

# STUDI IDENTIFIKASI DAN PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN JALAN KAKU DAN PERKERASAN LENTUR DENGAN METODE BINA MARGA (STUDI KASUS JALAN KAWASAN INDUSTRI KRAKATAU CILEGON)

Giyyar Tantra Dewa<sup>1</sup>, M. Fakhururiza Pradana<sup>2</sup>, Rindu Twidi Bethary<sup>3</sup>

<sup>1)</sup> Alumni Program Studi S-1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa  
Email: [giyyartantradewa@gmail.com](mailto:giyyartantradewa@gmail.com)

<sup>2,3)</sup> Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa  
Jl. Jendral Sudirman KM.3 Kota Cilegon Banten Indonesia  
Email: [mfakhururiza@ft-untirta.ac.id](mailto:mfakhururiza@ft-untirta.ac.id), [mizz\\_pinky\\_st@yahoo.com](mailto:mizz_pinky_st@yahoo.com)

## ABSTRAK

Jalan Asia Raya dan Jalan Eropa I merupakan jalur utama yang menghubungkan semua pabrik industri yang ada di Kawasan Industri Krakatau kota Cilegon. Panjang Jalan Asia Raya 2,705 km dan Jalan Eropa I 1,696 km dengan kondisi jalan tidak memenuhi syarat kemandirian karena banyak kerusakan dan tambalan pada permukaan jalan. Oleh karena itu diperlukan studi untuk mengidentifikasi kerusakan dan merencanakan tebal perkerasan yang tepat, efisien serta optimal agar dapat mengakomodir beban yang melintas di atasnya serta sesuai dengan umur rencana jalan tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengelompokkan kerusakan yang terjadi pada Jalan Asia Raya dan Jalan Eropa I menggunakan metode Bina Marga, serta merencanakan perkerasan lentur menggunakan metode Bina Marga '87 dan perkerasan kaku menggunakan metode Bina Marga 2003. Metode ini dipilih karena sudah disesuaikan dengan keadaan di Indonesia.

Hasil yang diperoleh dari identifikasi kerusakan adalah luas total kerusakan 338,29 m<sup>2</sup> (Jalan Asia Raya) dan 4710,9 m<sup>2</sup> (Jalan Eropa I) dengan urutan prioritas kedua jalan tersebut adalah >7 (pemeliharaan rutin). Tebal perkerasan lentur menggunakan metode Bina Marga '87 didapat tebal 72 cm untuk Jalan Asia Raya dan tebal 59 cm untuk Jalan Eropa I. Tebal perkerasan kaku menggunakan metode Bina Marga 2003 didapatkan tebal 31 cm untuk Jalan Asia Raya dan tebal 26 cm untuk Jalan Eropa I. Jenis perkerasan kaku yang digunakan adalah beton bersambung tanpa tulangan.

**Kata Kunci:** Kerusakan Jalan, Perkerasan Lentur, Perkerasan Kaku

## ABSTRACT

*Asia Raya Street and Eropa I is the main route that connect all the existing industrial plant in Krakatau Industrial Estate Cilegon city. The length of Asia Raya Street 2,705 km and Eropa I Street 1,696 km to road conditions do not qualify the stability because a lot of damage and patches on the surface of the road. Therefore need a study to identify the damage and the proper planning of pavement thickness, efficient and optimal in order to accommodate the load that pass above and in accordance with the design life of the road.*

*This Research aims to identify and classify the damage to Asia Raya Street and Eropa I Street use the method of Highways, and the plan flexible pavements using the method of Bina Marga '87 and rigid pavement using the method of Bina Marga 2003. This method was chosen because it has been adapted to the situation in Indonesia.*

*The results of damage identification is 338.29 m<sup>2</sup> total area of damage (Asia Raya Street) and 4710.9 m<sup>2</sup> (Eropa I Street) with the order of priority of these paths is > 7 (routine maintenance). Flexible pavement thickness using the method of Bina Marga '87 obtained thick 72 cm for Asia Raya Street and 59 cm thick for the Eropa I Street. Rigid pavement thickness using the method of Bina Marga 2003 found the 31 cm thick for Asia Raya Street and 26 cm thick for the Eropa I Street. Rigid pavement types used are concatenated unreinforced concrete.*

**Keywords:** *The damage Road, Pavement Flexible, Rigid Pavement*

## 1. PENDAHULUAN

Perkerasan jalan adalah bagian utama dari konstruksi jalan raya, kelancaran lalu lintas tergantung dari kondisi perkerasan jalan tersebut. Bila perkerasannya bermasalah

(rusak, berlubang, berkembang, licin, retak, dsb.) maka kelancaran lalu lintas akan terganggu baik dari segi waktu maupun biaya. Oleh karena itu, perkerasan jalan harus direncanakan sesuai kebutuhan serta kelas

jalan berdasarkan jenis moda yang akan melaluinya. Perencanaan perkerasan jalan yang berhasil harus dilakukan dengan pertimbangan seoptimal mungkin sesuai dengan kebutuhan lalu lintas dan perkembangannya, agar mencapai kebutuhan yang sesuai, tidak lebih maupun tidak kurang. Dalam perencanaannya, perkerasan terbagi atas 3 jenis perkerasan yang digunakan sesuai dengan kebutuhan, biaya, dan waktu.

Pemilihan lokasi penelitian ini adalah Jalan Asia Raya dan Jalan Eropa I Kawasan Industri Krakatau kota Cilegon. Panjang Jalan Asia Raya 2,705 km dan Jalan Eropa I 1,696 km. Jalan Asia Raya dan Jalan Eropa I merupakan jalur utama yang menghubungkan semua pabrik industri yang ada di Kawasan Industri Krakatau kota Cilegon. Panjang Jalan Asia Raya 2,705 km dan Jalan Eropa I 1,696 km dengan kondisi jalan tidak memenuhi syarat kemandirian karena banyak kerusakan dan tambalan pada permukaan jalan. Oleh karena itu diperlukan studi untuk mengidentifikasi kerusakan dan merencanakan tebal perkerasan yang tepat, efisien serta optimal agar dapat mengakomodir beban yang melintas di atasnya serta sesuai dengan umur rencana jalan tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengelompokkan kerusakan yang terjadi pada Jalan Asia Raya dan Jalan Eropa I menggunakan metode Bina Marga, serta merencanakan perkerasan lentur menggunakan metode Bina Marga '87 dan perkerasan kaku menggunakan metode Bina Marga 2003.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Pengertian Jalan

Menurut Undang-undang Jalan Raya No.38/2004 Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, dibawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel.

