

## EVALUASI KERUSAKAN DAN PERENCANAAN PERBAIKAN PADA JALAN MENANJAK (Studi Kasus : Jalan Manglong - Kalikodil Magelang)

Rahmat Nur Khadiq<sup>1</sup>, Woro Partini Maryuani<sup>2</sup>, Ria Miftakhul Jannah<sup>3</sup>

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tidar

Jl. Kapten Suparman 39 Protobangsari Magelang Utara, Magelang, Jawa Tengah 56116

Email: manutdkhadziq@gmail.com, maryuani\_woro@untidar.ac.id, riamifta@untidar.ac.id

### ABSTRAK

Jalan Manglong – Kalikodil merupakan jalan lokal yang menjadi penghubung antara Kabupaten Magelang dengan Kabupaten Wonosobo. Jalur ini mempunyai panjang total sejauh 8,3 kilometer yang berada di wilayah Kabupaten Magelang. Pada ruas jalan menanjak di jalur ini terdapat kerusakan sehingga diperlukan evaluasi kerusakan dan nilai daya dukung tanah untuk perencanaan perbaikan jalan. Berdasarkan survei kerusakan diperoleh kondisi jalan dengan nilai PCI sebesar 30 dengan rating buruk. Hasil pemeriksaan nilai CBR menunjukkan angka sebesar 2,91% dimana nilai tersebut masih rendah untuk syarat perkerasan lentur yaitu sebesar 6%. Berdasarkan Metode Bina Marga 2017 perkerasan kaku dapat dilakukan pada tanah dengan nilai  $CBR \geq 2,5\%$ . Perkerasan Kaku merupakan alternatif yang dapat digunakan. Perkerasan kaku direncanakan pada jalan menanjak STA 2+363 – STA 588, STA 6+477 – 6+559 dan STA 7+140 – STA 7+288. Berdasarkan hasil perhitungan dengan Metode Bina Marga 2017 didapatkan tebal perencanaan perkerasan kaku 295 mm dengan menggunakan tulangan D12 dengan jarak memanjang 300 mm dan jarak melintang 350 mm. Dimensi Dowel yang digunakan diameter D32 panjang 450 mm dengan jarak 300 mm. Tiebar digunakan D12 dengan Panjang 700 mm dengan jarak 700 mm. Hasil perhitungan Rencana Anggaran Biaya yang diperlukan untuk penerapan perkerasan kaku pada ruas jalan yang telah ditentukan adalah Rp. 1.856.576.000,-.

**Kata kunci :** Evaluasi, Perencanaan, Jalan

### ABSTRACT

*Manglong – Kalikodil road is a local road which is the link between Magelang Regency and Wonosobo Regency. This route has a total length of 8.3 km which is located in the Magelang Regency area. On the uphill road on this path there is damage so it is necessary to evaluate the damage and the value of the soil bearing capacity for road repair planning. The results of the PCI is 30 with rating poor and CBR value is 2.91% this value is low for flexible pavement requirements, which is 6%. Based on 2017 Bina Marga Method, rigid pavement CBR value is  $\geq 2.5\%$ . Rigid Pavement is an alternative that can be used. Rigid pavement is planned for uphill roads STA 2+363 – STA 2+588, STA 6+477 – 6+559 and STA 7+140 – STA 7+288. Based on 2017 Bina Marga Method, it is found that the rigid pavement design thickness is 295 mm using D12 reinforcement with a longitudinal distance of 300 mm and a transverse distance of 350 mm. Dowel dimensions used D32 are 450 mm length and 300 mm distance. Tiebar used D12 length of 700 mm distance of 700 mm. Total Budget Plan for application the rigid pavement is Rp. 1.856.576.000,-.*

**Keyword:** Evaluation, Planning, Road

### PENDAHULUAN

Jalan Manglong - Kali Kodil merupakan jalan kabupaten yang menjadi penghubung antara Kabupaten Magelang dan Kabupaten

Wonosobo dengan panjang ruas jalan sejauh 8,3 km (DPUPR Kabupaten Magelang). Jalan ini juga dilalui oleh kendaraan umum berupa bus kecil trayek Magelang – Sapuran dan dilalui angkutan kota trayek Salaman – Pandatretno, selain itu juga dilalui oleh

kendaraan lain seperti truk dengan muatan berat dan juga kendaraan pribadi lainnya. Sepanjang ruas jalan tersebut terdapat beberapa kerusakan jalan diantaranya berupa retak rambut, retak kulit buaya, jembul dan jalan berlubang.

