



# TEKNOSIAR

WADAH KOMUNIKASI ILMIAH

homepage URL : <http://e-journal.uniflor.ac.id/index.php/TEKNOSIAR>



## Desain Lapisan Perkerasan Jalan Pada Ruas Jalan Desa Mbangga – Woloboa Kecamatan Wolowaru Kabupaten Ende

\*Veronika Miana Radja<sup>1</sup>, Thomas Aquino A. Sydin<sup>2</sup>, Alfridus Gado<sup>3</sup>

<sup>123</sup>Fakultas Teknik, Universitas Flores, Ende

<sup>\*</sup>Penulis korespondensi: [gadoalfridus@gmail.com](mailto:gadoalfridus@gmail.com)

### ABSTRACT

*The Mbangga-Woloboa road section, Rindiwawo Village, Wolowaru District is included in the local road type with rigid pavement and a road width of 3 meters. Every year the condition of the Mbangga-Woloboa road section experiences damage, where several parts of the road have many holes and when it rains there are lots of puddles of water, which is very disturbing for road users. Even though the Ministry of Public Works, with the available funds, has repaired the existing damage by overlaying it repeatedly, it has not been able to solve the existing problem completely because the road condition has deteriorated again before it reaches its design life. Therefore, it needs to be redesigned by repairing the subgrade layer and replacing the road surface layer with new rigid pavement according to the load of vehicles passing through the road. So by using the AASHTO method, the traffic growth rate (i) of the planned road is 5.23% per year with collector road class. The effective Resilient Modulus (MR) value on the road section is 2770 psi with a CBR value of 1.87%, and DDT 2.70 kg/cm<sup>2</sup>. The thickness of the pavement layer is found to be D<sub>1</sub> = 13 cm, D<sub>2</sub> = 20 cm, and D<sub>3</sub> = 41 cm.*

**Keywords:** Road pavement, road damage, Aashto

### ABSTRAK

*Ruas jalan Mbangga-Woloboa, Desa Rindiwawo, Kecamatan Wolowaru termasuk ke dalam jenis jalan lokal dengan perkerasan kaku dan lebar jalan 3 meter. Setiap tahunnya kondisi pada ruas jalan Mbangga-Woloboa mengalami kerusakan, dimana pada beberapa bagian badan jalan banyak yang berlubang dan pada saat hujan terdapat banyak genangan air sehingga sangat mengganggu pengguna jalan. Meskipun dari pihak kementerian pekerjaan umum dengan dana yang tersedia sudah melakukan perbaikan kerusakan yang ada dengan cara overlay berulang kali, namun tidak dapat menyelesaikan permasalahan yang ada secara menyeluruh karena kondisi jalan kembali mengalami kerusakan sebelum mencapai umur rencana. Oleh karena itu perlu didesain ulang dengan memperbaiki lapisan tanah dasar dan mengganti lapis permukaan jalan dengan perkerasan kaku yang baru sesuai beban kendaraan yang melewati jalan tersebut. Sehingga dengan menggunakan cara AASHTO diperoleh Angka pertumbuhan lalu lintas (i) dari jalan yang direncanakan adalah 5,23 % pertahun dengan kelas jalan kolektor, Nilai Modulus Resilient efektif (MR) pada ruas jalan yaitu 2770 psi dengan nilai CBR 1,87 %, dan DDT 2,70 kg/cm<sup>2</sup>. Tebal lapisan perkerasan didapat D<sub>1</sub> = 13 cm, D<sub>2</sub> = 20 cm, dan D<sub>3</sub> = 41 cm.*

**Kata kunci:** Perkerasan jalan, kerusakan jalan, Aashto

### PENDAHULUAN

*Rigid Pavement* atau yang disebut perkerasan kaku adalah suatu konstruksi perkerasan dimana sebagai lapisan atas digunakan pelat beton yang terletak di atas pondasi atau di atas tanah dasar pondasi atau langsung di atas tanah dasar (subgrade) . Kerusakan pada *Rigid Pavement* sering terjadi karena karakteristik pada permukaannya. Kerusakan ini diantaranya adalah retak setempat, patahan (*faulting*), dan retak di sudut-sudut panel. Faktor kerusakan yang terjadi pada

perkerasan kaku diantara lain yaitu pemadatan *subgrade* dan lapis pondasi yang tidak merata *subsidence* dari tanah dasar, *pumping*, sambungan *dowel bar* dan *tie bar* yang tidak sempurna. Dewasa ini pemerintah Indonesia lebih memilih perkerasan kaku karena mempunyai Umur Rencana (UR) yang lebih lama dari pada perkerasan lentur, selain itu perkerasan kaku lebih mampu menahan tekan dari pada perkerasan lentur, akan tetapi konstruksi perkerasan kaku sering tidak memikirkan lapisan pondasi ataupun tanah dasar (*subgrade*) dibawahnya.

