika tanah dasar tidak stabil atau terjadi perubahan volume tanah akibat perubahan kadar air.

9. Permukaan Lebih Keras dan Kaku

- Menyebabkan tingkat kebisingan lebih tinggi dan kurang nyaman dibanding perkerasan lentur.

10. Pemeliharaan Sulit dan Butuh Waktu Lama

- Jika terjadi kerusakan, perbaikan membutuhkan waktu lebih lama karena beton harus mengeras sebelum bisa digunakan kembali.

Perkerasan kaku sering digunakan pada jalan dengan lalu lintas berat seperti jalan tol, bandara, dan pelabuhan karena ketahanannya terhadap beban yang relatif tinggi.

2.3 Jenis-Jenis Kerusakan Pada Perkerasan Beton (Kaku)

Jenis kerusakan yang terjadi pada perkerasan beton bersambung dengan atau tanpa tulangan (JPCP dan JRCP) atau pada perkerasan beton menerus dengan tulangan (CRCP) harus diperbaiki sebelum pelaksanaan pelapisan tambah beton aspal seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.1. (MDP No. 03/M/BM/2024)

Tabel 2.1 Jenis kerusakan dan tipe perbaikannya

Jenis Kerusakan	Tipe Perbaikan
Retak aktif (<i>Working cracks</i>)	Perbaikan <i>full depth</i> atau penggantian pelat
<i>Punchout</i>	Perbaikan <i>full depth</i> pelat beton
Gompal di sambungan	Perbaikan <i>full depth</i> atau sebagian kedalaman (<i>partial-depth repair</i>)
Tambalan yang rusak	Perbaikan <i>full depth</i>
Rocking/Pumping	Injeksi (<i>Grouting</i>)
Ambblas	Pengangkatan pelat (<i>slab jacking</i>) atau rekonstruksi

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2024.

Hasil studi yang terbaru (Putra dan abdillah, 2020) menyarankan bahwa ada beberapa jenis kerusakan yang sering terjadi pada perkerasan kaku seperti *blowup*, retak pojok, *durability cracking*, *faulting*, dan kerusakan sistem load transfer yang disebabkan oleh berbagai faktor seperti cuaca, lalu lintas, dan kualitas material. Adapun jenis-jenis kerusakan lainnya yang sering juga terjadi pada perkerasan kaku adalah *polished aggregate*, *popouts*, *pumping*, *punchout*, *reactive aggregate*, *shrinkage cracking*, dan *spalling*.

Berdasarkan adanya tulangan dan sambungan plat beton perkerasan kaku, perkerasan beton semen dapat diklasifikasikan menjadi 3 jenis sebagai berikut :

- a. Perkerasan beton biasa dengan sambungan tanpa tulangan untuk kendali retak.
- b. Perkerasan beton semen biasa dengan sambungan dan tulangan plat untuk kendali retak. Untuk kendali retak digunakan *wire mesh* diantara siar dan penggunaannya independen terhadap adanya tulangan dowel.
- c. Perkerasan beton bertulang menerus (tanpa sambungan). Tulangan beton terdiri dari baja tulangan dengan presentase besi yang relatif cukup banyak (0,02% dari luas penampang beton).

Adapun Jenis-jenis kerusakan yang terdapat pada perkerasan kaku (*rigid pavement*), yaitu sebagai berikut :

1. Amblas (*depression*)
2. Retak samping jalan (*Edge Cracking*)
3. Retak Sambung (*Joint Reflex Cracking*)
4. Pinggiran jalan turun vertikal (*Lane / Shoulder Dropp Off*)
5. Retak memanjang / melintang (*Longitudinal / Trasverse Cracking*)
6. Tambalan (*Patching end Utiliti Cut Patching*)
7. Alur (*Rutting*)
8. Retak slip (*Slippage Cracking*)
9. Penurunan atau patahan (*Settlement or Faulting*)
10. Pelat terbagi (*Devided Slab*)
11. Retak daya tahan (*Durability "D" Cracking*)
12. Tekuk (*Blow-up/Bluckling*)

Beberapa jenis kerusakan yang sering terjadi pada perkerasan kaku seperti *blowup*, retak pojok, *durability cracking*, *faulting*, dan kerusakan sistem *load transfer* yang disebabkan oleh berbagai faktor seperti cuaca, lalu lintas, dan kualitas material. Jenis kerusakan lainnya adalah *polished aggregate*, *popouts*, *pumping*, *punchout*, *reactive aggregate*, *shrinkage cracking*, dan *spalling*. (Scribd, 2015)

Jenis-jenis kerusakan yang terdapat pada perkerasan kaku (*rigid pavement*), yaitu sebagai berikut:

1. *Blow-up*
2. Retak Pojok
3. *Durability Cracking*
4. *Faulting* (Ketidak Rataan)
5. Kerusakan Sistem *Joint Load Transfer*
6. *Linier* (Lajur) *Cracking*
7. *Patching* (Tambalan)
8. *Polished Aggregate*
9. *Popouts* (Berlobang)
10. *Pumping*
11. *Punchout* (Remek)
12. *Reactive Agregate Distresses*
13. *Shrinkage Cracking*
14. *Spalling*

2.4 Metode Surface Distress Index (SDI)

Menurut Panduan Nomor SDM-03 / RCS tentang survei kondisi jalan pada tahun 2011 bahwa Metode Surface Distress Index (SDI) adalah pemeriksaan yang dilakukan secara visual dengan data parameter yaitu lebar keretakan, rata-rata keretakan, luas total keretakan, jumlah lubang, dan kedalaman bekas roda kendaraan. Ruas jalan yang akan di survei dibagi menjadi beberapa segmen, hasil pemeriksaan terhadap parameter-parameter tersebut kemudian dihitung menggunakan standar penilaian yang ditetapkan oleh Bina Marga, yang menghasilkan suatu nilai *Surface distress index* (SDI).

Sistem penilaian tingkat kerusakan perkerasan jalan didasarkan pada pengamatan visual sehingga dapat digunakan sebagai referensi dalam upaya menetapkan usaha pemeliharaan jalan. Metode *Surface Distress Index* (SDI) yang dikembangkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga.

Menurut data Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang, bidang Bina Marga Kab. Demak tahun 2023, perhitungan indeks SDI dilakukan secara akumulasi berdasarkan kerusakan jalan untuk kemudian dapat ditentukan kondisi perkerasan jalan yang ditetapkan seperti pada tabel di bawah ini:

2.4.1 Menentukan nilai SDI1 (Luas Kerusakan)

Persen Luas Kerusakan seperti; Turunan, Tambalan, Retak, Lubang, dan Remuk merupakan hasil dari panjang dan lebar kerusakan antara dua bidang yang diukur pada permukaan luas perkerasan. Untuk pembobotan nilai SDI1 lebar retakan.

Tabel 2.2 Penilaian luas retak

Angka	% Luas Kerusakan	Nilai SDI1
1	Tidak ada	-
2	< 10 % luas	5
3	10 - 30 % luas	20
4	> 30 % luas	40

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023

Berdasarkan penjelasan di atas dapat dijelaskan bahwa jika pada penilaian kondisi jalan sesuai rentang yang ditentukan tidak ada luas retakan maka angka yang dimasukkan ke dalam perhitungan SDI1 adalah angka 1 yang memiliki bobot nilai SDI1 sebesar 0, untuk luas retakan < 10 % luas dimasukkan angka 2 yang memiliki bobot nilai SDI1 sebesar 5, untuk luas retakan 10-30 % luas dimasukkan angka 3 yang memiliki bobot nilai SDI1 sebesar 20, dan untuk luas retakan >30 % dimasukkan angka 4 yang memiliki bobot nilai SDI1 sebesar 40.

Adapun sebelum menentukan angka SDI, terlebih dahulu menghitung persentase luas kerusakan dengan rumus berikut :

$$\{\text{Densitas (\%)} = \frac{Ad}{As} \times 100\%\}$$

$$\{\text{Densitas (\%)} = \frac{Ld}{As} \times 100\%\}$$

Penjelasan:

Ad = Luas total jenis kerusakan untuk tiap tingkat kerusakan (m²)

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

As = Luas total unit segmen (m²)

2.4.2 Menentukan nilai SDI2 (Lebar Retak)

Lebar retakan merupakan jarak antara dua bidang retakan diukur pada permukaan perkerasan. Untuk pembobotan nilai SDI2 lebar retakan.

Tabel 2.3 Penilaian lebar retak

Angka	Lebar Retakan	Nilai SDI2
1	Tidak ada	-
2	Halus < 1 mm	5
3	Sedang 1 - 5 mm	20
4	Lebar > 5 mm	SDI1x2

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023

Berdasarkan penjelasan di atas dapat dijelaskan bahwa jika pada penilaian kondisi jalan sesuai rentang yang ditentukan tidak ada lebar retakan maka angka yang dimasukkan ke dalam perhitungan SDI2 adalah angka 1 yang tidak memiliki bobot nilai SDI2 = SDI1, untuk lebar retakan halus < 1 mm dimasukkan angka 2 yang memiliki bobot nilai SDI2 = SDI1, untuk lebar retakan sedang 1-5 mm dimasukkan angka 3 yang memiliki bobot nilai SDI2 = SDI1, dan untuk lebar retakan > 5 mm dimasukkan angka 4 yang memiliki bobot nilai SDI2 sebesar SDI1.

2.4.3 Menentukan nilai SDI3 (jumlah Lubang)

Jumlah lubang adalah jumlah lubang yang terdapat pada permukaan jalan yang disurvei tiap segmen sepanjang 50 m. Untuk pembobotan nilai SDI3 jumlah lubang.

Tabel 2.4 Penilaian jumlah lubang

Angka	Jumlah Lubang	Nilai SDI3
1	Tidak ada	-
2	1 / 50 m	SDI2+15
3	1 - 5 / 50 m	20 SDI2+75
4	> 5 / 50 m	40 SDI2+225

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 1990

Berdasarkan penjelasan di atas dapat dijelaskan bahwa jika pada penilaian kondisi jalan sesuai rentang yang ditentukan tidak ada jumlah lubang maka angka yang dimasukkan ke dalam perhitungan SDI3 adalah angka 1 yang tidak memiliki bobot nilai $SDI3 = SDI2$, untuk jumlah lubang $< 10/100$ m dimasukkan angka 2 yang memiliki bobot nilai SDI3 sebesar $SDI2+15$, untuk jumlah lubang $10/50/100$ m dimasukkan angka 3 yang memiliki bobot nilai SDI3 sebesar $SDI2+75$, dan untuk jumlah lubang $>50/100$ m dimasukkan angka 4 yang memiliki bobot nilai SDI3 sebesar $SDI2+225$.

