

# **ANALISA PENGGUNAAN KONSTRUKSI BANTALAN BETON PRATEGANG DAN REL PANJANG MENERUS (RPM) PADA JALAN KERETA API (STUDI KASUS)**

**OLEH :**

**Balian Era Harahap**

**NIM : 94.811.0013**

**NIRM : 9411084330013**



**FAKULTAS TEKNIK JURUSAN SIPIL  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
M E D A N  
2 0 0 0**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 3/1/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)3/1/24

# ANALISA PENGGUNAAN KONSTRUKSI BANTALAN BETON PRATEGANG DAN REL PANJANG MENERUS (RPM) PADA JALAN KERETA API (STUDI KASUS)

SKRIPSI

OLEH :

Balian Era Harahap

NIM : 94.811.0013

NIRM : 9411084330013

*Skripsi Sebagai Salah Satu Syarat Untuk  
Menyelesaikan Studi Pada Fakultas Teknik  
Universitas Medan Area*

FAKULTAS TEKNIK JURUSAN SIPIL  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
M E D A N  
2 0 0 0

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 3/1/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

# ANALISA PENGGUNAAN KONSTRUKSI BANTALAN BETON PRATEGANG DAN REL PANJANG MENERUS (RPM) PADA JALAN KERETA API (STUDI KASUS)

OLEH :

Balian Era Harahap

NIM : 94.811.0013

NIRM : 9411084330013

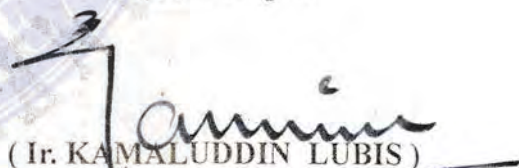
Menyetujui :  
Komisi Pembimbing

Pembimbing I



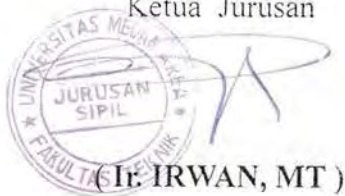

( Ir. IRWAN, MT )

Pembimbing II



( Ir. KAMALUDDIN LUBIS )

Ketua Jurusan

( Ir. IRWAN, MT )

Dekan


( Ir. H. YUSRI NASUTION, SH )

Tanggal Lulus : 14 FEB 2000

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 3/1/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area



## ABSTRAK

Kereta api merupakan salah satu transportasi angkutan darat yang penting untuk manusia dan barang, maka pengangkutan dengan kereta api haruslah diupayakan agar aman dan nyaman. Oleh karena itu perlu diperhatikan perencanaan konstruksi jalan kereta api yang baik, agar kereta api dapat melayani para konsumen dengan tepat waktu dan daya angkut yang maksimal.

Tujuan dari pada penulisan ini adalah untuk perencanaan pembangunan prasarana jalan kereta api yang lebih baik, ditinjau dari segi keamanan dan nyaman bagi para konsumen.

Dalam perencanaan jalan kereta api dipengaruhi oleh kecepatan dan beban kereta api yang melintasinya, sehingga penggunaan bantalan dan rel harus sesuai. Untuk itu penulis mencoba untuk membahas tentang perhitungan kekuatan bantalan dan rel tersebut. Dalam hal ini bantalan beton dan rel yang digunakan adalah bantalan beton prategang balok tunggal dengan proses prestension dan rel panjang menerus. Bantalan beton ini pada dasarnya menyalurkan gaya dari kabel beton melalui tegangan geser antara kabel dan beton.

Dari hasil penelitian didapat kesimpulan bahwa penggunaan bantalan beton prategang dan rel panjang menerus sangat sesuai, sehingga dapat melayani kereta api dengan kecepatan tinggi dan beban

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan rahmad dan hidayah-Nya kepada penulis untuk menyelesaikan tulisan Tugas Akhir ini dengan judul : "***Analisa Penggunaan Konstruksi Bantalan Beton Prategang dan Rel Panjang Menerus (RPM) pada Jalan Kereta Api***".

Tugas Akhir ini merupakan salah satu bagian kurikulum perguruan tinggi yang ditetapkan di lingkungan Universitas Medan Area, Fakultas Teknik, Jurusan Sipil yang sifatnya wajib untuk semua mahasiswa sebagai persyaratan akademis.

Dalam penulisan Tugas Akhir ini penulis banyak mendapat petunjuk serta bimbingan dari berbagai pihak, untuk itu dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Zulkarnaen Lubis, MS, selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Bapak Ir. Yusri Nasution, SH, selaku Dekan Fakultas Teknik
3. Bapak Ir. Irwan, MT, selaku Ketua Jurusan Sipil
4. Bapak Ir. Irwan, MT, selaku Pembimbing I
5. Bapak Ir. Kamaluddin Lubis, selaku Pembimbing II

6. Kedua Orang Tua dan Keluarga yang telah memberikan dorongan dan semangat, sehingga selesainya Tugas Akhir ini.
7. Seluruh Staf Pengajar Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Medan Area.
8. Rekan Mahasiswa/mahasiswi serta semua pihak yang telah membantu selesainya Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih belum sempurna, sebab itu penulis mengharapkan saran dan keritikan yang sifatnya membangun. Harapan penulis kiranya tulisan ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Medan, Oktober 1999

Penulis

**Balyan Era Harahap**



## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
KATA PENGANTAR .....	ii
DAFTAR ISI .....	iv
DAFTAR SINGKATAN .....	viii
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
I.1. Umum .....	1
I.2. Maksud, tujuan dan sasaran .....	3
I.3. Permasalahan .....	4
I.4. Pembatasan masalah .....	4
I.5. Metode Penulisan .....	4
<b>BAB. II. STRUKTUR JALAN KERETA API .....</b>	<b>6</b>
II.1. Bangunan Atas .....	8
II.1.1. Alas Balas .....	9
II.1.1.a. Lapisan balas atas .....	10
II.1.1.b. Lapisan balas bawah .....	10
II.1.2. Rel .....	11
II.1.2.1. Type dan karakteristik	
penampang rel .....	13

II.1.2.2. Jenis rel menurut panjangnya.....	16
II.1.3. Alat-alat penambat rel .....	17
II.1.4. Bantalan.....	20
II.1.5. Sambungan Rel .....	21
II.1.6. Sambungan rel panjang menerus dengan menggunakan sambungan alat las..	23
II.1.7. Gaya-gaya yang timbul diderita Jalan kereta api.....	31
II.2. Bangunan Bawah.....	33
II.2.1. Tubuh Jalan .....	33
II.2.2. Tanda-tanda lereng akan longsor.....	36
II.2.3. Longsor dan Cara Menghindarinya.....	37
<b>BAB III STUDY KASUS.....</b>	<b>41</b>

III.1. Perhitungan Kekuatan Bantalan (Bantalan beton sebagai pengganti bantalan kayu dan bantalan besi).....	41
III.1.1. Perbedaan beton dengan bantalan kayu dan besi .....	43
III.1.1.1. Bantalan beton.....	43
III.1.1.2. Bantalan kayu .....	46
III.1.1.3. Bantalan besi .....	47



III.2. Pemasangan rel pada bantalan .....	49
III.2.1. Perakitan rel.....	49
III.2.2. Pemasangan balas.....	50
III.3. Merencanakan parameter-parameter	
bantalan beton .....	54
III.3.1. Mutu dan bahan balok.....	55
III.3.2. Agregat (pasir dan kerikil).....	56
III.3.3. Air .....	57
III.3.4. Dimensi ukuran dan Inersia.....	57
<b>BAB IV. PERHITUNGAN KEKUATAN REL KERETA API .....</b>	<b>61</b>
IV.1. Perhitungan Rel Kereta Api Pada momen lentur .....	61
IV.1.1. Perhitungan Rel .....	61
IV.1.2. Perhitungan besarnya pemuaian Rel .....	65
IV.1.3. Perhitungan kekuatan sambungan Rel.....	66
IV.2. Tebal Balas.....	72
IV.3. Perhitungan Tikungan.....	76
IV.4. Lengkungan Peralihan.....	81
IV.5. Pelebaran sepur.....	85
IV.6. Peninggian Rel.....	93

<b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>100</b>
V.1. Kesimpulan .....	100
V.2. Saran.....	101
Daftar Pustaka .....	103
Lampiran.....	104



## DAFTAR SINGKATAN



RPM	=	Rel Panjang Menerus
NIS	=	Nederlands Indische Spoorweg maatscappij
DSM	=	Deli Spoorweg Maatscappij
DKA	=	Djawatan Kereta Api
PNKA	=	Perusahaan Negara Kereta Api
PJKA	=	Perusahaan Jawatan Kereta Api
CM	=	Centi Meter
PBJRI	=	Perusahaan Badan Jalan Rel Indonesia
C	=	Karbon
Si	=	Silicon
Mn	=	Mangan
P	=	Posfor
MM	=	Milimeter
R.42	=	Tipe Rel 42
R.50	=	Tipe Rel 50
R.54	=	Tipe Rel 54
R.60	=	Tipe Rel 60
H	=	Tinggi rel



B	=	Lebar alas kaki rel
C	=	Lebar kepala rel
D	=	Lebar kepala rel
E	=	Tinggi kepala rel
F	=	Tinggi kaki rel
G	=	Tinggi garis netral
A	=	Luas penampang
W	=	Berat rel per meter
$I_x$	=	Momen inersia terhadap sumbu x
$I_y$	=	Jarak tepi bawah rel ke garis netral
M	=	Meter
C	=	Celcius
KG	=	Kilo Gram
PPKI	=	Peraturan Pemakaian Kayu Indonesia
UIC	=	Union International des Chemius derfer
LWR	=	Long Weldet Rail
KF	=	Kontrol Faktor
PBBI	=	Peraturan Beton Bertulang Indonesia
W	=	Momen perlawanan

M = Momen  
UNIVERSITAS MEDAN AREA

$\sigma$  = Tegangan

P = Beban gandar

EI = Elastisitas Inersia

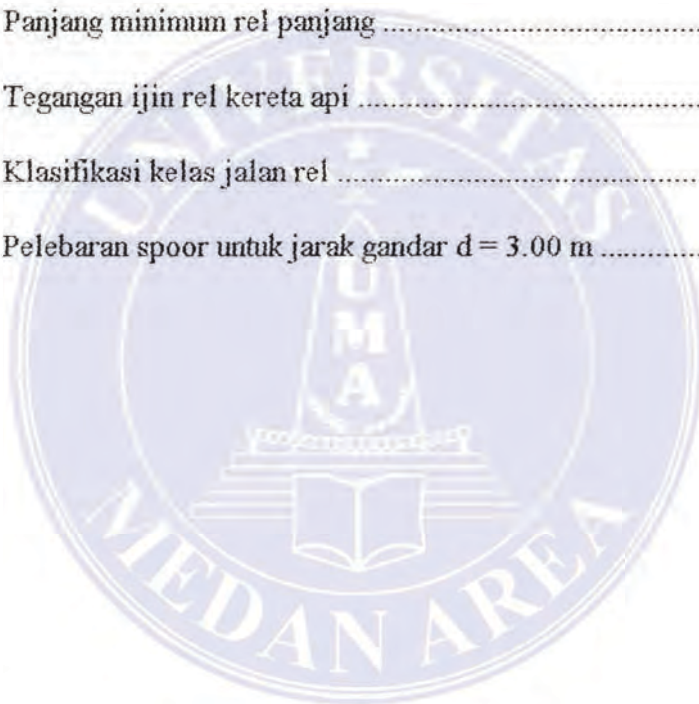
R = Radius

PPPKJR = Penjelasan Peraturan Perencanaan Konstruksi Jalan Rel



## DAFTAR TABEL

NO.	JUDUL	HALAMAN
Tabel II.1.	Tabel lapisan balas atas dan lebar bahu alas .....	11
Tabel II.2.	Tipe rel untuk masing-masing kelas jalan .....	13
Tabel II.3.	Karakteristik penampang rel .....	14
Tabel II.4.	Panjang minimum rel panjang .....	16
Tabel IV.1.	Tegangan ijin rel kereta api .....	65
Tabel IV.2.	Klasifikasi kelas jalan rel .....	74
Tabel IV.3.	Pelebaran spoor untuk jarak gandar $d = 3.00$ m .....	92





## DAFTAR GAMBAR

NO.	JUDUL	HALAMAN
Gambar II.1.	Potongan melintang jalan kereta api .....	7
Gambar II.2.	Tapak atas konstruksi kereta api .....	7
Gambar II.3.	Potongan memanjang konstruksi jalan kereta api .....	8
Gambar II.4.	Kemiringan pada balas .....	11
Gambar II.5.	Tampang rel .....	15
Gambar II.6.	Tapak atas penambat rel ke bantalan beton .....	18
Gambar II.7.	Tapak samping kanan penambat rel pada bantalan beton .....	18
Gambar II.8.	Tapak samping kiri penambat rel bantalan beton .....	19
Gambar II.9.	Tapak depan potongan penambat rel pada bantalan beton .....	19
Gambar II.10.	Sambungan melayang .....	22
Gambar II.11.	Sambungan menumpu / tegak .....	22
Gambar II.12.	Pemasangan sambungan rel dengan las .....	25
Gambar II.13.	Per penjepit mould .....	27
Gambar II.14.	Gaya vertikal .....	31
Gambar II.15.	Gaya mendatar siku-siku .....	32
Gambar II.16.	Potongan melintang jalan kereta api pada daerah timbunan .....	35
Gambar II.17.	Potongan melintang jalan kereta api pada daerah galian yang tinggi dan tubuh jalannya lebih dari 5 meter .....	35

Gambar II.18.	Tubuh jalan sesudah dan sebelum dipadatkan .....	36
Gambar II.19.	Kantong balas dan drainase .....	39
Gambar III.1.	Proses pengelasan sistem thermit .....	54
Gambar III.2.	Bantalan beton .....	57
Gambar III.3.	Tampang bantalan beton .....	58
Gambar III.4.	tampang bantalan beton yang dibagi atas beberapa luasan .....	58
Gambar IV.1.	Tekanan gandar kereta api menurut skema PJKA 1921 .....	62
Gambar IV.2.	Rel dan sambungannya .....	67
Gambar IV.3.	Rel diatas bantalan secara free body .....	69
Gambar IV.4.	Potongan melintang jalan kereta api .....	73
Gambar IV.5.	Tekanan gandar kereta api dalam tikungan .....	77
Gambar IV.6.	Garis singgung pada as lengkung horizontal .....	80
Gambar IV.7.	Lengkung peralihan .....	83
Gambar IV.8.	Kedudukan roda saat menikung .....	86
Gambar IV.9.	Gandar teguh .....	87
Gambar IV.10.	Kedudukan roda saat menikung .....	89
Gambar IV.11.	Lengkungan saat menikung .....	91
Gambar IV.12.	Peninggian maksimum .....	94
Gambar IV.13.	Peninggian minimum .....	95
Gambar IV.14.	Peninggian normal .....	97

# BAB I

## PENDAHULUAN

### I.1. Umum

Angkutan darat merupakan hal penting dalam peranannya sebagai transportasi, baik dalam bidang ekonomi, sosial serta pertahanan keamanan. Kereta api merupakan salah satu pengangkutan darat, yang dapat dilaksanakan secara massal. Untuk melakukan angkutan ini gerbong-gerbong dirangkai menjadi satu dan ditarik dengan lokomotif.