Perkerasan jalan adalah campuran antara agregat dan bahan ikat yang digunakan untuk melayani beban lalu lintas.

### B. Metode Pendekatan Penilaian Kondisi Perkerasan Lentur

Penilaian kondisi jalan berdasarkan metode bina marga yaitu dengan melakukan survey di lapangan dan hasil survey dibagi dalam beberapa segmen. Kerusakan yang dilihat antara lain adalah keretakan (*cracking*), alur (*rutting*), lubang (*potholes*) atau tambalan (*patching*), kekasaran permukaan dan ambles (*depression*). Dalam menentukan nilai tiap kerusakan, diperlukan data luasan, lebar atau dalam yang dilihat di lapangan dan juga volume lalu lintas harian selama 24 jam.

#### 1) Penilaian Kondisi Perkerasan

Jenis kerusakan yang ditinjau berdasarkan metode bina marga adalah :

- a) Keretakan (*Cracking*), jenis keretakan yang ditinjau adalah retak kulit buaya, acak, melintang, memanjang.
- b) Alur (*Rutting*)
- c) Lubang (*Potholes*) dan Tambalan (*Patching*)
- d) Kekasaran permukaan, jenis kerusakan yang ditinjau adalah pengelupasan (*Desintegration*), pelepasan butir (*Raveling*), kekusutan (*hungry*), kegemukan (*fatty/bleeding*), dan permukaan rapat (*close texture*)
- e) Ambles (*Depression*)

Dari hasil pengamatan tersebut, maka di dapat nilai dari tiap jenis kerusakan yang diidentifikasi, sehingga untuk menentukan penilaian kondisi jalan didapat dengan cara menjumlahkan seluruh nilai kerusakan perkerasan yang terjadi, dapat diketahui bahwa semakin besar angka kerusakan kumulatif maka akan semakin besar pula nilai kondisi jalan, yang berarti bahwa jalan tersebut memiliki kondisi yang buruk sehingga membutuhkan pemeliharaan yang lebih baik.

#### 2) Urutan Prioritas

Setelah ditentukan nilai kondisi jalan, maka perlu diketahui urutan prioritas penanganan yang perlu untuk dilaksanakan.

Urutan Prioritas dihitung dengan memakai rumus sebagai berikut :

Urutan Prioritas =  $17 - (\text{Kelas LHR} + \text{Nilai Kondisi Jalan})$

Kelas LHR = Kelas lalu-lintas untuk pekerjaan pemeliharaan.

Nilai Kondisi Jalan = Nilai yang diberikan terhadap kondisi jalan.

### C. Perkerasan Jalan Beton Semen (*Rigid Pavement*) menggunakan metode Bina Marga 2003

Perkerasan kaku (*rigid pavement*) adalah suatu susunan konstruksi perkerasan di mana sebagai lapisan atas dipergunakan pelat beton, yang terletak di atas pondasi atau langsung di atas tanah dasar pondasi atau langsung di atas dasar (*sub grade*). Faktor-faktor yang perlu diperhatikan di dalam perencanaan jalan beton semen adalah:

#### 1) Daya Dukung Tanah Dasar dan CBR

Tanah dasar dapat terdiri dari tanah dasar asli, tanah dasar tanah galian, atau tanah dasar tanah urug yang disiapkan dengan cara dipadatkan. Diatas tanah lapisan tanah dasar diletakkan lapisan struktur perkerasan lainnya, oleh karena itu mutu daya dukung tanah dasar ikut mempengaruhi mutu jalan secara keseluruhan. Daya Dukung Tanah Dasar (DDT) ditetapkan berdasarkan grafik kolerasi antara CBR dengan DDT.

#### 2) Pondasi Bawah

Bahan pondasi bawah dapat berupa:

- a) Bahan berbutir
- b) Stabilisasi atau dengan beton kurus giling padat (*Lean Rolled Concrete*)
- c) Campuran beton kurus (*Lean-Concrete*)

#### 3) Beton Semen

Kekuatan beton semen harus dinyatakan dalam nilai kuat tarik lentur (*flexural strength*) umur 28 hari, yang didapat dari hasil pengujian balok dengan pembebanan tiga titik yang sama secara tipikal sekitar 3-5 Mpa (30-50 kg/cm<sup>2</sup>).

#### 4) Lalu Lintas

Lalu-lintas harus dianalisis berdasarkan hasil perhitungan volume lalu-lintas dan konfigurasi sumbu, menggunakan data terakhir atau data 2 tahun terakhir. Kendaraan yang ditinjau untuk perencanaan perkerasan beton semen adalah yang mempunyai berat total minimum 5 ton.

#### 5) Analisa fatik dan erosi

Analisa fatik dan erosi digunakan untuk mengontrol apakah tebal taksiran pelat beton aman atau tidak.

#### 6) Sambungan

Perencanaan perkerasan pada beton semen, harus memperhatikan jenis perkerasan beton bersambung tanpa atau dengan tulangan maupun pada jenis perkerasan beton menerus dengan tulangan.

#### 7) Penulangan

Besi tulangan dapat berupa tulangan baja yang telah dipabrikasi atau *hot rolled steel bar* atau *colt rolled steel bar*.

#### 8) Perencanaan Tebal Perkerasan BinaMarga

Tebal pelat taksiran dipilih dan total fatik serta kerusakan erosi dihitung berdasarkan komposisi lalu-lintas selama umur rencana. Jika kerusakan fatik atau erosi lebih dari 100%, tebal taksiran dinaikan dan proses perencanaan diulangi. Tebal rencana adalah tebal taksiran yang paling kecil yang mempunyai total fatik dan atau total kerusakan erosi lebih kecil atau sama dengan 100%.

### D. Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*) dengan Menggunakan Metode Bina Marga 1987 (Analisa Komponen)

Perkerasan lentur adalah perkerasan yang menggunakan bahan ikat aspal, yang sifatnya lentur terutama pada saat panas. Aspal dan agregat ditebar dijalan pada suhu tinggi (sekitar 100°C). Perkerasan lentur menyebarkan beban lalu lintas ketanah dasar yang dipadatkan melalui beberapa lapisan yaitu lapisan permukaan, lapisan pondasi atas, lapisan pondasi bawah dan lapisan tanah dasar.

