

**PERENCANAAN BANGUNAN JALAN KERETA API
DAN EMPLASEMEN
(STUDY LITERATUR)**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan
Ujian Sarjana**

OLEH :

EDY SYAHPUTRA SINULINGGA
NIM : 06. 811. 0068



**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

**UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 6/1/24

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)6/1/24

PERENCANAAN BANGUNAN JALAN KERETA API DAN EMPLASEMEN (STUDY LITERATUR)

Oleh :
EDY SYAHPUTRA SINULINGGA
06.811.0068

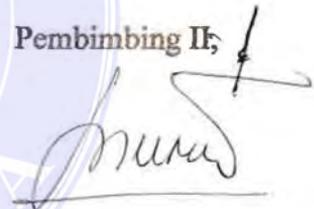
Disetujui :

Pembimbing I,



(Ir. H. Edy Hermanto)

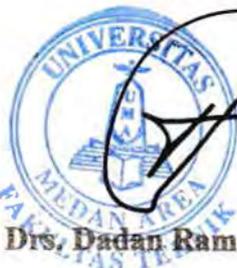
Pembimbing II,



(Ir. Nuril Mahda Rangkuti)

Mengetahui :

Dekan



(Drs. Dadan Ramdan, M. Eng, Msc)

Ka. Program Studi,



(Ir. H. Edy Hermanto)

Tanggal Lulus :

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 6/1/24

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)6/1/24

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmaanirrahiim

Dengan Rahmat Allah SWT, segala puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Illahi Rabbi, karena atas rahmat dan hidayah-Nyalah, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan Judul “ **Perencanaan Bangunan Jalan Kereta Api dan Emplasi (Studi Literatur)** “

Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan yang harus ditempuh tiap mahasiswa untuk menyelesaikan study jenjang S1 Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil di Universitas Medan Area. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunan dan pembahasan skripsi ini masih terdapat berbagai kelemahan karena keterbatasan pengetahuan dan kemampuan, namun penulis berusaha sebaik-baiknya untuk menyusun skripsi ini dan berharap dapat bermanfaat bagi pembacanya.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bimbingan, bantuan dan dorongan yang sangat berharga dari berbagai pihak, sehingga penulis ingin mengucapkan terima kasih setinggi-tingginya kepada :

1. Ibu Hj. Siti Mariani Harahap, Ketua Yayasan Pendidikan Haji Agas Salim.
2. Bapak Prop DR.A. Ya'kub Matondang, MA selaku Rektor Universitas Medan Area.
3. Bapak Drs. Dadan Ramdan, M.Eng, Msc, Dekan Fakultas Teknik

Universitas Medan Area.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 6/1/24

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)6/1/24

4. Bapak Ir. H. Edy Hermanto, Ketua Jurusan Teknik Sipil dan selaku Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan arahan serta masukan yang bermanfaat.
5. Ibu Nuril Mahda Rangkuti selaku Pembimbing II yang telah banyak mengorbankan waktunya serta penuh kesabaran membimbing penulis
6. Seluruh Dosen pengajar Fakultas Teknik Universitas Medan Area yang selama ini membekali ilmu pengetahuan dan disiplin yang sangat berharga bagi penulis serta segenap staff dan Karyawan. Universitas Medan Area yang selama ini telah menjalankan tugas demi lancarnya proses belajar mengajar.
7. Kedua Orang tuaku tercinta yang telah berjuang dengan pengorbanan yang tidak terbatas dalam membesarkan, mendidik, memberi semangat serta doa yang tulus kepada penulis.
8. Seluruh keluargaku tersayang, yang selalu memberikan dukungan baik moril maupun materil kepada penulis untuk menyelesaikan perkuliahan sampai dengan selesai.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini.

Akhir kata semoga Allah SWT memberikan ridho dan Karunia-Nya yang berlipat ganda atas amal kebaikan yang telah diberikan, dan penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Medan, Januari 2008

Penulis

Edy Syahputra Sinulingga



RINGKASAN

Merencanakan sebuah bangunan jalan kereta api dan Emplasemen harus mempertimbangkan berbagai aspek , teknik maupun non teknis sehingga akan didapat bangunan yang berfungsi sebagai sarana alat Transportasi yang efisien dan efektif.

Angkutan darat merupakan alat penunjang yang sangat vital bagi pemerataan pembangunan sampai kepedalaman yang belum terjangkau dengan transportasi Udara dan Laut mengingat hal itu maka sudah selayaknya perencanaan bangunan jalan kereta kita ambil sebagai salah satu penyelesaian selain sarana jalan raya.

Angkutan kereta api mempunyai kelebihan dibanding angkutan lainnya seperti laut dan udara, selain biasanya eksploitasinya murah juga dapat menebus sampai kepedalaman, kelebihan angkutan kereta Api lainnya adalah dapat mengangkut barang dalam jumlah besar, lebih cepat , aman dan nyaman selain itu juga salah satu cara untuk mengatasi masalah kepadatan lalu lintas yang terus bertambah sesuatu dengan pertambahan penduduk serta kemajuan teknologi.

Pertambahan penduduk setiap tahunnya akan memperbesar volume lalu lintas baik angkutan jalan raya maupun jalan kereta api. Sehingga perlu dibuat dan dipikirkan jalan keluarnya baik melalui sarana angkutan yang sudah tersedia maupun dengan pembangunan serta perluasan jalan kereta api yang baru.

Dalam penulisan ini penulis ingin memberikan informasi sebanyak mungkin bagi perencanaan bangunan jalan kereta api khususnya di bidang konstruksi umum dari jalan kereta api yang sesuai dengan kondisi alam Indonesia, selain itu tulisan ini juga menitik beratkan pada masalah perencanaan bangunan bawah dan atas dan aspek yang ditinjau adalah aspek seni dan budaya dan aspek pertahanan dan keamanan negara, hal, ini disebabkan agar apakah bangunannya telah memenuhi syarat-syarat seperti studi kelayakan dan pengembalian modal dari proyek tersebut

UNIVERSITAS MEDAN AREA
.....sesuai dengan yang direncanakan.

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 6/1/24

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)6/1/24

SUMMARY

Planning a railway construction and Emplacement should consider various aspects, technical or non-technical to create a construction that will function as an efficient and effective transportation device.

The land transportation is a vital supporting device for the development distribution until hinterland, which has not touched, by Air and Sea Transportation, based on these circumstances then it is appropriate to make railway construction planning first as a solution beside roadway device.

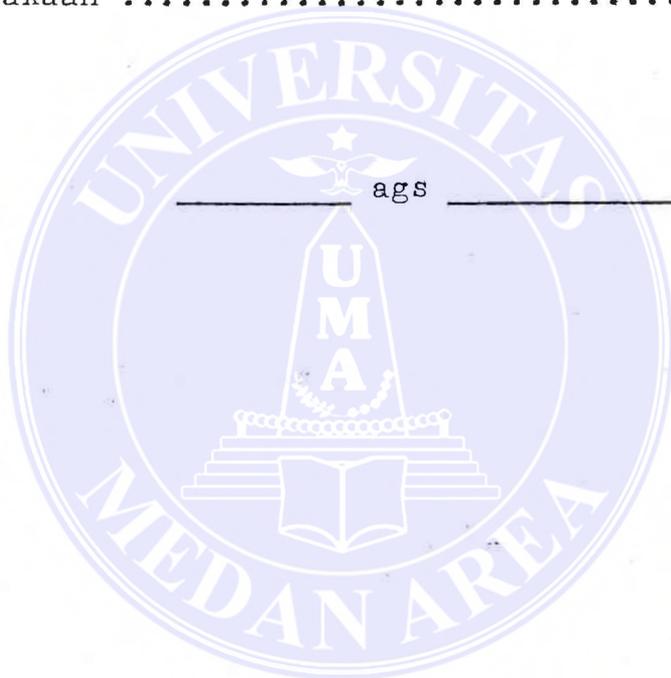
The railway transportation has advantages compare to other transportation as sea and air transportation, beside the exploitation cost is very cheap, but it also able to reach hinterland, in addition The train also able to carry goods in large quantity, faster, safe and comfortable. It also as an important way to handle traffic density, which always improves appropriate to people enlargement and technology development.

The increasing amount of people will improve traffic volume, whether in railroad or railway. Therefore, we should think and consider the solution through the available transportation device or with construction extension the new railway. In this paper, the writer want to give possible information for the planning of railway construction in general construction from railway which appropriate to Indonesian nature condition, therefore this paper focused on the planning task of up and down construction based on social-culture technique aspect and national security and defense, because these tasks are conducted to find out whether there construction has fulfill the eligibility study and the return of capital appropriate to the planning.

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
BAB I. PENDAHULUAN	1
I.1. Tinjauan Umum	1
I.2. Maksud dan Tujuan Pembangunan Jalan Kereta- Api	2
I.3. Pembatasan Masalah	4
I.4. Sejarah Perkembangan Jalan Kereta Api	4
I.5. Jenis-jenis Jalan Kereta Api	6
BAB II. BANGUNAN JALAN KERETA API	19
II.1. Tubuh Jalan	19
II.2. Parit dan Pembuangan	36
II.3. Alas Balas	40
II.4. Rel	47
II.5. Bantalan	65
II.6. Wesel	78
II.7. Pengaruh beban dinamis	92
BAB III. EMPLASEMEN-EMPLASEMEN	97
III.1. Tinjauan Umum	97
III.2. Emplasemen Stasiun	98
III.3. Emplasemen Barang	105
III.4. Emplasemen Langsir	107

III.5. Emplasemen Penyusun	108
III.6. Emplasemen Pelabuhan	110
BAB IV. KESIMPULAN DAN SARAN-SARAN	111
IV.1. Kesimpulan	111
IV.2. Saran-saran	112
Kepustakaan	v



BAB I

PENDAHULUAN

I.1. TINJAUAN UMUM

Kemajuan peradaban manusia telah merubah alam lingkungan dari suatu bentuk yang terisolir menjadi suatu wujud alam yang terbuka. Kemajuan peradaban manusia menuntut akan kebutuhan yang semakin tinggi, hal ini menyebabkan kehidupan manusia yang pada umumnya berkelompok-kelompok berusaha untuk mencari kebutuhannya pada kelompok-kelompok lain. Pertukaran hasil produksi dari masing-masing kelompok ini menciptakan suatu bentuk sistem pertukaran akan benda (barang-barang) kebutuhan hidup yang saling membutuhkan.

Untuk terciptanya hubungan yang mudah serta lancar maka sangatlah dibutuhkan sekali suatu sarana yang disebut transport (angkutan). Transport ini dibutuhkan karena adanya lokasi-lokasi pusat produksi yang berbeda letaknya dengan pusat-pusat konsumsi. Sehingga transportasi dalam hal ini berfungsi untuk memperpendek jarak untuk memindahkan hasil produksi serta melancarkan hubungan satu sama lain kelokasi-lokasi kehidupan manusia.

Transportasi dapat dilakukan melalui :

- Darat

UNIVERSITAS MEDAN AREA

- Sungai, laut.

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 6/1/24

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)6/1/24

Sesuai dengan perkembangan kebudayaan dan teknologi, maka transportasi membutuhkan suatu peningkatan segi kualitas jasa angkutan yang meliputi : keamanan, kapasitas muatan serta kecepatan untuk tiba - nya ditempat tujuan .

Angkutan darat merupakan alat penunjang yang sangat vital bagi pemerataan pembangunan sampai kepedalaman-pedalaman yang masih belum terjangkau dengan transportasi melalui udara serta laut. Mengingat akan pentingnya angkutan darat ini, maka sudah selayaknyalah perencanaan bangunan jalan kereta api kita ambil sebagai salah satu penyelesaiannya selain sarana jalan raya.

Pertambahan penduduk setiap tahunnya akan memperbesar volume lalu lintas baik angkutan jalan raya maupun melalui jalan kereta api. Sehingga perlu dibuat dan dipikirkan jalan keluarnya baik melalui sarana angkutan yang sudah tersedia maupun dengan pembangunan serta perluasan jalan kereta api yang baru. Dengan ini penganalisaan melalui study literatur tentang perencanaan bangunan jalan kereta api serta emplasmen-emplasemennya kiranya dapat membantu masalah yang timbul didalam pembangunan perkereta apian yang sesungguhnya.

I.2 MAKSUD DAN TUJUAN PEMBANGUNAN JALAN KERETA API

UNIVERSITAS MEDAN AREA

1.2.1 Latar Belakang Study.

Document Accepted 6/1/24

© Hak Cipta Dilindungi 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)6/1/24

bang dan sedang giat-giatnya melaksanakan pembangunan, yang menuntut kelancaran komunikasi dari pusat-pusat kota ke pelosok-pelosok daerah guna terciptanya hubungan perdagangan di dalam negeri sehingga mengharuskan adanya sarana penghubung sebagai sarana penunjang.

Sarana angkutan jalan kereta api yang belum merata dimiliki yang sebahagian besar daerah di Indonesia telah mendorong kita untuk melakukan study tentang perkeretaapian ini.

Sementara bangunan jalan kereta api maupun gedung-gedung emplasemen yang sudah ada sekarang ini pada umumnya merupakan jaringan yang sudah tua dan telah melampaui batas masa berlakunya.

Sehingga sudah selayaknya untuk memikirkan tentang penggantian ataupun perluasan dengan jaringan yang baru.

I.2.2. TUJUAN STUDY

Tujuan study literatur tentang perencanaan bangunan jalan kereta api dan bangunan emplasemen adalah sebagai informasi sebanyak mungkin bagi perencanaan bangunan jalan kereta api khususnya dibidang konstruksi umum dari jalan kereta api yang sesuai dengan kondisi alam In

1.3. PENEBATAN MASALAH

Didalam penulisan buku ini dengan judul "PERENCANAAN BANGUNAN JALAN KERETA API DAN EMPLASMEN" permasalahan cukup luas sehingga perlu adanya pembatasan masalah.

Untuk ini penulis lebih menitik beratkan pada masalah masalah perencanaan bangunan bawah dan bangunan atas-emplasemen-emplasemen pada suatu bangunan jaringan jalan perkereta apian, dimana hal ini sangatlah menantang sekali untuk keberhasilan pembangunan jaringan perkereta apian.

Sedangkan yang menjadi perhatian dalam buku ini adalah aspek teknis, aspek-aspek sosial budaya serta aspek pertahanan dan keamanan negara.

1.4. SEJARAH PERKEMBANGAN JALAN KERETA API

Awal dari sejarah jalan kereta api atau sepur telah dirintis oleh bangsa Yunani dan Romawi. Jalan-jalan sepur pada zaman Yunani dan Romawi dulu, terdiri atas dua saluran yang terbuat dari lapisan kayu dengan menggunakan tenaga kuda sebagai penggerakannya. Jalan-jalan ini merupakan jalan yang pertama untuk jalan-jalan sepur.

Pada abad ke XVIII, sekitar tahun 1767 terjadi kelebihan produksi dalam perdagangan besi, yang mempunyai perubahan-perubahan jalan sepur yang terbuat dari balok kayu berganti dengan penggunaan sepur besi.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 6/1/24

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

besi jatuh. Sehingga Reynolds pemilik Calebrook Dale Works di Devon Shire melakukan penuangan besi untuk cadangan, dimana dapat dipakai untuk menggantikan papan tipis, dengan maksud bila harga besi naik lagi - maka akan dibongkar kembali.

Tahun-tahun berikutnya di beberapa negara mulai dibuat jalan kereta api seperti di Prancis, Belgia, Australia, Belanda dan di Indonesia pada tahun 1867 yaitu antara Semarang - Bandung - Tangerang di Pulau Jawa. Pada tahun 1925 di New Yessey mulai dipakai lokomotif diesel, listrik sementara pada tanggal 9 September 1929 telah mulai dipakai kereta api penumpang air conditioned antara New York dan Chicago.

Persaingan yang timbul antara sistem angkutan kendaraan bermotor, pesawat udara terhadap sistem perkeretaapian memaksa perusahaan jalan kereta api untuk memperbaiki kecepatan, meningkatkan pelayanan serta pasilitas-pasilitas lainnya.

Jika kita tinjau sejarah perkeretaapian di Indonesia maka pertama kali jalan kereta api dibangun di Indonesia yang dilakukan oleh Nederland Indesche Spoorweg Maatschappij (NIS) yaitu dari Semarang - Gudang ke Tangerang sepanjang \pm 14 Km, menggunakan sepur 1435 mm atau wide train.

Kemudian pada tahun 1870 pembangunan dilanjutkan

UNIVERSITAS MEDAN AREA
dari Surabaya dan ke Bandung dan Yogyakarta, Jakarta - Bogor dan

Jalan-jalan kereta api di Pulau Jawa umumnya dibuat - pada periode tahun 1870 - 1924.

Di kota Surabaya diselenggarakan untuk pertama kali - nya kereta api listrik oleh Perusahaan Vost Java Strom Traam Maatschappij (VJS). Untuk jalan-jalan di Sumatera Selatan tahun 1914 - 1924 dikerjakan oleh perusahaan Staats Spoorweg (SS). Perusahaan ini juga mengerjakan jalan kereta api di Sumatera Barat pada tahun - 1891 - 1896, sementara di daerah Aceh yang menggunakan sepur 750 mm dibangun tahun 1876 - 1917.

Untuk Sumatera Utara dibangun oleh perusahaan Deli - Spoorweg Maatschappij (DSM).

Setelah negara Indonesia merdeka semua jalan - kereta api dinasionalisasikan oleh DJAWATAN KERETA - API REPUBLIK INDONESIA (DKARI), kemudian menjadi DJAWATAN KERETA API (DKA). Selanjutnya dirubah menjadi PERUSAHAAN NEGARA KERETA API (PNKA) yang akhirnya sekarang menjadi PERUSAHAAN JAWATAN KERETA API (PJKA).