Jalan kereta api terdiri dari dua bagian, yaitu: bangunan atas dan bangunan bawah. Bangunan atas, terdiri dari rel, alat penambat dan bantalan, sedangkan bangunan bawah terdiri dari balas dan tubuh jalan raya. Rel yang dimaksud disini adalah yang dengan di dalam buku penuntun dinas No, 10 ialah rel berat yang berupa dua buah batang rel kiri dan rel kanan yang keduanya dipasang di atas bantalan.

Untuk mendapatkan lebar sepur yang tepat, dipakai alat penambat sesuai dengan jenis bantalan yang digunakan. Rel tersebut gunanya untuk tempat landasan roda kereta api dan sekaligus menerima beban bantalan, tempat kedudukan rel beserta



penambatnya yang gunanya meneruskan dan menyebarkan beban ke bawah hingga ke tanah dasar.

Bantalan yang digunakan kereta api terdiri dari tiga jenis, diantaranya:

1. Bantalan kayu
2. Bantalan besi
3. Bantalan beton

Bantalan beton prategang mempunyai ke unggulan dibanding dengan yang lainnya. Bantalan beton prategang ini terdiri dari campuran portland cement, pasir, kerikil dan tulangan baja yang telah ditegangkan terlebih dahulu. Ditinjau dari segi ekonomis, penggunaan bantalan beton jauh lebih menguntungkan dari pada menggunakan bantalan lainnya, karena kedudukannya kuat, kokoh dan tahan lama sehingga diperoleh kedudukan konstruksi rel yang stabil. Adapun bahan bakunya masih banyak tersedia di dalam negeri, demikian juga tenaga pengerjaannya sudah dikerjakan oleh tenaga-tenaga Indonesia itu sendiri.

Jalan kereta api yang pertama sekali dibangun di Indonesia dibangun oleh Nederlands Indesche Spoorwage Maatscappij (NIS) dari semarang ke tanggung sepanjang 14 Km, dengan lebar sepur 1435 mm, yang digunakan untuk mengangkut tebu dari perkebunan.

Setelah dilakukan peningkatan, maka pada tanggal 10 Agustus 1867 kereta api dibuka untuk umum.

Di Sumatera utara, sejak jaman penjajahan Belanda hingga merdeka, kereta api dipergunakan untuk pengangkutan hasil-hasil perkebunan dan pengangkutan umum dengan nama DSM (Deli Spoorwage Maatschappij) dan telah terjadi beberapa kali perubahan nama menjadi DKA, PNKA, PJKA, PERUMKA, dan sekarang PT. KAI (Persero).

Di Aceh dahulu kereta api digunakan sebagai pengangkutan tentara Belanda, di Sumatera Barat dan Sumatera Selatan untuk pengangkutan batu bara dan umum.

## 1.2. Maksud, Tujuan dan sasaran

Maksud : Melakukan analisa tentang perencanaan dari prasarana jalan kereta api (Khususnya tentang bantalan dan rel)

Tujuan : Untuk mendapatkan perencanaan dari prasarana jalan kereta api yang lebih baik.

Sasaran : Penggunaan bantalan beton prategang dan rel panjang menerus dapat melayani kereta api dengan kecepatan tinggi dan beban yang berat tanpa mengurangi rasa aman dan nyaman.

### I.3. Permasalahan

Dalam pembangunan jalan kereta api, permasalahan yang dijumpai adalah perhitungan dan kekuatannya. Karena kekuatan jalan kereta api dipengaruhi oleh beban dan kecepatan kereta api, maka pemilihan dan perhitungan kekuatan bantalan dan rel harus sesuai

### I.4. Pembatasan Masalah

Dari permasalahan diatas, pembahasan yang disajikan penulis meliputi:

- Perhitungan bantalan beton
- Perhitugan kekuatan rel (termasuk sambungan las)
- Perhitungan tebal balas
- Perhitungan lengkung peralihan
- Perhitungan lebar sepur
- Perhitungan ketinggian rel.

### I.5. Metode Penulisan

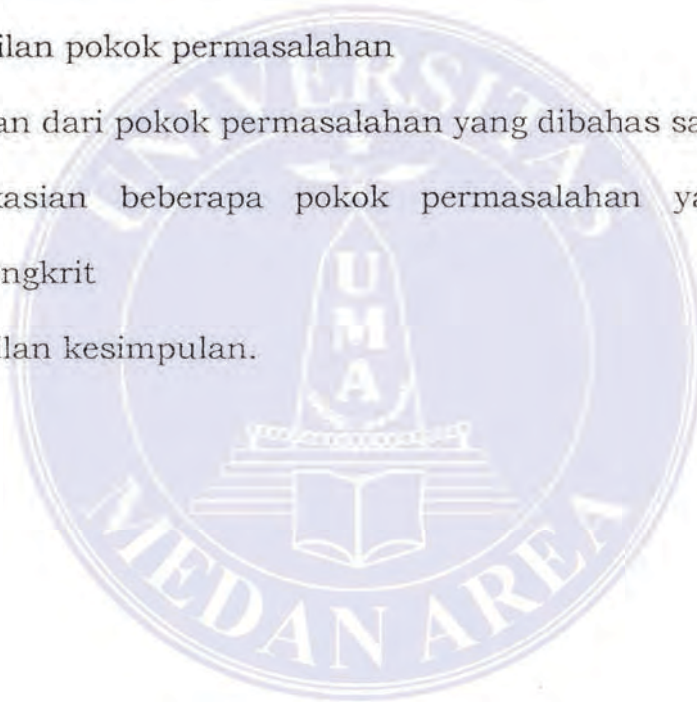
Untuk tersusunnya tugas akhir ini dengan baik, maka penulis melakukan serangkaian urutan dan tahapan dalam penyajian



sehingga dapat kiranya mengikuti kaidah alamiah yang lajim digunakan.

Adapun tahapan dari penyajian yang penulis laksanakan adalah:

- a. Mendapat masukan-masukan yang menyangkut tentang materi penulisan.
- b. Pengambilan pokok permasalahan
- c. Penguraian dari pokok permasalahan yang dibahas satu persatu
- d. Pengaplikasian beberapa pokok permasalahan yang dibahas secara kongkrit
- e. Pengambilan kesimpulan.



## BAB II

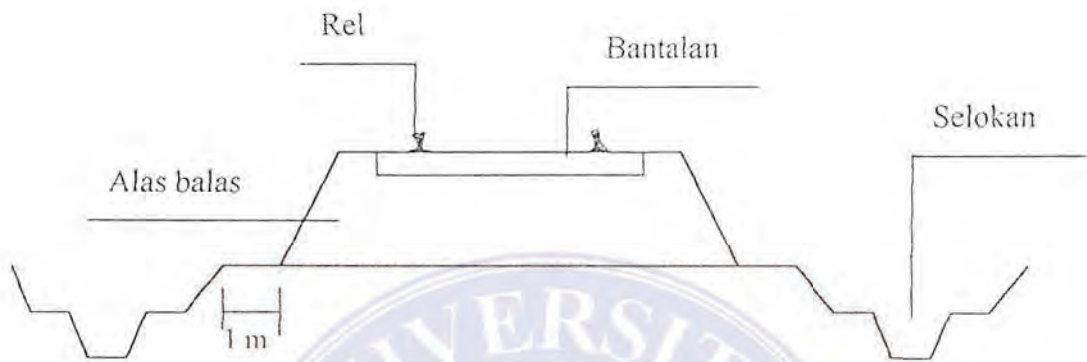
### STRUKTUR JALAN KERETA API

Konstruksi jalan kereta api terdiri dari bagian atas dan bagian bawah. Bagian yang secara langsung menerima beban bergerak dari kereta api disebut bagian atas. Sedangkan bagian bawah jalan kereta api adalah tubuh jalan yang terdiri dari tanah dasar asli atau timbunan. Rel-rel ditambat pada bantalan dan diikat pada paku rel (rail spikes), terpon (screw spikes), atau baut (bolt). Pada umumnya dinegara kita bantalan yang dipakai pada konstruksi jalan kereta api yaitu bantalan yang terbuat dari kayu kelas I.

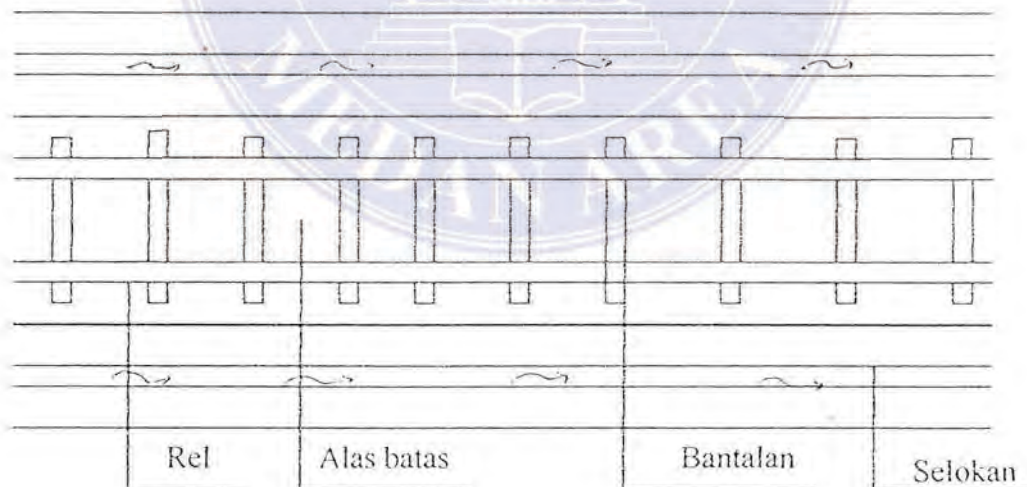
Hubungan rel dengan bantalan yang terbuat dari beton diikat oleh bermacam-macam alat penambat, sehingga menguatkan hubungan rel dengan bantalan. Alat-alat penambat rel yang sebagian dicor kedalam bantalan disebut *shoulder*, kemudian alat pelapis antar rel dengan bantalan disebut *rubber pad*, juga disertai dengan *isolator* ke rel.

Di bagian bawah balas terdapat badan tanah yang disebut tubuh jalan. Pada daerah tertentu kedua sisi dikiri dan dikanan tubuh jalan dibuat selokan untuk mengalirkan air. Antara kaki lereng dan selokan sebelah tepi harus ada tanah yang lebarnya kira-

kira 1,00 meter sebagai dasar dari lerengnya, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut :

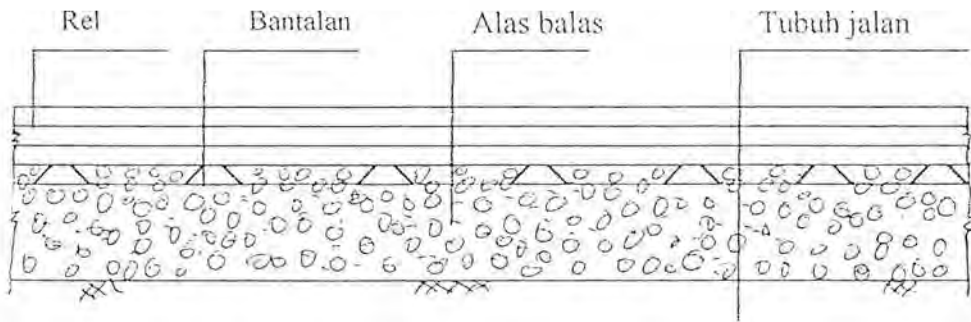


Gambar II.1 Potongan melintang konstruksi jalan kereta api



Gambar II.2 Tampak atas konstruksi jalan kereta api





Gambar II.3 Potongan memanjang konstruksi jalan kereta api

## II.1 Bangunan atas

Bangunan yang langsung menerima beban bergerak disebut bagian atas jalan kereta api yang terdiri dari:

- a. Rel-rel yang bekerja sebagai pengantar roda dan melimpahkan tekanan kendaraan kepada bantalan-bantalan.
- b. Alat-alat penambah rel, terdiri dari *pandroll clip*, *insolator*, *sholder* dan *rubber* pada penyambung rel.
- c. Bantalan yang memegang kedua rel, meneruskan tekanan alas balas dan menjamin kokohnya kedudukan sepur didalam balas.