#### 1) Jumlah Lajur dan Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

Lajur rencana merupakan salah satu jalur lalu lintas dari suatu ruas jalan raya, yang menampung lalu lintas terbesar.

#### 2) Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan

Angka Ekuivalen (E) masing-masing golongan beban sumbu (setiap kendaraan) ditentukan menurut rumus dibawah ini:

##### a) Angka Ekuivalen sumbu tunggal:

$$E = (\text{Beban satu sumbu tunggal dalam } (kg^4))/8160$$

##### b) Angka Ekuivalen sumbu ganda:

$$E = (\text{Beban satu sumbu tunggal dalam } (kg^4))/8160$$

#### 3) Lalu lintas Harian Rata-rata dan Rumus-rumus Lintas Ekuivalen

a) Lalu lintas Harian Rata-rata (LHR) setiap jenis kendaraan di tentukan pada awal umur rencana, yang dihitung untuk dua arah pada jalan tanpa median atau masing-masing arah pada jalan dengan median.

b) Lintas Ekvivalen Permulaan (LEP) dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$LEP = \sum_{j=1}^n LHR_j \times C_j \times E_j$$

Catatan : j = jenis kendaraan.

c) Lintas Ekvivalen Akhir (LEA) dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$LEP = \sum_{j=1}^n LHR_j (1 + i)^{UR} \times C_j \times E_j$$

Catatan : i = perkembangan lalu lintas, j = jenis kendaraan.

d) Lintas Ekvivalen Tengah (LET) dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$LET = \frac{1}{2} \times (LEP + LEA)$$

e) Lintas Ekvivalen Rencana (LER) dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$LER = LET \times FP$$

f) Faktor penyesuaian (FP) tersebut di atas ditentukan dengan Rumus:

$$FP = UR/10$$

4) Daya Dukung Tanah Dasar dan CBR

Daya dukung tanah dasar (DDT) ditetapkan berdasarkan grafik korelasi. Yang dimaksud dengan harga CBR disini adalah harga CBR lapangan atau CBR laboratorium.

5) Faktor Regional (FR)

Faktor Regional (FR) adalah faktor koreksi sehubungan dengan adanya perbedaan kondisi dengan kondisi percobaan AASHTO *Road Test* dan disesuaikan dengan keadaan Indonesia. FR dipengaruhi oleh bentuk alinyemen (kelandaian dan tikungan), persentase kendaraan berat dan yang berhenti serta iklim (curah hujan).

6) Indeks Permukaan (IP)

Indeks permukaan ini menyatakan nilai daripada kerataan/kehalusan serta kekokohan permukaan yang bertalian dengan tingkat pelayanan bagi lalu-lintas yang lewat.

7) Indeks Tebal Permukaan (ITP)

Perhitungan perencanaan tebal perkerasan dalam pedoman ini didasarkan pada kekuatan relatif masing-masing lapis perkerasaan, dengan rumus sebagai berikut:

$$ITP = a1D1 + a2D2 + a3D3$$

Dimana:

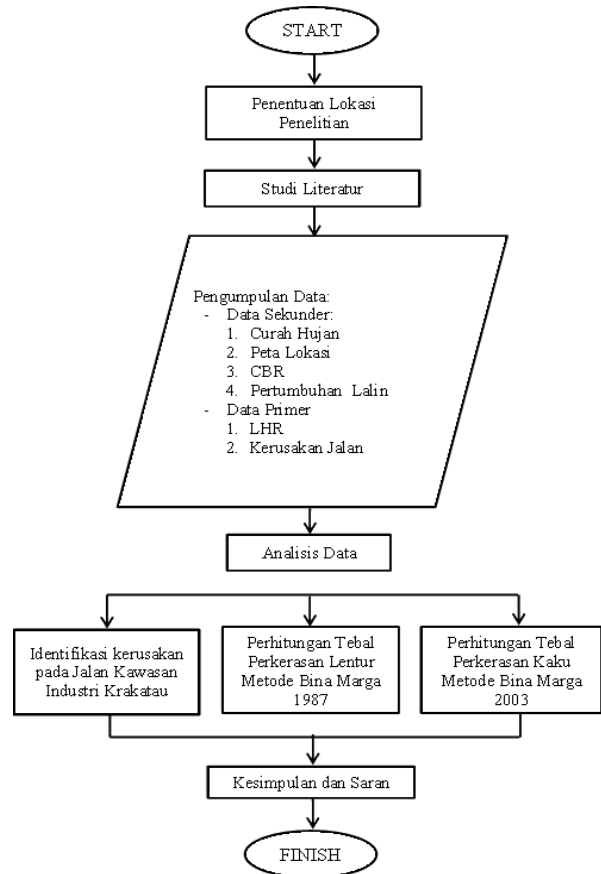
a1, a2, a3 = Koefisien kekuatan relatif bahan perkerasan

D1, D2, D3 = Tebal masing-masing lapis perkerasan (cm).

3. METODOLOGI PENELITIAN

Flowchart penelitian digunakan sebagai dasar pelaksanaan penelitian serta untuk lebih mempermudah dalam penelitian tersebut.

Flowchart dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Analisa Kerusakan Jalan

1) Data Kondisi Jalan

a) Total panjang ruas jalan yang disurvei adalah 4401 m atau 4,401 kilometer.

b) Jalan yang akan di survey dibagi menjadi dua ruas jalan yaitu Jalan Asia Raya sepanjang 2705 meter atau 2,705 kilometer dan Jalan Eropa I sepanjang 1696 meter atau 1,696 kilometer.

c) Jalan Asia Raya terdiri dari 27 segmen dan untuk jalan Eropa I terdiri dari 17 segmen.

2) Data Kondisi Kerusakan Jalan

Data kerusakan jalan yang di survey meliputi data panjang, lebar, luasan, serta kedalaman dari tiap-tiap jenis dan tingkat kerusakan yang terjadi pada jalan yang akan ditinjau. Dari survey yang telah dilakukan didapat total luas kerusakan yaitu 338,29 m<sup>2</sup> (Jalan Asia Raya) dan 4710,9 m<sup>2</sup> (Jalan Eropa I).