Ruas jalan Mbangga-Woloboa, Desa Rindiwawo, Kecamatan Wolowaru termasuk ke dalam jenis jalan lokal. Berdasarkan hasil survey peneliti di lapangan pada ruas jalan Mbangga-Woloboa diketahui bahwa, ruas jalan tersebut menggunakan perkerasan kaku dengan lebar jalan 3 meter. Setiap tahunnya kondisi pada ruas jalan Mbangga-Woloboa mengalami kerusakan, dimana pada beberapa bagian badan jalan banyak yang berlubang dan pada saat hujan terdapat banyak genangan air sehingga sangat mengganggu pengguna jalan. Dari pihak kementerian pekerjaan umum dengan dana yang tersedia sudah melakukan perbaikan kerusakan yang ada dengan cara *overlay* berulang kali. Penanganan yang telah di lakukan meliputi kegiatan *patching* dan pelapisan ulang (*overlay*). Akan tetapi upaya tersebut tidak dapat menyelesaikan permasalahan yang ada secara menyeluruh karena kondisi jalan kembali mengalami kerusakan sebelum mencapai umur rencana. Melihat dari fungsi ruas jalan Mbangga-Woloboa begitu strategis, maka perlu dilakukan pemeliharaan dan peningkatan, diantaranya adalah dengan memperbaiki lapisan tanah dasar dan mengganti lapis permukaan jalan dengan perkerasan kaku.

## METODE

Kajian lokasi penelitian di ruas jalan desa Mbangga-Woloboa kecamatan wolowaru kabupaten Ende. Ruas jalan desa Mbangga-Woloboa termasuk ke dalam jenis jalan lingkungan, dimana akan melayani sebagai arus lalu lintas untuk tujuan ke pusat desa, yang utamanya didominasi mobil dan sepeda motor. Jalan ini direncanakan untuk melayani peningkatan kebutuhan prasarana jalan dengan lebar 3 meter.

Penelitian ini mengambil lokasi pada ruas jalan Desa Mbangga-Woloboa ( sta. 0+000-sta. 1,30+000) di Kecamatan Wolowaru Kabupaten Ende.



Gambar 1. Lokasi Penelitian jalan Mbangga-Woloboa Kecamatan Wolowaru

Data yang diperoleh secara langsung dilokasi penelitian antara lain data CBR tanah dan lalu lintas harian rata-rata.

a. Data CBR (*california bearing* tanah)

CBR tanah didapat dari survey sebanyak 3 titik yakni dari Sta. 0+000 sampai Sta. 1,30+000 dengan jarak antar titik pengambilan sampel tanah adalah 300 m, yang dilakukan penelitian dengan menggunakan alat bantu DCP (*Dynamic cone Penetrometer*).

b. Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR)

Untuk mengetahui data lalu lintas harian rata-rata (LHR) didapat dari hasil survey pada ruas jalan Mbangga-Woloboa Kecamatan Wolowaru selama 3 hari, dalam 36 jam yaitu : untuk kendaraan ringan (kendaraan/hari), sepeda motor (kendaraan/hari). Sedangkan Komposisi Volume Lalu Lintas terdiri dari kendaraan ringan (angkutan pedesaan dan kendaraan pribadi), serta sepeda motor.

Dibawah ini akan dijelaskan beberapa data – data terkait dengan penelitian yang dilakukan peneliti selama dilokasi penelitian yaitu :

a. Pengambilan Sampel Tanah untuk CBR

Data CBR yang diambil sebanyak 3 titik ( titik 1 = 3,27, titik 2=2,67,titik 3=1,84).

b. Data Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR)

Data Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) diperoleh melalui hasil survei yang dilakukan selama 3 hari, dalam 24 jam yaitu : untuk kendaraan ringan sebesar 160 (kendaraan/hari), dan kendaraan berat sebesar 37 (kendaraan/hari). Sedangkan Komposisi Volume Lalu lintas terdiri dari kendaraan ringan (angkutan pedesaan dan kendaran pribadi), serta kendaraan berat (Dump Truck dan Bus).

