

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu ini menjadi salah satu acuan penulis dalam melakukan penelitian sehingga penulis dapat memperkaya teori yang digunakan dalam mengkaji penelitian sebagai referensi dalam memperkaya bahan kajian pada penelitian ini. Berikut beberapa jurnal terkait dengan penelitian yang dilakukan penulis.

Pada penelitian dengan judul *perbandingan analisis tebal perkerasan lentur antara metode indonesia pt t-01-2002-b dan bina marga menggunakan finite element analysis*. Penelitian ini bertujuan untuk akan dilakukan perbandingan perencanaan tebal perkerasan lentur antara metode Pt T-01-2002-B dan metode Bina Marga. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode metode Pt T-01-2002-B dan metode Bina Marga. Hasil dari penelitian ini Berdasarkan hasil tegangan yang diperoleh pada kedua metode perencanaan menggunakan permodelan FEA dapat disimpulkan bahwa secara keseluruhan perencanaan menggunakan metode Pt T-01-2002-B dinilai lebih konservatif dibanding metode Bina Marga 2017. Namun pada kondisi khusus dimana tanah dengan nilai CBR di bawah 2.5% perencanaan menggunakan metode Bina Marga 2017 dinilai lebih konservatif dibandingkan metode Pt T-01-2002-B. (Yasin & Prakoso, 2023)

Pada penelitian dengan judul *Analisis Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Dengan Menggunakan Metode Analisa Komponen Bina Marga Dan Rencana Anggaran Biaya Konstruksinya Pada Ruas Jalan Banjaran – Balamoa*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tebal perkerasan lentur jalan. Penelitian ini menggunakan metode bina marga . Hasil dari penelitian ini Dari hasil perhitungan dan pembahasan secara keseluruhan untuk perencanaan tebal perkerasan jalan ini menggunakan Laston MS 744 kg dengan tebal minimum 5 cm untuk lapis permukaan, Laston Atas MS 590 kg dengan tebal 10 cm untuk lapis pondasi atas dan *Sirtu/Pitrun* Kelas B

dengan tebal diperoleh 5 cm untuk lapis pondasi bawah. (Hermawan & Haris, 2021)

Pada penelitian dengan judul *perencanaan tebal perkerasan ruas jalan di kabupaten lebak*. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan perencanaan dengan menghitung tebal perkerasan lentur dengan menggunakan 2 pedoman. Penelitian ini menggunakan metode manual desain perkerasan jalan 2017. 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 7 cm, Lapis pondasi bawah (sirtu) kelas B dengan CBR 50% adalah 11 cm dengan umur rencana 20 tahun. (Anisarida & Hafudiansyah, 2020)

Pada penelitian dengan judul *Perencanaan tebal perkerasan lentur pada ruas jalan raya krikilan driyorejo*. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan tebal perkerasan lentur. Penelitian ini menggunakan metode manual desain perkerasan 2017. Hasil yang diperoleh dari perhitungankPerencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Krikilan Driyorejo dengan menggunakan metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 (MDP) menggunakan ketebalan 50 mm atau 5 cm dan untuk pondasi atas menggunakan lapis pondasi agregat kelas B dengan ketebalan 150 mm. (Adi, 2021)

Pada penelitian dengan judul *Perencanaan perkerasan lentur jalan raya dengan metode analisis komponen bina marga* . Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan tebal perkerasan lentur. Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode analisis komponen bina marga . Jumlah lalu lintas harian rata rata berdasarkan umur rencana 10 tahun pada ruas jalan banjarsari – cerme yaitu 29.418 kendaraan perhari, lapis permukaan 17,50 cm, AC-BC 10 cm, AC-WC 7,50 cm, CBR 100 % dengan tebal 35 cm, lapis pondasi bawah dengan tebal 45 cm (Nugroho et al., 2020).

B. Persyaratan Umum

Perkerasan jalan raya adalah struktur yang dibangun di atas tanah yang dirancang untuk menahan beban lalu lintas atau kendaraan dan untuk melindungi tanah dari perubahan cuaca.

Untuk mencapai tujuan di atas, perkerasan jalan harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- a. Memenuhi ketebalan total yang cukup dan tegangan yang diijinkan.
- b. Ini memiliki bentuk permukaan yang halus.
- c. Dapat mencegah deformasi atau reduksi permanen akibat beban roda.
- d. Tahan perubahan bentuk karena pengaruh kadar air. Perkerasan jalan haruslah memenuhi syarat-syarat tertentu :

- a. Syarat syarat kekuatan struktural

Konstruksi perkerasan jalan di pandang dari segi kemampuan memikul dan menyebarkan beban, haruslah memenuhi syarat-syarat :

- 1) Ketebalan yang cukup sehingga mampu menyebarkan beban atau muatan lalu lintas ke tanah dasar.
- 2) Kemampuan untuk memikul beban yang tanpa menimbulkan deformasi yang berarti.
- 3) Permukaan jalan mudah mengalirkan air sehingga air hujan yang jatuh di atasnya dapat langsung mengalir.

