



## ANALISIS PELEBARAN RUAS JALAN CIOMAS - MANDALAWANGI

**An An Anisarida<sup>1</sup> Lathifah Nasayyidah Sopian<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Teknik Sipil Universitas

email : ananisarida@gmail.com, lathifahnasayyidah76@gmail.com

### ABSTRACT

*Roads in Indonesia are constantly improving along with population growth, traffic flow and volume. Roads that have a function as a means of connecting between humans and land use in order to increase road capacity require widening. Jalan Ciomas - Mandalawangi is a provincial road which is always used as an alternative road to get to tourist areas around the site, currently the condition of the existing road width does not match provincial road standards where the minimum width is approximately 8 meters so that handling is needed by widening the Ciomas - Mandalawangi road section to facilitate traffic flow on this road section. The road widening plan uses the Pt-T-01-2002-B/AASTHO 1993 method. From the results of the analysis it can be concluded that the thickness of the Laston surface layer is AC-WC 4 cm, AC-BC 6 cm.*

*Keywords : roads, pavements and traffic*

### ABSTRAK

Jalan di Indonesia secara konstan mengalami peningkatan seiring dengan pertumbuhan penduduk, pergerakan arus serta volume lalu lintas. Jalan yang memiliki fungsi sebagai sarana penghubung antara manusia dengan tata guna lahan agar dapat meningkatkan kapasitas jalan maka diperlukan pelebaran. Jalan Ciomas – Mandalawangi merupakan jalan provinsi yang selalu di jadikan jalan alternative untuk menuju kawasan wisata di sekitar lokasi, saat ini kondisi lebar jalan existing nya belum sesuai standar jalan provinsi di mana lebar minimal kurang lebih 8 meter sehingga di perlukan suatu penanganan dengan cara melebarkan ruas jalan Ciomas – Mandalawangi guna memperlancar arus lalu lintas di ruas jalan tersebut. Perencanaan pelebaran jalan ini menggunakan Metode Pt-T-01-2002-B/AASTHO 1993. Dari hasil analisa dapat disimpulkan diperoleh tebal lapis permukaan Laston adalah AC-WC 4 cm, AC-BC 6 cm, tebal Lapis Pondasi Atas (Agregat) kelas A dengan CBR 100% adalah 16 cm, Lapis pondasi bawah (sirtu) kelas B dengan CBR 50% adalah 24 cm dengan umur rencana 20 tahun.

**Kata kunci: jalan, perkerasan dan lalu lintas**

### 1. PENDAHULUAN

Perkerasan jalan adalah segala jenis material konstruksi yang dihampar dan dipadatkan diatas lapisan tanah dasar. Bahan perkerasan jalan dapat terdiri berbagai jenis material baik kuantitas maupun kualitasnya. Bahan perkerasan jalan merupakan salah satu faktor utama dari banyak faktor yang ikut menentukan tingkat kestabilan perkerasan jalan secara keseluruhan.

Jalan merupakan bagian yang sangat penting yang berfungsi sebagai penghubung antara manusia dengan tata guna lahan. Jalan Ciomas – Mandalawangi merupakan jalan provinsi yang selalu di jadikan jalan alternative untuk menuju kawasan wisata di sekitar lokasi, saat ini kondisi lebar jalan existing nya belum



sesuai standar jalan provinsi di mana lebar minimal kurang lebih 8 meter sehingga di perlukan suatu penanganan dengan cara melebarkan ruas jalan Ciomas – Mandalawangi agar dapat menambah kapasitas jalan di ruas jalan tersebut, sehingga di perlukan suatu pengaturan sistem penanganan agar tidak terjadi hambatan atau sumbatan dan pelayanan yang optimal. Pada ruas jalan ini diperlukan pelebaran jalan agar dapat menambah kapasitas jalan Ciomas – Mandalawangi sehingga dapat memperlancar arus lalu lintas di ruas jalan tersebut.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang melingkupi seluruh bagian jalan, termasuk bangunan tambahan dan alat transportasi, yang terletak di permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan air, serta di atas permukaan air. Tidak termasuk kereta api, jalan truk dan jalan kabel. (Pemerintah Republik Indonesia, 2006).

Klasifikasi jalan di Indonesia, dapat dibedakan menurut ; 1) sistem jaringan jalan, 2) fungsi jalan, 3) status jalan, 4) kelas jalan, dan 5) medan jalan. Sistem jaringan jalan merupakan kesatuan sistem jalan yang terdiri dari jaringan jalan utama dan sistem jalan sekunder yang terhubung dalam suatu hubungan hirarki. Jaringan jalan yang terorganisir secara teratur dapat meningkatkan arus transportasi barang dan jasa. Sistem jaringan jalan dibuat berdasarkan rencana lokasi wilayah, dengan mempertimbangkan hubungan antar wilayah atau antara wilayah perkotaan dan pedesaan.

Menurut Sukirman (1999), menurut bahan pengikatnya, konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan menjadi:

### 1. Konstruksi perkerasan lentur (Flexible Pavement)

Struktur konstruksi perkerasan lentur (flexible pavement) merupakan perkerasan yang memakai aspal sebagai bahan pengikat dan susunan perkerasannya bersifat menanggung dan menyalurkan beban lalu lintas ke tanah dasar.

Komponen perkerasan lentur (flexible pavement) :

- a) Tanah dasar
- b) Lapis pondasi bawah ( sub base course)
- c) Lapis pondasi (base course)
- d) Lapis permukaan (surface course)

