

PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN LENTUR PADA JALAN PEMATANG GAMBUT KABUPATEN BANJAR

Planning The Thickness Of Flexible Pavement On The Pematang Gambut Road In Banjar District

Febry Rachman¹, Irwandy Muzaidi², Muhammad Fitriansyah³, Ari Surya Abdi⁴
¹²³⁴Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Banjarmasin

Email : irwann.muzaidi@gmail.com

Abstrak

Jalan raya merupakan salah satu prasarana transportasi yang sangat diperlukan di Kalimantan Selatan. Hal ini dikarenakan jalan merupakan penunjang berbagai sektor pembangunan dan merupakan prasarana dalam pembangunan kawasan pemukiman, kawasan industri daerah pertambangan dan pembukaan daerah-daerah terisolir di daerah sepanjang jalan tersebut. Oleh karena itu, sistem transportasi jalan raya merupakan kegiatan penggerak ekonomi yang penting disamping juga menjadi sarana aktifitas penduduk yang melibatkan masalah-masalah ekonomi, sosial dan budaya. Pembangunan jalan dimaksudkan untuk mempermudah hubungan dari suatu daerah ke daerah lain, serta untuk mengembangkan potensi ekonomi yang ada di daerah tersebut. Jalan Pematang panjang Gambut Kabupaten Banjar terdapat permukiman warga yang terdiri dari hunian pribadi dan perumahan. Sehingga pada jalan Pematang Panjang Gambut ini sering dilewati sepeda motor, kendaraan ringan, maupun kendaraan berat. Hal ini tentu saja mengakibatkan kerusakan-kerusakan yang terjadi pada jalan kondisi existing menggunakan perkerasan lentur sering mengalami kondisi jalan bergelombang dikarenakan beban kendaraan yang melewati jalan tersebut, maka sebagai solusinya perlu dilakukan perencanaan tebal perkerasan lentur berdasarkan nilai CBR pada jalan Sungai Tabuk Gambut, Kab. Banjar tersebut. Metode yang digunakan dalam perencanaan mengacu kepada Metode Analisa Komponen SKBI 1987. Hasil dari perhitungan tebal lapis perkerasan lentur dengan umur rencana 20 tahun didapatkan tebal lapis perkerasan lentur yang dibutuhkan pada Perencanaan Ruas Jalan Pematang Panjang Gambut, Kabupaten Banjar berdasarkan Metode Analisa Komponen SKBI 1987 Bina Marga sebesar 42,5 cm

Kata Kunci: Perkerasan Lentur, CBR, Analisa Komponen

Abstract

Highways are one of the transportation infrastructure that is very necessary in South Kalimantan. This is because roads support various development sectors and are a means of developing residential areas, industrial areas, mining areas and opening up isolated areas in areas along these roads. Therefore, the road transportation system is an important economic driving activity as well as being a means of population activity involving economic, social and cultural issues. Road construction is intended to facilitate connections from one area to another, as well as to develop the economic potential that exists in the area. Jalan Pematang Panjang Gambut Banjar Regency has residential areas consisting of private residences and housing. So the Pematang Panjang Gambut road is often passed by motorbikes, light vehicles and heavy vehicles. This of course results in damage occurring on existing roads using flexible pavement which often experience bumpy road conditions due to the weight of vehicles passing through the road, so as a solution it is necessary to plan the thickness of flexible pavement based on the CBR value on the Sungai Tabuk Gambut road, Kab. Banjar. The method used in planning refers to the 1987 SKBI Component Analysis Method. The results of calculating the thickness of the flexible pavement layer with a design age of 20 years show that the thickness of the flexible pavement layer required in the Planning of the Pematang Panjang Gambut Road Section, Banjar Regency is based on the 1987 SKBI Component Analysis Method for Bina Marga of 42.5 cm

Key words: Flexible Favement, CBR, Component analysis

PENDAHULUAN

Jalan raya merupakan salah satu prasarana transportasi yang sangat diperlukan di Kalimantan Selatan. Hal ini dikarenakan jalan merupakan penunjang berbagai sektor pembangunan dan merupakan prasarana dalam pembangunan kawasan pemukiman, kawasan industri daerah pertambangan dan pembukaan daerah-daerah terisolir di daerah sepanjang jalan tersebut. Oleh karena itu, sistem transportasi jalan raya merupakan kegiatan penggerak ekonomi yang penting disamping juga menjadi sarana aktifitas penduduk yang melibatkan masalah-masalah ekonomi, sosial dan budaya. Pembangunan jalan dimaksudkan untuk mempermudah hubungan dari suatu daerah ke daerah lain, serta untuk mengembangkan potensi ekonomi yang ada di daerah tersebut.