3) Data Lalu Lintas

Data lalu lintas yang diambil adalah data volume lalu lintas selama satu hari ( $\pm 24$  jam), dengan interval waktu tiap 1 jam. Jumlah volume lalu lintas yang melewati ruas jalan Asia Raya dan jalan Eropa I selama  $\pm 24$  jam dapat di lihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 1.Data Volume Lalu Lintas

No	Jenis Kendaraan	Jl. Asia Raya	Jl. Eropa I
		Vol	Vol
1	Motor	24021	8457
2	Mobil Penumpang	11431	6550
3	Pick Up	1336	1113
4	Bus Kecil	400	79
5	Bus Besar	140	25
6	Truk 2 Sumbu 4 roda	273	84
7	Truk 2 Sumbu 6 roda	745	414
8	Truk 3 sumbu	1062	378
9	Truk gandeng full trailer	3	0
10	Traktor semi trailer	145	34
11	> 4 sumbu	522	36
<b>Total</b>		<b>40078</b>	<b>17170</b>

(Sumber: Hasil Survey, 2013)

Dari data volume lalu lintas diatas dapat ditentukan kelas lalu lintas untuk Jalan Asia Raya adalah 7 (untuk LHR 20000-50000) dan untuk Jalan Eropa I adalah 6 (untuk LHR 5000-20000).

4) Analisa Data dengan Metode Bina Marga

Penilaian kondisi jalan ini dilakukan untuk tiap segmen yang panjang tiap segmen adalah 100 m dan direkapitulasi seperti pada tabel dibawah ini. Adapun penilaian kondisi jalan dipengaruhi oleh keretakan, alur, lubang, tambalan, kekasaran permukaan, dan ambblas. Nilai Kondisi Jalan Asia Raya adalah 2,963 Nilai Kondisi Jalan Eropa I adalah 3,706

5) Penentuan Urutan Prioritas

Urutan Prioritas untuk Jalan Asia Raya dan Jalan Eropa I yaitu:

Jalan Asia Raya

Urutan prioritas = 7,04

Dari hasil diatas, maka didapat urutan prioritas jalan Asia Raya adalah 7,04. Urutan priotias > 7 adalah urutan prioritas kelas A dimana jalan yang berada pada urutan prioritas ini dimasukkan dalam program pemeliharaan rutin.

Jalan Eropa I

Urutan prioritas = 7,294

Dari hasil diatas, maka didapat urutan prioritas jalan Eropa I adalah 7,294. Urutan priotias >7 adalah urutan prioritas kelas A dimana jalan yang berada pada urutan

prioritas ini dimasukkan dalam program pemeliharaan rutin, namun pada stasioning 1+300 s/d 1+700 mengalami kerusakan yang cukup parah, sehingga dibutuhkan peningkatan jalan (urutan prioritas 0-3).

**B. Analisis Tebal Perkerasan Lentur dengan Metode Bina Marga 1987**

1) Kondisi Lapis Keras Jalan Asia Raya dan Jalan Eropa I

Data-data yang digunakan untuk perencanaan tebal perkerasan lentur untuk yaitu:

- a) Panjang : 2,705 km (Jl.Asia Raya)  
1,696 km (Jl. Eropa I)
- b) Kelas jalan : Kelas Khusus
- c) Klasifikasi jalan : Arteri
- d) Jenis lapis keras : Lapis Keras Lentur (*Flexible Pavement*)
- e) Jumlah jalur : 2 buah
- f) Jumlah lajur : 4 buah
- g) Kelandaian jalan : < 6%
- h) Umur rencana : 10 tahun

2) Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas berdasarkan hasil survey didapatkan LHR untuk Jl.Asia Raya sebesar 40078 kendaraan dan Jl.Eropa I sebesar 17170 kendaraan.

3) Pertumbuhan Lalu Lintas

Dari cara regresi eksponensial didapatkan nilai pertumbuhan lalu lintas (i).

$$i = 14,36 \%$$

Dalam analisis ini, diasumsikan pada tahun 2015 merupakan awal umur rencana, umur rencana jalan ditetapkan selama 10 tahun (akhir umur rencana). Volume lalu lintas rata-rata pada awal rencana dan akhir rencana ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

a) Untuk awal umur rencana

$$V_{LHRP} = V_{LHRS} (1 + i)^n$$

b) Untuk akhir umur rencana

$$V_{LHRA} = V_{LHRP} (1 + i)^n$$

Tabel 2. Volume Lalu Lintas Awal Umur Rencana dan Akhir Rencana

Jenis Kendaraan	Jalan Asia Raya		Jalan Eropa I	
	2015	2025	2015	2025
Mobil Penumpang	14950	57197	8566	32774
Pick Up	1747	6685	1456	5569
Bus Kecil	523	2001	103	395
Bus Besar	183	701	33	125
Truk 2 Sumbu 4 roda	357	1366	110	420
Truk 2 Sumbu 6 roda	974	3728	541	2072
Truk 3 sumbu	1389	5314	494	1891
Truk gandeng full trailer	4	15	0	0
Traktor semi trailer	190	726	44	170
> 4 sumbu	683	2612	47	180
<b>Jumlah</b>	<b>21000</b>	<b>80344</b>	<b>11395</b>	<b>43597</b>

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2013)



4) Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

Ruas jalan Asia Raya dan jalan Eropa I memiliki 2 arah 4 lajur. Berdasarkan tabel dapat ditentukan nilai koefisien distribusi kendaraan (C) sebagai berikut

- a) Kendaraan ringan dengan berat total < 5 ton, C = 0,6
- b) Kendaraan ringan dengan berat total ≥ 5 ton, C = 0,7

5) Angka Ekuivalen Beban Kendaraan Sumbu Kendaraan (E)

Angka ekuivalen beban sumbu kendaraan (E) didapatkan dari Dinas Bina Marga dan Tata Ruang Provinsi Banten.