2.4.4 Menentukan nilai SDI4 (Kedalaman bekas roda)

Bekas roda adalah penurunan yang terjadi pada suatu bidang permukaan jalan yang disebabkan oleh beban roda kendaraan. Beban roda kendaraan tersebut dapat berbentuk tonjolan dan lekukan yang tersebar secara luas pada permukaan. Untuk pembobotan nilai SDI4 bekas roda.

Tabel 2.5 Penilaian bekas roda

Angka	Bekas Roda	Nilai SDI3
1	Tidak ada	-
2	< 1 cm dalam	$SDI3+5 \times 0,5$
3	1 - 3 cm dalam	$SDI3+5 \times 2$
4	> 3 cm	$SDI3+5 \times 4$

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 1990

Berdasarkan penjelasan di atas dapat dijelaskan bahwa jika pada penilaian kondisi jalan sesuai rentang yang ditentukan tidak ada bekas roda maka angka yang

dimasukkan ke dalam perhitungan SDI4 adalah angka 1 yang tidak memiliki bobot nilai $SDI4 = SDI3$, untuk bekas roda < 1 cm dalam dimasukkan angka 2 yang memiliki bobot nilai $SDI4$ sebesar $SDI3+5 \times 0,5$, untuk bekas roda 1-3 cm dalam dimasukkan angka 3 yang memiliki bobot nilai $SDI4$ sebesar $SDI3+5 \times 2$, dan untuk bekas roda >3 cm dalam dimasukkan angka 4 yang memiliki bobot nilai $SDI4$ sebesar $SDI3+5 \times 4$.

2.4.5 Menentukan Kondisi Jalan Nilai SDI

Perhitungan indeks SDI dilakukan secara akumulasi berdasarkan kerusakan pada jalan untuk kemudian dapat ditentukan kondisi jalan yang ditetapkan seperti pada tabel 2.5

Tabel 2.6 Kondisi Perkerasan Jalan Berdasarkan Nilai SDI

Kondisi Jalan	Nilai SDI
Baik	<50
Sedang	50-100
Rusak ringan	100-150
Rusak berat	>150

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023

Metode SDI merupakan penilaian perkerasan jalan berdasarkan skala kinerja jalan terhadap kerusakan pada jalan yang terjadi di lapangan. Faktor-faktor yang menentukan besaran nilai indeks SDI adalah persentase luas kerusakan, lebar retak, dan jumlah lubang kemudian direkap dalam bentuk nilai SDI dengan besaran nilai yang ditentukan dan menghasilkan parameter kondisi jalan sebagai berikut:

1. Baik = $SDI < 50$
2. Sedang = $SDI 50-100$
3. Rusak ringan = $SDI 100-150$
4. Rusak berat = $SDI > 150$

Parameter tersebut yang digunakan sebagai acuan Penentuan Program Penanganan Pemeliharaan Jalan Berpenutupuk Aspal/ Beton Semen pada penelitian ini dengan Metode *Surface Distress Index* (SDI).

2.5 Metode Penanganan Pemeliharaan Jalan Berpenutup Aspal/Beton Semen

Adapun Metode Penanganan Pemeliharaan Jalan Berpenutup Aspal/Beton Semen berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 13 /PRT M/ Tahun 2011, Tentang “Tata Cara Pemeliharaan dan Penilikan Jalan”, pada Bab XIV Pasal 27 poin 5, ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 2.7 Penentuan Program Penanganan Pemeliharaan Jalan.

Kondisi Jalan	Prosentase Batasan Kerusakan (Persen terhadap luas lapis perkerasan permukaan)	Program Penanganan
Baik (B)	< 6%	Pemeliharaan Rutin
Sedang (S)	6 - < 11%	Pemeliharaan Rutin/Berkala
Rusak Ringan (RR)	11 - < 15%	Pemeliharaan Rehabilitasi
Rusak Berat (RB)	15 > %	Rekonstruksi/Peningkatan Struktur

Sumber: Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 13 Tahun, 2011.

Adapun Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 13 /PRT M/ Tahun 2011, Tentang “Tata Cara Pemeliharaan dan Penilikan Jalan”, pada Bab XIV Pasal 27 poin 5 digunakan sebagai acuan Penentuan Program Penanganan Pemeliharaan Jalan Berpenutup Aspal/ Beton Semen pada penelitian ini dikarenakan ada titik persamaan pada parameter kondisi kerusakan dengan Metode *Surface Distress Index* (SDI).



BAB III

METODOLOGI

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Bentuk Penelitian

Bab ini menjelaskan bagaimana langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian untuk menganalisis tingkat kerusakan jalan dengan menggunakan metode *Surface Distress Index* (SDI) dan mengidentifikasi penyebab kerusakan pada Jalan Onggorawe-Mranggen. Penelitian ini melibatkan serangkaian tahapan mulai dari pengumpulan data, pengolahan data, hingga analisis hasil.

Penelitian ini termasuk jenis penelitian kombinasi atau campuran. Menurut Sugiono (2012), penelitian kombinasi adalah suatu metode penelitian yang mengkombinasikan atau menggabungkan antara metode kuantitatif dan metode kualitatif untuk digunakan secara bersama-sama dalam suatu kegiatan penelitian, sehingga diperoleh data yang lebih komprehensif, valid, reliabel, dan objektif.

Secara sederhana, penelitian campuran ini sesuai dengan namanya, yaitu penelitian yang mengkombinasikan antara penelitian kuantitatif dengan penelitian kualitatif. Metode kuantitatif digunakan di tahap awal dalam pengujian hipotesis. Sementara metode kualitatif digunakan pada tahap akhir dalam proses penentuan sumber data, pengumpulan data, analisis, dan penarikan kesimpulan maupun saran. Meskipun ketika dipisah masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan.

3.2 Tahapan Penelitian

Tahapan kegiatan penelitian yang dilakukan pada Tugas Akhir ini terdiri dari beberapa tahap, antara lain:

3.2.1 Identifikasi Masalah

Pada tahap identifikasi masalah ini dilakukan pengamatan kondisi eksisting dan permasalahan yang ada sehingga dipilih topik tugas akhir “Analisa Tingkat Kerusakan Jalan Menggunakan Metode SDI (*Surface Distress Index*) serta

Penanganannya dengan Pendekatan pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 13 Tahun 2011, Pasal 26". Permasalahan yang ada yaitu berupa kecelakaan yang sering terjadi di jalur eksisting Onggorawe-Mranggen, dan serta ketidaknyamanan berkendara pada jalan Onggorawe-Mranggen hingga akses transportasi menjadi terganggu. Kemudian dari permasalahan tersebut dapat diidentifikasi mengenai lokasi, keadaan jalan, dan faktor apa yang mempengaruhi kerusakan jalan tersebut.

3.2.2 Studi Literatur

Pada tahap studi literatur ini dilakukan mencari acuan untuk menunjang pengerjaan tugas akhir tentang jenis-jenis kerusakan jalan pada perkerasan kaku, Analisis Metode SDI, factor penyebab kerusakan jalan dan cara penanganan kerusakan pada perkerasan kaku menggunakan literature berupa buku, jurnal, undang-undang, dan lain sebagainya. Studi literature ini diharapkan mampu memberikan pemahaman studi pada masalah dan metode pengerjaan yang digunakan.

3.2.3 Penentuan Metode Analisis yang Akan Dipakai

Penentuan Metode ini bertujuan untuk menganalisis atau mengolah dari data yang telah dikumpulkan, dalam tugas akhir ini kami melakukan analisa kondisi jalan pada perkerasan kaku dengan Metode SDI (*Surface Distress Index*).

3.2.4 Metode Pengumpulan Data

Penelitian yang dilakukan kali ini akan digunakan metode pengumpulan data dengan cara pengamatan langsung. Selain itu peneliti juga memperoleh data dari lembaga atau instansi terkait melalui dokumen tertulis. Data-data yang diperoleh melalui Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (PUPR) Kabupaten Demak, serta data dari survey lapangan diperlukan sebagai bahan analisis pada penelitian yang akan dilakukan.

3.2.4.1. Data Primer

Pengumpulan data primer dilakukan dengan cara survey kondisi keadaan jalan dengan melakukan penyusuran lokasi penelitian, yaitu STA 0+500 – STA 2+000 untuk memperoleh data kondisi fisik jalan, pemeriksaan dilakukan secara visual

dengan melakukan pengamatan langsung dilapangan serta mencatat kondisi permukaan jalan pada Ruas Jalan Onggorawe-Mranggen.

Pengamatan kerusakan dilakukan dengan mengambil foto dan mencatat lokasi kerusakan secara terperinci menggunakan metode grid (segmen jalan dibagi menjadi beberapa blok, dengan ukuran setiap 1 segmen 5 meter)

3.2.4.2. Data Sekunder

Data Sekunder ialah data yang didapatkan peneliti secara tidak langsung dengan media perantara. Penelitian ini menggunakan data sekunder seperti:

1. Data kerusakan jalan dengan Metode SDI dari Dinas Pekerjaan Umum bidang Jasa Marga setempat tahun 2023.
2. Data ruas jalan Kabupaten Demak.
3. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 13 Tahun 2011, Pasal 27.

3.2.5 Metode Analisis Data

Data yang telah diperoleh, selanjutnya data tersebut dianalisis yang nantinya akan digunakan dalam perencanaan teknis. Tahapan analisis pada penelitian ini yaitu :

3.2.5.1. Analisa SDI

Surface Distress Index (SDI) adalah skala kinerja jalan yang diperoleh dari hasil pengamatan secara visual terhadap kerusakan jalan yang terjadi di lapangan. Faktor - faktor yang menentukan besaran indeks SDI adalah kondisi retak pada permukaan jalan, jumlah lubang dan dalam bekas roda (Manurung et al, 2015). Langkah-langkah dalam analisis SDI adalah:

- a) Identifikasi Jenis Kerusakan
 - Mengklasifikasikan kerusakan berdasarkan jenis, seperti retak, lubang, deformasi, dan lainnya.
- b) Penghitungan Density Kerusakan
 - Menghitung jumlah kerusakan setiap jenis terhadap total luas segmen jalan.
 - Rekap Data Hasil Survey Kerusakan.
- c) Penentuan Nilai Kondisi Jalan
 - Analisa Penilaian Kondisi Perkerasan Menggunakan Metode *Surface Distress Index* (SDI)
 - Nilai untuk masing-masing kondisi

d) Penentuan Klasifikasi Kondisi Jalan

- Mengacu pada kategori SDI (baik, sedang, buruk, dan sangat buruk).
- Adapun pengklasifikasian kondisi jalan berdasarkan nilai pada tabel 2.4.

e) Penentuan Penanganan Perbaikan

- Penanganan mengacu pada kategori SDI (baik, sedang, rusak ringan, dan rusak berat).
- Adapun pengklasifikasian penanganan jalan berdasarkan nilai pada tabel Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 13 Tahun 2011, Pasal 27.