### 2. Konstruksi perkerasan kaku (Rigit Pavement)

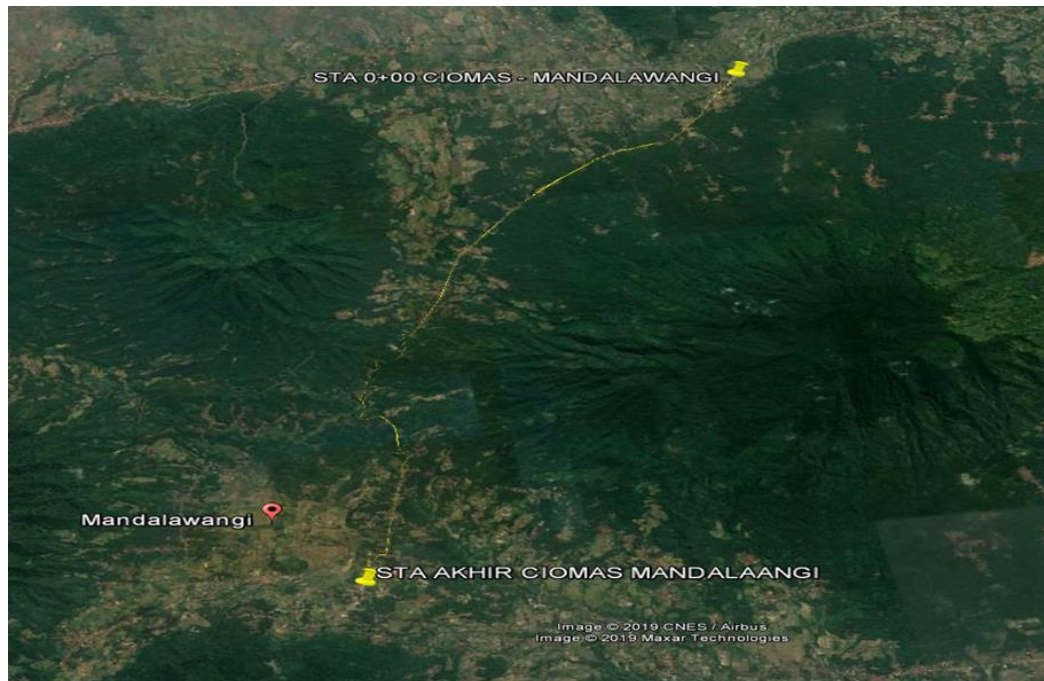
Perkerasan kaku merupakan konstruksi perkerasan yang memakai pelat beton sebagai lapisan atasnya, diletakkan di atas pondasi atau alas atau langsung di atas peron. Perkerasan jalan yang memanfaatkan semen (portland cement) sebagai bahan pengikat. Pelat beton, dengan atau tanpa tulangan, ditempatkan di bawah tanah, dengan atau tanpa lapisan dasar.

### 3. Konstruksi perkerasan komposit (Composite Pavement)

Perkerasan komposit merupakan kombinasi dari struktur perkerasan kaku dan lapisan perkerasan lentur bagian atas, dimana kedua jenis perkerasan tersebut bekerja sama untuk mendukung beban lalu lintas.

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

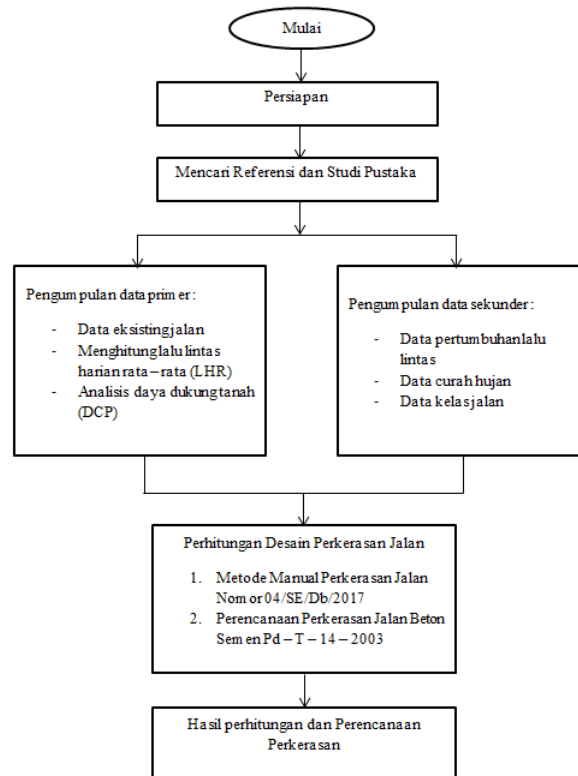
Lokasi kegiatan pekerjaan DED Pelebaran Ruas Jalan Ciomas – Mandalawangi adalah menghubungkan dua Kecamatan antara Kecamatan Ciomas dan Kecamatan Mandalawangi, Banten yang memiliki panjang jalan 14 km, adapun peta lokasi kegiatan dapat dilihat pada gambar 3.1 dibawah ini.



**Gambar 3.2** Diagram Alir Penelitian

Perencanaan jalan dilakukan dengan menentukan perhitungan perkerasan jalan pada ruas jalan Ciomas - Mandalawangi. Perencanaan jalan dilakukan dengan menghitung jenis perkerasan jalan dengan perkerasan lentur. Metode perencanaan jalan Pd – T – 14 – 2003 digunakan sebagai acuan perhitungan jalan. Data awal yang dilakukan dengan mengumpulkan data survey yang telah dilakukan pada lokasi yang akan dilakukan perhitungan perkerasan.

Proses penelitian dimulai dengan melakukan persiapan. Setelah persiapan dilakukan kemudian melakukan pengumpulan data. Data yang dikumpulkan terdiri dari data primer dan sekunder. Data primer diperoleh dengan mengumpulkan data secara langsung pada lokasi penelitian yaitu ekisting jalan, melakukan survey LHR, menghitung LHR dan menentukan Analisa daya dukung tanah. Data sekunder yang dikumpulkan berupa data pertumbuhan lalu lintas, data curah hujan dan data kelas jalan. Perencanaan dilakukan sebagai Langkah selanjutnya. Diagram alir yang digunakan pada perencanaan jalan ini dapat dilihat pada Gambar 3.3.



**Gambar 3.2** Diagram Alir Penelitian

#### 4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

##### Faktor Pertumbuhan Lalulintas

Faktor pertumbuhan lalu lintas dapat digunakan dengan menggunakan data pertumbuhan historis atau formulasi korelasi dengan faktor pertumbuhan lain yang berlaku. Jika tidak tersedia, tabel berikut dapat digunakan.

Tabel 3. 1 Faktor Laju Pertumbuhan Lalulintas (i) (%)

	Jawa	Sumatera	Kalimantan	Rata-rata Indonesia
Arteri dan perkotaan	4,80	4,83	5,14	4,75
Kolektor rural	3,50	3,50	3,50	3,50
Jalan desa	1,00	1,00	1,00	1,00

Pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana dihitung menggunakan faktor pertumbuhan kumulatif (Cumulative Growth Factor):

$$R = \frac{(1 + 0,01 i)^{UR-1}}{0,01 i}$$

Dengan

R : faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

I : laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (%)

UR : umur rencana (tahun)

Tabel 3. 2 Faktor Laju Pertumbuhan Lalulintas Pertahun (i) (%)

Umur Rencana (Tahun)	Laju pertumbuhan (i) pertahun (%)					
	0	2	4	6	8	10
5	5	5.2	5.2	5.6	5.9	6.1
10	10	10.9	12	13.2	14.5	15.9
15	15	17.3	20	23.3	27.2	31.8
20	20	24.3	29.8	36.8	45.8	57.3
25	25	32	41.6	54.9	73.1	98.3
30	30	40.6	56.1	79.1	113.3	164.5
35	35	50	73.7	111.4	172.3	271
40	40	60.4	95	154.8	259.1	442.6