Tabel 3. Angka Ekvale Beban Kendaraan Sumbu Kendaraan

No	Jenis Kendaraan	Formula	Nilai
1	Mobil Penumpang	$2 \cdot 1/8/16^4$	0,000451
2	Pick Up (T1.1)	$1.5/8.16^4 + 3.5/8.16^4$	0,034988
3	T (1.2M)	$3/8.16^4 + 6/8.16^4$	0,31058
4	Bus Kecil	$1.5/8.16^4 + 3.5/8.16^4$	0,034988
5	Bus Besar	$3/8.16^4 + 6/8.16^4$	0,31058
6	T (1.2H)	$(5/8.16^4) + (8.16/8.16)^4$	1,140968
7	T (1.2.2)	$(5/8.16^4) + (0.086 \cdot (15/8.16)^4)$	1,122948
8	T (1.1.2.2)	$(5/8.16^4) + (5/8.16^4) + (0.086 \cdot (15/8.16)^4)$	1,124076
9	T (1.2-2.2)	$(5/8.16^4) + (0.086 \cdot (15/8.16)^4) + 0.053 \cdot (17/8.16)^4$	2,121363
10	T (1.2-2)	$5/8.16^4 + 2 \cdot (8.16/8.16)^4$	2,140968
11	T (1.2-2.2)	$5/8.16^4 + 3 \cdot (8.16/8.16)^4$	3,140968
12	T (1.22-2.2)	$5/8.16^4 + 0.086 \cdot (15/8.16)^4 + 0.053 \cdot (17/8.16)^4$	2,121363

(Sumber: Dinas Bina Marga dan Tata Ruang Provinsi Banten 2010)

6) Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP)

Rumus untuk mencari LEP yaitu LHR permulaan x C x E. Hasilnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP)

Jenis Kendaraan	Jalan Asia Raya		Jalan Eropa I	
	LHR <sub>p</sub>	LEP	LHR <sub>p</sub>	LEP
Mobil Penumpang	11464	3,102	11464	3,102
Pick Up	1747	36,680	1456	30,557
Bus Kecil	523	12,812	103	2,530
Bus Besar	183	39,806	33	7,108
Truk 2 Sumbu 4 roda	357	77,622	110	23,884
Truk 2 Sumbu 6 roda	974	778,173	541	432,434
Truk 3 sumbu	1389	1091,768	494	388,596
Truk gandeng full trailer	4	5,826	0	0,000
Traktor semi trailer	190	416,944	44	97,766
> 4 sumbu	683	1013,752	47	69,914
<b>Total LEP</b>		<b>3476,485</b>		<b>1055,891</b>

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2013)

7) Lintas Ekuivalen Akhir (LEA)

Rumus untuk mencari LEA yaitu LHR Akhir x C x E. Hasilnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 5. Lintas Ekuivalen Akhir (LEA)

Jenis Kendaraan	Jalan Asia Raya		Jalan Eropa I	
	LHR <sub>A</sub>	LEA	LHR <sub>A</sub>	LEA
Mobil Penumpang	57197	15,478	32774	8,869
Pick Up	6685	140,335	5569	116,911
Bus Kecil	2001	49,019	395	9,681
Bus Besar	701	152,296	125	27,196
Truk 2 Sumbu 4 roda	1366	296,978	420	91,378
Truk 2 Sumbu 6 roda	3728	2977,265	2072	1654,480
Truk 3 sumbu	5314	4177,072	1891	1486,754
Truk gandeng full trailer	15	22,291	0	0,000
Traktor semi trailer	726	1595,215	170	374,050
> 4 sumbu	2612	3878,585	180	267,489
<b>Total LEA</b>		<b>13304,534</b>		<b>4036,808</b>

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2013)

8) Lintas Ekuivalen Tengah (LET)

Nilai dari LEA didapatkan dengan menggunakan persamaan berikut:

1) Jalan Asia Raya

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

$$LET = \frac{(3476,485+13304,534)}{2}$$

$$LET = 8390,510$$

2) Jalan Eropa I

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

$$LET = \frac{(1055,891+4036,808)}{2}$$

$$LET = 2546,350$$

9) Lintas Ekuivalen Rencana

1) Jalan Asia Raya

$$LER = LET \times \frac{UR}{10} \quad UR = 10$$

tahun

$$LER = 8390,510 \times \frac{10}{10}$$

$$LER = 8390,510$$

2) Jalan Eropa I

$$LER = LET \times \frac{UR}{10} \quad UR = 10 \text{ tahun}$$

$$LER = 2546,350 \times \frac{10}{10}$$

$$LER = 2546,350$$

10) Daya Dukung Tanah

Data CBR pada analisis ini didapatkan dari PT.KIEC. Data tersebut kemudian dilakukan analisis sehingga didapat CBR yang mewakili yaitu 4,3%. CBR yang mewakili ini kemudian dikorelasikan kedalam grafik korelasi antara CBR dan DDT untuk mendapatkan nilai DDT (Daya Dukung Tanah). Dari grafik didapat nilai DDT = 4,5.

11) Faktor Regional

a) Data curah hujan yang digunakan dalam analisis ini data curah hujan rata-rata per bulan selama 10 tahun terakhir. Curah hujan rata-rata pertahun adalah 174,72 mm/tahun. Termasuk kedalam Iklim I (< 900 mm/th).

b) Kelandaian = < 6%

c) Data persentase kendaraan berat

d) Kendaraan berat

$$\text{Jalan Asia Raya} = 20,49\% \leq 30\%$$

e) Kendaraan berat

$$\text{Jalan Eropa I} = 12,05\% \leq 30\%$$

Dari data curah hujan, kelandaian dan persentase kendaraan berat didapat nilai Faktor Regional (FR), yaitu 0,5.

12) Indeks Permukaan

a) Indeks permukaan awal untuk Jalan Asia Raya dan Jalan Eropa I adalah ≥ 4.

b) Indeks permukaan akhir untuk Jalan Asia Raya dan Jalan Eropa I adalah 2,5.

13) Rencana Tebal Perkerasan

a) Jalan Asia Raya

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

$$12,3 = (0,4 \times 10) + (0,14 \times 25) + (0,13 \times D3)$$

$$12,3 = 7,5 + (0,13.D3)$$

$$D3 = 36,923 = 37 \text{ cm}$$

Hasil perhitungan:

Lapis permukaan = 10 cm

(Laston MS 744)

Lapis pondasi = 25 cm

(Batu Pecah Kelas A)

Lapis pondasi bawah = 37 cm

(Sirtu/pitrun Kelas A)

b) Jalan Eropa I

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

$$10,5 = (0,4 \times 10) + (0,14 \times 20) + (0,13 \times D3)$$

$$10,5 = 6,8 + (0,13.D3)$$

$$D3 = 28,462 = 29 \text{ cm}$$

Hasil perhitungan:

Lapis permukaan = 10 cm

(Laston MS 744)

Lapis pondasi = 20 cm

(Batu Pecah Kelas A)

Lapis pondasi bawah = 29 cm

(Sirtu/pitrun Kelas A)

C. Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku dengan Metode Bina Marga 2003

Perhitungan tebal perkerasan kaku (*rigid pavement*) dilakukan untuk Jalan Asia Raya dan Jalan Eropa I. Volume lalu lintas berdasarkan hasil survey didapatkan LHR untuk Jl.Asia Raya sebesar 40078 kendaraan dan Jl.Eropa I sebesar 17170 kendaraan.