Tabel 1. Data Komposisi Lalu lintas

Jenis Kendaraan	Volume (bh kendaraan)	Beban Sumbu	
		Depan	Belakang
Kendaraan ringan ( 2 ton )	481	1	1
Kendaraan berat Bus/Truck 8 ton	112	3	5

Sumber : Hasil Survey, 2020

c. Panjang Jalan

Segmen jalan yang ditinjau pada sta. 0+000 sampai sta. 1,30+000, yakni di Kecamatan Wolowaru Kabupaten Ende.

d. Umur Rencana

Untuk perencanaan perkerasan jalan baru, umumnya umur rencana yang diambil adalah 40 tahun untuk perkerasan kaku.

e. Fungsi jalan

Di ruas jalan Mbangga - Woloboa adalah jalan dimana klasifikasi jalannya adalah: Jalan Kolektor.

f. Lebar Perkerasan Rata-rata

Lebar Perkerasan Rata-rata di ruas jalan Mbangga - Woloboa adalah 3 m.

g. Kelandaian Jalan

Ruas Jalan Mbangga - Woloboa adalah jalan berbukit, maka diambil kelandaian rata-rata : 6-10%.

h. Jenis Perkerasan

Lapisan perkerasan Kaku yang digunakan dalam perencanaan jalan Mbangga - Woloboa, menggunakan perkerasan beton bersambung dengan tulangan (BBDT).

i. Kondisi Iklim setempat

Data curah hujan Kabupaten Ende tahun 2020.

j. Perkembangan Lalu Lintas

Data pertumbuhan Penduduk Kabupaten Ende diambil tahun 2019

Rata-rata pertumbuhan penduduk per tahun Kabupaten Ende sebesar : 4,34%

a. Data jumlah kendaran kabupaten Ende

Data jumlah kendaran yang diambil terdiri dari 2 jenis yaitu kendaraan ringan 2 ton dan kendaran berat 8 ton. Data pertumbuhan kendaraan Kabupaten Ende diambil dari 2015 sampai tahun 2020. Data Pendapatan Domestik Regional Bruto (PDRB), digunakan untuk menentukan nilai pertumbuhan lalu lintas (nilai i). Data Pendapatan Domestik Regional Bruto (PDRB) Kabupaten Ende diambil dari tahun 2015 sampai tahun 2020. Rata-rata pertumbuhan PDRB (Pendapatan Domestik Regional Bruto) Kabupaten Ende sebesar : 5,23%

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**1. Analisa Tebal Perkerasan Kaku Menggunakan Metode AASHTO 1993**

1. Daya Dukung Tanah Dasar

Dalam menentukan nilai daya dukung tanah terlebih dahulu harus ada nilai CBR dari lapisan tanah dasar yang bersangkutan.

a. Nilai CBR

Untuk mengetahui nilai  $CBR_{Rata-rata}$  dapat dihitung berdasarkan data – data nilai CBR.

Berdasarkan data nilai CBR tiap segmen pada Lampiran B2 maka dapat menghitung  $CBR_{Rata-rata}$  tanah yang bersangkutan adalah:

$$CBR_{Rata-rata} = \frac{\text{Jumlah CBR tiap segmen}}{\text{Banyaknya titik pengamatan}}$$

$$= \frac{3,27+2,67+1,84}{3}$$

$$= 2,6$$

$$CBR_{Segmen} = CBR_{Rata-rata} (CBR_{Max} - CBR_{min}) / R$$

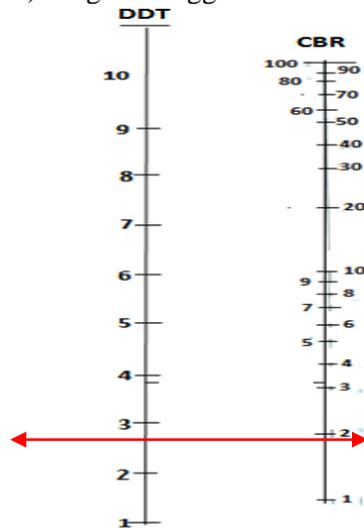
$$= 2,6 - (3,27 - 1,84) / 1,91$$

$$= 1,85$$

$$MR = 1,85 \times 1500 = 2775 \text{ psi}$$

b. Anilisa CBR secara grafis

Berdasarkan nilai CBR yang diperoleh, maka dapat menentukan Daya Dukung Tanah (DDT) dengan menggunakan nomogram seperti pada gambar 3 berikut ini



