

# JURNAL TEKNIK SIPIL

## SUSUNAN REDAKSI

PENANGGUNG JAWAB	: Rektor Universitas Bandar Lampung
KETUA DEWAN PENYUNTING	: IR. LILIES WIDOJOKO, MT
DEWAN PENYUNTING	: DR. IR. ANTONIUS, MT (Univ. Sultan Agung Semarang) : DR. IR. NUROJI, MT (Univ. Diponegoro) : DR. IR. FIRDAUS, MT (Univ. Sriwijaya) : DR. IR. Hery Riyanto, MT (Univ. Bandar Lampung) : APRIZAL, ST., MT (Univ. Bandar Lampung)
DESAIN VISUAL DAN EDITOR	: FRITZ AKHMAD NUZIR, ST., MA(LA)
SEKRETARIAT DAN SIRKULASI	: IB. ILHAM MALIK, ST, SUROTO ADI
Email	: <a href="mailto:jtsipil@ubl.ac.id">jtsipil@ubl.ac.id</a>
ALAMAT REDAKSI	: Jl. Hi. Z.A. PAGAR ALAM NO. 26 BANDAR LAMPUNG - 35142 Telp. 0721-701979 Fax. 0721 – 701467

Penerbit  
Program Studi Teknik Sipil  
Universitas Bandar Lampung

---

---

Jurnal Teknik Sipil Universitas Bandar Lampung (UBL) diterbitkan 2 (dua) kali dalam setahun yaitu pada bulan Oktober dan bulan April

---

---



# Jurnal Teknik Sipil UBL

---

Volume 4, Nomor 1, April 2013

ISSN 2087-2860

## DAFTAR ISI

<b>Susunan Redaksi .....</b>	<b>ii</b>
<b>Daftar Isi .....</b>	<b>iii</b>
<b>1. Pengaruh Kadar Air Dalam Agregat Terhadap Stabilitas Beton Aspal</b> Hery Riyanto.....	<b>378-386</b>
<b>2. Pengendalian Arus Lalu Lintas Di Persimpangan Jalan Jendral Sudirman - Jalan Soekarno Hatta Kota Metro</b> Juniardi.....	<b>387-398</b>
<b>3. Perencanaan Emplasemen Bekry Sepanjang 1500 Meter Lintas Tanjung Karang - Kotabumi</b> A Ikhsan Karim.....	<b>399-420</b>
<b>4. Studi Perubahan Rute Angkutan Kota Tanjung Karang - Teluk Betung</b> Yulfriwini.....	<b>421-441</b>
<b>5. Tinjauan PerencanaanPenampang Saluran Di Daerah Irigasi Way Bumi Agung Kabupaten Lampung Utara</b> Any Nurhasanah.....	<b>442-458</b>

**PERENCANAAN EMPLASEMEN BEKRY  
SEPANJANG 1500 METER  
LINTAS TANJUNG KARANG - KOTABUMI**

**A. Ikhsan Karim**

Dosen tetap jurusan Teknik Sipil Universitas Bandar Lampung

***Abstrak***

*Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perilaku statis elemen struktur balok beton bertulang pracetak yang disambung dengan sambungan basah. Benda uji yang digunakan adalah balok beton bertulang 30 MPa dengan 6 buah tulangan utama diameter 8 mm yang diletakkan di atas dua tumpuan sendi rol pada masing-masing ujungnya mempunyai penampang prismatis segi empat 10x18 cm<sup>2</sup>. Sambungan basah adalah sambungan yang menggunakan bahan beton polimer 40 MPa dengan metoda penyambungan menggunakan metoda prepacked. Kajian perilaku statis pada model benda uji untuk mengetahui kekuatan lentur struktur, kekakuan dan pola retak struktur balok akibat beban statis yang diletakkan di tengah bentang. Beban statis adalah beban mempunyai arah dan besar tetap. Hasil kajian struktur beton yang disambung kemudian dibandingkan dengan struktur yang tanpa sambungan (monolit). Kekuatan balok dengan sambungan basah lebih kecil daripada kekuatan balok monolit.*

**I. PENDAHULUAN**

**1.1 Latar Belakang**

Aktifitas ekonomi dan industri khususnya industri perlambangan di daerah Lampung berpengaruh pada masyarakat dan jasa transportasi. Sejalan dengan itu, kebutuhan masyarakat akan pelayanan jasa angkutan kereta api, baik untuk angkutan penumpang maupun angkutan barang meningkat pula. Peningkatan kebutuhan itu selanjutnya disertai dengan peningkatan tuntutan akan pelayanan yang baik.

Pengoperasian transportasi jalan kereta api sangat tergantung pada kondisi kesempurnaan sarananya, yaitu jalan kereta api itu sendiri beserta fasilitasnya, saputi jembatan, terowongan, stasiun, dan emplasemen. Peningkatan kebutuhan dan tuntutan akan transportasi jalan kereta api tersebut, selanjutnya juga disertai dengan peningkatan arus lalu lintas

kereta api itu sendiri, sehingga untuk memenuhi kebutuhan akan penambahan Waktu Peredaran Gerbong (WPG) dan waktu tempuh perjalanan keseta api khususnya untuk kereta api Babarajang maka dibutuhkan adanya pembangunan suatu emplasemen jalan kereta api, dimana dengan adanya pembangunan emplasemen Bekry ini, diharapkan kereta api dapat bersilang dengan aman, nyaman, dan lancar, khususnya antara lintas Tanjung Karang - Kota Bumi.

**1.2 Permasalahan**

Kemajuan yang pesat dibidang perkeretaapian karena perkembangan teknologi dan meningkatnya potensi tuatu daerah telah meningkatkan potensi suatu daerah telah meningkatkan pula penggunaan jalan kereta api, umumnya di Indonesia dan khususnya di daerah Sumatra selatan dan Lampung untuk lintas Tanjung Karang - Kota Bumi. Kereta api eksploitasi Sumatera Selatan selain sebagai alat angkutan

penumpang dan barang, juga digunakan sebagai alat angkut hasil tambang yaitu batu bara.

Peningkatan penggunaan akan jasa perkereta apian tersebut yang disertai juga dengan kebutuhan penambahan waktu peredaran gerbong dan waktu tempuh perjalanan teeta api, maka dituntut adanya suatu lintasan yang dapat digunakan sebagai tempat persilangan kereta api yang akan melintasi lintasan itu, khususnya lintasan Tanjung Karang - Kota Bumi.

Untuk mengantisipasi penggunaan jalan kereta api diatas dan untuk memenuhi kebutuhan perjalanan kereta api yang nyaman, aman, dan lancar maka dibutuhkan suatu pembangunan lintasan jalan kereta api.

### 1.3 Maksud dan Tujuan

Pengoperasian transportasi jalan kereta api sangat tergantung pada kondisi kesempurnaan sarananya, dalam hal ini emplasemen kereta api merupakan salah satu dari fasilitas dari jalan kereta api tersebut.

Emplasemen adalah bagian dari struktur jalan kereta api dan juga merupakan salah satu dari fasilitas dari jalan kereta api tersebut.

Emplasemen adalah bagian dari struktur jalan kereta api dan juga merupakan salah satu fasilitas jalan kereta api yang berada dalam satu jalur yang akan mengalami persilangan.

Pembuatan emplasemen Bekry adalah untuk mendukung persilangan kereta api Babaranjang yang terdiri dari 2 lokomotif + 40 gerbong KKBW + 1 gerbong Cabose ( $\pm 1000$  m), sehingga dapat bersilangan dengan aman (preipal) serta waktu tempuh perjalanan kereta api Babaranjang yang direncanakan terpenuhi (Waktu peredaran gerbong terpenuhi), selain itu

juga untuk menjamin pengamanan operasional kereta api.

Dalam hal ini pada perencanaan emplasemen Bekry hanya menghitung satu tikungan pada KM 54 + 450 sampai KM 54 + 800. Dengan type rel yang digunakan R.42 dengan bantalan kayu 165 meter dan bantalan beton 100 meter, R.50 dengan kayu 190 meter dan bantalan beton 115 meter, R.54 dengan bantalan kayu 200 meter dan bantalan beton 125 meter, R. 60 dengan bantalan kapi 225 meter dan bantalan beton 140 meter. Dengan demikian pada saat kereta api bersilangan dalam keadaan aman dan lancar.

### 1.4 Pembatasan Masalah

Untuk mengendalikan lingkup permasalahan dalam mencapai tujuan dialas, maka permasalahan dibatasi sehingga tidak keluar dari kerangka permasalahannya sebagai berikut:

- Pembahasan tentang struktur jalan emplasemen saja, sedangkan fasilitas pendukung lain seperti rumah sinyal tidak dibahas.
- Pembahasan umum tentang geometrik lintasan.
- Pembahasan hanya menyangkut aspek teknis saja.
- Aspek biaya dalam perencanaan tidak dibahas.

## II. STRUKTUR JALAN EMPLASEMEN

### 2.1 Uraian umum

Seperti bangunan lainnya, struktur jalan emplasemen merupakan juga bagian dari struktur dari pada jalan kereta api. Emplasemen ada dua jenis yaitu emplasemen langsir dan emplasemen depo lokomotif emplasemen langsir adalah tempat pengaturan gerbong atau kereta yang akan dikirim ke berbagai tempat, sedangkan emplasemen depo lokomotif tempat perbaikan kereta peisimpang dan lokomotif. Jalan emplasemen atau jalan kereta api dibagi atas dua bagian yaitu bagian atas dan bagian bawah. Bagian atas jalan adalah bagian yang secara langsung menerima

beban bergerak yaitu kereta api, sedangkan bagian bawah adalah tubuh bagian kereta api yang bisa terdiri dari tanah dasar, tanah asli, atau tanah timbunan.

Struktur jalan kereta api adalah jalan yang terdiri dari rel-rel yang disangga oleh bantalan-bantalan, baik dari kayu, baja, atau dari beton bertulang. Rel ditambat pada bantalan-bantalan itu dengan paku rel (rail-spikes), tirpon (serew-spikes) atau baut (bolt), secara langsung atau dengan perantara plat-plat jepit. Kedua rel dengan bantalan-bantalannya keracak yang dinamakan alas balast. Tepi dari atas balast rata dengan tepi atas bantalan. Dengan demikian bantalan serta rel-relnya tidak dapat menggeser kesamping atau kearah memanjang, juga kokoh kedudukannya di dalam balast. Di bawah alas balast adalah badan jalan yang berbentuk seperti tanggul dan disebut tubuh jalan. Alas balast dan tubuh jalan termasuk bagian bawah dari jalan kereta api.

## **2.2 Perencanaan Tubuh Jalan Rel**

### **2.2.1 Umum**

Dalam konstruksi jalan emplasemen atau jalan kereta api, lapisan yang paling bawah adalah merupakan tanah dasar, lapisan ini juga disebut juga jalan tanah atau tubuh jalan. Tubuh jalan kereta api adalah suatu komponen-komponen struktur yang dibawa sebagai pondasi dari sistim struktur jalan kereta api, matrialnya adalah tanah baik dalam keadaan asli maupun buatan dan memberikan bentuk yang baik sebagai suatu struktur fungsi tubuh jalan adalah menerima dan menyangga beban merata yang diberikan lapisan balast tanpa saling melemahkan diantara keduanya.

### **2.2.2 Tanah Dasar**

Tanah dasar menerima langsung beban yang diteruskan balast dari bantalan Tanah dasra sesuai dengan fungsinya, harus mampu mendukung beban yang ditimbulkan oleh kereta

api, oleh sebab itu tanah dasar harus dipadatkan terlebih dahulu dengan menggunakan roli wals hingga mencapai kepadatan yang optimal. Untuk mengetahui data tanah dan hasil pengetesan baik dilapangan alau di laboratorium, dapat dilihat pada lampiran data-data tanah terlampir

### **2.2.3 Tanah Timbunan**

Penimbunan pada daerah yang rendah, dimana apabila tidak dilakukan penimbunan, jalan tersebut akan tergenang oleh air, atau kelandaiannya tidak memenuhi syarat Selain daripada itu penimbunan juga dilakukan pada perubahan landai yang menimbulkan lengkung vertikal pada titik patah perubahan landai tersebut (sudah dibahas pada kelayakan). Pada proyek perencanaan emplasemen Bekri, terjadi penimbunan. Sifat dari bahan pembentuk badan jalan adalah harus padat, matrialnya tidak mengembang akibat pembahan kadar air, kadar air terlalu tinggi, kekuatan menahan gesernya tinggi, kompresibilitas dan kapasitasnya cukup rendah adapun seluruh persyaratan sesuai pada buku PD. 10 yang buktikan berdasarkan penyelidikan dilapangan maupun berdasarkan pemeriksaan dilaboratorium dapat dilihat pada data-data tanah terlampir.

### **2.2.4 Tanah Timbunan**

Penimbunan dilakukan pada daerah yang rendah, dimana apabila tidak dilakukan penimbunan, jalan tersebut akan tergenang oleh air, atau kelayakannya tidak memenuhi syarat. Selain dari pada itu penimbunan juga dilakukan pada perubahan landai yang menimbulkan lengkung vertikal yang cekung pada titik patah perubahan landai tersebut (sesudah dibahas pada kelayakan). Pada proyek perencanaan emplasemen Bekri, terjadi penimbunan. Sifat dari badan pembentuk jalan adalah harus

padat, materialnya tidak mengembang akibat pembahan kadar air, kadar air tidak terlalu tinggi, kekuatan menahan gesernya tinggi, kompresibilitas dan kapasitasnya cukup rendah. Adapun seluruh persyaratan sesuai dengan PD.10 yang dibuktikan berdasarkan penyelidikan dilipangan maupun berdasarkan pemeriksaan dilaboratorium dapat dilihat pada data terlampir.sebelum dilakukan penimbunan dan pemadatan tanah, dibuat dulu talud pada lereng yang akan diurug dengan tujuan untuk membuang tanah humus mengadakan gigi ikatan antara tanah lama dan tanah baru (tanah urug). Pemadatan langsung diadlkan setelah tanah urug diletakkan diatas tanah yang ditimbun, dengan menggunakan roli wals hingga mencapai kepadatan optimum.

Pelaksanaan pemadatan timbunan dilakukan lapis demi lapis dan setiap lapis tebal 15 cm dan pengetesan pemadatan menggunakan *nodofied proctor test* dengan syarat:

- Lapisan teratas setebal 30 cm, harus mencapai nilai proctor test 100%δ maks dan CBR.
- Lapisan lainnya harus mempunyai minimum nilai proctor 95% δ maks.

Berikut ini akan diuraikan persyaratan badan jalan KA yang bahan pembentuknya dari tanah, sedangkan dari bahan perkerasan tidak akan dibahas. Baik untuk daerah timbunan maupun galian persyaratan tanah yang ditentukan terdiri dari :

- a. Gradasi :
  - Maksimum ukuran butiran 37,5 mm
  - Butiran yang lolos ayakan No. 200 antan 2-20 %
  - Butiran yang lolos saringan No. 40 maks. 40 %
- b. Karakteristik :

- Liquid limit maksimum 35 %
- Pasticity Indek (PI) maksimum 12 %
- Kekuatan geser haru tinggi
- Pemadatan harus baik, density 100 % 5 d maks
- Bebas dari humus dan tumbuhan organis
- CBR (California Bearing Ratio), bila nilainya > 8 % tidak diperlukan sub balast dan tebal tubuh jalan minimal 30 cm, kepadatannya sebesar 100 % 8 δ maks.

c. Daya Dukung

- Yang bekerja:
  - Menurut Teori FBOEF
 
$$\sigma_2 = \frac{58\sigma_1}{10+d^{1,35}} \dots\dots\dots(\text{kg/cm}^3)$$
  - Menurut Teori TALBOT
 
$$\sigma_2 = \frac{(58,87)\sigma_1}{d^{1,25}} \dots\dots\dots(\text{kg/cm}^3)$$
  - Menurut Teori FBOET
 
$$\sigma_2 = \frac{bs}{(bs+0,7d)} (\sigma_1) \dots\dots\dots(\text{kg/cm}^3)$$
  - Yang diijinkan Menurut PD.10
 
$$\sigma_2 = \frac{\text{CBR}}{1,422} \dots\dots\dots(\text{kg/cm}^3)$$

Selanjutnya luas dan volume timbunan tubuh baan dapat dilihat pada tabel berikut ini:

KM + HM	LUAS (M <sup>2</sup> )	VOLUME (M <sup>3</sup> )
53 + 550	10,36	51,8
54 + 750	49,28	2.464
54 + 800	77,46	3.873
54 + 870	74,55	3.727,5
54 + 900	62,52	3.126
54 + 950	39,39	1.979,5
55 + 000	13,09	196,35
		15.418,15 M <sup>3</sup>
55 + 050	21,2425	169,94
55 + 080	62,0725	3.103,625
55 + 150	83,68	4.184
55 + 200	69,97	3.498,3
55 + 250	26,92	619,16
		11.575,225 M <sup>3</sup>
<b>Jumlah</b>		<b>26.993,225 M<sup>3</sup></b>

$$\begin{aligned} \text{Dengan faktor pemadatan} &= 1,1 \\ \text{Total} &= 1,1 \times 26.993,375 \\ &= 26.692,7125 \text{ M}^3 \end{aligned}$$

### 2.2.5 Sistem Drainase/Pemutusan

Sistem pemutusan, yaitu sistem pengaitan pembuangan air disuatu daerah jalan rel agar tidak sampai terjadi penggenangan. Drainase pada jalan kereta api berfungsi untuk mencegah penggenangan air, maupun pemompaan lumpur yang terdapat pada sub-grade akibat perembesan air permukaan. Drainase pada jalan kereta api juga dapat dimaksudkan untuk pemeliharaan jalan, agar jalan tidak cepat rusak. Sistem drainase yang buruk (*poor drainage*) akan mengakibatkan berkurangnya stabilitas badan jalan dan terganggunya operasi kereta api.

Sistem pengaliran pembuangan air disuatu daerah jalan rel agar tidak terjadi penggenangan ada 3 macam, yaitu :

- a. Pemutusan permukaan (*Surface Drainage*)
- b. Pemutusan bawah tanah (*Sub-Drainage*)
- c. Pemutusan lereng (*Drainage of slope*)

Dalam perkeretaapian emplasemen Bekri tidak perlu menurunkan muka air tanah, dan kondisi trase terdapat sawah, maka dapat digunakan pemutusan/drainase permukaan. Badan jalan kereta api ini direncanakan dengan ketinggian lebih besar dari ketinggian banjir daerah sekitarnya, sehingga umumnya permukaan akan lebih tinggi 1 - 2 m diatas jalan raya.

#### Pemutusan permukaan

Drainase permukaan ini meliputi drainase arah memanjang (*side-ditch*) dan melintang (*cross - drainage*). Dalam merencanakan drainase jenis

ini perlu di perhatikan beberapa hal, yaitu antara lain . - Topografi daerah yang dilalui. Pembuangan air permukaan.

Data curah hujan serta tinggi banjir yang terdapat pada daerah yang dilalui. Tata guna tanah dan jenis tanah setempat.

Drainase permukaan ini dapat berupa saluran terbuka atau tertutup dengan bentuk penampang trapesium, segitiga terbalik, atau setengah lingkaran dengan arah memanjang. Sedangkan untuk arah melintang dapat berupa gorong-gorong (*culvert*) dengan bentuk penampang bulat atau kotak.

Adapun untuk drainase permukaan pada daerah rencana emplasemen Bekri dapat menggunakan drainase permukaan dengan bentuk penampang trapesium dalam arah memanjang. Penampang dapat terbuat dari pasangan adukan beton dan batu kali yang banyak terdapat didaerah sekitar proyek tersebut.

#### Pemutusan lereng

Drainase ini dimaksudkan agar air permukaan yang berasal dari punggung lereng tidak mengalir secara deras, sehingga dapat menggerus permukaan dan kaki lereng, serta mencegah terjadinya rembesan didalam tubuh lereng tanah.

Untuk mencegah terjadinya longsoran pada tanah timbunan dan pada lereng akibat penggalian maka harus dibuatkan dinding penahan tanah. Bangunan dapat dibuat dari pasangan batu kali yang berasal dari daerah sekitar proyek serta diberikan pipa sebagai lubang peresapan dengan diameter 1,5 sampai 2 cm dalam jarak tertentu.

Adapun dalam hal drainasi ini hanya dibahas pada segi penggunaannya saja sedangkan untuk perhitungan terdapat volume serta kestabilan penampang tidak dibahas dalam pembahasan ini.

## 2.3 Balas

### 2.3.1 Uraian Umum

Balas adalah suatu komponen struktur dari sistem struktur jalan kereta api yang terletak dibawah bantalan, diatas tubuh jalan yang mengalami konsentrasi tegangan sangat besar akibat lalu lintas keseta api pada jalan rel. Oleh karena itu material pembentuknya harus sangat terpilih dan berkualitas tinggi.

Fungsi utama balas adalah untuk:

- Menerima beban merata dari bantalan akibat tekanan gandar roda kereta diatas rel dan meneruskan ketubuh jalan dengan luas bidang kontak tekanan yang lebih besar, sehingga tekanan spesifik pada tubuh jalan sesuai dengan daya dukungnya.
- Memberikan kedudukan yang kokoh pada bantalan dan bersama komponen struktur lainnya mengeliminasi gaya horizontal yang sejajar sumbu sepur (gaya jepit, gaya rem, gaya traksi) dan gaya horizontal yang tegak lurus sumbu sepur (gaya sentripugal, gaya angin pada dinding KA, gaya yang ditimbulkan oleh track irregular dan akibat goyangan lokomotif).
- Memberikan kelentingan jalan pada jalan kereta api.
- Meloloskan air sehingga tidak terjadi penggenangan air disekitar bantalan beton.

Jika bantalan langsung diletakkan pada tanah dasar, maka permukaan tanah tersebut akan mengalami deformasi dan bantalan akan menjadi cepat rusak, akibat adanya sentuhan-sentuhan kereta api

yang terus menerus akibat beban bergerak dengan kecepatan tinggi. Dengan demikian akan terjadi track irregular yaitu sepur menjadi berbelok-belok dan turun naik sehingga membahayakan terhadap jalannya kereta api.

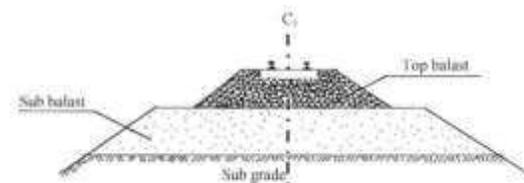
Ketebalan lapisan balas untuk suatu jalur track biasanya ditentukan oleh :

- Kecepatan kereta api.
- Tekanan gandar akibat beban kereta api.
- Daya dukung tanah dasar / tubuh jalan.
- Jenis bahan balas yang akan digunakan.

Kecepatan kereta api yang melewati suatu lintasan track mempengaruhi terhadap ketebalan balas yang akan digunakan, karena semakin besar kecepatan kereta api, semakin besar gaya yang bekerja pada jalan kereta. Dengan demikian ketebalan balas untuk jalan kereta api kelas I akan lebih besar daripada ketebalan balas untuk jalan kereta api kelas II. Beban bergerak yang ditimbulkan oleh kereta api lebih besar dibandingkan dengan beban statis waktu kereta api waktu berhenti.

Berdasarkan penempatan material balas dalam struktur jalan kereta api, balas dapat dibedakan atas:

- Balas atas (top ballast)



**Gambar 2.3.1. Perbedaan Penempatan Material Balas**

Berdasarkan hasil uji balas, nomor : 14/DR/008/96.

Quarry balas dari : Ds. Tanjung Ratu Kecamatan Ketibung Lampung Selatan.

Atas nama : PT. Sumber Batu Berkah (KM Batu Serampok Panjang)  
 Tanggal Uji : 14 - 25 Oktober 2002.

No	Jenis Uji	Hasil Uji	Spesifikasi
1	KEALUSAN LOS ANGELES	15,30%	25%
2	KETAHANAN THD. CUACA	0,30%	7%
3	PENYERAPAN	1,89%	3%
4	KADAR LUMPUR	0,39%	0,5%
5	BERAT JENIS	2,70%	2,6%
6	KEPIPIHAN	4,48%	5%

Dari hasil uji tersebut, dapat disimpulkan bahwa balas dari Quarry tersebut memenuhi syarat untuk dijadikan balas jalan rel Perumka standar. Standar UIC menggunakan ukuran 25-50 mm yang dianggap merupakan ukuran terbaik untuk pemecokkan atau metode sufflase pada angkatan rel. Namun pada emplasemen Bekry ini dipakai ukuran Balas 20 60 mm.

$b > \frac{1}{2} L + x$ ), jarak dari sumbu jalan rel ketepi atas lapisan balas adalah :

$$b > \frac{1}{2} L + x$$

Di mana :

L = Panjang bantalan

x = 50 cm untuk jalan kelas I dan II  
 40 cm untuk jalan kelas MI dan IV  
 35 cm untuk jalan kelas V.

Kemiringan lereng lapisan balas tidak boleh lebih curam dari 1 : 2. Dalam pelaksanaan lapangan, balas atas dihampar merata sehingga mencapai elevasi bantalan atau dengan kata lain dihampar rata permukaan atas bantalan.

### 2.3.2 Bentuk dan Ukuran Lapisan Balas Atas.

a. Tebal Lapisan Balas Atas adalah seperti yang tercantum pada klasifikasi jalan rel Indonesia.

b. Jarak dari sumbu jalan rel ketepi atas lapisan balas atas adalah :

$$b > \frac{1}{2} L + x$$

c. Kemiringan lereng lapisan balas atas tidak boleh lebih curam dari 1:2.

d. Bahan balas atas dihampar hingga mencapai elevasi yang sama dengan elevasi bantalan.

### 2.3.3 Lapisan Balas Atas (Top Ballast)

Lapisan balas atas adalah lapisan balas dengan ketebalan tertentu yang berada langsung dibawah bantalan dan materialnya secara umum adalah susunan igeragat batu pecah yang bergradasi seragam. Bahan balas terdiri dari batu pecah atau kerikak (*Crushed Stone*) yang keras dan tahan lama serta bersudut (*Angular*), karena gesekan bagian sudut yang tajam akan menyerap tegangan atau kejutan. Pada emplasemen **Uskry**, ukuran balas batu pecah yang dipakai adalah ukuran 2 - 6 cm dan berat jenisnya harus lebih besar dari 2500 kg/m.

Ketebalan balas atas berdasarkan kecepatan dan kelas jalan menurut Peraturan Dinas No. 10 (PD 10) adalah sebagai berikut:

**Tabel 2.3.3. Tebal Top Balas Berdasarkan Kecepatan dan Kelas Jalan**

Kecepatan Max (Km/jam)	120	110	100	90	80
Kelas Jalan	I	II	III	IV	V
Tebal Top Balas <sub>1</sub> (cm)	30	30	30	25	25

Dalam PD. 10, Perumka umumnya menggunakan balas batu pecah ukuran 20-60 mm, dan gradasi ini digunakan juga untuk lintas jalan kereta api di Sumatera Selatan dan Lampung. Tetapi dipihak lain UIC (*Union International Deschemistry*) menganggap kalau ukuran 20-60 mm

terlalu besar sehingga tidak bisa dipertahankan sebagai.

### 2.3.4 Bentuk dan Ukuran Lapisan Balas Bawah

a. Ukuran terkecil dari tebal lapisan balas bawah adalah  $d_2$  seperti tercantum dalam tabel 2.3.4. yang dihitung dengan persamaan :

$$d_2 = d - d_1 > 15 \text{ cm}$$

Dimana :

$$d = 1,35 \sqrt{\frac{58\sigma_1}{\sigma_1}} - 10$$

$$\sigma_1 = \frac{Pd \cdot \lambda}{2b} \cdot \frac{1}{(\sin \lambda l + \sin \lambda l)} (2 \cos h^2 \lambda a)$$

$$(\cos 2 \lambda c + \cos h \lambda l) + 2 \cos^2 \lambda a (\cos h 2 \lambda c + \cos \lambda l) + \sin h 2 \lambda a (\sin 2 \lambda c - \sin h \lambda l) - \sin 2 \lambda a (\sin h 2 \lambda c - \sin \lambda l)$$

$$Pd = \{P + 0,01 P \left[ \left( \frac{V}{1,6} \right) - 5 \right] \}$$

(rumus "Beam On Elastic Foundation")

$$\lambda = \sqrt[4]{K / (4EI)}$$

$$K = b \times ke$$

Dimana :

V = Kecepatan kereta api (km/jam)

b = Lebar bawah bantalpi (cm)

ke = Modulus reaksi balas (km/cm<sup>3</sup>)

EI = Kekuatan lentur bantalan (km/cm<sup>2</sup>)

L = Panjang bantalan (cm)

a = jarak dari sumbu vertikal rel ke ujung bantalan (cm)

c = 1/2 jarak antara sumbu vertikal rel (cm)

### 2.3.5 Kepadatan

Lapisan balas dibawah bantalan, terutama dibawah dudukan rel harus dipadatkan dengatt baik. Lapis dan

balas bawah harus dipadatkan sampai mencapai 100 % menurut percobaan ASTM D 698.

## 2.4 Bantalan

### 2.4.1 Umum

Bantalan rel berfungsi untuk meneruskan beban dari rel ke balas, menahan lebar sepur agar tidak berubah-ubah dan stabilitas ka&trah luar jalan rel. Bantalan dapat terbuat dari kayu, baja, atau beton bertulang, sedangkan pemilihan penggunaannya didasarkan pada kelas yang sesuai dengan klasifikasi jalan rel di Indonesia. Siat ini bantalan kayu jarang digunakan, kaiwa selain mahal dan sukar didapat, usia pelayanannya juga rendah jika dibandingkan dengan bantalan baja atau beton.

**Tabel 2.4.1. Panjang bantalan untuk masing-masing lebar sepur.**

Lebar sepur	Panjang bantalan
600 mm	1,10 m
1067 mm	2,00 m
1435 mm	2,70 m

Pada pembuatan proyek emplasemen ini, jenis bantalan yang digunakan adalah bantalan beton pra tegang. Jenis bantalan ini mempunyai beberapa keuntungan, selain usia pelayanan yang panjang, bantalan ini relatif lebih berat dan stabil. Disamping itu biaya pemeliharanya juga rendah dan cocok untuk pemakaian rel panjang.

### 2.4.2 Bantalan Beton

Bantalan beton digunakan pada lintasan bebas yang dilalui oleh kereta pengangkut batu bara. Penggunaan bantalan beton ini merupakan tindak lanjut dalam, usaha meningkatkan kekuatan konstruksi jalan kereta api yang mampu menahan tekanan gandar yang mencapai 18 ton.

Penggunaan bantalan beton untuk kereta api di Indonesia saat ini sudah sangat luas, misalnya di wilayah JABOTABEK dan Sumatra selatan terutama lintas BABARANJANG TARAHAN TANJUNG ENIM, khususnya lintas Tanjung karang-Kota Bumi. Jenis beton yang digunakan untuk bantalan beton ini adalah beton prategang, dimana bantalan diproduksi oleh PT. BINA SARANA DIRGANTARA.

Keuntungan menggunakan bantalan beton adalah karena umur konstruksi yang panjang sehingga memudahkan perawatan dan kedudukan rel menjadi lebih mantap. Perhitungan perencanaan (design) bantalan beton menggunakan cara analitis dan teori-teori yang pada umumnya digunakan dalam perhitungan design beton prategang. Masalah perencanaan atau perhitungan ini tidak akan dibahas secara khusus tetapi secara umum dibahas dalam hal penggunaannya saja.

#### 2.4.2.1 Karakteristik Bantalan Beton

Bantalan beton ini harus mempunyai mutu campuran yang baik dengan kekuatan tekan tidak kurang dari 50 Mpa, baja untuk tulangan geser minimal dari jenis U-24, dan kabel baja prategangnya minimal mempunyai tegangan putus sebesar 1655 Mpa. Persyaratan ini sesuai dengan ketentuan yang dikeluarkan oleh PJKA dalam PD. 10 tahun 1986. Bentuk penampang melintang untuk bantalan beton harus trapezium.

Panjang bantalan beton prategang ditentukan dengan rumus :

$$L = 1 + 2 \infty \theta$$

Dimana :

$l$  = jarak antara kedua sumbu vertikal rel (mm)

$\infty$  =  $80^\circ \div 160^\circ$

$\theta$  = diameter kabel baja prategang (mm)

Jumlah bantalan yang dipasang atau jarak antara bantalan sebenarnya ditentukan oleh beberapa faktor antara lain besarnya beban kereta, dan type rel yang digunakan, tetapi di Indonesia jarak ini ditentukan dengan menetapkan sejumlah 1667 buah bantalan untuk setiap satu kilo meter panjang pada jalan lurus, baik untuk kayu, bantalan baja, ataupun bantalan beton. Sedangkan pada daerah tikungan jarak ini diambil sebesar 60 cm diukur pada rel luar. Bantalan beton yang dibuat di Indonesia umumnya mempunyai ukuran panjang 200 cm, lebar bawah 24 cm, lebar atas max. 20,24 cm, min. 18,76 cm, dan tinggi max, 1657 cm, min. 13 cm.

## 2.5 Penambatan Rel

Penambatan rel adalah suatu komponen yang menambatkan rel pada bantalan sedemikian rupa sehingga kedudukan rel adalah tetap, kokoh, dan tidak bergeser. Selain penambat rel terdapat pula pelat andas yang merupakan bagian dari penambat rel yang berfungsi sebagai kedudukan rel, dan pada penambat elastis juga berfungsi sebagai peredam getaran.

### 2.5.1 Jenis-Jenis Penambat

Jenis-jenis penambat yang dipergunakan adalah penambat elastik dan penambat kaku.

#### a. Penambat kaku

- Untuk R 25

Alat penambat ini terdiri dari sekrup penambat yang disebut tirpon / paku rel. Pada waktu pengencangan tirpon / paku rel, kepala paku rel langsung menjepit kaki ke pelat andas

yang mempunyai kemiringan t .  
20.

- Untuk R 33 dan R 41/42  
Sistem ini terdiri dari sekrup penambat (tirpon) dan pelat jepit. Pelat jepit luar menekan pelat andas dan bagian ujung kaki rel, sedangkan pelat jepit dalam menekan ujung pelat andas dan bagian ujung dari rel. pelat ini menjaga kedudukan rel arah vertikal dan melintang.

**b. Penambat elastis**

Penambat elastik terdiri dari dua macam, yaitu penambat elastik tunggal dan penambat elastik ganda, penambat elastik tunggal terdiri dari pelat andas, pelat atau batang jepit elastik (klip pandrol), tirpon, mur, dan baut. Penambat elastik ganda terdiri dari pelat andas, pelat atau batang jepit elastik (klip pandrol), alas rel, tipon mur dan baut.

Pada bantalan beton, tidak diperlukan pelat andas, tetapi dalam hal ini tebal karet alas (rubber pad) rel harus disesuaikan dengan kecepatan maksimum kereta api.

Klip pandrol disisipkan / dimasukkan ketempat yang tersedia pada pelat andas, sehingga pandrol akan menjepit kaki rel ke pelat andas. Klip pandrol akan menjaga kedudukan rel arah vertikal (agar tidak terjadi guling) Sistem penambat elastik ini juga dilengkapi dengan satu lapisan elastik dibawah rel yang disebut karet alas (rubber pad). Selain itu karena getaran rel dapat mengakibatkan lepasnya klip pandrol, maka dilengkapi dengan anti handal untuk mencegah lepasnya klip yaitu insulator yang ditempatkan pada kedua sisi rel yang dijepit oleh pandrol. Sistem

penambat pandrol inilah yang digunakan dalam pembuatan emplasemen Bekri. Untuk lebih jelasnya mengenai bentuk pandrol dapat dilihat pada gambar 2.5.1.

## 2.6 Wesel

Pada konstruksi jalan rel (tidak seperti jalan raya), pada pertemuan beberapa jalur (sepur) harus dibuat suatu konstruksi khusus. Pertemuan tersebut dapat berupa sepur yang bercabang atau dapat pula berupa persilangan antara dua sepur dan konstruksi khusus tersebut adalah wesel. Wesel berfungsi untuk mengalihkan kereta dari satu sepur ke sepur yang lainnya, dan biasanya konstruksi ini dibangun pada emplasemen stasiun stasiun karena terdapat banyak jalur.

### 2.6.1 Jenis-jenis wesel

#### 1. Wesel biasa

Wesel ini umumnya digunakan digunakan di dalam konstruksi emplasemen. Wesel biasa dibedakan menjadi dua macam, yaitu :

##### - Wesel Biasa Kanan

Wesel biasa kanan adalah konstruksi wesel dimana sepur yang satu lurus dan sepur yang lain berbelok kearah kanan sepur lurus.

##### - Wesel Biasa Kiri

Wesel bisa kiri adalah konstruksi wesel dimana sepur yang satu lurus dan sepur yang lain berbelok kearah kiri sepur lurus.

##### - Wesel dalam lengkung dibedakan menjadi tiga macam, yaitu

- o Wesel searah lengkung
- o Wesel berlawanan arah lengkung
- o Wesel simetris

#### 2. Wesel tiga jalan dibedakan menjadi empat macam, yaitu:

##### - Wesel biasa :

- Wesel biasa searah

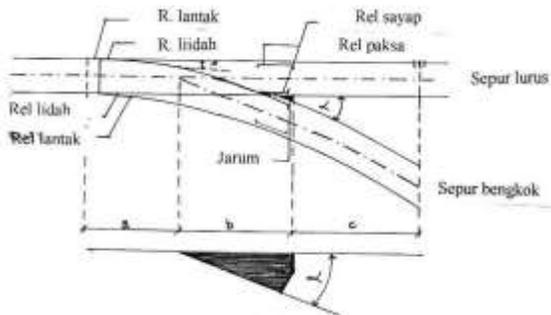
- Wesel biasa berlawanan arah
- Wesel tergeser:
  - Wesel searah tergeser .,
  - Wesel berlawanan arah tergeser

### 3. Wesel Inggris

Wesel Inggris adalah wesel yang dilengkapi dengan gerakan-gerakan lidah serta sepur-sepur bengkok. Wesel Inggris ini dibedakan menjadi dua macam, yaitu :

- Wesel Inggris lengkap
- Wesel Inggris tidak lengkap

## 2.6.2 Komponen-komponen Wesel



Gambar 2.6.2. Wesel dan Bagannya

Wesel terdiri atas komponen-komponen sebagai berikut:

#### 1. Lidah

Lidah adalah bagian dari wesel yang dapat bergerak dan berfungsi untuk memindahkan arah sepur atau arah jalannya kereta api. Dimana lidah dapat bergeser sedemikian rupa sehingga kereta bisa berjalan lurus atau berbelok. Pangkal lidah disebut akar.

#### 2. Jarum wesel

Jarum wesel adalah bagian wesel yang memberikan kemungkinan kepada flens roda melalui perpotongan bidang jalan yang terputus antara dua rel.

#### 3. Rel lantak

Rel lantak adalah suatu rel yang diperkuat badannya yang berguna untuk bersandarnya lidah-lidah wesel, dipasang mulai dari ujung lidah sampai berakhirnya suatu wesel.

#### 4. Rel paksa

Rel paksa berfungsi untuk mencegah keluarnya roda dari rel lantak. Dibuat dari rel biasa yang kedua ujungnya dibengkokkan kedalam, dipasang pada sisi dalam rel di dalam suatu lengkung wesel. Lebar alur yang dibentuk oleh rel dalam dan rel pemaksa tergantung pada besar atau kecilnya jari-jari lengkung. Untuk  $R \sim 150$  m, lebar alur = 65 mm dan untuk  $R \sim 100$  m, lebar alur - 60 mm.

#### 5. Sistem penggerak atau pembalik wesel

Berfungsi secara mekanis untuk menggerakkan ujung lidah.

## 2.6.3 Nomor dan Kecepatan Izin Pada Wesel

Nomor wesel, n, menyatakan tangent sudut simpang arah, yaitu  $tg = 1/n$ . Kecepatan izin pada wesel tercantum dalam tabel 3.6.3. dibawah ini.

Tabel 3.6.3. Nomor wesel dan kecepatan izinnnya.

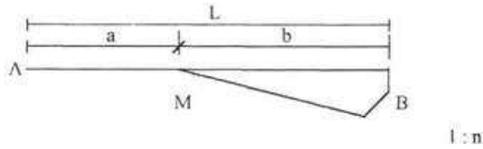
Tg	1:8	1:10	1:12	1:14	1:16	1:18
No. wesel	W 8	W 10	W 12	W 14	W 16	W 18
Kec.izin (km/jam)	25	35	45	50	60	70

## 2.6.4 Bagan Wesel

Dalam gambar-gambar rencana untuk pelaksanaan pembangunan wesel-wesel hanya menurut bagannya. Bagan wesel ada dua macam, yaitu :

#### 1. Bagan ukuran

Bagan ukuran menjelaskan ukuran-ukuran wesel dan dapat digunakan untuk menggambar bagan emplasemen secara berskala.



Tabel 2.6.4. Bagan ukuran Wesel

Dimana:

- M = Titik tengah wesel  
= Titik potong antara sumbu lurus dengan sumbu sepur belok.
- A = Permulaan wesel  
= Tempat sambungan rel lantak dengan rel biasa.  
Jarak dari A ke ujung lidah biasanya kira-kira 1000 mm.
- B = Akhir wesel  
= Sisi belakang jarum
- n = Nomor wesel.

Gambar-gambar dihalaman berikut memperlihatkan bagan ukuran wesel biasa.

**2.6.5 Pemeliharaan wesel, syarat-syarat bahan, dan bantalan wesel.**

Pemilihan wesel didasarkan pada kebutuhan pelayanan dengan memperhatikan ketersediaan lahan, kecepatan, biaya pembangunan serta pemeliharaan.

Syarat-syarat bahan untuk wesel ditentukan dalam Peraturan Bahan Jalan Rel Indonesia (PBJRT) atau peraturan dinas No. 10 c.

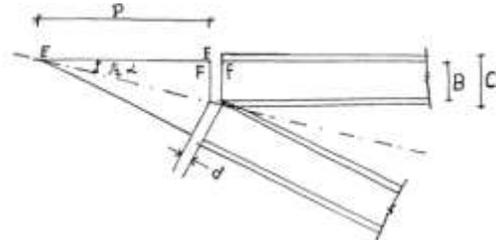
Wesel dipasang pada bantalan beton, ukuran penampang sama dengan bantalan biasa, ukuran panjang bantalan disesuaikan dengan kebutuhan setempat, kekuatan bantalan harus diperiksa.

**2.6.6 Perhitungan wesel**

Perhitungan wesel harus didasarkan pada keadaan lapangan, kecepatan, nomor wesel dan jenis lidah. Besar sudut tumpu (B) dan sudut simpang arah (a) dihitung/ditentukan

dari nomor wesel dan jenis lidah yang dipilih. Panjang jarum ditentukan oleh sudut simpang arah (a), lebar kepala rel (2B), lebar kaki rel (C) dan jarak siar (d) berdasarkan hubungan:

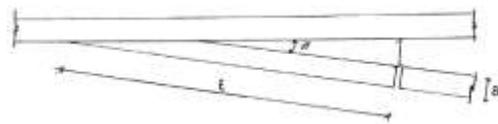
$$P = \frac{(B + C)}{2 \operatorname{tg} (a/2)} - d \quad ; \quad P = \text{Panjang jarum}$$



Gambar 2.6.6.a Panjang Jarum Wesel

Pada lidah berputar, panjang lidah ditentukan oleh besar sudut tumpuli (B), LEBAR KEPALA REL (B) dan jarak dari akar lidah ke rel lantak (Y). Panjang lidah (t) ditentukan oleh persamaan:

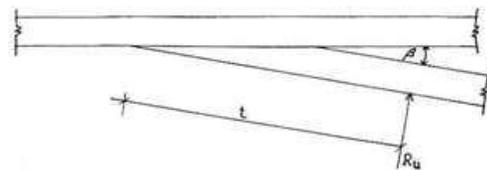
$$t > \frac{(B + Y)}{\operatorname{Sin} \beta} \quad ; \quad t = \text{Panjang lidah}$$



Gambar 2.6.6.b Panjang Lidah Wesel

Untuk lidah berpegas panjang lidah ditentukan oleh persamaan :

$$t > B \operatorname{cotg} \beta$$



Gambar 3.6.6.c. Panjang Lidah Wesel Untuk Lidah Berpegas

Jari-jari lengkung luar (Ru) dihitung dengan persamaan :

$$R_u = \frac{W - t \sin \beta - p \sin \alpha}{\cos \beta - \cos \alpha}$$

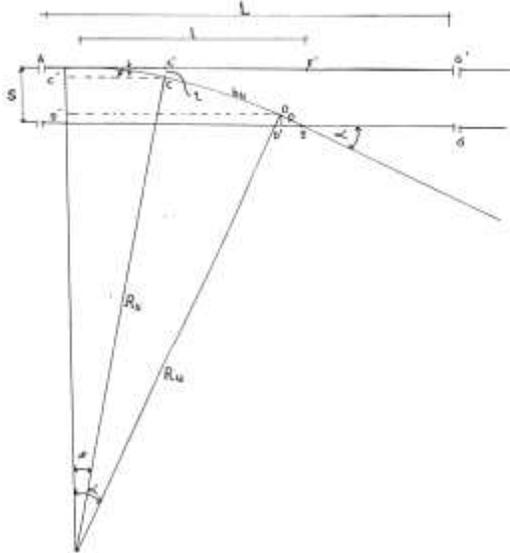
Dimana:

$R_u$  = Panjang jari-jari lengkung luar

$W$  = Lebar sepur

$t$  = Panjang lidah

$P$  = Panjang jarum



Gambar 3.6.6.d. Perhitungan Wesel

Panjang jari-jari lengkung luar yang dihitung dengan persamaan  $R_u$  tidak boleh lebih kecil dari pada :

$$R = \frac{V^2}{7,8}$$

Dimana :

$V$  = kecepatan izin pada wesel (km/jam).

Jari-jari lengkung dalam ( $R$ ) dihitung dari jari-jari lengkung luar dengan memperhatikan masalah pelebaran sepur.

## 2.7 Rel

Bagian konstruksi jalan kereta api yang paling atas adalah rel. Dimana rel merupakan batang baja yang dipasang sejajar satu sama lain dan ditumpu oleh

bantalan pada jarak tertentu. Rel yang dipasang harus mampu menahan gaya-gaya yang ditimbulkan oleh tekanan roda dan gaya horizontal akibat rem, serta gaya tegak lurus arah rel yang ditimbulkan oleh gerakan dinamis kereta.

Pada proyek perencanaan emplasemen Bekri ini dipakai rel UTC 54. Rel UIC 54 adalah rel mempunyai profil paling besar di Indonesia saat ini, dimana pada jaringan kereta api dari tarahan sampai Kota Bumi khususnya Imtas Tanjung Karang - Kota Bumi, dilalui oleh kereta pengangkut batu bara yang menimbulkan tekanan gandar mencapai 18 ton.

Maka dari itu rel dengan profil kecil tidak dapat lagi digunakan, karena apabila digunakan rel tersebut akan cepat rusak. Untuk mengantisipasi hal ini maka dalam konstruksi emplasemen Bekri ini digunakan rel dengan profil yang lebih besar yaitu rel UIC 54.

### 2.7.1 Type dan Karakteristik Penampang Rel.

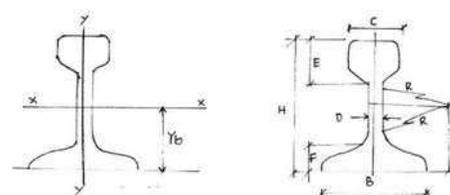
Type rel ditinjau dari karakteristik penampangnya dibedakan menjadi R42, R54, dan R60. Pemilihan rel jenis ini tergantung dari klasifikasi jalan rel sebagai berikut :

Tabel 2.7.1 a. Type rel menurut kelas jalan rel

Kelas jalan	Type Rel
I	R. 60/R. 54
II	R. 54/R. 50
III	R. 42/R. 50/R. 42
IV	R. 42/R. 50/R. 42
V	R. 42.

Tabel 3.7.1 b. Karakteristik Penampang Rel

Nama	Tipe Rel			
	R 42	R 50	R 54	R 60
Dimensi Rel	138,00	138,00	138,00	138,00
Bobot	11,800	12,700	14,800	16,000
Dimensi	186,20	186,20	186,20	186,20
Bobot	17,70	17,70	17,70	17,70
Bobot	30,50	30,50	30,50	30,50
Bobot	23,00	23,00	23,00	23,00
Bobot	72,00	72,00	72,00	72,00
Bobot	84,70	84,70	84,70	84,70
Bobot	122,00	122,00	122,00	122,00
Bobot	1.200	1.000	1.100	1.100
Bobot	18,70	17,00	18,70	18,70



**Tabel 2.7.1 Penampang Rel**

### 2.7.2 Jenis Rel Menurut Panjangnya

Menurut panjangnya rel dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu :

1. Rel standar adalah rel yang panjangnya 25 m.
2. Rel pendek adalah rel yang panjangnya maksimal 100 m.
3. Rel panjang adalah rel yang panjangnya tercantum minimumnya tercantum pada tabel dibawah ini.

**Tabel 2.7.2. Panjang Minimum Rel Panjang**

Jenis Bantalan	Type Rel			
	R.42	R.50	R.54	R.60
Bantalan Kayu	327 m	375 m	400 m	450 m
Bantalan Beton	200 m	225 m	250 m	275 m

### 2.7.3 Sambungan Rel

Sambungan rel adalah konstruksi yang mengikat dua ujung rel sedemikian rupa sehingga operasi kereta api tetap aman dan nyaman. Biasanya pada jenis rel R. 41, R.42, dan R.54 dibuat sambungan rel panjang menews dengan sislim sambungan metalis. Sambungan metalis dapat dibedakan dua jenis yaitu:

1. Sambungan dengan las thermit.
2. Sambungan dengan las listrik.

Pada konstruksi emplasemen, sistim penyambungan yang digunakan adalah sistim penyambungan denfpn menggunakan las, yaitu dengpn menggunakan las thermit. Begitu juga pada konstruksi perencanaan emplasemen Bekri, penyambungan yang dipakai adalah sistim penyambungan dengpn sistim las thermit. Pengelasan dilakukan

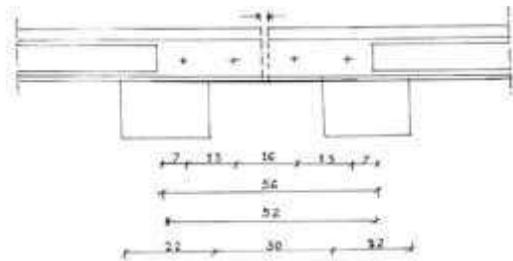
pada rel yang terletak pada kiri dan kanan sumbu sepur. Pada sambungan las thermit dipergunakan thermit yaitu suatu campuran yang terdiri dari aluminium dan oksida besi Dengan sistim pembakaran campuran, campuran tersebut akan menjadi oksida-aluminium dan besi yang dapat menimbulkan suhu 2000" - 3000UC. Produk las thermit yang biasa digunakan adalah dari prancis dan Australia, sedangkan buatan India jarang difanakan karna mutunya kurang baik.

Pada sambungan rel yang akan di las, permukaannya harus dibersihkan terlebih dahulu denga sikat kawat atau amplas, sehingga bersi dari karat. Setelah itu dibuat sedemikian rupa (permukaannya harus lurus satu dengan yang lainnya), dengan volg atau celah berkisar antara 18-26 mm, tergantung spesifikasi bahan las yang akan digunakan. Kemudian pada luar eelah dipasang loting (sejenis tanah liat dan pasir kwarsa) sebagai mal sesaai dengan bentuk rel dan dipanasi dengan belender selama 3-5 menit sampai rel menjadi merah pijar.

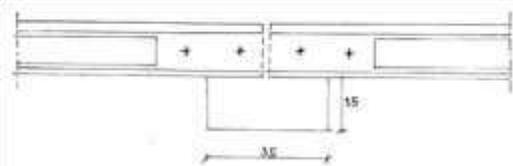
Pada bagian atas celah telah disiapkan obat las dalam cairan dan dialirka diantara kedua ujung rel yang akan disambung. Dengan demikian rel menyambung dan cairan tadi akan menjadi satu (monolit) dengan kedua ujung rel yang disambung selama pembekuan. Rel yang dalam keadaan panas tidak boleh disiram dengan air karena akan mengurangi kekuatan sambungan. Setelah masa pendinginan selama 30 menit biasanya jalan rel sudah siap untuk digunakan.

Sambungan rel, ditinjau dari kedudukannya terhadap bantalan

dibedakan atas dua macam, yaitu sambungan melayang dan sambungan menumpu, seperti tertera pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.7.3.a. Sambungan melayang

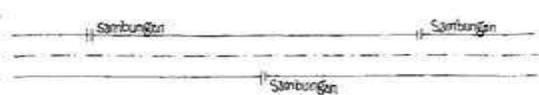


Gambar 2.7.3.b. Sambungan menumpu.

Penempatan sambungan disepur ada dua macam, yaitu penempatan secara siku, dimana kedua sambungan berada pada satu garis yang tegak lurus terhadap sumbu sepur, dan penempatan sambungan yang satunpa adalah penempatan secara berselang seling, dimana kedua sambungan rel tidak berada pada satu garis yang tegak lurus terhadap sumbu sepur. Seperti yang tertera pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.7.3.c. Sambungan siku



Gambar 2.7.3.d. Sambungan selang seling

Sambungan rel berada di jembatan maka :

- Didalam daerah bentang jembatan harus diusahakan agar tidak ada sambungan rel.
- Rel dengan bantalann sebagai suatu kesatuan harus dapat

bergeser terhadap gelagar pemikulnya. Yang dimaksud dengan gelagar pemikul adalah bagian dari konstruksi jembatan dimana bantalan menumpu secara langsung .

- Jika digunakan rel setandar atau rel pendek, letak sambungan rel harus berada diluar pangkal jembatan.
- Jika digunakan rel panjang, jarak antara ujung jembatan dengan sambungan rel, minimal harus sama dengan panjang daerah muai rel itu, seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.7.3.e. Penempatan sambungan rel panjang yang melintasi jembatan

$L_{dm}$  = Panjang daerah muai rel.  
 Panjang daerah muai untuk bermacam-macam rel tercantum pada tabel dibawah ini :

Tabel 2.7.3. Panjang Daerah Muai

Jenis Bantalan	Type Rel			
	R. 42	R. 50	R. 54	R. 60
Bantalan kayu	165 m	190 m	200 m	225 m
Bantalan beton	100 m	115 m	125 m	140 m

## 2.7.4 Celah

Di sambungan rel harus ada celah untuk menampung timbulnya perubahan panjang rel akibat perubahan suhu. Besar celah ini ditentukan sebagai berikut:

- Untuk semua type rel, besar celah pada sambungan rel standar dan rel pendek tercantum pada tabel 3.7.4.a dibawah ini.
- Pada sambungan rel panjang, besar celah dipengaruhi juga oleh type rel dan jenis bantalan.
  - Untuk sambungan rel

panjang pada bantalan kayu, besar celah tercantum pada tabel 2.7.4.b.

- b. Untuk sambungan rel panjang pada bantalan beton, besar celah tercantum pada tabel 2.7.4.c.

**Tabel 2.7.4.a. Besar celah Untuk Semua Type Rel Pada Sambungan Rel Standar dan Rel Pendek**

Suhu Pemasangan (°C)	Panjang Rel (m)			
	25	50	75	100
< 20	8	14	16	16
22	7	13	16	16
24	7	12	16	16
26	6	10	15	16
28	6	9	13	16
30	5	8	11	14
32	4	7	9	12
34	4	6	7	9
36	3	4	6	7
38	3	3	4	4
40	2	2	2	2
42	2	1	0	0
44	1	0	0	0
> 46	0	0	0	0

**Tabel 2.7.4.b. Besar Celah Untuk Semua Type Rel Panjang Pada Bantalan Kayu**

Suhu Pemasangan (°C)	Type Rel			
	R.42	R.50	R.54	R.60
28	16	16	16	16
30	14	16	16	16
32	12	14	15	16
34	10	11	12	13
36	8	9	10	10
38	6	6	8	8
40	5	4	6	6
42	4	3	5	5
44	3	3	3	4
46	2	3	3	3
48	2	2	2	2

**Tabel 2.7.4.c. Besar Celah Untuk Semua Type Rel Panjang Pada Bantalan Beton**

Suhu Pemasangan (°C)	Type Rel			
	R.42	R.50	R.54	R.60
22	16	16	16	16
24	14	16	16	16
26	13	14	15	16
28	13	12	13	14
30	10	11	11	12
32	8	9	10	10
34	7	8	8	9
36	6	6	7	7
38	5	5	5	6
40	4	4	4	5

## 2.7.5 Suhu Pemasangan

Yang dimaksud dengan suhu pemasangan adalah suhu pada waktu pemasangan rel. Batas suhu pemasangan rel standar dan rel pendek tercantum pada tabel 2.7.5.a. Batas suhu pemasangan rel panjang pada bantalan kayu tercantum pada tabel 2.7.5.b. Batas suhu pemasangan rel panjang pada bantalan beton tercantum pada tabel 2.7.5.c.

**Tabel 2.7.5.a. Batas Suhu Pemasangan Rel Standar dan Rel Pendek.**

Panjang Rel (m)	Suhu (°C)	
	Min.	Max.
25	20	44
50	20	42
75	26	40
100	30	40

**Tabel 3.7.5.b. Batas Suhu Pemasangan Rel Panjang Pada Bantalan Kayu**

Rel	Suhu (°C)	
	Min.	Max.
R.42	28	46
R.50	30	48
R.54	30	48
R.60	32	48

**Tabel 3.7.5.c. Batas Suhu Pemasangan Rel Panjang Pada Bantalan Beton.**

Rel	Suhu (°C)	
	Min.	Max.
R.42	22	46
R.50	24	46
R.54	24	46
R.60	26	46

### 2.7.6 Pelat Penyambung

Sepasang pelat penyambung harus sama panjang dan mempunyai ukuran yang sama. Bidang singgung antara pelat penyambung dengan sisi bawah kepala rel dan sisi atas kaki rel harus sesuai kemiringannya, agar didapat bidang geser yang cukup. Kemiringan tepi bawah kepala rel dan tepi atas rel tercantum pada tabel 2.7.6.

**Tabel 2.7.6. Kemiringan Tepi Bawah Kepala Rel dan Tepi Atas Kaki Rel**

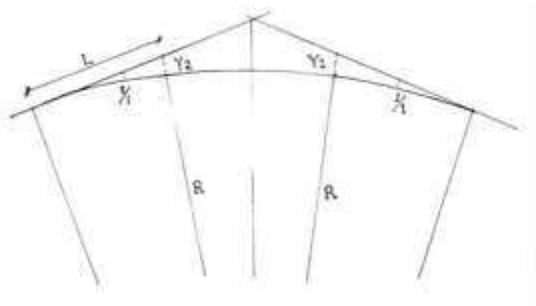
Type Rel	Tepi Bawah Kepala Rel	Tepi Atas Kepala Rel
R.42	1 : 4	1 : 4
R.50	1 : 2,75	1 : 2,75
R.54	1 : 2,75	1 : 2,75
R.60	1 : 2,93	1 : 2,75

## III. PERHITUNGAN

### 3.1 Perhitungan lengkung

Pada emplasemen Bekri terjadi 1 (satu) buah tikungan yaitu pada :

- Tikungan No. 10 Ki



Data-data lengkung yang diperoleh :

#### 3.1.1 Tikungan No.10 Ki

Dari KM 54+450 – 54+800

- R (Jari-jari lengkung) = 800
- $\alpha = 105^{\circ}5'34.13''$
- $\Delta = 74^{\circ}54'25.87''$

- Panjang Busur :

$$P = \frac{\Delta}{360} \times 2\pi \cdot R$$

$$= \frac{74^{\circ}54'87''}{360} \times 2\pi \cdot 488$$

$$= 638 \text{ m}$$

- Kecepatan Maksimal :

$$V_{\text{maks}} = 4,3 \cdot \sqrt{R}$$

$$= 4,3 \cdot \sqrt{488}$$

$$= 94,99 \text{ km/jam}$$

Namun kecepatan yang dipakai adalah  $V = 45 \text{ km/jam}$ .