1) Data-data Perencanaan

Data-data parameter perencanaan yang digunakan untuk perencanaan tebal perkerasan kaku untuk Jalan Asia Raya dan Jalan Eropa Iyaitu:

- a) CBR tanah dasar = 4,3 %
- b) Kuat tarik lentur (fcf) = 4,11 Mpa
- c) Kuat tekan beton 28 hari (Fc')= 300 kg/cm<sup>2</sup> = 30 Mpa
- d) Bahan pondasi bawah = stabilisasi
- e) Bahu jalan = Tidak
- f) Ruji (*dowel*) = Ya
- g) Umur Rencana (UR) = 20 tahun
- h) Pertumbuhan lalu lintas (i) = 14,36 %

2) Analisis Lalu Lintas

Jumlah sumbu kendaraan berdasarkan jenis dan bebannya ditampilkan dalam tabel dibawah ini untuk Jalan Asia Raya dan Jalan Eropa I.

Tabel 6. Perhitungan Jumlah sumbu Berdasarkan Jenis dan bebannya (Jl. Asia Raya)

Jenis Kendaraan	Konfigurasi Beban Sumbu (ton)				Jml. Kend (bh)	Jml. Sumb/kend (bh)	Jml. Sumbu (bh)	STRT		STRG		STdRG		STrRG	
	RD	RB	RGD	RGB				BS (ton)	JS (ton)	BS (ton)	JS (ton)	BS (ton)	JS (ton)	BS (ton)	JS (ton)
1	2				3	4	5 = 3x4	6	7	8	9	10	11	12	13
Mobil Penumpang	1	1			11431										
Pick up	1,5	3,5			1336	2	2672	1,5	1336						
								3,5	1336						
Bus Besar	3	5			140	2	280	3	140	5	140				
Bus Kecil	1,5	3,5			400	2	800	1,5	400	3,5	400				
Truk 2 Sumbu 4 roda	3	5			273	2	546	3	273	5	273				
Truk 2 Sumbu 6 roda	6	10			745	2	1490	6	745	10	745				
Truk 3 sumbu	6	18			1062	2	2124	6	1062			18	1062		
Truk gandeng (T1.2-2.2)	6	14	5	5	3	4	12	6	3			14	3		
								5	3						
								5	3						
Traktor semi trailer (T1.2-2.2)	6	10		20	145	3	435	6	145	10	145	20	145		
> 4 sumbu	6	10		30	522	3	1566	6	522			10	522	30	522
<b>TOTAL</b>					<b>16057</b>		<b>9925</b>		<b>5968</b>		<b>1703</b>		<b>1732</b>		<b>522</b>

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2013)

Tabel 7. Perhitungan Jumlah sumbu Berdasarkan Jenis dan bebannya (Jl.Eropa I)

Jenis Kendaraan	Konfigurasi Beban Sumbu (ton)				Jml. Kend (bh)	Jml. Sumbu/kend (bh)	Jml. Sumbu (bh)	STRT		STRG		STdRG		STrRG	
	RD	RB	RGD	RGB				BS (ton)	JS (ton)	BS (ton)	JS (ton)	BS (ton)	JS (ton)	BS (ton)	JS (ton)
1	2				3	4	5 = 3x4	6	7	8	9	10	11	12	13
Mobil Penumpang	1	1			6550										
Pick up	1,5	3,5			1113	2	2226	1,5	1113						
Bus Besar	3	5			25	2	50	3	25	5	25				
Bus Kecil	1,5	3,5			79	2	158	1,5	79	3,5	79				
Truk 2 Sumbu 4 roda	3	5			84	2	168	3	84	5	84				
Truk 2 Sumbu 6 roda	6	10			414	2	828	6	414	10	414				
Truk 3 sumbu	6	18			378	2	756	6	378			18	378		
Truk gandeng (T1.2-2.2)	6	14	5	5	0	4	0	6	0			14	0		
								5	0						
								5	0						
Traktor semi trailer (T1.2-22)	6	10		20	34	3	102	6	34	10	34	20	34		
> 4 sumbu	6	10		30	36	3	108	6	36			10	36	30	36
<b>TOTAL</b>					<b>8713</b>		<b>4396</b>		<b>3276</b>		<b>636</b>		<b>448</b>		<b>36</b>

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2013)

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

$$R = \frac{(1 + 0,1436)^{20} - 1}{0,1436}$$

$$R = 94,9724$$

JSKN untuk Jalan Asia Raya

$$\begin{aligned} \text{JSKN} &= 365 \times \text{JSKNH} \times R \\ &= 365 \times 9925 \times 94,9724 \\ &= 344049478,8 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JSKN rencana} &= C \times \text{JSKN} \\ &= 0,45 \times 344049478,8 \\ &= 154822265,5 \end{aligned}$$

JSKN untuk Jalan Eropa I

$$\begin{aligned} \text{JSKN} &= 365 \times \text{JSKNH} \times R \\ &= 365 \times 4396 \times 94,9724 \\ &= 152387053,8 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JSKN rencana} &= C \times \text{JSKN} \\ &= 0,45 \times 152387053,8 \\ &= 68574174,21 \end{aligned}$$

3) Perhitungan Repetisi Sumbu yang Terjadi

Tabel 8. Repetisi yang Terjadi (Jl. Asia Raya)

Jenis Sumbu	Beban Sumbu	Jumlah Sumbu	Proporsi Beban	Proporsi Sumbu	Lalu lintas Rencana	Repetisi yang terjadi
1	2	3	4	5	6	7 = 4x5x6
STRT	6	2477	0,41504692	0,60130982	154822265,5	38639269,68
	5	6	0,00100536	0,60130982	154822265,5	93595,32422
	3,5	1336	0,22386059	0,60130982	154822265,5	20840558,86
	3	413	0,06920241	0,60130982	154822265,5	6442478,15
	1,5	1736	0,29088472	0,60130982	154822265,5	27080247,14
Total		5968	1			
STRG	10	890	0,52260716	0,1715869	154822265,5	13883306,43
	5	413	0,24251321	0,1715869	154822265,5	6442478,15
	3,5	400	0,23487962	0,1715869	154822265,5	6239688,281
Total		1703	1			
STDRG	20	145	0,08371824	0,17450882	154822265,5	2261887,002
	18	1062	0,61316397	0,17450882	154822265,5	16566372,39
	14	3	0,0017321	0,17450882	154822265,5	46797,66211
	10	522	0,30138568	0,17450882	154822265,5	8142793,207
Total		1732	1			
STrRG	30	522	1	0,05259446	154822265,5	8142793,207
Total		522	1			
Kumulatif		9925				154822265,5

