

PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN LENTUR UNTUK PENINGKATAN JALAN DANGKA MANGKA – WATUNGGONG, KABUPATEN MANGGARAI TIMUR MENGGUNAKAN METODE BINA MARGA

Redemptus Aloysius Burdi¹, Akbar Bayu Kresno Suharso^{2*}, Utari Khatulistiani³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya, Surabaya

E-mail: ¹alwiburdi93@gmail.com, ^{2*}akbarbks@uwks.ac.id, ³utari.kh@uwks.ac.id

(*) Penulis Koresponden

ABSTRAK: Ruas jalan Dangka Mangka – Watunggong merupakan jalan Lokal Primer, dan pembangunannya bertujuan untuk memberikan kelancaran, keamanan, dan kenyamanan bagi pengguna jalan, selain untuk meningkatkan perekonomian masyarakat setempat. Karena pelayanan dan kondisi jalan tidak sesuai dengan kondisi kelayakan, maka terjadi kerusakan jalan yang cukup signifikan. Ini merupakan jalur satu-satunya bagi warga empat kecamatan yang menempuh jalan Dangka Mangka-Watunggong untuk mencapai ibu kota dan sekitarnya. Oleh karena itu, semakin lama pembangunan jalan, dampaknya terhadap kegiatan ekonomi masyarakat akan semakin besar. Hasil perhitungan tebal perkerasan pondasi bawah berupa batupasir grade C dengan tebal 20 cm, pondasi atas berupa batu pecah kelas C dengan tebal 16 cm, dan lapisan permukaan pada berupa HRS - Base dengan tebal 4 cm, perencanaan perkerasan lentur jalan Dangka Mangka - Watunggong Kabupaten Manggarai Timur di STA 00+00 - 10+00 dengan lebar (Dua Puluh Dua Miliar Tiga Ratus Sembilan Puluh Juta Dua Ratus Empat Puluh Empat Ribu Tiga Ratus Sembilan Puluh Lima Rupiah).

KATA KUNCI : Perkerasan Lentur, Bina Marga, Manual Desain Perkerasan 2017, Rencana Anggaran Biaya

1. PENDAHULUAN

Distribusi barang dan jasa membutuhkan jalan yang dapat diakses untuk melihat area yang telah ditentukan seiring dengan perkembangan ekonomi. Karena jalan adalah sarana penting yang memungkinkan orang untuk berpindah dari satu lokasi ke lokasi lain, pembangunannya selalu sejalan dengan kemajuan ilmu pengetahuan, teknologi, dan pemikiran manusia (Hidayat, Abadi, & Manggala, 2022). Jalan, dengan pengecualian jalan kereta api, jalan truk, dan jalan kabel, dianggap sebagai infrastruktur transportasi berdasarkan UU No. 38 tahun 2004, yang menyatakan bahwa jalan meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu perjalan, yang berada pada permukaan tanah, di bawah permukaan tanah, atau di atas permukaan air, serta di atas permukaan air.

Terdapat peningkatan jumlah kendaraan yang signifikan dan sistem jaringan jalan yang tidak sempurna atau bahkan tidak standar sebagai akibat dari pertumbuhan penduduk setiap tahunnya (A. B. K. Suharso, Andaryati, & Saurina, 2022). Akibatnya, jalan yang kapasitasnya direncanakan tidak sesuai dengan kondisi eksisting. Biasanya, umur layanan jalan diperkirakan antara 10 hingga 20 tahun berdasarkan kondisi lalu perjalan dan

persyaratan saat ini. Pemeliharaan jalan diperlukan untuk mempertahankan kondisi layanan yang baik. Karena kerusakan jalan merupakan salah satu masalah yang paling mendesak yang mempengaruhi mobilitas antarwilayah, diperlukan pemeriksaan komprehensif terhadap kerusakan jalan (Ardiyana & Siswoyo, 2019).

Hal ini dilakukan untuk memberikan informasi bagi perencanaan kualitas jalan di masa mendatang. Kualitas jalan akan memburuk ketika infrastruktur jalan mengalami volume lalu perjalan yang tinggi dan sering (Dirjen Bina Marga RI, n.d.). Hal ini dapat ditentukan berdasarkan kondisi struktural dan fungsional permukaan jalan yang rusak sebagai indikator. Untuk mengetahui kondisi permukaan jalan yang rusak, maka kondisi permukaan jalan harus dipantau (Balido, Mudjanarko, & Safarizki, 2021). Setiap tahun, pertumbuhan ekonomi dan jumlah penduduk akan meningkat, sehingga mengakibatkan peningkatan jumlah kendaraan yang signifikan dan jaringan jalan yang tidak memadai atau bahkan tidak teratur (Directorate General of Highways, 1997).

Hal ini pada akhirnya dapat mengakibatkan kapasitas jalan yang direncanakan tidak lagi sesuai dengan kondisi saat ini. Pemeliharaan jalan diperlukan untuk menjaga agar jalan yang

PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN LENTUR UNTUK PENINGKATAN JALAN DANGKA MANGKA – WATUNGGONG, KABUPATEN MANGGARAI TIMUR MENGGUNAKAN METODE BINA MARGA

(Redemptus Aloysius Burdi, Akbar Bayu Kresno Suharso, Utari Khatulistiani)

direncanakan tetap berfungsi dengan baik selama masa layan, yang biasanya berkisar antara 10 hingga 20 tahun, tergantung pada kebutuhan (Transportation Research Board, 2010).

Lapisan berbeda yang membentuk perkerasan lentur jalan adalah lapisan permukaan, lapisan subbase, lapisan superbase, dan subgrade (Dinh Toan, 2019). Alasan pemilihan jalan Dangka Mangka – Watunggong sebagai bahan Perencanaan tersebut dikarenakan jalan tersebut sulit dilalui, karena jalan tersebut tidak mampu lagi menahan beban kendaraan yang beperjalanan, sehingga perlu dilakukan perbaikan. Selama ini di jalan tersebut tidak pernah dilakukan perbaikan sehingga jalan tersebut banyak berlubang, dan sudah tidak mampu lagi menahan beban kendaraan sehingga perlu dilakukan perbaikan seperti yang terlihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Kondisi Jalan Eksisting