- b. Syarat syarat berlalulintas

Konstruksi jalan di tinjau dari kemanan dan kenyamanan pemakai jalan harus memenuhi syarat :

- 1) Permukaan cukup kaku sehingga tidak mudah berubah bentuk akibat beban yang bekerja di atasnya.
- 2) Permukaan yang rata, tidak bergelombang, tidak melendut, dan tidak berlubang.
- 3) Permukaan kesat, memberikan gesekan yang baik antara ban dan permukaan jalan sehingga tidak mudah selip saat bermanuver di atas jalan.

- 4) Permukaan tidak mengkilap dan tidak silau jika terkena sinar matahari sehingga tidak mengganggu jarak pandang pemakai jalan.

Untuk dapat memenuhi syarat-syarat yang telah di sebutkan di atas, perencanaan dan pelaksanaan jalan haruslah mencakup :

- a) Perkerasan tebal masing-masing lapisan perkerasan jalan dengan memperlihatkan daya dukung tanah dasar beban lalu lintas yang akan di pikulnya, keadaan lingkungan dan jenis lapisan yang dipilih, dapatlah di tentukan tebal masing-masing lapisan berdasarkan metode yang ada.

- b) Analisa campuran bahan

Dengan memperhatikan mutu dan jumlah bahan setempat yang tersedia di rencanakan suatu susunan campuran tertentu sehingga terpenuhi spesifikasinya dari jenis lapisan yang terpilih.

- c) Pengawasan

Perencanaan tebal perkerasan yang baik, susunan campuran yang memenuhi syarat, berjumlah cukup menjamin dihasilkannya lapisan perkerasan yang memenuhi apa yang di inginkan apabila tidak di lakukan pengawasan yang cermat mulai dari tahap awal penyiapan lokasi dan material sampai tahap pencampuran atau penghampaan dan akhirnya pada tahap pemadatan dan pemeliharaan. Di samping itu tidak dapat dilupakan sistem pemeliharaan yang terencana dan tepat selama umur pelayanan, termasuk didalamnya sistem drainase jalan tersebut.

Berdasarkan bahan pengikatnya kontruksi perkerasan jalan dapat di bedakan menjadi :

- a) Kontruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai baham pengikat. Lapisan perkerasanya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar. Umumnya

menggunakan bahan campuran beraspal sebagai lapis permukaan serta bahan berbutir sebagai lapisan bawahnya.

- b) Konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*) yaitu perkerasan yang menggunakan semen (*poland cement*) sebagai bahan pengikat. Pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakan di atas tanah dasar dengan atau tanpa lapisan pondasi bawah. Dan beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton.
- c) Kontruksi perkerasan komposit (*komposit pavement*), yaitu perkerasan kaku yang di kombinasikan dengan perkerasan lentur. Dapat berupa perkerasan lentur diatas perkerasan kaku atau sebaliknya.

C. Landasan Teori

1. Bahan atau Meterial Perkerasan

Bahan-bahan atau material yang digunakan pada perkerasan lentur yang digunakan oleh Bina Marga pada tahun memiliki fungsi tersendiri tergantung bagaimana penempatannya pada struktur. Bina Marga membagi bahan yang digunakan menjadi lapisan-lapisan sesuai dengan fungsi bahan tersebut. Lapisan permukaan biasanya terdiri dari road mix AC stabilitas rendah, AC Hot Mix (AMP) stabilitas tinggi dan aspal berpasir. Kerikil pasir, Cruse Stone Cement Treated Base, ATB, ATBL Lime Treated (campuran batu-kapur) sering digunakan untuk lapis pondasi atas. Pada saat yang sama, kerikil berpasir, pasir atau lempung berpasir digunakan untuk lapisan dasar yang lebih rendah. Dan semua bahan tersebut harus memenuhi persyaratan yang ditetapkan Bina Marga untuk setiap bahan yang digunakan sebagai lapisan pada perkerasan lentur. (Sukarman, 2003)

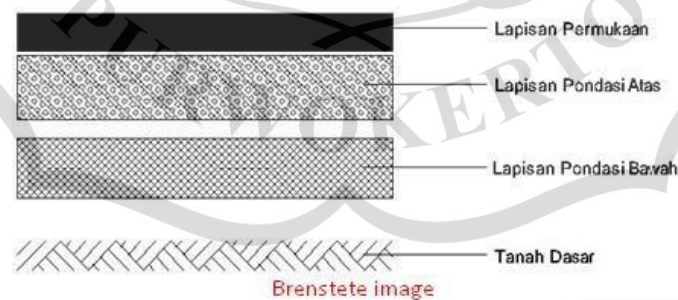
2. Pengertian Perkerasan Jalan Raya

Pengertian perkerasan jalan menurut Sukirman (2003) menjelaskan bahwa, perkerasan jalan merupakan lapisan perkerasan yang terletak diantara lapisan tanah dan roda kendaraan, yang berfungsi untuk memberikan pelayanan kepada sarana transportasi. Fungsi perkerasan adalah untuk memikul beban lalu lintas secara aman dan nyaman, serta sebelum umur rencananya tidak terjadi kerusakan yang berarti. Supaya perkerasan mempunyai daya dukung dan keawetan yang memadai, tetapi juga ekonomis, maka perkerasan jalan dibuat berlapis-lapis. Lapisan paling atas disebut juga sebagai lapis permukaan, merupakan lapisan yang paling baik mutunya. Di bawahnya terdapat lapisan fondasi, yang diletakan di atas tanah dasar yang telah dipadatkan. (Sukarman, 2003)

