ANALISA TEBAL PERKERASAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE BINA MARGA PADA RUAS JALAN GORONTALO-LIMBOTO

Disusun Oleh :

Muhammad Mozadek Suyuti
Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil
Sekolah Tinggi Teknik (STITEK) Bina Taruna Gorontalo
INDONESIA
zadek_adhi6@yahoo.co.id

ABSTRAK

Ruas Jalan Gorontalo – Limboto merupakan jalan Nasional yang menghubungkan antar ibukota Provinsi dengan 4 (empat) kabupaten yaitu Kabupaten Gorontalo, Kabupaten Gorontalo Utara, Kabupaten Bualemo dan Kabupaten Pohuwato. Selain itu juga merupakan akses yang menghubungkan kota dengan Bandar Udara Djalaluddin serta Akses darat ke Provinsi Sulawesi Utara dan Sulawesi Tengah. Namun melihat kondisi dilapangan sudah banyak terdapat kerusakan seperti deformasi, segregasi, retak bahkan lubang. Oleh karena itu, kondisi permukaan perlu dilakukan pemeriksaan untuk mengetahui tingkat kerusakan serta cara mengatasinya.

Penelitian dilakukan dengan cara pengumpulan data primer dan sekunder. Pengumpulan data primer dilakukan dengan melakukan pemeriksaan permukaan aspal yang kondisinya masih baik dengan mengukur nilai lendutan dengan menggunakan alat Benkelaman Beam. Pengumpulan data sekunder berupa nilai lalulintas harian rata-rata (LHR) diperoleh dari Balai Penelitian Jalan dan Jembatan Provinsi Gorontalo serta teori-teori lain yang berasal dari buku-buku dan internet yang menyangkut kerusakan jalan. Setelah seluruh data primer dan sekunder telah terkumpul selanjutnya menghitung nilai lendutan sesuai dengan data lapangan dengan mengacu pada Pengujian Lendutan Perkerasan dengan Alat Benkelman Beam (SNI 07-2416-1991) dan penganganannya berupa perhitungan tebal lapis tambah dengan mengacu pada Perencanaan Tebal Perkerasan ……).

Penelitian menunjukkan bahwa lendutan balik yang terjadi pada ruas Jalan Gorontalo – Limboto pada titik normal sebesar 6.06 dan pada titik oposite untuk perencanaan 10 tahun dengan pertumbuhan lalu lintas (r) = 2% agar dapat melayani rute Jalur Gorontalo – Limboto maka penambahan lapis aspal dapat dilakukan penambahan untuk titik normal setebal 9.86 cm dan untuk titik opposite setebal 18.21 cm.

***Kata kunci** : Kondisi Jalan, Alat Benkelman Beam dan Tebal Lapis Tambah Aspal (overlay).*

PENDAHULUAN

`

Transportasi merupakan urat nadi kehidupan suatu wilayah, yang mempunyai fungsi sebagai penggerak, pendorong dan penunjang pembangunan. Transportasi juga merupakan suatu sistem yang terdiri dari sarana dan prasarana, yang didukung oleh tatalaksana dan sumber daya manusia membentuk jaringan prasarana dan jaringan pelayanan. Sistem transportasi harus merupakan suatu sistem menerus yang tidak bisa terkotak-kotak dalam batasan wilayah. Dilihat dari sudut pandang seluruh wilayah, transportasi harus bisa berfungsi secara terpadu dan menerus.

Provinsi Gorontalo merupakan sebuah provinsi yang relatif muda. Provinsi ini melalui UU No. 38 tahun 2001, yaitu hasil dari pemekaran Provinsi Sulawesi Utara. Sebagai sebuah provinsi yang baru saja berdiri, Provinsi Gorontalo menghadapi berbagai tantangan yang khas berupa: ketimpangan yang cukup besar antara daerah tertinggal dengan yang sudah maju, kurangnya jaringan prasarana transportasi, terbatasnya dana pembangunan yang tersedia. Disisi lain menurut data Badan Pusat Statistik tahun 2001, angka

kemiskinan cukup besar yaitu +/- 32 %. Disamping itu berdasarkan data Badan Keuangan Daerah Provinsi Gorontalo tingkat pertumbuhan kendaraan di Provinsi Gorontalo dari tahun 2007 sampai dengan tahun 2012 yaitu kendaraan roda dua sebesar 25.54 % (tahun 2012 berjumlah 194.946 unit) dan kendaraan roda empat sebesar 22.48 % (tahun 2012 berjumlah 28.095 unit) dan peningkatan LHR dari tahun 2000 berkisar 10.000 unit kendaraan pertahun menjadi 25.000 unit kendaraan pertahun pada tahun 2010.

Untuk menjaga ketersediaan prasarana yang baik dan mantap, maka perlu dilakukan penelitian dan perencanaan akan konstruksi jalan. Salah satu cara menjaga kestabilan jalan dengan cara penambahan tebal perkerasan (overlay) yang dalam penentuan tebalnya dapat dilakukan dengan beberapa cara/pengujian salah satunya yaitu dengan menggunakan alat Benkelman Beam.

Untuk mengetahui bentuk dan besarnya lendutan pada suatu konstruksi jalan, dapat dijadikan indikasi tentang kemampuan suatu perkesaran jalan dan tebal lapis overlay yang diperlukan. Jalan Raya Limboto merupakan akses utama penghubung antara kabupaten Bone Bolango, Kota Gorontalo, Kabupaten Gorontalo dan ke arah Bandara Djalaluddin (jalan nasional). Sehingga jalan Raya Limboto merupakan jalan yang sangat strategis sehingga judul penelitian ini adalah : **Analisa Tebal Perkerasan dengan Menggunakan Metode Bina Marga pada Ruas Jalan Gorontalo-Limboto**.

TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

A. TUJUAN

Adapun tujuan penelitian skripsi ini adalah untuk mengetahui dan menganalisa tebal lapis perkerasan dengan menggunakan alat Benkelman Beam pada ruas jalan Gorontalo-Limboto.

B. MANFAAT

Penelitian diharapkan mampu memberikan solusi dan mempunyai kegunaan bagi para praktisi, akademisi dan lebih khususnya bagi penelitian dijabarkan sebagai berikut :

a. Manfaat teoritis

Dapat peroleh pengalaman ataupun pengetahuan serta gambaran yang jelas tentang Analisa Tebal Perkerasan dengan metode Benkelman Beam.

b. Manfaat Praktisi

Diharapkan dengan adanya penelitian ini akan berguna sebagai bahan masukan atau informasi tambahan kepada Pihak Terkait antara lain Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Gorontalo dan instansi terkait dalam perencanaan kedepannya.

METODE PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yang diambil yaitu pada Ruas Jalan Gorontalo-Limboto (Batas Kota Gorontalo – Batas Limboto). Survey lapangan dilakukan untuk melakukan kesiapan akan wilayah yang akan dilakukan pengujian, baik dari segi waktu tingkat kepadatan kendaraan terendah /terkecil sehingga tidak menimbulkan kemacetan pada saat pengujian maupun kondisi permukaan jalan yang akan dilakukan pengujian yaitu pada ruas jalan Gorontalo-Limboto pada km. 11+000 s.d 13+000.

B. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang dilakukan dalam penyusunan laporan tugas akhirini adalah sebagai berikut:

1. Studi pustaka

   Studi pustaka dilakukan dengan cara mengumpulkan, mengidentifikasi, serta mengolah data tertulis dan metode kerja yang dapat digunakan. Data ini digunakan sebagai *input* dalam proses desain.

2. Wawancara

   Metode ini dilakukan dengan cara mendatangi instansi terkait dan sumber-sumber yang dianggap kompeten untuk dapat dijadikan referensi.

3. Observasi

   Observasi dilakukan dengan cara survei ke lapangan, hal ini mutlak dilakukan untuk mengetahui kondisi sebenarnya.

Secara umum untuk merencanakan suatu pekerjaan maka diperlukan acuan yang berupa data. Data tersebut digunakan sebagai dasar perencanaan sehingga hasil yang dicapai setelah pelaksanaannya diharapkan sesuai dengan maksud dan tujuan diadakan pekerjaan tersebut. Untuk pekerjaan pembangunan jalan, data dapat dibagi dua menurut fungsinya, yaitu:

1. Data teknis
   Data teknis adalah data yang berhubungan langsung dengan perencanaan jalan, antara lain data LHR, peta jaringan jalan, peta topografi, data tanah dasar, data curah hujan, data muka air banjir sungai, dan sebagainya.
2. Data non teknis
   Data non teknis adalah data yang bersifat sebagai penunjang untuk mempertimbangkan perkembangan lalu lintas di daerah tersebut, seperti arah perkembangan daerah, kondisi sosial ekonomi, tingkat kepemilikan kendaraan, dan sebagainya.