Ruas jalan Manglong – Kali Kodil melewati daerah pegunungan dan terdapat beberapa tanjakan dan turunan yang mengalami kerusakan jalan berupa jembul. Berdasarkan kondisi tersebut perlu dilakukan evaluasi terhadap tingkat kerusakan jalan pada tanjakan untuk mengetahui penyebab dari kerusakan jalan serta cara penanganannya.

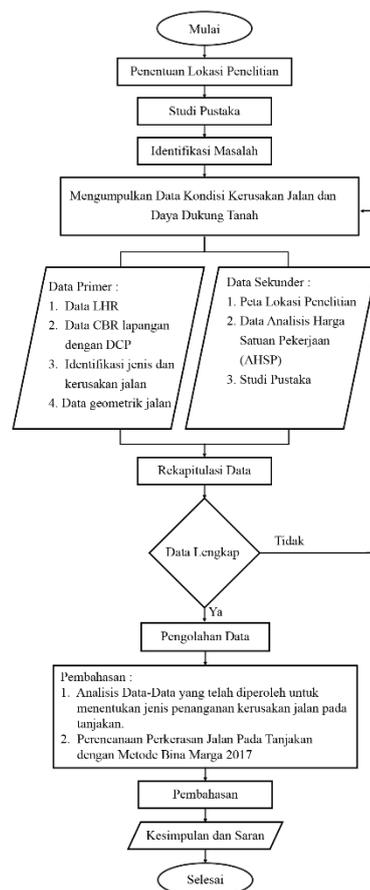
Metode yang digunakan dalam evaluasi kerusakan adalah Metode *Pavement Condition Index* (PCI). Selain itu metode penelitian yang dapat dipakai untuk menganalisis kerusakan jalan salah satunya adalah metode Bina Marga. Jenis penangan yang cocok dengan kerusakan itu adalah memperbaiki jalan Program, dengan melakukan perencanaan jalan baru (Rahmanto, 2016). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk perbaikan kerusakan dengan perencanaan perkerasan baru, dibutuhkan data berupa nilai PCI, volume lalu lintas dan daya dukung tanah. Sehingga dapat dilakukan perencanaan *Detail Engineering Design* (DED) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB).

### METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini secara umum merupakan metode evaluasi kerusakan jalan dan perencanaan perkerasan yang meliputi metode analisis data, survei dan pengolahan data. Metode analisis data mencakup data yang diperoleh melalui studi literatur dan observasi. Survei dilakukan dengan pengamatan langsung dilapangan untuk memperoleh data yang diperlukan meliputi nilai tingkat kerusakan jalan dengan Metode PCI, Survei volume lalu lintas untuk mencari nilai LHR, survei geometrik jalan, survei daya dukung tanah dengan uji DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*) untuk mendapatkan nilai CBR lapangan. Pengolahan data dilakukan dengan cara rekapitulasi hasil – hasil yang

telah diperoleh melalui analisis data dan survei sehingga dapat dilakukan perencanaan.

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alur Penelitian

### Alur Penelitian

Penelitian dilakukan dengan melaksanakan berbagai tahapan untuk mendapatkan hasil yang akurat sesuai dengan kondisi di lapangan dan juga dapat ditarik kesimpulan atau penanganan perbaikan kerusakan pada jalan menanjak yang efektif.