Transportasi sebagai salah satu sarana penunjang dalam pembangunan suatu daerah khususnya Sungai Tabuk – Gambut kabupaten Banjar yang sedang berkembang dan sangat potensial dengan kekayaan sumber daya alam, pertanian maupun perkebunan. Meningkatnya perekonomian suatu masyarakat tidak lepas dari peran jalan itu sendiri sebab dapat mempermudah pendistribusian kebutuhan masyarakat seperti barang dan jasa antar daerah.

Di lokasi ini terdapat permukiman warga yang terdiri dari hunian pribadi dan perumahan. Sehingga pada jalan Pematang Gambut ini sering dilewati sepeda motor, kendaraan ringan, maupun kendaraan berat.

Penelitian pada perencanaan tebal perkerasan lentur dilakukan untuk mengetahui tebal perkerasan lentur yang akan dibangun dengan melihat lalu lintas harian rata-rata kendaraan yang melewati jalan tersebut dan dengan merata-ratakan nilai CBR di beberapa titik DCP (*Dinamyc Cone Penetrometer*) pada lokasi yang akan dilaksanakan pembangunan perkerasan lentur.

Berdasarkan pemaparan di atas, perlu dilakukan penelitian untuk mengangkat permasalahan yang terjadi dengan judul “Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Dengan Metode Analisis Komponen Pada Jalan Pematang Gambut Kabupaten Banjar”. diharapkan dapat digunakan sebagai panduan dalam perencanaan tebal perkerasan pihak yang terkait.

TINJAUAN PUSTAKA

Jenis Perkerasan

Perkerasan jalan adalah konstruksi yang dibangun diatas tanah dasar (*subgrade*). Perencanaan konstruksi perkerasan juga dapat dibedakan antara perencanaan untuk jalan baru dan untuk peningkatan (jalan lama yang sudah pernah diperkeras). Terdapat dua jenis perkerasan yaitu:

1. Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)
Yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat lapisan. Lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.
2. Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)
Yaitu perkerasan yang menggunakan semen (Portland semen) sebagai bahan pengikat. Pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan diatas tanah dasar dengan atau tanpa lapisan pondasi bawah.

Tanah Dasar (*Sub Grade*)

Perkerasan jalan diletakkan diatas tanah dasar, maka secara keseluruhan mutu dan daya tahan konstruksi perkerasan tidak terlepas dari sifat tanah dasar. Tanah dasar yang baik untuk konstruksi perkerasan adalah tanah dasar yang berasal dari lokasi setempat atau dengan tambahan timbunan dari lokasi lain yang telah dipadatkan dengan tingkat kepadatan tertentu, sehingga mempunyai daya dukung yang mampu mempertahankan perubahan volume selama masa layanan walaupun terdapat perbedaan kondisi lingkungan dan jenis tanah setempat. Sifat masing-masing jenis tanah tergantung dari tekstur, kepadatan, kadar air, kondisi lingkungan, dan lain sebagainya.

Umur Rencana (UR)

Umur rencana perkerasan jalan adalah jumlah waktu dalam tahun dihitung sejak jalan tersebut dimulai dibuka untuk lalu lintas kendaraan sampai saat diperlukan perbaikan berat atau dianggap perlu untuk diberi lapis permukaan yang baru, agar jalan tersebut tetap berfungsi dengan baik sebagaimana yang telah direncanakan. Selama umur rencana tersebut, pemeliharaan perkerasan jalan tetap harus dilakukan seperti pelapisan nonstruktural yang berfungsi sebagai lapisan aus.