### *II.1.1. Alas balas*

Alas balas merupakan bagian dari pada bangunan atas jalan kereta api yang berguna untuk:

- a. Memindahkan tekanan yang disebabkan oleh lokomotif dan kereta pengangkut dari atas bantalan ke permukaan yang lebih luas terhadap tubuh jalan.
- b. Menjaga agar bantalan senantiasa tetap dalam keadaan kering.
- c. Tempat kedudukan bantalan.
- d. Menjaga bantalan agar tidak bergeser.

Material yang digunakan adalah batu pecah, kerikil dan pasir. Tanah biasanya tidak dapat digunakan sebagai dasar balas, karena tidak dapat memikul beban dan lazimnya mengandung liat yang sifatnya menahan air. Material yang baik digunakan adalah batu pecah, yang mempunyai sudut tajam dan berbentuk runcing sehingga butiran batu pecah dapat saling berpegangan satu sama lain agar kedudukan balas tetap teguh.

Pada pembuatan jalan kereta api, lapisan balas dibagi menjadi dua bagian, yakni bagian lapisan balas atas, dan bagian lapisan balas bawah yang mana dalam penghematan biaya lapisan balas atas menggunakan material yang lebih baik dibanding dengan balas bawah.

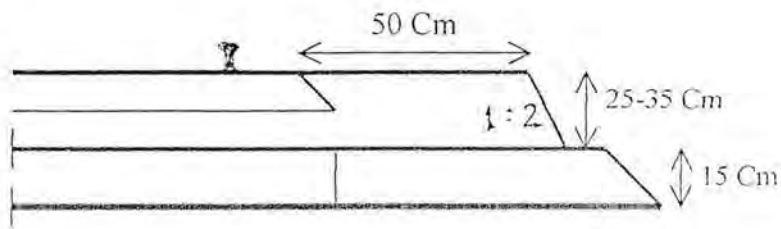
### *II.1.1.a. Lapisan Balas Atas.*

Lapisan balas atas terdiri dari batu pecah yang keras bersudut tajam dengan salah satu ukurannya antara 2-6 cm, serta memenuhi syarat-syarat yang tercantum dalam peraturan dinas No. 10 halaman 3-38, lapisan harus dapat menahan air dengan baik, selain persyaratan diatas, perbandingan kemiringan lereng tidak boleh lebih dari 1:2 dan balas dibuat mencapai ketinggian elevasi bantalan yang sama sebagaimana terlihat dalam gambar II.4.

### *II.1.1.b. Lapisan Balas Bawah*

Lapisan balas bawah terdiri dari kerikil halus, kerikil sedang atau pasir kasar yang memenuhi syarat-syarat yang tercantum dalam perencanaan konstruksi jalan rel halaman 3-39, dimana lapisan berfungsi sebagai lapisan penyaring antara tanah dasar dengan lapisan atas serta dapat mengalirkan air dengan baik dengan ketebalan minimum lapisan balas bawah sekitar 15 cm, sedangkan untuk kelas jalan dengan jenis bantalan dapat dilihat pada tabel II.1.





Gambar II.4. Kemiringan pada balas

Tabel II.1. Tabel Lapisan Lebar Bahu balas

Kelas Jalan	Jenis Bantalan	Tebal balas	Lebar Bahu Balas
I	Beton	30	50
II	Beton / Kayu	30	50
III	Beton/Kayu/Baja	30	40
IV	Beton/Kayu/Baja	25	40
V	Kayu/Baja	25	35

### II.1.2. Rel

Rel adalah merupakan batang yang menerima tekanan yang tegak lurus, disebabkan oleh roda lokomotif atau kereta pengangkut sehingga menimbulkan suatu momen lengkung diantara rel dengan bantalan. Bahan rel yang digunakan dengan komposisi kimianya adalah:

		Berat jenis
Karbon ( C )	: 0,60% - 0,80%	: 2,26
Silicon ( Si )	: 0,15% - 0,35%	: 2,33
Mangan ( Mn )	: 0,90% - 1,10%	: 7,42
Posfor ( P )	: Max 0,035%	: 1,82
Sulfur	: Max 0,025%	: 1,23

*Sumber: Perencanaan konstruksi jalan rel PD. No.10, halaman 3-1*

Cara-cara memperbaiki kondisi rel terhadap aus, adalah:

- Kepala rel harus lebih keras dari pada badan dan kakinya, akan tetapi tidak boleh terlalu keras, karena bisa menjadi getas.
- Merubah susunan kimianya dan bahannya, dengan mencampur bahan mangan (Mn).
- Memakai rel yang profilnya besar, karena dengan pemakaian rel besar, akan mengurangi biaya dan tenaga pemeliharaan.

*Sumber : Jalan kereta api, Ir. Imam Subarkah, halaman, 79-81*

Profil rel harus memenuhi persyaratan-persyaratan:

- Momen pertahanan harus cukup besar menahan tegangan-tegangan lentur akibat tekanan roda.
- Permukaan rel harus sesuai dengan bentuk roda kereta api yang dipakai, sehingga keausan terjadi lambat sekali, maka dibuat rel tidak datar, melainkan melengkung dengan jari-jari 13 Cm.

- c. Rel harus mudah diletakkan dan ditambah pada bantalan, sehingga kaki rel dibuat datar .

*Sumber: Jalan kereta api, Ir. Imam subarkah, halaman 77*

### II.1.2.1. Type dan Karakteristik Penampang Rel

Oleh karena rel merupakan batang yang dipikul oleh penyangga, maka rel mengalami pelenturan, maka momen pertahanannya harus cukup besar untuk menahan tegangan-tegangan lentur akibat dari tekanan roda. Untuk pemakaian rel tergantung kepada jenis kelas jalan yang dipakai, sebagaimana yang tercantum pada tabel II.2, dan untuk jenis rel menurut tipe dan karakteristik penampang seperti tercantum pada tabel II.3, berikut ini.

Tabel II.2. Tipe rel untuk masing-masing kelas jalan

Kelas Jalan	Tipe Rel
I	R.60/R.54
II	R.54/R.60
III	R.54/R.50/R.42
IV	R.54/R.50/R.42
V	R.42

*Sumber : Perencanaan konstruksi jalan rel ( PD. No.10) hal 3-1*



Tabel II.3. Karakteristik Penampang Rel

Besaran Geometris	Tipe Rel			
	R.42	R.50	R.54	R.60
H ( mm)	180,00	153,00	159,00	172,00
B (mm)	110,00	127,00	140,00	150,00
C (mm)	68,00	65,00	70,00	74,00
D (mm)	13,50	15,00	16,00	16,50
E (mm)	40,50	49,00	49,00	51,00
F (mm)	23,50	30,00	30,20	31,00
G (mm)	72,00	76,00	74,97	80,00
R (mm)	320,00	500,00	508,00	120,00
A (cm <sup>2</sup> )	54,26	64,20	69,34	76,86
W (Kg/m)	54,26	50,40	54,43	60,34
I <sub>x</sub> (cm <sup>4</sup> )	42,59	1.960,00	2.346,00	3.055,00
Y <sub>b</sub> (mm)	68,50	71,60	76,20	80,95

Sumber :Perencanaan konstruksi jalan rel (Peraturan Dinas No.10) halaman 2-3

**Keterangan:**

H : Tinggi rel

B : Lebar alas kaki rel

C : Lebar Kepala rel

D : Lebar badan rel

E : Tinggi kepala rel

F : Tinggi kaki rel

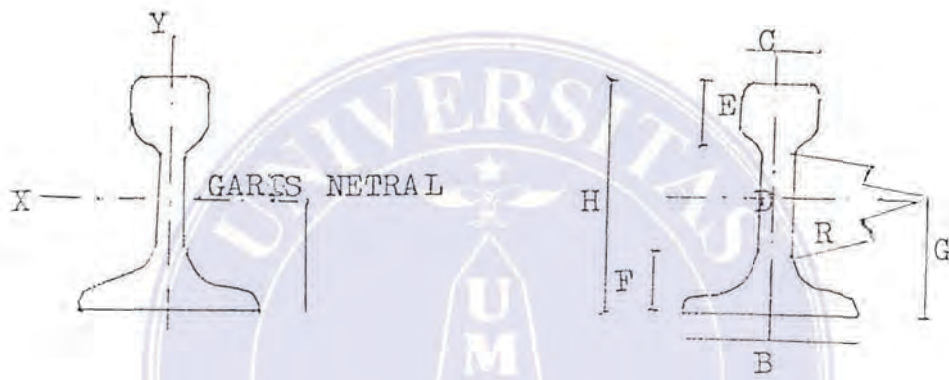
G : Tinggi garis netral

A : Luas penampang

$W$  : Berat rel /meter

$I_x$  : Momen inersia terhadap sumbu  $x$

$Y_b$  : Jarak bawah rel ke garis netral.



Gambar II.5. Tampang Rel

Keterangan Gambar:

H : Tinggi rel

B : Lebar alas kaki rel

C : Lebar Kepala rel

D : Lebar badan rel

E : Tinggi kepala rel

F : Tinggi kaki rel

$G$  : Tinggi garis netral

$A$  : Luas penampang

$W$  : Berat rel per meter

$I_x$  : Momen inersia terhadap sumbu  $x$

$Y_b$  : Jarak bawah rel ke garis netral.

### II.1.2.2. Jenis rel menurut panjangnya

Menurut panjangnya, rel dibedakan menjadi sebagai berikut:

1. Rel pendek adalah rel yang panjangnya 25 m
2. Rel standart adalah rel yang panjangnya maksimum 100 m
3. Rel panjang adalah rel yang panjangnya tercantum pada tabel berikut ini.

Tabel II.4. Panjang minimum untuk rel panjang

Jenis bantalan	Tipe Rel			
	R.42	R.50	R.54	R.60
Bantalan kayu	325 m	375	400 m	450 m
Bantalan Beton	200 m	225	250 m	275 m

Sumber : Perencanaan konstruksi jalan rel ( PD No. 10 ), halaman 3.

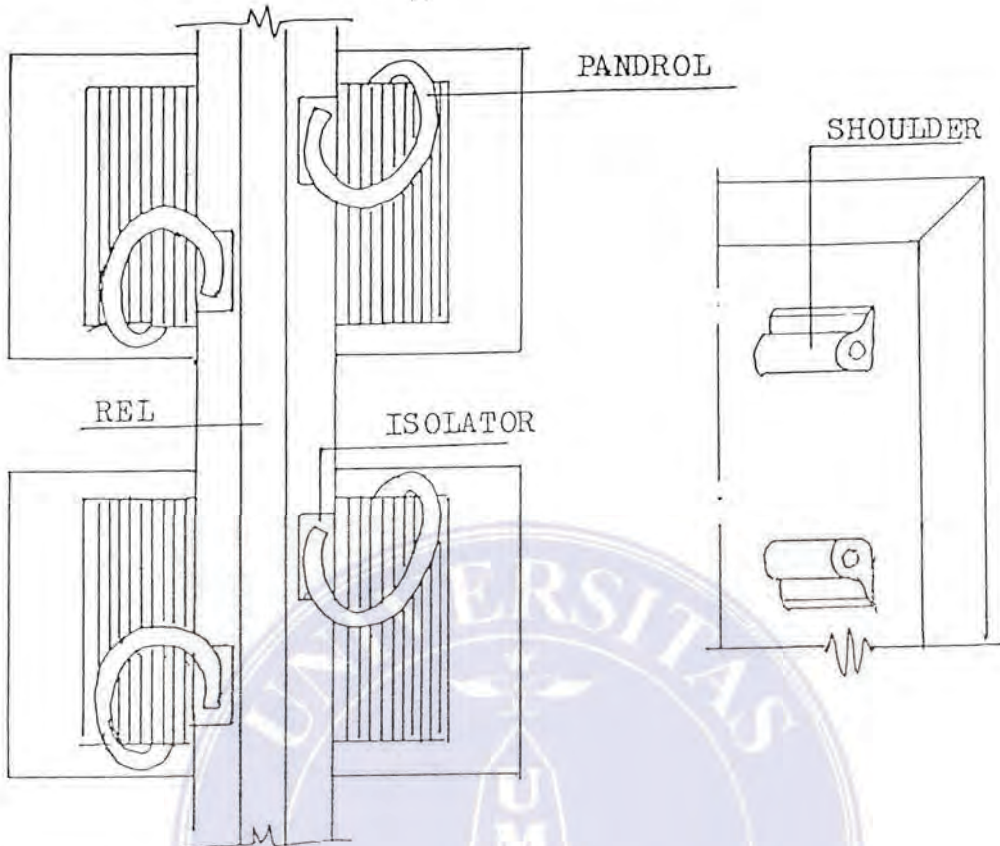


### II.1.3. Alat-alat Penambat rel

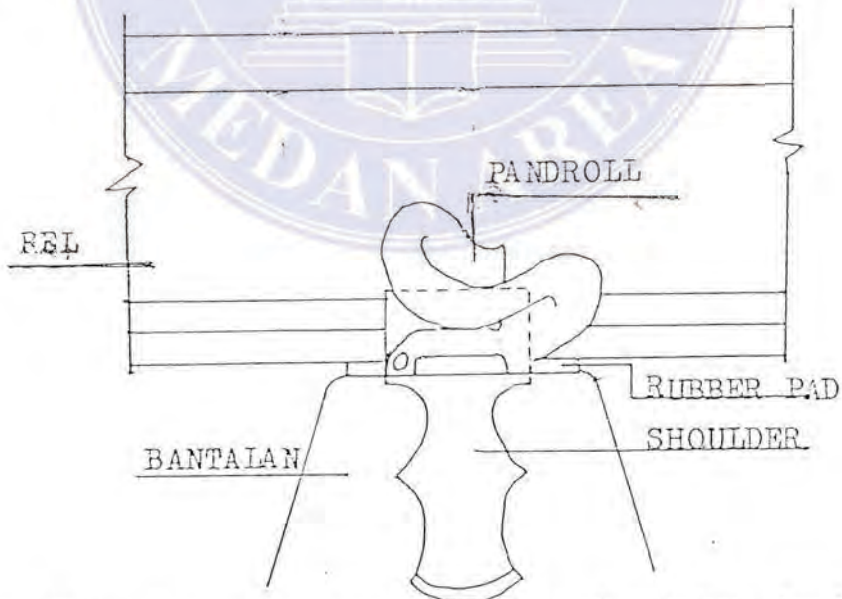
Kedudukan kedua rel atas bantalan harus tetap kokoh, sehingga lebar sepurnya tidak berubah. Jadi rel tidak boleh bergeser terhadap bantalan, dan rel harus ditambat pada bantalan dengan sekokoh-kokohnya. Alat-alat yang digunakan untuk menambat rel pada bantalan beton adalah:

- Rubber pad : Digunakan untuk lapisan di bawah kiri rel dengan bantalan, yang berfungsi meredam getaran antara rel dan bantalan
- Shoulder : Alat penambat yang dimasukkan (dicor) di dalam bantalan
- Pandroll Clip : Ini merupakan alat penjepit yang dihubungkan (dimasukkan dari lobang shoulder) kedalam insulator, dan kemudian insulator meneruskan tekanan ke rel
- Insulator : Alat ini merupakan lapisan yang meneruskan jepitan ke rel.