Gambar 2. Nomogram Kolerasi CBR dan DDT dengan umur rencana 10 tahun

Data grafik kolerasi antara nilai DDT dan CBR pada gambar 3 dengan membuat garis sejajar dari nilai CBR sebesar 1,85, maka diketahui nilai DDT yaitu sebesar 2,70

2. Menghitung angka ekivalen masing – masing kendaraan.

Berdasarkan total berat kendaraan maka dapat ditentukan berat sumbu masing-masing kendaraan yaitu :

- Kendaraan Ringan : 2 ton (1+1)
- Kendaraan Sedang : 6 ton (2+4)
- Kendaraan Berat : 8 ton (3+5)

Berdasarkan tabel. dapat menentukan beban sumbu masing-masing kendaraan dengan beban sumbu 8,16 ton yaitu dengan rumus sebagai berikut:

$$E_{sumbu\ tunggal} = \frac{(\text{beban sumbu tunggal dalam kg})^4}{8160}$$

$$E_{\text{sumbu ganda}} = 0,086 \frac{(\text{beban sumbu tunggal dalam kg})^4}{8160}$$

1. Untuk kendaraan ringan

$$E = \left(\frac{1000}{8160}\right)^4 = 0,0002$$

$$E = \left(\frac{1000}{8160}\right)^4 = 0,0002$$

$$\text{Maka } E = \text{sumbu tunggal} = 0,0002 + 0,0002 = 0,0004$$

2. Untuk kendaraan sedang

$$E = \left(\frac{2000}{8160}\right)^4 = 0,0036$$

$$E = \left(\frac{4000}{8160}\right)^4 = 0,0577$$

$$\text{Maka } E_{\text{sumbu tunggal}} = 0,0036 + 0,0577 = 0,0613$$

3. Untuk kendaraan berat

$$E = \left(\frac{3000}{8160}\right)^4 = 0,0183$$

$$E = \left(\frac{5000}{8160}\right)^4 = 0,1409$$

$$\text{Maka } E_{\text{sumbu tunggal}} = 0,0183 + 0,1409 = 0,1592$$

a. Jumlah lalu lintas harian rata-rata

Berdasarkan jumlah lalu lintas harian rata-rata yang melewati jalan Mbangga – Woloboa.

Komposisi kendaraan adalah sebagai berikut:

a. Kendaraan ringan	= 481
b. Kendaraan sedang	= 88
c. Kendaraan berat	= 24
LHR 2021	= 593 kendaraan/hari

1. Lapis permukaan ( *surface course* )

$$D_1 = \frac{SN_1}{a_1} = \frac{2,12}{0,14} = 5,3 \text{ in} = 13 \text{ cm}$$

2. Lapis pondasi atas

$$D_2 = \frac{SN_2 - a_1 d_1}{a_2 m_2} = \frac{2,35 - 0,14 \times 5,5}{0,26 \times 1,15} = 1,42 \text{ in} = 4 \text{ cm}$$

3. Lapis pondasi bawah

$$D_3 = \frac{SN_{\text{total}} - a_1 d_1 + a_2 m_2 d_2}{a_3 \cdot m_3} = \frac{4,3 - (0,14 \times 5,5) + (0,26 \times 1,15 \times 0,502)}{0,13 \times 1,15} = 16,21 \text{ in} = 41 \text{ cm}$$

Syarat ketebalan lapis perkerasan yaitu:

Tebal minimum lapis permukaan = 10 cm

Tebal minimum lapis pondasi (*base*) = 20 cm

Tebal minimum lapis pondasi bawah (*sub base*) = 30 cm

Karena hasil perhitungan  $D_2 <$  syarat minimum, maka dipakai syarat minimum yaitu ;

$$D_2 = 20 \text{ cm. Cek, tebal total} < 100 \text{ cm}$$

$$D_1 + D_2 + D_3 = 13 + 20 + 41 = 74 \text{ cm} < 100 \text{ cm} \dots\dots \text{OK! (Ekonomis)}$$

3. Perhitungan Tebal Plat Beton

Data Parameter Perencanaan Sebagai Berikut :