I.5. JENIS-JENIS JALAN KERETA API

Jenis-jenis jalan kereta api dapat dibedakan - dalam beberapa macam berdasarkan ;

- Bentuk
- Kelas
- Lebar Sepur
- Landai

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Document Accepted 6/1/24

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)6/1/24

Sehingga jalan kereta api dapat dipisahkan menurut karakteristik yang ditonjolkannya :

I.5.1. Berdasarkan bentuk

I.5.1.1. Jalan rel biasa atau jalan adhesi

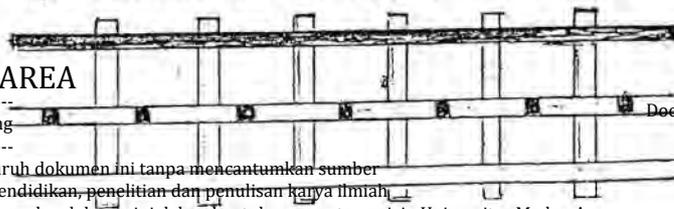
Pada jenis ini kereta api berjalan disebabkan gesekan antara roda-roda penggerak lokomotif dan rel. Batasan penggunaan jalan-jalan rel biasa adalah pada kelandaian dibawah 40 %

I.5.1.2. Jalan rel gigi

Jalan rel gigi digunakan pada kondisi-jalan yang curam ataupun pada lereng-lereng didaerah pegunungan. Pada jenis ini lokomotif dipasang roda bergigi dan sebagai pasangannya juga sepur bergigi. Dengan tambahan rel gigi maka rel biasa hanya berfungsi sebagai pendukung atau penghantas.

Jalan rel gigi di Indonesia ada yang mencapai 80 % sedangkan di Amerika Serikat ada yang mencapai 270 % dan Swis hingga kelandaian 480 %

Pada jalan rel gigi kecepatan kereta api sangat terbatas. (Gbr.I.1)



I.5.1.3. Jalan kabel (cable railways).

Jenis ini dipakai pada keadaan lereng lereng yang sangat curam dan diutamakan untuk pengangkutan orang.

I.5.1.4. Jalan melayang.

Sistem ini merupakan perkembangan yang terbaru dalam bangunan jalan kereta api ditengah kota yang volume lalu lintasnya padat, atau pada daerah perbukitan yang medannya turun naik tidak merata.

Pada sistem ini dipakai konstruksi monorial sistem yang dapat dibedakan atas dua (2) cara yaitu :

- a. Kereta-keretanya bergantung diatas-rel.
- b. Kereta-keretanya berjalan diatas-rel (saddle Type).

Pada sistem jalan melayang ini rel-rel dibuat diatas pilar sehingga tidak terikat dengan naik turunnya muka tanah. System jalan melayang ini sangat menguntungkan sekali bagi kelancaran lalu lintas.

I.5.2. Berdasarkan kelas

UNIVERSITAS MEDAN AREA

I.5.2.1. Jalan kereta api kelas I

Document Accepted 6/1/24

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

a. Lintas dengan kecepatan maksimum -

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)6/1/24

120 km/jam

- b. Lintas dengan kecepatan maksimum -
100 km/jam

I.5.2.2. Jalan kereta api kelas II

- a. Lintas dengan kecepatan maksimum -
60 km/jam

- b. Lintas dengan kecepatan maksimum -
45 km/jam

- c. Lintas dengan kecepatan maksimum -
30 km/jam

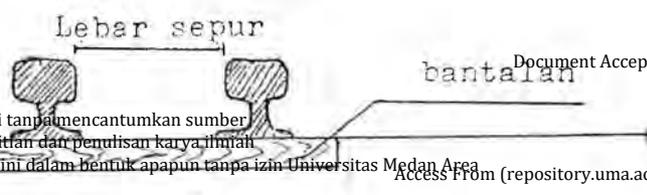
I.5.2.3. Jalan kereta api kelas III

merupakan jalan kereta api yang hanya dapat dilalui dengan kecepatan maksimum 20 km/jam

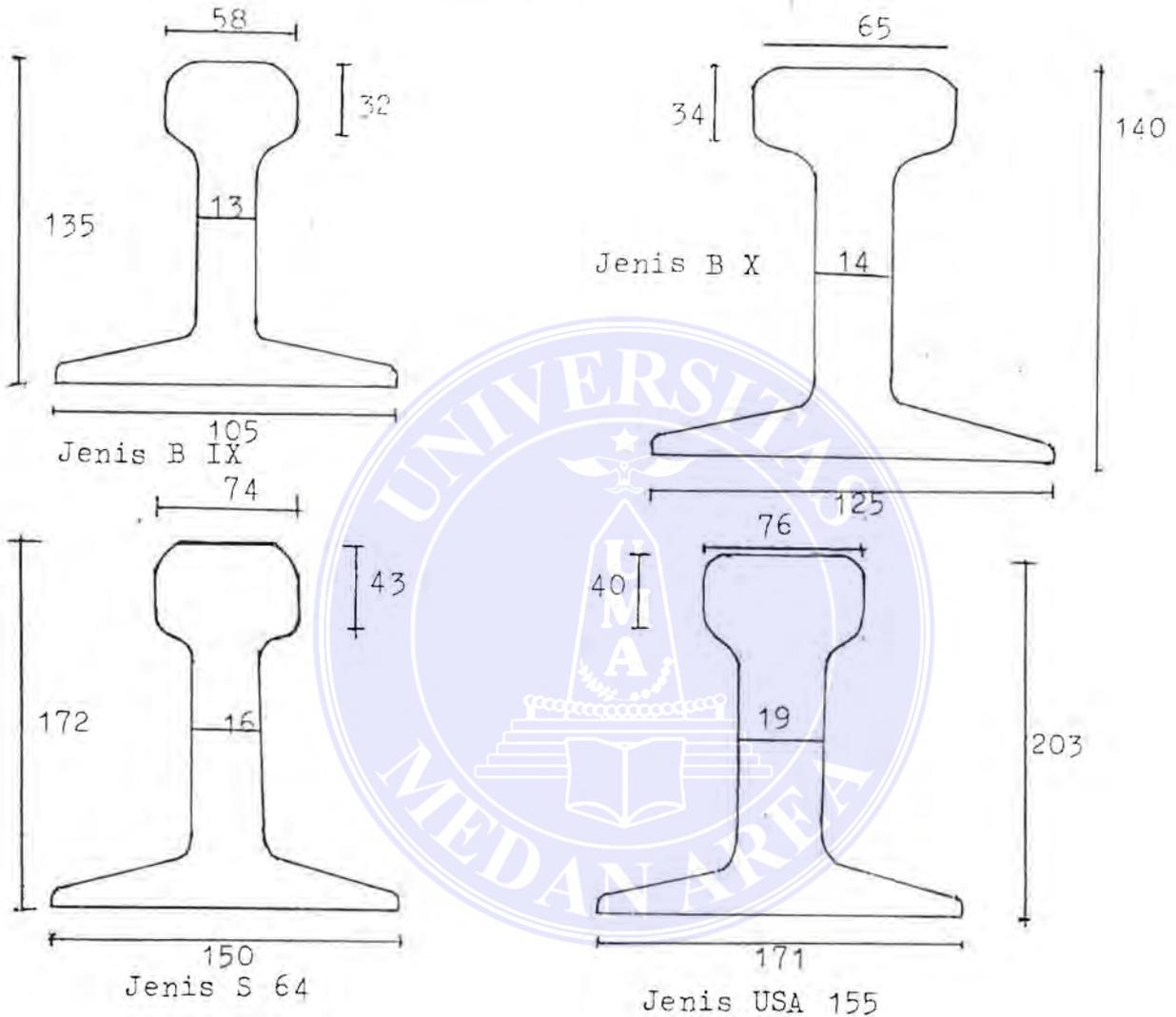
Berdasarkan klasifikasi di atas maka jalan kereta api kelas I dan kelas II adalah jalan kereta api utama atau jalan kereta api raya. Untuk jalan kelas II b dan kelas II c merupakan jalan kereta api cabang, sedangkan jalan kereta api kelas III merupakan jalan tram

I.5.3. Berdasarkan lebar sepur.

Lebar sepur adalah jarak antara kedua sisi dalam kepala rel (gbr.I.2)



JENIS-JENIS PROFIL REL



(Gambar I.2a)

Jenis	G	F	h	b	k	d	s	Wx	Wy
B IX	35,1	4471	135	105	58	32	13	157	30
B X	43,8	5587	140	125	65	34	14	202	43
S 64	64,7	8241	172	150	74	43	16	358	81
USA 155	76,9	10000	203	171	76	40	19	470	97

Dimana : G = berat profil rel

F = luas penampang rel

h = tinggi profil

k = lebar kepala rel

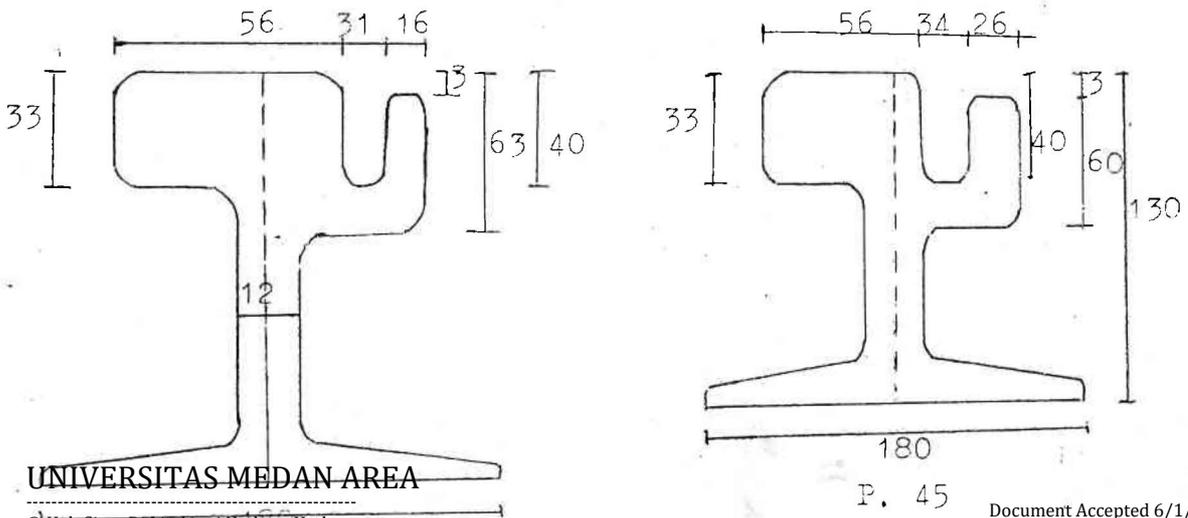
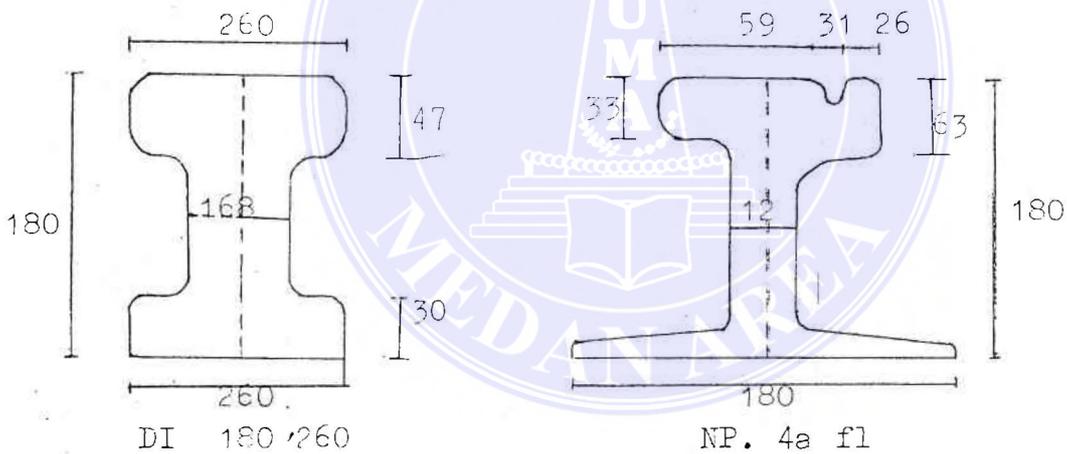
d = tebal kepala rel

s = tebal badan

W_x = momen perlawanan terhadap S_x

W_y = momen perlawanan terhadap S_y

JENIS-JENIS PROFIL REL UNTUK TRAM



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

JENIS	TINGGI PROFIL	LEBAR ALAS REL	LEBAR KE PALA REL	BERAT REL	LUAS PE NAMPANG	MOMEN INER- TIA	MOMEN PERLA WANAN
	(Mm)	(Mm)	(Mm)	(Kg)	(Cm ²)	(Cm ³)	(Cm ⁴)
DI $\frac{180}{260}$	180	230	260	303,20			
NP.4a	180	180	56	61,70	78,60	3410	350
NP.4a fl	180	180	59	70,73	90,10	3880	374,5
P.45	130	180	56	61,00	77,70	1596	243,0

I.5.3.1. Sepur biasa (Standard Gauge)

Sebagai standard dari lebar sepur ada lah dengan ukuran 4'8½" atau 1435 mm.

Di Amerika sepur biasa berukuran 4'9" atau 1448 mm. Sebanyak 60% dari jumlah jalan kereta api di dunia memakai le bar sepur 1435 dan 1448 mm atau sepur-biasa.

I.5.3.2. Sepur lebar (Broad Gauge)

lebar sepur ini melebihi dari lebar se pur biasa. Di Rusia dipakai sepur 1524 mm. Irlandia 5'6" = 1600 mm. Spanyol, Portugal, Brazilia, Argentina dan In dia memakai sepur yang berukuran 1676- mm.

I.5.3.3. Sepur sempit (Narrow Gauge)

Lebarnya kurang dari 1435 mm. Mayoritas dipakai sepur dengan lebar 3'6" = 1067- mm, ukuran ini dipakai dinegara-negara seperti : Indonesia, Jepang,

India, Burma, Thailand, Malaysia, dan Amerika Selatan serta beberapa lini di Swiss dan Austria.

Lebar jalan 750 mm dan 700 mm banyak dipergunakan pada perusahaan-perusahaan industri serta pertanian .

Femilihan lebar sepur disuatu negara yang belum mempunyai jalan kereta api adalah sangat penting.

Tiap-tiap lebar sepur mengandung kerugian serta keuntungan. Semakin kecil lebar sepur semakin murah ongkos pembuatannya, sebab dasar bantalan semakin kecil dan dapat digunakan bantalan bantalan yang lebih pendek.

I.5.4. Berdasarkan landai

I.5.4.1. Jalan kereta api tanah dataran rendah

Pada jalan kereta api untuk dataran rendah dengan landai maksimum 10 % untuk bagian jalan yang pendek, pada umumnya landai yang ada 5 % pada jalan yang panjang.

I.5.4.2. Jalan kereta api tanah pegunungan.

Pada jalan kereta api tanah pegunungan dengan landai 10 % dan biasanya sampai 40 %.

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

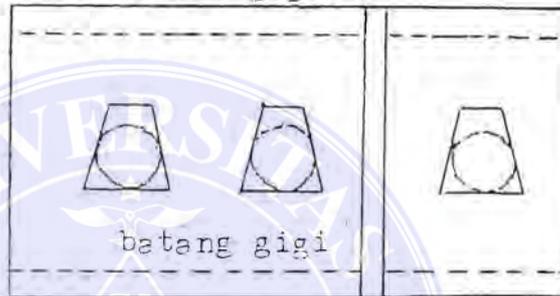
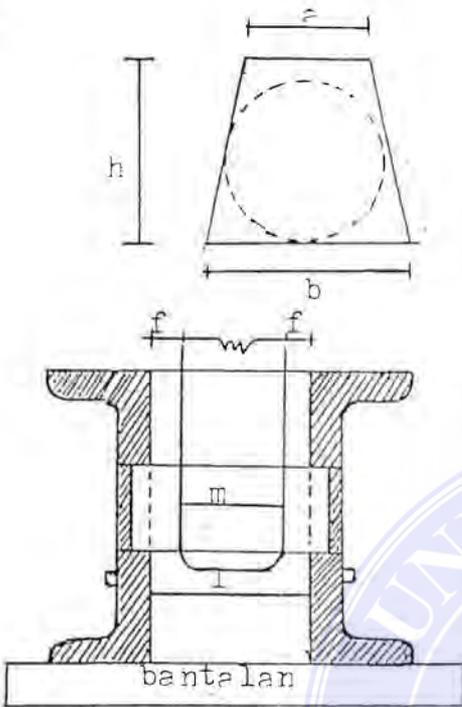
Untuk landai 40 % ini harus dipakai rel gigi.

Document Accepted 6/1/24

Access From (repository.uma.ac.id)6/1/24

Dimana :

- a = lebar permukaan gigi (29-36) mm.
- b = lebar alas gigi (40-55) mm.
- h = Tinggi gigi (32-46) mm.
- f = lebar celah antara gigi dan kepala rel (15) mm.
- l = jarak antara bidang propil.
- m = lebar gigi.



(Gbr. I.3) Rack rails sistem Reiggenbach.

I.5.5. Berdasarkan jumlah sepur.

I.5.5.1. Sepur tunggal (Single Track)

Pada perencanaan jalan kereta api yang baru maka jalan yang dipakai adalah sepur tunggal. Akan tetapi didalam setiap perencanaan jalan kereta api untuk pembebasan tanahnya harus diperhitungkan dua sepur.