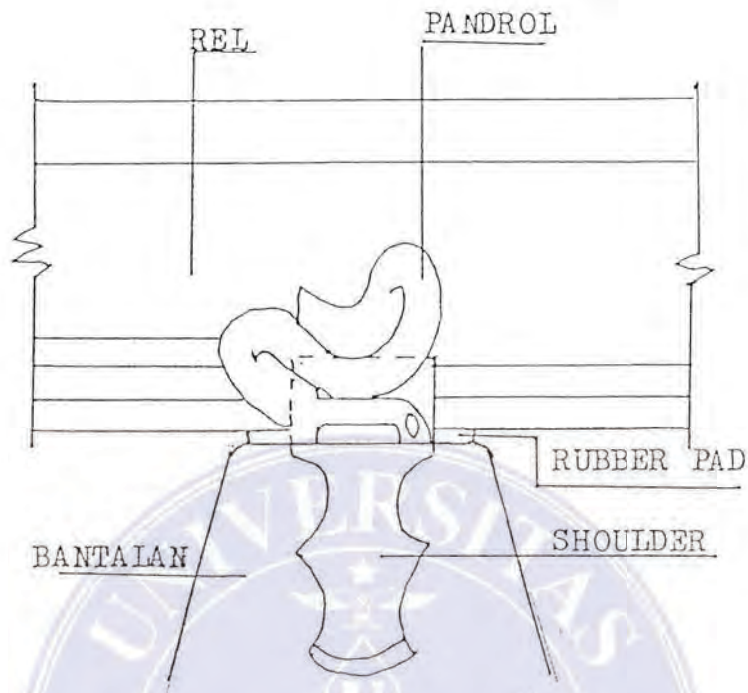
Hal ini dapat dilihat dalam gambar berikut:



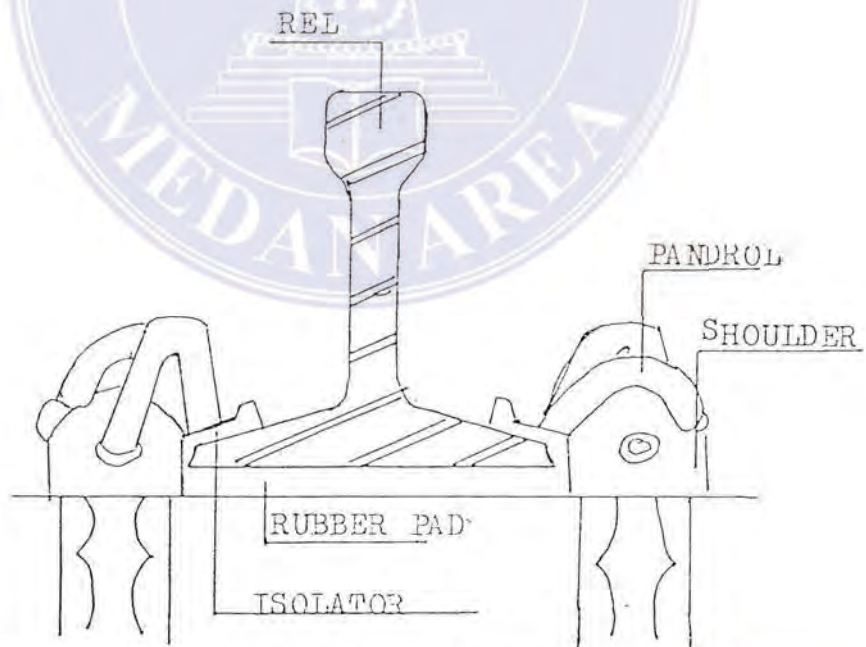
Gambar II.6. Tampak atas penampang rel dengan bantalan beton



Gambar II.7. Tampak samping kanan penambat rel pada bantalan beton



Gambar II.8. Tampak samping penambat rel pada bantalan beton



Gambar II.9. Tampak depan potongan penambat rel pada bantalan beton





#### II.1.4. Bantalan

Bantalan yang banyak digunakan adalah bantalan kayu, besi dan beton, seperti yang telah dikemukakan bahwa bantalan gunanya adalah untuk :

1. Meneruskan tekanan beban atas kepada alas balas
2. Menjamin kedudukan sepur yang tetap bagi rel-rel sehingga lebar sepur tetap
3. Menjamin kokohnya kedudukan sepur di dalam balas.

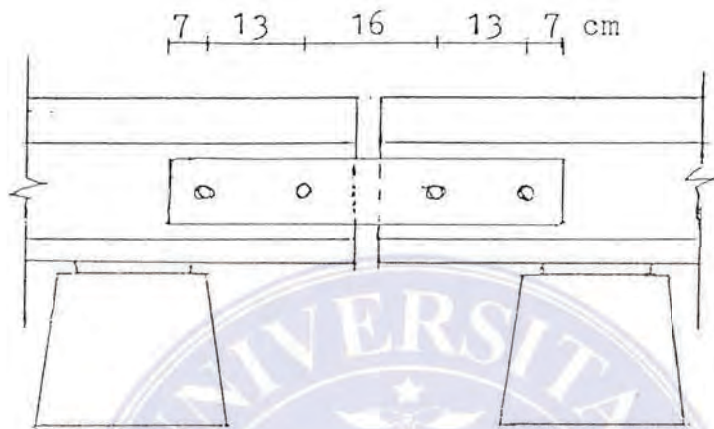
Bantalan yang terbuat dari beton yang diproduksi di Indonesia dimulai pada tahun 1982.

Bantalan beton lebih berat dibanding dengan bantalan kayu, sehingga kedudukan dan kekuatannya lebih stabil, bila dibandingkan dengan bantalan kayu dan besi. Pada bantalan beton, pemakaian rel-rel panjang dapat dipakai, karena untuk rel panjang pemuaiannya akan menjadi besar sekali sampai 120 mm untuk rel panjang 200 m. (*Jalan kereta api, Ir. Imam subarkah, halaman 110*). Akan tetapi jika perpanjangan dan perpendekan rel dapat di minimalkan oleh pertahanan balas pada bantalannya, maka bagian-bagian rel yang masih dapat berkembang terbatas. Sifat inilah yang memungkinkan pemakaian rel panjang tak terbatas.

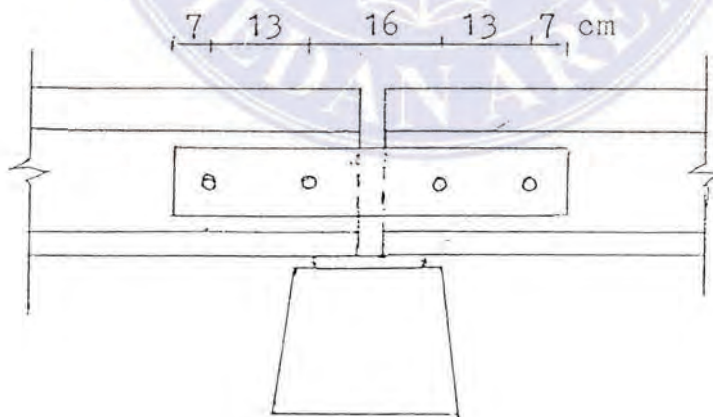
### *II.1.5. Sambungan Rel*

Sambungan rel merupakan titik yang harus diperhatikan, sambungan harus kuat dan kokoh supaya dapat menahan gaya-gaya yang ditimbulkan kereta api. Untuk penyambungan ujung-ujung kedua rel dapat digunakan dua macam penyambungan yang berdasarkan dari kekuatan bantalan, yaitu:

1. Sambungan melayang, dimana pertemuan rel terdapat diantara dua bantalan. Dalam hal ini pelat-pelat sambungan itu harus pula tahan terhadap lengkungan, seperti pada gambar II.10.
2. Sambungan menumpu atau tegak, dimana sambungan rel terdapat di atas satu bantalan. Pada sambungan tegak, tekanan roda langsung dipindahkan kepada bantalan yang terletak dibawah sambungan itu, jadi pelat sambungan itu hanya dipergunakan untuk mencegah saling bergesernya ujung-ujung rel kesamping dan tidak boleh menerima sesuatu gaya, konstruksi dari sambungan tegak dilihat pada gambar II.11 berikut.



Gambar II.10. Sambungan melayang



Gambar II.11. Sambungan menumpu/tegak



Syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh sambungan adalah:

- Sisi pinggir sebelah luar dan dalam rel, harus disambung dalam satu bidang yang sama.
- Pelat penyambung harus kaku, dan lebih kuat dari pada yang disambung sehingga bantingannya tidak terjadi.
- Suatu pemuaian atau penyusutan dapat terjadi dengan bebas.

Pada sambungan tegak, tekanan roda secara langsung dipindahkan kepada bantalan yang terletak dibawah sambungan. Jadi pelat penghubung hanya dipergunakan untuk mencegah agar tidak bergesernya ujung rel tersebut. Penerimaan tekanan secara tiba-tiba dapat menimbulkan tumbukan antara rel dan pelat penyambung yang menyebabkan ausnya pelat, ausnya pelat terjadi pada tempat yang tidak merata.

#### *II.1.6. Sambungan Rel Panjang Menerus dengan menggunakan alat Sambung las*

Dalam sambungan rel panjang menerus yang menggunakan sambungan las, las yang digunakan adalah jenis elektrode *Escap Grand Jerman*.

Sambungan rel dengan menggunakan las ada beberapa langkah harus di lakukan, yakni:

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 3/1/24

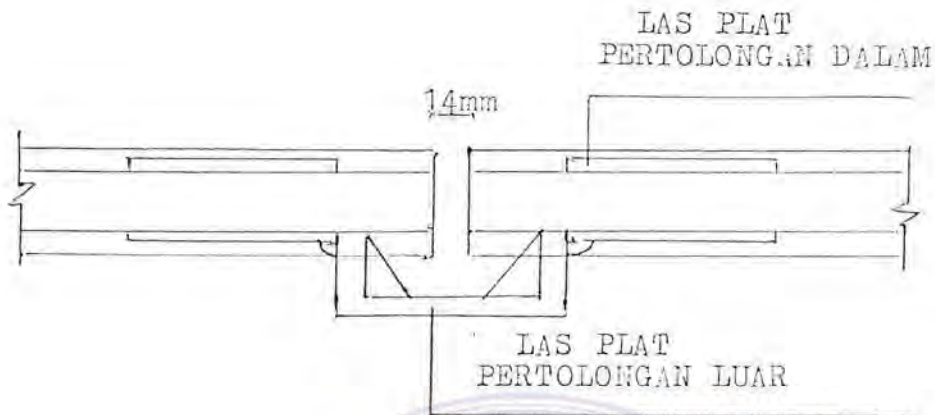
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area.

Access From (repository.uma.ac.id)3/1/24

1. Periksa celah rel yang akan dilas, apabila memungkinkan setelah menjadi 14 mm sehingga dapat menggunakan elektrode yang berdiameter 5 mm. Bila ujung rel dapat disetel 12 mm, maka kita dapat menggunakan elektrode yang berdiameter 4 mm.
2. Siapkan alat-alat pembantu penyetelan rel dan proses las harus berada di dekatnya seperti: Palu, pahat, pembersih, tembaga, landasan bawah, tembaga samping, penjepit tembaga, sikat baja dan elektrode.
3. Persiapan membuka pelat dan memasang pelat pembantu.
  - Bila ada waktu hanya 20 menit, maka las pembantu harus dipasang tentunya sesudah las pelat dibuka.
  - Bila ada waktu 40 menit keatas, maka langsung saja pelat dibuka dan tanpa dipasang lagi las pelat pembantu.
4. Penyetelan posisi rel yang akan dilas yaitu kedua ujung rel diangkat sedikit kira-kira 1,5 mm kanan dan kiri dengan bantuan meteran 1 m dan juga bagian luar dan dalam rel harus betul-betul lurus ( lihat gambar II.12).



