

TINJAUAN PERENCANAAN OVERLAY PADA RUAS JALAN BYPASS BONE BOLANGO

Disusun Oleh :

Novita Wahyuni Pade

Mahasiswa Program Studi S1 Teknik Sipil
Sekolah Tinggi Teknik (STITEK) Bina Taruna Gorontalo
INDONESIA
bukustitek@yahoo.com

ABSTRAK

Perkerasan suatu jalan yang telah melayani lalu lintas, akan mengalami perubahan pada permukaan jalan dan struktur perkerasan seluruhnya. Untuk itu perlu diberikan lapis tambahan untuk dapat kembali mempunyai nilai kekuatan, tingkat kenyamanan, tingkat keamanan, tingkat kededapan terhadap air dan tingkat kecepatan air mengalir sesuai yang direncanakan. Faktor-faktor yang mempengaruhi tebal lapis tambah adalah beban lalulintas, kinerja perkerasan jalan lama, temperatur, dan jenis lapis tambah yang digunakan.

Perubahan tebal perkerasan sangat berpengaruh besar terhadap umur rencana, semakin bertambah nilai tebal lapis perkerasan maka semakin bertambah umur jalan tersebut dan semakin berkurang tebal lapis perkerasan maka semakin berkurang umur jalan tersebut.

Metode perencanaan tebal lapis tambah yang digunakan pada ruas jalan baypass Kabupaten Bone Bolango adalah metode lendutan balik yang mengacu pada Pedoman Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur Dengan Metode Lendutan (Pd. T-05-2005-B) yang dikeluarkan oleh Departemen Pekerjaan Umum. Hasil analisis menunjukkan nilai akumulasi ekuivalen beban sumbu standar (CESA) adalah 250.852,97 ESA. Lendutan balik yang diperoleh dari penelitian ini ditinjau dari titik normal adalah 8,35 mm dan bila ditinjau dari titik oposite maka nilai lendutan balik yang diperoleh adalah 8,12 mm. Dan tebal lapis tambah yang dibutuhkan selama umur rencana 10 tahun, ditinjau dari titik normal adalah 5,63 cm, dan bila di tinjau dari titik oposite adalah 5,16 cm.

Kata Kunci : Lendutan balik, Tebal lapis tambah, Benkleman Beam

PENDAHULUAN

Dengan semakin berkembangnya teknologi dan berbagai kemajuan dalam berbagai bidang, maka sangat dituntut adanya fasilitas yang mendukungnya. Salah satu dari fasilitas tersebut adalah prasarana transportasi antara lain jalan dan struktur perkerasan jalan, Transportasi mempunyai peran penting dalam menentukan kelancaran proses pelaksanaan pembangunan pada suatu Negara. Oleh karena itu kebutuhan akan infrastruktur transportasi merupakan hal yang mutlak untuk dipenuhi dalam upaya mendukung proses pelaksanaan pembangunan

Akses transportasi darat yang merupakan urat nadi jalannya perekonomian baik berskala daerah maupun nasional yaitu jalan raya. Jalan merupakan salah satu sarana transportasi darat yang penting untuk menghubungkan berbagai tempat seperti pusat industri, lahan pertanian, permukiman, serta sebagai sarana distribusi barang dan jasa untuk menunjang perekonomian. Jalan juga berfungsi sebagai pembatas antar lokasi seperti blok bangunan serta batas antar wilayah satu dengan yang lainnya.

Adapun cara untuk meningkatkan pelayanan terhadap jalan raya salah satunya adalah penambahan tebal perkerasan untuk menghindari kerusakan yang lebih serius pada jalan tersebut. Maka

dari itu diperlukan Penambahan tebal lapis tambah perkerasan (*overlay*). Penambahan ini dapat dilakukan pada jalan - jalan yang sudah berlubang karena tidak memungkinkan lagi untuk di tambal, maka diambillah suatu kebijakan dengan cara menambah tebal perkerasan dari jalan tersebut, dan tebal lapis tambahan dapat dilakukan dengan menggunakan alat Benkelman Beam.

. Alat ini dapat mengukur lendutan balik maksimum, lendutan balik titik belok, dan cekung lendutan akibat beban roda tertentu. Data lendutan balik maksimum dapat digunakan untuk perencanaan lapis tambah (*overlay*) perkerasan jalan. Jalan By. Pass Bone Bolango merupakan salah satu jalan yang terletak didaerah Kabupaten Bone Bolango, dimana keberadaan Jalan By.Pass sendiri memiliki peran penting yakni selain menghubungkan satu Kabupaten dan Kota, juga merupakan jalan yang menghubungkan pusat – pusat perkantoran. Berdasarkan hasil pengamatan menunjukkan bahwa Jalan By. Pass sedikit mengalami kerusakan.