Sedangkan menurut sifatnya, data dapat dikelompokkan menjadi dua jenis, yaitu:

1. Data primer
   Data primer adalah data yang didapatkan dengan cara melakukan survei lapangan. Metode pengumpulan data tersebut dapat dilakukan dengan metode observasi lapangan. Hal ini mutlak dilakukan untuk mengetahui kondisi sebenarnya dari lokasi proyek sehingga tidak terjadi desain yang kurang sesuai dengan kondisi lapangan.
2. Data Sekunder
   Data sekunder adalah data yang didapatkan dari beberapa instansi terkait. Untuk metode pengumpulan data tersebut dilakukan dengan cara:
   a. metode literatur yaitu dengan mengumpulkan,
      mengidentifikasi, serta mengolah data tertulis dari instansi terkait dan metode kerja yang dapat digunakan. data ini merupakan *input* dalam proses desain,
   b. metode wawancara yaitu mendapatkan data dengan cara menanyakan langsung kepada instansi pengelola atau narasumber yang dianggap benar sebagai *input* dan referensi.

C. Langkah-Langkah Penelitian

Peralatan dan Personil

1. Peralatan

a. Truck dengan spesifikasi sebagai berikut:
b. Alat timbang muatan praktis yang dapat dibawa-bawa (portable weight bridge) kapasitas 10 ton dengan ketelitian 0.001 ton;
c. Alat Benkelman Beam;
d. Alat penyetel Benkelman Beam;
e. Alat Pengukur tekanan angin yang dapat mengukur tekanan 5,5 kg/cm^2 dengan ketelitian 0.01 kg/cm^2 atau 80 psi dengan ketelitian 1 psi;
f. Thermometer;
g. Rollmeter 30 m dan 3 m ;
h. Formulir-formulir lapangan;
i. Minyak arloji pengukur dan alkohol murni untuk membersihkan batang arloji pengukur;
j. Perlengkapan keamanan bagi petugas dan tempat pengujian;
k. Kamera untuk dokumentasi kegiatan.

2. Personil

Minimal personil yang diperlukan pada kegiatan ini yaitu :

a. 1 (satu) orang petugas pengamanan lalu lintas;
b. 1 (satu) orang pengemudi truck;
c. 2 (dua) orang operator benkelman beam;
d. 1 (satu) orang pencatat temperatur dan tebal lapisan.

3. Cara Pelaksanaan

Cara pelaksanaan dengan menggunakan alat Benkelman Beam adalah sebagaio berikut :

Penyiapan Truk dan alat Benkelman Beam

a. Truk dimua hingga beban masing-masing roda belakan ban ganda (4,08 ± 0,045) ton atau (9.000 ± 100) lbs;
b. Ban belakang diperiksa dengan tekanan angin (5,5 ± 0,007) kg/cm^2 atau (80±1) psi, dan diukur setiap 4 jam sekali;
c. Pasang batang benkelman beam sehingga sambungan kaku;
d. Periksa arloji pengukur, bila perlu dibersihkan dengan

minyak arloji atau alkohol murni;

e. Pasang arloji pengukur pada tangki sedemikian rupa sehingga batang arloji pengukur arahnya vertikal pada rangka Benkelman Beam;
f. Bila truk yang telah dibabani belum dilakukan pengujian selama lebih dari 40 jam, maka sebaiknya truk ditopang dengan balok kayu untuk menghindari kerusakan per pada mobil tersebut.

Cara Mengukur Lendutan Balik

a. Menentukan titik-titik pemeriksaan.
   1. Tanpa median, type jalan : 1 jalur, 2 jalur, 3 jalur, 4 lajur dan 6 lajur. Letak titik pemeriksaan dapat dilihat pada Lampiran Tabel 1.
   2. Dengan median, type jalan : 2x1 jalur, 2x2 jalur dan 2x3 jalur. Masing-masing arah dianggap seperti jalan yang berdiri sendiri, letak titik pemeriksaan seperti type jalan 1 jalur, 2 jalur, 3 jalur, 4 lajur dan 6 lajur:
b. Tentukan titik pada permukaan jalan yang akan diperiksa dan diberi tanda (+) dengan kapur tulis
c. Pusatkan salah Satu ban ganda pada titik yang telah ditentukan tersebut. Apabila yang diperiksa adalah sebelah kiri sebuah jalur maka yang dipusatkan adalah ban ganda kiri. Apabila yang akan diperiksa adalah kiri dan kanan pada suatu jalur maka yang dipusatkan pada titik-titik yang telah ditetapkan tersebut ialah ban ganda kiri dan kanan.
d. Tumit batang (beam toe) benkelman beam di selipkan ditengah-tengah ban ganda tersebut, sehingga tepat dibawah pusat muatan sumbu gandar, dan batang benkelman beam sejajar dengan arah truk. Benkelman beam masih dalam keadaan terkunci.
e. Atur ketiga kaki sehingga benkelman beam dalam keadaan mendatar (water pass)
f. Lepaskan kunci benkelman beam, sehingga batang benkelman beam dapat digerakkan turun naik.
g. Atur batang arloji pengukur sehingga bersinggungan dengan bagian atas daribatang belakang.
h. Hidupkan penggetar (buzzer) untuk memeriksa kestabilan jarum arloji pengukur.
i. Setelah jarum arloji pengukur stabil, atur jarum pada angka nol, sehingga kecepatan perubahan jarum jamlebih kecil atau sama dengan 0,01 mm/menit atau setelah 3 menit. Catat pembacaan ini sebagai pembacaan awal.
j. Jalankantruk perlahan-lahan maju kedepan dengan kecepatan maksimum 5 km/jam sejauh 6 meter. Setelah truck berhenti, arloji pengukur dibaca setiap menit, samapi kecepatan perubahan jarum lebih kecil atau sama dengan 0,01 mm/menit atau setelah 3 menit. Catat pembacaan ini sebagai pembacaan akhir.
k. Catat suhu permukaan jalan (tp) dan suhu udara (tu) tiap titik pemeriksaan. Suhu tengah (tt) dan suhu bawah (tb) bila perlu dicatat setiap 2 jam.
l. Tekanan angin pada ban selalu diperiksa bila dianggap perlu setiap 4 jam dan dibuat selalu (5,5 +/- 0,007) kg/cm^2 atau (80 +/- 1) psi.
m. Apabila diragukan adanya perubahan letak muatan, maka beban gandar belakang truk selalu diperiksa dengan timbangan muatan.
n. Periksa dan catat tebal lapisan aspal.
o. Hindari penempatan tumit batang dan kaki-kaki Benkelman beam pada tempat yang diperkirakan terjadi pelelehan aspal (bleeding).

D. Metode Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan setelah data-data yang diperlukan telah selesai dan dilakukan dengan menggunakan bantuan komputer.

TINJAUAN PUSTAKA

A. UMUM

Jalan umum menurut kelasnya berdasarkan pasal 19 ayat 2 Undang-undang No 22 tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan dikelompokkan menjadi :

a. Jalan Kelas I, yaitu jalan yaitu jalan arteri dan kolektor yang dapat dilalui Kendaraan Bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 (dua ribu lima ratus) milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 (delapan belas ribu) milimeter, ukuran paling tinggi 4.200 (empat ribu dua ratus) milimeter, dan muatan sumbu terberat 10 (sepuluh) ton;
b. Jalan kelas II, yaitu jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang dapat dilalui Kendaraan Bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 (dua ribu lima ratus) milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 12.000 (dua belas ribu) milimeter, ukuran paling tinggi 4.200 (empat ribu dua ratus) milimeter, dan muatan sumbu terberat 8 (delapan) ton;
c. Jalan kelas III, yaitu jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang dapat dilalui Kendaraan Bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.100 (dua ribu seratus) milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 9.000 (sembilan ribu) milimeter, ukuran paling tinggi 3.500 (tiga ribu lima ratus) milimeter, dan muatan sumbu terberat 8 (delapan) ton; dan
d. Jalan kelas khusus, yaitu jalan arteri yang dapat dilalui Kendaraan Bermotor dengan ukuran lebar melebihi 2.500 (dua ribu lima ratus) milimeter, ukuran panjang melebihi 18.000 (delapan belas ribu) milimeter, ukuran paling tinggi 4.200 (empat ribu dua ratus) milimeter, dan muatan sumbu terberat lebih dari 10 (sepuluh) ton.

Didalam pasal 6 dan pasal 9 Peraturan Pemerintah No 34 tahun 2006 tentang Jalan dijelaskan bahwa fungsi jalan terdapat pada sistem jaringan jalan primer dan sistem jaringan jalan sekunder yang merupakan bagian dari Sistem jaringan jalan merupakan satu kesatuan jaringan jalan yang terdiri dari sistem jaringan jalan primer dan sistem jaringan jalan sekunder yang terjalin dalam hubungan hierarki.