- CBR tanah dasar = 1,85 %
- Kuat Tarik lentur ( $f_{cf}$ ) = 4 MPa ( $F'C = 300 \text{ Kg/cm}^2$ )
- Bahan pondasi bawah = bahan pengikat 125mm
- Mutu baja tulangan = BJTU 30 ( $F_y$  : tegangan leleh = 3000 Kg/cm<sup>2</sup>) untuk BBDT
- Koefisien gesek antara pelat beton dengan pondasi ( $\mu$ ) = 1,5
- Bahu jalan = Ya (Beton)
- Ruji (dowel) = Ya
- Faktor pertumbuhan lalu lintas = 5,23 %tahun
- Umur rencana ( UR) = 10 Tahun
- Data Lalu-lintas Harian Rata-rata
  - Kendaraan Ringan = 160 ( Kendaraan/ hari )

- Kendaraan Berat = 37 ( Kendaraan / hari )

Direncanakan perkerasan beton semen untuk jalan 2 lajur 2 arah untuk jalan kolektor. Dengan perencanaan perkerasan beton bersambung dengan tulangan (BBDT).

a. Analisis lalu lintas

Berdasarkan data lalu lintas harian rata-rata, maka dapat di analisis perhitungan jumlah sumbu berdasarkan jenis dan bebannya.

Jumlah sumbu kendaraan niaga (JSKN) selama umur rencana ( 10 tahun ).

$$JSKN = 365 \times JSKNH \times R$$

$$R = \frac{i}{(1+i)^{UR}-1}$$

$$R = \frac{0,0523}{(1+0,0523)^{10}-1}$$

$$R = 12,71$$

$$= 365 \times 481 \times 12,71$$

$$= 2.231.431$$

$$= 2,2 \times 10^7$$

$$JSKN \text{ rencana} = JSKN \times C$$

$$= 2,2 \times 10^7 \times 0,5$$

$$= 11.000.000$$

$$= 1,1 \times 10^6$$

C diambil dari jumlah lajur dan koefisien distribusi kendaraan niaga berdasarkan lebar perkerasan sesuai dengan tabel 3 dibawah ini.

Tabel 2. Jumlah lajur berdasarkan lebar perkerasan dan koefisien distribusi (C) kendaraan niaga pada lajur rencana

Lebar Perkerasan (Lp)	Jumlah Lajur (n)	Koefisien Distribusi	
		1 arah	2 arah
Lp < 5,550 m	1	1	1
5,50 m ≤ Lp < 8,25 m	2	0,70	0,50
8,25 m ≤ Lp < 11,25 m	3	0,50	0,475
11,25 m ≤ Lp < 15 m	4	-	0,450
15 m ≤ Lp < 18,75 m	5	-	0,425
18,75 m ≤ Lp < 22 m	6	-	0,40

Sumber : Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan Raya, 1997

b. Perhitungan tebal pelat beton

- Jenis Perkerasan : BBDT dengan ruji
- Umur Rencana : 10 Tahun
- JSK (Jumlah sumbu kendaraan) : 1,1 x 10<sup>6</sup>
- Faktor Keamanan Beban : 1,1

Pada penentuan factor keamanan beban rencana, beban sumbu di kalikan dengan factor keamanan beban (K<sub>KB</sub>). Faktor keamanan beban ini digunakan berkaitan adanya berbagai tingkat reabilitas perencanaan seperti terlihat pada tabel 3. berikut :

Tabel 3. Faktor Keamanan Beban (F<sub>KB</sub>)

No	Penggunaan	Nilai F <sub>kb</sub>
1	Jalan bebas hambatan utama, berjalur banyak, dengan aliran lalu lintas tidak terhambat dengan volume kendaraan niaga tinggi	1,2
2	Jalan bebas hambatan dan jalan arteri dengan volume kendaraan Menengah	1,1
3	Jalan dengan volume kendaraan rendah	1

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum, 2023

- Kuat Tarik lentur beton ( $f'_{cf}$ ) umur 28 hari : 4 Mpa
  - Jenis dan tebal lapisan pondasi : bahan pengikat 150mm
  - CBR tanah dasar : 1,85%
  - CBR efektif : 5%
  - Tebal taksiran pelat beton : 15 mm
- c. Perhitungan Tulangan
- Tebal pelat (h) : 15 cm
  - Lebar pelat (L) : 6 m = 2 x 3 m
  - Panjang pelat : 6 m
  - Panjang pelat Beton dengan Pondasi bawah ( $\mu$ ) : 5 m
  - Kuat tarik ijin baja ( $f_y$ ) : 3000 Kg/cm<sup>2</sup>
  - Berat isi beton (M) : 2400 Kg/cm<sup>3</sup>
  - Gravitasi (g) : 9,81 m/s<sup>2</sup>
- d. Dowel (Ruji)
- Ketentuan penggunaan dowel sebagai penyambung/ pengikat pada sambungan pelat beton, dapat dilihat dari Tabel 4 berikut ini :