Berdasarkan hal tersebut diatas untuk itu penulis melakukan penelitian “**Tinjauan Perencanaan Overlay Pada Ruas Jalan By Pass Bone Bolango**” Parameter utama yang dipakai dalam perencanaan tebal lapis tambah ini adalah data lendutan jalan hasil pengujian dengan alat *Benkelman Beam*. Dari hasil tinjauan perencanaan ini akan didapatkan tebal tambah rencana yang dapat digunakan untuk menambah kualitas dari perkerasan jalan dilokasi pengujian

PEMBAHASAN TUGAS

Klasifikasi Struktur Perkerasan

1. Uji Merusak

Uji merusak dilakukan dengan cara :

- a. Pengambilan sampel dari lapisan – lapisan perkerasan dengan alat bor atau yang lain, kemudian diikuti dengan uji laboratorium.

- b. Pembuatan lubang uji (*tespit*) untuk uji di tempat (*In situ Test*) pada lapisan perkerasan

2. Uji Tak Merusak

Uji tak merusak (*non destructive testing, NDT*), pada saat ini lebih sering dilakukan. Uji NDT merupakan uji langsung di lokas perkerasan dengan tanpa merusaknya. NDT mempunyai dua keuntungan :

- 1) Pengujian dilakukan tanpa merusak perkerasan yang telah ada
- 2) Pengujian dilakukan dalam waktu yang relative cepat dan mudah, dengan tanpa banyak mengganggu kelancaran lalu – lintas.

Tipe – tipe alat Uji NDT

Dalam uji tak merusak (NDT) terdapat berbagai macam alat yang dibedakan menurut model dari pembebanannya, yaitu :

- 1) Alat Uji FWD (*Falling Weight Deflectometer*)
- 2) Alat Uji *Steady-state Dynamic Deflection*
- 3) Alat Uji *Defleksi Statis*

Prosedur Dalam Menentukan Lendutan Dengan Alat Benkelman Beam.

Didalam buku *Manual Pemeriksaan Jalan Dengan Alat Benkelman Beam* dikatakan bahwa cara pemeriksaan karakteristik lendutan akibat beban pada sistem perkerasan dengan alat Benkelman Beam meliputi prosedur penekanan dengan beban tertentu yang diketahui nilainya, dengan perantara roda atau seperangkat roda ban pneumatik, terhadap lapisan suatu system perkerasan.

Cara ini dimaksudkan untuk mendapatkan data lendutan akibat beban yang dipergunakan untuk menilai sistem perkerasan, baik untuk tujuan penelitian, perencanaan teknik, pelaksanaan maupun pemeriksaan.

Maka dalam hal ini dikemukakan lima cara pemeriksaan lendutan yang dapat dipilih, diantaranya:

- a. Lendutan balik (rebound deflection) statis perkerasan lentur (flexible).
- b. Lendutan dan lendutan balik perkerasan lentur.
- c. Lendutan maksimum dan lendutan balik perkerasan lentur atau perkerasan kaku (rigid).
- d. Lendutan parsial dan lendutan balik perkerasan lentur.
- e. Lendutan balik statis perkerasan kaku atau gabungan (composite type).

Peralatan yang digunakan dengan alat Benkelman Beam untuk pemeriksaan lendutan.

- a. Truk dengan spesifikasi standar
- b. Alat Benkelman Beam
- c. Pengukuran tekanan yang dapat mengukur tekanan angin ban minimum 80 psi.
- d. Thermometer
- e. Rolmeter
- f. Formulir-formulir lapangan dan hardboard.
- g. Minyak arloji alkohol murni untuk membersihkan batang arloji pengukur.
- h. Perlengkapan keamanan bagi petugas

Cara mengukur lendutan balik titik belok.