Gambar II.12. Pemasangan sambungan rel dengan las

#### 5. Pemanasan pendahuluan atau Preheating

Sebelum proses pengelasan berlangsung, maka kedua ujung rel tersebut harus di panaskan terlebih dahulu dengan maksud agar tidak ada kejutan panas dan dingin sehingga cairan elektrode betul-betul bersenyawa atau menyatu secara homogen tanpa menimbulkan cacat. Suhu pemanasan yang diperlukan adalah sama dengan pemanasan jarum wesel yaitu  $350^{\circ}\text{C}$  dan panjang yang dipanaskan kira-kira 5 cm kanan dan kiri. Cara pemanasan ini harus bersama-sama dan berurutan kedua brander tersebut, mulai dari kaki rel luar dan dalam, badan rel sampai ke kepala rel dan untuk pengecekan suhunya kita gunakan kapur suhu dengan



suhu 420°C. Suhu yang pas untuk memulai proses pengelasan kira-kira 350 °C.

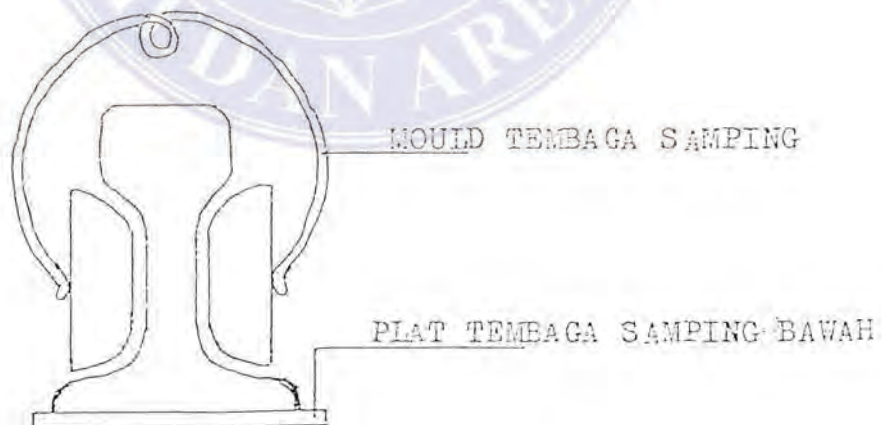
Pengetesan atau penggunaan kapur suhu adalah sebagai berikut: kapur suhu yang berwarna putih tersebut digoreskan pada tempat yang sudah kita panaskan tadi dan apabila warna kapur berubah menjadi coklat, berarti suhunya sudah tercapai dan apabila masih tetap putih, suhunya belum tercapai. Dalam hal ini pemanasan joint cukup sekali saja, tetapi usahakan secepatnya selesai proses pengelasan.

6. Periksa ulang posisi rel sesudah pemanasan pendahuluan, yakni sebelum mulai mengelas, maka begitu selesai dipanaskan langsung dicek kembali posisi ujung rel tersebut dengan maksud apabila terjadi perubahan akan segera bisa diketahui dan diperbaiki. Karena apabila ada perubahan dan malah terlanjur dilas maka akan sulit di perbaiki.
7. Setelah posisi ujung rel tersebut sudah benar, maka selanjutnya adalah memasang tembaga penutup bawah celah rel yang akan dilas dengan jarak antara tembaga dengan rel kira-kira 1 mm.
8. Proses pengelasan

Sebelum pemanasan berakhir, maka mesin las harus sudah siap di gunakan, hal ini dimaksudkan untuk menjaga ke efesienan

waktu dan juga hal ini akan berpengaruh langsung terhadap suhu pemanasan awal. Untuk permulaan proses pengelasan, dimulai dari bagian dalam kaki rel, lalu bergeser keluar kaki rel. Setelah sebagian kaki rel penuh, maka bersihkan seluruh kotoran yang menempel lalu dibagian tengah ( badan rel ) dibuat sedikit cembung dengan maksud apabila proses pengelasan dapat dengan mudah di lakukan.

Cairan akan secara otomatis meleleh atau mengalir keluar mengisi ruangan kosong. Selanjutnya memasang tembaga samping kiri dan kanan dengan bantuan penjepit, yang diatur sedemikian rupa sehingga posisi tembaga baik ( lihat gambar II.13 berikut ini ).



Gambar II.13. Pegas penjepit Mould

Setelah itu, kita mulai pengelasan badan rel dan sampai kepala rel dan menggunakan elektrode yang berukuran kira-kira 8 mm untuk permukaan atas rel. Elektrode yang digunakan yaitu elektrode pengerasan. Dengan catatan : Bila lubang baut dengan ujung rel kurang dari 3 cm, maka terlebih dahulu harus mengelas ulang, dan kemudian dilanjutkan dengan pengelasan joint.

Teknik pengelasan joint adalah sebagai berikut:

- Untuk kaki rel caranya adalah dimulai dari rel bagian dalam, kemudian bergerak keluar dan gerakan elektrodanya harus dari kiri ke kanan serta pada saat dikiri dan dikanan harus agak lama dibanding waktu di tengah-tengah. dan apabila ada kerak las yang membeku harus didorong pakai elektrode pada waktu pengelasan, jadi sambil mengelas, sambil mengorek kerak tersebut keluar.

Untuk mengelas badan rel, caranya adalah sebagai berikut: dimulai dari sudut-sudutnya yaitu gerakan elektrode harus agak lama di tiap-tiap sudut agar jelas, maka celah badan rel itu bila kita pandang dari atas, salah-olah seperti persegi empat dan masing-masing sudut diberi nomor 1,2,3 dan 4, maka gerakan



elektrode adalah satu; dua; tiga; empat begitu berulang-ulang sampai penuh ke atas rel.

Untuk pengelasan kepala rel, gerakannya sama dengan proses pengelasan kaki rel hanya bedanya setelah sampai ke kepala rel, maka pengelasan agak sedikit melebar disesuaikan dengan keadaan ujung rel tersebut dan jangan sampai *under cut/cacat*. Agar tidak terjadi ke cacatan, maka jalanya elektrode yang terpinggir harus separuh atau setengahnya dari bekas elektrode sebelumnya serta berhentinya elektrode agak ditarik ketengah sedikit dan ditunggu agak lama lalu diangkat atau dicabut.

9. Langkah pembukaan tembaga dan pelat pembantu bila memakai pelat pembantu setelah proses pengelasan selesai, maksudnya sudah penuh samapai keatas maka tembaga dibuka, baik yang bagian yang bawah, maupun bagian samping dan juga las plat pembantu, kemudian tembaga tersebut dimasukkan kedalam air dengan tujuan untuk mendinginkan.

10. Setelah proses ke tiga tersebut selesai, maka langkah selanjutnya adalah meratakan cairan las yang meleleh dibagian kepala rel dan kaki rel sambil dipukul-pukul menggunakan palu sewaktu masih merah agar rata. Selanjutnya membersihkan saluran yang menempel dibekas pengelasan dengan maksud apabila ada

berlobang atau cacat, dapat diperbaiki sebelum pindah ke yang lain.

11. Pengerindaan permukaan rel yang sudah selesai dilas, jadi setelah di tunggu kurang lebih 30 menit, maka dilakukan penggerindaan yang mula-mula bagian permukaan atas rel dengan memakai gerinda, kemudian bagian samping rel memakai gerinda sudut dan untuk menghaluskan digunakan gerinda tangan.

Dalam proses penggerindaan ini harus sedikit-sedikit di cek dengan bantuan meteran 1 m dan apabila rel melengkung, penggerindaan jangan dihabiskan tetapi kita panaskan dahulu dan kita tunggu rel tersebut menjadi lurus lagi baru proses penggerindaan dapat dilanjutkan kembali, sampai seolah-olah tidak ada bekas pengelasan.

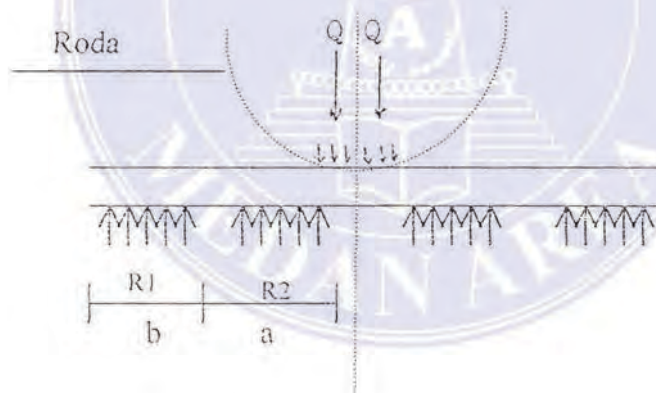
12. Langkah selanjutnya adalah mengembalikan balas dan mengatur jarak bantalan dan selanjutnya rel diminyaki sisi kanan rel yang bekas las tersebut agar tidak timbul karatan.

### II.1.7. Gaya yang timbul di derita Jalan kereta api

Gaya-gaya yang timbul oleh jalan kereta api disebabkan oleh:

#### 1. Gaya vertikal

Semua gaya vertikal diterima oleh kedua rel dan dengan perantaraan bantalan-bantalan kepada alas balas. Alas balas meneruskan lagi gaya-gaya tersebut secara memancar dan merata dengan luas permukaan yang lebih besar kepada tubuh jalan, dan gaya-gaya tersebut tidak melebihi dari tekanan maksimum yang masih dapat ditahan oleh tubuh jalan, seperti diperlihatkan pada gambar berikut:



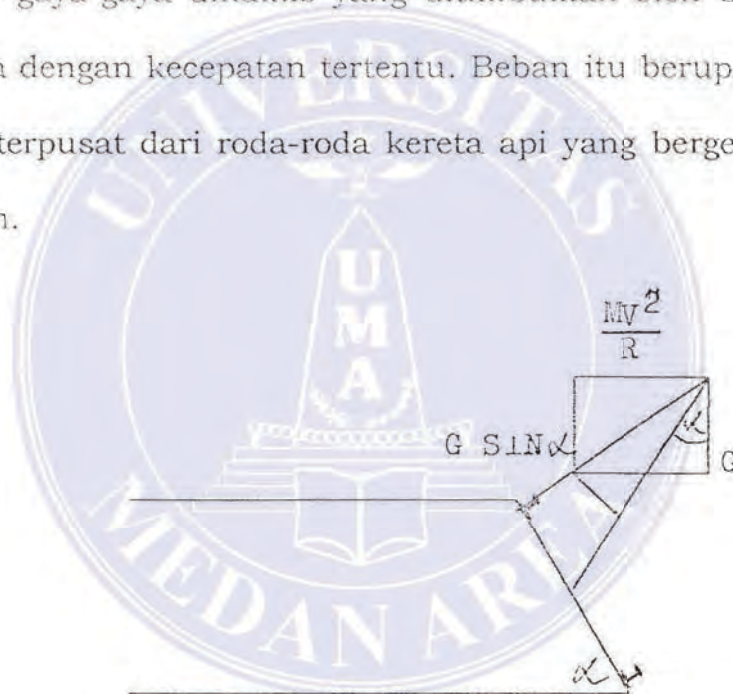
Gambar II.14. Gaya Vertikal

#### 2. Gaya-gaya mendatar siku-siku pada sumbu

Gaya-gaya tersebut disebabkan oleh gerakan dinamis dari kereta api dan oleh tekanan angin pada kereta api itu sendiri, gaya



pusingan di dalam lengkungan sebesar  $mv^2/R$  dan gaya-gaya yang diakibatkan oleh sepur seperti pada gambar II.15. Gaya mendatar terutama ditahan alas balas, maka bantalan-bantalan harus terbenam didalam balas. Selain itu, juga menahan gaya horizontal yang bekerja pada siku-siku sumbu sepur. Jalan kereta api menahan gaya-gaya dinamis yang ditimbulkan oleh beban yang dilaluinya dengan kecepatan tertentu. Beban itu berupa tekanan-tekanan terpusat dari roda-roda kereta api yang bergerak secara berurutan.



Gambar II.15. gaya mendatar siku-siku

3. Gaya-gaya mendatar yang bekerja memanjang searah dengan sumbu sepur yang disebabkan oleh pencemaran, sentuhan, gaya berat kalau jalannya menanjak dan gaya akibat memuainya rel.

Selanjutnya, beban kereta api juga menimbulkan gaya desak ke arah horizontal siku-siku pada sumbu sepur, yang dilimpahkan melalui roda-roda kepada rel. Gaya ini berupa sentuhan-sentuhan horizontal dan juga akibat goyangnya kereta api dalam perjalanannya karena adanya renggangan antara fles roda dan rel karena tidak ratanya sepur. Gaya horizontal ini oleh rel-rel dilimpahkan melalui alat besi penambat relnya kepada bantalan, yang akhirnya melimpahkan kepada lapis balas.

## II.2. Bangunan bawah

Sebagaimana yang telah diuraikan, bangunan bawah terdiri atas tubuh jalan (badan jalan) dan alas pasir sebagai dasar jalan kereta api.

### II.2.1. Tubuh jalan

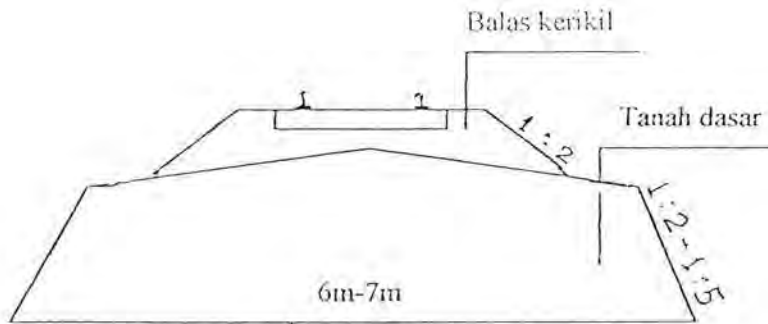
Tubuh jalan ini terbuat dari tanah pasir, atau campuran tanah liat dan pasir. Irisan tubuh jalan berbentuk trapesium, ukurannya tergantung dari jenis yang digunakan, berat tekanan, kecepatan kereta api dan tingginya terhadap muka tanah disampingnya.