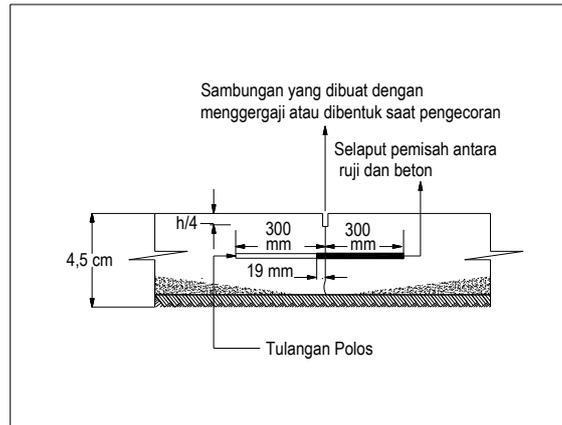
Tabel 4. Ukuran dan jarak batang dowel (ruji) yang disarankan

Tebal pelat perkerasan		Tebal		Dowel			
Inci	Mm	inci	mm	Panjang		Jarak	
Inci	Mm	inci	mm	Inci	mm	Inci	Mm
6	150	0,75	19	18	450	12	300
7	175	1	25	18	450	12	300
8	200	1	25	18	450	12	300
9	225	1,25	32	18	450	12	300
10	250	1,25	32	18	450	12	300
11	275	1,25	32	18	450	12	300
12	300	1,5	38	18	450	12	300
13	325	1,5	38	18	450	12	300
14	350	1,5	38	18	450	12	300

Sumber : Principles of Pavement Design by Yoder & Witzack, 1975

Berdasarkan tabel 5 diatas, dapat digunakan dowel dengan ukuran sebagai berikut :

- Diameter : 19 mm
- Panjang : 450mm
- Jarak : 300mm



Sumber: Hasil Anaisis, 2023

Gambar 4. Dowel (Ruji)

e. Batang Pengikat (Tie Bar)

- Diameter : 16 mm
- Panjang : 700 mm
- Jarak antar batang : 7500 mm

## KESIMPULAN

Dari hasil analisa kondisi ruas jalan Mbangga-Woloboa maka ditemukan simpulan antara lain ;

1. Angka pertumbuhan lalu lintas (i) dari jalan yang direncanakan adalah 5,23 % dengan kelas jalan kolektor.
2. Nilai Modulus Resilient efektif (MR) pada ruas jalan yaitu 2770 psi dengan nilai CBR 1,87 %, dan DDT 2,70 kg/cm<sup>2</sup>.
3. Tebal lapisan perkerasan didapat  $D_1 = 13$  cm,  $D_2 = 20$  cm,  $D_3 = 41$  cm.

## DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO T99-74. 2015. *Moisture – Density Reations Of Soils*.
- AASHTO. 1993. *Guide For Design Of Pavement Structure*. Washington Dc: The American Association Of State Highway Transportation Officials
- Andiyarto, H.T.C.2013. *Prediksi Kedalaman Dan Bentuk Bidang Longsor Pada Lereng Jalan Raya Sekaran Gunungpati Semarang Berdasarkan Pengujian Sondir*. Konferensi Nasional Teknik Sipil 7, (Hal.G -106-G-116).Surakarta.
- Andriani, Dkk. 2012. *Pengaruh penggunaan Semen Sebagai Bahan Stabilitas Pada Tanah Lempung Daerah Lambung Bukit Terhadap Nilai Cbr Tanah*. Jurnal Rekayasa Sipil Volume 8 Nomor 1.
- Anonim. 2004. *Rencana Detail Tata Ruang Semarang Bagian Wilayah Kota VII*. Kota Semarang: Pemerintah Kota Semarang
- Anonim. 2008. Kamus Istilah. Bidang Perkerjaan Umum. Pusat Komunikasi Publik. Depertemen Pekerjaan Umum.
- Anonym. ASTM DI556-00. *Standart Test Method For Denysty And Unit Weight Of Soil In Place By The Sand – Cone Method*.
- Hutabarat, I, M. *Pelaksanaan Kontruksi Jalan*. Jakarta : Kementrian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga