

## VARIAN LENDUTAN BALIK DAN OVERLAY JALAN DURI – SEI RANGAU

**Muhammad Shalahuddin**

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Riau

Email : mhdshalahuddin@gmail.com

### Abstrak

Diantara penilaian struktur perkerasan jalan adalah dengan melakukan *test* yang tidak merusak struktur perkerasan, salah satunya dengan alat *Benkleman Beam*. Metoda *backcalculation* pada pengukuran defleksi digunakan untuk menentukan ketebalan lapis tambah struktur *pavement*. Faktor keseragaman lendutan adalah persyaratan untuk menentukan ketebalan lapis tambah (*overlay*). Data lendutan balik dari sta.10+000 – 27+500 dengan lebar 6 meter pada ruas Jalan Duri - Sei Rangau sangat variatif, diseragamkan dengan beberapa segmen sampai didapatkan nilai faktor keseragaman lendutan yang lebih kecil dari 40 %. Varian segmen dilakukan untuk mendapatkan nilai lendutan dan nilai lapis tambah yang ekonomis. Apabila dijadikan 1 segmen, data lendutan balik yang sangat variatif menghasilkan lendutan balik rata-rata 0,94 mm, faktor keseragaman 117,85 % lebih dari 40 % dan menghasilkan tebal *overlay* terkoreksi 12,27 cm dan volume *hotmix* 12.883,5 m<sup>3</sup>. Pada sta. 25+250 – 27+500 tebal *overlay* tidak aman karena kebutuhan tebal *overlay* 16,26 cm. Dengan 11 segmen distribusinya cukup baik, faktor keseragaman lendutan masing-masing segmen tidak melebihi 40 %, menghasilkan volume *overlay* 3.836,4 m<sup>3</sup>.

**Key word** : varian, lendutan balik, tebal *overlay*, *benkleman beam*.

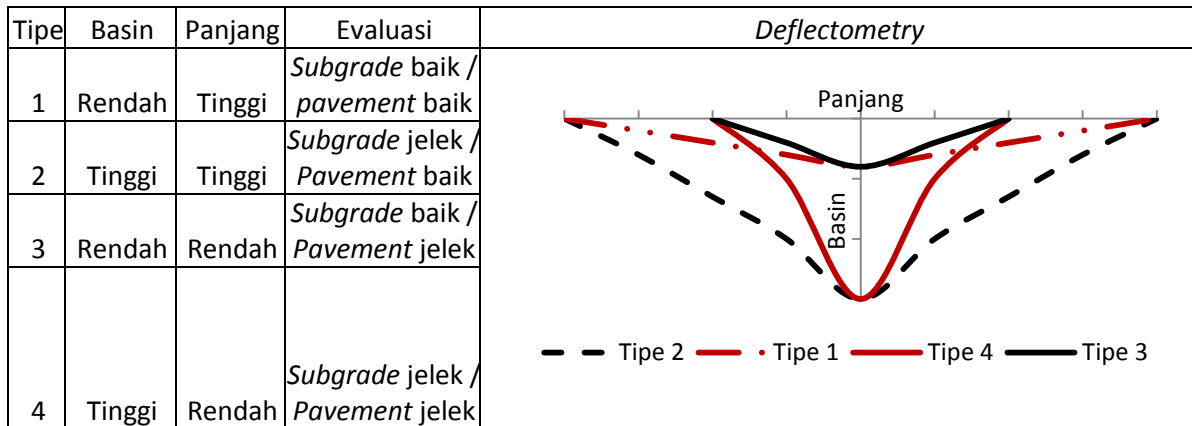
### PENDAHULUAN

Salah satu cara penilaian struktur perkerasan adalah dengan melakukan *test* yang tidak merusak struktur perkerasan (*non destructive field tests*). Test dilakukan dengan pengukuran lendutan yang terjadi akibat beban lalu lintas yang dihubungkan dengan kebutuhan tebal perkerasan. Pengukuran defleksi permukaan *pavement* untuk mengevaluasi *transfer* beban struktur pada *flexible pavement*. Metoda *backcalculation* pada pengukuran defleksi digunakan untuk menentukan ketebalan lapisan struktur *pavement* dan nilai *resilient modulus subgrade*. Defleksi permukaan diukur sebagai suatu jarak defleksi vertikal permukaan *pavement* sebagai hasil aplikasi beban statis atau beban dinamis. Area dari defleksi *pavement* di bawah dan di dekat aplikasi beban disebut sebagai "*deflection basin*". Ada 3 alat dan standar pengujian defleksi nondestruktif yaitu :

- *Static deflection* dengan alat *Benkleman Beam*, RSNI3 2416 : 2008 : Cara Uji Lendutan Perkerasan Lentur Dengan Alat *Benkleman Beam*.
- *Impact load deflection* dengan alat *Falling Weight Deflectometer FWD*, ASTM D 4694: *Standard Test Method for Deflections with a Falling Weight Type Impulse Load Device*.
- *Steady state deflection* dengan alat *Dynaflect* atau *Road Rater*, AASHTO T 256: *Pavement Deflection Measurements* dan ASTM D 4695: *General Pavement Deflection Measurements*.

Bentuk dan dimensi defleksi basin (*defltometry*) adalah informasi penting karakteristik struktural dari *pavement* dan *subgrade* seperti Gambar 1.

*Benkleman beam* dikembangkan oleh *Western Association of State Highway Organizations WASHO Road Test* (Yoder dan Witczak, 1952). *Benkleman Beam* menggunakan beban 8,16 ton (18.000 LB) di atas satu sumbu dengan dua ban karet bertekanan 480 sampai 550 Kpa (70 sampai 80 Psi) . Pengukuran dilakukan dengan menempatkan ujung beam di antara dua ban *truck*. Lendutan yang diukur dalam pemeriksaan ini adalah lendutan balik vertikal (*veritcal rebound*) yang terjadi pada permukaan jalan akibat dihilangkannya beban pada saat *truck* berjalan. Nilai lendutan dikoreksi dengan faktor muka air tanah (faktor musim), koreksi temperatur, dan koreksi beban uji (standar beban sumbu 8,16 ton). Cara pengukuran lendutan balik seperti RSNI3 2416 – 2008 "Cara uji lendutan perkerasan lentur dengan alat *Benkleman Beam*", .



Gambar 1. Deflectometry (Murillo FEO C.A)

**DASAR TEORI**

Pengukuran lendutan balik dengan alat *benkleman beam* seperti pada Gambar 2. Jumlah lajur dan koefisien distribusi kendaraan (C) merupakan salah satu lajur lalu lintas dari suatu ruas jalan yang menampung lalu lintas terbesar kendaraan ringan dan berat yang lewat. Ekuivalen beban sumbu kendaraan (E) masing-masing golongan beban sumbu ditentukan dengan persamaan (1).

$$\text{Angka ekuivalen} = \left( \frac{\text{beban sumbu (ton)}}{\text{beban standar}} \right)^4 \tag{1}$$

Faktor umur rencana dan perkembangan lalu lintas (N) ditentukan dengan persamaan (2).

$$N = \frac{1}{2} \left[ 1 + (1 + r)^n + 2(1 + r) \frac{(1+r)^{n-1} - 1}{r} \right] \tag{2}$$



Gambar 2. Pengujian lendutan balik dengan alat *Benkleman Beam* dan detailnya.

Akumulasi ekuivalen beban sumbu standar (*Cummulative Equivalent Standard Axle = CESA*) ditentukan dengan persamaan (3).

$$CESA = \sum_{Truk-Trailor}^{MP} m \times 365 \times E \times C \times N \tag{3}$$

dengan m = jumlah masing-masing jenis kendaraan, E = ekuivalen beban sumbu, C = koefisien distribusi kendaraan, N = faktor hubungan umur rencana disesuaikan dengan perkembangan lalu lintas.

Nilai lendutan balik ( $d$ ) diperhitungkan dengan persamaan (4).

$$d = 2 \times (d_3 - d_1) \times Ft \times Ca \times FK_{B-BB} \quad (4)$$

$d_1$  = lendutan pada beban tepat di bawah sumbu beban.

$d_3$  = lendutan balik pada saat beban berada 6 meter dari sumbu beban.

$Ft$  = faktor penyesuaian beban terhadap temperatur standar  $35^{\circ}\text{C}$ , untuk tebal lapis beraspal ( $H_L$ ) lebih kecil 10 cm dengan persamaan (5), dan untuk tebal lapis beraspal ( $H_L$ ) lebih besar sama dengan 10 cm dengan persamaan (6).

$$Ft = 4,184 \times T_L^{-0,4025}, \text{ untuk } H_L < 10 \text{ cm} \quad (5)$$

$$Ft = 14,785 \times T_L^{-0,7573}, \text{ untuk } H_L \geq 10 \quad (6)$$

$$T_L = 1/3 (T_p + T_T + T_B) \quad (7)$$

$T_p$  = Temperatur permukaan,  $T_T$  = Temperatur tengah,  $T_B$  = Temperatur bawah.

$Ca_{\text{musim kemarau}} = 1,2$  dan  $Ca_{\text{pada musim hujan}} = 0,9$ .

$FK_{B-BB}$  = faktor koreksi beban uji *Benkleman Beam* ditentukan dengan persamaan (8).

$$FK_{B-BB} = 77,343 \times (\text{beban uji dalam ton})^{(-2,0715)} \quad (8)$$

Perhitungan tebal lapis tambah dapat dilakukan pada setiap titik pengujian atau berdasarkan panjang segmen. Menentukan panjang segmen harus dipertimbangkan keseragaman lendutan balik (FK) dengan persamaan (9).

$$FK = \frac{S}{d} \times 100 \% \quad (9)$$

dengan  $FK = 0 \% - 10 \%$  sangat baik,  $FK = 11 \% - 20 \%$  baik,  $FK = 21 \% - 30 \%$  cukup baik dan  $FK = 31 - 40 \%$  cukup. Pembagian seksi-seksi diusahakan dengan keseragaman tidak lebih besar dari 40 % dan setiap seksi panjangnya tidak kurang dari 500 m, untuk kemudahan pelaksanaan *overlay*.

$$\text{Lendutan balik rata-rata } \bar{d} = \frac{(\sum d)}{n} \quad (10)$$

$$\text{Standard deviasi } S = \sqrt{\frac{n \cdot (\sum d^2) \cdot (\sum d)^2}{n(n-1)}} \quad (11)$$

dengan  $d$  = lendutan balik,  $n$  = jumlah bacaan arloji alat *benkleman beam* pada jarak tertentu.

Besarnya lendutan yang mewakili ( $D_{\text{wakil}}$ ) atau lendutan sebelum *overlay* ( $D_{\text{sbl ov}}$ ) suatu segmen jalan disesuaikan dengan fungsi/kelas jalan dengan rumus :

$$- D_{\text{wakil}} = D_{\text{sbl ov}} = d + 2 S, \text{ untuk jalan arteri/tol} \quad (12)$$

$$- D_{\text{wakil}} = D_{\text{sbl ov}} = d + 1,64 S, \text{ untuk jalan kolektor} \quad (13)$$

$$- D_{\text{wakil}} = D_{\text{sbl ov}} = d + 1,28 S, \text{ untuk jalan lokal} \quad (14)$$

Lendutan rencana ( $D_{\text{rencana}}$ ) atau lendutan setelah *overlay* ( $D_{\text{stl ov}}$ ) untuk *Benkleman Beam* ditentukan dengan persamaan (15).

$$D_{\text{rencana-BB}} = D_{\text{stl ov}} = 22,208 \times \text{CESA}^{-0,2307} \quad (15)$$

Tebal *overlay* yang diperoleh berdasarkan temperatur daerah standar  $35^{\circ}\text{C}$ , jenis lapis tambah laston dengan *modulus resilien* ( $M_R$ ) 2000 Mpa, dan stabilitas *Marshall* minimum 800 kg pada suhu  $25^{\circ}\text{C}$ .

Masing-masing daerah/kota memiliki temperatur perkerasan rata-rata tahunan (TPRT) yang berbeda maka dikoreksi dengan persamaan (16).

$$Fo = 0,5032 \times \text{Exp}^{(0,0194 \times \text{TPRT})} \quad (16)$$

Pedoman ini berlaku untuk lapis tambah Laston dengan *modulus resilien* 2000 Mpa dan stabilitas marshall minimum 800 kg. Untuk jenis laston dengan nilai *modulus resilien* ( $M_R$ ) yang berbeda maka dikoreksi dengan persamaan (17).

$$FK_{\text{TBL}} = 12,51 \times M_R^{-0,333} \quad (17)$$

Tebal *overlay* ( $H_o$ ) ditentukan dengan persamaan (18).

$$H_o = \frac{[\text{Ln}(1,0364) + \text{Ln}(D_{\text{sbl ov}}) - \text{Ln}(D_{\text{stl ov}})]}{0,0597} \quad (18)$$

Tebal lapis tambah  $H_o$  dikoreksi menjadi  $H_t$  dengan dipengaruhi oleh temperatur kota / daerah TPRT yaitu  $F_o$  dan nilai *modulus resilien*  $M_R$  yaitu  $F_{KTBL}$ . Tebal lapis tambah terkoreksi  $H_t$  diperhitungkan dengan persamaan (19).

$$H_t = H_o \times F_o \times F_{KTBL} \quad (19)$$

### METODOLOGI

Bahan dan alat yang dipergunakan adalah *truck* bermuatan 8 ton pada gandar belakang, pelaksanaan sesuai standar RSN3 2416 : 2008, alat *benkleman beam*, *thermometer* udara, *rolmeter*, formulir lapangan, dan lain-lain.

Prosedur pelaksanaan adalah :

- *Survey* lapangan dilakukan di atas permukaan lapis permukaan aspal dengan jarak pengamatan per 500 m kiri atau kanan.
- Tentukan nilai koefisien distribusi kendaraan (C), nilai ekivalen beban sumbu kendaraan (E) dengan persamaan 1, dan hubungan faktor umur rencana dan perkembangan lalu-lintas (N) dengan persamaan 2. Tentukan nilai CESA dengan persamaan 3.
- Hitung lendutan balik maksimum ( $D_b$ ) dari data pengamatan lapangan dengan persamaan 4, faktor penyesuaian temperatur dengan persamaan 5 atau persamaan 6, temperatur rata-rata ( $T_L$ ) dengan persamaan 7, tentukan nilai  $C_a$  dan faktor koreksi beban uji dengan persamaan 8.
- Tentukan nilai keseragaman lendutan persamaan 9 setelah menghitung lendutan balik rata-rata dengan persamaan 10 dan standar deviasi dengan persamaan 11.
- Tentukan nilai lendutan yang mewakili ( $D_{wakil}$ ) atau lendutan sebelum *overlay* ( $D_{sblow}$ )
- Tentukan nilai lendutan rencana ( $D_{rencana}$ ) atau lendutan setelah *overlay* ( $D_{stl_{ov}}$ ) dengan persamaan 15.
- Koreksi temperatur perkerasan rata-rata tahunan (TPRT) daerah/kota yang berbeda dengan persamaan 16.
- Koreksi jenis laston dengan nilai *modulus resilien* ( $M_R$ ) yang berbeda dengan persamaan 17.
- Tebal *overlay* ( $H_o$ ) ditentukan dengan persamaan 18.
- Tebal lapis tambah terkoreksi  $H_t$  diperhitungkan dengan persamaan 19.

### HASIL DAN DISKUSI

Data lalu lintas harian rata-rata diperoleh dari hasil *survey* LHR seperti pada Tabel 1 dan nilai E tergantung dari jenis kendaraan. Lebar jalan 6 meter, jumlah lajur 2 dalam 2 arah maka nilai C kendaraan ringan 0,50 dan C kendaraan berat 0,50. Umur rencana 5 tahun dan perkembangan lalu lintas 7,5 % per tahun maka nilai N adalah 6,08.

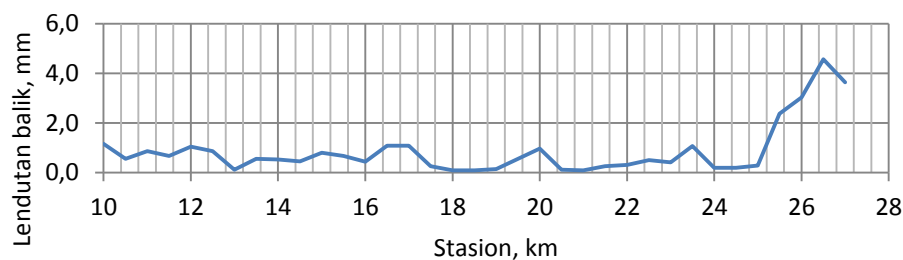
Tabel 1. Data LHR, nilai E, nilai C, nilai N, dan nilai CESA

Jenis Truk		LHR	1 Tahun	E	C	N	ESA
1		m	365 hari	2	3	4	m.365.E.C.N
Mobil penumpang	STRT 2 ton	1767	365	0,01882	0,5	6,08	36.899,68
Bus	STRT 4 ton	203		0,30107			67.815,66
Truk 1.2 L	STRG 8 Bton	100		0,92385			102.510,40
Truk 1.2 H	STRG 13 ton	70		6,44188			500.353,70
Truk 1.22	SDRG 15 ton	15		1,41218			23.504,32
Truk 1.2 + 2.2	STrRG 15 ton	10		0,43690			4.847,84
Truk 1.2 - 2	STrRG 15 ton	8		0,43690			3.878,27
Truk 1.2 -2.2	STrRG 15 ton	6		0,43690			2.908,71
$CESA = \sum_{Truk-Trailor}^{MP} m \times 365 \times E \times C \times N$							742.718,58

Perhitungan nilai lendutan balik perkerasan aspal tebal 5 cm sta. 10+000 – 27+500 pada musim kemarau dengan beban sumbu 8 ton ditampilkan pada Tabel 2. Grafik hubungan antara stasion dengan nilai lendutan seperti pada Gambar 2.

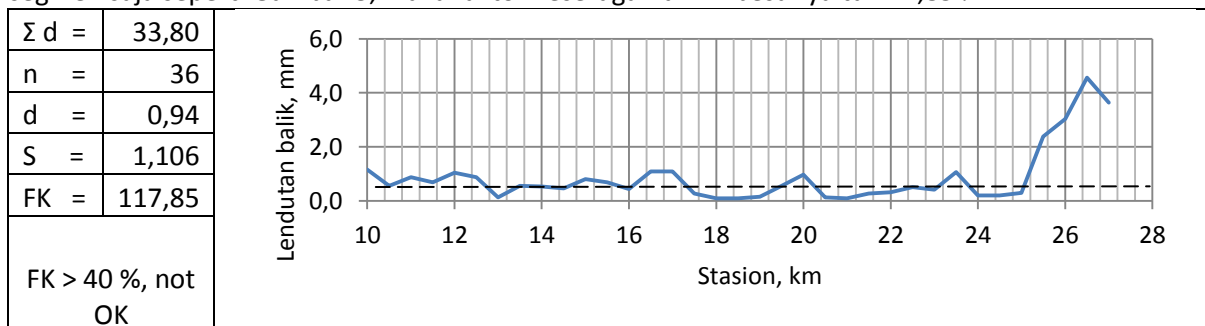
**Tabel 2. Lendutan balik data *Bekleman Beam*.**

NO	Sta.	Bacaan arloji		Temperatur (°C)					Ft	Ca	Beban Sumbu ton	FK <sub>B-BB</sub>	d mm
		d1	d3	T <sub>u</sub>	T <sub>p</sub>	T <sub>t</sub>	T <sub>b</sub>	T <sub>i</sub>					
		Hasil uji		Data lapangan		Tabel	Pers.7	Tabel 5					
1	10 + 000 R	0	0.48	33	37	41.7	39.5	39.4	0.97	1,2	8	1,042	1.2
2	10 + 500 L	0	0.23	33	36	41.1	39	38.7	0.97				0.6
3	11 + 000 R	0	0.36	33	36	41.1	39	38.7	0.97				0.9
4	11 + 500 L	0	0.28	33	35	40.5	38.4	38.0	0.97				0.7
5	12 + 000 R	0	0.43	34	37	42.2	40.1	39.8	0.97				1.1
6	12 + 500 L	0	0.36	33	36	41.1	39	38.7	0.97				0.9
7	13 + 000 R	0	0.05	33	36	41.1	39	38.7	0.97				0.1
8	13 + 500 L	0	0.23	32	35	39.9	37.8	37.6	0.98				0.6
9	14 + 000 R	0	0.22	32	35	39.9	37.8	37.6	0.98				0.5
10	14 + 500 L	0	0.19	36	39	44.5	42.3	41.9	0.96				0.5
11	15 + 000 R	0	0.33	34	37	42.2	40.1	39.8	0.97				0.8
12	15 + 500 L	0	0.28	36	38	44	41.7	41.2	0.96				0.7
13	16 + 000 R	0	0.18	34	36	41.7	39.5	39.1	0.97				0.4
14	16 + 500 L	0	0.45	34	37	42.2	40.1	39.8	0.97				1.1
15	17 + 000 R	0	0.45	34	38	42.8	40.6	40.5	0.97				1.1
16	17 + 500 L	0	0.11	36	38	44	41.7	41.2	0.96				0.3
17	18 + 000 R	0	0.04	34	37	42.2	40.1	39.8	0.97				0.1
18	18 + 500 L	0	0.04	35	39	44	41.7	41.6	0.96				0.1
19	19 + 000 R	0	0.06	36	39	44.5	42.3	41.9	0.96				0.1
20	19 + 500 L	0	0.23	34	40	44	41.7	41.9	0.96				0.6
21	20 + 000 R	0	0.4	37	39	45.2	42.9	42.4	0.96				1.0
22	20 + 500 L	0	0.05	35	38	43.4	41.2	40.9	0.96				0.1
23	21 + 000 R	0	0.04	35	37	42.8	40.6	40.1	0.97				0.1
24	21 + 500 L	0	0.11	36	39	44.5	42.3	41.9	0.96				0.3
25	22 + 000 R	0	0.13	37	40	45.8	43.4	43.1	0.95				0.3
26	22 + 500 L	0	0.21	37	38	44.5	42.3	41.6	0.96				0.5
27	23 + 000 R	0	0.17	34	37	42.2	40.1	39.8	0.97				0.4
28	23 + 500 L	0	0.44	33	36	41.1	39	38.7	0.97				1.1
29	24 + 000 R	0	0.08	34	36	41.7	39.5	39.1	0.97				0.2
30	24 + 500 L	0	0.08	33	37	41.7	39.5	39.4	0.97				0.2
31	25 + 000 R	0	0.12	35	38	43.4	41.2	40.9	0.97				0.3
32	25 + 500 L	0	0.98	36	39	44.5	42.3	41.9	0.96				2.4
33	26 + 000 R	0	1.25	36	39	44.5	42.3	41.9	0.96				3.1
34	26 + 500 L	0	1.88	35	38	43.4	41.2	40.9	0.97				4.7
35	27 + 000 R	0	1.5	36	39	44.5	42.3	41.9	0.96				3.7
36	27 + 500 L	0	1.5	36	38	44	41.7	41.2	0.96				3.7



**Gambar 3. Grafik hubungan stasion dengan lendutan balik.**

Dari Gambar 3 terlihat bahwa nilai lendutan balik sangat variatif, apabila hanya dijadikan satu segmen saja seperti Gambar 3, maka faktor keseragaman FK besar yaitu 117,85 %.



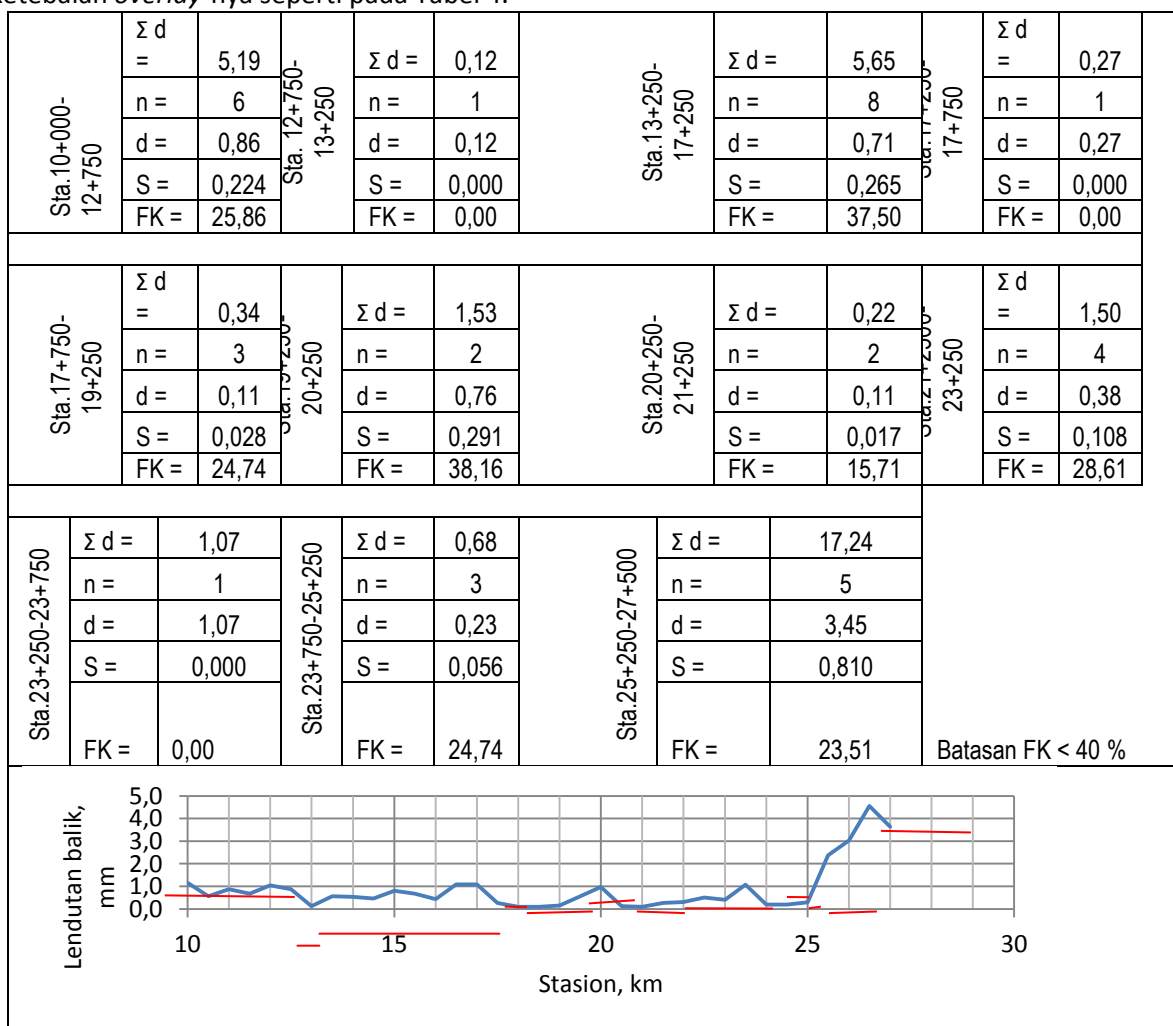
**Gambar 4. Data *Benkleman Beam* dengan satu segmen.**

Dengan hanya satu segmen dari sta. 10+000 - 27+500, nilai lendutan balik rata-rata 0,94 mm, standard deviasi 1,106, CESA 742.718,58, lendutan yang mewakili 0,98 mm, temperatur perkerasan rata-rata tahunan di sekitar Duri - Sei Rangau 35,2 °C, dan modulus resilien hotmix yang digunakan 1900 Mpa maka didapatkan tebal overlay terkoreksi 12,27 cm, hasilnya seperti pada Tabel 3. Lebar Jalan Duri – Sei rangau 6 m, tebal overlay 12,27 cm dan panjang jalan 17.500 m maka dibutuhkan hotmix 12.883,5 m<sup>3</sup>.

**Tabel 3. Hasil Perhitungan tebal overlay**

d, mm	0,94
Std. deviasi	1,106
D <sub>sbl.ov</sub> , mm	2,75
CESA	742.718,58
D <sub>stl.ov</sub> , mm	0,98
Ho, cm	12,17
TPRT, °C	35,2
Fo	1,00
MR, MPa	1900
FK <sub>TBL</sub>	1,01
Ht, cm	12,27

Dari satu segmen pada Gambar 4 dijadikan 11 segmen seperti Gambar 5 agar faktor keseragaman tidak melebihi 40 %. Dari Gambar 5 terlihat bahwa distribusi cukup baik, hal ini terlihat dari nilai faktor keseragaman masing-masing segmen dari sta. 10+000 – 27+500 tidak ada yang melebihi 40 %. Berdasarkan variasi distribusi segmen pada Gambar 4 diperhitungkan variasi ketebalan overlay-nya seperti pada Tabel 4.



**Gambar 5. Data Benkleman Beam dengan beberapa segmen.**

**Tabel 4. Perhitungan tebal overlay terkoreksi.**

d, mm	0,86	0,12	0,71	0,27	0,11	0,76	0,11	0,38	1,07	0,23	3,45
Std. deviasi	0,224	0,000	0,265	0,000	0,028	0,291	0,017	0,108	0,000	0,056	0,810
D <sub>sbl ov</sub> , mm	1,23	0,12	1,14	0,27	0,16	1,24	0,14	0,55	1,07	0,32	4,78
CESA	742.718,58										
D <sub>stl ov</sub> , mm	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98
Ho, cm	3,91	#NUM!	2,86	#NUM!	#NUM!	4,02	#NUM!	-12,98	1,89	#NUM!	16,12
TPRT, °C	35,2	35,2	35,2	35,2	35,2	35,2	35,2	35,2	35,2	35,2	35,2
Fo	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
MR, MPa	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
FK <sub>TBL</sub>	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01
Ht, cm	3,94	#NUM!	2,88	#NUM!	#NUM!	4,05	#NUM!	-13,10	1,90	#NUM!	16,26

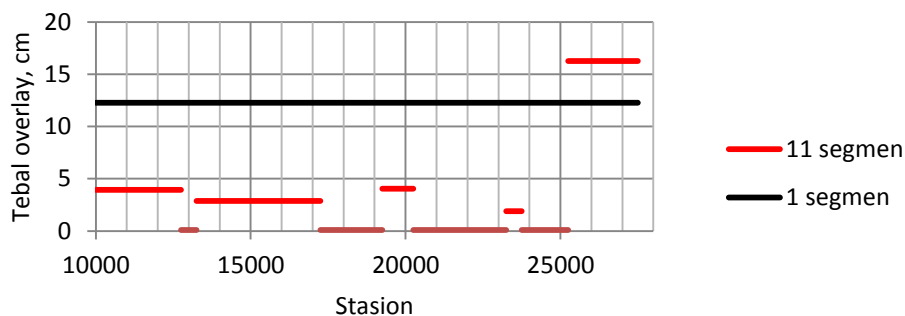
**NB : apabila** nilai Ht minus dan #NUM! berarti Ht = 0 atau tidak dioverlay.

Dengan 11 segmen dari sta. 10+000 - 27+500 diperlukan *hotmix* 3.836,4 m<sup>3</sup>, data seperti Tabel 5.

**Tabel 5. Perhitungan volume total hotmix.**

No	Stasion	Panjang, m	Lebar, m	Overlay, cm	Volume, m3
1	10+000-12+750	2.750	6	3,94	650,1
2	12+750-13+250	500		0	0
3	13+250-17+250	4.000		2,88	691,2
4	17+250-17+750	500		0	0
5	17+750-19+250	1.500		0	0
6	19+250-20+250	1.000		4,05	243
7	20+250-21+250	1.000		0	0
8	21+250-23+250	2.000		0	0
9	23+250-23+750	500		1,90	57
10	23+750-25+250	1.500		0	0
11	25+250-27+500	2.250		16,26	2.195,1
Total		17.500			3.836,4

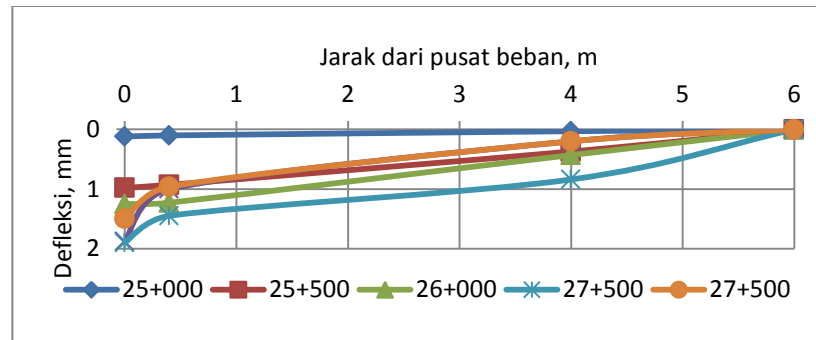
Faktor keseragaman lendutan yang besar akan membuat penyebaran ketebalan *overlay* yang tidak mewakili data lendutannya juga menjadikan volume *overlay hotmix*nya bertambah besar sehingga tidak ekonomis. Dengan satu segmen menghasilkan volume *overlay* 12.883,5 m<sup>3</sup> sedangkan dengan 11 segmen menghasilkan volume *overlay* 3.836,4 m<sup>3</sup>. Perbandingan tebal *overlay* 1 segmen dengan 11 segmen terlihat pada Gambar 5.



**Gambar 6. Perbandingan tebal overlay satu segmen dengan 11 segmen.**

Dari Gambar 6 terlihat bahwa dengan 1 segmen, sta. 10+000 – 25+250 tebal *overlay* sangat aman dan tidak ekonomis sedangkan pada sta. 25+250 – 27+500 tebal *overlay* tidak aman karena kebutuhan tebal *overlay* 16,26 cm, dengan 1 segmen tebal *overlay*nya hanya 12,27 cm. Dengan 11 segmen terlihat bahwa secara teknis tebal *overlay* lebih aman dan ekonomis.

Bentuk *delctometry* sta.25+000 – 27 +500 seperti Gambar 7. Dari Gambar 7 terlihat bahwa sta. 25+000 *subgrade*-nya baik dan *pavement*-nya baik sedangkan sta. 25+500, sta. 26+000, sta. 27+000 dan sta. 27+500 *subgrade*-nya jelek dan *pavement*-nya baik. Hal ini sesuai dengan visualisasi di lapangan.



Gambar 7. Hasil deflectometry.

## KESIMPULAN

Kesimpulan penelitian ini adalah :

- Nilai lendutan balik sangat variatif, apabila hanya dijadikan satu segmen saja dengan faktor keseragaman FK besar yaitu 117,85 %.
- Dengan hanya satu segmen nilai lendutan balik rata-rata 0,94 mm, tebal *overlay* terkoreksi 12,27 cm, dibutuhkan hotmix 12.883,5 m<sup>3</sup>.
- Dengan 11 segmen distribusi cukup baik faktor keseragaman lendutan masing-masing segmen tidak melebihi 40 %.
- Dengan 11 segmen menghasilkan volume *overlay* 3.836,4 m<sup>3</sup>.
- Faktor keseragaman lendutan yang besar akan membuat penyebaran ketebalan *overlay* yang tidak mewakili data lendutan per segmennya.
- Dengan 1 segmen, sta. 10+000 – 25+250 tebal *overlay* sangat aman dan tidak ekonomis sedangkan pada sta. 25+250 – 27+500 tebal *overlay* tidak aman karena kebutuhan tebal *overlay* 16,26 cm, dengan 1 segmen tebal *overlay*nya hanya 12,27 cm.
- *Deflectometry* sta. 25+000 *subgrade*-nya baik dan *pavement*-nya baik sedangkan sta. 25+500, sta. 26+000, sta. 27+000 dan sta. 27+500 *subgrade*-nya jelek dan *pavement*-nya baik. Hal ini sesuai dengan visualisasi di lapangan.

## Rekomendasi

Direkomendasikan menggunakan 11 segmen karena aman secara teknis dan lebih ekonomis. Sebaiknya jumlah segmen sesuai dengan jumlah titik uji yang diuji lendutan dengan jarak 500 meter untuk kemudahan pelaksanaan *overlay*.

## DAFTAR PUSTAKA

- C,M,Huang et al, 2006, Physical and Environmental Properties of Asphalt Mixtures Containing Incenator Bottom Ash, National Taiwan University, Taiwan.
- David Croney and Paul Croney, Design and Performance of Road Pavements, Third Edition , 1998, McGraw Hill, New York.
- Departemen Pekerjaan Umum, Pd T-05-2005-B, Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur dengan Metode Lendutan.
- Depatemen Pekerjaan Umum, RSNI 2416 : 2008, Cara Uji Lendutan Perkerasan Lentur dengan Alat Benkleman Beam.
- Murillo Feo C.A , Correlation between deflections measurements on flexible pavements obtained under static and dynamic load techniques, Ph.D., Civil Engineering, Department of Civil and Agricultural Engineering. Universidad Nacional de Colombia, Av. NQS 45-03.