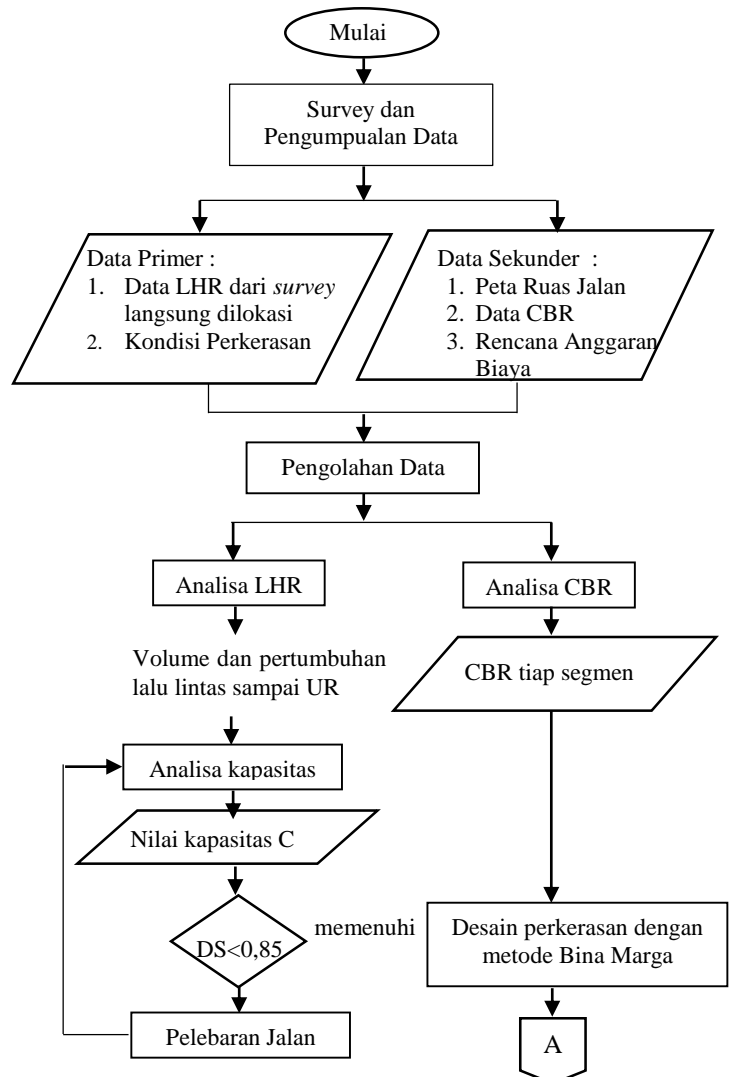
Jalan ini merupakan akses satu-satunya masyarakat di empat kecamatan yang menggunakan jalan Dangka Mangka - Watunggong karena akses yang menghubungkan Utara dan Selatan dari Kabupaten Manggarai Timur, seperti pada **Gambar 1**. Tentunya semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk konstruksi jalan akan berdampak pada kegiatan ekonomi dari masyarakat (Viegas, Maliki, & Suharso, 2022). Pemilihan perkerasan lentur sebagai solusi peningkatan ruas jalan Dangka Mangka-Watunggong karena perkerasan lentur tidak butuh waktu pengerjaan konstruksi terlalu lama, mengingat jalan ini merupakan akses satu-satunya untuk masyarakat di empat kecamatan menuju ke kota kabupaten.

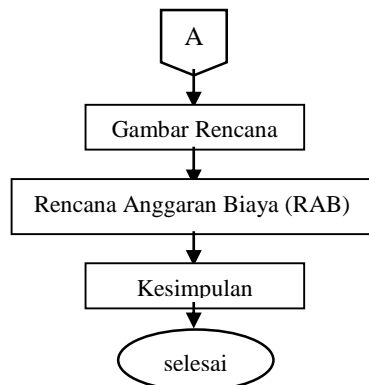
Tentunya semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk konstruksi jalan akan berdampak pada kegiatan ekonomi dari masyarakat. Berdasarkan penjelasan di atas, maka penulisan mengambil judul “Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Untuk Peningkatan Jalan Dangka Mangka – Watunggong, Kabupaten Manggarai Timur Menggunakan Metode Bina Marga” ini sebagai bahan perencanaan karena kondisi kerusakan jalan saat ini, yang berkisar dari ringan hingga berat. Menurut laporan, kerusakan tersebut merupakan akibat dari jalan yang tidak lagi mampu menangani volume lalu perjalan. Ruas

Jalan Dangka Mangka-Watunggong di Kabupaten Manggarai Timur yang penyebabnya oleh faktor lain, salah satunya adalah daya dukung tanah yang lebih rendah di daerah tersebut. Oleh karena itu diperlukan perlakuan khusus, seperti perencanaan perkerasan jalan lentur. Merencanakan untuk memperpanjang umur jalan lebih jauh lagi, hingga 10 hingga 20 tahun ke depan. Tujuan dalam penelitian ini adalah mengetahui ketebalan tebal untuk peningkatan jalan Dangka Mangka-Watunggong dengan metode Bina Marga dan mengetahui RAB peningkatan jalan Dangka Mangka-Watunggong untuk Sta 0+00 – Sta 0+10.

2. METODE PERENCANAAN

Metode Bina Marga, yang melibatkan pemeriksaan visual kondisi jalan untuk memperkirakan kondisi jalan, digunakan dalam penelitian ini. Pendekatan ini melihat jarak yang ditempuh dan jenis cedera yang diderita dalam pertempuran di jalan raya.





Gambar 2. Tahapan Penelitian

3. ANALISA DAN PERHITUNGAN

3.1 Data

Kajian dan perhitungan data ini didasarkan pada data sekunder dari beberapa instansi, antara lain data LHR dan CBR, serta data primer yang dikumpulkan melalui pengamatan langsung di lapangan untuk data yang penting.

3.1.1 Data Lalu Perjalanan

Data primer dari survei lalu perjalanan yang dilakukan lokasi studi dan di jalan Dangka Mangka - Watunggong menjadi dasar pengumpulan data lalu perjalanan.

3.1.2 Data CBR

Tabel 1 menampilkan data CBR yang berasal dari informasi sekunder yang dikumpulkan di Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Kabupaten Manggarai Timur pada ruas jalan Dangka Mangka-Watunggong antara STA 0+00 sampai dengan STA 10+00.