Tabel 1. Umur Rencana Perkerasan

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Rencana (tahun)
Perkerasan Lentur	Lapisan aspal dan lapisan berbutir	20
	Pondasi jalan	40
Perkerasan Kaku	Semua lapisan perkerasan untuk area yang tidak diijinkan sering ditinggikan akibat pelapisan ulang, misal Cement Treated Base	
	lapis pondasi atas, lapis pondasi bawah, lapis beton semen, dan pondasi jalan.	
Jalan tanpa Penutup	Semua Elemen	Minimum 10

Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2017

Perencanaan Tebal Perkerasan Metode Analisa Komponen

Beberapa faktor yang mempengaruhi perhitungan tebal lapis perkerasan lentur jalan menurut pedoman perencanaan lapis perkerasan baik untuk jalan baru maupun jalan lama dengan metode analisa komponen no. 01/PD/B/1987, Dirjen Bina Marga adalah Koefisien distribusi arah kendaraan (c), Angka Ekuivalen Sumbu Kendaraan (E), Lintas Ekuivalen, Daya dukung Tanah (DDT), Faktor Regional (FR), Indek permukaan (IP), Indek tebal perkerasan (ITP), dan Koefisien kekuatan relatif.

Daya Dukung Tanah Dasar (DDT) dan CBR

Daya dukung tanah dasar (DDT) ditetapkan berdasarkan grafik korelasi DDT dan CBR. Beban kendaraan yang dilimpahkan kelapisan perkerasan melalui roda-roda kendaraan selanjutnya disebarkan sampai pada lapisan tanah dasar. Perkerasan selama masa pelayanan tidak saja ditentukan oleh kekuatan dari lapisan perkerasan tetapi juga oleh tanah dasar. Daya dukung tanah dasar dipengaruhi oleh jenis tanah, tingkat kepadatan, kadar air, kondisi drainase dan lain-lain.

Kekuatan tanah dasar juga dapat bervariasi sepanjang jalan, sehingga biasanya jalan tersebut dibagi atas segmen-segmen, dimana setiap segmen memiliki daya dukung yang hampir sama. Setiap segmen ini mempunyai nilai CBR yang mewakili daya dukung tanah dasar dan dipergunakan untuk perencanaan tebal lapis perkerasan dari segmen tersebut. Yang dimaksud dengan harga CBR disini adalah harga CBR

lapangan dengan menggunakan data DCP (Dynamic Cone Penetrometer). Pemeriksaan dengan DCP menghasilkan data kekuatan tanah sampai kedalaman 90 cm dibawah tanah dasar.

Koefisien Distribusi Arah Kendaraan (c)

Persentase jenis kendaraan pada jalur rencana adalah jumlah kendaraan yang melintasi jalur jalan yang sesuai dengan karakteristik jalan itu sendiri. Jumlah kendaraan yang melewati lajur rencana masing-masing beratnya diperhitungkan dengan nilai koefisien distribusi arah kendaraan.

Tabel 2. Koefisien distribusi arah kendaraan (c)

Jumlah Lajur	Kendaraan Ringan*		Kendaraan Berat**	
	1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
1 lajur	1,00	1,00	1,00	1,00
2 lajur	0,60	0,50	0,70	0,50
3 lajur	0,40	0,40	0,50	0,475
4 lajur	-	0,30	-	0,45
5 lajur	-	0,25	-	0,425
6 lajur	-	0,20	-	0,40

Faktor Regional

Faktor regional (FR) adalah faktor setempat, menyangkut keadaan lapangan dan iklim yang mempengaruhi keadaan pembebanan, daya dukung tanah dasar dan perkerasan. Keadaan lapangan mencakup permeabilitas tanah, perlengkapan drainase, bentuk alinyemen (kelandaian dan tikungan), persentase kendaraan dengan berat ≥ 13 ton, dan kendaraan yang berhenti, sedangkan keadaan iklim mencakup curah hujan rata-rata per tahun.

Tabel 3. Faktor Regional (FR)

Curah Hujan	Kelandaian I (< 6 %)		Kelandaian II (6 -10 %)		Kelandaian III (> 10 %)	
	% kendaraan berat		% kendaraan berat		% kendaraan berat	
	≤ 30 %	> 30 %	≤ 30 %	> 30 %	≤ 30 %	> 30 %
Iklim I < 900 mm/th	0,5	0,1 – 1,5	1,0	1,5 – 2,0	1,5	2,0 – 2,5
Iklim II > 900 mm/th	1,5	2,0 – 2,5	2,0	2,5 – 3,0	2,5	3,0 – 3,5

Sumber : SKBI-2.3.26.1987

Indeks Permukaan (IP)

Indeks Permukaan (IP) adalah satu angka yang dipergunakan untuk menyatakan kerataan / kehalusan serta kekokohan permukaan jalan yang bertahan dengan tingkat pelayanan bagi lalu lintas yang lewat.

Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Koefisien Kekuatan Relatif (a) masing-masing bahan dan kegunaannya sebagai lapisan permukaan, pondasi atas, pondasi bawah, ditentukan secara korelasi sesuai nilai Marshall Test (untuk bahan dengan aspal), kuat tekan (untuk bahan yang distabilisasi dengan semen atau kapur), atau CBR (untuk bahan lapis pondasi bawah).

METODOLOGI PENELITIAN

Perencanaan tebal lapisan Jalan Nagrak dilakukan menggunakan Metode Analisis Komponen (MAK). Analisis lalu lintas untuk perencanaan tebal lapisan dilakukan dengan umur rencana selama 20 tahun. Pengumpulan data meliputi dua jenis data, yaitu data sekunder dan data primer. Data-data sekunder yang diperlukan meliputi data volume lalu lintas Jalan Pematang Gambut, nilai CBR tanah dasar dan data curah hujan. Sedangkan data primer meliputi data geometrik Jalan Pematang Gambut, yaitu panjang jalan, lebar jalan dan kondisi topografi jalan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Data

Jenis Kendaraan yang memakai jalan beraneka ragam, bervariasi baik ukuran, berat total, konfigurasi dan beban sumbu. Oleh karena itu volume lalu lintas pada umumnya dikelompokkan atas beberapa kelompok yang masing-masing kelompok diwakili oleh satu jenis kendaraan.

Dari hasil pengumpulan data didapatkan sejumlah dan berupa data volume lalu lintas harian rata-rata, data CBR subgrade, data CBR tanah timbunan, data struktur jalan yang ada, data curah hujan, data tingkat pertumbuhan lalu lintas (i). Kemudian data-data tersebut dianalisa untuk mendapatkan desain tebal perkerasan.

Data Lalu Lintas

Berdasarkan data sekunder hasil survei di jalan Sungai Tabuk – Gambut, diperoleh data lalu lintas pada tahun 2024 sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil Survey Data Lalu Lintas Harian

GoI	Nama Kendaraan	Jumlah Kendaraan Perhari
1	Sepeda Motor	2801
2,3,4	Sedan/Angkot/Pick Up/ Micro Truck	411
5a	Bus Kecil	12
5b	Bus Besar	1
6a	Truck Ringan 2 Sumbu	50
7a	Truck 3 Sumbu	14
7b	Truk 2 Sumbu dan trailer penarik 2 sumbu	-
7c	Truk Semi – Trailer	-
Jumlah		3336

Data Perencanaan

Nilai CBR lapangan di Pematang Panjang Gambut dari STA 0+000 s/d 1+000 dapat dilihat pada Tabel 4:

Tabel 4. Data CBR Tanah Asli Jl. Sungai Tabuk – Gambut

Nama Ruas Jalan	STATIONING (STA)	CBR Tanah (%)	
		Kiri	Kanan
Jalan Sungai Tabuk – Gambut	STA 0+000	1,93	5,05
Jalan Sungai Tabuk – Gambut	STA 0+100	1,63	5,45
Jalan Sungai Tabuk – Gambut	STA 0+200	1,67	5,45
Jalan Sungai Tabuk – Gambut	STA 0+300	1,26	1,26
Jalan Sungai Tabuk – Gambut	STA 0+400	3,55	3,00
Jalan Sungai Tabuk – Gambut	STA 0+500	0,36	3,06
Jalan Sungai Tabuk – Gambut	STA 0+600	1,06	3,65
Jalan Sungai Tabuk – Gambut	STA 0+700	1,66	9,92
Jalan Sungai Tabuk – Gambut	STA 0+800	7,46	1,46
Jalan Sungai Tabuk – Gambut	STA 0+900	6,58	4,98
Jalan Sungai Tabuk – Gambut	STA 1+000	7,80	8,61
Jumlah		3,18	4,72
Maksimum			4,72
Minimum			3,18
Rata – Rata			3,95 %

- Jalan direncanakan 1 lajur 2 jalur / arah
- Lebar badan jalan direncanakan 6 m

Menentukan Lalu Lintas Rencana

Penentuan lalu lintas rencana, lintas ekuivalen permulaan, lintas ekuivalen akhir Lintas ekuivalen tengah, lintas ekuivalen rencana dan nilai daya dukung tanah dapat dilihat seperti dibawah ini.