3. Elemen-Elemen Perkerasan Lentur Jalan Raya

Elemen-Elemen konturuksi perkerasan jalan raya dalam Bina Marga terdiri atas beberapa lapisan, yaitu :

- a. Lapisan permukaan (*Surface Course*)
- b. Lapisan pondasi atas (*Base course*)
- c. Lapisan pondasi bawah (*Sub Base Course*)
- d. Lapisan tanah dasar (*Sub Grade*)



Gambar 2.1 Gambar susunan elemen perkerasan lentur jalan

a. Lapisan permukaan (*Surface Course*)

Lapisan permukaan (*surface course*) adalah lapisan paling atas dari perkerasan lentur yang terletak diatas lapisan pondasi. Lapisan permukaan terdiri dari lapis aus (*wearing course*) dan lapis pengikat (*binder course*). Agar lapis aus tetap awet, kedap air, rata, dan mempunyai kekesatan, maka lapisan ini harus disusun dari campuran beraspal panas, bergradasi padat. Lapis pengikat, biasanya memiliki agregat yang lebih besar dengan kadar apal yang lebih sedikit. (Afriansyah, 2023)

b. Lapisan Pondasi Atas (*Base Course*)

Lapis pondasi (*base course*) merupakan lapisan yang dihamparkan dibawah lapis permukaan. Lapis pondasi terletak diatas lapis pondasi bawa, atau jika lapis pondasi bawah tidak digunakan, di atas tanah dasar. Material lapis pondasi terdiri dari agregat seperti batu pecah, sirtu, terak pecah (*crushed slag*) atau campuran material-material tersebut. (Afriansyah, 2023)

c. Lapisan Pondasi Bawah (*Sub Base Course*)

Lapis pondasi bawah (*subbase course*) maksud penggunaan lapis pondasi bawah adalah untuk membentuk lapisan perkerasan yang relatif cukup tebal (untuk penyebaran beban), tetapi dengan biaya yang lebih murah. Material lapis pondasi bawah (*sub base course*) adalah material yang kualitasnya lebih rendah dari lapis pondasi (*base course*) (kekuatan plastisitas dan gradasi), tetapi masih lebih tinggi kualitasnya dibandingkan tanah dasar. Dengan demikian , kualitas lapis pondasi bawah dapat sangat bervariasi, sejauh persyaratan tebal rancangan terpenuhi. (Afriansyah, 2023)

d. Lapisan Tanah Dasar (*Subgrade*)

Lapisan tanah setebal 50 – 100 cm dibawah lapisan pondasi bawah dinamakan lapisan tanah dasar. Lapisan tanah dasar berupa tanah asli yang dipadatkan jika tanah aslinya baik, tanah yang di datangkan dari tempat lain dan di padatkan atau tanah yang distabilisasi dengan kapur atau bahan lainnya. Pemadatan yang baik diperoleh jika dilakukan pada kadar air optimum dan diusahakan kadar air tersebut konstan selama umur rencana.

4. Tahap-Tahap Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur

Pada perencanaan ini perencanaan yang di pakai menggunakan metode Bina Marga tahun . Tahap-tahap perhitungan dalam menentukan tebal perkerasan lentur Bina Marga (Anonim, 2005).

a. Data Lalu Lintas

Data lalu lintas diperlukan untuk merencanakan tebal perkerasan dan memperkirakan perkembangan akan kenaikan lalu lintas harian rata rata per tahun sampai umur rencana 10 tahun.

b. Lintasan Harian Rata-Rata (LHR) dan Lintas Ekuivalen

LHR adalah lintas harian rata rata lalu lintas kendaraan bermotor empat roda atau lebih yang dicatat selama 24 jam atau pada waktu jam sibuk sehari untuk kedua jurusan. LHR setiap kendaraan ditentukan pada awal umur rencana (LHR_o), yang dihitung untuk kedua arah tanpa median atau masing masing arah pada jalan dengan median.

c. Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (I)

Jumlah kendaraan yang memakai jalan bertambah dari tahun ke tahun untuk itu perlu menentukan faktor pertumbuhan lalu lintas adalah perkembangan daerah, bertambahnya kesejah teraan masyarakat, naiknya kemampuan membeli kendaraan bermotor. Faktor pertumbuhan lalu lintas ditanyakan persen/tahun.

d. Batasan Waktu

Menentukan batasan waktu meliputi pemeliharaan lamanya

umur kerja dan umur rencana jalan (*Performance periode*) atau menggunakan konstruksi bertahap atau tidak. Umur kinerja jalan adalah masa pelayanan jalan dimana pada masa akhir pelayanan dibutuhkan rehabilitasi. Umur rencana adalah jumlah tahun dari saat dibuka untuk lalu lintas sampai diperlukan satu perbaikan yang bersifat struktural. umur rencana dapat sama atau lebih besar dari kinerja jalan.

e. Menentukan Reliabilitas (R)