##### Lalu Lintas Pada Lajur Rencana

Lalu lintas rencana adalah jumlah kumulatif sumbu kendaraan niaga pada lajur rencana selama periode rencana, termasuk proporsi dan distribusi beban sumbu untuk setiap jenis kendaraan. Biasanya, beban gandar dikelompokkan dalam kelipatan 10 kN (1 ton) jika diambil dari studi beban. Pada saat perencanaan, jumlah sumbu



kendaraan niaga dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

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

Dengan pengertian :

- JSKN : Jumlah total sumbu kendaraan niaga selama umur rencana  
JSKNH : Jumlah total sumbu kendaraan niaga per hari pada saat jalan dibuka.  
R : Faktor pertumbuhan kumulatif dari Rumus (5) atau Tabel 3 atau Rumus (6), yang besarnya tergantung dari pertumbuhan lalu lintas tahunan dan umur rencana.  
C : Koefisien distribusi kendaraan

Penentuan beban lalu lintas rencana perkerasan beton semen sebagai jumlah sumbu kendaraan niaga menurut konfigurasi sumbu di lajur proyek selama umur rencana. Lalu lintas dianalisis menurut hasil perhitungan volume lalu lintas dan konfigurasi gardan, dengan menggunakan data terbaru atau data 2 tahun terakhir. Kendaraan dengan berat total minimal 5 ton diuji desain langit-langit beton semen.

Konfigurasi sumbu rancangan terdiri dari 4 jenis kelompok sumbu sebagai berikut:

- Sumbu tunggal roda tunggal (STRT).
- Sumbu tunggal roda ganda (STRG).
- Sumbu tandem roda ganda (STdRG).
- Sumbu tridem roda ganda (STrRG).

### Faktor Ekuivalen Beban (Vehicle Damage Factor)

Saat merencanakan permukaan jalan, beban lalu lintas diubah menjadi beban standar (ESA) dengan menggunakan Faktor Ekuivalen Beban (Vehicle Damage Factor). Analisis struktur perkerasan didasarkan pada akumulasi jumlah ESA di jalur desain sepanjang desain. Perencanaan yang akurat juga membutuhkan perhitungan beban lalu lintas yang akurat. Studi atau studi beban gandar yang direncanakan dan dilakukan dengan baik adalah dasar dari perhitungan ESA yang andal. Oleh karena itu, jika memungkinkan, pengukuran berat gardan harus dilakukan.

Ketentuan pengumpulan data beban gandar dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3. 2 Pengumpulan Data Beban Gandar

Spesifikasi Penyediaan Prasarana Jalan	Sumber Data Beban Gandar*
Jalan Bebas Hambatan*	1 atau 2
Jalan Raya	1 atau 2 atau 3
Jalan Sedang	2 atau 3
Jalan Kecil	2 atau 3

Permen PU No.19/PRT/M/2011



Tabel 3. 3 Nilai VDF Masing – masing Jenis Kendaraan Niaga

Jenis kendaraan	Sumatera				Jawa				Kalimantan				Sulawesi				Bali, Nusa Tenggara, Maluku dan Papua			
	Beban aktual		Normal		Beban aktual		Normal		Beban aktual		Normal		Beban aktual		Normal		Beban aktual		Normal	
	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5
5B	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
6A	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5
6B	4,5	7,4	3,4	4,6	5,3	9,2	4,0	5,1	4,8	8,5	3,4	4,7	4,9	9,0	2,9	4,0	3,0	4,0	2,5	3,0
7A1	10,1	18,4	5,4	7,4	8,2	14,4	4,7	6,4	9,9	18,3	4,1	5,3	7,2	11,4	4,9	6,7	-	-	-	-
7A2	10,5	20,0	4,3	5,6	10,2	19,0	4,3	5,6	9,6	17,7	4,2	5,4	9,4	19,1	3,8	4,8	4,9	9,7	3,9	6,0
7B1	-	-	-	-	11,8	18,2	9,4	13,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7B2	-	-	-	-	13,7	21,8	12,6	17,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7C1	15,9	29,5	7,0	9,6	11,0	19,8	7,4	9,7	11,7	20,4	7,0	10,2	13,2	25,5	6,5	8,8	8,0	11,9	6,5	8,8
7C2A	19,8	39,0	6,1	8,1	17,7	33,0	7,6	10,2	8,2	14,7	4,0	5,2	20,2	42,0	6,6	8,5	-	-	-	-
7C2B	20,7	42,8	6,1	8,0	13,4	24,2	6,5	8,5	-	-	-	-	17,0	28,8	9,3	13,5	-	-	-	-
7C3	24,5	51,7	6,4	8,0	18,1	34,4	6,1	7,7	13,5	22,9	9,8	15,0	28,7	59,6	6,9	8,8	-	-	-	-

Tabel 3. 4 Nilai VDF Masing – Masing Jenis Kendaraan Niaga Berdasarkan Jenis Kendaraan dan Muatan

Jenis Kendaraan	Klasifikasi Lama	Alternatif	Uraian	Konfigurasi sumbu	Muatan <sup>2</sup> yang diangkut	Kelompok sumbu	Distribusi tipikal (%)		Faktor Ekuivalen Beban (VDF) (ESA / kendaraan)	
							Semua kendaraan bermotor	Semua kendaraan bermotor kecuali sepeda motor	VDF4 Pangkat 4	VDF5 Pangkat 5
KENDARAAN NIAGA	1	1	Sepeda motor	1.1	Muatan <sup>2</sup> yang diangkut	2	30,4			
	2, 3, 4	2, 3, 4	Sedan / Angkot / Pickup / Station wagon	1.1		2	51,7	74,3		
	5a	5a	Bus kecil	1.2		2	3,5	5,00	0,3	0,2
	5b	5b	Bus besar	1.2		2	0,1	0,20	1,0	1,0
	6a.1	6.1	Truk 2 sumbu – cargo ringan	1.1	muatan umum	2	4,6	6,60	0,3	0,2
	6a.2	6.2	Truk 2 sumbu – ringan	1.2	tanah, pasir, besi, semen	2			0,8	0,8
	6b1.1	7.1	Truk 2 sumbu – cargo sedang	1.2	muatan umum	2	-	-	0,7	0,7
	6b1.2	7.2	Truk 2 sumbu – sedang	1.2	tanah, pasir, besi, semen	2			1,6	1,7
	6b2.1	8.1	Truk 2 sumbu – berat	1.2	muatan umum	2	3,8	5,50	0,9	0,8
	6b2.2	8.2	Truk 2 sumbu – berat	1.2	tanah, pasir, besi, semen	2			7,3	11,2
	7a1	9.1	Truk 3 sumbu – ringan	1.22	muatan umum	2	3,9	5,60	7,6	11,2
	7a2	9.2	Truk 3 sumbu – sedang	1.1.2	tanah, pasir, besi, semen	2			28,1	64,4
	7a3	9.3	Truk 3 sumbu – berat	1.222		2	0,1	0,10	28,9	62,2
	7b	10	Truk 2 sumbu dan trailer penarik 2 sumbu	1.2-2.2		4	0,5	0,70	36,9	90,4
7c1	11	Truk 4 sumbu - trailer	1.2-22		3	0,3	0,50	13,6	24,0	
7c2.1	12	Truk 5 sumbu - trailer	1.2-22		3	0,7	1,00	19,0	33,2	
7c2.2	13	Truk 5 sumbu - trailer	1.2-222		3			30,3	69,7	
7c3	14	Truk 6 sumbu - trailer	1.22-222		3	0,3	0,50	41,6	93,7	

Catatan: Data didasarkan pada survei beban lalu lintas Arteri Pulau Jawa – 2011. Lihat survei WIM 2011 untuk informasi lebih lanjut.