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2013)



Tabel 9. Repetisi yang Terjadi (Jl. Eropa I)

Jenis Sumbu	Beban Sumbu	Jumlah Sumbu	Proporsi Beban	Proporsi Sumbu	Lalu lintas Rencana	Repetisi yang terjadi
1	2	3	4	5	6	7 = 4x5x6
STRT	6	862	0,26312576	0,74522293	68574174,21	13446528,25
	5	0	0	0,74522293	68574174,21	0
	3,5	1113	0,33974359	0,74522293	68574174,21	17361932,64
	3	109	0,03327228	0,74522293	68574174,21	1700315,057
	1,5	1192	0,36385836	0,74522293	68574174,21	18594271,08
Total		3276	1			
STRG	10	448	0,70440252	0,14467698	68574174,21	6988450,875
	5	109	0,17138365	0,14467698	68574174,21	1700315,057
	3,5	79	0,12421384	0,14467698	68574174,21	1232338,436
Total		636	1			
STDRG	20	34	0,07589286	0,10191083	68574174,21	530373,5039
	18	378	0,84375	0,10191083	68574174,21	5896505,426
	14	0	0	0,10191083	68574174,21	0
	10	36	0,08035714	0,10191083	68574174,21	561571,9453
Total		448	1			
STrRG	30	36	1	0,00818926	68574174,21	561571,9453
Total		36	1			
Kumulatif		4396				68574174,21

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2013)

4) Perhitungan Tebal Pelat Beton

Data-data Perhitungan Tebal Pelat Beton

untuk Jalan Asia Raya dan Jalan Eropa I:

- a) Jenis perkerasan= BBT dengan Ruji
- b) Jenis bahu = Tidak ada
- c) Umur rencana (UR) = 20 tahun
- d) JSKNren
- e) Jalan Asia Raya = 154822265,5
- f) Jalan Eropa I = 68574174,2
- g) Faktor keamanan beban = 1,2

h) Jenis dan tebal lapis pondasi = CBK 10 cm

- i) CBR tanah dasar = 4,3%
- j) CBR efektif = 31%
- k) Tebal taksiran pelat beton  
 Jalan Asia Raya = 31 cm  
 Jalan Eropa I = 26 cm

Untuk mengetahui tebal taksiran pelat beton apakah aman atau tidak, maka digunakan analisa fatik dan erosi yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 10. Analisa Fatik dan Erosi untuk Tebal Pelat 31 cm

Jenis Sumbu	Beban Sumbu ton (KN)	Beban Rencana/Roda (KN)	Repetisi yg Terjadi	Faktor Tegangan Erosi	Analisa Fatik		Analisa Erosi	
					Repetisi Ijin	Repetisi Rusak (%)	Repetisi Ijin	Repetisi Rusak (%)
1	2	$3=(2) \times F_{kb} / \text{jmlh roda}$	4	5	6	$7=(4) \times 100 / (6)$	8	$9=(4) \times 100 / (8)$
STRT	60	36	38639269,7	TE = 0,49	TT	0	TT	0
	50	30	93595,3242	FRT=0,12	TT	0	TT	0
	35	21	20840558,9	FE=1,63	TT	0	TT	0
	30	18	6442478,15		TT	0	TT	0
	15	9	27080247,1		TT	0	TT	0
STRG	100	30	13883306,4	TE=0,84	TT	0	TT	0
	50	15	6442478,15	FRT=0,20	TT	0	TT	0
	35	10,5	6239688,28	FE=2,23	TT	0	TT	0
STdRG	200	30	2261887,00	TE=0,76	TT	0	8000000	2,827358752
	180	27	16566372,4	FRT=0,18	TT	0	TT	0
	140	21	46797,6621	FE=2,41	TT	0	TT	0
	100	15	8142793,21		TT	0	TT	0
STrRG	300	30	8142793,21	TE=0,57	TT	0	9000000	90,47548008
				FRT=0,14				
				FE=2,57				
					0	< 100%	93,3028388	< 100%

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2013)

Tabel 11. Analisa Fatik dan Erosi untuk Tebal 26 cm

Jenis Sumbu	Beban Sumbu ton (KN)	Beban Rencana/Roda (KN)	Repetisi yg Terjadi	Faktor Tegangan Erosi	Analisa Fatik		Analisa Erosi	
					Repetisi Ijin	Repetisi Rusak (%)	Repetisi Ijin	Repetisi Rusak (%)
1	2	$3=(2) \times F_{kb} / \text{jmlh roda}$	4	5	6	$7=(4) \times 100 / (6)$	8	$9=(4) \times 100 / (8)$
STRT	60	36	13446528,2	TE=0,65	TT	0	TT	0
	50	30	0	FRT=0,16	TT	0	TT	0
	35	21	17361932,6	FE=1,86	TT	0	TT	0
	30	18	1700315,06		TT	0	TT	0
	15	9	18594271,1		TT	0	TT	0
STRG	100	30	6988450,87	TE=1,07	TT	0	40000000	17,47112719
	50	15	1700315,06	FRT=0,26	TT	0	TT	0
	35	10,5	1232338,44	FE=2,46	TT	0	TT	0
STdRG	200	30	530373,50	TE=0,93	TT	0	10000000	5,303735039
	180	27	5896505,43	FRT=0,23	TT	0	21000000	28,07859726
	140	21	0	FE=2,60	TT	0	TT	0
	100	15	561571,945		TT	0	TT	0
STrRG	300	30	561571,945	TE=0,70	TT	0	3500000	16,04491272
				FRT=0,17				
				FE=2,72				
					0	< 100%	66,8983722	< 100%

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2013)

- 5) Perhitungan Beton Bersambung Tanpa Tulangan
  - a) Tebal pelat
    - Jalan Asia Raya = 31 cm
    - Jalan Eropa I = 26 cm
  - b) Lebar pelat = 5 x 3.5 m
  - c) Panjang pelat/Jalan
  - d) Jalan Asia Raya = 2,7 km
  - e) Jalan Eropa I = 1,7 km
  - f) Sambungan susut dipasang setiap jarak 5m.
  - g) Ruji digunakan dengan diameter 36 mm, panjang 45 cm, jarak 30 cm.
  - h) Batang pengikat digunakan baja ulir 16 mm, panjang 70 cm, jarak 75cm.