Oleh karena naik turunnya tanah dalam daerah pegunungan tidak mudah untuk diikuti, dengan demikian tepi jalan tanah sekali akan terletak diatas dan sekali akan terletak dibawah permukaan

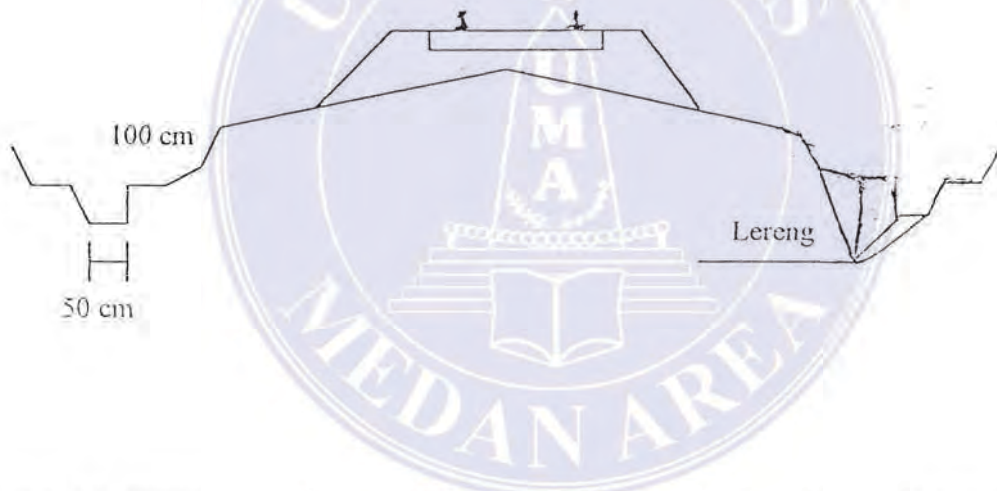
daerah tersebut. Dalam peristiwa yang pertama akan terdapat suatu penimbunan (gambar II.16) dan di dalam peristiwa ke dua, terdapat suatu penggalian (gambar. II.17). Pada daerah yang rata, jalan tanah harus juga dibuat peninggian tanah setinggi 0,5 m, agar dapat mengeluarkan air hujan yang meresap ke dalam tanah itu.

Lereng-lereng tergantung kepada tanah yang dipakai dan tinggi tubuh jalan. Untuk tanah baik seperti tanah liat diambil kemiringan 1:1,15 dan untuk tanah jelek kemiringannya diambil 1:2 sampai dengan 1:2,5. Jika tubuh jalan lebih dari 5 m tingginya lereng dibuat berpatah-patah artinya semakin ke bawah lerengnya dibuat semakin landai. Untuk jalan di dalam penggalian, tubuh jalannya adalah tanah asli, dimana tanah asli ini lebih keras dari pada tanah timbunan, oleh karenanya tubuh jalan dibuat lebih curam yaitu dengan kemiringan 3:4.





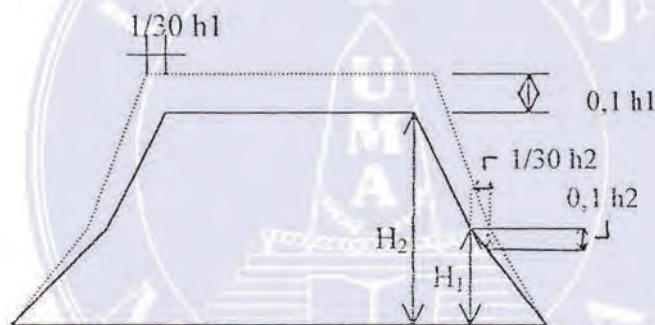
Gambar II.16. Potongan melintang jalan kereta api pada daerah timbunan



Gambar II.17. Potongan melintang lajan kereta api pada daerah galian yang tinggi dan tubuh jalannya lebih dari 5 Meter

Untuk mencegah supaya tidak terjadi penurunan pada penimbunan tanah, maka penimbunan tanah tidak dilakukan sekaligus sampai ketinggian tubuh jalan yang dikehendaki, akan tetapi selapis demi selapis, tebalnya lebih kurang 20 cm. Tiap lapisan

dibersihkan dari kotoran dan ditumbuk atau dipadatkan dengan rollers. Setelah dibebani tubuh jalan masih akan memadat lagi, untuk menghindari berkurangnya tinggi dan lebar balas karena pemadatan ini, maka pada waktu pembuatannya balas dibuat lebih tinggi dan lebih besar dari pada ukuran-ukuran yang sebenarnya. Kelebihan itu diambil  $1/30 h$  untuk lebar dan untuk tinggi diambil  $1/10 h$ . Kelebihan ini digunakan untuk tanah liat.



Gambar II.18. Tubuh jalan sesudah dan sebelum dipadatkan

### II.2.2. Tanda-tanda lereng akan longsor

Suatu lereng akan longsor biasanya terlebih dahulu memberikan tanda-tanda, diantaranya:

1. Lereng melembung
2. Bantalan secara berlahan-lahan menurun (ambias), sehingga tim

pemeriksa harus memeriksa berulang-ulang.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area.

Access From (repository.uma.ac.id)3/1/24



### 3. Miringnya tiang-tiang telepon yang ada dilereng.

Jika tanda-tanda ini mulai tampak, tindakan untuk menghindari longoran sudah dapat dilakukan, artinya tindakan perbaikan tidak dapat lagi ditunda, karena hal ini akan berakibat fatal. Getaran kereta api juga dapat mempercepat terjadinya longsor. Kecepatan pada daerah itu harus juga di kurangi, lereng yang mulai bekerja diperkuat dengan berm dari pasir dan diberi saringan yang cukup dalam, sampai air dari kantong-kantong balas keluar. Yang terpenting rumput harus dipotong pendek dengan demikian melengkungnya lereng atau retak-retak dapat segera terlihat. Lereng harus bekerja sampai kepada lapisan-lapisan yang lebih dalam. Barisan patok-patok ini dibuat lurus sebaik-baiknya dan dalamnya sampai pada lapisan yang kokoh. Jika kemudian disuatu tempat lerengnya bekerja, maka tempat itu dapat segera diketahui dari patok-patok yang keluar dari posisi barisan.

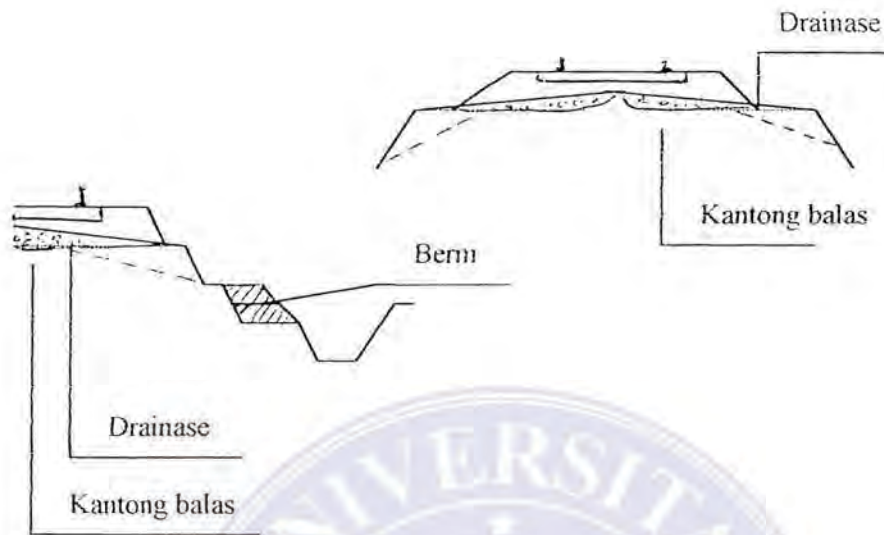
#### *II.2.3. Longoran dan cara menghindarinya*

Longoran tubuh jalan berbahaya sekali bagi kereta api. Jika longoran lereng bukit dikanan dan kiri jalan sangat berbahaya bagi kereta api karena dapat menutupi sepur. Yang harus diperhatikan



sebab-sebab longsor lereng adalah pada serongan atau kemiringan lereng.

Miringnya lereng sedapat mungkin harus disesuaikan dan diperhatikan lereng alam dan jenis tanahnya. Lereng yang terlalu curam, akan menghadapi bahaya longsor oleh karena itu, harus dicurigai kemiringannya. Longsornya lereng yang utama disebabkan oleh air. Tanah yang banyak mengandung air akan banyak kehilangan berat butir pertahanan geser, kohesi dan dengan sendirinya banyak kehilangan pertahanan terhadap keseimbangan maupun perubahan bangunan. Oleh karena itu, harus dijaga jangan sampai banyak air masuk kedalam tubuh jalan atau lereng penggalian. Jadi usaha yang pertama dilakukan untuk mengeluarkan air, dapat dilakukan pembuangan secepatnya dari dalam lereng. Berhubung dengan itu pula, maka puncak tubuh jalan dibuat miring keluar.



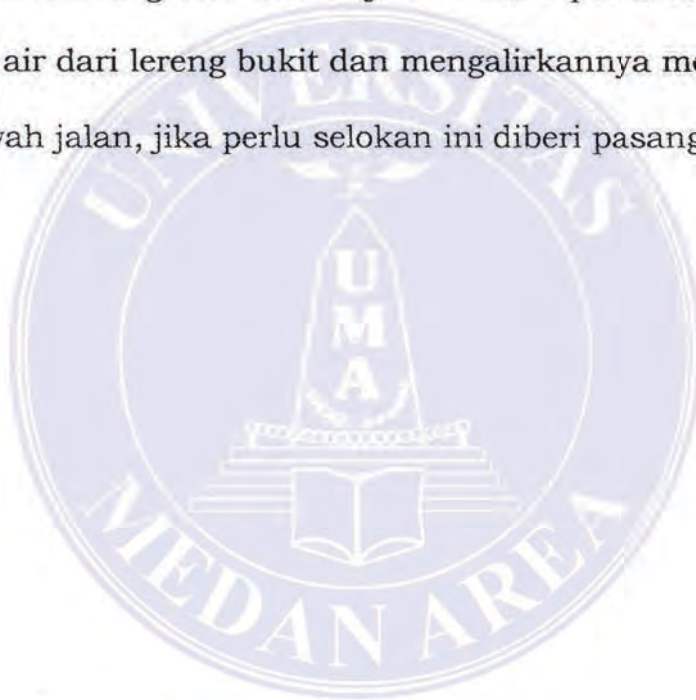
Gambar II.19. kantong balas dan drainase

Kantong-kantong balas ini berisi air, tanahnya basah dan semakin dalam. Lama kelamaan dapat menyebabkan longsornya lereng. Untuk menghindari longsoran, sebaiknya lapisan yang kotor dikeruk, puncak tubuh jalan digali kurang lebih 5-10 cm dibawah kantong-kantong balas dan diratakan kembali ( dengan kemiringan 1:15 ). Kalau pekerjaan ini belum dianggap perlu, maka dapat juga diambil jalan lebih mudah, yaitu membuat saringan-saringan untuk mengeluarkan air dari kantong balas.

Kalau kantong-kantong balas ini sudah sangat dalam, maka longsornya lereng sudah dekat, dan perlu dibuatkan berm disamping membuat saringan-saringan atau drainase.

Longsornya lereng dapat terjadi juga oleh karena tanah dasarnya jelek, sehingga tidak ada yang cukup kuat lagi untuk menahan kaki lerengnya. Keadaan ini dapat digolongkan dengan perbaikan tanah dasar.

Selanjutnya kita dapatkan daerah galian, air yang mengalir dari atas dapat terbendung oleh tubuh jalan. Maka perlu selokan untuk menampung air dari lereng bukit dan mengalirkannya melalui urung-urung di bawah jalan, jika perlu selokan ini diberi pasangan batu.





### **BAB III**

#### **STUDY KASUS**

Penggunaan bantalan beton dan rel panjang sedang dikerjakan pada jalan rel kereta api lintas Tebing Tinggi - Kisaran, khususnya pada daerah-daerah rawan terjadinya penurunan balas. Pada lintasan tersebut perlu dilakukan perhitungan kontrol terhadap kekuatan bantalan dan kekuatan rel kereta api, penggantian bantalan ini dilakukan berhubung bantalan lama sudah rusak dan balasnya sudah terjadi penurunan.

#### **III.1. Perhitungan Kekuatan Bantalan (Bantalan Beton Sebagai Pengganti Bantalan Kayu dan Bantalan Besi)**

Pada saat ini kebutuhan bantalan yang terbuat dari kayu mulai berkurang, mengingat kebutuhan akan bantalan dalam waktu relatif singkat, tidak dapat dipenuhi dengan hanya mengadakan bantalan kayu saja. Karena kebutuhan bantalan dalam jumlah yang besar juga menjadi salah satu faktor yang menunjang kelayakan pabrik-pabrik bantalan beton.

Dalam tugas akhir ini, penulis menulis bantalan beton prategang model Pretension, yang mana model ini dilaksanakan dengan cara "Tulang baja ditarik dan diregangkan dengan dua jepitan dengan tegangan secukupnya" (cetakan bantalan sudah diatur dengan ukuran bantalan).

Dasar pemikiran pembuatan bantalan beton prategang bermula dari usaha untuk mengurangi retak-retak yang biasanya timbul pada bagian-bagian yang mengalami tegangan tarik. Pada bantalan beton prategang setelah beban lewat, retak-retakan itu relatif merapat kembali dengan adanya gaya tekanan dari kabel-kabel prategang.