### Beban Sumbu Standar Kumulatif

Beban gandar tunggal ekuivalen kumulatif atau Cumulative Equivalent Single Axle Load (CESAL) adalah jumlah kumulatif beban gandar lalu lintas nominal dari lajur yang direncanakan selama umur layanan yang direncanakan dan ditentukan sebagai berikut:

Memanfaatkan VDF setiap kendaraan niaga

$$ESATH-1 = (\sum LHR_{jk} \times VDF_{JK}) \times 365 \times DD \times DL \times R$$

Dimana :

- ESATH-1 : Kumulatif lintasan sumbu standar ekuivalen (equivalent standard axle) pada tahun pertama
- LHRJK : Lintas harian rata – rata tiap jenis kendaraan niaga (satuan kendaraan perhari)
- VDFJK : Faktor ekivalen Beban (Vehicle Damage Factor)
- DD : Faktor distribusi arah
- DL : Faktor distribusi lajur
- CESAL : Kumulatif beban gandar standar ekivalen selama umur layanan
- R : Faktor multiplikator pertumbuhan lalu lintas

Tabel 3.6 Tabel Distribusi Lajur

Jumlah Lajur Per arah	AASHTO (1993). Persen ESAL dalam lajur rencana (%)	Asphalt Institute (1991). Persen truk dalam lajur rencana (%)
1	100	100
2	80 - 100	90 (70 - 96)
3	60 - 80	80 (50 - 96)
4	50 - 75	80 (50 - 96)

Lebar perkerasan (Lp) (m)	Jumlah Jalur (ni)	Koefisien distribusi (Dd)	
		1 arah	2 arah
$L_p < 5.5$	1	1	1
$5.5 \leq L_p < 8.25$	2	0.7	0.5
$8.25 \leq L_p < 11.25$	3	0.5	0.475
$11.25 \leq L_p < 15.00$	4	0	0.45
$15.00 \leq L_p < 18.75$	5	0	0.425
$18.75 \leq L_p < 22.00$	6	0	0.4

Dari data diatas dipakai data maksimum dan tabel untuk menentukan nilai klasifikasi kendaraan menurut perencanaan perkerasan beton semen Pd-T-14-2003.



Tabel 3. 8 Tabel Analisa Survey Lalulintas Ciomas – Mandalawangi

Jenis Kendaraan	Konfigurasi beban sumbu (Ton)				Jml. Kendaraan (Bh)	Jumlah Sumbu Kend (Bh)	Jml. Sumbu (Bh)	STRT		STRG	
	RD	RB	RGD	RGB				BS (Ton)	JS (Bh)	BS (Ton)	JS (Bh)
(1)	(2)				(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
Mobil Penumpang	1	1			2467	0	0	0	0		
Bus	3	5			377	2	754	3	377	5	377
Truk 2 As Kecil	2	4			660	2	1320	2	660		
Truk 2 As Besar	5	8			132	2	264	5	132	8	132
Truk 3 As	6	14			6	2	12	6	6		
Truk Gandengan	6	14	5	5	0	4	0	6	0		
								5	0		
								5	0		
<b>Total</b>							<b>2350</b>		<b>1835</b>		<b>509</b>

Sumber : Hasil Analisa

### Hasil Analisa Perhitungan ESAL

Tabel 3. 9 Hasil Analisa ESAL 12 Jam Siang Tanggal 12 September 2019 Ruas Jalan Ciomas – Mandalawangi

Tipe kendaraan	Golongan	Lalu lintas sekarang	Faktor Ekuivalensi	(ESAL) <sub>0</sub>
Sepeda Motor	1	3400	0	0
Sedan/Angkot/Pickup/Station Wagon	2,3,4	1249	0.0008	0.9992
Bus Kecil	5a	172	0.2174	37.3928
Bus Besar	5b	19	0.3006	5.7114
truck ringan 2 sumbu	6a	342	2.4159	826.2378
Truck sedang 2 sumbu	6b	64	2.4159	154.6176
Truck 3 Sumbu	7a	3	2.7416	8.2248
Truck Gandeng	7b	0	3.9083	0
Truck semi trailer	7c	0	4.171	0
Jumlah				1033.184

Sumber : Hasil Analisa

Tabel 3. 10 Hasil Analisa ESAL 12 Jam Malam Tanggal 12 September 2019 Ruas Jalan Ciomas – Mandalawangi

Tipe kendaraan	Golongan	Lalu lintas sekarang	Faktor Ekuivalensi	(ESAL) <sub>0</sub>
Sepeda Motor	1	2928	0	0
Sedan/Angkot/Pickup/Station Wagon	2,3,4	1218	0.0008	0.9744
Bus Kecil	5a	168	0.2174	36.5232
Bus Besar	5b	18	0.3006	5.4108
truck ringna 2 sumbu	6a	318	2.4159	768.2562
Truck sedang 2 sumbu	6b	68	2.4159	164.2812
Truck 3 Sumbu	7a	3	2.7416	8.2248
Truck Gandeng	7b	0	3.9083	0
Truck semi trailer	7c	0	4.171	0
Jumlah				983.6706

Sumber : Hasil Analisa



Tabel 3. 11 Hasil Analisa ESAL 12 Jam Siang Tanggal 13 September 2019 Ruas Jalan Ciomas – Mandalawangi

Tipe kendaraan	Golongan	Lalu lintas sekarang	Faktor Ekuivalensi	(ESAL) <sub>0</sub>
Sepeda Motor	1	3418	0	0
Sedan/Angkot/Pickup/Station Wagon	2,3,4	1248	0.0008	0.9984
Bus Kecil	5a	175	0.2174	38.045
Bus Besar	5b	22	0.3006	6.6132
truck ringna 2 sumbu	6a	338	2.4159	816.5742
Truck sedang 2 sumbu	6b	68	2.4159	164.2812
Truck 3 Sumbu	7a	4	2.7416	10.9664
Truck Gandeng	7b	0	3.9083	0
Truck semi trailer	7c	0	4.171	0
Jumlah				1037.478