Sistem jaringan jalan primer merupakan sistem jaringan jalan yang menghubungkan antarkawasan perkotaan, yang diatur secara berjenjang sesuai dengan peran perkotaan yang dihubungkannya. Untuk melayani lalu lintas menerus maka ruas-ruas jalan dalam sistem jaringan jalan primer tidak terputus walaupun memasuki kawasan perkotaan. Sistem jaringan jalan sekunder merupakan sistem jaringan jalan yang menghubungkan antarkawasan di dalam perkotaan yang diatur secara berjenjang sesuai dengan fungsi kawasan yang dihubungkannya.

Perkerasan jalan adalah konstruksi yang dibangun diatas lapisan tanah dasar (subgrade), yang berfungsi untuk menopang beban lalu-lintas. Jenis konstruksi perkerasan jalan pada umumnya ada dua jenis, yaitu :

- Perkerasan lentur (flexible pavement) dan
- Perkerasan kaku (rigid Pavement)

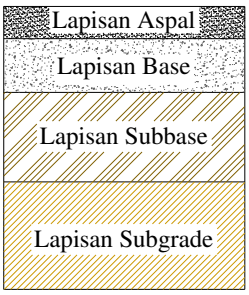
Selain dari dua jenis tersebut, sekarang telah banyak digunakan jenis gabungan (composite pavement), yaitu perpaduan antara lentur dan kaku.

Perencanaan konstruksi perkerasan juga dapat dibedakan antara perencanaan untuk jalan baru dan untuk peningkatan (jalan lama yang sudah pernah diperkeras).

Perencanaan konstruksi atau tebal perkerasan jalan, dapat dilakukan dengan banyak cara (metoda), antara lain : AASHTO (Amerocan Assiociation of State Highway and

Transportation Officials) dengan CBR-nya dan The Asphalt Institute (Amerika), Road Note (Inggris) dengan *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP), NAASRA (National Associations of Australian State Road Authorities) dan Bina Marga (Indone-sia).

Perkerasan jalan merupakan lapisan yang terletak diantara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan, sehingga merupakan lapisan yang berhubungan langsung dengan kendaraan. Lapisan ini yang berfungsi memberikan pelayanan terhadap lalu-lintas dan menerima beban repetisi lalu-lintas setiap harinya, oleh karena itu pada waktu penggunaannya diharapkan tidak mengalami kerusakan-kerusakan yang dapat menurunkan kualitas pelayanan lalu-lintas. Untuk mendapatkan perkerasan yang memiliki daya dukung yang baik dan memenuhi faktor keawetan dan faktor ekonomis yang diharapkan maka perkerasan dibuat berlapis-lapis. Pada gambar berikut ini diperlihatkan lapisan-lapisan perkerasan yang paling atas disebut lapisan permukaan yaitu kontak langsung dengan roda kendaraan dan lingkungan sehingga merupakan lapisan yang cepat rusak terutama akibat air. Dibawahnya terdapat lapisan pondasi, dan lapisan pondasi bawah, yang diletakkan diatas tanah dasar yang telah dipadatkan. Selain itu juga, untuk menghasikan perkerasan dengan kualitas dan mutu yang direncanakan maka dibutuhkan pengetahuan tentang sifat, pengadaan dan pengelolaan agregat, serta sifat bahan pengikat seperti aspal dan semen yang menjadi dasar untuk merancang campuran sesuai jenis perkerasan yang dibutuhkan



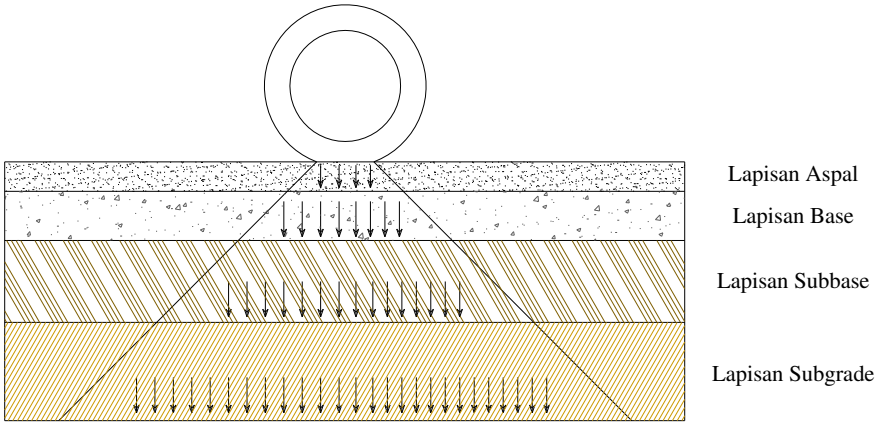
Lapis Permukaan (*Surface course*)

Lapis Pondasi atas (*Base Coarse*)

Lapis Pondasi Bawah

Tanah Dasar

SUSUNAN KONSTRUKSI PERKERASAN LENTUR



PENYEBARAN BEBAN RODA HINGGA LAPISAN SUBGRADE

Pada gambar di atas terlihat bahwa beban kenderaan dilimpahkan ke perkerasan jalan melalui bidang kontak roda berupa beban terbagi rata (w).

Beban tersebut diterima oleh lapisan permukaan (*surface course*) dan disebarkan hingga ketanah dasar (*subgrade*), dan menimbulkan gaya pada masing-masing lapisan sebagai akibat perlawanan dari tanah dasar terhadap beban lalu lintas yang diterimanya.

Beban tersebut adalah :

1. Muatan atau berat kenderaan berupa gaya vertikal;
2. Gaya gesekan akibat rem berupa gaya horizontal;
3. Pukulan roda kenderaan berupa getaran-getaran.

Karena sifat dari beban tersebut semakin kebawah semakin menyebar, maka pengaruhnya semakin berkurang sehingga muatan yang diterima masing-masing lapisan berbeda.

Dalam tugas akhir ini, dibahas mengenai *Analisa Tebal Perkerasan dengan Menggunakan Metode Benkelman Beam pada Ruas Jalan Gorontalo-Limboto.*

BEBAN BERLEBIH

Pengertian Beban Berlebih

Beban berlebih (*overloading*) adalah suatu kondisi beban gandar (as) kendaraan melampaui batas beban maksimum yang diijinkan (*Hikmat Iskandar*, *Jurnal Perencanaan Volume Lalu-lintas Untuk Angkutan Jalan,2008)*.

Beban berlebih (*overloading*) adalah beban lalu-lintas rencana (jumlah lintasan operasional rencana) tercapai sebelum umur rencana perkerasan, atau sering disebut dengan kerusakan dini (*Hikmat Iskandar, Jurnal Perencanaan Volume Lalu-lintas Untuk Angkutan Jalan,2008)*.

Beban berlebih (*overloading*) adalah jumlah berat muatan kendaraan angkutan penumpang, mobil barang, kendaraan khusus, kereta gandengan dan kereta tempelan yang diangkut melebihi dari jumlah berat yang di ijinkan (JBI) atau muatan sumbu terberat (MST) melebihi kemampuan kelas jalan yang ditetapkan.

Muatan lebih adalah muatan sumbu kendaraan yang melebihi dari ketentuan seperti yang tercantum pada peraturan yang berlaku (PP 43 Tahun 1993).

JBI (jumlah berat yang diijinkan) adalah berat maksimum kendaraan bermotor berikut muatannya yang di ijinkan berdasarkan ketentuan. Muatan sumbu terberat (MST) adalah jumlah tekanan maksimum roda-roda kendaraan pada sumbu yang menekan jalan.

Konsep Dasar Beban Berlebih (*Overload*)

Muatan sumbu terberat (MST) dipakai sebagai dasar pengendalian dan pengawasan muatan kendaraan di jalan yang ditetapkan berdasarkan peraturan perundang-undangan.

Berdasarkan PP No. 43 tahun 1993 Tentang Prasarana dan lalu lintas jalan dapat disimpulkan bahwa terdapat 4 (empat) katagori kendaraan dengan izin beroperasi di jalan-jalan umum sebagai berikut:

- Kendaraan kecil dengan panjang dan lebar maksimum 9000 x 2100 mm, dengan Muatan Sumbu Terberat (MST) ≤ 8 ton, diizinkan menggunakan jalan pada semua katagori fungsi jalan yaitu jalan lingkungan, jalan lokal, jalan kolektor, dan jalan arteri.
- Kendaraan sedang dengan panjang dan lebar maksimum 18000 x 2500 mm, serta Muatan Sumbu terberat (MST) ≤ 8 ton, diizinkan terbatas hanya beroperasi di jalan-jalan yang berfungsi kolektor dan arteri. Kendaraan Sedang dilarang memasuki jalan lokal dan jalan lingkungan.
- Kendaraan besar dengan panjang dan lebar maksimum 18000 x 2500 mm, serta Muatan Sumbu terberat (MST) ≤ 10 ton, diizinkan terbatas beroperasi di jalan-jalan yang berfungsi arteri saja; dan
- Kendaraan besar khusus dengan panjang dan lebar maksimum 18000 x 2500 mm, serta Muatan Sumbu terberat (MST) >10 ton, diizinkan sangat terbatas hanya beroperasi di jalan-jalan yang berfungsi arteri dan kelas I (satu) saja. Baik kendaraan besar maupun kendaraan besar

khusus dilarang memasuki jalan lingkungan, jalan lokal, dan jalan kolektor.