3.2.6 Pembahasan

Dilakukan pembahasan dari hasil analisis yang telah dilaksanakan, yang bertujuan untuk mengolah/menganalisa data yang telah diperoleh guna untuk mendapatkan hasil dari penelitian yang dilakukan.

3.2.7 Penyusunan Kesimpulan dan Saran

Metodologi yang dijelaskan dalam bab ini dirancang untuk memberikan pendekatan sistematis dalam mengukur tingkat kerusakan jalan menggunakan metode *Surface Distress Index* (SDI), serta alternative proses penanganan perbaikan pada kerusakan jalan. Tahapan ini menjadi landasan dalam pembahasan hasil dan pembentukan alternative saran pemeliharaan dan perbaikan yang sesuai dengan ruas jalan Onggorawe-Mranggen, diharapkan umur perkerasan jalan bisa lebih tahan lama.

3.3 Hipotesis Penelitian

Adapun Hipotesis pada kasus sering terjadinya korban kecelakaan pada ruas jalan Onggorawe - Mranggen bisa disebabkan beberapa kemungkinan, mungkin disebabkan karena kerusakan jalan yang parah, mungkin disebabkan karena kurangnya prasarana jalan seperti lampu jalan, mungkin disebabkan karena kelalaian pengendara, dan lain sebagainya. Makadariitu untuk membuktikan hipotesis tersebut, diperlukan penelitian tugas akhir ini, dengan judul, topic, dan metode yang telah ditentukan.

Bagan Alir Penelitian





BAB IV

HASIL DAN PEMBASAHAN

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

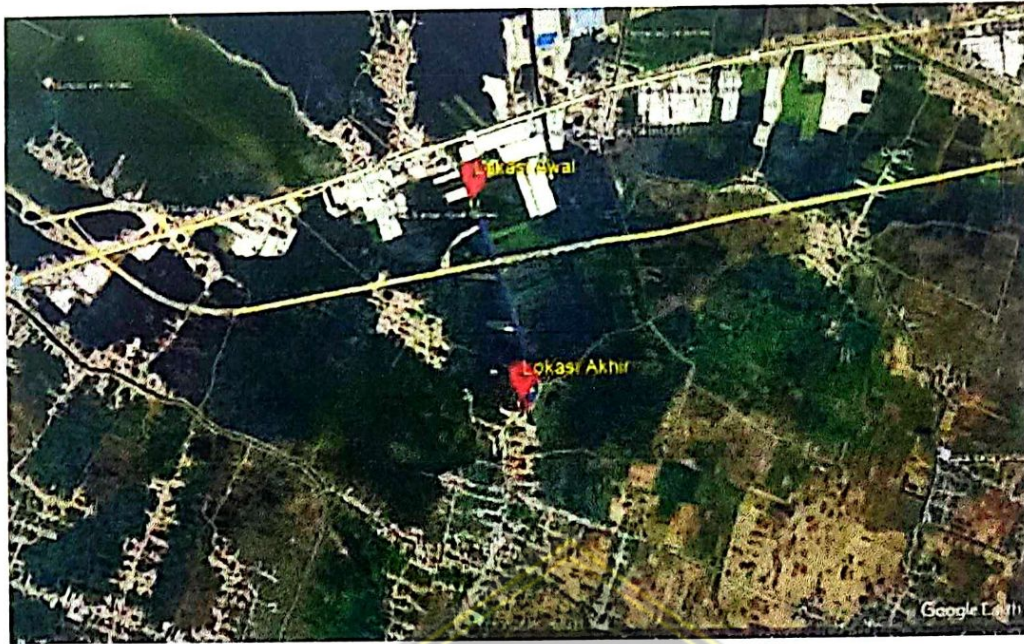
4.1 Umum

Berdasarkan dari hasil survey dan pengambilan data dilapangan, jalan raya Onggorawe-Mranggen ini merupakan jalan lintas penghubung antara kecamatan Sayung ke kecamatan Mranggen, yang memiliki dua lajur dan dua arah tanpa pembatas jalan. Pada survey kerusakan permukaan jalan yang terbuat dari rigid beton ini, penulis mengambil 1,5 km dan dibagi menjadi 30 segmen dimana persegmennya memiliki panjang 50 m dan lebar jalan 6 m.

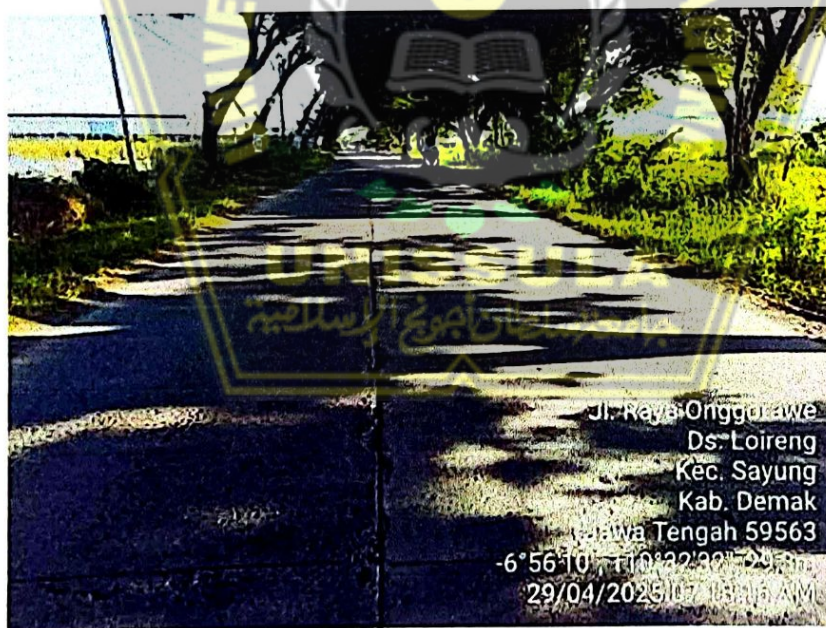
Pada bab ini akan dijelaskan mengenai data primer dan data sekunder yang telah dikumpulkan dan kemudian melakukan analisa sesuai dengan metode serta tahapan perhitungannya yang mengaju pada rumusan masalah dan tujuan penelitian yang sebelumnya sudah ditetapkan penulis pada 1.2 dan 1.3 di Bab I.

4.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada ruas Jalan Onggorawe - Mranggen yang memiliki panjang sekitar 11.769 meter/ 11,769 km menggunakan perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) ruas jalan terletak di Kabupaten Demak, Jawa Tengah 59563 Indonesia. Lokasi dipilih berdasarkan tingkat lalu lintas yang cukup tinggi dan adanya indikasi kerusakan yang signifikan pada permukaan jalan. Adapun lokasi penelitian dimulai dari STA 0+500 yang terletak pada koordinat Lintang: ($-6^{\circ}56'10.80''S$), Bujur: ($110^{\circ}32'32.93''E$) sampai dengan STA 2+000 yang terletak pada koordinat Lintang: ($-6^{\circ}57'3.33''S$), Bujur: ($110^{\circ}32'45.39''E$) yang diukur dari arah utara atau titik 0 dari Jl. Raya Pantura, Jl. Semarang- Demak, dan dapat kita tinjau pada peta berikut :



Gambar 4.1 Peta Lokasi Penelitian.
(Sumber: Google Earth Pro)



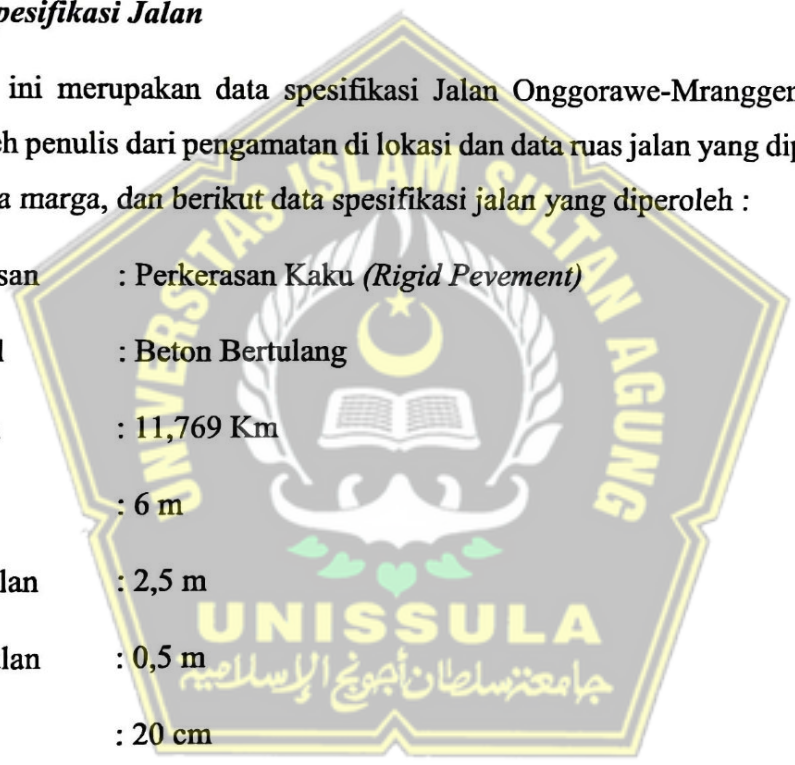
Gambar 4.2. STA Awal Ruas Jalan Onggorawe Mranggen
(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2025)

4.3 Pengumpulan Data

Data yang diperoleh yaitu data sekunder seperti; peta lokasi penelitian dan data ruas jalan dari dinas Jasa Marga Kab. Demak, dan data primer yang didapatkan dari pengamatan secara visual berupa data jenis kerusakan jalan dan data kondisi kerusakan jalan. Hasil data yang didapatkan merupakan data lapangan yang disurvei langsung di lokasi, yang kemudian diolah menggunakan metode SDI Bina Marga. Adapun data yang diperoleh yaitu sebagai berikut:

4.3.1 Data Spesifikasi Jalan

Data berikut ini merupakan data spesifikasi Jalan Onggorawe-Mranggen, yang telah diperoleh penulis dari pengamatan di lokasi dan data ruas jalan yang diperoleh dari dinas jasa marga, dan berikut data spesifikasi jalan yang diperoleh :



Jenis perkerasan	: Perkerasan Kaku (<i>Rigid Pevement</i>)
Jenis material	: Beton Bertulang
Panjang jalan	: 11,769 Km
Lebar jalan	: 6 m
Lebar lajur jalan	: 2,5 m
Lebar bahu jalan	: 0,5 m
Tebal jalan	: 20 cm
Fungsi Jalan	: Jalan Lokal
Tipe jalan	: 2/2 UD
Tipe alinemen	: Datar
Kelas jalan	: III C
Status jalan	: Kabupaten
Kecepatan rencana	: 20 - 40 km/jam

4.3.2 Jenis Kerusakan Jalan

Setelah melakukan survey visual pada ruas jalan Onggorawe – Mranggen baik sisi kiri maupun kanan memperoleh beberapa jenis kerusakan pada ruas jalan Onggorawe-Mranggen, untuk mentukan jenis-jenis kerusakan jalan menggunakan persamaan pada penjelasan 2.3. Adapun jenis-jenis kerusakan pada permukaan jalan yang terjadi pada ruas jalan tersebut adalah sebagai berikut :

1. Amblas (*depression*)

Amblas (*depression*), yaitu bentuk kerusakan yang terjadi ini berupa amblas atau turunnya lapisan permukaan perkerasan pada lokasi-lokasi tertentu, biasanya terdapat pada bekas tambalan. Pada studi kasus ini kedalaman kerusakan ini umumnya berkisar antara 1 cm sd 4 cm, dan akan menampung air yang dapat mempercepat kerusakan jalan, jenis kerusakan amblas pada jalan beton.



Gambar 4.3. Amblas (*Depression*)

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2025)

2. Retak samping jalan (*Edge Cracking*)

Retak samping jalan (*Edge Cracking*), yaitu retak yang sejajar dengan jalur lalu lintas dan juga biasanya berukuran 1 sampai 2 kaki (0,3-0,6 m) dari pinggir perkerasan. Ini biasanya disebabkan oleh beban lalu lintas atau cuaca yang memperlemah pondasi atas maupun bawah yang dekat dengan pinggir perkerasan. Diantara area retak pinggir perkerasan juga disebabkan oleh tingkat kualitas tanah yang lunak dan kadang-kadang pondasi yang bergeser.

Pada studi kasus ini, kerusakan Retak samping jalan (*Edge Cracking*) tidak terlalu banyak dijumpai, hanya beberapa segmen saja yang mengalami kerusakan tersebut.



Gambar 4.4. Retak samping jalan (*Edge cracking*)

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2025)

3. Retak Sambung (*Joint Reflex Cracking*)

Kerusakan ini umumnya terjadi pada perkerasan aspal yang telah dihamparkan di atas perkerasan beton semen *Portland*. Retak terjadi pada lapis timbunan (*overlay*) aspal yang mencerminkan pola retak dalam perkerasan beton lama yang berbeda dibawahnya. Pola retak dapat kearah memanjang, melintang, diagonal membentuk blok.

Pada studi kasus ini, kerusakan Retak Sambung (*Joint Reflex Cracking*) banyak dijumpai, dan memiliki luasan yang lumayan besar.



Gambar 4.5. Retak Sambung (*Joint Reflex Cracking*)
(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2025)

4. Pinggiran jalan turun vertikal (*Lane / Shoulder Dropp Off*)

Pinggiran jalan turun vertikal (*Lane / Shoulder Dropp Off*), yaitu Bentuk kerusakan ini terjadi akibat terdapatnya beda ketinggian antara permukaan perkerasan dengan permukaan tanah sekitarnya, dimana permukaan tanah lebih rendah terhadap permukaan perkerasan, dan biasanya menhadu genangan air ketika memasuki musim penghujan.

Pada studi kasus ini, kerusakan berupa Pinggiran jalan turun vertikal (*Lane / Shoulder Dropp Off*) tidak terlalu banyak dijumpai, hanya beberapa segmen saja yang mengalami kerusakan tersebut.



Gambar 4.6. Pinggiran Jalan Turun Vertikal (*Lane / Shoulder Dropp Off*)

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2025)

5. Retak memanjang (*Longitudinal*)

Adapun jenis kerusakan ini terdapat lumayan banyak pada studi kasus ini, sesuai dengan namanya, retak memanjang yaitu retak memanjang searah dengan jalur perkerasan, dan pada studi kasus ini lebar celah retakan diantara <1 cm sd >2 cm dan panjang bisa >2 segmen.



Gambar 4.7. Retak memanjang (*Longitudinal*)

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2025)

6. Melintang (*Trasverse Cracking*)

Adapun jenis kerusakan ini sesuai dengan namanya yaitu, retak yang melintang pada perkerasan. Retak ini terjadi berjajar yang terdiri dari beberapa celah. dan pada studi kasus ini lebar celah retakan diantara <1 cm sd >2 cm yang melintang sepanjang lebar perkerasan.



Gambar 4.8. Retak melintang (*Trasverse Cracking*)

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2025)

7. Tambalan (*Patching end Utiliti Cut Patching*)

Tambalan (*Patching end Utiliti Cut Patching*) merupakan suatu bidang pada perkerasan dengan tujuan untuk mengembalikan perkerasan yang rusak dengan material yang baru untuk memperbaiki kerusakan perkerasan yang ada. Pada studi kasus ini banyak terdapat tambalan, bahkan dalam 1 segmen ada yang >1 tambalan yang memiliki ukuran luas yang bervariasi mulai dari $0,16 \text{ m}^2$ sd $8,16 \text{ m}^2$. Tambalan dilaksanakan pada seluruh atau beberapa bagian keadaan yang rusak pada badan jalan tersebut.



Gambar 4.9. Tambalan (*Patching end Utiliti Cut Patching*)

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2025)

8. Alur (*Rutting*)

Istilah lain yang digunakan untuk menyebutkan jenis kerusakan ini adalah *longitudinal ruts* atau *channels / rutting*. Bentuk kerusakan ini terjadi pada lintasan roda sejajar dengan as jalan dan berbentuk alur. Lebar celah alur pada jalan raya Onggorawe berkisar antara <1 cm sd >1 cm.



Gambar 4.10. Alur (*Rutting*)

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2025)

9. Retak slip (*Slippage Cracking*)

Istilah lain yang biasanya digunakan untuk menyebutkan jenis retak ini adalah retak parabola atau *shear cracks*. Bentuk retak ini menyerupai lengkung bulan sabit atau berbentuk seperti jejak mobil yang disertai beberapa retak. Retak ini kadang-kadang terjadi bersamaan dengan terjadinya kerusakan sungkur (*shoving*).



Gambar 4.11. Retak slip (*Slippage Cracking*)

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2025)

10. Penurunan atau patahan (*Settlement or Faulting*)

Penurunan atau patahan adalah beda elevasi dua pelat beton pada sambungan atau retakan. Patahan biasanya terjadi akibat tidak adanya transfer beban di antara dua pelat yang diikuti dengan pemadatan atau penyusutan volume lapisan tanah di bawah pelat tersebut, menunjukkan perkerasan beton dengan tanpa alat transfer beban yang diberikan pada sambungan. Patahan di sambungan mengakibatkan kurang nyamannya pengendara dan termasuk kerusakan fungsional. Beda elevasi yang terdapat pada jalan raya Onggorawe berkisar antara <1 cm sd >3 cm.



Gambar 4.12. Penurunan atau patahan (*Settlement or Faulting*)

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2025)

11. Pelat terbagi (*Devided Slab*)

Pelat terbagi adalah retakan yang membagi pelat menjadi empat atau lebih bagian pecahan oleh akibat beban berlebihan atau oleh buruknya dukungan pelat. Jika seluruh pecahan atau retakan berada didalam kerusakan pecah sudut, maka kategori kerusakan dianggap sebagai pecah sudut yang parah.



Gambar 4.13. Pelat terbagi (*Devided Slab*)

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2025)

12. Retak daya tahan (*Durability "D" Cracking*)

Retak daya tahan atau retak "D" disebabkan oleh ekspansi, yaitu akibat proses beku cair dari agregat besar yang dengan berjalannya waktu secara berangsur-angsur yang memecahkan beton. Kerusakan ini nampak berupa retakan-retakan yang berada di dekat sambungan atau retakan. Oleh akibat beton retak-retak didekat sambungan atau retakan, endapan berwarna gelap sering dijumpai di sekitar retak "D" ini,



Gambar 4.14. Retak daya tahan (*Durability "D" Cracking*)

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2025)

13. *Punchout* (remek)

Sebagian plat tertentu, pecah menjadi beberapa bagian kecil, khususnya yg retak lepas dan disintegasi. Kerusakan seperti ini lumayan banyak terdapat pada ruas jalan Onggorawe-Mranggen dengan luasan mulai dari 0,08 m² sd 0,71 m².



Gambar 4.15. *Punchout* (remek)

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2025)

14. Retak pojok

Retak pada sambungan perkerasan di pojok plat yang disebut dekat pojok adalah dalam daerah 2 m, retak berlanjut kedalam plat.



Gambar 4.16. Retak Pojok

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2025)

15. *Polished aggregate*

Polished aggregate adalah terkikisnya daerah perkerasan yang bagian agregat dipermukaan hilang partikel halusnya. Dan hampir mayoritas permukaan pada perkerasan ruas jalan Onggorawe-Mranggen mengalami *Polished aggregate*.



Gambar 4.17. *Polished Aggregate*

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2025)

16. *Popouts* (berlobang)

Sebagian kecil perkerasan yang pecah dan lepas dari permukaan yang meninggalkan bekas lobang kecil, pada studi kasus ini lubang memiliki ukuran luas 0,09-2,29 m² dengan kedalaman 3->8 cm.