### Evaluasi Kerusakan Jalan

Pengambilan data kondisi kerusakan pada perkerasan jalan dilakukan dengan survei di lokasi yang telah ditentukan. Metode *Pavement Condition Index* (PCI) digunakan untuk mendapatkan nilai tingkat kerusakan yang terjadi sehingga diperoleh rating kondisi jalan tersebut. Pengamatan mengenai kondisi perkerasan jalan dilakukan dengan

menyiapkan formulir survei penilaian untuk mencatat setiap jenis kerusakan dan level atau tingkatan kerusakan jalan pada ruas yang sudah ditentukan.

#### **Survei Volume Lalulintas**

Data volume lalulintas diperlukan untuk mendapatkan lalu lintas harian rata (LHR). Pelaksanaan survei pencacahan lalu lintas secara manual dilakukan oleh surveyor dengan menghitung seluruh kendaraan berdasarkan jenisnya yang melewati pos-pos survei atau pengamatan yang telah ditentukan sebelumnya dan jumlah kendaraan dicatat pada formulir survei. Pencatatan jumlah kendaraan yang melintas disesuaikan berdasarkan klasifikasi jenis kendaraan dengan interval waktu setiap 15 menit secara terus menerus selama dua jam di jam-jam sibuk, 2 (dua) jam pertama dimulai pukul 07.30 s/d 09.00, 2 (dua) jam tengah hari pada pukul 11.00 s/d 13.00, selanjutnya 2 (dua) jam terakhir pada pukul 16.00 s/d 18.00.

#### **CBR lapangan dengan Uji DCP**

Pengujian CBR dengan *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) dilakukan untuk mengevaluasi kekuatan atau daya dukung tanah dasar dan lapis fondasi jalan. Pengujian dilakukan dengan cara melakukan tumbukan dan mencatat setiap nilai pada masing-masing tumbukan. Nilai CBR dapat diketahui dengan menghitung data hasil tumbukan dengan persamaan berikut :

$$CBR(\%) = \frac{292}{(DCP)^{1,12}}$$

#### **Perencanaan Perbaikan Jalan**

Setelah semua data terkumpul dan evaluasi terhadap tingkat kerusakan jalan didapat, langkah yang selanjutnya adalah melakukan perencanaan perbaikan jalan berdasarkan Metode Bina Marga 2017. Pemilihan perencanaan perbaikan jalan pada jalan menanjak harus diperhatikan aspek-aspek yang mempengaruhi kondisi geometri pada jalan menanjak karena adanya faktor gravitasi yang dapat mempengaruhi kondisi perkerasan jalan akibat tingkat kelendian jalan pada jalan menanjak tersebut.

#### **Metode dan Teknik Analisis Data**

Penelitian membutuhkan metode dan teknik analisis data dalam melaksanakan penelitian dan juga menyusun laporan penelitian ilmiah. Dengan menggunakan metode dan teknik analisis data yang tepat akan mendapatkan hasil yang akurat.

#### **Analisis dengan Metode Bina Marga 2017**

Analisis dilakukan berdasarkan Metode Bina Marga 2017 dengan menyertakan parameter-parameter yang berkaitan dengan kerusakan jalan dalam merencanakan perbaikan kerusakan jalan. Data yang diperoleh melalui analisis digunakan untuk mengetahui tingkat kerusakan jalan. Prosedur penanganan kerusakan jalan dengan Metode Bina Marga 2017 dilakukan dengan tahapan - tahapan sebagai berikut :