Ketentuan tersebut menjadi dasar diwujudkannya prasarana transportasi jalan yang aman. Jalan pun diwujudkan mengikuti penggunaannya, jalan arterial diwujudkan dalam ukuran geometrik dan kekuatan perkerasan yang sesuai dengan kategori kendaraan yang harus dipikulnya. Demikian juga jalan kolektor, lokal, dan lingkungan, dimensi jalannya dan kekuatan perkerasannya disesuikan dengan penggunaannya. Dengan demikian, dalam penggunaan jalan sehari-hari, pelanggaran terhadap ketentuan tersebut akan menimbulkan dampak inefisiensi berupa menurunnya kinerja pelayanan jalan. Misalnya, kendaraan yang melakukan perjalanan arterial, dengan Muatan Sumbu terberat (MST) >10 ton, jika memasuki jalan arterial dengan Muatan Sumbu terberat (MST) ≤ 10 ton, maka perlu menurunkan bebannya. Seandainya beban kendaraan tidak disesuaikan, maka perkerasan jalan akan mengalami *overloading* sehingga akan cepak rusak.

Jalan yang rusak tidak dapat dilalui kendaraan dengan kecepatan yang diharapkan, karena permukaan perkerasan yang tidak rata. Jalan yang tidak rata cenderung menyebabkan perjalanan kendaraan yang tidak stabil dan membahayakan. Contoh lain, jika kendaraan besar arterial masuk ke jalan lokal yang berdimensi jalan lebih kecil dengan izin Muatan Sumbu terberat (MST) yang lebih rendah, maka perkerasan jalan akan rusak lebih awal dan dimensi kendaraan yang besar akan menghalangi pergerakan kendaraan lain yang sedang operasi di jalan lokal. Dengan demikian kinerja pelayanan jalan menjadi menurun, terjadi banyak konflik antar kendaraan dan perkerasan lebih cepat rusak.

Prosedur dalam Menentukan Lendutan dengan Alat Benkelam Beam.

Pengujian dengan menggunakan alat *Benkelman Beam* merupakan penilaian kekuatan struktur dari konstruksi perkerasan lentur atau konstruksi perkerasan lapis pondasi agregat dengan lapis permukaan menggunakan permukaan aspal yang ada, didasarkan atas lendutan yang dihasilkan berupa landutan balik.

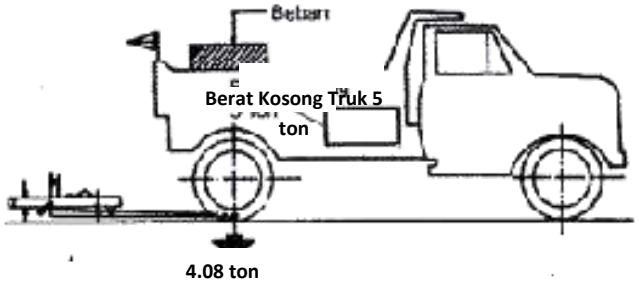
Dari hasil pengujian yang didapatkan diperuntukkan dalam menilai sistem perkerasan yang ada, sehingga dapat dijadikan pedoman/acuan perencanaan dalam penyesuaian perencanaan konstruksi dan klasifikasi peruntukkan jalan tersebut.

Pada pemeriksaan lentur, diperoleh data untuk :

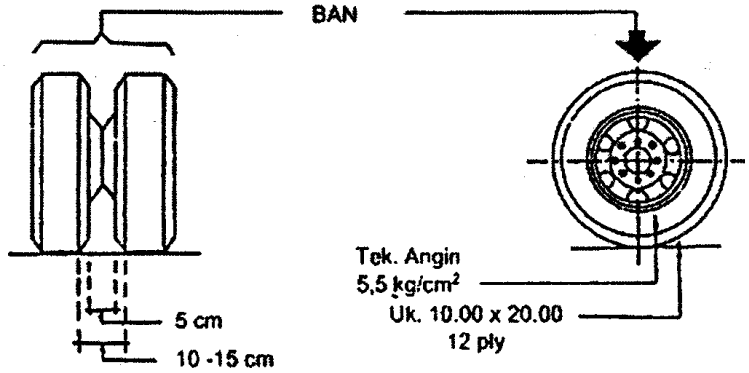
1. Penilaian struktur perkerasan;
2. Membandingkan sifat-sifat struktural sistem perkerasan yang berlainan;
3. Meramalkan perujudan (performance) perkerasan;
4. Perencanaan teknik perkerasan baru atau lapis tambahan (overlay) di atas perkerasan lama.

Peralatan yang digunakan dengan alat Benkelman Beam untuk pemeriksaan Lendutan

1. Truck dengan spesifikasi standar sebagai berikut (gambar berikut)

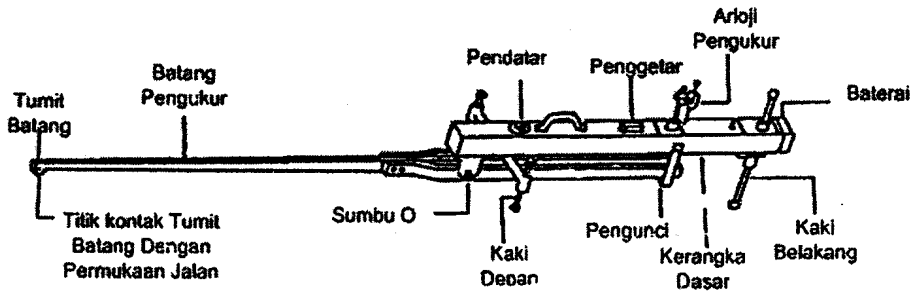


Spesifikasi Truk Standar



Ban Roda Belakang Truk Standar

Benkelman Beam set.



2. Pengukuran tekanan angin ban minimum 80 psi.
3. Thermometer.
4. Rolmeter 30 m dan 3 m.
5. Formulir-formulir lapangan
6. Peralatan bantu dan bahan bantu lainnya.

Cara mengukur Lendutan Balik Titik Belok

1. Menentukan titik-titik pemeriksaan.
2. Tentukan titik pada permukaan jalan yang akan diperiksa dan diberi tanda (+) dengan kapur tulis.
3. Pusatkan salah satu ban ganda pada titik yang telah ditentukan tersebut sesuai dengan pada bagian sisi ban mana yang akan dilakukan pemeriksaan.
4. Tumit batang (beam toe) Benkelman Beam diselipkan ditengah-tengah ban ganda tersebut, sehingga tepat dibawah pusat muatan sumbu gandar, dan batang benkelman beam sejajar dengan arah truk. Benkelman Beam masih dalam keadaan terkunci.
5. Atur ketiga kaki sehingga Benkelman Beam dalam keadaan mendatar (water pass)
6. Lepaskan kunci Benkelman Beam, sehingga batang Benkelman Beam dapat digerakkan turun naik.
7. Aturlah batang arloji pengukur sehingga bersinggungan dengan bagian atas dari batang belakang.
8. Hidupkan penggetar (buzzer) untuk memeriksa kestabilan jarum arloji pengukur.
9. Setelah jarum arloji pengukur stabil, atur jam pada angka nol, sehingga kecepatan perubahan jarum lebih kecil atau sama dengan 0.01 mm/menit atau setelah 3 menit. (pembacaan ini sebagai pembacaan awal)
10. Jalankan truk perlahan-lahan maju kedepan dengan kec. maks. 5 km/jam sejaum 0.03 m untuk penetrasi, butas dan laburan atau sejauh 0.4 m untuk aspal beton. Setelah truk berhenti, arloji pengukur dibaca setiap menit, sampai kecepatan perubahan jarum lebih kecil atau sama dengan 0.01 mm/menit atau setelah 3 menit. (pembacaan ini sebagai pembacaan antara)
11. Jalankan truk perlahan-lahan maju kedepan dengan kecepatan maks. 5 km/jam sejauh 6 m. Setelah truk berhenti, arloji pengukur dibaca setiap menit, sampai kecepatan perubahan jarum lebih kecil atau sama dengan 0.01 mm/menit atau setelah 3 menit. (pembacaan ini sebagai pembacaan akhir)
12. Catat suhu permukaan jalan (tp) dan suhu udara (tu) tiap titik pemeriksaan. Suhu tengah (tt) dan suhu bawah (tb) bila perlu dicatat setiap 2 jam.
13. Tekanan angin pada ban selalu diperiksa bila dianggap perlu setiap 4 jam dan dibuat selalu (5,5±0.07) kg/cm2 atau (80±1) psi.
14. Apabila diragukan adanya perubahan letak muatan, maka beban gandar belakang truk selalu diperiksa dengan timbangan muatan.
15. Periksa dan catat tebal lapis aspal.
16. Hindari penempatan tumit batang dan kaki-kaki Benkelman Beam pada tempat yang diperkirakan terjadi pelelehan aspal (bleeding)
17. Pelaporan.