- Panjang lengkung peralihan (PLA):

$$L = \frac{60 \cdot V^3}{R} = \frac{60 \cdot 45^3}{488} = 11,204 \text{ m}$$

- Panjang  $Y_1$  :

$$Y_1 = \frac{L^2}{24 \cdot R} = \frac{(11,204)^2}{24 \cdot 488} = 0,011 \text{ m}$$

- Panjang  $Y_2$

$$Y_2 = \frac{L^2}{6 \cdot R} = \frac{(11,204)^2}{6 \cdot 488} = 0,043 \text{ m}$$

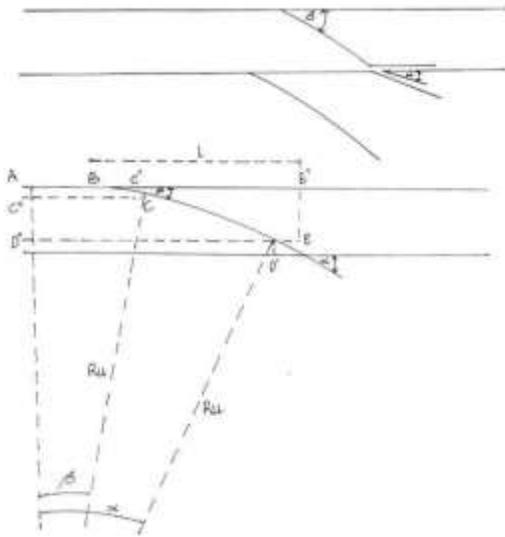
- Peninggian rel sebelah luar lengkung:

$$h = \frac{6 \cdot V^2}{R} = \frac{6 \cdot (45)^2}{488} = 24,90 \text{ m}$$

### 3.2 Perhitungan wesel

Data-data yang digunakan :

- Wesel no. 1, 2, dan 3.
- Lebar sepur (S) = 1067 mm
- Sudut :  $\text{tg } \alpha = 1 : 12$   
 $\text{Tg } \beta = 1 : 75$
- Rel yang digunakan : Rel UIC 54
- Bantalan terbuat dari baja
- Lidah berpegas



Gambar 3.2.1. Lengkung Wesel

**b. Perhitungan sudut-sudut:**

$$\begin{aligned} \text{tg } \alpha &= 1 : 12 \\ \sin \alpha &= 0,083046 \\ \cos \alpha &= 0,996546 \\ \text{didapat, } \alpha &= 4^{\circ} 45' 49'' \\ \text{tg } \beta &= 1 : 75 \\ \sin \beta &= 0,013332 \\ \cos \beta &= 0,998811 \\ \text{didapat, } \beta &= 0^{\circ} 45' 50,03'' \end{aligned}$$

**c. Perhitungan jari-jari lengkung luar :**

$$\text{Panjang lidah, } t = \frac{k+w}{\sin \beta}$$

Dimana :

k = Lebar kepala rel = 27,2 mm  
w = Jarak akar lidah ke rel lantak

Untuk lebar sepur (S) = 1067 mm dengan pelebaran di ujung lidah ditambah 3 mm, maka akan didapat :

$$w = (1067 - (1000 = 20) + 3) = 50 \text{ mm}$$

Maka panjang lidah,

$$t = \frac{72,2 + 50}{0,013332} = 9116 \text{ mm}$$

Untuk pancung, DE = p antara 1500 - 2500 mm, diambil P = 2000 mm. Maka perhitungan jari-jari luar (Ru) dihitung dengan rumus sebagai berikut;

$$\begin{aligned} R_u &= \frac{S - t \sin \beta - P \cdot \sin \alpha}{\cos \beta - \cos \alpha} \\ &= \frac{1067 - 9166 \cdot 0,013332 - 2000 \cdot 0,082046}{0,999911 - 0,996546} \\ &= 231279 \text{ mm} \end{aligned}$$

Ru dibulatkan ke bawah menjadi kelipatan 10.

$$R_u = 231270 \text{ mm}$$

Selanjutnya harga P dihitung kembali dengan memakai rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} P &= \frac{S - t \sin \beta - R_u \cdot (\cos \beta - \cos \alpha)}{\sin \alpha} \\ &= \frac{1067 - 9166 \cdot 0,013332 - 231270 \cdot (0,999911 - 0,996546)}{0,083046} \\ &= 2005 \text{ mm} \end{aligned}$$

P dibulatkan ke bawah menjadi kelipatan 10.

$$P = 2000 \text{ mm}$$

Dengan harga P = 2000 mm, Ru dihitung kembali dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} R_u &= \frac{S - t \sin \beta - P \cdot \sin \alpha}{\cos \beta - \cos \alpha} \\ &= \frac{1067 - 9200 \cdot 0,013332 - 2000 \cdot 0,082046}{0,999911 - 0,996546} \\ &= 231279 \text{ mm} \end{aligned}$$

**d. Perhitungan Panjang (l)**

$$\begin{aligned} l &= BC' + D'E + DD'' - CC'' \\ &= t \cos \beta + p \cos \alpha + R_u (\sin \alpha - \sin \beta) \\ &= 9200 \cdot 0,999911 + 2000 \cdot 0,996546 + 2312793 (0,083046 - 0,013332) \\ &= 27316 \text{ mm} \end{aligned}$$

Jarak A - B diambil 1,5 x jarak bantalan biasa.

$$\text{Jadi } A - B = 1,5 \times 600 = 900 \text{ mm}$$

**e. Perhitungan Lengkung Luar Ru atau Busur CD :**

$$CD = \frac{\alpha - \beta}{360^{\circ}} \times (2\pi \cdot R_u)$$

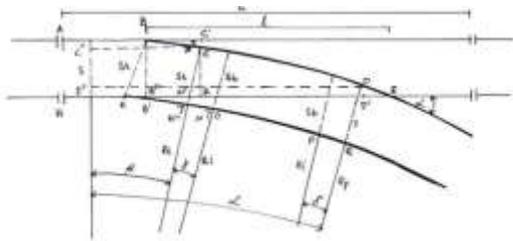
$$= \frac{4^{\circ}45'49,11 - 0^{\circ}45'50,03}{360^{\circ}} \times 2 \cdot 3,14 \cdot 231279$$

$$= 16145 \text{ mm}$$

**f. Perhitungan Panjang Bagian Dalam Sepur Belok :**

( St, Sb, Rt, Ri, Rp )  
 $St = S + Vt$   
 $Sb = S + Vb$

Dimana :  
 S = Lebar sepur normal, S = 1067 mm  
 St = Lebar sepur pada lidah  
 Sb = Lebar sepur pada busur  
 Vt = Pelebaran sepur pada lidah, Vt = 3 mm  
 Vb = Pelebaran sepur pada busur



Gambar 3.2.2. Lengkung Dalam Wesel

$$Vb = \frac{d^2}{2Ru} - e$$

Dimana :  
 d = Jarak gandar, d = 3000 mm  
 R = Jari - jari luar  
 e = Kelonggaran antara roda dengan rel = 8 mm

Jadi,  $Vb = \frac{3000}{2 \cdot 231279} - 8$

Demikian selanjutnya dari rumus diatas diperoleh :  
 $St = 1067 + 3 = 1070 \text{ mm}$   
 $Sb = 1067 + 11,5 = 1078,5 \text{ mm}$

Setelah St dan Sb diperoleh, maka jari - jari lengkung dalam dapat dihitung :

$$Rt = Ru - St$$

$$= 231279 - 1070$$

$$= 230209 \text{ mm}$$

$$Ri = Ru - Sb$$

$$= 231279 - 1078,5$$

$$= 230200,5 \text{ mm}$$

$$Rp = Ru - S$$

$$= 231279 - 1067$$

$$= 230212 \text{ mm}$$

**g. Perhitungan Panjang Kaki - kaki Bagian Dalam :**

( HK, RN, NO, PQ )

$$HK = AB - \frac{St - S \cos \beta}{\sin \beta}$$

$$HK = 900 - \frac{1070 - 1067 \cdot 0,999911}{0,013332}$$

$$= 668 \text{ mm}$$

$$KN = \frac{t \sin \beta + St \cos \beta - S}{\sin \beta}$$

$$KN = \frac{9200 \cdot 0,013332 + 1070 \cdot 0,999911 - 1067}{0,013332}$$

$$= 9418 \text{ mm}$$

$$NO = \sqrt{(Ri + Rt)(Vb + Vt)}$$

$$NO = \sqrt{(230200,5 + 230209)(11,5 - 3)}$$

$$= 1979 \text{ mm}$$

$$PQ = \sqrt{(Ri + Rp) \cdot Vb}$$

$$PQ = \sqrt{(230200,5 + 23012) \cdot 11,5}$$

$$= 1696 \text{ mm}$$

**h. Perhitungan Sudut - sudut**

a.  $\cos \tau = \frac{Ri}{Rt} = \frac{230200,5}{230909} = 0,999963$

$$= \text{arc cos } 0,999963$$

$$= 0^{\circ}29'22,66''$$

$$b. \cos \delta = \frac{R_i}{R_p} = \frac{230200,5}{230212} = 0,999950$$

$$= \text{arc cos } 0,999950$$

$$= 0^{\circ}34'22,66''$$

#### i. Perhitungan Lengkung OP :

$$OP = \frac{\alpha - \beta - \delta - \tau}{360^{\circ}} \times 2\pi \cdot R_i$$

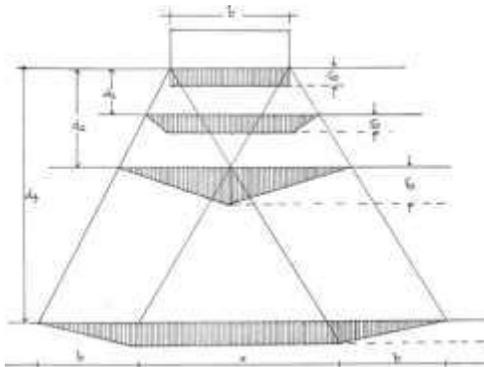
$$= \frac{4^{\circ}45'11 - 0^{\circ}45'50 - 0^{\circ}29'34,36'' - 0^{\circ}34'22,36''}{360^{\circ}}$$

$$= 144565914$$

$$= 16396 \text{ mm}$$

#### 4.3. Perhitungan Balas

Tebal alas bate tergantung pada tanah dasarnya yaitu tubuh jalan, tekanan gandar dan kecepatan kereta api serta jenis bahan balas itu sendiri. Disini direncanakan bahan balas untuk lapisan bawah dipakai pasir sungai dan untuk lapisan atas dipakai kricak. Pelimpahan tekanan yang ditimbulkan oleh kereta api, dari bantalan kepada tubuh jalan melalui balas, berlangsung membentuk sudut 60 ke arah melintang bantalan. Penyebaran tekanan tersebut seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 3.4. Perhitungan Balast

Tepat di bawah bantalan tegangannya merata sebesar  $\tau_{\delta}$  kg/cm<sup>2</sup>.

$$\tau_{\delta} = \frac{P}{F}$$

Dimana :

P = Tekanan Gandar

F = luas daerah bantalan

Pada kedalaman di diagram tegangan dasar balas seperti terlihat pada gambar, dimana tegangan maksimumnya masih sebesar  $\tau_{\delta}$  kg/cm<sup>2</sup>, sampai dengan kedalaman  $d_2$  tegangannya yang mempunyai nilai maksimum masih tetap sebesar  $\tau_{\delta}$  kg/cm<sup>2</sup>. Pada kedalaman yang lebih dalam dari pada  $d_2$  maka tegangannya akan berkurang, sehingga pada kedalaman  $d_3$  tegangannya menjadi sebesar  $\tau_{\delta}$  kg/cm<sup>2</sup>.

$$(c + b) \cdot \tau = b \cdot \tau_{\delta}$$

$$\tau = \frac{b}{b+c} \times \tau_{\delta}$$

$$\tau = \frac{d_2}{d_3} \times \tau_{\delta}$$

Data - data untuk perhitungan :