Hal ini disebabkan bahwa pada setiap perencanaan harus memperhitungkan volume lalu lintas angkutan penumpang serta barang pada masa yang akan datang.

I.5.5.2. Sepur kembar (Double Track)

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

Apabila usaha-usaha untuk mengatasi vo

Document Accepted 6/1/24

lalu lintas angkutan penumpang -

Access From (repository.uma.ac.id)6/1/24

dan barang sudah dilakukan dengan cara-cara seperti :

- Mempercepat lajunya perjalanan kereta api.
- Menambah jumlah gerbong serta membangun jalan-jalan persilangan serta penyusulan.

Tetapi masih juga belum mampu mengatasi kelancaran angkutan, maka pembangunan jalan sepur kembar perlu dilakukan. Sepur kembar mempunyai kapasitas angkut jauh lebih besar dari pada menggunakan sepur tunggal.

I.5.6. Berdasarkan Traksi.

Berdasarkan traksi (penggerak) maka jalan kereta api dapat dikategorikan menurut jenisnya

I.5.6.1. Traksi hewan

Traksi ini dapat dikatakan sudah tidak ada lagi.

I.5.6.2. Traksi uap.

Traksi uap sampai sekarang masih ada dapat digunakan untuk lalu lintas jarak jauh dengan kecepatan tinggi.

Bahan bakar yang digunakan kayu, batu bara dan minyak. Prinsip kerja -

kereta api uap ini melalui pemanasan

air didalam ketel sampai menghasilkan uap bertekanan tinggi 8 \bar{a} 15 atm, bahkan bisa mencapai 20 atm.

Asap bakar akan melewati ruang api, pipa api dan ruang asap melalui corong-keluar uap menjalankan kerja mekanis-pada roda-roda penggerak.

Kerugiannya :

- a. Gerakan awal tidak dapat cepat
- b. Sewaktu berhenti terjadi kerugian-energi karena uap yang harus diper-tahankan tidak terpakai.

I.5.6.3. Traksi listrik

Traksi listrik dapat digolongkan trak-si motor sebab untuk menggerakkan ro-da-roda penggerak dipakai motor lis-trik. Listrik mempunyai peranan yang-sangat besar sekali, dalam hal ini di-perlukan aliran listrik berdaya 1500-volt hingga 3000 volt.

Keuntungannya :

- a. bergerak dan berhenti dapat dilaku-kan dengan waktu relatif singkat.
- b. Kecepatan rata-rata tinggi.
- c. Tidak ada hammer blow pada sepur

UNIVERSITAS MEDAN AREA d. Tidak ada gangguan asap atau api

e. Tidak ada kerugian energi pada waktu berhenti.

Kerugiannya :

a. Tergantung pada pusat tenaga listrik, bila listrik mati maka seluruh perusahaan tidak dapat berjalan.

b. Harus dibangun tiang-tiang untuk aliran listrik.

I.5.6.4. Traksi motor

Pada traksi motor ini dapat dibedakan atas 3 jenis :

a. Lokomotif Diesel Mekanis, roda-roda penggerak langsung digerakkan oleh motor diesel .

b. Lokomotif Diesel Elektris, motor-diesel merupakan suatu sentral sendiri, yang menggerakkan sebuah dinamo dimana aliran listriknya digunakan untuk menggerakkan motor listrik penggerak roda.

c. Lokomotif Diesel Hidrolis, motor-diesel digunakan untuk menyelenggarakan aliran minyak dan selanjutnya aliran minyak tersebut dipa

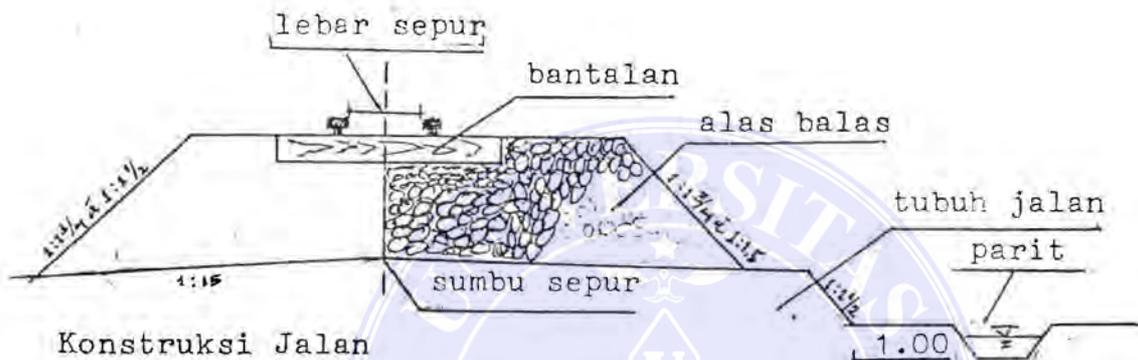
UNIVERSITAS MEDAN AREAakai untuk menggerakkan semacam tur

Keuntungan dari traksi motor ini :

- a. Bergerak dan berhenti dapat dilakukan dengan waktu yang relatif singkat.
- b. Kecepatan rata-rata tinggi
- c. Tidak ada hammer blow
- d. Tidak ada gangguan asap atau api
- e. Tidak ada kerugian energi pada waktu berhenti.
- f. Tidak memerlukan kelengkapan listrik yang mahal.

BAB II

BANGUNAN JALAN KERETA API

II.1. TUBUH JALAN

Bagian bawah (Sub Struktur) jalan kereta api terdiri dari tubuh jalan dan alas balas.

Secara umum yang menjadi masalah dan hal yang harus diperhitungkan dalam perencanaan bangunan jalan kereta api khususnya bangunan bawah adalah masalah pemadatan, stabilitas lereng serta galian timbunan. Tubuh jalan memikul beban atasnya dan meneruskannya kepada tanah dasar di bawahnya. Tanah yang dipakai harus memiliki sifat-sifat yang memenuhi syarat-syarat teknis, ini berarti harus dipelajari parameter-parameter kekuatan (modulus tegangan-regangan), modulus geser, sudut gesekan dalam dan lain-lainnya, indeks-indeks kompresibilitas (untuk deformasi/lendutan pampat), permeabilitas dan data volumetrik-gravimetrik-

si diatas didapat kapasitas daya dukung tanah (bearing capacity), settlement, tekanan-tekanan tanah dan tekanan pori.

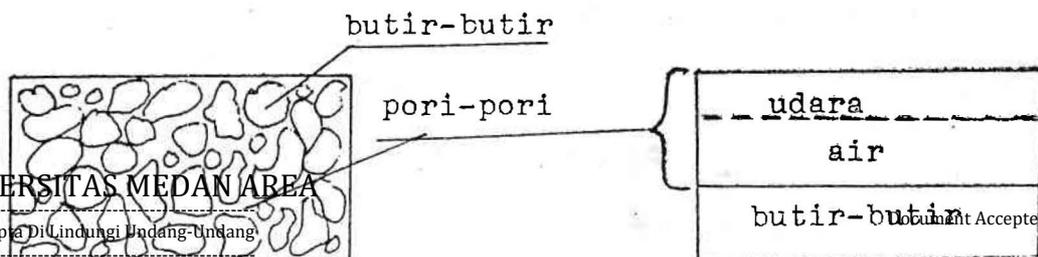
Tubuh jalan yang dibuat dari tanah yang baik dan memenuhi syarat yang ditentukan dapat tahan sangat lama tanpa mengalami deformasi (perubahan bangun) yang berarti. Tubuh jalan yang demikian itu banyak dijumpai dilintas jalur pegunungan, dimana pada umumnya memiliki tanah yang baik.

Pemadatan (compaction) pada tubuh jalan terjadi sebagai akibat menurunnya muka air tanah, pembebanan statis dan dinamis kereta api. Pemadatan didefinisikan sebagai proses merapatnya partikel-partikel tanah karena beban-beban dari atasnya.

Prosesnya ini dicapai dengan berkurangnya pori-pori udara tanah.

Sedangkan konsolidasi terjadi karena pembebanan yang terus menerus terjadi untuk waktu yang lama dan proses keluarnya air pori dari tanah yang jenuh air.

Tanah yang terdiri dari butir-butir tanah, udara dan air didalam rongga-rongga antara butirnya memadat karena meresapnya air kebawah. (Gbr.II.1)

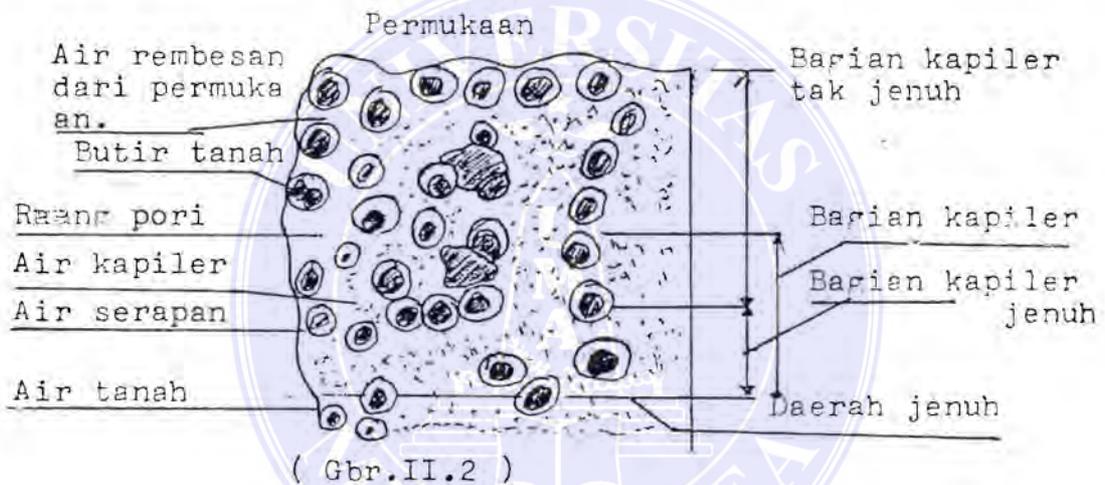


UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Dilindungi 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

Air yang terdapat didalam tanah dapat dibedakan atas air absorpsi yakni air yang diabsorpsi oleh permukaan butir-butir tanah, air kapiler yakni air yang tertahan dalam pori oleh tegangan permukaan. Dan air gravitasi yaitu air yang bergerak sepanjang pori - oleh gaya gravitasi (Gbr.II.2)



Air gravitasi yang mengalir didalam tanah disebabkan oleh energi sebagai berikut :

- a. Energi potensial yang disebabkan oleh posisi atau perbedaan tinggi
- b. Energi tekanan yang disebabkan oleh berat air atau tekanan lain.
- c. Energi kinetis yang disebabkan oleh kecepatan aliran.

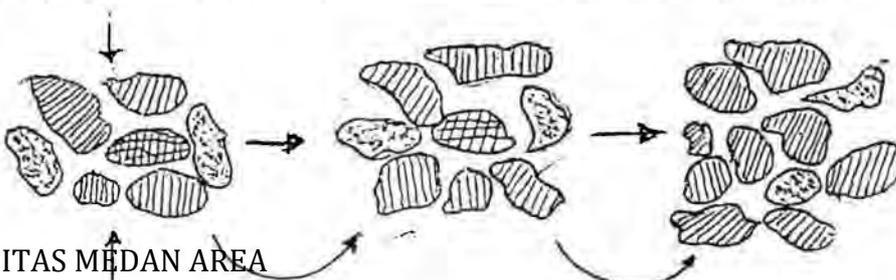
Meresapnya air menyebabkan turunnya muka air-tanahnya menjadi lebih kering, butir-butirnya menjadi lebih rapat.

Pemadatan akibat turunnya air didalam tanah biasanya hanya sedikit sekali dan tak berarti kecuali kalau susunan butir-butir tanahnya sangat lepas-lepas. Walaupun demikian oleh air hujan yang turun dapat menyebabkan muka air tanah naik untuk kemudian turun lagi yang akan menimbulkan terjadinya tekanan pengaliran vertikal pada setiap saat penurunan muka air tanah.

Hal ini akan menyebabkan besarnya tegangan butir dan tanahnya memadat

Karena beratnya kereta api tanahnya juga memadat. Bila beban yang bekerja pada tanah itu kecil maka deformasi itu terjadi tanpa penggeseran pada titik-titik sentuh antara butir-butir tanah yang terjadi memperlihatkan gejala yang elastis, sehingga bila beban ditiadakan, tanah akan kembali pada bentuk semula.

Beban luar yang besar mengakibatkan perubahan susunan butir-butir tanah. Deformasi ini disebut deformasi plastis karena bilamana beban ditiadakan tanah itu akan kembali pada bentuk semula (Gbr.II.3)



Air dalam pori pada tanah yang jenuh air, perlu dialirkan keluar supaya penyusutan pori itu sesuai dengan deformasi atau sesuai dengan perubahan struktur butir-butir. Permeabilitas tanah kohesif (tanah berbutir halus) lebih kecil dari permeabilitas tanah-pasiran maka pengaliran keluar air itu membutuhkan jangka waktu yang lama. Gejala ini disebut Konsolidasi. Oleh beban, tegangan didalam air itu bertambah besar dan menekan-nekan air keluar, mula-mula dengan cepat.

Dengan keluarnya air itu tegangannya menurun dan kecepatan mengalirnya air berkurang. Dengan berkurangnya air didalam pori-pori, tegangan efektif tekanan antara butir bertambah, butir-butirnya semakin rapat dan permukaan tanahnya menurun. (Gbr.II.4)



(Gbr.II.4)

Jalan kereta api menahan beban-beban vertikal-dinamis yang ditimbulkan oleh beban yang melaluinya dengan kecepatan tertentu. Beban itu berupa tekanan-tekanan terpusat dari roda-roda yang bergerak secara-beraturan. Berjalannya roda-roda itu disertai sentu-

sentuhan pada jalannya karena adanya sambungan -

sambungan rel dan cacat-cacat pada jalan.

Sentuhan-sentuhan itu menimbulkan getaran yang juga harus ditahan jalan. Tiap kali roda melewati sambungan rel, dia meloncat dari ujung rel yang satu ke ujung rel yang lain. Pada waktu roda meninggalkan ujung rel yang satu, roda itu sedikit turun karena di tempat lubang antara dua rel (yang disebut siarsambungan) tak ada yang mendukungnya ke arah vertikal. Karena itu roda membentur atau menendang pada ujung-rel lainnya,

Tendangan inilah yang menyebabkan sentuhan dan relnya bergetar. Tidak lurus dan tidak rata sepur juga menyebabkan sentuhan-sentuhan yang menimbulkan getaran impulse dari getaran menimbulkan getaran terpaksa (forced vibration) pada tubuh jalan dengan frekwensi aslinya (natural frekwensi).

Kalau frekwensi dari impuls tadi, yaitu f_i mendekati frekwensi asli f_o dari getaran tanahnya amplitudo getaran tanah itu.

Besarnya frekwensi asli tergantung pada jenis tanahnya, kepadatannya, basahnya dan susunan serta bentuk. Semakin padat tanahnya semakin besarnya f_o . Pada tanah yang berbutir kasar dan lepas-lepas seperti pasir efek dari getaran terasa sekali. Oleh getaran tadi susunan butir tanah menjadi lebih rapat, ta-

UNIVERSITAS MEDAN AREA

hannya menjadi dan menjadi lebih kompak, permukaan -

nya turun.
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 6/1/24

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)6/1/24

Turunnya permukaan tanah tergantung pada besarnya frekwensi dari implus f_i terhadap besarnya frekwensi asli f_0 dari tanahnya. Semakin besar f_i semakin banyak turunnya permukaan tanah. Frekwensi asli dapat dinaikkan dengan memperkaku tanah (pemadatan). Kalau f_i mendekati f_0 , turunnya tanah bertambah dengan cepat (daerah frekwensi kritis). Daerah kritis ini tampaknya berkisar antara 0,5 - 1,5 kali besarnya frekwensi asli f_0 .

Pemadatan tanah-tanah pasir akibat getaran lebih banyak daripada pendapatan tanah liat disebabkan oleh bekerjanya kohesi antara butir-butir tanah liat. Turunnya tanah liat karena pemadatan itu pada umumnya tidak menimbulkan bahaya.

Beban bergerak disertai sentuhan dan getaran yang serba keras sekali dan terjadi dari hari kehari secara berulang terus menerus itu menyebabkan perubahan-perubahan pada susunan dan kedudukan konstruksi yang menahannya yaitu jalan kereta api.

Setiap kali beban bergerak terjadi perubahan yang lama-lama membesar.

Kalau tubuh jalan dilalui kereta api sudah tentu tidak boleh memadat dan bergetar sedemikian sehingga menimbulkan bahaya.