Reliabilitas adalah nilai probabilitas dari kemungkinan tingkat pelayanan dipandang dari tingkat si pemakai. Nilai reliabilitas dapat juga berarti nilai jaminan bahwa perkiraan beban lalu lintas yang akan memakai jalan tersebut dapat terpenuhi. Reliabilitas ditanyakan dalam tingkat reliabilitas. Nilai R dipengaruhi oleh jenis jalan dan kondisi jalan yang ada.

f. Menentukan Angka Ekuivalen Beban Sumbu Kendaraan (Ei)

Semua beban kendaraan dengan sumbu berbeda diekivalenkan ke beban sumbu standar 18 Kip (8,12 ton) dengan menggunakan “angka ekuivalen beban sumbu (Ei)”. Angka ekuivalen beban sumbu adalah angka yang menunjukkan jumlah lalu lintas dari sumbu tunggal sebesar 18 Kip (8,12 ton) yang akan menyebabkan kerusakan yang sama atau penurunan indeks apabila beban standart lewat satu kali.

g. Menentukan Koefisien Distribusi Pada Jalur rencana (DL)

Koefisien distribusi lajur dalam Bina Marga telah disesuaikan dengan jumlah lajur setiap rencana di setiap arah. Lajur rencana adalah salah satu jalur lalu lintas dari suatu sistem jalan raya, yang menampung volume lalu lintas yang ada.

5. Bahu jalan (*shoulder*) pada pelebaran badan jalan

Bahu jalan adalah bagian jalan yang berada di antara garis sudut antara trotoar lebar dan bagian atas kemiringan jalan. Tujuan dibuatnya pinggir jalan adalah untuk menyediakan tempat penampungan dan penyangga sementara bagi kendaraan selama dilakukan pekerjaan pemeliharaan jalan, tanpa mengganggu arus lalu lintas.

Berdasarkan tipe perkerasannya , bahu jalan di bagi menjadi 2 bagian yaitu :

a. Bahu jalan yang diperkeras pada pelebaran badan jalan

Bahu jalan yang di perkeras adalah bahu jalan yang sudah dibuat dengan bahan pengikat sehingga lapisannya lebih kedap air dibandingkan dengan bahu jalan yang tidak di perkeras. Jenis tepi ini digunakan pada jalan di mana kendaraan berhenti dan melewati sejumlah besar ruas seperti jalan tol, jalan raya utama yang melintasi kota, dan tikungan tajam.

b. Bahu jalan yang tidak diperkeras pada pelebaran badan jalan

Bahu jalan yang tidak diperkeras, yaitu bahu jalan yang hanya dibuat dari material perkerasan jalan tanpa bahan pengikat. Biasanya digunakan material agregat bercampur sedikit lempung. Bahujan yang tidak diperkeras ini di pergunakan untuk daerah-daerah yang tidak begitu penting, dimana kendaraan yang berhenti dan mempergunakan bahu jalan tidak begitu banyak jumlahnya.

6. Drainase

Pengambilan air dari suatu daerah, apakah itu air permukaan atau air yang datang secara alami atau buatan dari dalam tanah, biasanya melibatkan masalah aliran. Drainase bertujuan untuk mencegah pembangunan jalan dengan cara menurunkan kadar air konstruksi jalan secara perlahan dan mengalirkan air (air permukaan atau air tanah) secepat mungkin dari badan jalan.

Fungsi dari drainase, yaitu :

- 1) Mengalirkan air dari perkerasan jalan dan bahu jalan menjauhi jalan.
- 2) Mengalirkan air ke tempat yang telah ditentukan dari tempat satu ke tempat yang lain.

Mencegah pengaliran air dari bagian luar masuk ke jalan. Drainase untuk jalan raya dapat di bagi menjadi 2 kelompok, yaitu :

a. Drainase Drainase bawah tanah (*Subsoil Drainage*)

Merupakan saluran bawah tanah yang berfungsi untuk menurunkan muka air tanah sehingga tanah tersebut tidak sempat meresap ke badan jalan. Berbeda dengan saluran permukaan yang biasanya merupakan konstruksi beton atau berupa pasangan, konstruksi saluran bawah tanah merupakan pipa bertulang.

b. Drainase permukaan (*Surface Drainage*)

Drainase untuk permukaan terdiri dari :

- 1) Saluran penangkap air, yaitu saluran yang berada di atas badan jalan yang berfungsi untuk menampung air dari permukaan lereng atau bukit saluran air tersebut mencapai badan jalan..
- 2) Saluran pembuang, yaitu saluran yang merupakan sambungan dari saluran samping yang membawa air keluar dari daerah penguasaan jalan.
- 3) Saluran samping, yaitu saluran yang langsung menampung air yang turun ke permukaan jalan dan akibat lereng jalan.
- 4) Gorong-gorong berfungsi untuk mengalirkan air dari saluran yang satu ke saluran yang lain yang elevasinya lebih rendah, melalui bawah tanah permukaan jalan dalam keadaan melintang.

7. Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan

a. Umur rencana

Jangka waktu perencanaan adalah jumlah tahun yang dihitung sejak dibukanya jalan sampai dengan perbaikan besar atau perlunya pelapisan ulang. Jangka waktu perencanaan biasanya 10-20 tahun. Batasan usia 10 tahun digunakan saat merencanakan ruas jalan Sibalung.

b. Kepadatan dan Daya Dukung Tanah

Daya dukung tanah adalah skala yang digunakan dalam nomogram untuk menentukan ketebalan jalan dan menunjukkan kekuatan tanah di bawahnya.

c. Lintas Ekuivalen

1) Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP)

Gerakan ekuivalen awal adalah gerakan ekuivalen harian rata-rata dari poros tunggal seberat 8,16 t (18.000 pon) sepanjang rute yang direncanakan yang diasumsikan telah terjadi pada awal desain.

Rumus:

$$(LEP) = \sum_{j=1}^n LHRj \times Cj \times Ej \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

LEA = Lintas Ekuivalen Akhir

LHEj = Lintas Harian Rata-rata pada awal umur rencana

Cj = Koefesian distribusi kendaraan

Ej = Angka ekuivalen kendaraan

2) Lintas Ekuivalen Akhir (LEA)

Persimpangan ekuivalen akhir adalah jumlah penyeberangan ekuivalen harian rata-rata dari sumbu tunggal dengan berat 8,16 t (18.000) pada garis rencana yang diharapkan pada akhir umur rencana.

$$(LEA) = \sum_{j=1}^n LHRj(I + i)UR \times Cj \times Ej \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana:

LEA = Lintas Ekuivalen Akhir

LHRj = Lintas Harian Rata-rata pada awal umur rencana I
= Perkembangan lalu lintas

UR = Umur rencana

3) Lintas Ekuivalen Tengah (LET)

Rangka Ekuivalen Rata-Rata adalah rangka batang ekuivalen harian rata-rata dari satu poros dengan berat 8,16 t (18.000 lb) pada garis desain di pusat desain.

Rumus :

$$LET = \frac{LEP + LEA}{2} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

LET = Lintas Ekuivalen Tengah

4) Lintas Ekuivalen Rencana (LER)

Lintas Ekuivalen Rencana adalah suatu besaran yang dipakai dalam nomogram penetapan tebal perkerasan untuk menyatakan jumlah lintas ekuivalen sumbu tunggal seberat 8,16 (18.000 Ib) pada jalur rencana.

Rumus :

$$LER = LET \times FP \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :

LER = Lintas Ekuivalen Rencana

FP = Faktor Penyesuaian

5) Koefisien Distribusi Kendaraan pada jalur rencana (C)

Lajur rencana adalah salah satu lajur lalulintas dari suatu sistem jalan raya, yang menampung lalu lintas terbesar.

Tabel 2.1 Koefisien distribusi C

Jumlah Jalur	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

Sumber : Metode Analisis Komponen Bina Marga ()

6) Angka Ekuivalen (E)

Angka ekuivalen adalah perbandingan jumlah kerusakan disebabkan oleh profil beban salah satu poros kendaraan dalam kaitannya dengan tingkat Kerusakan akibat lintasan gardan seberat 8,16 ton, menjadi dengan Persamaan.

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

Sumbu Tunggal..... (2.5)

$$E = \text{Sumbu Ganda} = 0,086 \frac{(\text{beban suatu sumbu ganda dalam kg})^4}{8160}$$

Sumbu Ganda..... (2.6)

$$E = \text{Sumbu Triple} = 0,056 \frac{(\text{beban suatu sumbu ganda dalam kg})^4}{8160}$$

Sumbu Triple..... (2.7)

Untuk Selanjutnya harga E sumbu tunggal maupun sumbu ganda untuk beban sumbu 1.000 kg sampai dengan 16.000

8. Indeks permukaan

Indeks permukaan ini juga mewakili nilai kehalusan/kehausan. Kekerasan permukaan tergantung pada tingkat layanan lalu lintas sambil lalu di bawah ini adalah beberapa nilai IP berdasarkan kepentingannya itu.

IP =1.0 meliputi permukaan jalan dalam keadaan rusak berat banyak mengganggu lalu lintas.

IP = 1.5 adalah tingkat layanan serendah mungkin (tidak berarti longgar).

IP= 2.0 adalah tingkat layanan rendah untuk rute yang ditetapkan. 20 IP = 2,5 menunjukkan permukaan jalan masih cukup stabil dan baik.

Ini penting saat menentukan indeks luas permukaan (IP) di akhir masa proyek Faktor-faktor klasifikasi fungsional jalan dan volume lalu lintas diperiksa Kesetaraan Paket (LER)

a. Indeks Permukaan Awal Umur Rencana Tabel

Dalam menentukan indeks permukaan pada awal umur rencana (Ipo) Perlu diperhatikan jenis lapis permukaan jalan (kerataan/kehalusan/kekokohan) yang dapat dilihat pada tabel berikut ini:

2.2 Indeks permukaan awal umur rencana

Jenis Lapis Perkerasan	Ipo	Roughness (mm/km)
LASTON	≥ 4	≤ 1000
	3,9 – 3,5	> 1000
LASBUTAG	3,9 – 3,5	≤ 2000
	3,4 – 3,0	> 2000
HRA	3,9 – 3,5	≤ 2000
	3,4 – 3,0	> 2000
BURDA	3,9 – 3,5	< 2000
BURTU	3,4 – 3,0	< 2000
LAPEN	3,4 – 3,0	≤ 3000
	2,9 – 2,5	> 3000
LATASBRUM	2,9 – 2,5	
BURAS	2,9 – 2,5	
LATASIR	2,9 – 2,5	