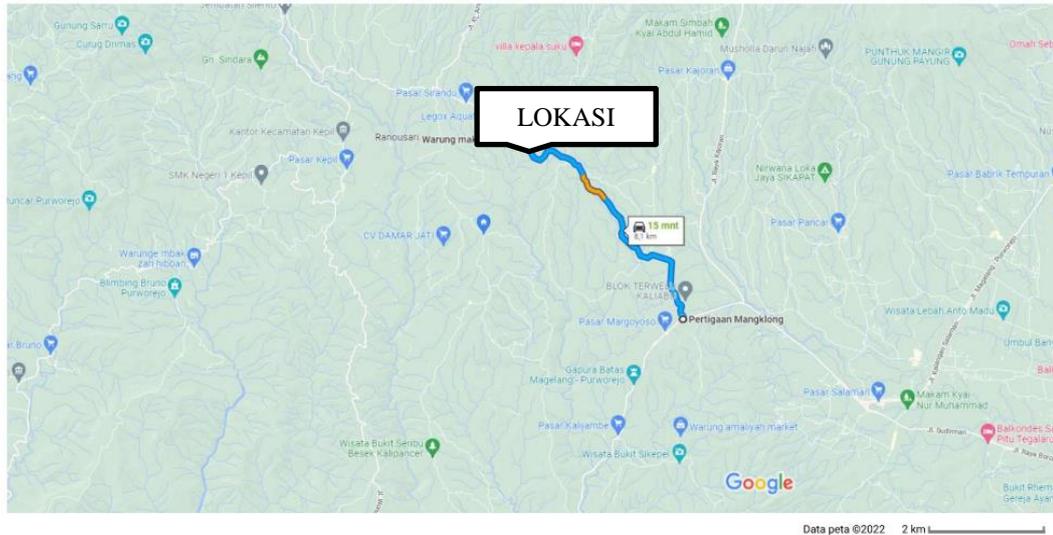
1. Pengelompokkan tiap jenis kerusakan dan mencari nilai presentase tiap jenis kerusakan,
2. Mencari volume kendaraan perhari.
3. Menghitung nilai CESA4 dan CESA5 berdasarkan volume kendaraan.
4. Menentukan perencanaan perbaikan.

#### **Teknik Analisis Data**

Penelitian ini teknik analisis data dilakukan dengan menggunakan teknik analisis data kuantitatif. Data kuantitatif dapat dihitung dan dianalisis secara akurat berdasarkan data dari instansi maupun data yang diperoleh melalui kegiatan pengamatan dan observasi yang sebelumnya telah dilakukan dilapangan.

#### **Lokasi Penelitian**

Penentuan lokasi penelitian dilakukan dengan pengamatan secara visual kondisi jalan pada ruas jalan Manglong – Kalikodil, Magelang. Lokasi dipilih berdasarkan pertimbangan kerusakan jalan yang terjadi pada ruas jalan tersebut terutama pada ruas jalan menanjak. Ruas jalan ini banyak dilalui oleh kendaraan berat seperti bus dan truk dengan berbagai muatan. Lokasi penelitian yaitu pada jalan menanjak ruas Jalan Manglong – Kalikodil Magelang STA 2+363 – STA 588, STA 6+477 – 6+559 dan STA 7+140 – STA 7+288 yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Lokasi Penelitian

( Sumber Google Maps : <https://goo.gl/maps/qfBzPVMRpgAxv5Yt9> )

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan oleh penulis, berikut adalah hasil dan pembahasan dari penelitian pada jalan menanjak di Ruas Jalan Manglong – Kalikodil atau Jalan Raya Magelang – Wonosobo.

### Data Geometrik Jalan

Data geometrik jalan diperoleh melalui Dinas Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Pemerintah Kabupaten Magelang dan melalui pengukuran langsung dilapangan. Informasi mengenai geometrik jalan pada Ruas Jalang Manglong – Kalikodil ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Geometrik Jalan

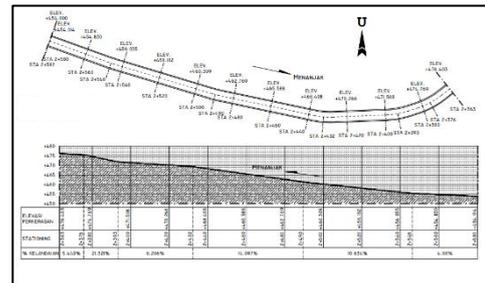
Data	Ket.
Nama Jalan	Jalan Manglong-Kalikodil
Lokasi	Kab. Magelang
Status Jalan	Jalan Kabupaten
Fungsi Jalan	Jalan Lokal
Tipe Jalan	2 lajur 2 arah tak terbagi
Lebar Perkerasan	5 meter