Untuk konstruksinya harus diperhatikan daya penahan

UNIVERSITAS MEDAN AREA

tanahnya, juga dari tanah dasar bawahnya, sifat-sifat

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 6/1/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh karya ini dengan cara apa pun tanpa izin Universitas Medan Area

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

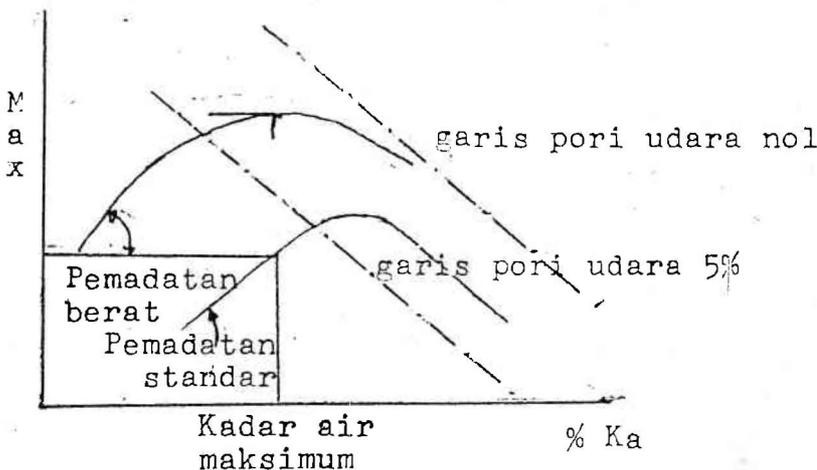
Access From (repository.uma.ac.id)6/1/24

Untuk membatasi pemadatan yang besar, tanah tubuh jalan dipadatkan terlebih dahulu. Kepadatan tanah tergantung banyaknya air yang dikandung didalamnya terhadap berat butir-butirnya.

Kepadatan yang terbesar didapatkan kalau banyaknya air itu mencapai derajat basah yang optimum (optimum-mixture content) ditandai dengan tercapainya berat volume yang terbesar.

Pemadatan tanah didefinisikan sebagai suatu proses merapatkan partikel-partikel tanah dengan cara mengurangi pori-pori udara. Adalah tidak mungkin untuk menghilangkan air dari pori-pori dengan pemadatan, akan tetapi penambahan air pada tanah yang sedikit lembab membantu pemadatan dengan mengurangi tarikan permukaan. Akan tetapi terdapat suatu kadar air yang optimum diatas mana tambahan air akan menyebabkan meningkatnya pori-pori. (Gbr.II.5.)

K
e
r
a
p
a
t
a
n



UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 6/1/24

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)6/1/24

Oleh pemadatan berat isi dan kekuatan tanah - itu meningkat sedangkan koefisien permeabilitasnya - berkurang. Kadar air optimum tidak boleh dispesifikasi karena keadaan-keadaan iklim harus diperhitungkan sama seperti kesulitan-kesulitan pengawasan kadar air secara teliti dilapangan. Adalah lebih umum untuk menspesifikasikan suatu kepadatan relatif dilapangan dimana :

$$\text{Kepadatan relatif} = \frac{\text{harga kerapatan kering dilapangan}}{\text{kerapatan kering maksimum proktor}} \times 100\%$$

Biasanya disyaratkan suatu kepadatan relatif sebesar 90 - 95 % akan tetapi ini dapat bergantung kepada pekerjaan dan tempat yang dipakai. Dalam pelaksanaannya ada berbagai mesin gilas rollers (sheepsfoot - atau pneumatic tyred), vibrator (rollers atau plate) atau rammers.

Biasanya tanah dipadatkan dalam lapisan-lapisan setebal 200 - 300 m dan akan dilakukan suatu pemeriksaan tetap untuk menjamin dimana pemadatan telah memuaskan.

Hal-hal yang perlu mendapat perhatian dalam pelaksanaan pemadatan tanah adalah :

1. Menghamparkan bahan secara merata dan tipis.
2. Bahan yang dihamparkan secara merata serta tipis-dapat dipadatkan dengan baik sehingga dapat mem-

UNIVERSITAS MEDAN AREA pengecil kemungkinan penurunan akibat konsolidasi

2. Mengatur kadar air bahan secara tepat
Bilamana kadar air itu tinggi maka harus diadakan pengukuran kadar air dengan pengeringan memakai - saringan-saringan (drainage)
3. Memilih mesin pemadat yang cocok untuk mendapat - kan pemadatan yang baik. Fungsi pemadatan dari me - sin pemadat adalah berbeda-beda sesuai dengan ma - sing-masing jenis mesin itu. Meskipun dengan me - sin yang sama, efek pemadatannya adalah berbeda, tergantung dari spesifikasi dan kapasitas alat - (ukuran, berat, tekanan ban, banyaknya vibrasi, ga - ya benturan, gaya penggetar serta mobilitasnya)
4. Menghindarkan lapangan pekerjaan dari penggena - ngan atau infiltrasi air hujan.

Umumnya pemadatan itu mengikuti gejala sebagai beri - kut :

1. Makin rendah kadar air optimum tanah itu, makin - berat isi kering (dry density) maksimumnya.
2. Makin baik gradasi dari tanah pasiran, makin ting - gi berat isi kering maksimumnya dan makin curam - grafik pemadatan yang diperoleh. Makin halus buti - ran tanah pasiran itu, makin rendah berat isi ke - ring maksimumnya dan makin landai grafik pemada - tannya.

3. Berat kering maksimum dari pasir adalah rendah, -
UNIVERSITAS MEDAN AREA

grafik pemadatannya adalah datar dan bila gradasi

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

nya buruk sering harga maksimumnya tidak rata.

4. Untuk tanah kohesif dari bahan vulkanis, berat - isi kering maksimumnya sangat rendah dan kadar - air optimumnya tinggi.

Pada uraian diatas dapat dipahami bahwa, pengertian yang mendalam dari karakteristik pemadatan pada pembuatan konstruksi dari bahan tanah adalah sangat penting bagi perencanaan dan pelaksanaan.

Pada sisi lain perubahan bangun pada jalan disebabkan oleh apa yang dinamakan kantong-kantong balas pada tubuh itu dimana lapisan balasnya retak-retaknya tubuh jalan pada lereng-lereng. (Gbr.II.6)



(Gbr.II.6)

Terjadinya kantong-kantong balas pada tubuh jalan ini disebabkan oleh:

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

Document Accepted 6/1/24

Access From (repository.uma.ac.id)6/1/24

oleh beban kereta api maka terjadi suatu balasan-amblas setempat.

Timbul disitu suatu ledok (shallow) setempat pada puncak tubuh jalan. Kemasukan air hujan kedalam permukaan ledok ini menjadi lembek dan oleh beban kereta api balasnya tertekan lebih kedalam lagi dengan mendesak tanah disampingnya dan sepurnya turun.

Proses ini berlangsung secara kontiniu dan komulatif serta tiap-tiap kali sepurnya turun memerlukan penambahan balas.

Demikianlah ledok itu semakin dalam dan merupakan kantong balas. Air didalam kantong balas itu tidak dapat cepat keluar dan meresap kedalam tubuh-jalan sehingga menimbulkan tekanan hydrostatis pada tanah sekelilingnya. Tekanan karena beban diatasnya memperbesar lagi tekanan ini dan tanah yang berada disamping suatu kantong semakin terdesak, lereng tubuh jalan kelihatan bergelembung, dan kalau tegangan geser tanahnya tidak dapat lagi mengimbangi tekanan itu tanah lerengnya terdesak dan terjadi longsor melalui suatu bidang geser kearah luar lereng.

2. Lapisan balas relatip tipis.

Karena lapisan balas terlalu tipis maka pembagian tegangan tanahnya tidak sama dan tidak merata. Kon

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 6/1/24

disini mengakibatkan puncak tubuh jalan ke arah

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)6/1/24

sumbu sepur menjadi bergelombang. Ditempat-tempat yang menderita tekanan lebih besar, puncak tubuh-jalan memadat lebih banyak. Tempat-tempat ini mengalami proses seperti yang telah diuraikan pada poin 1 dan disitu timbul kantong-kantong balas.

3. Daya penahan tanahnya tidak cukup besar.

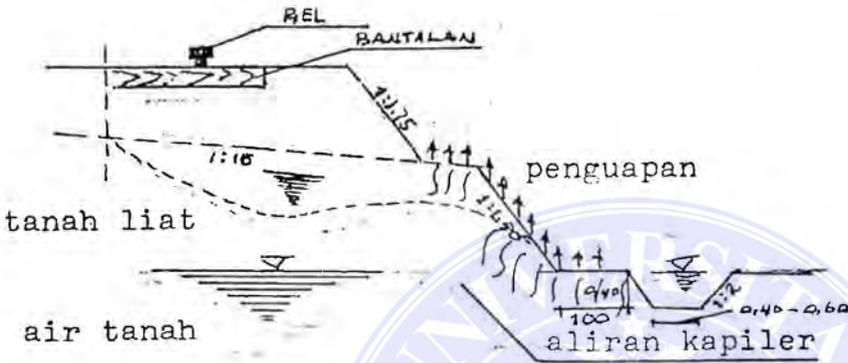
Karena berat sendiri dan beban kereta api akan timbul pemadatan yang tidak merata pada tanahnya dan mengakibatkan terjadinya kantong-kantong balas. Hal ini disebabkan karena daya penahan tanahnya tidak cukup besar.

Adanya kantong balas ini menyebabkan tidak kokohnya kedudukan sepur dan memerlukan perbaikan kedudukan sepurnya berulang-ulang. Kalau sepurnya sudah kering amblas dan memerlukan penambahan balas untuk mengikatnya kembali, ini menandakan bahwa kantong-kantong balas makin mendalam.

Kantong-kantong balas ini dapat diusahakan sekecil mungkin terjadi. Hal ini dapat dilakukan dengan cara yang umum yaitu dengan jalan pemadatan.

Dipihak lain perubahan bangun pada tubuh jalan ialah, retak-retaknya tubuh jalan pada lereng-lereng dan bagian-bagian yang tidak terlindung terhadap panas matahari di musim kemarau, karena banyak

nya kehilangan air oleh penguapan dan mengerasnya ta



(Gbr II.7) Retak-retak pada tubuh jalan

Lebar retak-retak sampai beberapa sentimeter dan semakin dalam serta bertambah sempit. Retak-retak itu menambah luasnya bidang penguapan sehingga tanah didalam tubuh jalannya juga mengering.

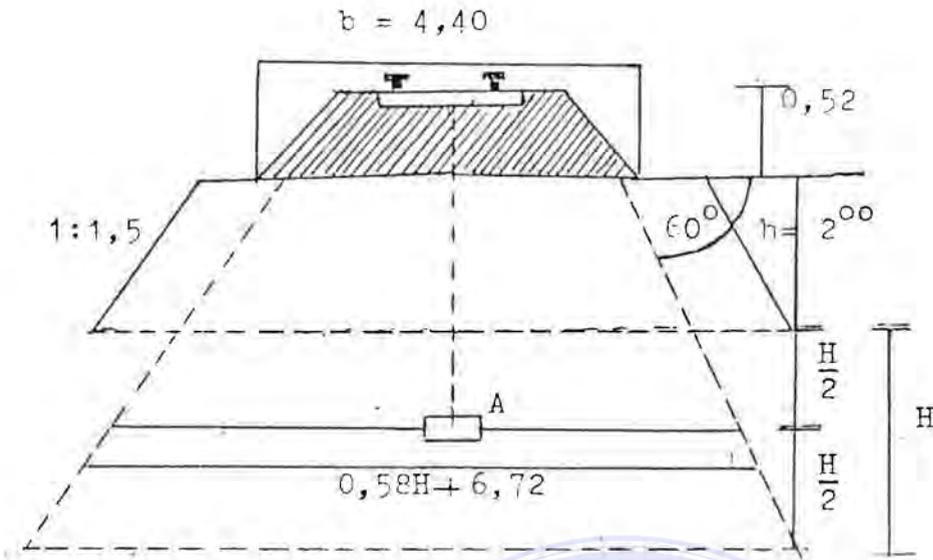
Getaran-getaran akibat beban bergerak menyebabkan retak-retak didalam tanah yang kering itu makin menjalar kedalam tubuh jalan, ada yang sampai beberapa meter dalamnya. Retak-retak itu menyebabkan tanahnya kehilangan kekuatan. Balas di atasnya menjadi tidak kokoh lagi kedudukannya, susunan butir-butirnya tidak lagi kompak.

Bila kereta api lewat maka butir-butir dapat bergerak terlepas-lepas dan seputuhnya mengalami kerusakan. Apabila hujan datang maka air hujan akan meresap masuk kedalam tubuh jalan melalui retak-retak tersebut Tanah mengalami pengembangan sehingga tanah akan bergeser. Geseran ini akan menyebabkan lagi perubahan kedudukan balas serta seputuhnya sehingga akan kita dapati lagi keadaan sepur yang semakin memburuk pada musim kemarau.

Retak-retak tersebut dapat diatasi dengan penanaman rumput-rumput pelindung lereng-lereng, memilih tanah tubuh jalan yang baik.

Masuknya bahan balas kedalam tubuh jalan dan tanah dasar (konsolidasi) karena tekanan badan dia-

nasnya sebagai ilustrasi dapat kita buat perhi-



(Gbr. II.8)

Penampang melintang tubuh jalan seperti gambar II.8 untuk menyederhanakan permasalahan diasumsikan sebagai berikut :

1. Penyebaran tekanan karena beban, berlangsung dengan sudut 60° terhadap horizontal.
2. Tanah dasarnya adalah tanah liat homogen dengan liquid limit 50 %, void ratio 1,9. Berat jenis tanah $\gamma = 1,6 \text{ t m}^3$.

Kecepatan kereta api $V = 60 \text{ km jam}$, berat kereta api $W = 8,75 \text{ t m}$.

*) Koefisien kejutan $= \varphi = 1 + \frac{v^2}{30.000} = 0,12$

-----> beban dinamis $= (W \cdot \varphi) + W$
 $= 8,75 \cdot 0,12 + 8,75$
 $= 9,80 \text{ t m}^3$

Pembebanan : - kereta api = $9,80 \text{ t m}^3$
 - sepur = $0,23 \text{ t m}^3$
 - balas = $1,62 \text{ t m}^3$

UNIVERSITAS MEDAN AREA total = $11,65 \text{ t m}^3$

$$*) S = \frac{C_c}{1 + e} \log \frac{p_o + \Delta p}{p_o}$$

Dimana : S = Jumlah akhir penurunan

Cc= Index pemampatan (compression index)

$$= \frac{\sigma_e}{\sigma (\log p)} ; e = \text{angka pori}$$

p_o= beban sebelum konsolidasi

Δp= penambahan beban konsolidasi karena adanya timbunan dan lainnya.

H = tebal dari lapisan

Menurut Terzaghi dan Peck (1967) Compression Index - (index pemampatan)

$$C_c = 0,009 (I_w - 10)$$

$$= 0,009 (50 - 10)$$

$$= 0,36.$$

$$P_o = H/2 \cdot 1,6 \text{ t/m}^2$$

$$= 0,8 \cdot H \text{ t/m}^2$$

Penambahan tekanan butir untuk titik A adalah :

$$\Delta P = 2 \cdot 1,6 + \frac{11,65}{\left[4,40 + 1,6 \left(H/2 + 2\right)\right]^2}$$

$$= 3,2 + \frac{11,65}{(6,72 + 0,58 \cdot H^2)} \text{ t/m}^2$$

Besarnya penurunan akhir S bila H = 20 m

$$S = \frac{C_c}{1 + e} \log \frac{p_o + \Delta p}{p_o} \cdot H$$

$$S = \frac{0,36}{1 + 1,9} \log \frac{0,8 \cdot H + 3,2 + \frac{11,65}{(6,72 + 0,58 \cdot H^2)}}{0,8 \cdot H} \cdot 20$$

$$= 0,12414 \log \frac{19,2347}{16} \cdot 20$$

$$= 0,17144 \text{ m}$$

$$= 17,144 \text{ cm}$$

UNIVERSITAS MEDAN AREA

*) Ditinjau Subarkah, JKA hal 122-123.

Document Accepted 6/1/24

© 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)6/1/24

Rate of Consolidation bila $T_v = 0,2$ untuk tingkat pemadatan sebesar 50 % dan $C_v = 5,4 \cdot 10^{-4}$

dimana; T_v = angka waktu

C_v = angka konsolidasi

$$\begin{aligned}
 *) \quad t &= \frac{t_v \cdot H^2}{C_v} \\
 &= \frac{0,2 \cdot 2000^2}{5,4 \cdot 10^{-4}} \\
 &= 82 \cdot 304,53 \text{ jam} \\
 &= 9,4 \text{ tahun}
 \end{aligned}$$

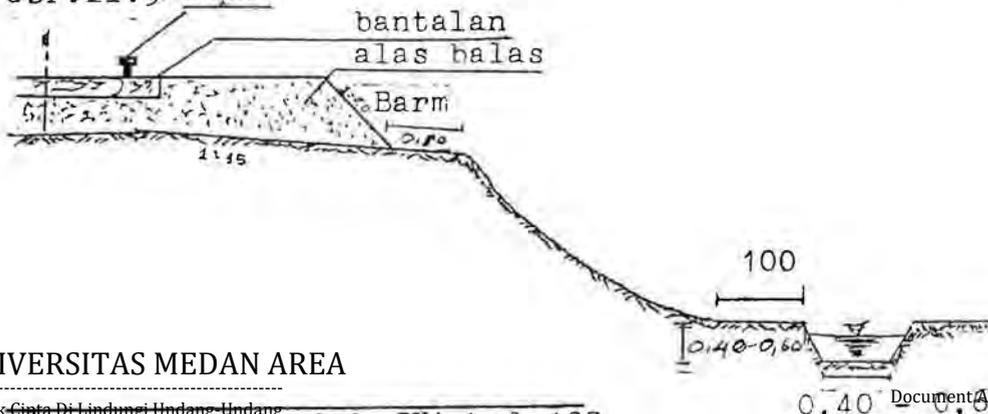
II.2. PARIT DAN PEMBUANGAN.

Dasar balas terdiri dari bahan yang mudah dilalui air, hal ini karena sepur harus selalu dalam keadaan kering.