Gambar 4.18. Popouts (berlobang)
(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2025)

17. Kerusakan Sambungan (*Joint Spalling / Joint Failure*)

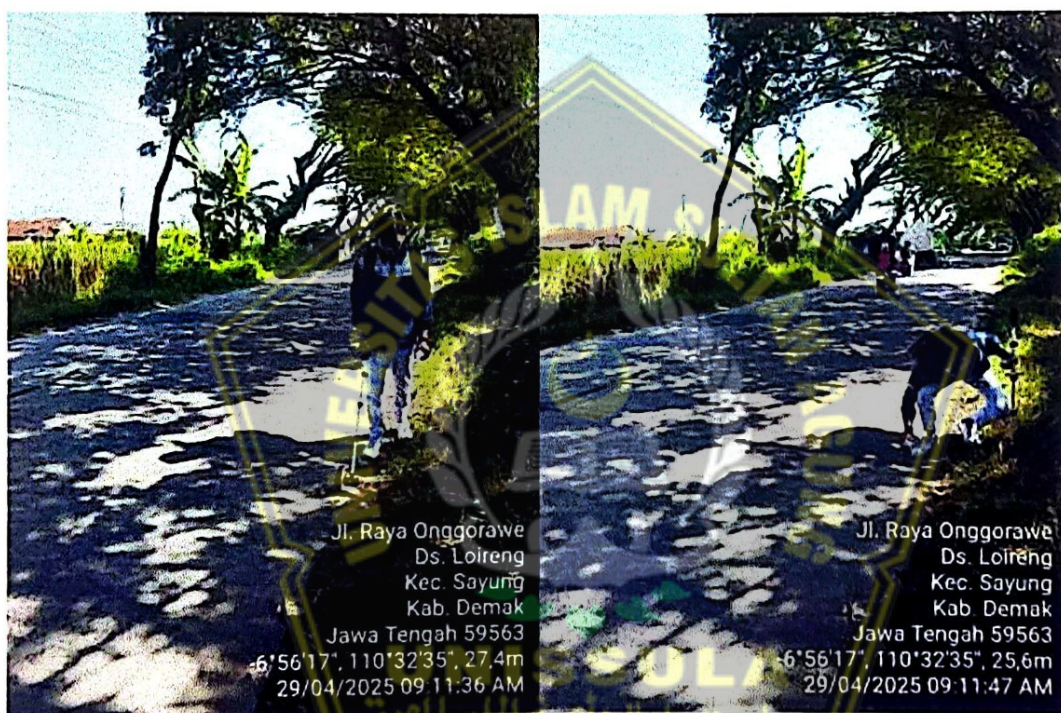
Terlihat adanya celah antara plat kiri dan plat kanan yang terpisah cukup lebar atau retakan besar di sambungan antar pelat beton. Sambungan tampak melebar >5 cm dan tidak rata, bahkan terlihat adanya rongga terbuka di antara pelat beton.



Gambar 4.19. Kerusakan Sambungan (*Joint Spalling / Joint Failure*)
(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2025)

4.3.3 Data Kerusakan Jalan

Data kerusakan jalan yang digunakan untuk penyusunan tugas akhir ini adalah data primer yang didapat dari hasil survey secara langsung di lokasi penelitian. Data tersebut mencakup kerusakan jalan pada permukaan perkerasan yang terdapat pada ruas jalan Onggorawe-Mranggen tahun 2025, yang diamati dari kedua sisi (sisi kanan dan sisi kiri). Pada data primer tersebut diketahui bahwa survey dilakukan dengan mencatat secara manual, dan pencatatan dilakukan per 1 segmen, yaitu setiap jarak 5 meter.



Gambar 4.20. Pengukuran Dan Penandaan Per Segmen

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2025)

Pengamatan survei lapangan terhadap kondisi permukaan ruas jalan Onggorawe-Mranggen seperti ditunjukkan pada tabel di lampiran.1 pada laporan.

Pemeriksaan visual kondisi permukaan jalan Onggorawe-Mranggen dilakukan lajur demi lajur dengan sebaran STA sepanjang 5 m. mendapatkan kondisi permukaan perkerasan jalan yang diamati pada jalan tersebut dalam keadaan yang bervariasi, ada yang memiliki kondisi halus, baik, cukup baik, lumayan buruk, dan sangat buruk (rusak berat).



Gambar 4.21. Proses Pengukuran Dan Pendataan Kerusakan Jalan

(Sumber : Dokumentasi Penulis, 2025)

Dari hasil pemeriksaan visual kondisi permukaan jalan, maka didapatkan penilaian luasan kondisi kerusakan permukaan jalan Onggorawe, yang selanjutnya rekapitulasi nilai kerusakan dapat masuk pada tahap analisis untuk mengetahui tingkat kondisi perkerasan.

4.4 Analisis Data Metode SDI جامعة سلطان أبوبوع الإسلام

Dalam tahap analisis ini, akan dihitung nilai kondisi kerusakan dan kemudian akan dilakukan analisa sesuai dengan metode analisis, yaitu metode *Surface Distress Index* (SDI), serta tahapan perhitungannya yang mengaju pada rumusan masalah dan tujuan penelitian yang ada, supaya untuk nilai tingkat kondisi kerusakan serta penanganan yang sesuai.

4.4.1 Menghitung Densitas Kerusakan

Penilaian nilai *Surface Distress Index* (SDI), didasarkan pada nilai kerapatan (*Density*) untuk menentukan tingkat kerusakan, untuk mencari nilai *density* menggunakan persamaan 2.4.1.

$$\{\text{Densitas (\%)} = (\frac{Ad}{As} \times 100\%)\}$$

$$\{\text{Densitas (\%)} = (\frac{Ld}{As} \times 100\%)\}$$

Penjelasan:

Ad = Luas total jenis kerusakan untuk tiap tingkat kerusakan (m²)

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

As = Luas total unit segmen (m²)

Berdasarkan rumus diatas maka didapatkan nilai *density* dengan penilaian kondisi jalan seperti ditunjukkan pada tabel 2.1 didasarkan pada jumlah Luas tiap jenis kerusakan pada perkerasan. Adapun nilai densitas pada Jalan Onggorawe-Mranggen ditunjukkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.1. Nilai Kerapatan (*Density*) Jalan Onggorawe-Mranggen 2025 (STA 0+500 – STA 1+000)

Selasa, 29 April 2025								
No	STA		Jenis Kerusakan					Total Kerusakan (%)
			Penurunan (%)	Tambalan (%)	Retakan (%)	Lubang (%)	Remuk (%)	
1	0+500	0+550	0,00	2,72	0,23	0,18	0,12	3,25
2	0+550	0+600	0,00	3,15	0,07	0,16	0,00	3,38
3	0+600	0+650	0,00	0,00	0,00	0,03	0,06	0,09
4	0+650	0+700	0,00	3,22	0,00	0,00	0,08	3,30
5	0+700	0+750	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0+750	0+800	0,00	0,56	0,18	0,03	0,03	0,80
7	0+800	0+850	0,00	1,58	0,00	0,00	0,00	1,58
8	0+850	0+900	0,00	1,02	0,00	0,00	0,07	1,10
9	0+900	0+950	0,00	0,09	0,05	0,00	0,00	0,14
10	0+950	1+000	0,00	1,59	0,11	0,00	0,05	1,76

Sumber : Olahan Data Penulis, 2025

Setelah didapatkan nilai rekap persentase kondisi kerusakan luasan jalan sepanjang 500 m (STA 0+500 – STA 1+000) pada perhitungan tabel 4.1 di didapatkan nilai yang paling tinggi adalah rusak luasan sebesar 3,38% yang terdapat pada STA 0+550-0+600 yang dapat dilihat pada grafik dibawah ini :



Gambar 4.22. Persentase Kerusakan Jalan (STA 0+500 – STA 1+000)

(Sumber : Data Penulis, 2025)

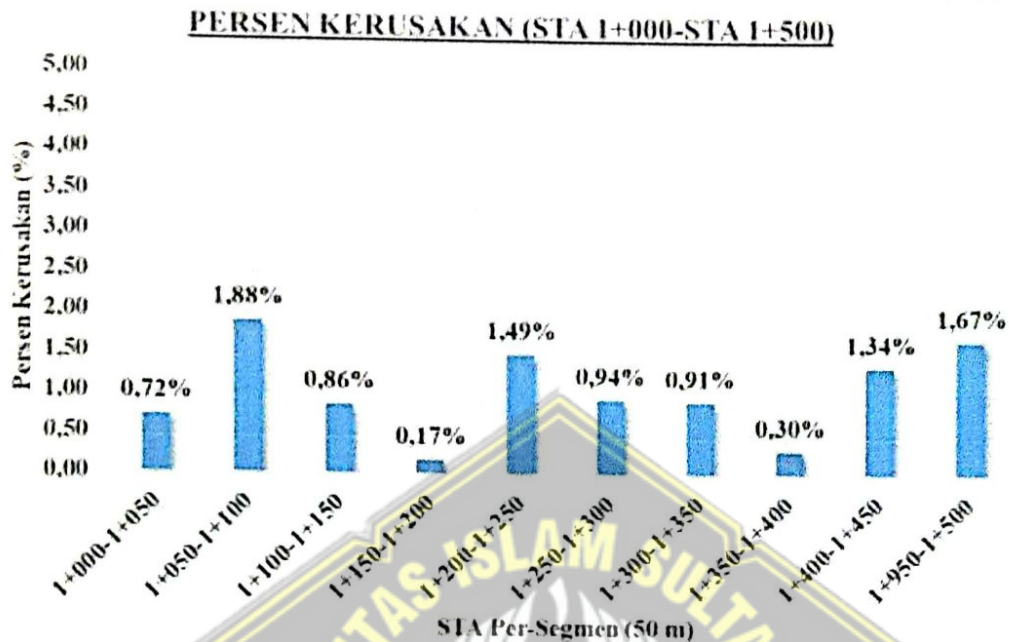
Tabel 4.2. Nilai Kerapatan (*Density*) Jalan Onggorawe-Mranggen 2025 (STA 1+000 – STA 1+500)

Rabu, 30 April 2025								
No	STA		Jenis Kerusakan					Total Kerusakan (%)
			Penurunan (%)	Tambalan (%)	Retakan (%)	Lubang (%)	Remuk (%)	
11	1+000	1+050	0,00	0,60	0,00	0,00	0,12	0,72
12	1+050	1+100	0,00	1,48	0,33	0,00	0,07	1,88
13	1+100	1+150	0,00	0,59	0,17	0,10	0,00	0,86
14	1+150	1+200	0,00	0,12	0,00	0,05	0,00	0,17
15	1+200	1+250	0,00	1,03	0,46	0,00	0,00	1,49
16	1+250	1+300	0,00	0,94	0,00	0,00	0,00	0,94
17	1+300	1+350	0,50	0,30	0,00	0,07	0,04	0,91
18	1+350	1+400	0,00	0,00	0,15	0,00	0,15	0,30
19	1+400	1+450	0,00	0,58	0,06	0,70	0,00	1,34
20	1+450	1+500	0,15	1,26	0,00	0,26	0,00	1,67