Tabel 1. Data CBR

STA	CBR (%)
0+00	8,33
2+00	10,75
3+10	6,73
4+30	6,3
5+80	9,37
6+20	12,58
7+10	7,99
8+90	6,92
9+50	10,21
10+00	10,96

3.2 Analisa Data

Untuk memenuhi persyaratan perencanaan perkerasan lentur sesuai dengan metode yang digunakan, maka analisis data yang dilakukan meliputi analisis data sekunder dan data primer dari data tanah serta data lalu perjalanan.

3.2.1 Analisa Data Lalu Perjalanan

Hasil perhitungan kapasitas dasar (Co), faktor

penyesuaian akibat lebar kolom dan perjalanan (FCLJ), faktor penyesuaian akibat pemisahan arah (FCPA), dan faktor penyesuaian akibat gesekan samping diperlukan untuk analisis. penentuan kapasitas dalam kondisi lapangan (Akbar Bayu Kresno Suharso, 2023). Nilai kondisi tingkat kepadatan (DS) akan ditentukan menggunakan hasil perhitungan. jalan saat ini dari kumpulan data.

a. Menentukan Kapasitas Dasar (Co)

Jenis alinyemen datar di wilayah ini dapat digunakan untuk menetapkan kapasitas dasar jalan dengan menggunakan 2/2 TT untuk perencanaan. Kapasitas bukit (Co) adalah 3000 smp/jam.

b. Menentukan Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu Perjalanan (FCLJ)

Nilai FCLJ, yaitu 0,69, dapat diperoleh dari faktor penyesuaian karena lebar kolom lalu perjalanan untuk jenis jalan 2/2TT, yang memiliki lebar efektif pada tabel sebesar 6 meter.

c. Menentukan Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah (FCPA)

Data lalu lintas menunjukkan bahwa nilai FCPA dari tabel sama dengan 1,00, dan faktor penyesuaian kapasitas pembagi arah untuk jalan raya Dangka Mangka - Watunggong, Kabupaten Manggarai Timur di STA 0+00 - 10+00 adalah 50.

d. Menentukan Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping (FCHS)

Karena sifat pedesaan dan pertanian ruas jalan Dangka Mangka-Watunggong di Area Manggarai Timur pada STA 0+00 - 10+00, hambatan samping di lokasi tersebut dapat dikategorikan sebagai kelas rendah (SR) berdasarkan data jalan dan temuan survei lapangan. Tabel Faktor Penyesuaian Rintangan Samping (FCHS) untuk jalan tipe 1 kolom 2 arah (2/2 TT) dengan kelas hambatan samping sangat rendah dan lebar bahu jalan kurang dari 0,5 m menunjukkan nilai FCHS = 0,93.

e. Menentukan Nilai Kapasitas (C)

$$C = Co \times FCLJ \times FCPA \times FCHS$$

Data :

$$1. \text{ Sesuai nilai } Co = 3000$$

$$2. \text{ Sesuai nilai } FCIJ = 0,69$$

$$3. \text{ Sesuai nilai } FCPA = 1,00$$

$$4. \text{ Sesuai nilai } FCHS = 0,93$$

$$C = 3000 \text{ smp/jam} \times 0,69 \times 1,00 \times 0,93 = 1,925 \text{ smp/jam}$$

f. Menentukan Derajat Kejenuhan (DS)

$$DS = Q/S$$

$$Q = LHR \times emp$$

Data :

$$1. \text{ LHR sesuai data primer tahun 2022}$$

PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN LENTUR UNTUK PENINGKATAN JALAN DANGKA MANGKA – WATUNGGONG, KABUPATEN MANGGARAI TIMUR MENGGUNAKAN METODE BINA MARGA

(Redemptus Aloysius Burdi, Akbar Bayu Kresno Suharso, Utari Khatulistiani)

2. $i = 3,5$ (Dari faktor pertumbuhan lalu lintas)
3. emp (Ekivalen Mobil Penumpang)

Berikut ini adalah contoh dan tabel perhitungan DS pada kondisi jalan.

a) Derajat kejenuhan pada tahun 2022

1. MC	=	$80 \times 0,5 = 40$ smp/jam
2. MP	=	$5 \times 1,3 = 6,5$ smp/ jam
3. Bus kecil	=	$11 \times 1,3 = 14,3$ smp/jam
4. Truk 2 sumbu	=	$4 \times 2,5 = 10$ smp/jam
	ΣQ	= 70,8 smp/jam

$$\begin{aligned} \text{DS tahun 2022} &= Q / C \\ &= 70,8 / 1925 \\ &= 0,036 \end{aligned}$$

b) Derajat kejenuhan tahun 2032

1. MC	=	56,42 smp/jam
2. MP	=	9,16 smp/ jam
3. Bus kecil	=	20,17 smp/jam
4. Truk 2 sumbu	=	14,10 smp/jam
	ΣQ	= 100 smp/jam

$$\begin{aligned} \text{DS tahun 2032} &= Q / C \\ &= 100 / 1925 \\ &= 0,051 \end{aligned}$$

c) Derajat kejenuhan tahun 2042

1. MC	=	79,59 smp/jam
2. MP	=	13 smp/ jam
3. Bus kecil	=	28,45 smp/jam
4. Truk 2 sumbu	=	19,89 smp/jam
	ΣQ	= 140,93 smp/jam

$$\begin{aligned} \text{DS tahun 2042} &= Q / C \\ &= 140,93 / 1925 \\ &= 0,07 \end{aligned}$$

Jalan ini menggunakan 2/2 UT, sebagaimana ditentukan oleh nilai derajat kejenuhan (DS) dari tahun 2022 sampai dengan tahun 2042 (20 tahun) dengan nilai 0,85, sehingga dapat disimpulkan bahwa ruas jalan Dangka Mangka-Watungong di Kabupaten Manggarai Timur pada STA 0+00 - 10+00 telah memenuhi kapasitas jalan dan diperkirakan masih layak untuk dilalui oleh arus lalu perjalanan sampai dengan umur rencana, sehingga tidak perlu dilakukan perencanaan pelebaran jalan. Namun mengingat pertumbuhan lalu perjalanan untuk beberapa tahun ke depan meningkat maka menurut penulis pelebaran jalan tetap perlu dilakukan.