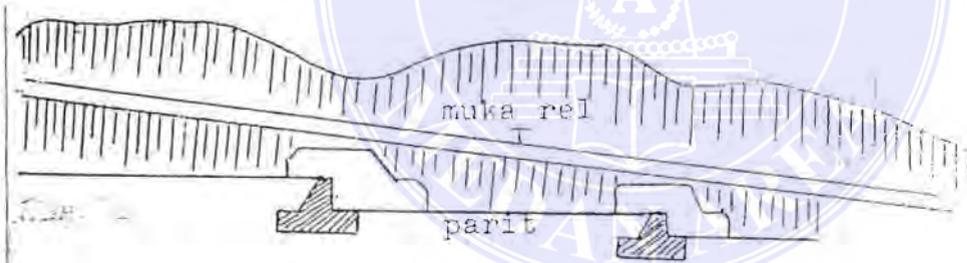
Air yang meresap didasar balas harus dialirkan melalui puncak tubuh jalan yang mempunyai kemiringan 1 : 20 \bar{a} 1 : 25 dan selanjutnya masuk dalam parit, pada kedua belah sisi jalan.

Lereng dasar parit dalam jurusan memanjang sepur adalah 1 : 400 \bar{a} 1 : 600. Antara tubuh jalan dan parit diadakan berm yang lebarnya 0,50 - 1,00 meter

Gbr.II.9. sepur



Semua parit dikiri kanan jalan kereta api harus sudah bersih dan dasarnya dibuat cukup miring supaya tak ada air yang berhenti/tergenang. Kalau tanahnya jelek dasar dan dinding selokan diberi lindungan dengan pasangan batu kosong supaya tidak tergerus. Jika jalan-kereta apinya menanjak, selokannya juga diberi lebih-curam dari yang biasanya. Supaya miringnya dasar selokan tidak terlalu curam dapat dibuat terjunan-terjunan di beberapa tempat. Di tempat terjunan, dasar dan dinding selalu dilindungi dengan pasangan batu bata. (Gbr.II.10)

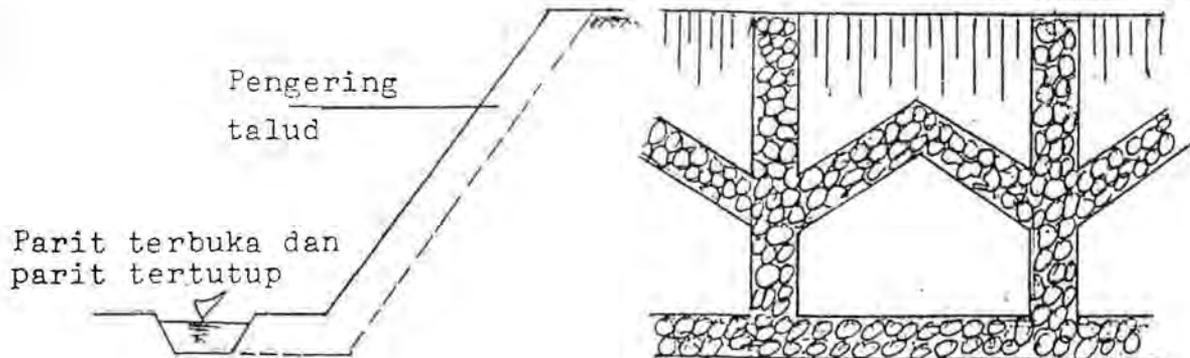


(Gbr. II. 10)

Pada penggalian yang mendatar maka parit itu dari tengah-tengahnya dimiringkan kedua belah jurusan. Dan agar supaya galian tanah dapat diperkecil maka jalan-kereta api tidak dibuat mendatar akan tetapi dibuat dengan kemiringan yang sama seperti parit dan pada tengah-tengahnya dibuat sebagian yang mendatar sepanjang

Pada talud yang relatif tinggi yang terbuat atau berada di tanah yang kurang baik seharusnya dilengkapi dengan pembuangan air agar air yang meresap ke dalamnya dapat dengan mudah dialirkan. Suatu pembuangan air (pengering talud) adalah suatu parit yang diisi dengan batu kali yang mana sebelum itu dindingnya dilapisi dengan ijuk untuk mencegah agar supaya bagian-bagian tanah yang halus-halus jangan sampai menutupi lubang-lubang yang terdapat diantara batu-batu kali itu. Selain untuk membuang air yang meresap, pengering-pengering talud juga berguna untuk memperkokoh talud.

(Gbr. II.11)



Pembuangan air ini bersambung dengan parit-parit pembuang air terbuka atau pada pembuangan air yang sejajar dengan sumbu jalan.

Berikut ini beberapa cara pembuangan air untuk talud.

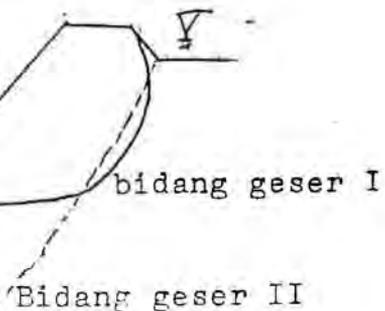
(Gbr. II. 12)



Untuk selalu dapat memeriksa pembuangan-pembuangan air maka pada tempat yang tertentu dibuat lubang-lubang pemeriksaan.

Untuk kondisi dimana permukaan tanah berlereng menurun menuju ketalud penggalian kadang-kadang perlu diadakan parit cavellier sejajar dengan sumbu jalan, agar supaya air dapat ditampung dan dialirkan melalui parit tersebut dan tidak mengalir ke talud penggalian.

(Gbr. II. 13)

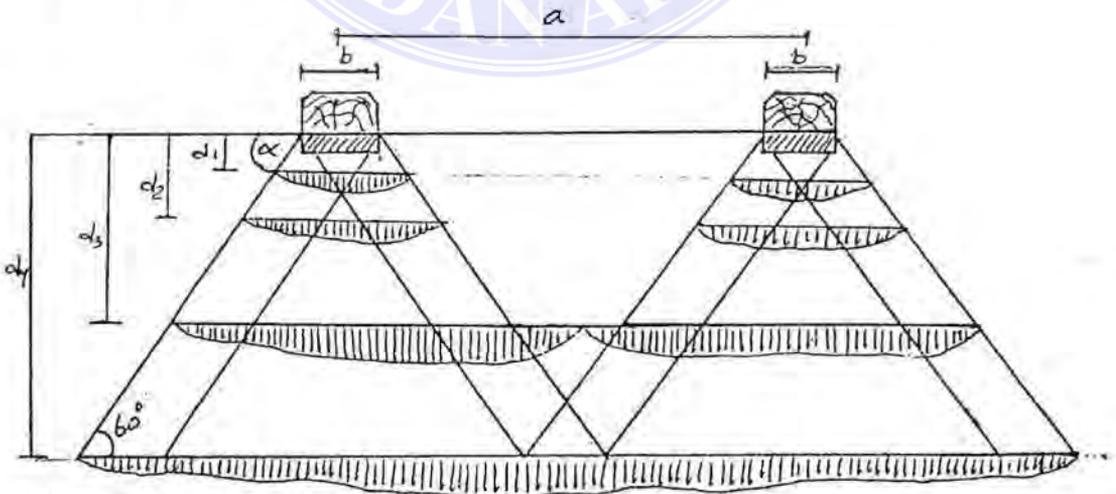


Dalam menggunakan cara ini hendaknya berhati-hati karena jika air dalam parit cavelier tidak dapat segera mengalir hilang, ada kemungkinan air itu meresap ke dalam tanah dan keluar pada talud yang dapat mengakibatkan longsor. Karena itu parit harus dibuat sejauh mungkin dari puncak talud.

II.3. ALAS BALAS

Diatas tubuh jalan ada selapisan pasir, kerikil atau kricak (crushed stone) yang berfungsi :

1. Mentransfer tekanan dari atas rel kepada tubuh jalan secara merata dan dengan luas bidang tekanan yang lebih besar, sehingga tekanan spesifik pada tubuh jalan menjadi kecil, tidak melampaui daya penahan dari tanah tubuh jalannya, beban disebarkan dari atas bantalan ke bawah melalui balas dengan sudut 60° . (Gbr. II. 14)



Keterangan Gambar:

a- Jarak antara sumbu kesumbu bantalan

2. Memberi kedudukan yang tetap serta kokoh pada sepur baik kearah memanjang maupun tegak lurus sumbu sepur.
3. Mengalirkan air secepat-cepatnya supaya bantalan - bantalan tetap kering dan tidak lekas lapuk atau rusak.
4. Untuk kelentingan jalan kereta api
Agar dasar balas berfungsi semaksimal mungkin dibutuhkan bahan-bahan balas yang :
 1. Homogen
 2. Elastis
 3. Cepat mengalirkan air
 4. Tahan terhadap iklim
 5. Akibat muatan tidak hancur

Material yang dapat memenuhi persyaratan diatas adalah pasir, kerikil, kricak (Crushed stone). Tanah biasa tidak dapat dan tidak dibolehkan dipakai sebagai dasar - balas. Karena tanah tidak kuat menahan beban dan umumnya mengandung liat yang menyimpan air. Yang paling baik adalah bahan kricak yang mempunyai bentuk runcing - sehingga butir-butir dapat saling berpegangan antara - satu dengan yang lainnya dan dasar balas teguh kedudukannya.

Kricak harus dipecah dari batu alam yang keras dan tidak boleh bercampur debu, remukan bata dan lain-lain.

UNIVERSITAS MEDAN AREA 2 - 6 cm

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 6/1/24

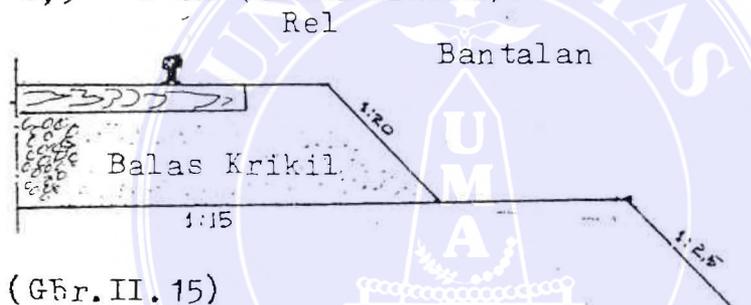
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

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

Access From (repository.uma.ac.id)6/1/24

Krikil sebagai dasar balas harus bebas dari bagian-bagian tanah liat dan tidak boleh mengandung pasir lebih dari 10 %

Kerikil sebaiknya diperoleh dari dasar sungai, krikil harus bersih dan juga keras. Karena bentuknya kebulatan maka krikil tidak dapat berpegangan satu sama lainnya, sehingga balas yang tersusun dari kerikil kurang teguh kedudukannya sebagai dasar balas. Besarnya antara 0,5 - 6 cm (balas krikil).



Pasir untuk balas halus bersih dan berbutir kasar, boleh tercampur krikil halus. Pasir bahan balas yang baik yaitu pasir yang didapat dari dasar sungai. Karena butir-butirnya mendekati halus maka dasar balas dari pasir ini pun kurang teguh kedudukannya, mudah bergeser dan mudah kabur pada saat kereta api lewat.

Jika dipakai bantalan besi sebaiknya pasir tidak digunakan sebagai balas, karena besi akan lebih cepat berkarat.

Pasir laut yang sudah mati boleh juga dipakai untuk balas jika dipakai bantalan kayu.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang Dasar Balas yang terbuat dari pasir harus membuat kura

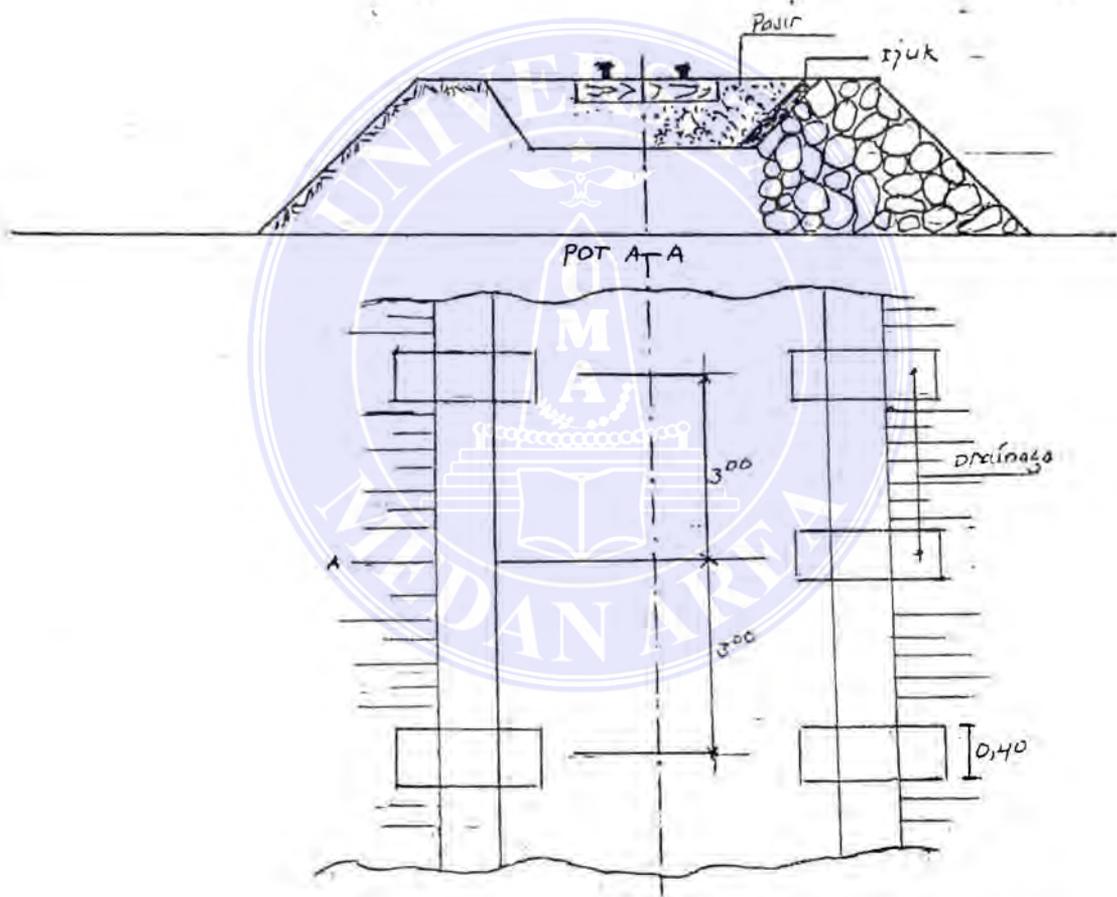
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

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

Document Accepted 6/1/24
Access From (repository.uma.ac.id)6/1/24

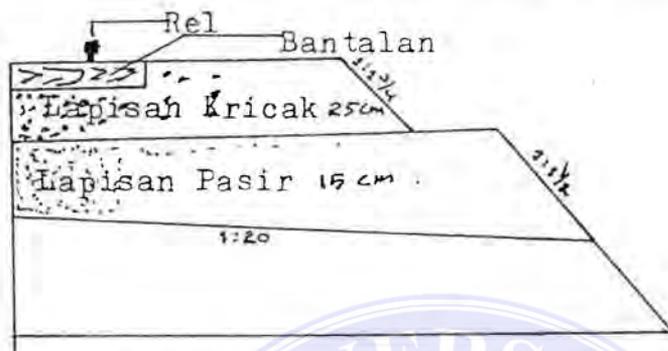
ngan-kurungan dengan tanggul tanggul misalnya tanggul - yang terbuat dari tanah, dan tetapi untuk pembuangan - airnya perlu dipasang drainage berisikan batu bata 0,40 meter, lebarnya dan berada berganti-ganti tiap-tiap 3 - meter. (Gbr. II.16)



Dan untuk mencegah tertiuap angin, balas pasir harus ditutup dengan satu sistem lapisan krikil kricak setebal 5 cm. Untuk jalan kereta api kelas I dibuat 2 lapisan . Lapisan bawah dibuat dari pasir, lapisan atas dari kri-

UNIVERSITAS MEDAN AREA ena krikil atau kricak relatif mahal bi

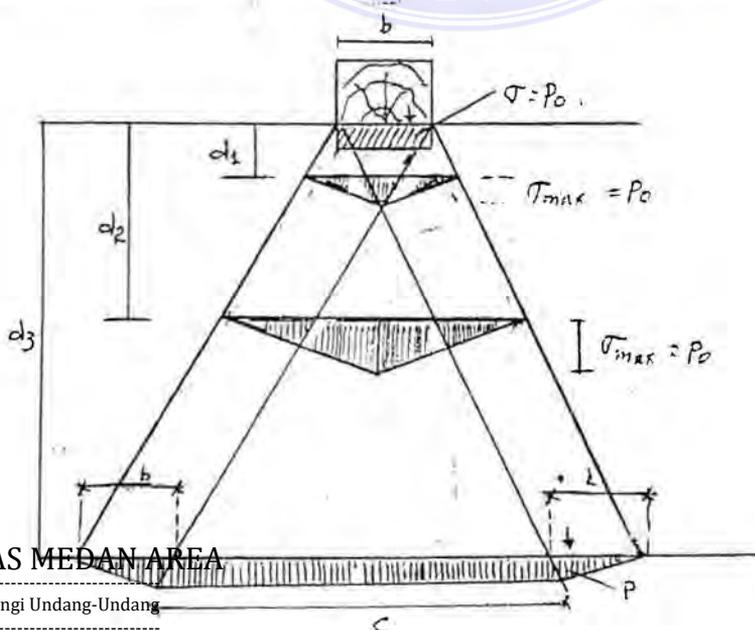
alas balas diambil paling sedikit 40 cm terdiri atas lapisan atas 25 cm dan lapisan bawah 15 cm. (Gbr.II.17)