- Tekanan gandar, P = 18 ton = 18000 kg.
- Kecepatan kereta, V = 100 km/jam
- Ukuran lebar bantalan, b = 24 cm.
- Ukuran panjang bantalan, L = 200 cm.

$$K = 1 + \frac{V^2}{30000}$$

Di mana :

K = Koefisien kejut

V = Kecepatan kereta api (km/jam)

$$\text{Jadi, } K = 1 + \frac{V^2}{30000}$$

$$= 1,33$$

$$P' = P \cdot K$$

$$= 18000 \times 1,33$$

$$= 23940 \text{ kg}$$

Luas bidang kontak tepat di bawah bantalan  
= F

$$\begin{aligned} F &= b \times L \\ &= 24 \times 200 \\ &= 4800 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Karena Balast yang digunakan adalah balast batu pecah, maka :

– Tekanan yang bekerja pada permukaan balast :

$$\tau_8 = 3,75 \text{ kg/cm}^2$$

– Tekanan yang bekerja pada permukaan road bed :

$$\begin{aligned} \tau_8 &= 1,05 \text{ kg/cm}^2, \text{ dengan } \tau_8 = 1,05 \\ &\text{kg/cm}^2 \text{ setara dengan CBR} = 1,5 \%, \text{ atau} \\ \tau_1 &= 2 = 7,32 \text{ kg/cm}^2 > \tau_2 = 1,05 \text{ kg/cm}^2 \\ \text{CBR} &= 9,0 \% > \text{CBR} = 9,0 \% \end{aligned}$$

Tegangan pada dasar bantalan ( $\tau_8$ ) :

$$\begin{aligned} \tau_8 &= \frac{P'}{F} \\ &= \frac{23940}{4800} \\ &= 4,9875 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{tg } \alpha = \frac{d_2}{1/2 \cdot b}$$

$$\begin{aligned} d_2 &= 1/2 \times b \times \text{tg } \alpha \\ &= 1/2 \times 24 \times \text{tg } 60^\circ \\ &= 20,785 \text{ cm} \\ &= 21 \text{ cm (pembulatan)} \end{aligned}$$

Tegangan tanah digunakan ( $\tau_1$ ) = 1,5 kg/cm<sup>2</sup>.

$$\tau_1 = \frac{d_2}{d_3} \tau_8$$

#### IV. PENUTUP

##### 4.1 Kesimpulan

Dari hasil pembahasan bab-bab sebelumnya dapat diambil kesimpulan :

1. Dengan meningkatkan kebutuhan masyarakat dihidang transportasi, dan untuk meningkatkan industri pertambangan, khususnya batu bara, serta hasil pengolahan pabrik seperti, semen dan kertas yang saat ini

menggunakan transportasi kereta api. Dan mengakibatkan frekuensi lintasan kereta tersebut meningkat, sehingga dituntutlah akan kesempurnaan jalan kereta api tersebut, khususnya terhadap pembuatan emplasemen yang nantinya dapat mendukung perlintasan kereta api pada saat bersilangan.

2. Emplasemen Bekri berada pada lintasan Tanjung Karang- Kota Bumi yang berupa pembuatan long siding untuk mendukung persilangan kereta api babaranjang sehingga dapat bersilangan dengan aman serta waktu tempuh perjalanan kereta api terpenuhi dan tepat waktu.
3. Pada pembangunan emplasemen Bekri ini memiliki lintasan rencana dengan tekanan gandar 18 ton, kecepatan rencana 100 km/jam, dan lebar sepur yang dipakai 1067 mm.
4. Sedangkan rel yang digunakan adalah rel UIC 54 dengan bantalan beton prategang K - 400 Dimana nantinya (Sifat mendukung persilangan kereta api Babaranjang yang terdiri dari dua (2) lokomotif + empat puluh (40) gerbong KKBW 1 satu (I) gerbong Cabose yang panjang seluruhnya  $\pm$  1000 m.
5. Jalan kereta api harus bebas dari hambatan dan rintangan, maka dari itu diperlukan ruang bebas dan ruang bangun sesuai dengan persyaratan.
6. Pada emplasemen Bekri tidak terjadi pelebaran sepur karena jari-jari lengkung yang terdapat pada tikungan besar, sehingga hal ini sesuai dengan ketentuan yang apa bila pada tikungan mempunyai jari-jari (R) > 500 m, tidak terjadi pelebaran sepur, dan untuk jari-jari  $\leq$  500 m, harus diadakan pelebaran sepur.
7. Kelandaian diusahakan harus sekecil mungkin, hal itu untuk menjaga supaya rel tidak terangkat secara tiba-tiba yang akan mengakibatkan jalannya kereta api terhambat dan tidak nyaman. Kelandaian

maksimal yang diizinkan pada pembangunan emplasemen Bekri ini adalah  $1,5 \text{ }^{\circ}/^{\circ}$ .

8. Dengan adanya gaya sentrifugal pada tikungan saat kereta membelok, dikhawatirkan kereta akan terguling, maka diadakan peninggian terhadap rel disebelah luar. Peninggian rel luar itu sendiri tergantung pada besarnya jari-jari tikungan dan kecepatan kereta api itu sendiri.
9. Wesel yang digunakan adalah wesel biasa dengan sudut tangen  $a = 1 : 10$  dan  $1 : 12$ .

#### 4.2 Saran

1. Balas harus merupakan batu pecah, yang mempunyai kekerasan sangat tinggi, bersisi kasar, tidak mengandung pelapukan dan tidak mengandung bahan yang merugikan. Ukuran balas batu pecah usahakan 2-6 cm, dan berat jenis. 2500 kg/m<sup>3</sup>.
2. Salah satu hal yang dapat menyebabkan kerusakan bantalan beton adalah terjadinya vibrasi dengan frekuensi yang tinggi pada rel, untuk mengurangi pengaruh vibrasi pada rel terhadap bantalan dipakai penambat elastik yang memiliki kemampuan meredam geteran (penambat elastik tunggal dan penambat elastik ganda).
3. Bantalan beton harus memenuhi spesifikasi pabrik pembuatan dengan karakteristik beton K-400 menurut perspftratan PBI 1971 yang berlaku. Bantalan beton tidak boleh cacat retak ataupun patah strukturnya.
4. Di sambungan rel harus ada OSlah untuk menampung dan mengatasi timbulnya perubahan panjang rel akibat perubahan suhu udara yang terjadi.
5. Bila tubuh jalan ditempatkan diatas timbunan, maka jenis tanah untuk timbunan tidak boleh yang termasuk

klasifikasi tanah yang tidak stabil / kestabilan rendah.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

Perusahaan Jawatan Kereta Api, 1986, **Penjelasan Peraturan Perencanaan Konstruksi Jalan Rel** (Penjelasan PD No. 10 ).

Perusahaan Jawatan Kereta Api, 1986, **Perencanaan Konstruksi Jalan Rel** (Peraturan Dinas No. 10)

Soebianto, 1964, **Ilmu Bangunan Jalan Kereta Api, Himpunan mahasiswa Sipil**, ITB, Bandung.

# INFORMASI UNTUK PENULISAN NASKAH

## JURNAL TEKNIK SIPIL UBL

### Persyaratan Penulisan Naskah

1. Tulisan/naskah terbuka untuk umum sesuai dengan bidang teknik sipil.
2. Naskah dapat berupa :
  - a. Hasil penelitian, atau
  - b. Kajian yang ditambah pemikiran penerapannya pada kasus tertentu, yang belum dipublikasikan,

Naskah ditulis dalam bahasa Indonesia atau Inggris. Naskah berupa rekaman dalam Disc (disertai dua eksemplar cetakannya) dengan panjang maksimum dua puluh halaman dengan ukuran kertas A4, ketikan satu spasi, jenis huruf Times New Roman (font size 11).

Naskah diketik dalam pengolah kata MsWord dalam bentuk siap cetak.

### Tata Cara Penulisan Naskah

1. Sistematika penulisan disusun sebagai berikut :
  - a. Bagian Awal : judul, nama penulis, alamat penulis dan abstrak (dalam dua bahasa : Indonesia dan Inggris)
  - b. Bagian Utama : pendahuluan (latar belakang, permasalahan, tujuan) , tulisan pokok (tinjauan pustaka, metode, data dan pembahasan.), kesimpulan (dan saran)
  - c. Bagian Akhir : catatan kaki (kalau ada) dan daftar pustaka.Judul tulisan sesingkat mungkin dan jelas, seluruhnya dengan huruf kapital dan ditulis secara simetris.
2. Nama penulis ditulis :
  - a. Di bawah judul tanpa gelar diawali huruf kapital, huruf simetris, jika penulis lebih dari satu orang, semua nama dicantumkan secara lengkap.
  - b. Di catatan kaki, nama lengkap dengan gelar (untuk memudahkan komunikasi formal) disertai keterangan pekerjaan/profesi/instansi (dan kotanya, ); apabila penulis lebih dari satu orang, semua nama dicantumkan secara lengkap.
3. Abstrak memuat semua inti permasalahan, cara pemecahannya, dari hasil yang diperoleh dan memuat tidak lebih dari 200 kata, diketik satu spasi (font size 11).
4. Teknik penulisan :

Untuk kata asing dituskan huruf miring.

  - a. Alenia baru dimulai pada ketikan kelima dari batas tepi kiri, antar alinea tidak diberi tambahan spasi.
  - b. Batas pengetikan : tepi atas tiga centimeter, tepi bawah dua centimeter, sisi kiri tiga centimeter dan sisi kanan dua centimeter.
  - c. Tabel dan gambar harus diberi keterangan yang jelas.
  - d. Gambar harus bisa dibaca dengan jelas jika diperkecil sampai dengan 50%.
  - e. Sumber pustaka dituliskan dalam bentuk uraian hanya terdiri dari nama penulis dan tahun penerbitan. Nama penulis tersebut harus tepat sama dengan nama yang tertulis dalam daftar pustaka.
5. Untuk penulisan keterangan pada gambar, ditulis seperti : gambar 1, demikian juga dengan Tabel 1., Grafik 1. dan sebagainya.
6. Bila sumber gambar diambil dari buku atau sumber lain, maka di bawah keterangan gambar ditulis nama penulis dan tahun penerbitan.
7. Daftar pustaka ditulis dalam urutan abjad nama penulisan dan secara kronologis : nama, tahun terbit, judul (diketik miring), jilid, edisi, nama penerbit, tempat terbit.