3.3 Perencanaan Desain Perkerasan

Metode Bina Marga 2017 digunakan untuk merencanakan desain perkerasan lentur untuk perkerasan jalan Dangka Mangka-Watungong di Kabupaten Manggarai Timur. Berikut ini adalah beberapa ketentuan dalam perkerasan lentur:

1. Pertumbuhan lalu perjalanan per tahun: 3,5%
2. Lebar jalan saat ini: 4 m
3. Lebar Jalan Rencana: 6 m
4. Lebar Tangan Efektif: < 0,5 m

5. Tipe Jalan Sekarang : 2/2 UD
6. Umur Jalan : 20 tahun
7. Fungsi Jalan : lokal primer
8. Jenis Tempat : Bukit
9. Nilai CBR : 6,73%

3.3.1 Menghitung LHR (Lalu Perjalanan Harian Rata – Rata)

Data : 1. sesuai data lalu lintas 2022

2. nilai $i = 3,50\%$

1. Mobil penumpang
LHR = $5(1 + 0,035)^1 = 5,175$
2. Bus kecil
LHR = $11(1 + 0,035)^1 = 11,385$
3. Truk 2 sumbu
LHR = $4(1 + 0,035)^1 = 4,14$

Hasil Lalu perjalanan harian rata-rata LHR di Jalan Dangka Mangka Watungong pada tahun 2022 = 20,7

3.3.2 Analisis Perjalanan Ekivalen

Analisa perjalanan ekivalen dilakukan untuk menentukan nilai dari perjalanan ekivalen permulaan (LEP), perjalanan ekivalen akhir (LEA) perjalanan ekivalen tengah (LER).

Dari tabel didapat :

1. MC (1) = 0,002 = 0,0002
2. MP (1+1) = 0,002 + 0,0002 = 0,0004
3. Bus kecil (3+5) = 0,0183 + 0,1410 = 0,1593
4. Truk 2 sumbu (5+8) = 0,1410 + 0,079 = 0,2983

3.3.3 Menentukan perjalanan ekivalen permulaan (LEP) tahun 2022

$$\text{LEP} = \text{LHR} \times C \times E$$

Dimana :

LEP :Perjalanan Ekivalen Permukaan (bh)

LHR :Lalu Perjalanan Harian Rata-rata (bh)

C :Koefisien distribusi kendaraan(%)

E :Angka ekivalen beban sumbu kendaraan

Berdasarkan Tabel Koefisien Distribusi Kendaraan Ringan dan Berat untuk jalan raya 2 kolom 2 arah, nilai kendaraan ringan dan berat serta komposisi beban dari masing-masing adalah 0,50

Data :

1. Sesuai hasil LHR tahun 2022
 2. Sesuai nilai C
 3. Sesuai nilai E
1. Mobil Penumpang
LEP = $5,175 \times 0,50 \times 0,0004 = 0,00103$
 2. Bus Kecil
LEP = $11,385 \times 0,50 \times 0,1593 = 0,906$
 3. Truk 2 Sumbu
LEP = $4,14 \times 0,50 \times 0,2983$

$$= 0,617$$

$$\text{Total LEP} = 1,524$$

3.3.4 Menentukan perjalanan ekivalen akhir (LEA) tahun 2022

$$\sum_{j=1}^n LHR_j (1+i)^{UR} x C x E$$

Dimana :

LEA : Lintas Ekivalen Akhir
 LHR : Lalu Lintas Harian Rata-rata
 C : Koefisien distribusi kendaraan
 E : Angka ekivalen beban sumbu kendaraan
 I : Perkembangan lalu lintas
 UR : Umur Rencana

Data :

- Sesuai dengan data tahun 2022
- Nilai $i = 3,50\%$
- $UR = 20$ tahun
- Sesuai nilai C
- Sesuai nilai E

1. Mobil Penumpang

$$\text{LEP} = 5,175 [(1+0,035)]^{20} \times 0,50 \times 0,0004$$

$$= 0,0020$$

2. Bus Kecil

$$\text{LEP} = 11,385 [(1+0,035)]^{20} \times 0,50 \times 0,1593$$

$$= 1,804$$

3. Truk 2 Sumbu

$$\text{LEP} = 4,14 [(1+0,035)]^{20} \times 0,50 \times 0,2983$$

$$= 1,228$$

$$\text{Total LEA} = 3,034$$

3.3.5 Menghitung Perjalanan Lalu Lintas Ekivalen Tengah (LET)

$$\text{LET} = (\text{LEP} + \text{LEA}) / 2$$

Dimana :

LET : Perjalanan Ekivalen Tengah
 LEP : Perjalanan Ekivalen Permulaan
 LEA : Perjalanan Ekivalen Akhir
 $\text{LET} = (1,524 + 3,034) / 2$
 $= 2,279$

3.3.6 Menghitung perjalanan ekivalen rencana (LER)

$$\text{LER} = \text{LET} \times \text{FP}$$

$$\text{FP} = \text{UR} / 20$$

Dimana :

LER : Perjalanan Ekivalen Rencana
 LET : Perjalanan ekivalen Tengah
 UR : Umur Rencana
 FP : Faktor Penyesuaian
 $\text{LER} = 2,279 \times 20 / 20$
 $= 2,279$

3.3.7 Menghitung laju perjalanan harian rata-rata

(LHR) pada tahun Ke-20

$$\text{LHR} = x [(1+i)]^n$$

Dimana :

LHR : lalu perjalanan harian rata-rata (tahun)
 X : Jumlah kendaraan
 I : perkembangan lalu perjalanan pertahun (%)
 n : Selisih waktu pada perencanaan 20 tahun

Data :

- Sesuai hasil LHR tahun 2022
- Nilai $i = 0,035\%$

1. Mobil Penumpang

$$\text{LEP} = 5,175 (1+0,035)^{20}$$

$$= 10,297$$

2. Bus Kecil

$$\text{LEP} = 11,385 (1+0,035)^{20}$$

$$= 22,653$$

3. Truk 2 Sumbu

$$\text{LEP} = 4,14 [(1+0,035)]^{20}$$

$$= 8,237$$

Tabel 2. LHR Tahun 2022

Gol.	Jenis Kendaraan	(Lhr 2022)	I = 35% (Lhr 2042)
1	mobil penumpang	5,175	10,297
2	bus kecil	11,385	22,653
3	truk 2 sumbu	4,14	8,237
	lalu perjalanan harian rata rata (LHR)	20,7	41,187

3.3.8 Menentukan perjalanan ekivalen permulaan (LEP) tahun 2042

$$\text{LEP} = \text{LHR} \times C \times E$$

Dimana :

LEP : Perjalanan Ekivalen Permulaan (bh)
 LHR : Lalu Perjalanan Harian Rata-rata (bh)
 C : Koefisien distribusi kendaraan (%)
 E : Angka ekivalen beban sumbu kendaraan
 Koefisien distribusi untuk kendaraan ringan dan berat pada jalan dua lajur, dua arah masing-masing adalah 0,50 untuk kendaraan ringan dan 0,50 untuk kendaraan berat, dan komposisi beban.