Untuk jalan kereta api kelas II dipakai lapisan atas balas dari krikil atau pasir dengan tebal tergantung kepada :

1. Daya penahan tubuh jalan
2. Beratnya beban
3. Kecepatan kereta api
4. Jenis bahan balasnya

Felimpahan tekanan dari bantalan kepada tubuh jalan balas berlangsung menurut suatu kerucut (Gbr.II.18)



Langsung dibawah bantalan tekanannya merata sebesar p_0 kg/cm^2 . Tegangannya tetap sebesar p_0 kg/cm^2 sampai pada kedalaman d_2 cm.

$$\tan \alpha = \frac{d_2}{\frac{1}{2} b}$$

$$\begin{aligned} d_2 &= \frac{1}{2} b \tan \alpha && \text{-----} \text{ bila } b = 22 \\ &= \frac{1}{2} \cdot 22 \cdot \tan 60^\circ \\ &= 19,05 \text{ cm} \end{aligned}$$

Tegangan pada kedalaman d_3 adalah :

$$d_3 = \frac{P}{b + c} \text{ kg/cm}^2$$

dan untuk d_2 :

$$d_2 = P/b \text{ kg/cm}^2$$

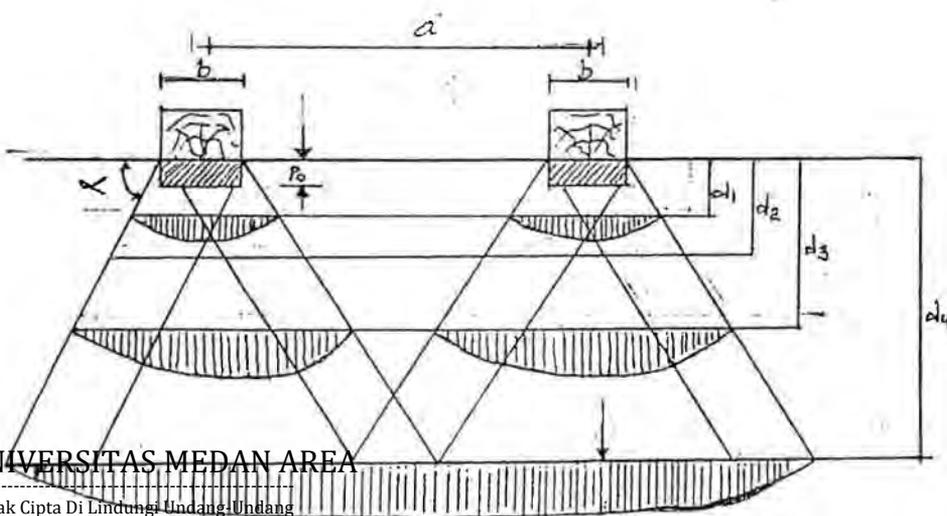
Karena gaya P yang tetap sama maka :

$$d_3 \cdot (b + c) = d_2 \cdot b$$

$$p \cdot (b + c) = P_0 \cdot b$$

$$p \cdot P_0 \cdot \frac{b}{b + c} \text{ kg/cm}^2$$

Untuk 2 bantalan (Gbr. II. 19)



$$\tan \alpha = \frac{d_4}{\frac{1}{2} \cdot a}$$

$$\begin{aligned} d_4 &= \frac{1}{2} \cdot a \cdot \tan \alpha \quad \text{-----} \quad a = 60 \text{ cm} \\ &= \frac{1}{2} \cdot 60 \cdot \tan 60^\circ \\ &= 51,96 \text{ cm} \end{aligned}$$

Dari hasil rumus untuk kondisi 1 bantalan :

$$\begin{aligned} p &= \frac{b}{a} \cdot P_0 \text{ kg/cm}^2 \\ &= \frac{22}{60} \cdot P_0 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Tegangan ini maksimum, dan ini tidak dapat dibuat lebih kecil lagi, oleh karena itu tidak berguna untuk membuat alas balas lebih tebal lagi. Tegangan maksimum balas adalah $2,3 \text{ kg/cm}^2$, sedang tekanan balas akibat tegangan berganti (fatigue) tidak boleh melebihi $2,1 \text{ kg/cm}^2$.

Balas dapat juga memadat oleh beban kereta api dan getaran-getaran yang dideritanya. Bubuk dari batu-batu dan kotoran yang ada didalam balas oleh getaran dan air hujan turun kebawah dan lapisan balas yang paling bawah semakin rapat.

Dibawah tekanan tinggi beban bergerak secara berulang-ulang dan berubah-ubah terjadi gesekan antara batu-batu sesamanya yang menyebabkan batu-batu membusuk. Proses ini berjalan dari hari ke hari sehingga lama kelamaan batu-batu semakin kecil dan lapisan balas memadat lagi.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

Kecepatan menipisnya balas tergantung kepada faktor

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 6/1/24

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

1. Passing tonage
2. Kecepatan kereta api (rata-rata)
3. Konstruksi kendaraan-kendernya
4. Kekuatan rel, semakin kaku semakin menghambat menipisnya balas
5. Kelentingan penambat rel pada bantalan.
6. Jarak antara bantalan-bantalan.
7. Bahan balas
8. Tebal balas
9. Sambungan rel, sentuhan-sentuhan pada sambungan - rel memperbesar percepatan getaran.

II.4. R E L

Rel berguna untuk memindahkan tekanan dari roda lokomotif atau kereta pengangkut ke atas bantalan, selain itu juga berfungsi sebagai penghantar (jalannya roda kereta api).

Tekanan yang disebabkan oleh tekanan roda lokomotif secara tegak lurus dan akibat tekanan angin- maupun oleh ayunan kereta api dapat menimbulkan momen lengkung dalam rel diantara bantalan. Oleh karena itu pada umumnya dipakai rel berbentuk I.

Dalam pemakaiannya rel dibagi dalam 2 jenis - yaitu :

II.4.1. Rel biasa

a. Rel Vignolle (Flat Bottom Rails)

UNIVERSITAS MEDAN AREA

Bentuk ini adalah yang paling banyak digu-

Document Accepted 6/1/24

© 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)6/1/24

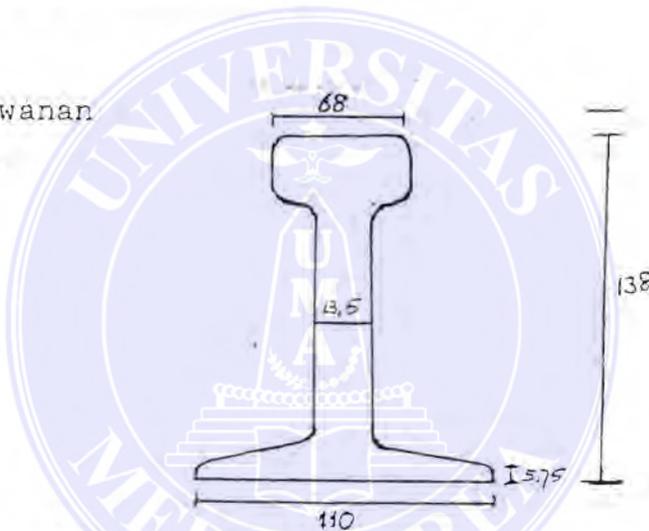
badan serta kaki. Kepala adalah bagian yang memberi jalan kereta api, badan berfungsi untuk menghubungkan kepala dan kaki serta kaki berbentuk agak lebar dan datar gunanya untuk memindahkan tekanan keatas suatu permukaan sebesar mungkin dan memberi stabilitas pada kedudukan rel

G = berat rel

W = momen perlawanan

$G = 46,52 \text{ kg/m}^1$

$W = 196,00 \text{ cm}^3$



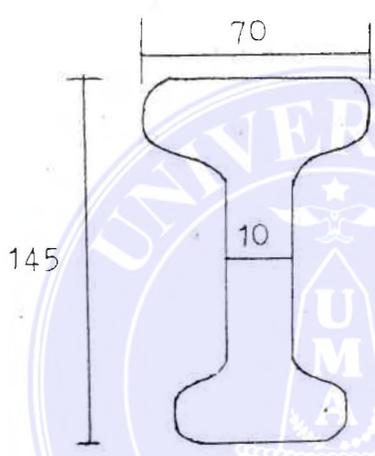
(Gbr. II.20)

Rel Vignolle (rel nomor 14)

b. Rel berkepala dua.

Jenis rel ini terutama dipergunakan di Inggris. Bentuk kepala dan kaki mula-mula sama-besar, dengan tujuan agar bisa dibalik apabila bagian atasnya telah aus. Tetapi dalam prakteknya ternyata bagian bawahnya menjadi cacat akibat tekanan ditempat perletakan sehingga keuntungan yang dimaksud tidak terca-

Walaupun demikian bentuk ini masih dipertahankan karena mudah mengkilasnya dan dapat dicapai mutu bahan yang tinggi. Bagian atasnya dibuat lebih berat dari bagian bawahnya yang disebut "buul head rails" (Gbr.II.21)

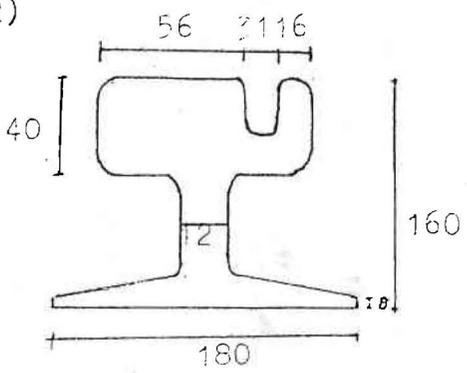


Rel berkepala dua

c. Rel beralur (grooved rails)

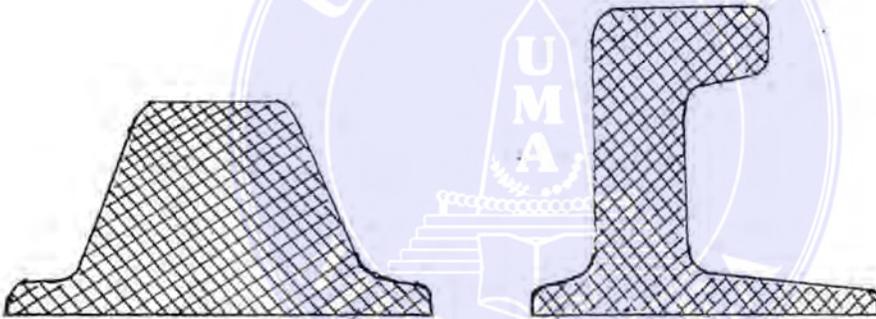
Digunakan khusus untuk pemasangan rel-rel pada jalan trem kota, jalan kereta dipelabuhan. Flens roda dapat berjalan dalam alur tersebut-tanpa merusak jalan biasa (jalan raya). Kaki - rel dibuat lebih besar dari pada rel vignolle.

(Gbr.II.22)



Untuk memasangnya pada jalan digunakan batang-batang penggandeng dari besi diantara-rel pada tiap-tiap 1,25 \bar{a} 2,50 m, guna menjaga kedudukan rel yang tetap dan lebar sepur yang diperlukan.

Selain dari pada itu masih terdapat profil rel yang menyimpang bentuknya misalnya bentuk profil topi dan profil vignolle yang diperberat sebelah, biasanya dipakai sebagai rel lidah pada konstruksi wesel.



(Gbr. II. 23)

Bahan rel harus cukup tahan terhadap aus tetapi harus juga cukup elastis, rel-rel harus bebas dari rengatan atau mengerisik. Selanjutnya dalam tulisan ini akan dibahas yang berhubungan dengan rel Vignolle.

Mula-mula kepalanya dibuat dari besi keras dan kakinya dibuat dari besi ulet. Kemudian digunakan baja

lumer yang bermartabat tinggi dengan kekuatan tarik da

ni 60 \bar{a} 70 kg/cm² dan ulur dari sedikit-dikitnya 16%

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

dengan komposisi kira-kira :

0,40 - 0,75 % C

0,60 - 0,95 % Mn

tidak lebih dari 0,05 % P

tidak lebih dari 0,05 % S

tidak lebih dari 0,4 % Si

dan sisanya Fe (murni)

Sedangkan menurut ASTM 204 - 70 komposisi sebagai berikut :

C : 0,72 - 0,93 %

Mn : 0,40 - 1,10 %

Si : 0,10 - 0,35 %

S : max 0,05 %

P : max 0,05 %

Sisanya Fe (murni)

Kerusakan rel terutama terhadap aus, selain itu juga mudah retak. Si dapat membuat bahan menjadi kuat terhadap aus dan juga sebagai bahan Desoxydasi akan tetapi jika terlalu banyak persentasenya akan menjadi rapuh.

Dengan menambah Carbon dapat mempertinggi daya tahan terhadap aus, sekarang banyak digunakan rel dengan 0,60 - 0,75 % (high carbon rails). P dan S mengurangi sifat rapuh, karena itu bahan P dan S hanya memberikan kerugian dan sedapat-dapatnya dihilangkan. Pada suatu rel disebut kepala, badan dan kakinya. Kepalanya mempunyai

UNIVERSITAS MEDAN AREA

Sebelum Diunduh Untuk Cetak

Document Accepted 6/1/24

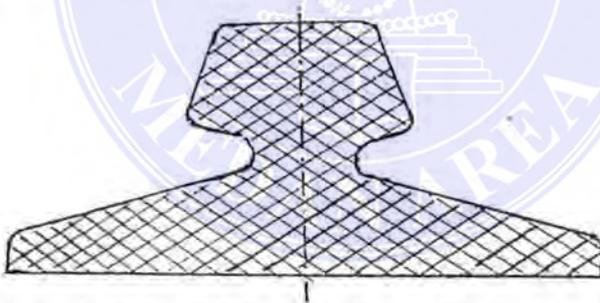
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

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

kasut roda. Jari-jari pembulatan sudut atas adalah 14mm dan jari-jari lingkaran tenggorokan kasut roda adalah 15 mm. Bidang-bidang atas kepala rel adalah 200 - 400mm Bidang-bidang samping dapat dibuat tegak atau serong, agar supaya bidang singgung dengan alat penghubung menjadi lebih bebas.

Tebal badan dipengaruhi oleh kemungkinan tertukunya rel karena muatan vertikal. Badan rel dibuat lebih tebal untuk memperbesar pertahanannya terhadap koro_{si}. Untuk tekanan yang istimewa besarnya, misalnya pada keran-keran, rel dibuat tebal dan pendek badannya. Perbandingan dan tinggi rel diambil 0,8 \bar{a} 0,9 di Amerika - mencapai 1,0 (Gbr.II.24)



Kaki rel dibuat lebih lebar supaya lebih stabil dan untuk memindahkan tekanan atas suatu permukaan sebesar mungkin akan tetapi sejauh digunakannya plat landas atau plat kursi untuk perletakan rel, maka lebar menjadi kurang pentingnya.

Kaki rel harus kuat pula menahan momen akibat reaksi bantalan. Dengan tekanan roda 7 ton, lebar kaki 105 mm dan lebar plat alas bawah rel 160 mm, maka tekanan dia-

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

... plat ada 42 kg/cm². Momen titik sejauh 3 cm dari

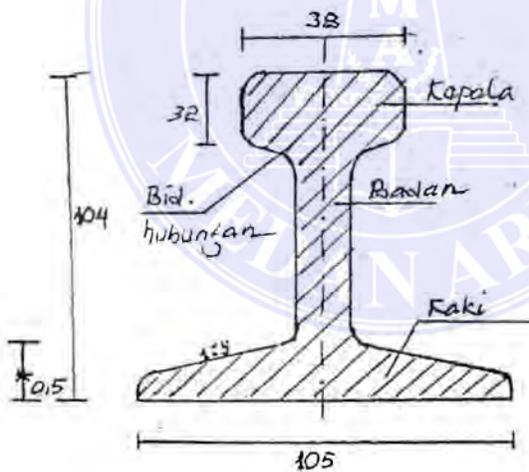
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

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

tepi lalu ada $3 \times 42 \times 1,5 = 189 \text{ kg/cm}^2$ tiap cm panjang Kalau yang diizinkan 600 kg/cm^2 maka $W = 0,32 \text{ cm}^3$; $h^2 = 6 \times 0,32 = 1,9$ atau $h = 1,4 \text{ cm}$ ($h =$ tebal kaki rel).

Jari-jari dari pojok-pojok antara badan dan kepala la rel serta antara badan dan kaki rel dibuat lebih besar, untuk mengurangi pembesaran tenaga. Peralihan antara kaki dan kepala sampai kebadannya diselesaikan dengan $1 : 2$ sampai $1 : 4$, ada baiknya dibuat lebih curam yaitu $1 : 2,75$ supaya plat-plat penyambung tidak lekas aus dan mengurangi tegangan yang timbul dalam kepala rel. Pada umumnya diambil kemiringan $1 : 4$ (Gbr.II.25)



Rel dibuat lebih tinggi maksudnya massa yang besar pada kepala dan kaki menambah momen perlawanan rel, jadi lebih kuat menahan momen pelengkungan. Panjang rel dipilih sedemikian luasnya, sehingga pada aus yang maksimal masih dapat memikul tekanan roda.