Ketentuan Perhitungan

Lalu Lintas

a. Jumlah Lajur dan Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

Lajur rencana merupakan salah satu lajur lalu lintas dari suatu ruas jalan, yang menampung lalu-lintas besar. Jika jalan tidak memiliki tanda batas jalur, maka jumlah lajur ditentukan dari lebar perkerasan sesuai tabel di bawah ini.

Jumlah lajur berdasarkan lebar perkerasan

Lebar Perkerasan (L)	Jumlah Lajur
L < 4.50 m	1
4.50 m ≤ L < 8.00 m	2
8.00 m ≤ L < 11.25 m	3
11.25 m ≤ L < 15.00 m	4
15.00 m ≤ L < 18.75 m	5
18.75 m ≤ L < 22.50 m	6

Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

Jumlah Jalur	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

Keterangan : *) Mobil Penumpang
**) Truk dan Bus

b. Ekivalen beban sumbu kendaraan (E)

Angka ekivalen (E) masing-masing golongan beban sumbu (setiap kendaraan) ditentukan menurut Rumus 1, 2, 3, dan 4 atau pada tabel di bawah ini.

$$\text{Angka Ekivalen STRT} = \left(\frac{\text{beban sumbu (ton)}}{5{,}40}\right)^4 \quad \text{..... (1)}$$

$$\text{Angka Ekivalen STRG} = \left(\frac{\text{beban sumbu (ton)}}{8{,}16}\right)^4 \quad \text{..... (2)}$$

$$\text{Angka Ekivalen SDRG} = \left(\frac{\text{beban sumbu (ton)}}{13{,}76}\right)^4 \quad \text{..... (3)}$$

$$\text{Angka Ekivalen STrRG} = \left(\frac{\text{beban sumbu (ton)}}{18{,}45}\right)^4 \quad \text{..... (4)}$$

Tabel Ekivalen beban sumbu Kendaraan (E)

Beban sumbu (ton)	Ekivalen beban sumbu kendaraan (E)			
	STRT	STRG	SDRG	STrRG
1	0,00118	0,00023	0,00003	0,00001
2	0,01882	0,00361	0,00045	0,00014
3	0,09526	0,01827	0,00226	0,00070
4	0,30107	0,05774	0,00714	0,00221
5	0,73503	0,14097	0,01743	0,00539
6	1,52416	0,29231	0,03615	0,01118
7	2,82369	0,54154	0,06698	0,02072
8	4,81709	0,92385	0,11426	0,03535
9	7,71605	1,47982	0,18302	0,05662
10	11,76048	2,25548	0,27895	0,08630
11	17,21852	3,30225	0,40841	0,12635
12	24,38653	4,67697	0,57843	0,17895
13	33,58910	6,44188	0,79671	0,24648
14	45,17905	8,66466	1,07161	0,33153
15	59,53742	11,41838	1,41218	0,43690
16	77,07347	14,78153	1,82813	0,56558
17	98,22469	18,83801	2,32982	0,72079
18	123,45679	23,67715	2,92830	0,90595
19	153,26372	29,39367	3,63530	1,12468
20	188,16764	36,08771	4,46320	1,38081

d. Akumuliasi ekivalen beban sumbu estándar (CESA)

Dalam menentukan akumulasi beban sumbu lalu lintas (CESA) selama umur rencana ditentukan dengan rumus 6.

$$CESA = \sum_{Traktor-Trailer} mx365xExCx\,N \quad \text{..... (6)}$$

dengan pengertian

CESA = akumulasi ekivalen beban sumbu estándar

m = jumlah masing-masing jenis kendaraan

365 = jumlah hari dalam satu tahun

E = ekivalen beban sumbu

C = koefisien distribusi kendaraan

N = faktor penghubung umur rencana yang sudah disesuaikan dengan perkembangan lalu lintas

Ca = faktor pengaruh muka air tanah (faktor musim)

= 1,2 ; bila pemeriksaan dilakukan pada musim kemarau atau tinggi muka air tanah rendah

= 0,9 ; bila pemeriksaan dilakukan pada musim hujan atau muka air tanah tinggi

FK_{B-BB} = faktor koreksi beban uji Benkelman Beam (BB)

Lendutan dengan Benkelman Beam

Lendutan yang digunakan untuk perencanaan adalah lendutan balik. Nilai lendutan tersebut harus dikoreksi dengan, faktor muka air tanah (faktor musim) dan koreksi temperatur serta koreksi beban uji (bila beban uji titak tepat sebesar 8.16 ton). besarnya lendutan balik adalah sesuai rumus 7.

$d_B = 2 \times (d_3 - d_1) \times Ft \times Ca \times FK_{B-BB}$

dengan pengertian :

d_B = lendutan balik (mm)

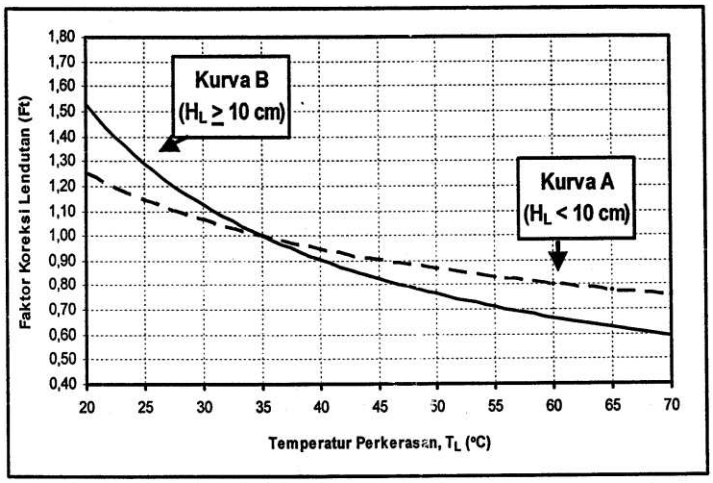
d_1 = lendutan pada saat beban tepat pada titik pengukuran

d_3 = lendutan pada saat beban berada pada 6 meter dari titik pengukuran

Ft = faktor penyesuaian lendutan terhadap temperatur standar

= 77,343 x (Beban Uji dalam ton)$^{(-2,0715)}$

Cara pengukuran lendutan balik mengacu pada SNI 03-2416-1991 (Metode Pengujian Lendutan Perkerasan Lentur dengan alat Benkelman Beam) dan gambar alat Benkelman Beam (BB) ditunjukkan pada Gambar sebelumnya.



Gambar Faktor koreksi lendutan terhadap temperatur standar (Ft)

Catatan :

- Kurva A adalah faktor koreksi (Ft) untuk tebal lapis beraspal (Hl) kurang dari 10 cm.
- Kurva A adalah faktor koreksi (Ft) untuk tebal lapis beraspal (Hl) minimum10 cm

Tabel Faktor koreksi lendutan terhadap temperatur standar(Ft)

T_L (°C)	Faktor Koreksi (Ft)		T_L (°C)	Faktor Koreksi (Ft)	
	Kurva A (H_L < 10 cm)	Kurva B ($H_L \geq$ 10 cm)		Kurva A (H_L < 10 cm)	Kurva B ($H_L \geq$ 10 cm)
20	1,25	1,53	46	0,90	0,81
22	1,21	1,42	48	0,88	0,79
24	1,16	1,33	50	0,87	0,76
26	1,13	1,25	52	0,85	0,74
28	1,09	1,19	54	0,84	0,72
30	1,06	1,13	56	0,83	0,70
32	1,04	1,07	58	0,82	0,68
34	1,01	1,02	60	0,81	0,67
36	0,99	0,98	62	0,79	0,65
38	0,97	0,94	64	0,78	0,63
40	0,95	0,90	66	0,77	0,62
42	0,93	0,87	68	0,77	0,61
44	0,91	0,84	70	0,76	0,59

Tabel Temperatur tengah (Tt) dan bawah (Tb) lapis beraspal berdasarkan data temperatur udara (Tu) dan temperatur permukaan (Tp)