Data :

- hasil LHR tahun 2042
 - Setara nilai C
 - Setara nilai E
1. Mobil Penumpang
 $\text{LEP} = 10,297 \times 0,50 \times 0,0004 = 0,00205$
 2. Bus Kecil
 $\text{LEP} = 22,653 \times 0,50 \times 0,1593 = 1,804$
 3. Truk 2 Sumbu
 $\text{LEP} = 8,237 \times 0,50 \times 0,2983 = 1,228$
 Total LEP = 3,034

PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN LENTUR UNTUK PENINGKATAN JALAN DANGKA MANGKA – WATUNGGONG, KABUPATEN MANGGARAI TIMUR MENGGUNAKAN METODE BINA MARGA

(Redemptus Aloysius Burdi, Akbar Bayu Kresno Suharso, Utari Khatulistiani)

3.3.9 Menentukan Perjalanan Ekuivalen Akhir (LEA) Tahun 2042

$$\sum_{j=1}^n LHR_j (1+i)^{UR} x C x E$$

Dimana :

LEA : Perjalanan Ekuivalen Akhir

LHR : Lalu Perjalanan Harian Rata-rata

C : Koefisien distribusi kendaraan

E : Angka ekuivalen beban sumbu kendaraan

i : Perkembangan lalu

perjalanan

UR : Umur Rencana

Data :

- Sesuai dengan data tahun 2042
- Nilai $i = 3,50\%$
- $UR = 20$ tahun
- Setara nilai C

1. Setara nilai E Mobil Penumpang

$$LEP = 10,297 (1 + 0,035)^{20} \times 0,50 \times 0,0004 = 0,00409$$

2. Bus Kecil

$$LEP = 22,653 (1 + 0,035)^{20} \times 0,50 \times 0,1593 = 1,305$$

3. Truk 2 Sumbu

$$LEP = 8,237 (1 + 0,035)^{20} \times 0,50 \times 0,2983 = 2,444$$

Total LEA = 3,753

3.3.10 Menghitung Perjalanan Ekuivalen Tengah (LET)

$$LET = \frac{LEP + LEA}{2}$$

Dimana :

LET : lalu perjalanan ekuivalen tengah

LEP : Perjalanan Equivalent Awal

Baca juga: Perjalanan Ekuivalen Akhir

$$LET = \frac{3,034 + 3,753}{2} = 3,393$$

3.3.11 Menghitung Perjalanan Ekuivalen Rencana (LER)

$$LER = LET \times FP$$

$$FP = \frac{UR}{20}$$

Dimana :

LER: Trafik Ekuivalen Rencana

Let: lalu perjalanan ekuivalen tengah

UR: Usia Rencana

FP : Faktor Penyesuaian

$$LER = 3,393 \times \frac{20}{20} = 3,393$$

3.3.12 Menentukan faktor regional

Faktor regional diperoleh berdasarkan data:

Presentasi Kendaraan Berat

$$K.B. = \frac{\sum \text{kendaraan berat}}{\sum \text{total kendaraan (LHR)}} \times 100\%$$

Jumlah kendaraan ringan = mobil penumpang = 10,297

Jumlah kendaraan berat = bus kecil + truk 2 sumbu = 30,90

Jumlah total kendaraan =

$$\sum \text{kendaraan ringan} + \sum \text{kendaraan berat} = 41,187$$

Maka, % Kendaraan berat

$$= \frac{\sum \text{kendaraan berat}}{\sum \text{total kendaraan (LHR)}} \times 100\%$$

$$= \frac{30,90}{41,187} \times 100\% = 75,023\% > 30\%$$

1. Hujan = 2214 > 900 mm/tahun

2. Presentasi fleksibilitas = 2% < 6%

3. Nilai FR ditentukan sebesar = 2,0

Tabel 3. Persentase Kendaraan Berat yang Berhenti Serta Iklim

	kelandai an I		kelandai an II		kelandai an III (>10%)	
	(< 6%)		(6 - 10%)		10%	
	%		%		%	
	kendaraan berat	kendaraan berat	kendaraan berat	kendaraan berat	kendaraan berat	kendaraan berat
	≤	≥	≤	≥	≤	≥
	30	30	30	30	30	30
	%	%	%	%	%	%
iklim I <900 mm/th	0,5	1,0	1	1,5	1,5	2,0
		-1,5		-		-
				2,0		2,5
iklim I >900 mm/th	1,5	2,0	2	2,5	2,5	3,0
		-2,5		-		-
				3,0		3,5

3.3.12 Mencari Indeks Permukaan Pada Akhir Umur Rencana (Ipt)

Indeks permukaan ditentukan berdasarkan:

1. yang LER = 3,393

2. yang Klasifikasi Jalan = Lokal Primer

Sebagai hasilnya, indeks permukaan pada akhir umur desain IP (yang menunjukkan desain ketebalan tegangan lengkung menggunakan analisis komponen) menghasilkan nilai Ipt = 1,5. (lihat Tabel 4)

Tabel 4. Indeks Permukaan Pada Akhir Umur Rencana (Ipt)

LER= Lintas Ekuivalen Rencana *)	Klasifikasi Jalan			
	Lokal	Kolektor	Arteri	Tol
< 10	1,0 – 1,5	1,5	1,5 – 2,0	-
10 – 100	1,5	1,5 – 2,0	2	-

100 – 1000	1,5 – 2,0	2	2,0 – 2,5	-
>1000	-	2,0 – 2,5	2,5	2,5

3.3.13 Mencari Indeks Permukaan Usia Awal Rencana (IPo)

Menurut tabel indeks permukaan pada awal kehidupan desain IPo, nilai IPo lapisan permukaan HRA berkisar antara 3,9 hingga 3,5. (panduan desain ketebalan perkerasan lentur dengan metode analisis komponen). Nilai IPo sebagai kebutuhan perencanaan adalah 3,5. **Tabel 5** menunjukkan jenis lapisan penguat yang digunakan.:

Tabel 5. Indeks Permukaan Pada Awal Usia Perencanaan (IPo)