Sumber : Hasil Analisa

Tabel 3. 12 Hasil Analisa ESAL 12 Jam Malam Tanggal 13 September 2019 Ruas Jalan Ciomas – Mandalawangi

Tipe kendaraan	Golongan	Lalu lintas sekarang	Faktor Ekuivalensi	(ESAL) <sub>0</sub>
Sepeda Motor	1	2792	0	0
Sedan/Angkot/Pickup/Station Wagon	2,3,4	1216	0.0008	0.9728
Bus Kecil	5a	167	0.2174	36.3058
Bus Besar	5b	18	0.3006	5.4108
truck ringna 2 sumbu	6a	318	2.4159	768.2562
Truck sedang 2 sumbu	6b	68	2.4159	164.2812
Truck 3 Sumbu	7a	3	2.7416	8.2248
Truck Gandeng	7b	0	3.9083	0
Truck semi trailer	7c	0	4.171	0
Jumlah				983.4516

Sumber : Hasil Analisa

Tabel 3. 13 Hasil Analisa ESAL 12 Jam Siang Tanggal 14 September 2019 Ruas Jalan Ciomas – Mandalawangi

Tipe kendaraan	Golongan	Lalu lintas sekarang	Faktor Ekuivalensi	(ESAL) <sub>0</sub>
Sepeda Motor	1	3356	0	0
Sedan/Angkot/Pickup/Station Wagon	2,3,4	1261	0.0008	1.0088
Bus Kecil	5a	164	0.2174	35.6536
Bus Besar	5b	20	0.3006	6.012
truck ringna 2 sumbu	6a	337	2.4159	814.1583
Truck sedang 2 sumbu	6b	63	2.4159	152.2017
Truck 3 Sumbu	7a	4	2.7416	10.9664
Truck Gandeng	7b	0	3.9083	0
Truck semi trailer	7c	0	4.171	0
Jumlah				1020.001

Sumber : Hasil Analisa



Tabel 3. 14 Hasil Analisa ESAL 12 Jam Malam Tanggal 14 September 2019  
Ruas Jalan Ciomas – Mandalawangi

Tipe kendaraan	Golongan	Lalu lintas sekarang	Faktor Ekuivalensi	(ESAL) <sub>0</sub>
Sepeda Motor	1	2929	0	0
Sedan/Angkot/Pickup/Station Wagon	2,3,4	1217	0.0008	0.9736
Bus Kecil	5a	172	0.2174	37.3928
Bus Besar	5b	20	0.3006	6.012
truck ringna 2 sumbu	6a	318	2.4159	768.2562
Truck sedang 2 sumbu	6b	68	2.4159	164.2812
Truck 3 Sumbu	7a	3	2.7416	8.2248
Truck Gandeng	7b	0	3.9083	0
Truck semi trailer	7c	0	4.171	0
Jumlah				985.1406

Sumber : Hasil Analisa

Dari tabel perhitungan diatas digunakan maka diketahui sebagai berikut :

$$ESAL_0 \text{ (Harian)} = 2016.854$$

$$ESAL_0 \text{ (Tahunan)} = 2016.854 \times 365 = 736151.7$$

$$\text{Umur rencana (n)} = 15 \text{ Tahun}$$

$$\text{Pertumbuhan Lalulintas (i)} = 4.251 \%$$

$$\text{Faktro Distribusi Lalulintas (Dd)} = 0.5$$

$$\text{Faktor Distribusi Lajur (DL)} = 1$$

Maka :

$$ESAL_n = ESAL_0 \cdot \frac{1 + i^n}{i} \cdot Dd \cdot DL$$

$$ESAL_n = 736151,7 \frac{1 + 0.00425^{15}}{0.00425} \cdot 0,5 \cdot 1$$
$$ESAL_n = 7509182$$



Tabel 3. 15 Hasil Analisa ESAL Periode Umur Ruas Jalan Ciomas –  
Mandalawangi

No.	ESAL <sub>0</sub>	Tahun	tahun Ke n	Pertumbuhan Lalu Lintas (%)	Faktro Distribusi Lalulintas (Dd)	Faktor Distribusi Lajur (DL)	ESAL <sub>n</sub>
1	736151.7	2019	1	4.251	0.5	1	368075.9
2	736151.7	2020	2	4.251	0.5	1	751798.6
3	736151.7	2021	3	4.251	0.5	1	1151833
4	736151.7	2022	4	4.251	0.5	1	1568874
5	736151.7	2023	5	4.251	0.5	1	2003642
6	736151.7	2024	6	4.251	0.5	1	2456893
7	736151.7	2025	7	4.251	0.5	1	2929411
8	736151.7	2026	8	4.251	0.5	1	3422017
9	736151.7	2027	9	4.251	0.5	1	3935562
10	736151.7	2028	10	4.251	0.5	1	4470939
11	736151.7	2029	11	4.251	0.5	1	5029074
12	736151.7	2030	12	4.251	0.5	1	5610936
13	736151.7	2031	13	4.251	0.5	1	6217533
14	736151.7	2032	14	4.251	0.5	1	6849916
15	736151.7	2033	15	4.251	0.5	1	7509182
16	736151.7	2034	16	4.251	0.5	1	8196473
17	736151.7	2035	17	4.251	0.5	1	8912981
18	736151.7	2036	18	4.251	0.5	1	9659948
19	736151.7	2037	19	4.251	0.5	1	10438668
20	736151.7	2038	20	4.251	0.5	1	11250492
21	736151.7	2039	21	4.251	0.5	1	12096826
22	736151.7	2040	22	4.251	0.5	1	12979138
23	736151.7	2041	23	4.251	0.5	1	13898957
24	736151.7	2042	24	4.251	0.5	1	14857877
25	736151.7	2043	25	4.251	0.5	1	15857561
26	736151.7	2044	26	4.251	0.5	1	16899742
27	736151.7	2045	27	4.251	0.5	1	17986226
28	736151.7	2046	28	4.251	0.5	1	19118896
29	736151.7	2047	29	4.251	0.5	1	20299717
30	736151.7	2048	30	4.251	0.5	1	21530733
31	736151.7	2049	31	4.251	0.5	1	22814081
32	736151.7	2050	32	4.251	0.5	1	24151983
33	736151.7	2051	33	4.251	0.5	1	25546760
34	736151.7	2052	34	4.251	0.5	1	27000828
35	736151.7	2053	35	4.251	0.5	1	28516709
36	736151.7	2054	36	4.251	0.5	1	30097031
37	736151.7	2055	37	4.251	0.5	1	31744531
38	736151.7	2056	38	4.251	0.5	1	33462067
39	736151.7	2057	39	4.251	0.5	1	35252615
40	736151.7	2058	40	4.251	0.5	1	37119280