- a. Menentukan titik-titik pemeriksaan.
- b. Tentukan titik pada permukaan yang telah ditentukan.
- c. Tumit batang (Beam Toe) Benkelman Beam diselipkan ditengah-tengah ban ganda
- d. Atur ketiga kaki sehingga Benkelman Beam dalam keadaan mendatar (water pass).
- e. Lepaskan kunci Benkelman Beam
- f. Aturlah batang arloji pengukur
- g. Hidupkan penggetar (buzzer) untuk memeriksa kestabilan jarum arloji pengukur.

h. Setelah jarum arloji pengukur stabil, atur jarum pada angka nol. Catat pembacaan ini sebagai pembacaan awal.

i. Jalankan truk perlahan-lahan maju kedepan dengan kecepatan maksimum 5 km/jam sejauh 0,30 m

Catat pembacaan ini sebagai pembacaan antara.

j. Jalankan truk perlahan-lahan maju kedepan dengan kecepatan maksimum 5 km/jam sejauh 6 meter

Catat pembacaan ini sebagai pembacaan antara.

k. Jalankan truk perlahan-lahan maju kedepan dengan kecepatan maksimum 5 km/jam sejauh 6 meter.

Catat pembacaan ini sebagai pembacaan akhir.

l. 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.

m. Tekanan angin pada ban selalu diperiksa bila dianggap perlu setiap 4 jam dan dibuat selalu $(5,5 \pm 0,07)$ kg/cm² atau (80 ± 1) psi.

n. Apabila diragukan adanya perubahan letak muatan, maka beban gandar belakang truk selalu diperiksa dengan timbangan muatan.

o. Periksa dan catat tebal lapis aspal.

p. Hindari penempatan tumit batang dan kaki-kaki Benkelman Beam pada tempat yang diperkirakan terjadi pelelehan aspal (bleeding).

Parameter Perencanaan Tebal Lapis Tambah (overlay)

Menghitung tebal lapis tambah dengan menggunakan lendutan balik.

a. Perhitungan lendutan balik.

Rumus – rumus yang digunakan dalam menentukan lendutan balik

$$d_B = 2 (d_3 - d_1) F_t \times C_a \times F_{K_{B-BB}}$$

$$T_L = 1/3 (T_p + T_b + T_t)$$

$$d_3 - d_1 = 1/2 d$$

$$1/2 d = d_3 - d_1 \quad d \Rightarrow 2 (d_3 - d_1)$$

$$FK = s/d_R \times 100\% < FK \text{ Ijin}$$

$$D = d_R + 1,28s$$

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

b. Perhitungan tebal lapis tambah (overlay)

1. Mencari data–data lalu lintas yang diperlukan pada jalan –jalan yang bersangkutan antara lain:
 - a. LHR (Lalu lintas Harian Rata –rata) yang dihitung untuk dua arah pada jalan tanpa median dan untuk masing –masing arah pada jalan dengan median
 - b. Jumlah lalu lintas rencana (design traffik number) ditentukan atas dasar jalur dan jenis kendaraan.

Tabel 2.1. Koefisien distribusi kendaraan (C)

Tipe jalan	Kendaraan ringan*		Kendaraan berat**	
	1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
1 jalur	1,00	1,00	1,100	1,00
2 jalur	0,60	0,50	0,70	0,50
3 jalur	0,40	0,40	0,50	0,475
4 jalur	-	0,30	-	0,45
6 jalur	-	20	-	40

Ket : * : mobil penumpang, pick up, mobil hantaran.

** : bus, truk, traktor, trailer.

2. Dengan menggunakan perhitungan lendutan balik, menghitung besarnya jumlah ekuivalen harian rata-rata dari satuan 8,16 ton

3. Menentukan umur rencana dan perkembangan lalu lintas.
4. Serta menentukan jumlah lalu lintas secara kumulatif selama umur rencana
5. Menghitung tebal lapis tambah/overlay (Ho) dengan menggunakan rumus :

$$H_o = \frac{[Ln(1,0364) + Ln(Dsbl ov) - (Ln(Dstl ov)]}{0,0597}$$

6. Menghitung tebal lapis tambah/overlay yang diperoleh adalah berdasarkan temperature standar 35°C

$$F_o = 0,5032 \times EXP^{(0,194 \times TPRT)}$$
7. Mengitung tebal lapis tambah/overlay terkoreksi (Ht) dengan mengalikan Ho dengan faktor koreksi overlay (Fo), dengan menggunakan rumus :

$$H_t = H_o \times F_o$$

Pengukuran Suhu.

1. Maksud pengukuran suhu adalah untuk mencari faktor koreksi penyelesaian suhu terhadap suhu standard 35°C. Pengukuran dapat dilakukan terhadap: Temperature (tu) dan temperature permukaan (tp)

LANGKAH – LANGKAH PENELITIAN

Peralatan dan Personil

a. Peralatan

- 1) Truck dengan spesifikasi standar
- 2) Alat Benkelman Beam
- 3) Alat penyeter Benkelman Beam
- 4) Pengukur tekanan angin yang dapat mengukur tekanan 5,5 kg/cm² dengan ketelitian 0,01 kg/cm² atau 80 psi dengan ketelitian 1 psi
- 5) Thermometer
- 6) Rolmeter 30 m dan 3 m
- 7) Formulir – formulir lapangan

- 8) Minyak arloji pengukur dan alkohol murni untuk membersihkan batang arloji pengukur.
- 9) Perlengkapan keamanan bagi petugas dan tempat pengujian
- 10) Kamera untuk foto dokumentasi

b. Personil

Personil yang diperlukan dalam penelitian ini adalah :

- a. Satu orang petugas pengamanan lalu lintas
- b. Satu orang pengemudi truck
- c. Dua orang operator alat Benkleman Beam
- d. Satu orang pencatat temperatur dan tebal lapisan

Cara Pelaksanaan

a. Penyiapan Truck dan Alat Benkleman Beam

1. Truk dimuati hingga beban masing – masing roda belakang ban ganda ($4,08 \pm 0,045$) ton atau (9.000 ± 100) lbs.
2. Ban belakang diperiksa dan tekanan angin pada ban dibuat ($5,5 \pm 0,007$) kg/cm^2 atau (80 ± 1) psi, dan diukur setiap 4 jam sekali.
3. Pasang batang Benkleman Beam sehingga sambungan kaku.
4. Periksa arloji pengukur, bila perlu batang arloji dibersihkan dengan minyak arloji atau alkohol murni guna memperkecil gesekan.
5. Pasang arloji pengukur pada tangkai sedemikian rupa sehingga batang arloji pengukur arahnya vertikal pada rangka Benkleman Beam .
6. Bila tidak atau belum dilakukan pemeriksaan dan truck berhenti lebih dari 40 jam, selama masih dimuati beban, maka sebaiknya ban truck ditahan dengan balok – balok kayu untuk menghindari rusaknya per truck.

b. Cara Mengukur Lendutan Balik

1. Menentukan titik – titik pemeriksaan.
2. Tentukan titik pada permukaan jalan yang akan diperiksa dan diberi tanda (+) dengan kapur tulus;
3. Pusatkan salah satu ban ganda pada titik yang telah ditentukan tersebut.
4. Tumit batang (*beam toe*) Benkelman Beam diselipkan di tengah-tengah ban ganda tersebut, sehingga tepat di bawah pusat muatan sumbu gandar, dan batang Benkelman Beam masih dalam keadaan terkunci
5. Atur ketiga kaki sehingga Benkelman Beam dalam keadaan datar (*waterpass*)
6. Lepaskan kunci Benkelman Beam, sehingga batang Benkelman Beam dapat digerakkan turun naik
7. Atur batang arloji pengukur sehingga menyinggung dengan bagian atas dari batang belakang
8. Hidupkan penggetar (*buzzer*) untuk memeriksa kestabilan jarum arloji pengukur;
9. Setelah jarum arloji pengukur stabil, atur jarum pada angka nol, sehingga kecepatan perubahan jarum lebih kecil atau sama dengan 0,01 mm/menit atau setelah 3 (tiga) menit
10. Jalankan truk perlahan-lahan maju ke depan dengan kecepatan maksimum 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 (tiga) menit;
11. Catat suhu permukaan jalan (T_p) dan suhu udara (T_u) tiap

- titik pemeriksaan, suhu tengah (Tt) dan suhu bawah (Tb).
12. Tekanan angin pada ban selalu diperiksa bila dianggap perlu setiap 4 jam dan dibuat selalu $(5 \pm 0,07)$ kg/cm² atau (80 ± 1) psi
 13. Apabila diragukan adanya perubahan letak muatan, maka beban gandar belakang truck selalu diperiksa dengan timbangan muatan.
 14. Periksa dan catat tebal lapis aspal
 15. Hindari penempatan tumit batang dan kaki – kaki Benkleman Beam pada tempat yang diperkirakan terjadi pelelehan aspal (bleeding)

HASIL

Perhitungan Pada Titik Normal

1) Sta. 0+000

Diketahui :