Sumber : Olahan Data Penulis, 2025

Setelah didapatkan nilai rekap persentase kondisi kerusakan luasan jalan sepanjang 500 m (STA 1+000 – STA 1+500) pada perhitungan tabel 4.2 di

didapatkan nilai yang paling tinggi adalah rusak luasan sebesar 1,88% yang terdapat pada STA 1+050-1+100 yang dapat dilihat pada grafik dibawah ini :



Gambar 4.23. Persentase Kerusakan Jalan (STA 1+000 – STA 1+500)
(Sumber : Data Penulis, 2025)

Tabel 4.3. Nilai Kerapatan (*Density*) Jalan Onggorawe-Mranggen 2025 (STA 1+500 – STA 2+000)

Senin, 05 Mei 2025								
No	STA		Jenis Kerusakan					Total Kerusakan (%)
			Penurunan (%)	Tambalan (%)	Retakan (%)	Lubang (%)	Remuk (%)	
21	1+500	1+550	0,00	3,02	0,16	0,03	0,00	3,21
22	1+550	1+600	0,00	2,28	0,04	0,00	0,00	2,33
23	1+600	1+650	0,35	0,66	0,30	0,00	0,00	1,30
24	1+650	1+700	0,25	0,15	0,00	0,00	0,23	0,64
25	1+700	1+750	1,59	0,00	0,00	0,85	0,29	2,72
26	1+750	1+800	0,23	0,00	0,00	0,14	0,11	0,48
27	1+800	1+850	0,12	0,00	0,12	0,00	0,00	0,24
28	1+850	1+900	2,83	0,59	0,00	0,76	0,00	4,18
29	1+900	1+950	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28
30	1+950	2+000	1,59	0,48	0,00	0,52	0,00	2,59

Sumber : Olahan Data Penulis, 2025

Setelah didapatkan nilai rekap persentase kondisi kerusakan luasan jalan sepanjang 500 m (STA 1+500 – STA 2+000) pada perhitungan tabel 4.3 di didapatkan nilai yang paling tinggi adalah rusak luasan sebesar 4,18% yang terdapat pada STA 1+850-1+900 yang dapat dilihat pada grafik dibawah ini :



Gambar 4.24. Persentase Kerusakan Jalan (STA 1+500 – STA 2+000)

(Sumber : Data Penulis, 2025)

4.4.2 Rekap Data Kerusakan Jalan

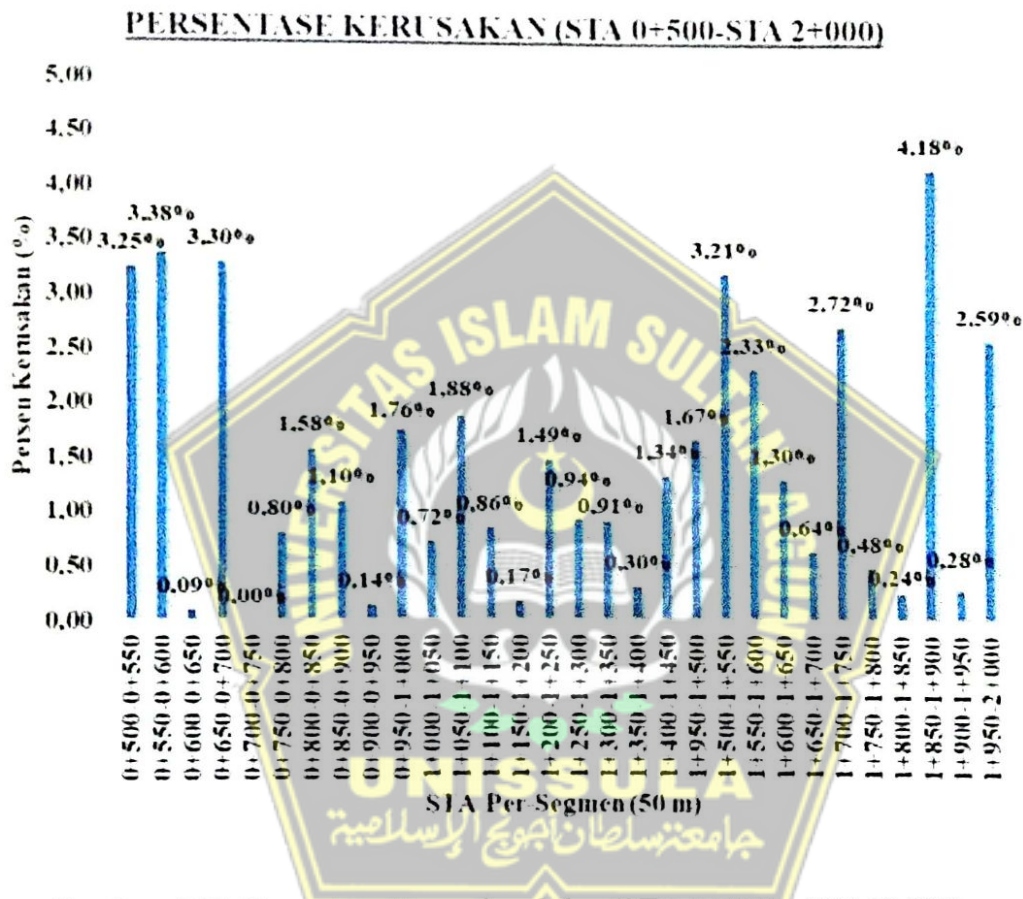
Setelah didapatkan nilai rekap persentase, maka selanjutnya semua nilai rekapitulasi kondisi kerusakan setiap segmen sesuai nilai yang sudah ditentukan dikumpulkan pada satu tabel berikut:

Tabel 4.4. Nilai Kerapatan (*Density*) Jalan Onggorawe-Mranggen 2025 (STA 0+500 – STA 2+000

PERSENTASE KERUSAKAN JALAN ONGGORAWE-MRANGGEN 2025								
NO	STA		Jenis Kerusakan					Total Kerusakan (%)
			Penurunan (%)	Tambalan (%)	Retakan (%)	Lubang (%)	Remuk (%)	
1	0+500	0+550	0,00	2,72	0,23	0,18	0,12	3,25
2	0+550	0+600	0,00	3,15	0,07	0,16	0,00	3,38
3	0+600	0+650	0,00	0,00	0,00	0,03	0,06	0,09
4	0+650	0+700	0,00	3,22	0,00	0,00	0,08	3,30
5	0+700	0+750	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0+750	0+800	0,00	0,56	0,18	0,03	0,03	0,80
7	0+800	0+850	0,00	1,58	0,00	0,00	0,00	1,58
8	0+850	0+900	0,00	1,02	0,00	0,00	0,07	1,10
9	0+900	0+950	0,00	0,09	0,05	0,00	0,00	0,14
10	0+950	1+000	0,00	1,59	0,11	0,00	0,05	1,76
11	1+000	1+050	0,00	0,60	0,00	0,00	0,12	0,72
12	1+050	1+100	0,00	1,48	0,33	0,00	0,07	1,88
13	1+100	1+150	0,00	0,59	0,17	0,10	0,00	0,86
14	1+150	1+200	0,00	0,12	0,00	0,05	0,00	0,17
15	1+200	1+250	0,00	1,03	0,46	0,00	0,00	1,49
16	1+250	1+300	0,00	0,94	0,00	0,00	0,00	0,94
17	1+300	1+350	0,50	0,30	0,00	0,07	0,04	0,91
18	1+350	1+400	0,00	0,00	0,15	0,00	0,15	0,30
19	1+400	1+450	0,00	0,58	0,06	0,70	0,00	1,34
20	1+450	1+500	0,15	1,26	0,00	0,26	0,00	1,67
21	1+500	1+550	0,00	3,02	0,16	0,03	0,00	3,21
22	1+550	1+600	0,00	2,28	0,04	0,00	0,00	2,33
23	1+600	1+650	0,35	0,66	0,30	0,00	0,00	1,30
24	1+650	1+700	0,25	0,15	0,00	0,00	0,23	0,64
25	1+700	1+750	1,59	0,00	0,00	0,85	0,29	2,72
26	1+750	1+800	0,23	0,00	0,00	0,14	0,11	0,48
27	1+800	1+850	0,12	0,00	0,12	0,00	0,00	0,24
28	1+850	1+900	2,83	0,59	0,00	0,76	0,00	4,18
29	1+900	1+950	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28
30	1+950	2+000	1,59	0,48	0,00	0,52	0,00	2,59

Sumber : Olahan Data Penulis, 2025

Setelah didapatkan nilai rekap persentase kondisi kerusakan luasan jalan sepanjang 1.500 m (STA 0+500 – STA 2+000) pada perhitungan tabel 4.4 didapatkan nilai persentase kerusakan yang paling tinggi adalah rusak luasan sebesar 4,18% yang terdapat pada STA 1+850-1+900 dan nilai persentase kerusakan yang paling rendah adalah rusak luasan sebesar 0,00% yang terdapat pada STA 0+700-0+750 yang dapat dilihat pada grafik dibawah ini :



Gambar 4.25. Persentase Kerusakan Jalan (STA 0+500 – STA 2+000)

(Sumber : Data Penulis, 2025)

Dari hasil perhitungan rekapitulasi rusak luasan (%) total, didapatkan nilai yang paling tinggi adalah kerusakan tambalan sebesar 1,08%, penurunan sebesar 0,26%, lubang sebesar 0,13%, ratak sebesar 0,08%, dan remuk sebesar 0,05%.