Sumber : Metode Analisis Komponen Bina Marga ()

b. Indeks Permukaan Pada Akhir Umur Rencana (Ipt)

Dalam menentukan indeks permukaan pada akhir umur rencana Perlu diperhatikan klasifikasi jalan yang dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 2.3 Indeks Permukaan Pada Akhir Umur Rencana

LER = Lintas	Klasifikasi Jalan			
	Lokal	Kolektor	Arteri	Tol

Ekivalen Akhir

< 10	1,0 – 1,5	1,5	1,5 – 2,0	-
10 - 100	1,5	1,5 – 2,0	2,0	-
100- 1000	1,5 – 2,0	2,0	2,0 – 2,5	-
> 1000	-	2,0 – 2,5	2,5	2,5

Sumber : Metode Analisis Komponen Bina Marga

c. Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Faktor kekuatan relatif (a) ditentukan dengan menggunakan uji Marshall (kg) (untuk bahan aspal, kuat tekan (kg/cm²) untuk pondasi atau bahan induk). Nilai koefisien relatif untuk setiap materi Bahasa Indonesia.

Tabel 2.4 Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a1	a2	a3	Ms (kg)	Kt (kg/cm ²)	CBR (%)	
0,40	-	-	744	-	-	Laston
0,35	-	-	590	-	-	
0,32	-	-	454	-	-	
0,30	-	-	340	-	-	
0,35	-	-	744	-	-	Lasbutag
0,31	-	-	590	-	-	
0,28	-	-	454	-	-	
0,26	-	-	340	-	-	
0,30	-	-	340	-	-	HRA
0,26	-	-	340	-	-	Aspal Macadam

Sumber : Metode Analisis Komponen, Bina Marga ()

Tabel 2.4 Lanjutan Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a1	a2	a3	Ms (Kg)	Kt (kg/cm)	CBR (%)	
0,40	-	-	744	-	-	Laston
0,35	-	-	590	-	-	
0,32	-	-	454	-	-	
0,30	-	-	340	-	-	Lasbutag
0,35	-	-	744	-	-	
0,31	-	-	590	-	-	
0,28	-	-	454	-	-	
0,26	-	-	340	-	-	HRA
0,30	-	-	340	-	-	
0,26	-	-	340	-	-	Aspal Macadam

Sumber : Metode Analisis Komponen, Bina Marga ()

9. Batas-Batas Minimum Tebal Lapis Perkerasan

Tabel untuk setiap lapis perkerasan juga menunjukkan batas minimal yang diperbolehkan, yang bergantung pada jenis material yang digunakan dan juga nilai Pavement Table Index (ITP) yang diperoleh dari nomogram. Berdasarkan hal tersebut kemudian dilakukan perhitungan ketebalan lapisan untuk mendapatkan struktur lapisan yang ideal dan kuat.

a. Lapisan permukaan

Tabel 2.5. Tabel lapisan permukaan

Lapis Permukaan		
ITP	Tebal Minimum (cm)	Bahan
< 3	5	Lapis pelindung: (Buras,Burtu,Burda)
3,00-6,70	5	Lapen/Aspal Macadam, HRA, Lasbutag, Laston
6,71-7,49	7,5	Lapen/Aspal Macadam, HRA, Lasbutag, Laston
7,50-9,99	7,5	Lasbutag, Laston
≥ 10,00	10	Laston

Sumber : Metode Analisis Komponen, Bina Marga ()

b. Lapisan pondasi atas

Tabel 2.6. Tabel lapisan Pondasi Atas

Lapis Fondasi		
ITP	Tebal Minimum(cm)	Bahan
< 3,00	15	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur
3,00-7,49	20*)	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur
	10	Laston Atas
7,50-9,99		Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, fondasi macadam
	20	

Sumber : Metode analisis Komponen, Bina Marga ()

Lanjutan tabel 2.6. Tabel lapisan Pondasi Atas

	15	Laston Atas
10-12,14		Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas
	20	tanah dengan kapur, fondasi macadam, lapen, laston atas
		Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas
$\geq 12,25$	25	tanah dengan kapur, fondasi macadam, lapen, laston atas

c. Perencanaan Tebal Lapis Tambahan (Overlay)

Perkerasan yang secara terus menerus menahan beban lalu lintas akan mengalami tegangan – tegangan yang dapat menyebabkan kerusakan pada struktur perkerasan. Faktor lain yang dapat menyebabkan kerusakan pada perkerasan yaitu, temperatur, kelembaban, dan gerakan tanah dasar. Sehingga, harus dilakukan perbaikan pada kerusakan sedini mungkin untuk mencegah kerusakan minor yang dapat berkembang menjadi kegagalan pada struktur perkerasan. Pekerjaan lapis tambahan (overlay) dilakukan sebagai usaha untuk memperbaiki kondisi fungsional dan struktural perkerasan. Kerusakan fungsional akan mempengaruhi kualitas pelayanan perkerasan, seperti gangguan kerataan, permukaan yang berlubang, bergelombang, amblas, dan lain – lain. Kerusakan struktural adalah kondisi struktur perkerasan akan mengalami penurunan kemampuan dalam mendukung beban lalu lintas, termasuk perkerasan yang kurang tebal dan beberapa tipe kerusakan, seperti retak, distorsi, dan disintegrasikan. Pekerjaan evaluasi struktur perkerasan diperlukan sebelum dilakukan rehabilitasi. Secara umum, cara evaluasi perkerasan dibagi menjadi tiga aktifitas (Asphalt Institute MS-17) :

- 1) Melakukan penilaian karakteristik fungsional (kualitas

- berkendaraan dan kekasaran permukaan.
- 2) Melakukan survei kondisi dan kerusakan.
 - 3) Melakukan uji struktur perkerasan.