(Sumber : DPUPR Kabupaten Magelang)

Berdasarkan survei geometrik yang telah dilaksanakan berikut didapat kondisi

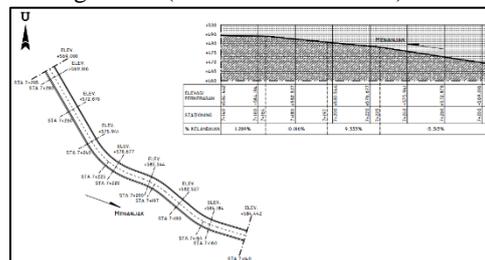
kemiringan jalan menanjak pada ketiga segmen :

1. Kondisi geometrik jalan menanjak pada Segmen I (STA 2+363 – STA 588).



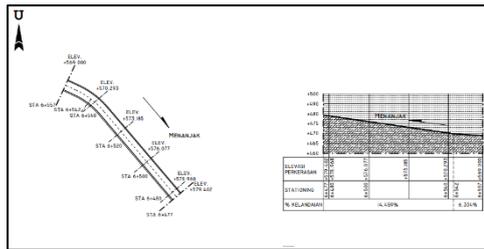
Gambar 3. Geometrik Jalan pada Segmen I

2. Kondisi geometrik jalan menanjak pada Segmen II (STA 6+477 – 6+559).



Gambar 3. Geometrik Jalan pada Segmen II

3. Kondisi geometrik jalan menanjak pada Segmen III (STA 7+140 – STA 7+288).



Gambar 3. Geometrik Jalan pada Segmen III

**Data Volume Lalulintas**

Hasil dari survei lapangan yang telah dilakukan, diperoleh volume lalu lintas kendaraan perhari (LHR) untuk kendaraan niaga ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Volume Lalulintas Harian Rata-rata

Gol	Jenis Kendaraan	LHR
5b	Bus Besar	37
6a	Truk 2 sumbu 4 roda	228
6b	Truk 2 sumbu 6 roda	673
7a	Truk 3 sumbu	19
Total		957

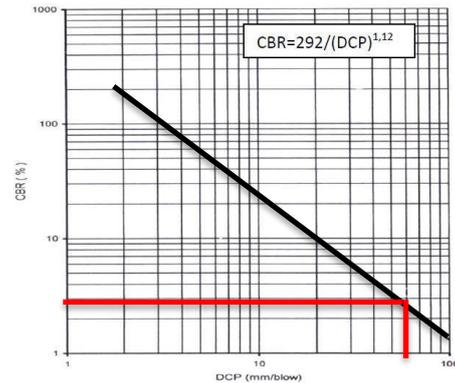
**Data nilai CBR lapangan**

Data hasil nilai CBR tanah yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari hasil pengujian CBR lapangan dengan menggunakan alat uji berupa DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*). Adapun pengumpulan data karakteristik tanah dilakukan pada 6 (enam) titik di ruas Jalan Manglong – Kalikodil STA pada tanah asli bahu jalan bagian kiri dan kanan.

Tabel 3. Data CBR Lapangan

No.	Stationing	Penetrasi (mm/blow)	CBR
<b>Kiri</b>			
1	Sta. 2+363	58,0	3,09
2	Sta. 6+477	61,9	2,88
3	Sta. 7+140	62,1	2,86
<b>Kanan</b>			
1	Sta. 2+363	62,5	2,84
2	Sta. 6+477	63,7	2,78
3	Sta. 7+140	62,1	2,86
Rata-rata			2,91

Grafik hubungan CBR (%) dengan DCP (mm/tumbukan) yang menunjukkan hasil sesuai dengan Tabel 3 ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Hubungan CBR dan DCP

**Nilai Tingkat Kerusakan Jalan**

Untuk memperoleh nilai tingkatan kerusakan jalan dilakukan dengan mencari nilai PCI (*Pavement Condition Index*) yang didapat dari hasil survei kondisi permukaan perkerasan jalan yang telah dilakukan. Data kondisi kerusakan jalan yang telah dimasukkan kedalam formulir survei dikumpulkan untuk selanjutnya dihitung sesuai dengan metode untuk mendapatkan nilai PCI.