1. Angka Ekuivalen (E)

$$\begin{aligned} \text{Mobil penumpang} &= E_{\text{depan}} + E_{\text{belakang}} \\ &= 0,0002 + 0,0002 \\ &= 0,0004 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Truk sedang 2 As} &= E_{\text{depan}} + E_{\text{belakang}} \\ &= 0,0183 + 0,2923 \\ &= 0,3106 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Truk sedang 3 As} &= E_{\text{depan}} + E_{\text{belakang}} \\ &= 0,2923 + 0,7452 \\ &= 1,0375 \end{aligned}$$

2. Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP)

Nilai koefisien distribusi kendaraan (c) dapat dilihat pada tabel 2 untuk 1 lajur 2 arah.

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

$$\begin{aligned} \text{LEP}_{\text{Mobil Penumpang}} &= 411 \times 1,00 \times 0,0004 \\ &= 0,1644 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{LEP}_{\text{Truk sedang 2 As}} &= 50 \times 1,0 \times 0,3106 \\ &= 15,53 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{LEP}_{\text{Truk sedang 3 As}} &= 14 \times 1,0 \times 1,0375 \\ &= 14,525 \end{aligned}$$

$$\text{LEP} = 0,1644 + 15,53 + 14,525 = 30,22$$

3. Lintas Ekuivalen Akhir (LEA)

$$\begin{aligned} \text{LEA} &= \sum \text{LHR}_j (1+i)^{\text{UR}} \times C_j \times E_j \\ &= \text{LEP} \times (1+i)^{\text{UR}} \\ &= 30,22 \times (1+0,01)^{20} \\ &= 36,874 \end{aligned}$$

4. Lintas Ekuivalen Tengah (LET)

$$\begin{aligned} \text{LET} &= 0,5 (\text{LEP} + \text{LEA}) \\ &= 0,5 (30,22 + 36,874) \\ &= 33,547 \end{aligned}$$

5. Lintas Ekuivalen Rencana (LER)

$$\begin{aligned} \text{LER} &= \text{LET} \times \text{FP} = \text{LET} \times (\text{UR}/10) \\ &= 33,547 \times (20/10) \\ &= 67,094 \end{aligned}$$

6. Dari CBR 3,95%, maka diperoleh nilai DDT:

$$\begin{aligned} \text{DDT} &= (4,3 \log \text{CBR} + 1,7) \\ &= (4,3 \log 3,95\% + 1,7) \\ &= 4,27 \end{aligned}$$

Menentukan tebal perkerasan

1. Faktor regional (FR)

Dari data rata-rata curah hujan 900 mm/tahun, jalan lokal, kelandaian rata-rata < 6%, dan % kendaraan berat = 6% maka dapat dilihat pada tabel 3 diperoleh nilai FR = 1,5

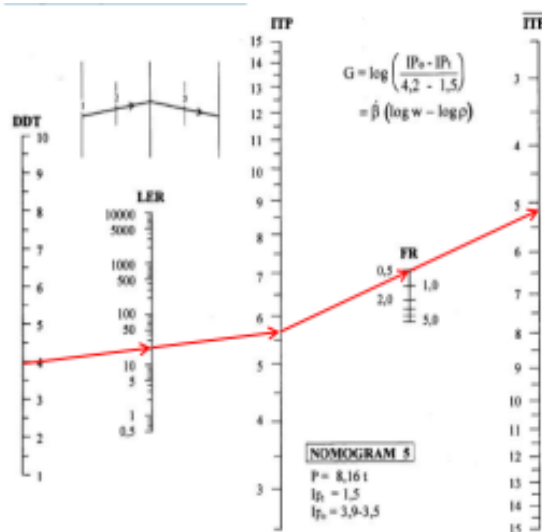
2. Indeks Permukaan awal (IPo)

Pada data sekunder yang diperoleh, direncanakan lapis permukaan Laston dengan roughness > 1000 mm/km. Dari tabel indeks permukaan pada awal usia

rencana (IPo) diperoleh nilai IPO sebesar 3,9 – 3,5.