Menurut (Hardiyatmo, 2015), evaluasi struktur perkerasan memberikan informasi untuk:

- 1) Analisa sisa umur perkerasan dan perancangan lapis tambahan.
- 2) Monitoring (pemantauan) tingkat jaringan dari kinerja perkerasan.

Pengambilan keputusan terkait dengan program – program pemeliharaan dan rencana rehabilitasi Selama pengumpulan data dan proses evaluasinya, harus diperoleh informasi yang cukup untuk mendefinisikan masalah yang dihadapi.

Faktor – faktor penting yang juga harus diperhatikan dalam penilaian kinerja perkerasan untuk evaluasi adalah:

- 1) Pola hujan dan evaporasi.
- 2) Permeabilitas lapis aus (wearing course).
- 3) Kedalaman muka air tanah.
- 4) Permeabilitas relatif dari komponen lapisan perkerasan.
- 5) Bahu jalan, apakah tertutup atau tidak.
- 6) Tipe perkerasan.

10. Benkelman beam

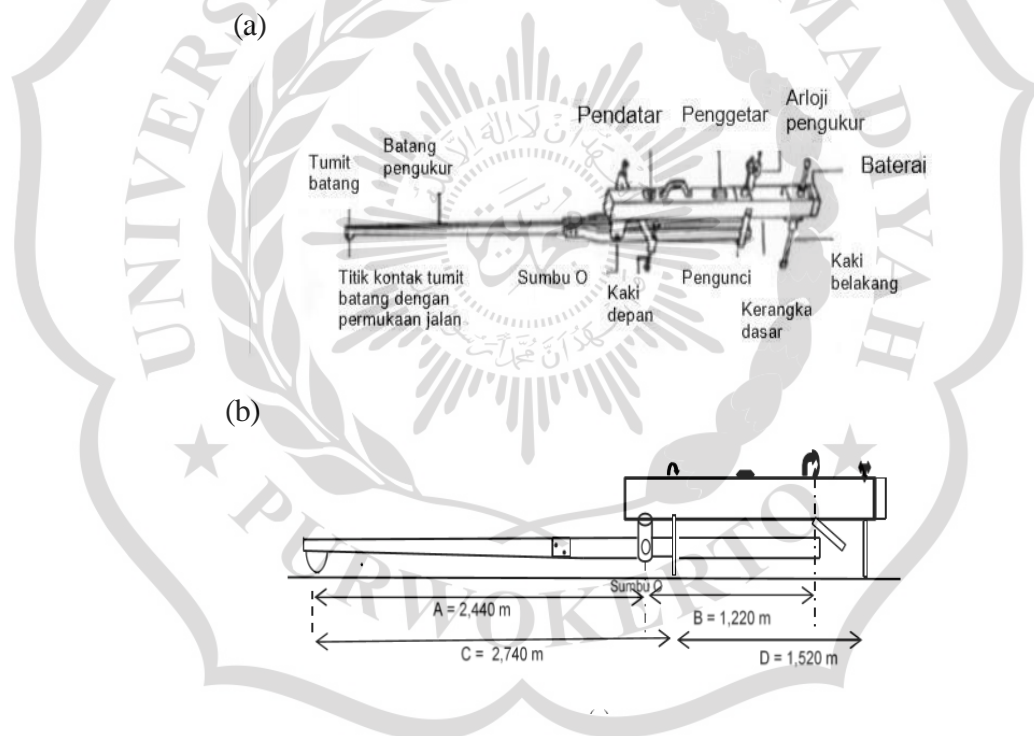
a. Pengertian Benkleman Beam

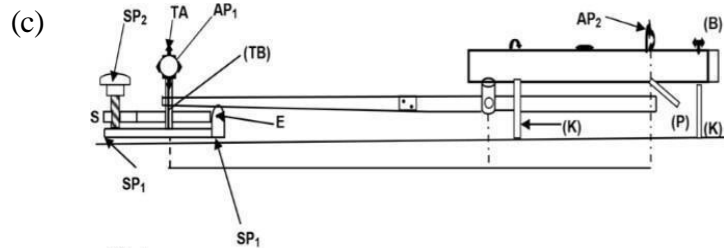
Benkelman beam merupakan alat uji defleksi statis dengan menerapkan beban statik atau beban yang bergerak perlahan ke permukaan perkerasan yang diikuti dengan pengukuran defleksi yang dihasilkannya. Alat ini terdiri dari balok pendukung dan lengan pemeriksa (probe arm).

Defleksi diukur dengan cara meletakkan arloji pengukur defleksi pada ujung balok.