Jenis Lapis Perkerasan	IPo	Rougnes *) mm/km
LASTON	>4	≤1000
	3,9 – 3,5	>1000
LASBUTAG	3,9 – 3,5	≤2000
	3,4 – 3,00	>2000
HRA	3,9 – 3,5	≤2000
	3,4 – 3,0	<2000
BURDA	3,9 – 3,5	<2000
BURTU	3,4 – 3,0	<2000
LAPEN	3,4 – 3,0	≤3000
	2,9 – 2,5	>3000
LATASBUM	2,9 – 2,5	
BURAS	2,9 – 2,5	
LATASIR	2,9 – 2,5	
JALAN TANAH	≤ 24	
JALAN KERIKIL	≤ 24	

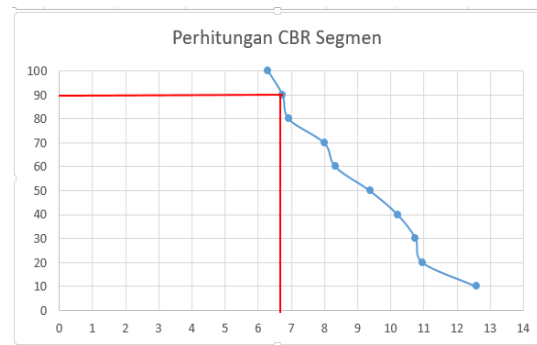
3.4 Analisa Data CBR

Karena sifat-sifat dasar tanah tidak dapat dipisahkan dari kualitas dan daya tahan bahan konstruksi perkerasan jalan, maka analisis data CBR diperlukan untuk menentukan daya dukung tanah dasar (Sari, Maliki, & Suharso, 2022). Tabel 6 menunjukkan perencanaan ini dengan menggunakan metode grafis CBR 90% :

Tabel 6. Analisa CBR

No	CBR (%)	Nilai Cbr Setelah Diurut	Jumah Yang Sama Atau Lebih Besar	Persentasi Yang Sama Atau Lebih Besar %
(1)	(2)	(3)	(4) =3/n x 100%	
1	8,33	6,3	10	100

2	10,75	6,73	9	90
3	6,73	6,92	8	80
4	6,3	7,99	7	70
5	9,37	8,33	6	60
6	12,58	9,37	5	50
7	7,99	10,21	4	40
8	6,92	10,75	3	30
9	10,21	10,96	2	20
10	10,96	12,58	1	10



Gambar 3. CBR Desain Data Tanah

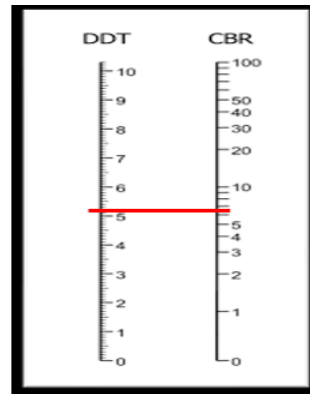
Dari data grafik gambar 3 didapat nilai CBR 90% sebesar 6,73 %.

3.5 Mencari Kekuatan Tanah (DDT)

$DDT = 4,3 \log CBR + 1,7$

Nilai CBR yang diketahui = 6,73

Dengan demikian, nilai kekuatan tanah, sebagai berikut.



Gambar 4. Menentukan nilai DDT dari nilai CBR 90%

Dari gambar 4 diatas didapat nilai $DDT = 5,3$
 $DDT = 4,3 \log CBR + 1,7$
 $= 4,3 \log (6,73) + 1,7$
 $= 5,2604$

3.5 Menentukan Indeks Tebal Perkerasan (ITP)

Menentukan nilai ITP menggunakan data sebagai berikut:

1. IPT = 1,5
2. IPO = 3,5
3. DDT = 5,2604

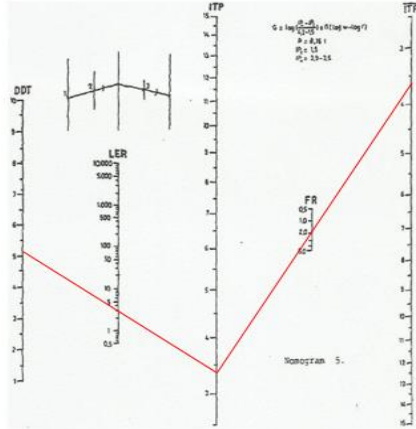
PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN LENTUR UNTUK PENINGKATAN JALAN DANGKA MANGKA – WATUNGGONG, KABUPATEN MANGGARAI TIMUR MENGGUNAKAN METODE BINA MARGA

(Redemptus Aloysius Burdi, Akbar Bayu Kresno Suharso, Utari Khatulistiani)

4. $PT = 2,0$

5. $LER = 3,393$

Untuk menentukan indeks tebal perkerasan (ITP) diperoleh nilai IPt sebesar 1,5, Ipo sebesar 3,5, DDT 5,2604, FR di dapat 2,0 dan dari perhitungan Transit Equivalent Rencana (LER) diperoleh nilai 3,393 dapat dilihat pada Gambar 5.



Nomogram untuk $IPt = 1,5$ dan $Ipo = 3,9 - 3,5$

Sumber (SKBI - 2.3.26.1987 NO.378/KPTS/1987)

Gambar 5. Nilai Indeks Tebal Perkerasan (ITP)

Dengan demikian dalam penentuan menggunakan Nomogram 5 (Indikator perencanaan tebal peregang melengkung dengan metode analisis komponen) diperoleh nilai $ITP2 = 3,4$ dan $ITP3 = 3,6$.

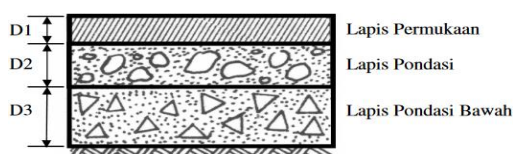
3.6 Menentukan Desain Tebal Perkerasan

$$ITP = a1D1 + a2D2 + a3D3$$

Metode Analisis Komponen Lapisan Keras

1. Nilai $a1 = 0,35$ untuk lapisan permukaan Laston HRS - Base (diambil Laston dengan HRS - Base karena nilai Ipo 3,5)
2. Batu pecah kelas C membentuk lapisan dasar atas, jadi $a2 = 0,12$
3. Nilai $a3$ untuk lapisan dasar bawah sirtu grade C adalah 0,11.