Bantalan beton mempunyai bobot berat dari bantalan kayu. Jadi bila kereta lewat diatas rel yang menggunakan bantalan beton, balas di bawah bantalan bergerak terlampau kuat. Karena bobot bantalan berat, maka lebih mantap kedudukan bantalan di atas balas. Dan hal ini membuat bangunan jalan kereta api tetap

kokoh. Perbedaan bantalan kayu dan bantalan beton dapat kita lihat di bawah ini:

### *III.1.1. Perbedaan Bantalan Beton Dengan Bantalan Kayu dan Besi*

Perbedaan bantalan beton, kayu dan besi dapat dibedakan dalam beberapa hal, disini penulis menjelaskan tentang sifat-sifat dari bantalan.

#### *III.1.1.1. Bantalan Beton*

Bantalan ini terbuat dari beton tulangan belum banyak digunakan mengingat keuntungannya dalam konstruksi kereta api. Bantalan dalam bentuk gelegar melintang adalah konstruksi yang harus memikul beban lentur dan beban geser. Jika bantalan itu terbuat dari kayu dan besi, maka sifat kekenyalan beban lentur dan beban geser tersebut dengan mudah dapat dipikulnya. Jika bantalan itu terbuat dari beton, maka harus diberi tulangan besi ditempat yang perlu agar beban tarik dapat dipikulnya, sehingga



dibutuhkannya tulangan besi yang demikian banyaknya, sehingga tidak ekonomis.

Karena muatan dinamis yang harus dipikulnya, beton didaerah tegangan tarik akan segera timbul retak-retak halus, yang meskipun tak tampak, retak-retak itu mengakibatkan air dapat masuk ke dalam sehingga besi dapat berkarat.

Agar kedua kesulitan itu dapat diatasi, maka digunakanlah apa yang disebut beton prategang, untuk itu bantalan beton diperlengkapi dengan kawat-kawat baja, yang dapat memberikan tegangan sebesar 20-40 ton, sehingga tegangan tarik akibat beton tidak lagi berarti, dan tidak menimbulkan retak-retak halus.

Bantalan beton prategang lebih sesuai digunakan pada perlintasan kereta api dengan kecepatan tinggi dan beban gandar yang berat.

Keuntungan menggunakan bantalan beton prategang adalah:

1. Mempunyai umur yang lebih panjang
2. Memberikan andil dalam kestabilan pada jalan kereta api.

3. Memberikan kemudahan perawatan jalan kereta api.
4. Penambatan rel mudah dan kokoh.

Untuk meningkatkan kecepatan kereta api, bantalan beton prategang lebih sesuai memakai rel panjang. Keuntungan pemakaian rel panjang besar sekali, selain sangat nyaman dijalani, konstruksi ini menjamin operasi kondisi yang sangat baik dimana jumlah sambungan rel yang merupakan titik terlemah dari sepur banyak sekali dikurangi, sehingga dapat menghemat bahan maupun biaya dan pemeliharaan. Berkurangnya sambungan rel sangat mengurangi getaran yang disebabkan oleh tekanan gandar dengan roda pada ujung rel.

Adapun kerugian dari pada bantalan beton adalah:

1. Pada daerah jembatan bantalan beton tidak dapat digunakan, karena kedudukan bantalan yang kurang kokoh.
2. Pada daerah tikungan yang mempunyai pelebaran.

Dalam hal ini kerugian bantalan sangat kecil jika dibandingkan dengan bantalan lainnya.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 3/1/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area.

Access From (repository.uma.ac.id)3/1/24

### III.1.1.2. Bantalan Kayu

Bantalan kayu di Negara kita berukuran : tinggi 0,13 meter, lebar 0,22 meter dan panjang 2 meter (sumber: Perencanaan konstruksi Jalan Rel PD No.10, halaman 3,32). Sifatnya bantalan harus cukup kuat dan diusahakan supaya tahan tekan, kemudian diusahakan agar mempunyai umur panjang, agar menghemat biaya penggantian.

Ditinjau dari segi kestabilan jalan kereta api, menggunakan bantalan kayu kurang stabil jika dibandingkan dengan bantalan beton. Dalam hal ini dapat kita lihat dari berat jenis kayu dan beton . Berat jenis kayu kelas I muatan A =  $1100 \text{ Kg/m}^3$  sedangkan beton mempunyai berat jenis =  $2400 \text{ Kg/m}^3$ .

Keuntungan dari bantalan kayu:

1. Lebih murah
2. Dapat digunakan untuk semua jenis balas
3. Dapat segera mempunyai kedudukan teguh dalam dasar balas.

Adapun kerugian dari pada bantalan kayu adalah:

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 3/1/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area.

Access From (repository.uma.ac.id)3/1/24



1. Mudah membusuk dan mudah diserang binatang-binatang kecil
2. Mudah hancur oleh pengaruh mekanis oleh alat-alat penambat terhadap lobang-lobangnya
3. Kedudukan bantalan dalam dasar balas begitu kokoh akibat bobotnya rendah dan bentuknya persegi panjang.
4. Umur lebih pendek.
5. Membutuhkan lebih banyak pemeliharaan.

### III.1.1.3. Bantalan Baja

Bantalan baja harus tetap kering, oleh sebab itu harus selalu bersih dan tidak menahan air, kemudian balas harus cukup keras, supaya tidak mudah hancur oleh bantalan baja. Dari segi kestabilan, bantalan baja tidak sama stabilnya dengan bantalan beton, karena berat sendiri = 47,1 Kg (Peraturan perencanaan konstruksi jalan kereta api) dan gesekan antara dasar bantalan dengan balas juga sangat kecil. Sedangkan bantalan beton berat perbuahnya lebih kurang 175-200 Kg.

Modulus elastisitas baja =  $2,1.1.100^6$  Kg/Cm<sup>2</sup> (PPBBI).

Modulus elastisitas kayu kelas I A = 125.000 Kg cm<sup>2</sup> (PPKI).

Sedangkan modulus elastisitas beton prategang K350 = 16.000 =

$$\sqrt{350\text{Kg/cm}^3} = 299.457, 43 \text{ Kg/cm}^3 = 300.000 \text{ Kg/cm}^3.$$

Keuntungan bantalan baja:

1. Umur lebih panjang, lebih dari dua kali kayu.
2. Penambatan rel dapat sederhana dan kokoh, sehingga sepur tidak berubah.
3. Perubahan kedudukan sepur baik kearah melintang maupun kearah memanjang tidak mudah.
4. Bantalan baja tidak dapat retak-retak yang timbul pada bantalan beton dan kayu, karena mempunyai elastisitas lebih besar.

Kerugian bantalan baja:

1. Lebar sepur dapat berubah akibat pemuaian bantalan itu sendiri.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 3/1/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area.

Access From (repository.uma.ac.id)3/1/24

2. Jika ada kereta atau gerbong yang keluar rel, maka bantalan baja akan tertimpa roda melekuk dan tidak dapat diluruskan kembali dengan baik, sehingga lebar sepur berubah jika digunakan kembali.
3. Pada pemasangan balas, pemadatan balas sangat sulit dibawah bantalan.

### **III.2. Pemasangan Rel Pada Bantalan Beton**

Kedudukan ke dua rel diatas bantalan harus tetap kokoh, serta lebar sepur tidak boleh berubah dari bantalan. Sepur harus tetap lurus dan kokoh duduknya di dalam balas.

#### *III.2.1. Perakitan Rel*

Pada perencanaan jalan rel ini, penulis menghitung kekuatan konstruksi jalan kereta api, dengan jarak bantalan (as ke as) jarak 60 cm. Rel yang digunakan, type rel UIC-54 dengan panjang rel 24 m, jadi untuk rel sepanjang 24 meter ini dirakit

sepanjang 40 bantalan. Bantalan yang sudah disetel dikeluarkan



dari pabrik, kemudian bantalan tersebut disusun dengan jaraknya, yang kesemuanya ini sampai dengan penyusunan jarak bantalan dikerjakan dengan manual (menggunakan tenaga manusia).

Setelah selesai dengan penyetulan bantalan, dilanjutkan dengan pengangkutan rel ke atas bantalan untuk disetel, pengangkutan rel ini menggunakan alat pengangkut yaitu Over Head Krane (melalui kepala krane). Sebelum rel diletakkan di atas bantalan, terlebih dahulu dipasang rubber pad pada bantalan yaitu dibawah rel, sebagai pelapis antara rel dan bantalan setelah rel dipasang barulah alat penambat serta insulator dipasang, yang kemudian di tumpul ditempat penumpukan dengan memakai Over Head Krane.

### *III.2.2. Pemasangan Balas*

Untuk pemasangan rel panel yang sudah disetel untuk dipasang balas rel panel tersebut diangkut dengan menggunakan Over Head Krane, yang kemudian dipasang diantara balas, antara

rel panel dengan rel lainnya yaitu pada sambungan rel UIC-54 disambung dengan menggunakan las menerus (LWR: Long Welder Rail), sehingga menjadi rel panjang.

Pada rel-rel panjang pemuaian akan menjadi besar sekali, akan tetapi jika perpanjangan dan perpendekan rel dapat ditahan oleh balas pada bantalan-bantalannya, maka bagian-bagian dari yang masih dapat berkembang terbatas, sehingga kedudukan rel-relnya tetap. Dengan demikian berapa pun panjangnya rel, perpanjangan dan perpendekan tetap sama. Sifat inilah yang memungkinkan pemakaian rel panjang tak terbatas.

Namun demikian di dalam prakteknya panjang rel terbatas oleh faktor-faktor teknis, seperti adanya jembatan dan wesel. Pada kedua tempat ini sambungan yang digunakan plat penyambung. Perhitungan pemuaian pada waktu pencapaian daerah sambungan menggunakan alat penyambung diperhitungkan pada daerah sambungan yang menggunakan alat penyambung. Diperhitungkan pada daerah 150 ujung LWR.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 3/1/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area.

Access From (repository.uma.ac.id)3/1/24

Las yang digunakan pada sambungan ini adalah:

1. Alumino thermic welding
2. Flas but welding (mesin las seperti lokomotif).

Cara pengelasan Flas But Welding dilakukan di dalam bengkel kusus dan pengelasan rel dapat dilakukan besar-besaran, ujung kedua rel dimasukkan di dalam mesin rel pengelasan, lalu dihubungkan dengan tegangan listrik, untuk mendapatkan proses pemanasan yang menyebabkan ujung-ujung rel menjadi pijar. Pada saat pemanasan dengan suhu yang cukup tinggi kedua rel ditekan dengan kekuatan lebih kurang 10 ton sehingga menjadi satu pada ujungnya.

Pada rel-rel yang telah selesai di las akan diangkut ketempat pekerjaan, dibutuhkan pula mesin pelurus rel dalam bahasa Inggrisnya "Rael straghtening machine" untuk meluruskan rel yang bengkok.

Sedangkan pada pengelasan sistem thermit welding adalah penyambungan dengan cara reaksi kimia. Dimana dalam reaksi

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 3/1/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber  
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area.  
Access From (repository.uma.ac.id)3/1/24

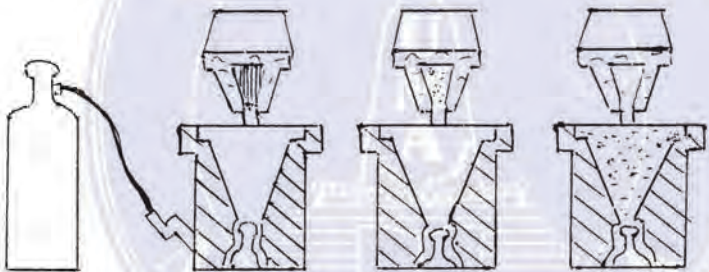


tersebut timbul suhu yang tingginya  $2000^{\circ}$  -  $3000^{\circ}$  C, sehingga menghasilkan baja yang meleleh. Adapun cara pemasangannya adalah sebagai berikut:

1. Di tempat sambungan kedua bantalan dan dua pasang plat penyambung dilepaskan serta disingkirkan, dan selanjutnya dibagian rel sekitar sambungan dibersihkan dari karatan, minyak, cat dan lain-lain dengan menggunakan kikir dan beres kawat.
2. Jarak sambung rel yang akan dilas tetap 10 sampai 12 mm lebarnya, sedangkan alignemennya dipertahankan dengan mistar lurus panjang 1 m.
3. Setelah kedudukan sambung rel sangat baik, periuk di pasang diatas pencetak, selanjutnya rel dipanasi dengan alat pemanas pendahuluan, kemudian satu kantong thermit di tuang ke dalam periuk.
4. Setelah suhu rel naik menjadi  $800$  -  $900^{\circ}$  C thermit dibakar dan meleleh dalam waktu 20-30 detik, cairan baja meleleh dari

selang. Jika reaksi tersebut di dalam periuk di buka, sehingga baja meleleh yang lebih berat tertuang dalam cetakan mengelilingi kedua rel di sekitar sambungan, sedangkan selang yang lebih ringan di atasnya.

5. Setelah beberapa menit pencetak di bongkar, selanjutnya baja yang muncul di atas dan di sisi rel dipotong, kemudian hasil pengerasan diratakan dan dihaluskan dengan gerinda



Gambar III.1. Proses Pengelasan Sistem Thermit

Sumber : Pengelasan rel kereta api dengan sistem aluminothermit, dikeluarkan oleh bagian Proyek Bantuan Teknik Bank Dunia untuk PJKA, September 1990.

### III.3. Merencanakan Parameter-parameter Bantalan Beton

Dalam hal merencanakan parameter bantalan beton, kita harus terlebih dahulu mengetahui persyaratan-persyaratan yang

digunakan seperti: semen, pasir, kerikil dan air.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 3/1/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area.