Beberapa kelemahan pada penggunaan alat benkelman beam, adalah (Hardiyatmo, 2015):

1. Dukungan depan tidak terletak pada area defleksi.
2. Kesulitan atau ketidakmampuan dalam menentukan bentuk dan ukuran area defleksi.
3. Pengujian untuk banyak titik memerlukan waktu lama.
4. *Benkelman beam* tidak memberikan bentuk mangkuk defleksi yang dapat digunakan untuk hitungan balik dari modulus perkerasan dan tanah dasar.





- Keterangan:
- K = Kaki Benkelaman Beam
 - P = Pengunci
 - TB = Tumit batang pengukur
 - SP₂ = Arlogi pengukur Benkelaman Beam
 - B = Stop kontak penggetar

Sumber : SNI 2416:2011

b. Perhitungan Lendutan Balik

Perhitungan lendutan ini sebagai berikut :

- 1) Setelah mendapatkan data data yang dibutuhkan peneliti berupa hasil pembacaan titik pemeriksaan, maka lendutan balik tiap – tiap titik dihitung dengan rumus sebagai berikut ini :

$$D = F_m \cdot FL \cdot Fe (d_4 - d_1) \dots \dots \dots (2.8.)$$

Jika pemeriksaan dilakukan di kedua roda belakang truk, maka lendutan balik yang terbesar yang diambil.

- 2) Untuk menentukan besarnya lendutan balik yang mewakili suatu segmen jalan tersebut (*representative rebound deflection*) dipergunakan rumus- rumus yang di sesuaikan fungsi jalan

- D = d + 2S untuk jalan arteri atau tol
- D = d + 1,64 S untuk jalan kolektor
- D = d + 1,28 S untuk jalan lokal
- D = lendutan balik segmen jalan

$$d = \frac{\sum d}{n} \text{ (Lendutan balik rata-rata dalam satu segmen)}$$

d = lendutan balik tiap titik dalam segmen

n = jumlah titik pemeriksaan dalam segmen

$$S = \frac{\sqrt{n(\sum d^2) - (\sum d)^2}}{n(n-1)} \dots\dots\dots (2.9)$$

11. Analisa Perhitungan Lendutan Balik dan Lapis tambahan

a. Perhitungan Lapisan Tambahan

Mencari data – data lalu lintas yang diperlukan pada jalan yang bersangkutan antara lain

- 1) Lalu lintas harian rata rata (LHR) yang dihitung untuk 2 arah pada jalan tanpa median, dan untuk masing masing arah pada jalan dengan median.
- 2) Jumlah lalu lintas rencana (design traffic number) ditentukan atas dasar jumlah jalur dan jenis kendaraan maka jumlah jalur dapat ditentukan dengan berpedoman pada tabel 2.7 di bawah ini :

Tabel 2.7 Penentuan jumlah jalur

Lebar Perkerasan (L)	Jumlah Lajur
$L < 4,50 \text{ m}$	1
$4,50 \text{ m} \leq L < 8,00 \text{ m}$	2
$8,00 \text{ m} \leq L < 11,25 \text{ m}$	3
$11,25 \text{ m} \leq L < 15,00 \text{ m}$	4
$15,00 \text{ m} \leq L < 18,75 \text{ m}$	5
$18,75 \text{ m} \leq L < 22,50 \text{ m}$	6

Sumber : Badan Litbang DPU, Pd. T-05-2005-B

Tabel 2.8 Koefesien distribusi kendaraan (C)

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

Sumber : Badan Litbang DPU, Pd. T-05-2005-B

- Untuk, misal : mobil penumpang, pick up, mobil hantaran
- Untuk, misal : bus, truk, traktor, trailer

Pada jalan jalan khususnya, misalnya jalan bebas hambatan, type jalan 2 x 2 jalur, dengan ketentuan kendaraan lebih banyak menggunakan jalur kiri, maka presentase kendaraan lewat tidak diambil 50 seperti tabel di atas, tetapi di ambil antara 50 100 dari LHR satu arah, tergantung banyaknya kendaraan yang menggunakan jalur kiri tersebut. Dengan menghitung besarnya jumlah ekivalen harian rata – rata dari satuan (8,16 ton) beban as tunggal, dengan cara menjumlahkan hasil perkalian masing – masing jumlah lalu lintas harian rata – rata tersebut baik kosong maupun bermuatan dengan faktro ekivalen yang sesuai (faktor ekivalen kosong atau isi).

- 1) Menentukan umur rencana dan perkembangan lalu lintas.
- 2) Menentukan lintas ekivalen selama umur Kips single Axle Load) diperoleh dari :

$$AE18KSAL = 365 \times N \times LEP \dots\dots\dots(2.10)$$

Berdasarkan hasil AEI8KSAL dari grafik hubungan antara lendutan balik yang diizinkan, akan diperoleh lendutan balik yang diijinkan.

- 3) Berdasarkan lendutan balik yang ada, sebelum diberi lapis tambahan dan dapat ditentukan tebal lapis tambahan yang nilai lendutan baliknya tidak boleh melebihi lendutan balik yang di ijinkan.
- 4) Lapis tambahan tersebut aspal beton (faktor konversi balik = 1) yang dapat diganti lapis tambahan lain.