Berikut ini penjelasan dari **Gambar 6** di bawah ini:



Gambar 6. Perencanaan Tebal Perkerasan

$$TP = A1. D$$

$$ITP = A1.A1 \text{ dan } A2.D2$$

$$ITP = A1. A1 \text{ dan } A1.D2 + A3.D3$$

Perhitungan ketebalan perkerasan setiap lapisan menggunakan nomogram 5 pada perhitungan di

bawah ini :

1. Lapisan permukaan

dipakai D1 Laston HRS - Base = 4 cm

2. Lapisan pondasi atas

CBR sub base course 90%

DDT = 5,2

LER = 3,393

FR = 2.0 diperoleh ITP = 3,4

$ITP2 = a1.D1 + a2.D2$

$3,4 = (0.35 \times 4) + (0.12 \times D2)$

$3,4 = 1,2 + 0,12 D2$

$0,12 D2 = 3,4 - 1,4$

$0,12 D2 = 2$

$D2 = 2 / 0,12$

$D2 = 16,6 >$ tebal minimum 15 cm, maka

dipakai D2 sebesar 16 cm.

3. Lapisan Pondasi Bawah

CBR Sub Grade 6,73%

DDT = 5,2

LER = 3,393

FR = 2.0, diperoleh ITP = 3,8

$ITP3 = a1.D1 + a2.D2 + a3.D3$

$3,8 = (0.35 \times 4) + (0.12 \times 16) + (0.11 \times D3)$

$3,8 = 1,4 + 1,92 + 0,11 D3$

$3,8 = 3,32 + 0,11 D3$

$0,11D3 = 3,8 - 3,32$

$0,11D3 = 0,48 / 0,11$

$D3 = 4,3 >$ ketebalan minimal 20 cm, maka

dipakai D3 sebesar 20 cm Didapat,

D1 minimum HRS - Base (Laston) = 4 cm

D2 minimum (Tingkat Atas) = 16 cm

D3 minimal (Lemah) = 20 cm

Total = 40 cm

Syarat ITP rencana $>$ ITP perlu :

$$ITP = a1D1 + a2D2 + a3D3$$

$$= (0.35 \times 4) + (0.12 \times 16) + (0.11 \times 20)$$

$$= 5,52$$

3.7 Rencana Anggaran Biaya

Rencana Anggaran Biaya (RAB) merupakan perkiraan biaya yang diperlukan untuk setiap pekerjaan dalam suatu proyek konstruksi.

a. Pekerjaan Persiapan

1. Pembersihan dan pembongkaran

Lebar Jalan = 6 m

Panjang Jalan = 10 Km = 10000 m

Luas = 60000 m³

b. Pekerjaan Lapisan Berbutir

1. Pekerjaan Lapisan Pondasi Atas

Lebar perkerasan = 6 m

Tebal perkerasan = 0,16 m

Panjang perkerasan = 10000 m

Volume = 9600 m³

2. Pekerjaan Lapisan Pondasi Bawah

Lebar perkerasan = 1,5 m

Tebal perkerasan = 0,2 m
 Panjang perkerasan = 2500 m
 Volume = 750 m³

c. Pekerjaan Aspal

1. Pekerjaan Lapisan Perekat

Lebar perkerasan = 6 m
 Panjang perkerasan = 10000 m
 Volume = 60000 liter

2. Pekerjaan Lapisan Permukaan

Lebar perkerasan = 6 m
 Tebal perkerasan = 0,04 m
 Panjang perkerasan = 10000 m
 Volume = 2400 m³

d. Pekerjaan Pelengkap Jalan

1. Garis utuh

Panjang = 10000 m
 lebar = 0,12 m
 jumlah garis = 2 buah
 luas = 2 x 10000 x 0,12 = 2400 m²

2. Garis putus – putus (tengah)

Panjang = 0,5 x 10000 m = 5000 m
 Lebar = 5000 x 0,12 m = 600 m²
 Luas Total = 2400 m² + 600 m² = 3000 m²

Tabel 7. Rencana Anggaran Biaya

NO	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	VOL.	HARGA	JUMLAH
				SATUAN	HARGA
				Rp	Rp
A PEKERJAAN PERSIAAPAN					
1	BASE CAMP	Ls	1,00	5.000.000	5.000.000
2	Mobilisasi Peralatan	Ls	1,00	34.520.000	34.520.000
3	FASILITAS KONTRAKTOR	M2	250,00	25.000	6.250.000
4	FASILITAS PENGUJIAN MUTU	set	2,00	7.500.000	15.000.000
5	LAIN – LAIN	Set	1,00	9.500.000	9.500.000
6	DEMOBILISASI	Ls	1,00	10.356.000	10.356.000
7	Keselamatan dan Kesehatan Kerja	Ls	1,00	10.475.000	10.475.000
B PEKERJAAN LAPISAN BERBUTIR					
1	LAPIS PERKERASAN PONDASI ATAS	M3	9.600	812.264	7.797.734.400
2	LAPIS PONDASI BAWAH	M3	750	626.855	470.141.250
C PEKERJAAN ASPAL					
1	PEKERJAAN LAPISAN PEREKAT	Liter	60.000	19.201	1.152.078.051

PEKERJAAN					
2	LASTON HRS - Base	M3	2.400	4.027.165	9.665.197.645
D	PEKERJAAN TERMOPLASTI	M2	3.000	331.713	995.139.000
JUMLAH					20.171.391.346
PPN 11%					2.218.853.048
TOTAL BIAYA					22.390.244.395

3.8 Perhitungan Volume Pekerjaan (per km)

a. Pekerjaan persiapan

Pembersihan dan pembongkaran

Lebar jalan = 6 m
 Panjang jalan = 1 km = 1000 m
 Luas = 6000 m²

b. Pekerjaan Lapisan Berbutir

1. Pekerjaan Lapisan Pondasi Atas

Lebar perkerasan = 6 m
 Tebal perkerasan = 0,16 m
 Panjang perkerasan = 1000 m
 Volume = 960 m³

2. Pekerjaan Lapisan Pondasi Bawah

Lebar perkerasan = 6 m
 Tebal perkerasan = 0,2 m
 Panjang perkerasan = 1000 m
 Volume = 1200 m³

c. Pekerjaan Aspal

1. Pekerjaan Lapisan Perekat

Lebar perkerasan = 6 m
 Panjang perkerasan = 1000 m
 Volume = 6000 liter

2. Pekerjaan Lapisan Permukaan

Lebar perkerasan = 6 m
 Tebal perkerasan = 0,04 m
 Panjang perkerasan = 1000 m
 Volume = 240 m³

d. Pekerjaan Pelengkap Jalan

1. Garis utuh

panjang = 1000 m
 lebar = 0,12 m
 jumlah garis = 2 buah
 luas = 2 x 1000 x 0,12 = 240 m²

2. Garis putus – putus (tengah)

Panjang = 0,5 x 1000 m = 500 m
 Lebar = 500 x 0,12 m = 60 m²
 Luas Total = 240 m² + 60 m² = 300 m².