Sumber : Hasil Analisa

#### Penilaian CBR Tanah Dasar

Dari BAB V Analisa Geoteknik telah dilaksanakan pengetestan CBR dengan menggunakan metode DCP (Dynamic Cone Penetration) dengan hasil sebagai berikut

:



Tabel 5. 1 Tabel Analisa CBR Segmen / CBR Desain

NO	STA	CBR- LAPANGAN	CBR TERKOREKSI IKLIM (0,7)	CBR RATA - RATA	STANDAR DEVIASI (SD)	CBR DESAIN = CBR RATA RATA - 1,3 SD	FAKTOR KESERAGAMAN
1	0+00	11.14	7.80	8.41	1.44	7	17.52
2	1+000	11.66	8.16	8.41	1.44	7	17.52
3	2+000	11.13	7.79	8.41	1.44	7	17.52
4	3+200	11.82	8.27	8.41	1.44	7	17.52
5	4+600	10.72	7.50	8.41	1.44	7	17.52
6	5+000	11.88	8.32	8.41	1.44	7	17.52
7	6+400	11.56	8.09	8.41	1.44	7	17.52
8	7+800	12.62	8.83	8.41	1.44	7	17.52
9	8+200	10.72	7.50	8.41	1.44	7	17.52
10	9+600	12.56	8.79	8.41	1.44	7	17.52
11	10+000	12.10	8.47	8.41	1.44	7	17.52
12	11+400	12.76	8.93	8.41	1.44	7	17.52
13	12+00	11.94	8.36	8.41	1.44	7	17.52
14	13+00	12.76	8.93	8.41	1.44	7	17.52
15	14+00	12.93	9.05	8.41	1.44	7	17.52
16	14+100	13.89	9.72	8.41	1.44	7	17.52
			134.53				

Sumber: Hasil Analisa

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa:

CBR Rata – Rata = 8.41 %

CBR Desain = 7.00 %

Dari informasi diatas, nilai CBR terendah digunakan sebagai acuan perencanaan perkerasan lentur. Di sini ditentukan bahwa nilai CBR minimum yang akan digunakan dalam desain adalah 7,5%.



## Perhitungan Tulangan Perkerasan Jalan Lentur

NAMA RUAS JALAN	:	CIOMAS - MANDALAWANGI
NO. LINK	:	1
PANJANG JALAN TOTAL	:	14 km
STASION	:	1 / 0.05
KABUPATEN	:	SERANG
NAMA WILAYAH BPJ	:	PROVINSI BANTEN
PROGRAM	:	PENINGKATAN JALAN
TGL/BLN/TAHUN	:	14 MARET 2019

### PERHITUNGAN TEBAL PERKERASAN LENTUR

#### A. PARAMETER DESAIN

- Umur Rencana (n) : 20 tahun  
 - Fungsi jalan : Kolektor  
 - Status jalan : Provinsi
- CBR tanah dasar / existing : 7.0 %
- Data lalu lintas tahun 2019

Jenis Kendaraan			Jumlah Kendaraan	Pertumbuhan Lalu lintas (i) (%)
- Kendaraan Ringan	2.0	ton	2,059	5
- Pic-up, Combi	4.0	ton	20	5
- Truck 2 as (L)	8.3	ton	318	5
- Bus kecil	9.0	ton	46	5
- Bus Besar	13.2	ton	18	5
- Truck 2 as (H)	18.2	ton	176	5
- Truk 3 as	25.0	ton	132	5
- Truk 4 as	31.4	ton	-	5
- Trailer 1.2 - 2	26.2	ton	-	5
- Trailer 1.2 - 22	42.0	ton	-	5

- Jalan dibuka atau difungsikan pada tahun 2020  
 Waktu untuk perhitungan awal umur rencana k = 2,020 - 2,019 = 1.00

#### 5. Jalur & Koefisien distribusi kendaraan (C)

- Lebar perkerasan jalan : 7.00 m
- Jumlah arah/jalur : 2.00
- Jumlah lajur : 2.00
- Koefisien distribusi (C), kendaraan ringan : 0.50
- Koefisien distribusi (C), kendaraan berat : 0.50

#### 6. Faktor Regional (FR)

- Kelandaian : 6 - 10%
  - % kendaraan berat : 25%
  - Iklim / curah hujan : > 900 mm/thn
- } FR = 2.50

#### B. PERHITUNGAN LALU LINTAS HARIAN RATA-RATA PADA AWAL UMUR RENCANA (LHRp)

- Kendaraan ringan	2.0 ton	=	2,059.00 x (1+i) <sup>k</sup>	=	2,162.00 kendaraan
- Pic-up, Combi	4.0 ton	=	20.00 x (1+i) <sup>k</sup>	=	21.00 kendaraan
- Truck 2 as (L), Micro truck	8.3 ton	=	318.00 x (1+i) <sup>k</sup>	=	334.00 kendaraan
- Bus kecil	9.0 ton	=	46.00 x (1+i) <sup>k</sup>	=	48.00 kendaraan
- Bus Besar	13.2 ton	=	18.00 x (1+i) <sup>k</sup>	=	19.00 kendaraan
- Truck 2 as (H)	18.2 ton	=	176.00 x (1+i) <sup>k</sup>	=	185.00 kendaraan
- Truk 3 as	25.0 ton	=	132.00 x (1+i) <sup>k</sup>	=	139.00 kendaraan
- Truk 4 as	31.4 ton	=	0.00 x (1+i) <sup>k</sup>	=	- kendaraan
- Trailer 1.2 - 2	26.2 ton	=	0.00 x (1+i) <sup>k</sup>	=	- kendaraan
- Trailer 1.2 - 22	42.0 ton	=	0.00 x (1+i) <sup>k</sup>	=	- kendaraan
LHRp (kendaraan / hari / 2 jalur)				=	2,908.00 kendaraan



C. PERHITUNGAN LALU LINTAS HARIAN RATA-RATA PADA AKHIR UMUR RENCANA ( LHRa )

- Kendaraan ringan	2.0 ton	=	2,162.00 x (1+i) <sup>n</sup>	=	5,736.00 kendaraan
- Pic-up, Combi	4.0 ton	=	21.00 x (1+i) <sup>n</sup>	=	56.00 kendaraan
- Truck 2 as (L), Micro truck	8.3 ton	=	334.00 x (1+i) <sup>n</sup>	=	886.00 kendaraan
- Bus kecil	9.0 ton	=	48.00 x (1+i) <sup>n</sup>	=	127.00 kendaraan
- Bus Besar	13.2 ton	=	19.00 x (1+i) <sup>n</sup>	=	50.00 kendaraan
- Truck 2 as (H)	18.2 ton	=	185.00 x (1+i) <sup>n</sup>	=	491.00 kendaraan
- Truk 3 as	25.0 ton	=	139.00 x (1+i) <sup>n</sup>	=	369.00 kendaraan
- Truk 4 as	31.4 ton	=	0.00 x (1+i) <sup>n</sup>	=	- kendaraan
- Trailer 1.2 - 2	26.2 ton	=	0.00 x (1+i) <sup>n</sup>	=	- kendaraan
- Trailer 1.2 - 22	42.0 ton	=	0.00 x (1+i) <sup>n</sup>	=	- kendaraan
LHRa <sub>n</sub> ( kendaraan / hari / 2 jalur )					= 7,715.00 kendaraan