Access From (repository.uma.ac.id)3/1/24

### III.3.1. Mutu dan Bahan Balok

Mutu yang dipakai adalah:

- Baja Prategang : Tegangan putus minimum

$$\sigma = 1600 \text{ Kg/cm}^2$$

- Kekuatan tekan rata-rata:

$$\sigma = 250 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{KF (Kontrol faktor)} = 70 \%$$

$$\frac{\sigma_{bk}}{0,70} = 500 \text{ Kg/cm}^2$$

atau disebut juga beton dengan kekuatan tekanan karakteristik

$$= 70\% \times 500 \text{ Kg/cm}^2$$

$$= 350 \text{ Kg/cm}^2$$

jadi beton yang dipakai K-350

dalam pelaksanaan pembuatan beton yang penulis rencanakan adalah mutu beton dengan kekuatan karakteristik 350 Kg/cm<sup>2</sup> (mutu beton K-350).

Semen yang digunakan adalah semen portland. Adapun

komponen-komponen utama dari semen portland adalah:

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 3/1/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area.

Access From (repository.uma.ac.id)3/1/24



- a. bata kapur yang mengandung komposisi  $C_aO$  (kapur)
- b. lempung yang mengandung komponen-komponen  $SiO_2$  (silika)  
 $Al_2O_2$  (oksida alumenium)  $Fe_2O_3$  (Oksida besi).

### III.3.2. Agregat ( Pasir dan kerikil )

Pasir dan kerikil berasal dari sungai kerap kali mengandung lumpur dan bahan organik lainnya, sehingga dapat mengurangi kualitasnya. Untuk itu pasir dan kerikil tersebut harus bersih dari lumpur dan bahan organis. Agregat halus (pasir) terdiri dari butir-butir yang tajam dan keras, artinya tidak pecah dan hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan.

Sedangkan untuk agregat dasar (kerikil) terdiri dari butir-butir yang keras dan tidak berpori serta kandungan lumpur tidak boleh lebih dari 1% (ditentukan terhadap berat kering) apa bila kadar lumpur melampaui 1% maka agregat kasar harus dicuci.

Untuk susunan butir agregat campuran untuk mutu beton

K-350 PBBI (Peraturan Beton Bertulang Indonesia) menetapkan :

## UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 3/1/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber  
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

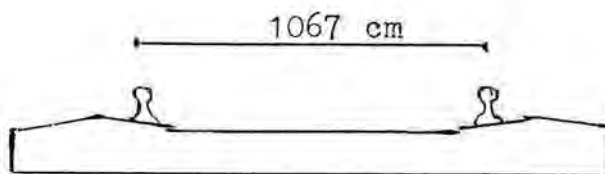
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area.  
Access From (repository.uma.ac.id)3/1/24

Untuk agregat campuran dengan butir maksimum 31,5 mm, 16 mm dan 8 mm atau dengan melakukan analisa ayakan. Untuk itu ditetapkan susunan ayakan dan lubang-lubang persegi, dengan ukuran lubang yang berurutan: 31,5 mm, 16 mm, 4 mm dan 0,500 mm (ayakan 150).

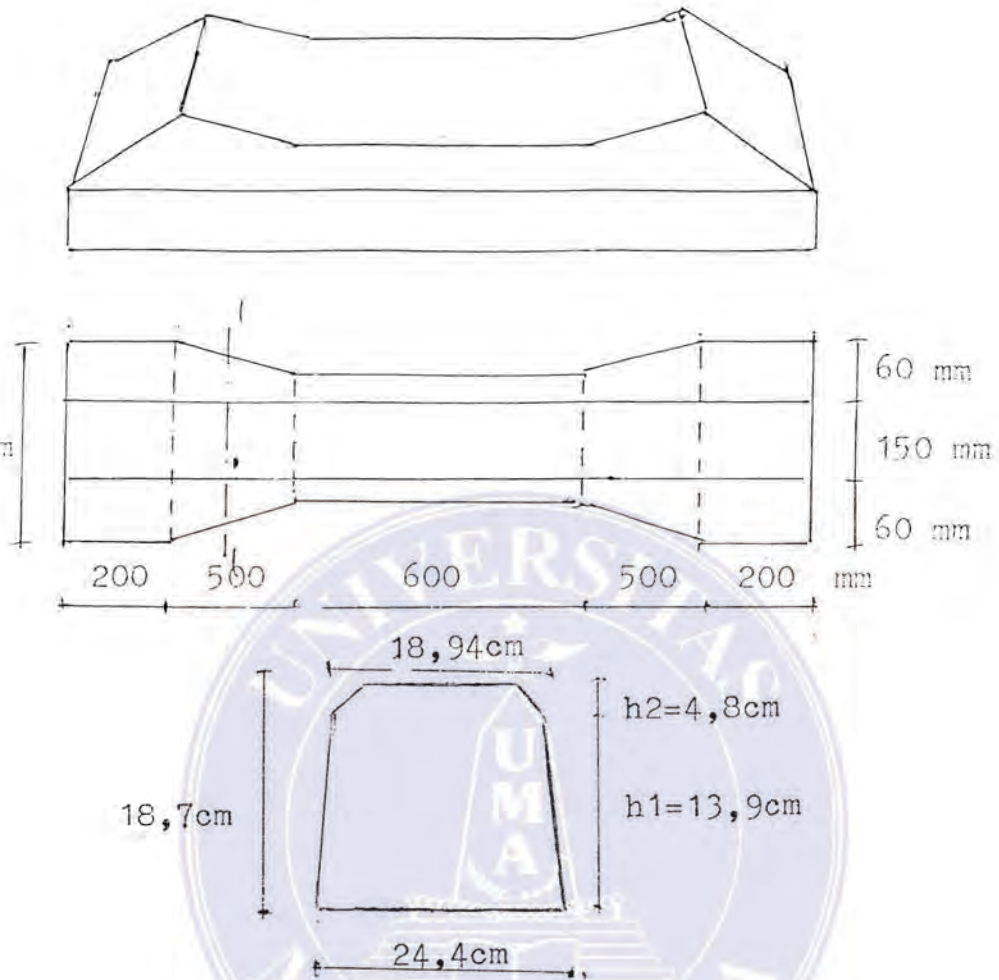
### III.3.3. Air

Air untuk pembuatan dan perawatan beton tidak boleh mengandung minyak sehingga pemeriksaan bahan-bahan untuk diselidiki seberapa jauh air itu mengandung zat-zat yang dapat merusak beton dan tulang.

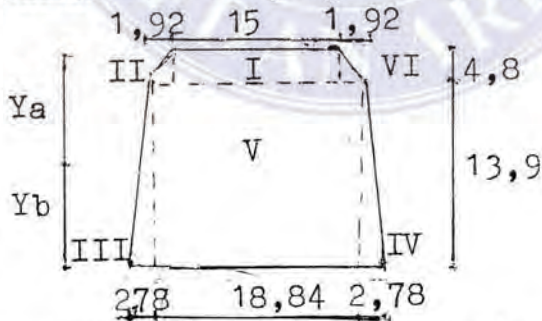
### III.3.4. Dimensi ukuran dan Inersia



Gambar III.2. Bantalan beton



Gambar III.3. Tampang bantalan beton



Gambar III.4. Tampang bantalan beton yang dibagi atas beberapa luasan

Untuk mencari luasan pada penampang dibagi menjadi lima daerah luasan, yaitu  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$ ,  $F_4$ ,  $F_5$  dan  $F_6$ .



**F**

I = 4,8.15 = 72 cm<sup>2</sup>  
 II = 4,8.10,92/2 = 4,608 cm<sup>2</sup>  
 III = 2,78.13,9/2 = 19,321 cm<sup>2</sup>  
 IV = 2,78.13,9 = 13,321 cm<sup>2</sup>  
 V = 18,84.13,9 = 261,876 cm<sup>2</sup>  
 VI = 4,8.1,92/2 = 4,604 cm<sup>2</sup>

**Y**

I = (4,8/2)+13,9 = 16,30 cm<sup>2</sup>  
 II = 1/3.4,8 + 13,9 = 15,50 cm<sup>2</sup>  
 III = 1/3.13,9 = 4,663 cm<sup>2</sup>  
 IV = 1/3.13,9 = 4,663 cm<sup>2</sup>  
 V = 13,9/2 = 6,950 cm<sup>2</sup>  
 VI = 1/34,8+13,9 = 15,50 cm<sup>2</sup>

	<b>F (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Y ( cm<sup>1</sup>)</b>	<b>FY (cm<sup>1</sup>)</b>
I	72	16,30	1173,600
II	4,068	15,50	63,054
III	19,321	4,663	89,514
IV	19,321	4,663	89,514
V	261,876	6,950	1820,030
VI	4,608	15,50	63,054
	<b>Σ = 381,192</b>		<b>Σ = 3298,77</b>

$$Y_b = \frac{\Sigma F \cdot Y}{\Sigma F} = \frac{3298,774}{381,194} = 8,653 \text{ cm}$$

$$Y_a = 18,70 - Y_b = 18,70 - 8,653 \text{ cm} \\ = 10,047 \text{ cm}$$

### Inersia

$$I_I = 1/2 (15) (4,8)^3 + 15 \cdot 48 (4,8/2 + 5,234) \\ = 687,888 \text{ cm}^4$$

$$I_{II} = 1/36 (1,92)(4,8)^3 + 1/2 \cdot 92 \cdot 4,8 (4,8/3 + 5,234) \\ = 37,3890 \text{ cm}^4$$

$$I_{III} = 1/26 (2,78)(13,9)^3 + 1/2 \cdot 2,78 \cdot 13,9 (8,666 - 13,9/3) \\ = 258,311 \text{ cm}^4.$$

$$I_{IV} = 1/36 (2,78)(13,9)^3 + 1/2 \cdot 2,78 \cdot 13,9 (8,666 - 13,9/3) \\ = 285,311 \text{ cm}^2$$

$$I_V = 1/12 (18,84)(13,9)^3 + 18,84 \cdot 13,9 (8,666 - 13,9) \\ = 4664,222 \text{ cm}^2$$

$$I_{VI} = 1/36 (1,29)(4,8)^3 + 1/2 \cdot 92 \cdot 4,8/3 + 5,234) \\ = 37,389 \text{ cm}^4$$

$$\text{Inersia total} = I_I + I_{II} + I_{III} + I_{IV} + I_V + I_{VI} \\ = 687,888 + 37,389 + 285,311 + 4669,222 + 37,389 \\ = 5997,510 \text{ cm}^4$$

$$\text{maka E.I} = 300.000 \text{ kg/cm}^2 (5997,510) \text{ cm}^4 \\ = 17992,53.105 \text{ kg.cm}^2$$

### UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 3/1/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area.

Access From (repository.uma.ac.id)3/1/24

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### V.1. Kesimpulan

Dari hasil uraian di atas perhitungan bab-bab sebelumnya, penulis mengambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Perencanaan konstruksi jalan kereta api dengan bantalan beton prategang sangat baik digunakan karena dapat mengurangi retak-retak yang biasanya timbul pada bagian yang mengalami tegangan tarik. Pada bagian ini biasanya retakan-retakan relatif merapat kembali setelah beban yang melintasinya lewat, karena adanya gaya tekan dari kabel-kabel prategang.
2. Dengan memakai bantalan beton prategang, pemuaian rel dapat diminimalkan bantalan tersebut, sehingga dapat digunakan sambungan menyatu (las) yang menghasilkan rel-rel panjang. Penggunaan rel panjang ini dapat mengurangi titik sambungan antara rel, sehingga nyaman dilalui.
3. Dalam teknik pemakaian bantalan beton dan rel panjang, kadang-kadang terbatas oleh faktor teknis seperti adanya jembatan.



4. Pemakaian bantalan beton prategang pada konstruksi jalan kereta api mempunyai keuntungan bila dibandingkan dengan bantalan lain antara lain :
  - a. Dapat melayani lalu lintas kereta api dengan kecepatan tinggi
  - b. Dapat menerima beban yang berat
  - c. Umur rencana jauh lebih lama
5. Dalam geometrik jalan kereta api, jari-jari lengkung serta jarak ganda ( $d$ ) merupakan faktor penentu pada pelebaran sepur, bila  $R$  (jari-jari) makin kecil dan  $d$  semakin besar terjepitnya roda akan lebih besar, yang pada dasarnya akan melonggarkan ikatan pada rel dan bantalan, serta rel dan roda menjadi cepat aus. Untuk mengatasi hal ini perlu dibuat pelebaran sepur agar gejala tersebut dapat diatasi.

## V.2. Saran

Adapun saran yang penulis sampaikan dalam tulisan ini adalah sebagai berikut :

1. Pada rel panjang menerus titik lemah ada pada sambungan (sambungan rel) dan untuk itu perlu kiranya adanya kajian/pembahasan lebih lanjut mengenai sambungan tersebut.

2. Penggunaan bantalan beton pada jembatan terbatas karena faktor teknis, karena kedudukan bantalan kurang kuat, untuk itu perlu ada kiranya kajian kenapa hal ini dapat terjadi.



## DAFTAR PUSTAKA

1. Ir. Imam Subarkah, *Jalan Kereta Api*, Idea Dharma, Bandung, 1981
2. Ir. Imam Subarkah, *Jembatan Baja*, Idea Dharma, Bandung, 1981
3. *Perencanaan Konstruksi Jalan Rel* (Peraturan Dinas No. 10), Perusahaan Jawatan Kereta Api, Bandung, April 1986.
4. *Penjelasan Perencanaan Konstruksi Jalan Rel (PPPKJR)*, Penjelasan Peraturan Dinas No. 10 Perusahaan Jawatan Kereta Api, Bandung, April 1986.
5. Perbaikan Wesel dengan Elektrik Arc Welding dan Pengelasan Rel Kereta api dengan sistem Aluminothermit, Untuk Perusahaan Jawatan Kereta Api, September 1990.