$T_u + T_p$ (°C)	Temperatur lapis beraspal (°C) pada kedalaman					
	2,5 cm	5,0 cm	10 cm	15 cm	20 cm	30 cm
45	26,8	25,6	22,8	21,9	20,8	20,1
46	27,4	26,2	23,3	22,4	21,3	20,6
47	28,0	26,7	23,8	22,9	21,7	21,0
48	28,6	27,3	24,3	23,4	22,2	21,5
49	29,2	27,8	24,7	23,8	22,7	21,9
50	29,8	28,4	25,2	24,3	23,1	22,4
51	30,4	28,9	25,7	24,8	23,6	22,8
52	30,9	29,5	26,2	25,3	24,0	23,3
53	31,5	30,0	26,7	25,7	24,5	23,7
54	32,1	30,6	27,1	26,2	25,0	24,2
55	32,7	31,2	27,6	26,7	25,4	24,6
56	33,3	31,7	28,1	27,2	25,9	25,1
57	33,9	32,3	28,6	27,6	26,3	25,5
58	34,5	32,8	29,1	28,1	26,8	26,0
59	35,1	33,4	29,6	28,6	27,2	26,4
60	35,7	33,9	30,0	29,1	27,7	26,9
61	36,3	34,5	30,5	29,5	28,2	27,3
62	36,9	35,1	31,0	30,0	28,6	27,8
63	37,5	35,6	31,5	30,5	29,1	28,2
64	38,1	36,2	32,0	31,0	29,5	28,7
65	38,7	36,7	32,5	31,4	30,0	29,1
66	39,3	37,3	32,9	31,9	30,5	29,6
67	39,9	37,8	33,4	32,4	30,9	30,0
68	40,5	38,4	33,9	32,9	31,4	30,5
69	41,1	39,0	34,4	33,3	31,8	30,9
70	41,7	39,5	34,9	33,8	32,3	31,4
71	42,2	40,1	35,4	34,3	32,8	31,8
72	42,8	40,6	35,8	34,8	33,2	32,3
73	43,4	41,2	36,3	35,2	33,7	32,8
74	44,0	41,7	36,8	35,7	34,1	33,2
75	44,6	42,3	37,3	36,2	34,6	33,7
76	45,2	42,9	37,8	36,7	35,0	34,1
77	45,8	43,4	38,3	37,1	35,5	34,6
78	46,4	44,0	38,7	37,6	36,0	35,0
79	47,0	44,5	39,2	38,1	36,4	35,5
80	47,6	45,1	39,7	38,6	36,9	35,9
81	48,2	45,6	40,2	39,0	37,3	36,4
82	48,8	46,2	40,7	39,5	37,8	36,8
83	49,4	46,8	41,2	40,0	38,3	37,3

Kerusakan pada Perkerasan

Jenis-jenis kerusajan perkerasan lentur (aspal), umumnya dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

1. eformasi.
2. etak.
3. erusakan tekstur permukaan.
4. erusakan lubang.
5. erusakan di pinggir perkerasan.

Berikut ini akan dijelaskan hal-hal yang terkait dengan masing-masing kerusakan tersebut.

Deformasi

Deformasi adalah perubahan permukaan jalan dari profil aslinya (sesudah pembangunan). Deformasi merupakan kerusakan penting dari kondisi perkerasan karena mempengaruhi kualitas kenyamanan lalu lintas (kekasaran, genangan air yang mengurangi kekesatan permukaan), dan dapat mencerminkan kerusakan struktur perkerasan.

Retak (Crack).

Retak dapat terjadi dalam berbagai bentuk. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor dan melibatkan mekanisme yang kompleks. Secara teoritis, retak dapat terjadi bila tegangan tarik yang terjadi pada lapisan aspal melampaui tegangan tarik maksimum yang dapat di tahan oleh perkerasan tersebut.

Kerusakan Tekstur Permukaan.

Kerusakan Tekstur permukaan merupakan kehilangan material perkerasan secara berangsur-angsur dari lapisan permukaan ke arah bawah. Perkersan nampak seakan pecah menjadi bagian-bagian kecil, seperti pengelupasan akibat terbakar sinar matahari, atau mempunyai garis-garis goresan yang sejajar.

Kerusakan Lubang (Photoles).

Lubang adalah lekukan permukaan perkerasan akibat hilangnya lapisan aus dan material lapis pondasi. Kerusakan berbentuk lubang kecil biasanya berdiameter kurang dari 0,9 m dan berbentuk mangkuk yang dapat berhubungan atau tidak berhubungan dengan kerusakan permukaan lainnya.

D

Kerusakan Dipinggir Permukaan

R Kerusakan di pinggir perkerasan adalah retak yang terjadi di sepanjang pertemuan antara permukaan perkerasan aspal dan bahu jalan, lebih-lebih bila bahu jalan tidak dilutup (unsealed). Kerusakan ini terjadi secara lokal atau bahkan bisa memanjang disepanjang jalan ,dan sering terjadi di salah satu bagian jalan, atau sudut.

K

K

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan tebal perkerasan dengan menggunakan metode bina marga yang akan dijelaskan pada skripsi ini adalah berdasarkan hasil data lapangan yang diperoleh dari pengujian alat Benkelman Beam dalam mendapatkan nilai lemdutan yang dihasilkan. Pengukuran lendutan dilakukan pada permukaan aspal yang masih baik, dimana belum terjadi deformasi kerusakan lainnya seperti retakan atau segregasi.

A. Perhitungan Tebal Lapis Perkerasan Jalan pada Titik Normal

Perhitungan Berdasarkan Lendutan Balik di Lapangan

d_B = 2 x (d_3-d_1) x Ft x Ca x K_{B-BB}

Ft = 4,184 x $T_L^{-0.4025}$, untuk H_L < 10 cm

TL = 1/3(T_p + T_t + T_b)

K_{B-BB} = 77,343x(Beban Uji dalam ton)$^{(-2.0715)}$

FK = $^{S}/_{dR}$ x 100% < K_{Izin}

$$d_R = \frac{\sum_1^{Ns} d}{ns}$$

$$S = \frac{\sqrt{ns(\sum_1^{Ns} d)-(\sum_1^{Ns} d)^2}}{Ns\ (ns - 1)}$$

D_{wakil} = dR+2 S ; untuk jalan arteri (tingkat kepercayaan 98%)

Dimana :

d_B = Lendutan Balik (mm)
d_1 = Lendutan Awal (mm)
d_3 = Lendutan Akhir (mm)
Ft = Faktor Penyesuaian Lendutan
TL = Lemperatur Lapis Beraspal
T_P = Temperatur Permukaan Lapis Beraspal
T_t = Temperatur Tengah Lapis Beraspal
T_b = Temperatur Bawah Lapis Beraspal
Ca = Faktor Pengaruh Muka Air Tanah
= 1,2 (bila pengujian dilakukan dimusim kemarau); dan 0,9 (bila pengujian dilakukan dimusim hujan)
FK_{B-BB} = Faktor Koreksi Beban Uji Benkelman Beam (BB)
FK = Faktor Keseragaman yang Diijinkan
d_R = Lendutan Rata-Rata pada Suatu Seksi Jalan
S = Simpang Baku (Standar Deviasi)
D = Nilai Lendutan Balik (d_B)
ns = Jumlah Titik Pemeriksaan pada Suatu Seksi Jalan
D_{wakil} = Lendutan yang Mewakili pada Satu Seksi Jalan

Perhitungan Pada Titik Normal

Sta. 0+000

Diketahui :
d_1 = 0 mm
d_3 = 0.23 mm
Ca = 1,2
Tp = 35.5°C
Tu = 30°C
Tt = 37,00 °C (dilihat dari tabel 2.6)
Tb = 32,70 °C (dilihat dari tabel 2.6)
Beban Uji = 8,20 ton

Menghitung Lendutan Balik

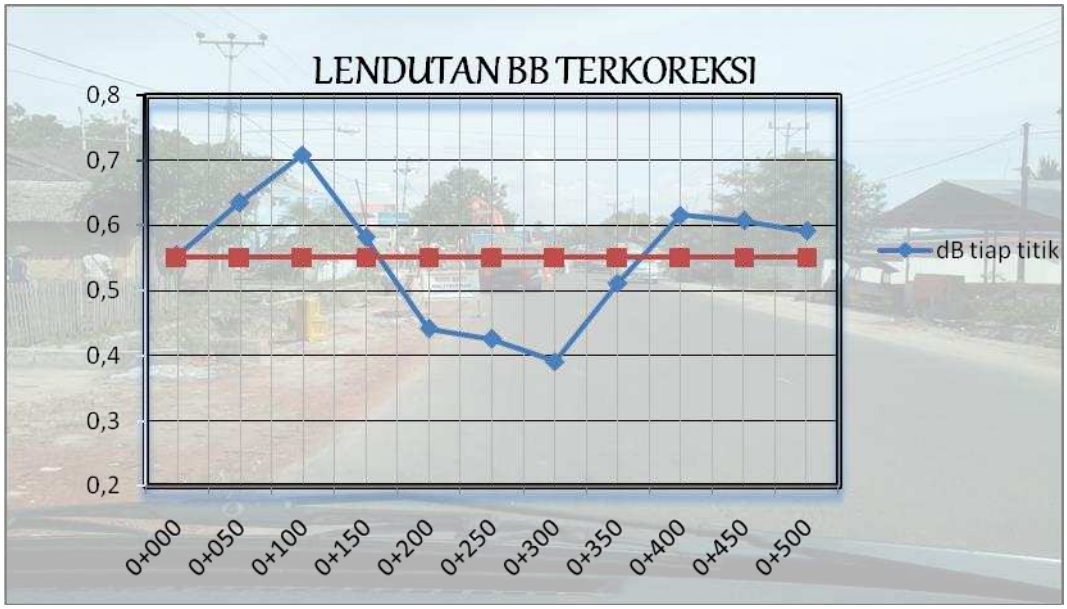
d_B = 2 x (d_3-d_1) x Ft x Ca x K_{B-BB}
TL = 1/3(T_p + T_t + T_b)
= 1/3 (35,5+37+32,7)
= 35,07 °C
Ft = 14,785 x $T_L^{-0.7573}$, untuk $H_L \geq 10$ cm
= 14,785 x $35,07^{-0.7573}$
= 1
FK_{B-BB} = 77,343 x (Beban Uji dalam ton)$^{(-2.0715)}$
= 77,343 x 8,2 $^{(-2,0715)}$
= 0,99
d_B = 2x (d_3-d_1) x Ft x Ca x K_{B-BB}
= 2 x (0,23-0) x 1 x 1,2 x 0,99
= 0,554 mm
d_B^2 = 0,307 mm

dan selanjutnya dapat dilihat pada tabel berikut dibawah ini :
Nilai Ca = 1,2 (Musim Kemarau)
Beban Uji = 8,20 Ton
TU = 30°C

Tabel Hasil Perhitungan Lendutan Balik pada Titik Normal.