D. ANGKA EKIVALEN BEBAN SUMBU KENDARAAN ( E )

Jenis Kendaraan	Berat Maksimal	Satuan	Roda		Nilai E
			Depan	Belakang	
- Kendaraan ringan	2.0	ton	0.0002	0.0002	0.0004
- Pic-up, Combi	4.0	ton	0.0007	0.0110	0.0117
- Truck 2 as (L), Micro truck	8.3	ton	0.0143	0.2031	0.2174
- Bus kecil	9.0	ton	0.0197	0.2808	0.3005
- Bus Besar	13.2	ton	0.0915	1.2993	1.3908
- Truck 2 as (H)	18.2	ton	0.3307	4.6957	5.0264
- Truk 3 as	25.0	ton	0.3441	2.3975	2.7416
- Truk 4 as ( truck gandeng)	31.4	ton	0.2301	4.6982	4.9283
- Trailer 1.2 - 2	26.2	ton	0.1115	6.0064	6.1179
- Trailer 1.2 - 22	42.0	ton	0.7367	9.4462	10.1829

E. PERHITUNGAN LINTAS EKIVALEN PERMULAAN ( LEP )

=	C	x	LHRp	x	E	=	
- Kendaraan ringan	2.0 ton	=	0.50 x	2,162.00 x	0.0004	=	0.43
- Pic-up, Combi	4.0 ton	=	0.50 x	21.00 x	0.0117	=	0.12
- Truck 2 as (L), Micro truck	8.3 ton	=	0.50 x	334.00 x	0.2174	=	36.31
- Bus kecil	9.0 ton	=	0.50 x	48.00 x	0.3005	=	7.21
- Bus Besar	13.2 ton	=	0.50 x	19.00 x	1.3908	=	13.21
- Truck 2 as (H)	18.2 ton	=	0.50 x	185.00 x	5.0264	=	464.94
- Truk 3 as	25.0 ton	=	0.50 x	139.00 x	2.7416	=	190.54
- Truk 4 as ( truck gandeng)	31.4 ton	=	0.50 x	0.00 x	4.9283	=	0.00
- Trailer 1.2 - 2	26.2 ton	=	0.50 x	0.00 x	6.1179	=	0.00
- Trailer 1.2 - 22	42.0 ton	=	0.50 x	0.00 x	10.1829	=	0.00
LEP						=	712.77

F. PERHITUNGAN LINTAS EKIVALEN AKHIR ( LEA<sub>n</sub> )

=	C	x	LHRa <sub>n</sub>	x	E	=	
- Kendaraan ringan	2.0 ton	=	0.50 x	5,736.000 x	0.0004	=	1.15
- Pic-up, Combi	4.0 ton	=	0.50 x	56.000 x	0.0117	=	0.33
- Truck 2 as (L), Micro truck	8.3 ton	=	0.50 x	886.000 x	0.2174	=	96.31
- Bus kecil	9.0 ton	=	0.50 x	127.000 x	0.3005	=	19.08
- Bus Besar	13.2 ton	=	0.50 x	50.000 x	1.3908	=	34.77
- Truck 2 as (H)	18.2 ton	=	0.50 x	491.000 x	5.0264	=	1,233.98
- Truk 3 as	25.0 ton	=	0.50 x	369.000 x	2.7416	=	505.83
- Truk 4 as ( truck gandeng)	31.4 ton	=	0.50 x	0.000 x	4.9283	=	0.00
- Trailer 1.2 - 2	26.2 ton	=	0.50 x	0.000 x	6.1179	=	0.00
- Trailer 1.2 - 22	42.0 ton	=	0.50 x	0.000 x	10.1829	=	0.00
LEA <sub>n</sub>						=	1,891.45

G. PERHITUNGAN LINTAS EKIVALEN TENGAH ( LET )

$$- LET_{10} = 1/2 (LEP + LEA_n) = 1/2 ( 712.7730 + 1,891.4522 ) = 1,302.11$$

H. PERHITUNGAN LINTAS EKIVALEN RENCANA ( LER )

$$- LER_n = LET_n \times UR / 20 = 1,302.1126 \times 1.00 = 1,302$$



I. INDEKS TEBAL PERKERASAN YANG DIPERLUKAN ( ITP<sub>0</sub> )

Tanah Dasar :			
- CBR =	7.00	}	ITP <sub>n</sub> = <b>9.38</b>
- DDT =	5.33		
- IPo =	4.20		
- IPT =	2.50		
- FR =	2.50		
- LER <sub>n</sub> =	1,302.11		

J. INDEKS TEBAL PERKERASAN JALAN EXISTING ( ITP<sub>Existing</sub> )

- Koefisien kekuatan relatif :

	MS = Marshal Stability		
* Lapis Perkerasan dengan aspal (HOTMIX)	MS = 900 kg	$a_1 = 0.0285 \cdot (MS_{hotmix} / 0.454)^{0.35}$	= 0.40
* Lapis Perkerasan Penetrasi	MS = 850 kg	$a_2 = 0.0285 \cdot (MS_{pen} / 0.454)^{0.35}$	= 0.39
* Lapis Pondasi Agregat	CBR = 80 %	$a_3 = 0.007276 + 0.029559 \cdot \ln(CBR_{agr})$	= 0.13
* Lapis Pondasi Batubelah	CBR = 100 %	$a_4 = 0.007276 + 0.029559 \cdot \ln(CBR_{bat})$	= 0.14
* Urugan Tana Pilihan	CBR = 15 %	$a_5 = 0.007276 + 0.029559 \cdot \ln(CBR_{tan})$	= 0.08

Nomor	Jenis Lapisan Konstruksi	D <sub>n</sub> (cm)	a' <sub>n</sub>	a' <sub>n</sub> · D' <sub>n</sub>
1	Lapisan Perkerasan Hotmix	5	0.41	2.030
2	Lapisan Perkerasan Penetrasi	5	0.40	1.990
3	Lapis Pondasi Agregat	5	0.14	0.685
4	Lapis Pondasi Batubelah	5	0.14	0.715
a' <sub>2</sub> · D' <sub>2</sub> = ITP <sub>Existing</sub>				5.42