Tabel 4.5 Presentase kerusakan jalan Onggorawe-Mranggen

No	Jenis Kerusakan	Panjang Jalan (m)	Lebar Jalan (m)	Luas Kerusakan (m)	Persentase Kerusakan (%)
1	% Penurunan	1500	6	23,00	0,26
2	% Tambalan	1500	6	97,65	1,08
3	% Luas Retak	1500	6	7,18	0,08
4	% Luas Lubang	1500	6	11,63	0,13
5	% Remuk	1500	6	4,92	0,05
6	% Baik	1500	6	8855,62	98,40
Total					100

Sumber : Olahan Data Penulis, 2025



Gambar 4.26. Grafik Persentase Kerusakan Jalan

(Sumber : Hasil Analisis Penulis, 2025)

4.4.3 Menentukan Kondisi SDI

Adapun input data kerusakan dari hasil pada Tabel 4.4 maka didapatkan ketentuan kondisi permukaan jalan berdasarkan pada Formulir survei kondisi jalan (4.19), selanjutnya rekapitulasi ketentuan kondisi jalan menghasilkan Output data yang dapat dilihat pada lampiran

Adapun dari hasil perhitungan pada tabel 4.4 kemudian direkap pada formulir survey kondisi jalan, seperti pada contoh dibawah:

DEPARTEMEN PERKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA

FORMULIR SURVEI KONDISI JALAN

1. Identifikasi

Nama Kabupaten: ...
Nama Kota: ...
Nama Kecamatan: ...
Nama Desa: ...
Nama Jalan: ...
Jenis Jalan: ...
Tipe Jalan: ...
Tahun Dibangun: ...
Tahun Terakhir Diperbaiki: ...

2. Kondisi Jalan

Kondisi Jalan: ...
Kondisi Permukaan Jalan: ...
Kondisi Trotoar: ...
Kondisi Saluran Sampung: ...
Kondisi Keamanan: ...

3. Kondisi Permukaan Jalan

Kondisi Permukaan Jalan: ...
Kondisi Permukaan Jalan: ...
Kondisi Permukaan Jalan: ...
Kondisi Permukaan Jalan: ...

4. Kondisi Trotoar

Kondisi Trotoar: ...
Kondisi Trotoar: ...
Kondisi Trotoar: ...
Kondisi Trotoar: ...

5. Kondisi Saluran Sampung

Kondisi Saluran Sampung: ...
Kondisi Saluran Sampung: ...
Kondisi Saluran Sampung: ...
Kondisi Saluran Sampung: ...

6. Kondisi Keamanan

Kondisi Keamanan: ...
Kondisi Keamanan: ...
Kondisi Keamanan: ...
Kondisi Keamanan: ...

Gambar 4.27. Formulir Survei Kondisi Jalan

(Sumber : Direktorat Jendral Bina Maga)

Sehingga didapatkan hasil angka kondisi jalan berdasarkan nilai SDI dan disesuaikan pada jenis dan kondisi kerusakan jalan berdasarkan pada tabel 2.1 kemudian penulis menginputnya pada tabel pada lampiran.3 laporan.

4.4.4 Menentukan Nilai SDI

Adapun untuk menentukan nilai SDI tiap kerusakan yang didapat dari hasil pada Tabel 4.4 yaitu berdasarkan pada Tabel 2.1, maka didapatkan penilaian SDI kondisi permukaan jalan berdasarkan pada tabel 2.1, selanjutnya rekapitulasi nilai SDI dapat dilihat pada tabel 4.6 seperti dibawah ini:

Tabel 4.6 Nilai SDI tiap kerusakan jalan Onggorawe-Mranggen

Segmen	STA		SDI1	SDI2	SDI3	SDI4	Nilai SDI
1	0+500	0+550	20	40	20	0	80
2	0+550	0+600	15	40	5	0	60
3	0+600	0+650	10	40	5	0	55
4	0+650	0+700	10	40	0	0	50
5	0+700	0+750	0	40	0	0	40
6	0+750	0+800	20	40	5	0	65
7	0+800	0+850	5	40	0	0	45
8	0+850	0+900	10	40	0	0	50
9	0+900	0+950	10	40	0	0	50
10	0+950	1+000	15	40	0	0	55
11	1+000	1+050	10	40	0	0	50
12	1+050	1+100	15	40	5	0	60
13	1+100	1+150	15	40	5	0	60
14	1+150	1+200	10	40	5	0	55
15	1+200	1+250	10	40	0	0	50
16	1+250	1+300	5	40	0	0	45
17	1+300	1+350	20	40	20	0	80
18	1+350	1+400	10	40	0	0	50
19	1+400	1+450	15	40	20	0	75
20	1+450	1+500	15	40	20	0	75
21	1+500	1+550	15	40	5	0	60
22	1+550	1+600	10	40	0	0	50
23	1+600	1+650	15	40	0	0	55
24	1+650	1+700	15	40	0	0	55
25	1+700	1+750	15	40	20	0	75
26	1+750	1+800	15	40	5	0	60
27	1+800	1+850	10	40	0	0	50
28	1+850	1+900	15	40	20	0	75
29	1+900	1+950	5	40	0	0	45
30	1+950	2+000	15	40	20	0	75

Sumber : Olahan Data Penulis, 2025

4.5 Penentuan Kondisi Tingkat Kerusakan serta Penanganan

Adapun dalam menentukan program penanganan jalan pada ruas jalan Onggorawe-Mranggen, Penulis menggunakan pendekatan persamaan yang berdasarkan pada Tabel 2.5 (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 13 /PRT M/ Tahun 2011, Tentang “Tata Cara Pemeliharaan dan Penilikan Jalan”, pada Bab XIV Pasal 27), Dengan menggunakan ketentuan berdasarkan tingkat kondisi kerusakan jalan dengan metode SDI.

Adapun Program Penanganan kerusakan jalan pada pada ruas jalan Onggorawe-Mranggen, dapat dilihat pada Tabel 4.7 dibawah ini:

Tabel 4.7 Program Penanganan jalan Onggorawe-Mranggen

Segmen	STA		Nilai SDI	Kondisi	Penanganan
1	0+500	0+550	80	Sedang	Pemeliharaan Rutin/Berkala Pemeliharaan Rehabilitasi
2	0+550	0+600	60	Sedang	Pemeliharaan Rutin/Berkala Pemeliharaan Rehabilitasi
3	0+600	0+650	55	Sedang	Pemeliharaan Rutin/Berkala Pemeliharaan Rehabilitasi
4	0+650	0+700	50	Sedang	Pemeliharaan Rutin/Berkala Pemeliharaan Rehabilitasi
5	0+700	0+750	40	Baik	Pemeliharaan Rutin
6	0+750	0+800	65	Sedang	Pemeliharaan Rutin/Berkala Pemeliharaan Rehabilitasi
7	0+800	0+850	45	Baik	Pemeliharaan Rutin
8	0+850	0+900	50	Sedang	Pemeliharaan Rutin/Berkala Pemeliharaan Rehabilitasi
9	0+900	0+950	50	Sedang	Pemeliharaan Rutin/Berkala Pemeliharaan Rehabilitasi
10	0+950	1+000	55	Sedang	Pemeliharaan Rutin/Berkala Pemeliharaan Rehabilitasi
11	1+000	1+050	50	Sedang	Pemeliharaan Rutin/Berkala Pemeliharaan Rehabilitasi
12	1+050	1+100	60	Sedang	Pemeliharaan Rutin/Berkala Pemeliharaan Rehabilitasi
13	1+100	1+150	60	Sedang	Pemeliharaan Rutin/Berkala Pemeliharaan Rehabilitasi
14	1+150	1+200	55	Sedang	Pemeliharaan Rutin/Berkala Pemeliharaan Rehabilitasi
15	1+200	1+250	50	Sedang	Pemeliharaan Rutin/Berkala Pemeliharaan Rehabilitasi
16	1+250	1+300	45	Baik	Pemeliharaan Rutin
17	1+300	1+350	80	Sedang	Pemeliharaan Rutin/Berkala Pemeliharaan Rehabilitasi
18	1+350	1+400	50	Sedang	Pemeliharaan Rutin/Berkala Pemeliharaan Rehabilitasi

Segmen	STA		Nilai SDI	Kondisi	Penanganan
19	1+400	1+450	75	Sedang	Pemeliharaan Rutin/Berkala Pemeliharaan Rehabilitasi
20	1+450	1+500	75	Sedang	Pemeliharaan Rutin/Berkala Pemeliharaan Rehabilitasi
21	1+500	1+550	60	Sedang	Pemeliharaan Rutin/Berkala Pemeliharaan Rehabilitasi
22	1+550	1+600	50	Sedang	Pemeliharaan Rutin/Berkala Pemeliharaan Rehabilitasi
23	1+600	1+650	55	Sedang	Pemeliharaan Rutin/Berkala Pemeliharaan Rehabilitasi
24	1+650	1+700	55	Sedang	Pemeliharaan Rutin/Berkala Pemeliharaan Rehabilitasi
25	1+700	1+750	75	Sedang	Pemeliharaan Rutin/Berkala Pemeliharaan Rehabilitasi
26	1+750	1+800	60	Sedang	Pemeliharaan Rutin/Berkala Pemeliharaan Rehabilitasi
27	1+800	1+850	50	Sedang	Pemeliharaan Rutin/Berkala Pemeliharaan Rehabilitasi
28	1+850	1+900	75	Sedang	Pemeliharaan Rutin/Berkala Pemeliharaan Rehabilitasi
29	1+900	1+950	45	Baik	Pemeliharaan Rutin
30	1+950	2+000	75	Sedang	Pemeliharaan Rutin/Berkala Pemeliharaan Rehabilitasi

Sumber : Olahan Data Penulis, 2025

4.6 Hasil Penelitian

Adapun dalam penelitian “Analisis Kerusakan Jalan Menggunakan Metode SDI (*Surface Distress Index*) Serta Penanganannya dengan Pendekatan pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 13 /PRT M/ Tahun 2011” pada ruas jalan “Onggorawe-Mranggen”, dari hasil pengamatan secara visual kondisi permukaan perkerasan jalan dengan sebaran STA 5 m, maka pada ruas jalan Onggorawe-Mranggen sepanjang 1,5 km, diperoleh hasil sebagai berikut:

4.5.1 Jenis Kerusakan Jalan

Dari hasil pengamatan secara visual pada ruas jalan Onggorawe-Mranggen sepanjang 1,5 km, penulis memperoleh sebanyak 17 jenis kerusakan, yaitu:

1. Amblas (*depression*)
2. Retak samping jalan (*Edge Cracking*)
3. Retak Sambung (*Joint Reflex Cracking*)
4. Pinggiran jalan turun vertikal (*Lane / Shoulder Dropp Off*)

5. Retak memanjang (*Longitudinal*)
6. Melintang (*Trasverse Cracking*)
7. Tambalan (*Patching end Utiliti Cut Patching*)
8. Alur (*Rutting*)
9. Retak slip (*Slippage Cracking*)
10. Penurunan atau patahan (*Settlement or Faulting*)
11. Pelat terbagi (*Devided Slab*)
12. Retak daya tahan (*Durability "D" Cracking*)
13. *Punchout* (remek)
14. Retak pojok
15. *Polished aggregate*
16. *Popouts* (berlobang)
17. Kerusakan Sambungan (*Joint Spalling / Joint Failure*)

4.5.2 Kondisi Kerusakan Jalan

Dari hasil perhitungan rekapitulasi rusak luasan (%) total, didapatkan nilai yang paling tinggi adalah kerusakan tambalan sebesar 1,08%, penurunan sebesar 0,26%, lubang sebesar 0,13%, ratak sebesar 0,08%, dan remuk sebesar 0,05%.