- $d_1 = 0$
 $d_3 = 0,47$
 $Ca = 1,2$
 $T_p = 39^\circ$
 $T_u = 30^\circ$
 $T_t = 41,10^\circ$ (dilihat dari Tabel)
 $T_b = 39,00$ (dilihat dar Tabel)
 Beban uji = 8,20 ton

Menghitung Lentutan Balik (d_B)

$$\begin{aligned}
 d_B &= 2x(d_3-d_1) x Ft x Ca x FK_{B-BB} \\
 T_L &= 1/3(T_p + T_t + T_b) \\
 &= 1/3 (39 + 41,10 + 39,00) \\
 &= 39,70^\circ C \\
 Ft &= 4,184 x T_L^{-0,4025} \quad (\text{Untuk } H_L < 10 \text{ Cm}) \\
 &= 4,184 x 39,70^{-0,4025} \\
 &= 0,95 \\
 FK_{B-BB} &= 77,343 x (\text{beban uji})^{(-0,0715)} \\
 &= 77,343 x 8,20^{(-2,0715)} \\
 &= 0,99 \\
 d_B &= 2x(d_3-d_1) x Ft x Ca x FK_{B-BB} \\
 &= 2 x (0,47 - 0) x 0,95 x 1,2 x 0,99 \\
 &= 1,06 \text{ mm} \\
 d_B^2 &= 1,13 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

2) Sta. 0+200

Diketahui :

- $d_1 = 0$
 $d_3 = 0,30$
 $Ca = 1,2$
 $T_p = 38^\circ$
 $T_u = 30^\circ$
 $T_t = 40,50$
 $T_b = 38,40$

Menghitung Lentutan Balik (d_B)

$$\begin{aligned}
 d_B &= 2x(d_3-d_1) x Ft x Ca x FK_{B-BB} \\
 T_L &= 1/3(T_p + T_t + T_b) \\
 &= 1/3 (38 + 40,50 + 38,40) \\
 &= 38,97^\circ C \\
 Ft &= 4,184 x T_L^{-0,4025} \\
 &= 4,184 x 38,97^{-0,4025} \\
 &= 0,96 \\
 FK_{B-BB} &= 77,343 x (\text{beban uji})^{(-2,0715)} \\
 &= 77,343 x 8,20^{(-2,0715)} \\
 &= 0,99 \\
 d_B &= 2x(d_3-d_1) x Ft x Ca x FK_{B-BB} \\
 &= 2 x (0,30 - 0) x 0,96 x 1,2 x 0,99 \\
 &= 0,68 \text{ mm} \\
 d_B^2 &= 0,46 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Menghitung Keseragaman Lentutan Pada Titik Normal

$$FK = \frac{S}{dR} x 100 \% < FK_{izin}$$

Mencari Lentutan rata – rata pada suatu seksi jalan

$$\begin{aligned}
 d_R &= \frac{\sum_1^{ns} d}{ns} \\
 &= \frac{8,35}{11} \\
 &= 0,76
 \end{aligned}$$

Mencari Simpang baku (deviasi standar)

$$\begin{aligned}
 S &= \sqrt{\frac{ns(\sum_1^{ns} d^2) - (\sum_1^{ns} d)^2}{ns(ns-1)}} \\
 &= \sqrt{\frac{11(6,8) - (8,35)^2}{11(11-1)}} \\
 &= \sqrt{\frac{5,08}{110}} \\
 &= 0,05 \\
 &= 0,21
 \end{aligned}$$

Menentukan Keseragaman Lendutan

$$FK = \frac{S}{dR} \times 100 \% < FK_{izin}$$

$$= \frac{0,21}{0,76} \times 100 \%$$

$$= 27,63$$

Jadi Keseragaman Lendutan pada titik normal di pandang cukup baik. Dilihat dari faktor keseragaman yang diijinkan, dimana :

$FK_{izin} = 21\% - 30\%$, keseragaman cukup baik

Menghitung Lendutan Wakil Pada titik Normal (D_{wakil} atau $D_{sbl\ ov}$) dengan menggunakan rumus 2.10

$$D_{wakil} = dR + 1,28 S \text{ (untuk Jalan Lokal)}$$

$$= 0,76 + (1,28 \times 0,21)$$

$$= 1,03 \text{ mm}$$

Menghitung Ekuivalen beban sumbu kenderaan (E)

Kenderaan yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan ban Sumbu Dual Roda Ganda, sehingga rumus yang digunakan adalah :

Angka Ekuivalen SDRG =

$$\left[\frac{\text{beban sumbu (ton)}}{13,76} \right]^4$$

$$= \left[\frac{8,20}{13,76} \right]^4$$

$$= 0.13 \text{ ton}$$

Menghitung Akumulasi ekuivalen beban sumbu standar (CESA)

$$CESA = \sum m \times 365 \times E \times C \times N$$

Dimana :

- m = Jumlah masing – masing jenis kenderaan
- = Jumlah kenderaan kearah barat : 214
- = jumlah kenderaan ke arah timur : 264
- 365 = Jumlah hari dalam satu tahun
- E = Ekuivalen beban sumbu
- C = Koefisien distribusi kenderaan (table 2.1)

N = Faktor hubungan umur rencana yang sudah disesuaikan dengan perkembangan lalu lintas (lampiran Tabel)

$$CESA = \sum m \times 365 \times E \times C \times N$$

$$= 478 \times 365 \times 0.13 \times 1,0 \times 11,06$$

$$= 250852,97$$

Menghitung lendutan rencata ($D_{rencana}$ atau $D_{st\ ov}$)

$$D_{rencana} = 22,208 \times CESA^{-0,2307}$$

$$= 22,208 \times 250852,97^{-0,2307}$$

$$= 1,26$$

Menghitung Tebal Lapis Tambah (H_o) Sesuai dengan rumus 2.11 pada bab sebelumnya adalah :

$$H_o = \frac{[\ln(1,0364) + \ln(D_{sbl\ ov}) - (\ln(D_{st\ ov}))]}{0,0597}$$

$$= \frac{[\ln(1,0364) + \ln(1,03) - (\ln(1,26))]}{0,0597}$$

$$= \frac{0,33}{0,0597}$$

$$= 5,57 \text{ cm}$$

Menghitung Koreksi Tebal Lapis Tambah (F_o) dengan menggunakan rumus 2.12:

$$F_o = 0,5032 \times \text{EXP}^{(0,0194 \times \text{TPRT})}$$

$$= 0,5032 \times \text{EXP}^{(0,0194 \times 36,0)}$$

$$= 1,01$$

Menghitung Tebal Lapis Tambah Terkoreksi (H_t) dengan menggunakan rumus 2.13

$$H_t = H_o \times F_o$$

$$= 5,57 \times 1,01$$

$$= 5,63 \text{ cm}$$

5 KESIMPULAN

1. Lendutan balik yang diperoleh dari penelitian ini ditinjau dari titik normal adalah 8,35 mm dan bila ditinjau dari titik oposite maka nilai lendutan balik yang diperoleh adalah 8,12 mm.
2. Tebal lapis tambah yang diperlukan untuk ruas jalan Bypass Kabupaten Bone Bolango agar dapat melayani lalu lintas sebanyak 250.852,97 ESA selama umur rencana 10 tahun, dengan Laju Pertumbuhan Lalu Lintas (r) = 2 %, ditinjau dari titik normal adalah

5,63 cm, dan bila di tinjau dari titik
oposite adalah 5,16 cm

6 SARAN

1. Apabila akan dilakukan lapis tambah sepanjang jalan baypass Kabupaten Bone Bolango, sebaiknya dapat mengambil data lendutan dengan menggunakan alat seperti Benkleman Beam, agar data yang di peroleh lebih akurat dibandingkan hanya menggunakan data – data yang sudah ada sebelumnya dan tanpa menggunakan alat Benkleman Beam.
2. Untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat dan lebih efisien biaya dalam menentukan tebal lapis tambah selain dengan menggunakan alat Benkelman beam, sebaiknya dilakukan pula

DAFTAR PUSTAKA

- 1 *Hardiyatmo Hary Christady, 2007. **Pemeliharaan Jalan Raya**, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.*
- 2 *Hardiyatmo Hary Christady, 2011. **Perancangan Perkerasan Jalan dan Penyelidikan Tanah**, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.*
- 3 *Departemen Pekerjaan Umum, 2005. **Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur Dengan Metode Lendutan, Pedoman Perkerasan Dan Lendutan Pd-05-2005-B.***
- 4 *Badan Standardisasi Nasional (BSN), 2011. **Cara Uji Lendutan Perkerasan Lentur Dengan Alat Benkelman Beam, SNI 2416:2011.** Departemen Pendidikan Nasional STITEK Bina Taruna Gorontalo Program Studi Teknik Sipil, 2009. **Pedoman Penulisan Karya Tulis Ilmiah (SKRIPSI)**, Gorontalo.*