K. SISA INDEKS TEBAL PERKERASAN ( Δ ITP )

$$\Delta ITP = ITP_n - ITP_{Existing} = 3.96$$

L. TEBAL LAPIS ULANG HOTMIX PADA JALAN EXISTING

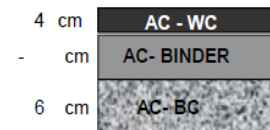
$$ITP_{10} = a_1 \cdot D_1 + a'_2 \cdot D'_2$$

$$9.380 = a_1 \cdot D_1 + a'_2 \cdot D'_2$$

$$3.960 = 0.406 \cdot D_1$$

$$D_1 = 9.75 \text{ cm}$$

Kombinasi hotmix	Tebal
Atas AC - WC	= 4 cm
Tengah AC - Binder	= - cm
Bawah AC - BC	= 6 cm
D <sub>1</sub> = 10 cm	



M. TEBAL PERKERASAN PADA DAERAH PELEBARAN JALAN

Umur Rencana 10 Tahun

$$D_1 = \text{Hotmix} = 10 \text{ cm}$$

$$D_4 = \text{Urugan Tanah Pilihan} = - \text{ cm}$$

$$a_1 \cdot D_1 = 3.96$$

$$a_3 \cdot D_3 = -$$

$$a_1 \cdot D_1 + a_3 \cdot D_3 = 3.96$$

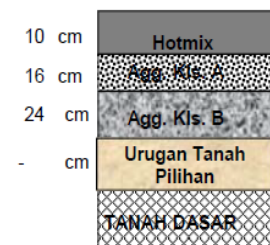
$$ITP_{10} = a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3$$

$$9.380 = a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3$$

$$5.42 = 0.14 \cdot D_2$$

$$D_2 = 40.00 \text{ cm}$$

Kombinasi Pondasi Agregat		Tebal
Atas	Agregat Kelas A	= 16 cm
Bawah	Agregat Kelas B	= 24 cm
		D <sub>2</sub> = 40 cm



## 5. KESIMPULAN

Penelitian yang dilakukan pada pekerjaan pelebaran perkerasan jalan Ciomas - Mandalawangi, maka dapat disimpulkan :

1. Hasil analisis perhitungan ruas jalan Ciomas - Mandawangi dengan panjang 14 km dengan  $ESAL_n = 7509182$  dan nilai CBR tanah dasar rata-rata 7%. Perhitungan dilakukan dengan mengikuti peraturan yang menjadi acuan.
2. Hasil perhitungan perkerasan lentur dengan metode Pt-T-01-2002-B/AASTHO 1993 diperoleh tebal lapis permukaan Laston adalah AC-WC 4 cm, AC-BC 6 cm, tebal Lapis Pondasi Atas (Agregat) kelas A dengan CBR 100% adalah 16 cm, Lapis pondasi bawah (sirtu) kelas B dengan CBR 50% adalah 24 cm dengan umur rencana 20 tahun.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anisarida, A. A., Hafudiansyah, E., & Kurniawan, E. (2020). Perencanaan Tebal Perkerasan Ruas Jalan A Di Kabupaten Lebak. *Jurnal Teknik Sipil Cendekia (JTSC)*, 1(1), 1-14.
- Anisarida, A. A., Prabowo, S., & Seran, E. N. B. (2023). METODE MEKANISTIK-EMPIRIS UNTUK MENGEVALUASI TEBAL PERKERASAN LENTUR MENGGUNAKAN PROGRAM (STUDI KASUS: JALAN CIBADAK-CIKIDANG-PELABUHAN RATU). *JURNAL TEKNIK SIPIL CENDEKIA (JTSC)*, 4(1), 554-569.
- Bina Marga. Spesifikasi Umum 2010. Direktorat Jendral Bina Marga. Departemen Pekerjaan Umum
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (1990). Tata Cara Pelaksanaan Survei Lalu Lintas No 01/T/BNKT/1990. Jakarta, Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (1990). Tata Cara Inventarisasi Jalan dan Jembatan Kota No. 16/T/BNKT/1990. Jakarta, Pemerintah Republik Indonesia.
- Departemen Pekerjaan Umum. (2006). Perencanaan Sistem Drainase Jalan. Jakarta, Pemerintah Republik Indonesia
- Hamdani, D., & Anisarida, A. A. (2020). Identifikasi Kapasitas Ruas Jalan Letjen Ibrahim Adjie Sta. 3+ 100 Di Perlintasan Sebidang Kereta Api Kota Tasikmalaya. *Jurnal Teknik Sipil Cendekia (JTSC)*, 1(1), 45-57.
- Hafudiansyah, E., Musyafa, F., & Sekaryadi, Y. (2023). ANALISA KONDISI FUNGSIONAL JALAN DENGAN METODE SURVEI VISUAL, PSI DAN RCI SERTA ANALISA SISA UMUR LAYAN JALAN PADA RUAS JALAN SINDANGLAYA KOTA BANDUNG. *JURNAL TEKNIK SIPIL CENDEKIA (JTSC)*, 4(1), 397-410.
- Hernawan, H., & Anisarida, A. A. (2022). ANALISIS FAKTOR PENYEBAB KECELAKAAN RUAS JALAN LIMBANGAN MALANGBONG KABUPATEN GARUT. *JURNAL TEKNIK SIPIL CENDEKIA (JTSC)*, 3(2), 353-358.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2002). Pedoman Desain Perkerasan Lentur Pd T 2002-B. Jakarta, Pemerintah Republik Indonesia.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2004). Undang Undang Nomor 38 Tahun 2004



- Tentang Jalan. Jakarta, Pemerintah Republik Indonesia.  
Pemerintah Republik Indonesia. (2006). Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006  
Tentang Jalan. Jakarta, Pemerintah Republik Indonesia.  
Pemerintah Republik Indonesia. (2007). Undang Undang Nomor 26 Tahun 2007  
Tentang Penataan Ruang. Jakarta, Pemerintah Republik Indonesia.  
Pemerintah Republik Indonesia. (2009). Undang Undang Nomor 22 Tahun 2009  
Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan. Jakarta, Pemerintah Republik  
Indonesia  
Rusmayadi, D., & Anisarida, A. A. (2021). ANALISIS KINERJA JALAN  
MOHAMMAD TOHA DENGAN ATAU TANPA MARKA  
JALAN. *JURNAL TEKNIK SIPIL CENDEKIA (JTSC)*, 2(1), 152-181.  
Sukirman, S. (2010). Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur. In *Journal of  
Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9).  
Spesifikasi Umum Bina. (2018). Spesifikasi Umum 2018. Edaran Dirjen Bina Marga  
Nomor 02/SE/Db/2018, September