Sta Pengujian	d1 mm	d3 mm	Tp °C	Tt oC	Tb oC	TL °C	Ft	FKB-BB	dB mm	dB2 mm	dR mm
0+000 L	0	0.23	35.50	37.00	32.70	35.07	1.000	0.990	0.554	0.307	0.050
0+050 L	0	0.27	37.00	37.80	33.40	36.07	0.979	0.990	0.635	0.404	0.058
0+100 L	0	0.31	37.00	37.80	33.40	36.07	0.979	0.990	0.709	0.503	0.064
0+150 L	0	0.25	37.00	37.80	33.40	36.07	0.979	0.990	0.581	0.338	0.053
0+200 L	0	0.19	37.00	37.80	33.40	36.07	0.979	0.990	0.442	0.195	0.040
0+250 L	0	0.18	37.00	37.80	33.40	36.07	0.979	0.990	0.426	0.182	0.039
0+300 L	0	0.17	37.00	37.80	33.40	36.07	0.979	0.990	0.391	0.153	0.036
0+350 L	0	0.22	37.00	37.80	33.40	36.07	0.979	0.990	0.511	0.261	0.046
0+400 L	0	0.27	37.00	37.80	33.40	36.07	0.979	0.990	0.616	0.379	0.056
0+450 L	0	0.27	38.00	38.40	33.90	36.77	0.965	0.990	0.607	0.368	0.055
0+500 L	0	0.26	38.50	38.70	34.15	37.12	0.958	0.990	0.591	0.350	0.054
								Jumlah	6.064	3.439	0.551
								Lendutan Rata-Rata (d_R)	0.551		
								Jumlah Titik (n_S)	11.00		
								Standar Deviasi (s)	0.098		
								Faktor Keseragaman (FK)	17.83		
									Keseragaman Baik		

FK = 0 % - 10 % ; Keseragaman Sangat Baik
FK = 11 % - 20 % ; Keseragaman Baik
FK = 21 % - 30 % ; Keseragaman Cukup Baik



Gambar Grafik Lendutan BB Terkoreksi (dB) PadaTitik Normal

Menghitung Keseragaman Lendutan pada Titik Normal

$$FK = \frac{s}{d_R} \times 100\ \% < FK_{izin}$$

Mencari lendutan rata-rata pada suatu seksi jalan

$$d_R = \frac{\sum_1^{Ns} d}{ns}$$

$$d_R = \frac{6.064}{11}$$

$$d_R = 0{,}551 \text{ mm}$$

Mencari Simpang Baku (deviasi standar)

$$S = \sqrt{\frac{ns(\sum_1^{Ns} d)-(\sum_1^{Ns} d)^2}{Ns\ (ns - 1)}}$$

$$S = \sqrt{\frac{11\ (3{,}439)-(6.064)^2}{11(11-1)}}$$

$$S = 0{,}098$$

Menentukan Keseragaman Lendutan

FK = s/dR x 100 % < FK izin
= 0,098/0,551 x 100%
= 17,83 %

Jadi keseragaman lendutan pada titik normal di pandang baik karena berada diantara nilai keseragaman baik yaitu = 11% - 20%.

Menghitung Lendutan Wakil pada Titik Normal (D_{wakil} atau D_{sbl}) dengan menggunakan untuk jalan Arteri/Tol

Dwakil = dR + 2.s
= 0,551 + 2 x 0,098
= 0.748 mm

Menghitung Ekivalen beban sumbu Kendaraan (E)

Kendaraan yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan ban sumbu dual roda ganda, sehingga rumus yang digunakan adalah : .

$$\text{Angka Ekivalen SDRG} = \left(\frac{\text{beban sumbu (ton)}}{13{,}76}\right)^4$$

$$= \left(\frac{8{,}20}{13{,}76}\right)^4$$

$$= 0{,}126$$

Menghitung Akumulasi Ekivalen beban sumbu standar (CESA)

CESA = ∑ m x 365 x E x C x N
dimana :

m = Jumlah masing-masing jenis kendaraan
365 = Jumlah hari dalam satu tahun

E = Ekivalen beban sumbu
C = Koefisien distribusi kendaraan (nilai = 1)
N = Faktor hubungan umur rencanayang sudah disesuaikan dengan perkembangan lalu lintas (renc. 10 thn = 11,06)

CESA=∑ m x 365 x E x C x N
= 50.102 x 365 x 0,126 x 1 x 11,06
= 25.484.352,24

Menghitung Lendutan Rencana ($D_{rencana}$ atau $D_{stl\ ov}$)

Drencana = 22,208 x $CESA^{-02307}$
= 22,208 x $25.484.352,24^{-02307}$
= 0,4344 mm

Menghitung Tebal Lapis Tambahan (Ho) sesuai dengan rumus :

$$Ho = \frac{[LN(1,0364)+LN(D_{sbl\ ov})-LN(D_{stl\ ov})]}{0,0597}$$

$$= \frac{[LN(1,0364)+LN(0,748)-LN(0,4344)]}{0,0597}$$

= 9,7 cm

Menghitung Koreksi Tebal Lapis Tambah (Fo) dengan rumus :

Fo = 0,5032 x $EXP^{(0,0194xTPRT)}$
= 0,5032 x $EXP^{(0,0194x36)}$
= 0,5032 x $EXP^{(6984)}$
= 0,5032 x 2,0105
= 1,0117

Menghitung Tebal Lapis Tambah Terkoreksi (Ht) dengan menggunakan rumus :

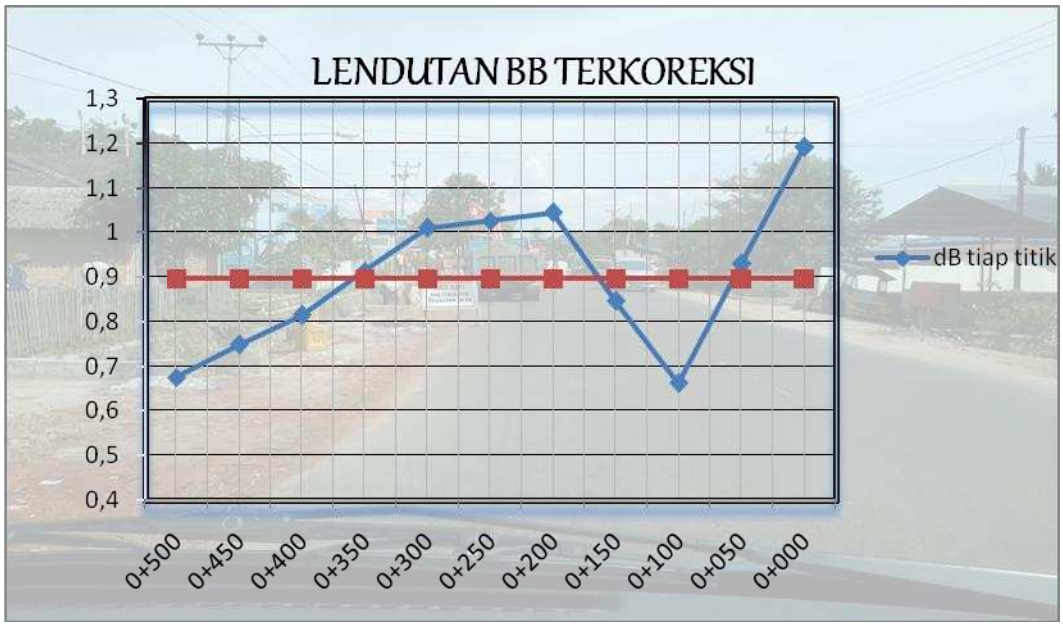
Ht = Ho x Fo
= 9,7 x 1,0117
= 9,81 cm

Tabel Hasil Perhitungan Lendutan Balik pada Titik Oposite.