**5. KESIMPULAN DAN SARAN**

**A. Kesimpulan**

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan terhadap Jalan Asia Raya dan Jalan Eropa I, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Dari hasil identifikasi kerusakan pada Jalan Asia Raya dan Jalan Eropa I, dapat dilihat bahwa total kerusakan yang terjadi adalah 338,29 m<sup>2</sup> (Jalan Asia Raya) dan 4710,9 m<sup>2</sup> (Jalan Eropa I).
- 2) Hasil identifikasi kerusakan jalan berdasarkan metode Bina Marga menunjukkan bahwa urutan prioritas untuk Jalan Asia Raya adalah 7,04, dimana urutan priortias > 7 adalah urutan prioritas kelas A dimasukkan ke dalam program pemeliharaan rutin dan untuk Jalan Eropa

I adalah 7,294, dimana urutan priortias > 7 adalah urutan prioritas kelas A dimasukkan ke dalam program pemeliharaan rutin, namun pada stasioning 1+300 s/d 1+700 mengalami kerusakan yang cukup parah, sehingga dibutuhkan peningkatan jalan (urutan prioritas 0-3).

2) Berdasarkan perhitungan tebal perkerasan lentur Jalan Asia Raya dan Jalan Eropa I dengan menggunakan metode Bina Marga '87, maka didapat tebal lapis perkerasan, untuk Jalan Asia Raya : Lapis Permukaan = 10 cm, LPA = 25 cm, LPB = 37 cm, dan untuk Jalan Eropa I adalah Lapis Permukaan = 10 cm, LPA = 20 cm, LPB = 29 cm.

3) Berdasarkan perhitungan tebal perkerasan kaku Jalan Asia Raya dan Jalan Eropa I dengan menggunakan metode Bina Marga 2003, maka didapat tebal pelat beton, untuk Jalan Asia Raya adalah 31 cm dengan ukuran pelat 5 x 3,5 m, ruji (*dowel*) dengan Ø36-300 mm, panjang 450 mm, batang pengikat (*tie bars*) D16-750 mm dengan panjang 700 mm. dan untuk Jalan Eropa I adalah 26 cm dengan ukuran pelat 5 x 3,5 m, ruji (*dowel*) dengan Ø36-300 mm, panjang 450 mm, batang pengikat (*tie bars*) D16-750 mm dengan panjang 700 mm.

**B. Saran**

Saran pada penelitian ini adalah:

- 1) Prioritas penanganan yang utama sebaiknya dilakukan untuk segmen jalan yang memiliki nilai kondisi jalan yang rendah, dimaksudkan agar kerusakan pada segmen tersebut tidak menjadi lebih parah.
- 2) Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya dihitung untuk kendaraan dengan beban berlebih (*overload*), sehingga tebal perkerasan hasilnya lebih akurat, dan juga menghitung Rencana Anggaran Biaya (RAB).

### C. DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1987. Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen SKBI.2.3.26.1987,UDC.625.7(02), SNI 1732-1989-F, Yayasan Badan Penerbit P.U: Jakarta.
- Anonim, 1997. Rekayasa Jalan Raya. Universitas Gunadarma: Jakarta.
- Arnis, 2012. Perancangan Konstruksi Perkerasan Kaku Ruas Jalan Lubuk Begalung-Indarung (KM.PDG. 6+000-KM.PDG. 11+250) Di Kota Padang Provinsi Sumatera Barat. Politeknik Negeri Bandung.
- Bina Marga, 2003. Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen, Departemen Permukiman Dan Prasarana Wilayah: Jakarta.
- Bina Marga, 2004. Pelaksanaan Perkerasan Jalan Beton Semen (Konstruksi dan Bangunan), Departemen Permukiman Dan Prasarana Wilayah: Jakarta.
- Bina Marga, 1990. Tata Cara Penyusunan Program Pemeliharaan Jalan Kota, Direktorat Pembinaan Jalan Kota: Jakarta.
- Budianto Ulil Absyor, Agus, 2011. Analisa Pengaruh Kendaraan Bermuatan Lebih (*Overload*) Terhadap Umur Rencana Jalan dan Kerugian Biaya Transportasi (Studi Kasus Ruas Jalan Cikande – Rangkasbitung). Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- Dian Purnama, Dicki, 2011. Perencanaan Tebal Lapis Perkerasan Kaku Dengan Menggunakan Metode Bina Marga 2003 dan Metode *Beam On Elastic Foundation*. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- Elianora, 2010. Penggunaan Metode Bina Marga Dan Metode AASHTO Untuk Perbandingan Suatu Nilai Rancang Tebal Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*) Jalan. Universitas Riau.
- Huda, Ahmad Nurul, Eka Rizky Mahardika. 2011. Perencanaan Tebal Lapis Perkerasan Lentur dengan Menggunakan Metode Analisa Komponen (Bina Marga '87) dan Metode AASHTO '86 Pada Ruas Jalan Lamongan – Babat STA 40+000 – 43+000. Institut Teknologi Sepuluh November.
- Indriyani Enggalita, Tita, 2012. Perencanaan Kembali Perkerasan Jalan Kaku Dengan Metode Bina Marga 2003 Dan AASHTO 1993. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- Miswandi, Rustam, 2009. Kajian Metoda Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur. Universitas Sumatera Utara.
- Putri Utami, Namira, 2011. Studi Analisis Tebal Perkerasan Lentur Jalan Lingkar Selatan Kota Cilegon Dengan Metode Bina Marga 1987 Dan AASHTO 1993. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- Sukirman, Silvia, 1999. Perkerasan Lentur Jalan Raya. Nova: Bandung.
- Setyo Nur Utomo, Eko, 2012. Perencanaan Kembali menggunakan Perkerasan Kaku Dengan Metode Bina Marga 2003 Dan AASHTO 1993. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- Tenrisukki Tenriajeng, Andi, 2011. Rekayasa Jalan Raya 2. Gunadarma: Jakarta.
- Undang-undang Jalan Raya No.38/2004.