UNIVERSITAS MEDAN AREA rel dapat mencapai 15 a 20 tahun le

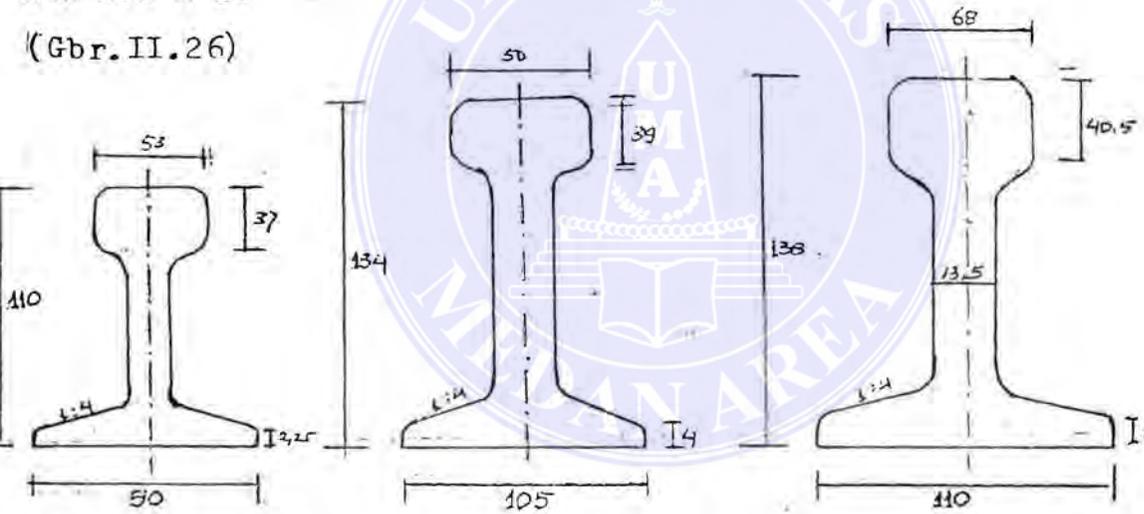
...h, malah ada yang mencapai 40 tahun lebih, di Indonesia kadang-kadang dapat mencapai 50 tahun, sementara di "London Under Ground" umur rel hanya beberapa bulan.

Umur rel sangat tergantung pada :

- Daerah atau keadaan setempat.
- Kepadatan lalu lintas (traffic volume)
- Bahan rel itu sendiri.

Berat rel-rel yang dinyatakan dalam kg/m di Inggris dalam lbs/yard. PJKA yang terkenal ialah rel R 14, rel R 3 dan rel R 2.

(Gbr. II.26)



Untuk jalan kelas II. Untuk jalan kelas I Untuk jalan kelas I

Rel baja no 2	Rel baja no 3	Rel baja no 14
Berat 25,75 kg/m'	Berat 33,4 kg/m'	Berat 41,52 kg/m'
Panjang - 6,80 m	Panjang = 11,90m	Panjang 13,60 m
- 10,20	- 13,60m	17,00 m
W = 10,70 cm ³	W = 154,00 cm ³	W = 196,00 cm ³
I = 528,00 cm ⁴	I = 1037,00 cm ⁴	I = 1360,00 cm ⁴
F = 32,30 cm ³	F = 42,50 cm ³	F = 53,10 cm ³

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

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

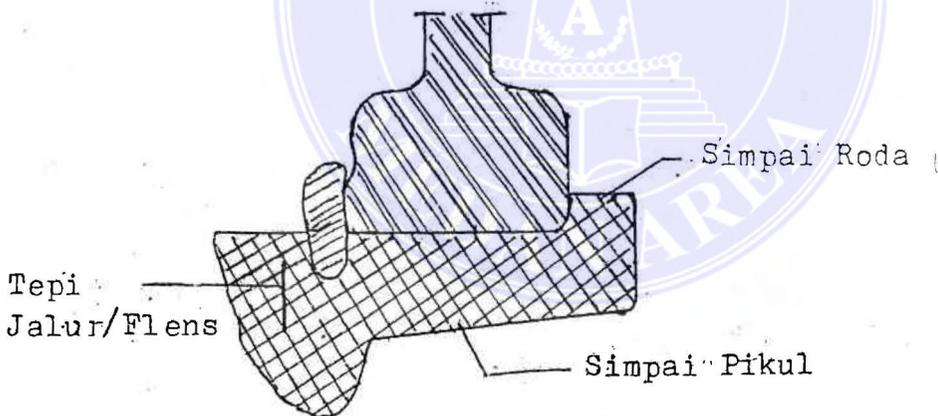
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

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

- Dimana :
- W = Momen perlawanan
 - I = Interia rel
 - F = luas penampang rel

(Gbr.II.28.)

Rel R 14 dan rel R 3 (Gbr.II.28 b,c) dipakai untuk jalan kereta api kelas I (kecepatan lebih dari 59 km/jam) dan rel R 2 (Gbr II.28 a) dipakai untuk jalan kereta api kelas II (kecepatan maksimum 59 km/jam) dan sepur-sepur - lainnya. Rel-rel tidak dipasang tegak lurus akan tetapi - diletakkan dengan kemiringan 20 : 1 diatas bantalan. Sua- tu roda kereta terdiri atas simpai roda dan suatu flens - (tepi jalur) yang dipergunakan untuk penghantar.



(Gbr.II.27)

Simpai pikul inilah yang dibuat dengan lereng 1 : 20 agar kepala rel jangan sampai menjadi aus yang tidak - merata maka rel-relnya juga harus dipasang dengan miring- 20 : 1.

Rel-rel yang sudah banyak aus terutama didalam - lengkung rel harus diganti. Ausnya rel terjadi pada muka- UNIVERSITAS MEDAN AREA

atas kepala (ausan vertikal) dan pada sisi dalam kepala -

(ausan melintang) juga pada bidang singgung antara kepala

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

rel dan plat penyambung pendukungnya. Selanjutnya beban rel yang berada didaerah lembab seperti didalam-terowongan.

Batasan ausan vertikal yang ditetapkan UIC adalah sebagai berikut :

GOLONGAN UIC	BATASAN AUSAN VERTIKAL DALAM UMUM	
	REL R. 3	REL R. 14
1 sampai 6	9 mm	14 mm
7 dan 8 dengan lalu lintas penumpang	9 mm	14 mm
7 dan 8 tanpa lalu lintas penumpang	10 mm	16 mm
9	10 mm	16 mm

Menurut UIC klasifikasi lintas jalan, yang memperhatikan volume lalu lintas jalan dan kondisi jalannya adalah sebagai berikut :

- Golongan : 1. $T_f > 120.000$
2. $120.000 \geq T_f > 85.000$
3. $85.000 \geq T_f > 50.000$
4. $50.000 \geq T_f > 28.000$
5. $28.000 \geq T_f > 14.000$
6. $14.000 \geq T_f > 7.000$
7. $7.000 \geq T_f > 3.500$
8. $3.500 \geq T_f > 1.500$
9. $1.500 \geq T_f$

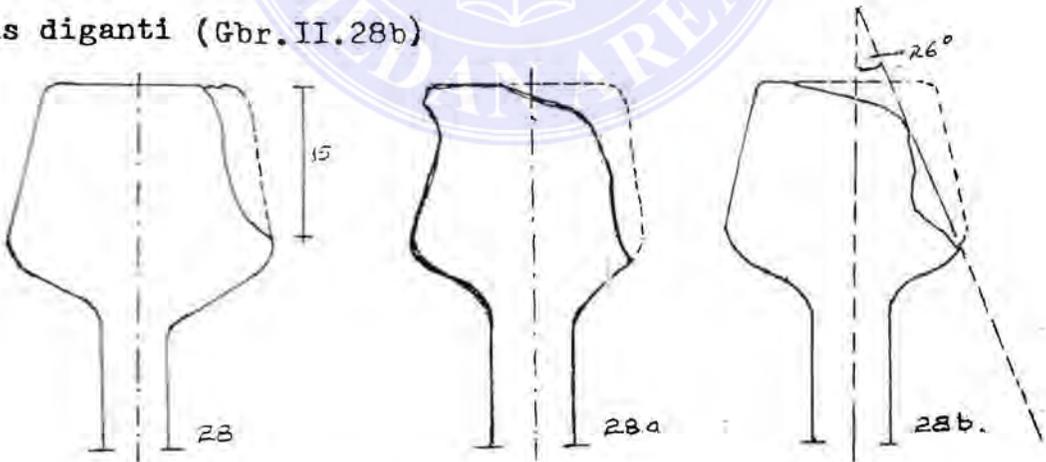
Dimana : T_f adalah, tonase fiktif

yang memperhitungkan tonase kereta api penumpang, tonase kereta api barang, tonase lokomotif, tekanan gandar kecepatan.

Apabila disamping ausan vertikal terjadi juga ausan melintang maka harga-harga batas tersebut diatas harus dikurangi dengan banyaknya ausan melintang. Besarnya ausan melintang diukur pada titik disisi dalam kepala rel 15 mm dibawah muka rel (Gbr.II.28).

Kalau ausan melintang pada kepala rel sampai pada buletan kepala rel yang bawah, maka rel harus diganti. (Gbr.II.28a).

Juga kalau garis lurus yang menyinggung sisi dalam kepala rel sudah aus melintang berbentuk sudut dengan sumbu vertikal relnya lebih besar dari 26° , rel harus diganti (Gbr.II.28b)



Kalau tebal badan rel berkurang lebih dari 3 mm, rel juga harus diganti. Selain itu juga rel ha-

rusus retak dan patah.

Patahnya rel disebabkan oleh :

- a. Susunan chemis yang kurang baik dari bahannya.
- b. Pendinginan yang salah sesudah dilindis
- c. Tegangan-tegangan yang terjadi berganti-ganti sehingga menyebabkan bahan menjadi lelah.
- d. Irisan berkurang karena karat, dan lain sebagainya

Di Indonesia panjang rel terdiri dari

rel R 2 panjang 6,80 m dan 10,20 m

rel R 3 panjang 11,90 m dan 13,60 m

rel R14 panjang 13,60 m dan 17,00 m

merupakan kelipatan dari 3,40 m, dengan maksud agar mudah pengantiannya.

Dalam lengkung panjang rel sebelah luar lebih panjang dari pada rel sebelah dalamnya. Jadi untuk busur dalam harus diambil rel-rel yang lebih pendek.

Untuk itu dikenal orang apa yang disebut dengan rel busur, yang kira-kira 1 % lebih pendek (masing-masing ; 6,25 : 10,125 ; 11,81 dan 13,50 m). Rel ini dapat dikenal dari bidang kepalanya yang dicat.

Sejak ditemukannya teknik pengelasan sekarang digunakan rel-rel yang lebih panjang.

Kerugian penggunaan rel panjang adalah :

- Pekerjaannya dilapangan makin berat, yaitu dalam pekerjaan penggantian rel atau perubahan alignemen sehingga diperlukan masih banyak pekerja.

- UNVERSIABAMEDANAREA pengangkutannya baik kendaraan -

Sedangkan keuntungannya adalah :

- penghematan dalam biaya pemeliharaan. Dengan membuat rel panjang ausan pada sepur dan kasut roda aki battumbukan-tumbukan dapat memperpanjang umur sepur.
- Penghematan dalam biaya konstruksi. Rel panjang dapat menghemat plat-plat penyambungan dan bantalan, dapat dicatat bahwa harga alat penyambung berikutnya 2 x dari biaya pengelasan.
- Berjalan tenang. Dengan sedikit sambungan-sambungan yang terdapat pada rel panjang, menyebabkan kereta api dapat berjalan lebih tenang dan suara berisik menjadi kurang, sehingga dengan kereta api berpergian lebih nikmat dan nyaman.

Di Indonesia rel dilas hingga panjang 40 - 50 meter, untuk ini pemuaian dan perpendekan masih belum menyulitkan.

2. Rel gigi (Rackrail ways)

Suatu lokomotif pada lereng bersudut α yang sama besarnya dengan sudut gesekan antara sel dan roda kereta, tidak lagi memberi kemungkinan pada lokomotif biasa yang disebut lokomotif adhesi untuk menarik rangkaian untuk lereng tersebut. Keadaan tersebut dapat dilihat sebagai berikut :

Konstruksi jalan bergigi ada 3 jenis yang terkenal :

1. Sistem Reiggenbach
2. Sistem abt
3. Sistem Stub.

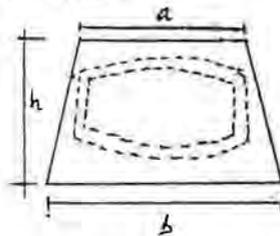
Di Indonesia digunakan sistem Riggenbach yang terdapat di Jawa Tengah, antara stasiun Gemawang dan Jambu dilintas dari Yogyakarta ke Ambarawa melalui Magelang.

Rel gigi disusun atas dua buah profil dan dihubungkan satu sama lain dengan gigi berbentuk trapesium yang dikelilingi dengan pada jarak beraturan. Untuk mencegah berputarnya gigi pada saat roda menekan dapat diatasi dengan memberi bentuk lubang-lubang di dalam badan profil dimana profil dipasang tidak bulat atau tidak bulat penuh, dan membuat ujung-ujung batang gigi cocok seteliti-telitinya dengan lubang-lubang tersebut. Adapun ukuran gigi beserta ujung-ujungnya adalah: (Gbr.II.30)

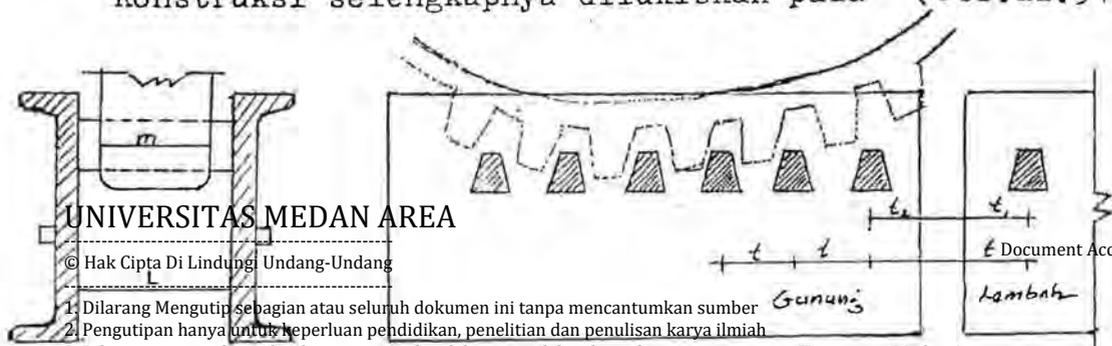
$$a = 29 \text{ \AA } 36 \text{ mm}$$

$$b = 40 \text{ \AA } 55 \text{ mm}$$

$$h = 32 \text{ \AA } 46 \text{ mm}$$



Konstruksi selengkapnya dilukiskan pada (Gbr.II.31)



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

Jarak 1 antara bidang profil tergantung pada lebar gigi (roda gigi) m dan pada kolongan-kolongan f yang diperlukan biasanya antara flens roda dan kepala rel - aus yang diizinkan pada flens roda dan kepala rel, juga dengan pelebaran sepur dalam lengkung pada jalan - rel gigi dibagi sama atas kedua kaki sepur, dan dengan kelonggaran-kelonggaran yang diizinkan pada lokomotifnya sendiri.

Biasanya diambil $f = 15$ mm. Untuk mencegah pelonggaran antara roda dan badan rel gigi, maka bagian-bagian dari sepur dan kereta yang aus harus diperhatikan tentang penggantian sesuai pada waktunya.

Tinggi H tergantung pada letak tinggi gigi rel sisi - atas batang rel, yang harus tepat sekali. Tinggi ini - adalah berubah-ubah dengan berpindahnya roda gigi.

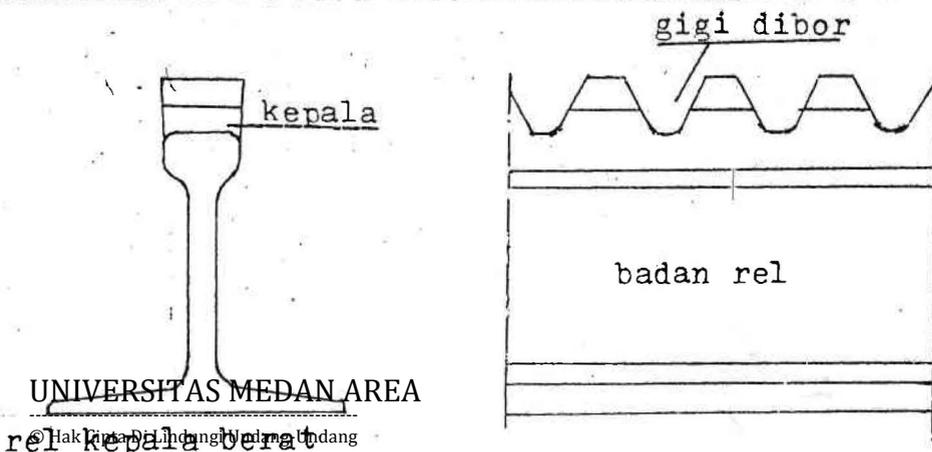
Dengan kelonggaran dan ausnya ban roda dan kepala rel dalam arah vertikal. Perpindahan dalam arah vertikal - tersebut tidak melampaui suatu harga maksimum tertentu misalnya 15 mm.

Jarak gigi t pada rel gigi harus sama pada seluruh panjangnya dan $t = 100 - 120$ mm. Disebelah gunung jarak - gigi terakhir hingga ujung batang dibuat lebih besar - dari pada disebelah lembah, agar supaya disitu lebih - banyak bahan sebagai pencegah penggeseran. Gaya yang - bekerja sejajar dengan sepur harus dialihkan dari ro - da ke kepala rel ini diteruskan pada ban

UNIVERSITAS MEDAN AREA
talan-bantalan yang terbuat dari baja.