Sta Pengujian	d1 mm	d3 mm	Tp °C	Tt oC	Tb oC	TL °C	Ft	FKB-BB	dB mm	dB2 mm	dR mm
0+500 R	0	0.30	39.25	39.13	34.53	37.63	0.948	0.990	0.675	0.456	0.061
0+450 R	0	0.33	39.50	39.25	34.65	37.80	0.944	0.990	0.748	0.559	0.068
0+400 R	0	0.36	39.50	39.25	34.65	37.80	0.944	0.990	0.815	0.664	0.074
0+350 R	0	0.41	40.00	39.50	34.90	38.13	0.938	0.990	0.914	0.835	0.083
0+300 R	0	0.45	40.00	39.50	34.90	38.13	0.938	0.990	1.010	1.020	0.092
0+250 R	0	0.47	41.00	40.10	35.40	38.83	0.925	0.990	1.026	1.052	0.093
0+200 R	0	0.48	41.00	40.10	35.40	38.83	0.925	0.990	1.044	1.090	0.095
0+150 R	0	0.39	42.00	40.60	35.80	39.47	0.914	0.990	0.847	0.717	0.077
0+100 R	0	0.30	41.50	40.35	35.60	39.15	0.920	0.990	0.663	0.439	0.060
0+050 R	0	0.43	42.00	40.60	35.80	39.47	0.914	0.990	0.930	0.865	0.085
0+000 R	0	0.55	42.00	40.60	35.80	39.47	0.914	0.990	1.190	1.417	0.108

Jumlah	9.86	9.11	0.896
Lendutan Rata-Rata (d_R)	0.896		
Jumlah Titik (n_S)	11.00		
Standar Deviasi (s)	0.166		
Faktor Keseragaman (FK)	18.47		
	Keseragaman Baik		

FK = 0 % - 10 % ; Keseragaman Sangat Baik
FK = 11 % - 20 % ; Keseragaman Baik
FK = 21 % - 30 % ; Keseragaman Cukup Baik



Gambar Grafik Lendutan BB Terkoreksi (dB) PadaTitik Oposite

Menghitung Keseragaman Lendutan pada Titik Oposite

$$FK = \frac{s}{d_R} \times 100\ \% < FK_{izin}$$

Mencari lendutan rata-rata pada suatu seksi jalan

$$d_R = \frac{\sum_1^{Ns} d}{ns}$$

$$d_R = \frac{9.86}{11}$$

$$d_R = 0{,}896 \text{ mm}$$

Mencari Simpang Baku (deviasi standar)

$$S = \sqrt{\frac{ns(\sum_1^{Ns} d)-(\sum_1^{Ns} d)^2}{Ns\ (ns - 1)}}$$

$$S = \sqrt{\frac{11\ (9.11)-(9.86)^2}{11(11-1)}}$$

$$S = 0{,}166$$

Menentukan Keseragaman Lendutan

FK = s/dR x 100 % < FK $_{izin}$
= 0,166/0,896 x 100%
= 18.47 %

Jadi keseragaman lendutan pada titik normal di pandang baik karena berada diantara nilai keseragaman baik yaitu = 11% - 20%.

Menghitung Lendutan Wakil pada Titik Oposite (D_{wakil} atau D_{sbl}) dengan menggunakan untuk jalan Arteri/Tol

Dwakil = dR + 2.s
= 0,896 + 2 x 0,166
= 1,228 mm

Menghitung Ekivalen beban sumbu Kendaraan (E)

Kendaraan yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan ban sumbu dual roda ganda, sehingga rumus yang digunakan adalah : .

$$\text{Angka Ekivalen SDRG} = \left(\frac{\text{beban sumbu (ton)}}{13{,}76}\right)^4$$

$$= \left(\frac{8{,}20}{13{,}76}\right)^4$$

$$= 0{,}126$$

Menghitung Akumulasi Ekivalen beban sumbu standar (CESA)

CESA = ∑ m x 365 x E x C x N

dimana :

m = Jumlah masing-masing jenis kendaraan

365 = Jumlah hari dalam satu tahun

E = Ekivalen beban sumbu

C = Koefisien distribusi kendaraan (nilai = 1)

N = Faktor hubungan umur rencanayang sudah disesuaikan dengan perkembangan lalu lintas (renc. 10 thn = 11,06)

CESA=∑ m x 365 x E x C x N
= 50.102 x 365 x 0,126 x 1 x 11,06
= 25.484.352,24

Menghitung Lendutan Rencana ($D_{rencana}$ atau $D_{stl\ ov}$)

Drencana = 22,208 x $CESA^{-02307}$
= 22,208 x $25.484.352,24^{-02307}$
= 0,4344 mm

Menghitung Tebal Lapis Tambahan (Ho) sesuai dengan rumus :

$$Ho = \frac{[LN(1,0364)+LN(D_{sbl\ ov})-LN(D_{stl\ ov})]}{0,0597}$$

$$= \frac{[LN(1,0364)+LN(1,228)-LN(0,4344)]}{0,0597}$$

= 18 cm

Menghitung Koreksi Tebal Lapis Tambah (Fo) dengan rumus :

Fo = 0,5032 x $EXP^{(0,0194xTPRT)}$
= 0,5032 x $EXP^{(0,0194x36)}$
= 0,5032 x $EXP^{(6984)}$
= 0,5032 x 2,0105
= 1,0117

Menghitung Tebal Lapis Tambah Terkoreksi (Ht) dengan menggunakan rumus :

Ht = Ho x Fo
= 18 x 1,0117
= 18,21 cm

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penilitian yang telah dipaparkan pada bab sebelumnya, dapat ditarik kesimpulan Analisa Tebal Perkerasan dengan Menggunakan Metode Bina Marga pada Ruas Jalan Gorontalo-Limboto adalah sebagai berikut :

1. Lendutan balik yang diperoleh dari penelitian pada titik normal sebesar 6,06 mm dan pada titik oposite sebesar 9,86 mm.
2. Tebal lapis tambah yang diperlukan untuk perencanaan 10 tahun dengan pertumbuhan lalu lintas (r) = 2% agar dapat melayani rute jalur Gorntalo – Limboto ditinjau dari titik normal sebesar 9,81cm dan untuk titik oposite sebesar 18,21 cm.

Saran

Sesuai dengan kesimpulan yang diperoleh diatas, maka ada beberapa hal yang dapat dihasilkan pada penelitian ini yaitu :

1. Apabila akan dilakukan penambahan lapis aspal pada jalan Gorontalo – Limboto, maka perencanaan tebal lapis tambah dapat mengacu pada tebal lapis tambah yang dihasilkan pada penelitian dengan menggunakan alat Bankelman Beam;
2. Untuk lebih mendukung hasil rencana yang dihasilkan dalam mencapai hasil yang lebih eektif dan evisien, maka perlu dilakukan pengecekan pemeriksaan silang dengan menggunakan pemeriksaan CBR dan Coodril pada jalan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

Hikmat Iskandar (2008), Jurnal Perencanaan Volume Lalu-lintas Untuk Angkutan Jalan.

Departemen Pekerjaan Umum (2005), Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lendutan dengan Metode Lendutan Pd T-05-2005-B, Pedoman Konstruksi dan Bangunan, Jakarta.

Direktorat Jenderal Perhubungan Darat (1996), Cara Perhitungan Muatan Sumbu Terberat (MST) Kendaraan

Bermotor, Direktorat Jenderal Perhubungan Darat, Jakarta.

Departemen Pendidikan Nasional STITEK Bina Taruna Gorontalo, (2009), *Pedoman Penulisan Karya TulisIlmiah (Skripsi),* Departemen Pendidikan Nasional STITEK Bina Taruna Gorontalo Program Studi Teknik Sipil, Gorontalo.

Pemerintah Republik Indonesia (2004), Undang-Undang Nomor 38 Tahun 2004 Tentang Jalan, Pemerintah Republik Indonesia, Jakarta.

Pemerintah Republik Indonesia (2009), Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, Pemerintah Republik Indonesia, Jakarta.

Pemerintah Republik Indonesia (2011), Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2011 Tentang Manajemen dan Rekayasa, Analisa Dampak, serta manajemen kebutuhan Lalu Lintas, Pemerintah Republik Indonesia, Jakarta.

Pemerintah Republik Indonesia (1993), PeraturaPemerintah Nomor 43 Tahun 1993 Prasarana dan Lalu Lintas Jalan, Pemerintah Republik Indonesia, Jakarta.

Pemerintah Republik Indonesia (2010), Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 11/PRT/M/2010 Tentang Tata Cara dan Persyaratan Laik Fungsi Jalan, Pemerintah Republik Indonesia, Jakarta.

Pemerintah Republik Indonesia (2011), Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 19/PRT/M/2011 Tentang Persyaratan Teknis Jalan dan Kriteria Perencanaan Teknis Jalan, Pemerintah Republik Indonesia, Jakarta.