Hasil rekapitulasi perhitungan nilai PCI dan kondisi perkerasan pada jalan menanjak Ruas Jalan Manglong – Kalikodil Magelang dengan metode PCI dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Rekapitulasi Nilai PCI

Segmen	TDV	CDV	PCI	Kondisi
I	137	68	33	Buruk
II	133	66	34	Buruk
II	165	76	24	Sangat Buruk
PCI Total			90	
PCI Rata-rata			30	Buruk

Berdasarkan data dari tabel diatas diperoleh nilai PCI untuk seluruh segmen yaitu rata-rata sebesar 30 pada nilai ini parameter kondisi perkerasan jalan menanjak pada Ruas Jalan Manglong – Kalikodil dalam kondisi buruk (*poor*) sehingga perlu dilakukan penanganan untuk ruas jalan menanjak tersebut.

**Perencanaan Perkerasan Jalan**

Dari hasil pengujian DCP dilapangan nilai CBR tanah asli pada ruas jalan tersebut

diperoleh nilai rata-rata CBR sebesar 2,91% dimana spesifikasi tersebut belum memenuhi standar menurut Bina Marga dimana nilai CBR minimal pada perkerasan jalan raya yaitu sebesar 6%. Berdasarkan hasil tersebut dapat diketahui bahwa salah satu faktor yang mempengaruhi kerusakan jalan adalah rendahnya nilai CBR, selain itu kondisi geografi pegunungan pada ruas jalan tersebut juga berpengaruh pada kondisi jalan yang menanjak atau menurun dimana kendaraan akan melaju lebih pelan pada posisi menurun atau menaiki tanjakan dan beban yang seharusnya terbagi merata pada roda belakang dan depan menjadi lebih condong ke bagian roda yang berada di posisi lebih rendah, tekanan menjadi semakin besar. Hal tersebut akan berpengaruh terhadap kendaraan berat atau kendaraan yang membawa muatan berat.

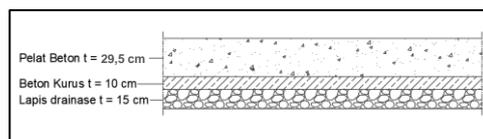
Penanganan terhadap kerusakan jalan perlu dilakukan agar jalan tetap dapat berfungsi sebagaimana mestinya. Perbaikan kerusakan jalan dilakukan dengan melakukan perencanaan perkerasan kaku. Perencanaan perkerasan kaku berdasarkan Metode Bina Marga 2017 dilakukan sesuai dengan prosedur perencanaan perkerasan jalan baru untuk perkerasan kaku yang meliputi :

1. Faktor pertumbuhan lalu lintas
2. Faktor distribusi lajur
3. Faktor ekuivalen beban atau *vehicle damage faktor* (VDF)
4. Lalu lintas harian rata - rata (LHR)
5. Beban sumbu standar kumulatif / *Cumulative Equipment Single Axle Load*
6. Pemilihan tipe perkerasan berdasar  $CES A_4$
7. Perencanaan tebal perkerasan  $CES A_5$
8. Perencanaan tulangan.

#### Desain Perkerasan

Jenis Perkerasan yang dipilih berdasarkan nilai CESAL adalah perkerasan kaku bagan desain 4, yaitu perkerasan kaku dengan lalu lintas berat di atas tanah dengan  $CBR \geq 2,5\%$ . Struktur perkerasan yang sesuai adalah struktur perkerasan R4 dengan dowel dan bahu beton, ketebalan pelat beton 295

mm, tebal lapis fondasi LMC 100 mm dan tebal lapis drainase 150 mm.