3. Indeks Permukaan akhir (IPt)

Untuk jalan kolektor dengan LER 21,1038, maka diperoleh nilai IPt = 2,5. Sesuai dengan nilai IPO = 3,9-3,5 dan IPt = 1,5 maka digunakan nomogram 5. Dari gambar nomogram 5 diperoleh nilai ITP = 6,2.



Gambar 1. Nomogram 5 Indeks Tebal Perkerasan (ITP)

4. Susunan lapis perkerasan

Dari Tabel Nilai Koefisien Kekuatan Relatif (a) dan Tabel Batas-batas Minimum Lapis Perkerasan (D) pada SKBI 2.3.26.1987 / SNI 03-1732-1989, didapat:

- Lapis permukaan (Laston MS 340 kg)
(a₁) = 0,30
- Lapis pondasi atas (batu pecah kelas c)
(a₁) = 0,12
- Lapis pondasi bawah (sirtu kelas c)
(a₃) = 0,11
- D₁ minimum (D₁) = 5cm
- D₂ minimum (D₂) = 20cm

dengan rumus:

$$ITP = (a_1 \times D_1) + (a_2 \times D_2 + a_3 \times D_3)$$

$$6,2 = (0,20 \times 5) + (0,12 \times 20) + (0,11 \times D_3)$$

$$D_3 = 18,98 \text{ cm} \approx 20 \text{ cm}$$

Tabel 5. Struktur lapisan perkerasan

Jenis Lapisan	Bahan	a	MS (kg)	D (cm)
1.Surface	AC-WC	a ₁ = 0,32	454	D ₁ = 7,5 cm
2.Base	Batu Pecah (Kelas A)	a ₂ = 0,14	-	D ₂ = 15 cm
3.Sub Base	Batu Pecah (Kelas B)	a ₃ = 0,13	-	D ₃ = 20 cm

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil perhitungan perencanaan Tebal Perkerasan lentur dapat disimpulkan:

Tebal lapis perkerasan lentur yang dibutuhkan pada Perencanaan Ruas Jalan Pematang Panjang Gambut, Kabupaten Banjar berdasarkan Metode Analisa Komponen SKBI 1987 Bina Marga sebesar 42,5 cm dengan rincian sebagai berikut :

- a. Lapisan permukaan (surface course) digunakan Laston MS 454 kg dengan tebal 7,5 cm.
- b. Lapisan pondasi atas (base course) digunakan Batu Pecah Kelas C dengan tebal 15 cm.
- c. Lapisan pondasi bawah (subbase course) digunakan Sirtu Kelas C dengan tebal 20 cm.

DAFTAR PUSTAKA

AASHTO, American Association of State Highway and Transportation Officials, 1993. Guide for Design of Pavement Structures.

Direktorat Jenderal Bina Marga. 2013. Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2013. Kementerian Pekerjaan Umum. Jakarta.

Saodang, Hamirhan. 2005. Perancangan Perkerasan Jalan Raya Buku 2. Penerbit Nova. Bandung.

Dengan ITP = 6,2, maka dihitung nilai D₃
journal.umbjm.ac.id/index.php/density

- Suryawan, Ari. 2013. Perkerasan Jalan Beton Semen Portland (*Rigid Pavement*), Beta Offset. Yogyakarta.
- Tenriajeng, Andi Tenrisukki. 1999. Rekayasa Jalan Raya-2. Jakarta. Universitas Gunadharma.
- Republik Indonesia. 2004. Undang-Undang No. 38 Tahun 2004 tentang Jalan, Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia, Jakarta.
- Diah Oktami, Leni Sriharyani. 2016. Kajian Penggunaan Dynamic Cone Penetrometer (DCP) Untuk Uji Lapangan Pada Tanah Dasar Pekerjaan Timbunan Apron. Studi Kasus, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Metro, Lampung.
- Hardiyatmo, H C.,(2011) , Percancangan Perkerasan Jalan dan Penyelidikan Tanah. Penerbit Gajah Mada University Presss, Yogyakarta.
- Hendarsin, S. L. 2000. *Penuntun Praktis Perencanaan Teknik Jalan Raya*. Politeknik Negeri Bandung. Bandung.
- Saodang, H. 2004. *Konstruksi Jalan Raya*. Buku 1 Geometrik Jalan. NOVA. Bandung.
- Sukirman, S. 2010. *Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur*. Nova. Bandung.