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan dan juga perhitungan perencanaan jalan Dangka Mangka – Watunggong, Kabupaten Manggarai Timur dengan menggunakan perkerasan Lentur maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil perhitungan tebal perkerasan lentur menggunakan metode Bina Marga diperoleh :Lapisan permukaan Laston HRS - Base setebal 4 cmLapisan dasar atas berupa batu

PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN LENTUR UNTUK PENINGKATAN JALAN DANGKA MANGKA – WATUNGGONG, KABUPATEN MANGGARAI TIMUR MENGGUNAKAN METODE BINA MARGA

(Redemptus Aloysius Burdi, Akbar Bayu Kresno Suharso, Utari Khatulistiani)

pecah kelas C setebal 16 cm, Untuk Lapisan dasar bawah sirtu kelas C setebal 20 cm

Perencanaan perkerasan lentur jalan Dangka Mangka–Watunggong, Kabupaten Manggarai Timur pada STA 00+00 – 10+000 dengan lebar 6 m dan panjang 10000 meter memerlukan biaya untuk pembangunan sebesar Rp 22.390.244.395 (Dua Puluh Dua Milyar Tiga Ratus Sembilan Puluh Juta Dua Ratus Empat Puluh Empat Ribu Tiga Ratus Sembilan Puluh Lima)

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam perencanaan ini, khususnya Journal Axial yang telah memberi saya kesempatan untuk menerbitkan artikel ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Barron, R.A. 1948. *Consolidation of Fine Grained Soils by Drain Wells*, Transcation ASCE, vol. 113.
- Das, B.M. 1991. *Mekanika Tanah (Prinsip – Prinsip Rekayasa Geoteknik)*. Jakarta: Erlangga.
- Das, B.M. 2011. *Principles of Foundation Engineering*, edisi ke 7, Cangege Learning, Stanford, USA.
- Design Report for Morokembangan Boezem Improvement and Related Structure Works’, on The Consulting Service for Major and Minor Drainage Improvement Works in SurabayaUrban Development Project (SUDP)*, Nikken Consultants, Inc., Tokyo, Japan, September 1999.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2009. *Perencanaan dan Pelaksanaan Perkuatan Tanah dengan Geosintetik*. Depatemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga, Direktorat Bina Teknik.
- Fandisnata, S. 2014. *Studi Perbandingan Kapasitas Dukung Embankment Dengan Perkuatan Geotextile, Cerucuk Tegak Dan Cerucuk Miring Kayu Galam*. Universitas Hasanuddin Makassar.
- Gunawan. 2017. *Perencanaan Perkuatan Timbunan Lereng Bandar Udara Baru Buntukunik Tana Toraja Dengan Geogrids dan Gabion*. Universitas Wijaya Kusuma Surabaya. Surabaya.
- Hansbo, S., 1979. “*Consolida of Clay by Band-Shaped Prefabricated Drains*,” *Ground Engineering*, vol 12, no 5, hal 16, 25 Juni 1979
- Hidayat, Irpan dan Suhendara, A . 2011. *Aplikasi Geofom Sebagai Material Timbunan Di Atas Tanah Lunak*. Jurnal Ilmiah ComTech Vol. 2 No. 1 Juni 2011. Binus University.
- Hidayat, Deni, dkk. 2016. *Analisis Material Ringan Dengan Mortar Busa Pada Konstruksi Timbunan Jalan*. Jurnal Ilmiah Seminar Nasioanal Sains Dan Teknologi 2016. Universitas Muhammadiyah Jakarta.
- Liong, Gouw Tjie, 1996. *Penggunaan Geosintetis Untuk Mempercepat Pelaksanaan Embankment Jalan*. Surabaya. Menteri Perhubungan Republik Indonesia, 2012. *Peraturan Menteri Perhubungan Nomor : PM.60 Tahun 2012 Tentang Persyaratan Teknis Jalur kereta Api*. Jakarta.
- Mochtar, Indrasurya B, 2000. *Teknologi Perbaikan Tanah Masa Kini*. Surabaya.
- Mochtar, Indrasurya B, 2000. *Teori Untuk Penanggulangan Masalah Daya Dukung Tanah Lunak di Bawah Embakment*. Surabaya.
- Muntohar, Agus S, 2006. *Mekanisme Keruntuhan Lereng Tegak Dan Teknik Perkuatannya Dengan Geotekstil*. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Yogyakarta
- Salmani. _____. *Bahan Ajar Perbaikan Tanah /Tebing*. _____.
- Siahaan, L. P. 2017. *Alternatif Perbaikan Tanah Dasar dan Perkuatan Timbunan Pada Jalan Tol Palembang – Indralaya (STA 8+750 s/d STA 10+750)*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Terzaghi, K. 1925. *Erdbaumechanik Auf Bodenphysikalischer Grundlage*, Deutchke, Vienna.
- Terzaghi, K. 1987. *Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa Jilid 1 Edisi Kedua*, Jakarta : Erlangga.
- Terzaghi, K. 1996. *Soil Mechanis in Engineering Practice*. John Wiley & Sons, Inc.
- <http://karya-ilmiah.um.ac.id/index.php/TS/article/view/7109> (online 7 mei 2018, pukul : 00.27)
- <http://repository.unhas.ac.id/bitstream/handle/123456789/8773/BAB%20II.pdf?sequence=2> (online, 22 Mei 2018, 22.10)
- <http://library.binus.ac.id/eColls/eThesiscoll/Bab2HTML/2008200465SPBab2/body.html> (online, 22 Mei 2018, 00.45)
- <http://timur.ilearning.me/2016/03/03/apa-perbedaan-data-sekunder-dan-data-primer/> (online, 29 Mei 2018, 01.55)
1. http://publikasi.ftsl.itb.ac.id/assets/repositori/2013_10_19/1/1_15009119_berkas.pdf (online, 30 Mei 2018, 02.58).