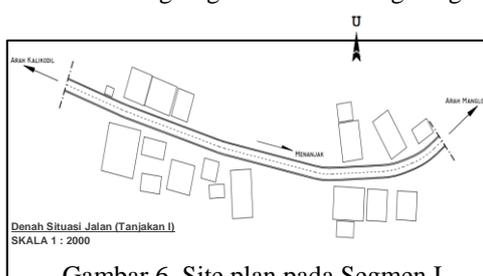
Gambar 5. Struktur Perkerasan R4

Adapun tulangan pada perkerasan tersebut digunakan tulangan D12 dengan jarak 30 cm untuk tulangan memanjang dan diameter D12 dengan jarak 35 untuk tulangan melintang. Sambungan pada perkerasan memerlukan tiebar dan dowel. Direncanakan tiebar dengan tulangan D12 dengan panjang 70 cm dan jarak 60 cm. Dowel direncanakan dengan tulangan D32, panjang 45 cm dan jarak 30 cm.

#### Detail Engineering Design

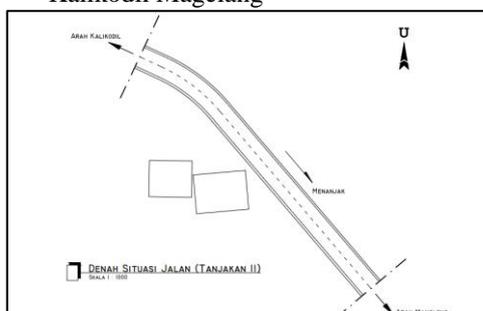
Berdasarkan hasil penelitian dan perhitungan yang telah dilakukan, dapat diketahui gambar detail perencanaan desain jalan pada jalan menanjak ruas jalan Manglong – Kalikodil Magelang sebagai berikut :

1. Site Plan Jalan Menanjak Segmen I Ruas Jalan Manglong – Kalikodil Magelang



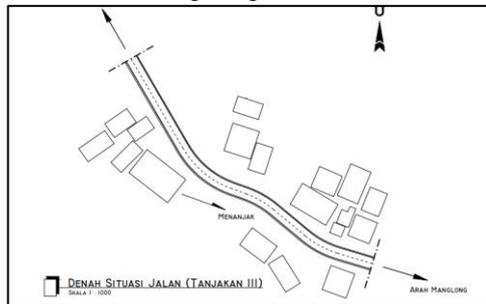
Gambar 6. Site plan pada Segmen I

2. Site plan Site Plan Jalan Menanjak Segmen II Ruas Jalan Manglong – Kalikodil Magelang



Gambar 7. Site plan pada Segmen II

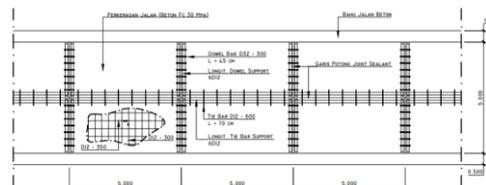
3. Site plan Site Plan Jalan Menanjak Segmen III Ruas Jalan Manglong – Kalikodil Magelang



Gambar 8. Site pada Segmen III

4. Tampak Atas Potongan Memanjang

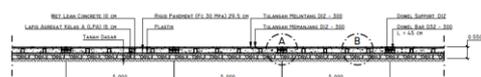
Potongan memanjang tampak dari atas menunjukkan detail perencanaan mengenai lebar perkerasan, tie bar dan dowel serta tulangan.



Gambar 9. Tampak atas memanjang

5. Tampak Samping Potongan Melintang

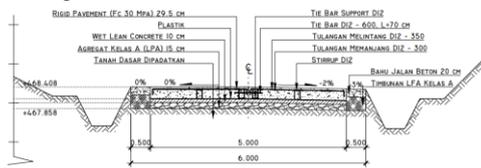
Potongan memanjang tampak dari samping menunjukkan detail tulangan dan struktur perkerasan kaku.



Gambar 10. Tampak samping melintang

6. Detail Potongan

Potongan melintang menunjukkan detail dari bentuk struktur perkerasan kaku dan juga tulangan.