Adapun untuk kondisi jalan sesuai dengan nilai SDI pada ruas jalan Onggorawe-Mranggen sepanjang 1,5 km, dari 30 total segmen terdapat 26 segmen dalam kondisi sedang dan 4 segmen dalam keadaan baik. Dan didapatkan nilai SDI yang paling tinggi adalah 80 yang terdapat pada STA 0+500-0+550 dan STA 1+300-1+350 dan didapatkan nilai SDI yang paling rendah adalah 40 yang terdapat pada STA 0+700-0+750.

4.5.3 Program Penanganan Jalan

Adapun dalam Program Penanganannya dengan Pendekatan pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 13 /PRT M/ Tahun 2011. pada ruas jalan "Onggorawe-Mranggen" sepanjang 1,5 km, dari 30 total segmen yaitu Terdapat 26 segmen diperlukan Pemeliharaan Rutin/Berkala Pemeliharaan Rehabilitasi Dan terdapat 4 segmen hanya diberlakukan Pemeliharaan Rutin.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis tingkat kerusakan jalan menggunakan metode *Surface Distress Index* (SDI) serta pendekatan penanganan kerusakan berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 13/PRT/M/2011, dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Jenis Kerusakan

Hasil dari pengamatan secara visual pada ruas jalan Onggorawe-Mranggen sepanjang 1,5 km, penulis memperoleh sebanyak 17 jenis kerusakan yang telah disebutkan pada 4.3.2.

2. Tingkat Kerusakan Jalan

Setelah didapatkan nilai rekap persentase kondisi kerusakan luasan jalan sepanjang 1.500 m (STA 0+500 – STA 2+000) pada perhitungan tabel 4.4 didapatkan nilai persentase kerusakan yang paling tinggi adalah rusak luasan sebesar 4,18% yang terdapat pada STA 1+850-1+900 dan nilai persentase kerusakan yang paling rendah adalah rusak luasan sebesar 0,00% yang terdapat pada STA 0+700-0+750

Ruas jalan Onggorawe-Mranggen sepanjang 1,5 km menunjukkan variasi tingkat kerusakan permukaan dengan nilai SDI berkisar 1,60%. Kerusakan yang teridentifikasi berdasarkan klasifikasi nilai persentase rusak permukaan, dengan rincian hasil perhitungan rekapitulasi rusak luasan (%) total, didapatkan nilai yang paling tinggi adalah kerusakan tambalan sebesar 1,08%, penurunan sebesar 0,26%, lubang sebesar 0,13%, ratak sebesar 0,08%, dan remuk sebesar 0,05%.

3. Hasil Nilai SDI

Adapun untuk kondisi jalan sesuai dengan nilai SDI pada ruas jalan Onggorawe-Mranggen sepanjang 1,5 km, dari 30 total segmen didapatkan nilai SDI yang paling tinggi adalah 80 yang terdapat pada STA 0+500-0+550 dan STA 1+300-1+350 dan didapatkan nilai SDI yang paling rendah adalah 40 yang terdapat pada STA 0+700-0+750.

4. Jenis Penanganan Berdasarkan Permen PUPR No. 13/PRT/M/2011

Pendekatan penanganan kerusakan berdasarkan hasil SDI dikaitkan dengan kategori tingkat pelayanan jalan Jenis penanganan yang direkomendasikan antara lain:

- Pemeliharaan rutin pada 4 segmen dengan kondisi baik.
- Pemeliharaan berkala atau rehabilitasi untuk 26 segmen dengan kerusakan sedang.

Pendekatan perhitungan menggunakan ketentuan yang tercantum dalam Permen tersebut membantu mengestimasi kebutuhan penanganan berdasarkan kondisi eksisting dan potensi degradasi lebih lanjut.

5. Kesesuaian Metode SDI dengan Permen PUPR

Metode SDI terbukti dapat memberikan indikator kuantitatif yang sesuai dan aplikatif dengan pendekatan teknis yang dimuat dalam Permen PUPR No. 13/PRT/M/2011. Penilaian kondisi permukaan jalan dengan SDI dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan teknis dalam pemeliharaan dan peningkatan kinerja jalan.

5.2 Saran

1. Untuk Pemerintah Daerah/Instansi Terkait

Diharapkan instansi terkait melakukan pemantauan berkala terhadap ruas jalan Onggorawe-Mranggen dengan menggunakan metode SDI atau metode sejenis. agar penanganan kerusakan dapat dilakukan secara tepat waktu dan efisien

2. Untuk Perencana dan Pelaksana Kegiatan Pemeliharaan Jalan

Perlu memperhatikan faktor pendukung seperti sistem drainase dan beban lalu lintas, karena kedua hal ini berperan besar dalam percepatan kerusakan. Penanganan sebaiknya dilakukan berdasarkan prioritas tingkat kerusakan serta perhitungan teknis sesuai dengan peraturan yang berlaku.

3. Untuk Peneliti Selanjutnya

Disarankan untuk menggunakan kombinasi metode penilaian, seperti PCI (*Pavement Condition Index*) atau IRI (*International Roughness Index*) sebagai pembanding atau pelengkap analisis SDI, guna memperoleh hasil yang lebih komprehensif.

Untuk mendukung penelitian selanjutnya disarankan agar peneliti menganalisis faktor-faktor penyebab kerusakan jalan pada ruas jalan Onggorawe-Mranggen, supaya dapat memberi solusi pencegahan percepatan kerusakan jalan agar *durability* jalan lebih tahan lama.

DAFTAR PUSTAKA



DAFTAR PUSTAKA

- Indonesia, Republik. 2004. "*Undang-Undang Nomor 33 Tahun 2004.*" *Kaos GL Dergisi* (82): 1–21.
- Pemerintah Indonesia. 2022. "*Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2022 Tentang Perubahan Kedua Atas Undang-Undang Nomor 38 Tahun 2004 Tentang Jalan.*" UU NO 2 (134229): 77.
- PKJI. 2023. "Kementrian Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga." *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia* (021): 7393938.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2023). *Panduan Survei Kondisi Jalan Metode Surface Distress Index (SDI)*. Jakarta: Kementerian PUPR.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2024). *Pedoman Penanganan Kerusakan Jalan Perkerasan Kaku*. Jakarta: Kementerian PUPR.
- Kementerian Pekerjaan Umum. (2011). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 13/PRT/M/2011 tentang Tata Cara Pemeliharaan dan Penilikan Jalan*. Jakarta: Kementerian PUPR.
- Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga. "*Manual Desain Perkerasan Jalan*" (2024).
- Admindpu. (2019). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Haryanto, T., & Utomo, C. (2012). *Teknik Perkerasan Jalan*. Yogyakarta: Andi Publisher.
- Daniel Jesayanto Jaya, S.Pd (2023) "*Perencanaan perkerasan jalan*". Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia.
- Ma'arif, A. (2016). *Perencanaan Geometrik Jalan Raya*. Surabaya: Graha Ilmu.

- Manurung, M. E., Yulistiawan, A., & Pratama, F. (2015). "*Evaluasi Kondisi Jalan Menggunakan Metode SDI*". *Jurnal Teknik Sipil*, 12(2), 123–132.
- Putra, R. P., & Abdillah, M. (2020). "*Evaluasi Jenis-Jenis Kerusakan Jalan Beton di Wilayah Tropis*". *Jurnal Transportasi dan Infrastruktur*, 6(1), 1–9.
- Sugiyono. (2012). *Metode Penelitian Kombinasi (Mix Methods)*. Bandung: Alfabeta.
- Widoyoko, E. P. (2012). *Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Fajri Fhadlian Syah 181000222201041 (Skripsi 2022). "*Evaluasi Kondisi Perkerasan Jalan Menurut Metode Pavement Condition Index (PCI) Dan Bina Marga Serta Penanganannya*" (Studi Kasus: Jalan Raya Batusangkar – Lintau Sta 28+000 Sampai Sta 30+000). Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat 2022.
- Muhammad Rifqy Al Musthofa 1172004028 (Tugas Akhir 2021). "*Analisis Kerusakan Perkerasan Jalan Primer Dan Sekunder*". Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Dan Ilmu Komputer Universitas Bakrie Jakarta 2021.
- Syahrizan 4204201348 (Skripsi 2024). "*Evaluasi Kerusakan Jalan Dan Perencanaan Perbaikan Perkerasan Kaku*" (Studi Kasus: Jalan Arifin Ahmad, Pelintung, Kota Dumai Km 03+700 – 19+200). Program Studi D-IV Teknik Perancangan Jalan Dan Jembatan Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bengkalis 2024.

https://www.sewaalatberat.co.id/konstruksi/rigid_pavement/?utm_source=chatgpt.com#google_vignette

https://repository.umsida.ac.id/bitstream/handle/123456789/15050/7.%20BAB%20II.pdf?isAllowed=y&sequence=7&utm_source=chatgpt.com

https://tarunakaryasejatiofficial.co.id/sifat_umum_perkerasan_kaku/?utm_source=chatgpt.com

<https://www.scribd.com/document/251795619/Jenis-Kerusakan-Perkerasan-Kaku-Sebab-Dan-Perbaikan>

https://jim.usk.ac.id/CES/article/viewFile/18904/9387?utm_source=chatgpt.com

<https://www.scribd.com/document/355176827/Tipe-tipe-Kerusakan-Perkerasan-Kaku-Rigid-Pavement>
<https://www.scribd.com/document/355176827/Tipe-tipe-Kerusakan-Perkerasan-Kaku-Rigid-Pavement>

<https://images.app.goo.gl/JobbtyzJLfPmeU9p9>

<https://images.app.goo.gl/rmx7qafwPFkgGuMP8>