Gambar 11. Detail potongan tampak samping

**Rencana Anggaran Biaya**

Berdasarkan perencanaan perbaikan jalan menggunakan perkerasan kaku, Rencana

Anggaran Biaya (RAB) dapat ditentukan nilainya. Rencana anggaran biaya dilakukan dengan melakukan analisis harga satuan pekerjaan beton. Perkerasan lama yang berupa perkerasan lentur perlu dilakukan pengerukan sebelum dilaksanakan pekerjaan perkerasan baru berupa perkerasan kaku.

Tabel 5. Rencana Anggaran Biaya

No. Divisi	Uraian	Jumlah Harga Pekerjaan (Rupiah)
1	Umum	54.819.841.00
2	Pekerjaan Tanah Dan Geosintetik	21.542.585.095
3	LFA Kelas A	11.313.394.21
4	Pekerjaan Lapis Drainase	44.054.338.35
5	Pekerjaan Beton Kurus	226.503.488.543
6	Perkerasan Beton Fc 30 Mpa	759.348.117.41
7	Perkerasan Bahu Jalan Fc 15 Mpa	98.381.123.16
8	Tulangan	259.449.662.77
9	Pekerjaan Harian Dan Pekerjaan Lain-Lain	44.748.328.76
(A) Jumlah Harga Pekerjaan ( termasuk Biaya Umum dan Keuntungan )		1.687.796.218.71
(B) Pajak Pertambahan Nilai ( PPN ) = 10% x (A)		168.779.621.87
(C) Jumlah Total Harga Pekerjaan = (A) + (B)		<b>1.856.575.840.58</b>
(D) Pembulatan		<b>1.856.576.000.00</b>

*Terbilang : Satu Miliar Delapan Ratus Lima Puluh Enam Juta Lima Ratus Tujuh Puluh Enam Ribu Rupiah*

Berdasarkan tabel tersebut dapat diketahui nilai keseluruhan harga dari pekerjaan perkerasan kaku ruas jalan menanjak Manglong - Kalikodil Magelang dengan angka mencapai Rp. 1.856.576.000,-.

**SIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa pada jalan menanjak ruas Jalan Manglong-Kalikodil terdapat beberapa jenis kerusakan jalan salah satunya karena pengaruh daya dukung tanah yang kurang memadai.

Perencanaan perkerasan kaku dari perkerasan sebelumnya berupa perkerasan lentur menjadi alternatif yang dapat digunakan dengan pertimbangan bahwa perkerasan kaku lebih efektif digunakan pada tanah dengan daya dukung yang rendah dan mampu menahan beban lalu lintas berat.

**DAFTAR PUSTAKA**

[1] Rahmanto, Andi. (2016). Evaluasi Kerusakan Jalan Dan Penanganan Dengan Metode Bina Marga Pada Ruas Jalan Banjarejo – Ngawen. Simetris Vol.10, No.1, Juni 2016.

[2] Shanin M.Y., (1994). Pavement Management For Airports, Roads, And Parking Lost. Champman And Hall, New York.

- [3] Dinata , I. D. Rahmawati, A. Setiawan M, D. (2017). Evaluasi Tebal Perkerasan Lentur Dengan Metode Analisa Komponen Dari Bina Marga 1987 Dan Metode AASHTO 1993 Menggunakan Program Kenpave. Jurnal Ilmu Semesta Teknika Vol. 20, No. 1, 8-19, Mei 2017.
- [4] Wahyu, Adi Tri., (2021). Peta Jalan Kabupaten.<https://dpupr.magelangkab.go.id/home/detail/peta-jalan-kabupaten/76>, diakses pada Oktober 2021.
- [5] Mas Petruk (2022). Harga Satuan Pekerjaan (HSP) Konstruksibidang Bina Marga.[http://maspetruk.dpubinmarcipka.jatengprov.go.id/harga\\_satuan/hspk\\_binamarga](http://maspetruk.dpubinmarcipka.jatengprov.go.id/harga_satuan/hspk_binamarga), diakses pada Mei 2022.
- [6] Direktorat Jenderal Bina Marga., (2017). Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2017. Jakarta.