- © 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

Untuk lengkung-lengkung, batang rel gigi yang semula dibuat lurus harus seluruhnya dibuat bengkok menurut jari-jari yang diperlukan dan ditempat ini didapati jarak antara gigi yang diperlukan sebagai cadangan, maka dianjurkan supaya bentuk lengkung semuanya digunakan jari-jari yang sama. Selanjutnya pelebaran sepur yang diperlukan dalam lengkung dipasang setengah kaki luar dan setengah dikaki dalam, sehingga rel-gigi selalu berada ditengah-tengah kedua batang rel. Karena frekwensi beban pada roda gigi banyak bedanya maka adalah sangat penting sekali digunakan perbandingan yang tepat antara bahan gigi roda serta rel. Perbandingan tersebut adalah untuk rel gigi kekuatan 36 - 44 kg/mm² pada 25 % perpanjangan, dan pada gigi roda kekuatan 70 - 75 kg/mm² pada 25 % perpanjangan. Sistem strub terdiri atas satu profil, semacam rel-dengan kepala berat, dan gigi dibuat dengan mengebor/menggergaji kepala tersebut (Gbr. II.32)



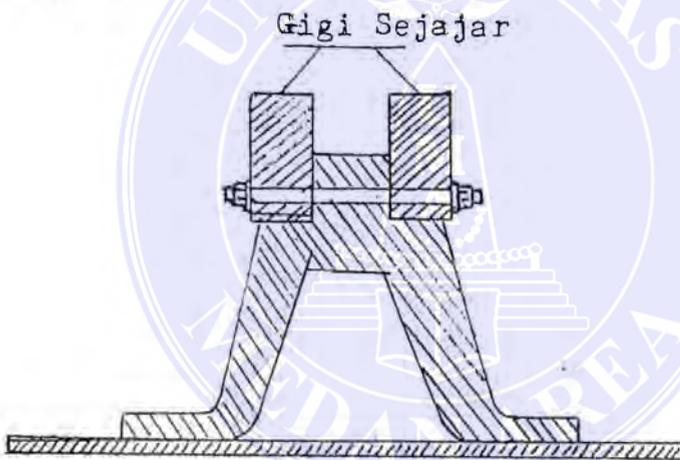
UNIVERSITAS MEDAN AREA
rel kepala berat

Document Accepted 6/1/24

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)6/1/24

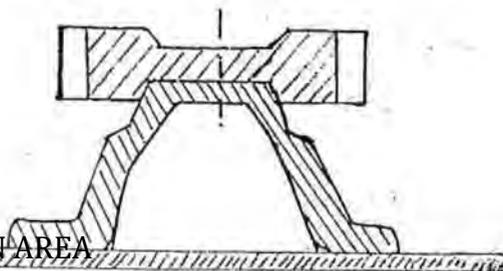
Bahan tersusun dari baja lunak berkekuatan 45 kg/mm^2 dengan perpanjangan 20 %. Batang dapat disambung dengan cara sederhana dan membengkokkannya untuk keperluan lengkung lengkung adalah lebih gampang.

Sedangkan sistem Abt batang dan roda mempunyai 2 baris sejajar, dan bergeser satu sama lain setengah atau sepertiga jalan mendaki, sehingga peralihan gaya dari roda ke batang dapat berlangsung lebih teratur. (Gbr. II.33)



Pada jalan rel gigi yang lerengnya sangat curam, maka Locher menggunakan rel gigi kembar yang berbaring letaknya dan cocok dengan dua roda gigi datar.

(Gbr. II.34)



Landai peralihan antara jalan adhesi dan jalan bergigi diberi jari-jari 1000 - 3000 m.

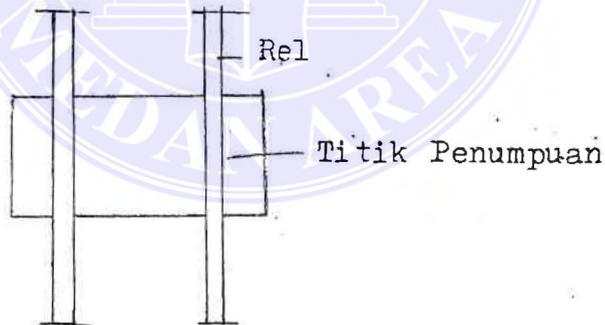
1.5. BANTALAN

Cara penyanggaan rel adalah sangat penting guna menetapkan tinggi dan lebar sepur.

Ada 3 macam cara penyanggaan tersebut yaitu :

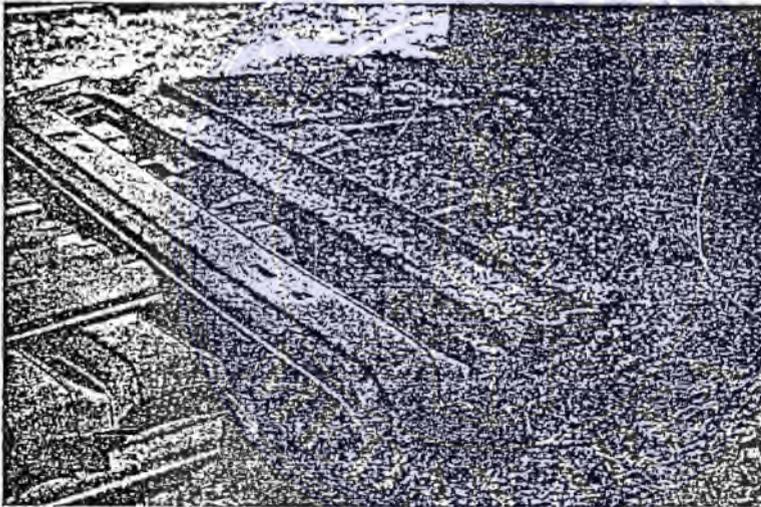
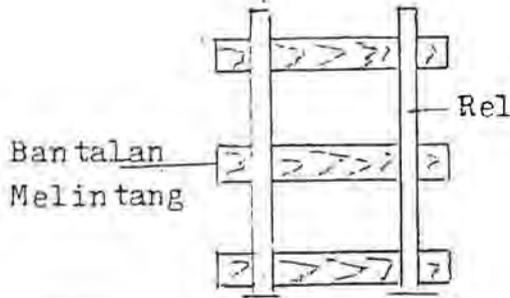
a. Pada titik penumpuan yang tersendiri.

Digunakan ditempat-tempat dimana tidak digunakan lapisan balas yang berfungsi sebagai pembagi tekanan seperti pada beberapa jenis jambatan, keberatannya ialah ; sambungan arah melintang tidak dapat dibuat dengan sempurna sehingga lebar jalan yang diinginkan susah dapat dijamin (Gbr.II.36 a).



b. Di atas bantalan melintang (geledar melintang).

Merupakan cara yang terbanyak dipakai dan digunakan bukan saja di Indonesia akan tetapi diseluruh dunia. (Gbr.II.36 b).



Bantalan besi.

Guna bantalan ini adalah :

- a. Meneruskan tekanan beban atas kepada alas balas.
- b. Menjamin kedudukan yang tetap bagi rel, sehingga lebar sepur tetap.
- c. Menjamin kokohnya kedudukan sepur didalam balas.

Bahan untuk bantalan ada 3 macam :

II.5.1. Bantalan kayu.

UNIVERSITAS MEDAN AREA Bantalan kayu harus cukup keras supaya paku-

harus mempunyai tahanan terhadap tekanan.

Keuntungan-keuntungan menggunakan bantalan kayu :

- Lebih murah dari bantalan besi
- Dapat digunakan untuk segala macam balas.
- Dapat segera mempunyai kedudukan teguh pada dasar balas.

Disamping itu terdapat juga kerugian-kerugian bila dibandingkan dengan bantalan besi, dimana :

- Mudah busuk dan terserang binatang (serangga).
- Mudah hancur akibat pengaruh mekanisme alat alat penambat pada lobang-lobang.
- Umur lebih pendek
- Membutuhkan lebih banyak biaya perawatan - akibat dari kurang teguhnya penambatan sehingga lebar sepur terlalu sering berubah ubah.

Jenis kayu yang dapat digunakan sebagai bantalan ; jati, meebau dan ulim. Yang tiga jenis ini dapat memenuhi persyaratan kekuatan serta keawetannya, dan ada di Indonesia.

Selain itu kayu Grenen yang diimport dari luar negeri sebagai kayu lunak yang telah dicam

pur dengan bahan pengawet (Creosoot), tetapi-
tubuh sekarang tidak lagi di import.

Kayu terbaik di dunia adalah kayu jati, banyak terdapat dipulau Jawa yaitu daerah Rembang, Madura dan Kediri, tergolong kayu bermutu terbaik karena tidak banyak menyusut, sehingga tidak mudah pecah.

Karena tumbuhnya didaerah yang mengandung kapur, seringkali didalam kayunya terdapat sarang sarang kapur.

Hal ini membuat alat-alat untuk mengerjakannya sering cepat rusak dan tumpul seperti; gergaji ketam dan sebagainya.

Di Indonesia kayu jati digolongkan didalam kelas tingkat pemakaian I, tingkat keawetan I, tingkat kekuatan II mempunyai berat jenis (BJ) = 0,67. Dengan tegangan-tegangan izin sebagai berikut :

$$\sigma_{lt} = 130 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{ds//} = \sigma_{tr//} = 110 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{ds\perp} = 30 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau = 15 \text{ kg/cm}^2$$

$$E = 100.000 \text{ kg/cm}^2$$

Kayu merbau dan kayu ulim yang sering juga disebut dengan kayu besi banyak terdapat di Kalimantan.

Kayu besi mempunyai sifat-sifat keras sekali, beratnya mudah retak dan sulit sekali me-

bang-lubang penambatan, selain itu setelah beberapa tahun kayu besi ini dipakai kadar asam yang dikandungnya akan tidak baik bagi kelangsungan alat-alat besi penambat rel, kayu dan besi tersebut akan menjadi satu mengakibatkan sukarnya, untuk mengikat dan melepaskan alat-alat penambatan tersebut.

Berhubung dengan itulah maka mutu kayu besi berada dibawah mutu kayu jati, namun sekarang jenis kayu besi ini sering digunakan karena harganya murah.

Kayu besi termasuk tingkat pemakaian I, kekuatan I serta tingkat kekuatan II, mempunyai berat jenis (BJ) 0,9 - 1,84.

Dengan tegangan izin :

$$\begin{aligned} \bar{\sigma}_{lt} &= 150 \text{ kg/cm}^2 \\ \bar{\sigma}_{ds//} &= tr// = 130 \text{ kg/cm}^2 \\ \bar{\sigma}_{ds\perp} &= 40 \text{ kg/cm}^2 \\ \tau_{//} &= 20 \text{ kg/cm}^2 \\ E &= 125.000 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Kayu jati dan kayu besi mempunyai suatu keunggulan yaitu tidak dimakan rayap.

Ukuran penampang bantalan ditentukan oleh :

Luas bidang bawah yang dibutuhkan untuk meminimalkan tekanan, penahan lentur yang diperlukan

UNIVERSITAS MEDAN AREA

dan konstruksi perletakan serta penambatan.

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 6/1/24

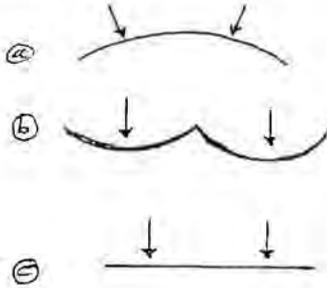
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mengemukakan sumber dan untuk ukuran

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)6/1/24

panjang dituliskan didalam gambar dibawah ini;
(Gbr.II.37)



- a. Bantalan terlalu pendek.
- b. Bantalan terlalu panjang.
- c. Bantalan yang se rasi panjangnya.

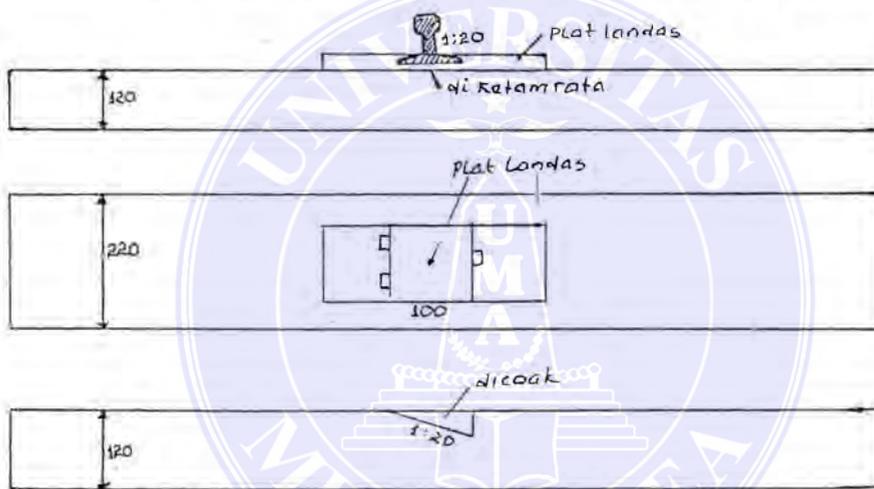
Bantalan yang terlalu pendek (Gbr.II.37a) lambat laun menjadi cembung, yang mengakibatkan sepur menjadi sempit dan stabilitas berkurang. Bantalan yang terlalu panjang menjadi cekung, mengakibatkan sepur melebar dan ujung-ujung bantalan terangkat dari alas balas (Gbr.II.37b). Bantalan yang baik adalah bantalan yang ukurannya dipilih sesuai panjangnya, akan tetapi terbangun datar, sehingga sudut kedudukan rel tidak banyak berubah (Gbr.II.37 c).

Di Eropah untuk lebar sepur 1435 mm menggunakan ukuran lebar bantalan 2,70 m x 0,15 m x 0,25 m dengan toleransi kurang 2 cm untuk lebarnya serta lebih 2 cm untuk tebalnya.

Kayu bantalan harus cukup tua, kering sekat dan tidak mengandung kayu muda serta tidak memuntir. Hanya sedikit pelengkungan disisi kiri

UNIVERSITAS MEDAN AREA dan sisi kanan yang diperbolehkan.

Di tempat perletakan rel tidak boleh ada cacat lubang cacing, retak-retak dan lain sebagainya Bantalan harus diketam rata bila memakai plat-landas, agar kedudukan rel serong 1 : 20 dibuat pada plat landas. Jika rel langsung diletakkan pada bantalan, maka bantalan harus dibericoakan 1 : 20 untuk kedudukan rel (Gbr.II.38).



Mengetam dan mencoakan bantalan dapat dilakukan dengan tangan maupun dengan mesin.

Bila dilakukan dengan mesin, mencoak dan mengebor lubang untuk penambat rel harus dilakukan bersama-sama, ditinjau dari segi ekonomisnya - pemasangan dan penggantian bantalan secara besar-besaran adalah ekonomis.

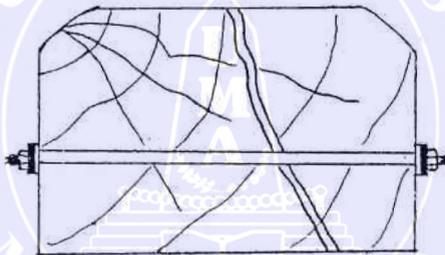
Lubang-lubang untuk paku rel biasanya dibor - hingga setengah bantalan, dan untuk tirpon se-

UNIVERSITAS MEDAN AREA - lubang bor tidak boleh terlalu sem-

baik terlalu longgar sehingga penambatan tidak kokoh.

Pekerjaan pengeboran pendahuluan biasanya dilakukan dengan tangan dengan memakai bor kecil.

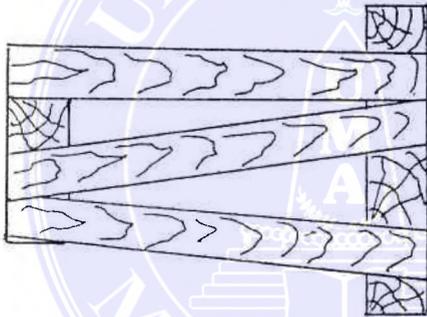
Pecahnya bantalan terutama terdapat pada ujungnya, untuk mengatasi hal tersebut dipasanglah baut atau skrup dekat ujung-ujung bantalan. (Gbr.II.38)



Bantalan jati dapat tahan 16 - 20 tahun atau lebih, kayu besi tahan 15 - 20 tahun. Ketahanan bantalan sangat tergantung pada kualitas kayu dan keadaan setempat. Kayu-kayu yang diawetkan dengan minyak creosot atau zat lainnya akan tahan lebih lama lagi, sehingga penggantian bantalan untuk tiap tahunnya meliputi jumlah 5 - 7 %. Yang perlu diperhatikan selain itu, umur bantalan tergantung juga pada kepadatan lalu lintas, kon-

Mengawatkan kayu lebih dari jangka waktu hingga tidak dapat dipergunakan lagi, karena kerusakan teknis adalah tidak perlu, sebab bantalan telah hancur sebelum masa pengawetannya habis, sehingga hanya merugikan dan tidak ekonomis.

Ditempat-tempat penimbunan kayu, penjagaan dalam keadaan kering harus disimpan sedemikian-rupa sehingga cukup udara masuk (Gbr.II.39).



II.5.2. Bantalan besi

Bantalan besi belum banyak digunakan. Di Jerman digunakan 30 %, di Swiss 50 % dari jumlah bantalan.

Di Indonesia Penggunaan bantalan besi masih sangat terbatas, hal ini disebabkan beberapa faktor yang merugikan antara lain :

- Harganya mahal, apalagi di Indonesia belum dapat memproduksi sendiri, sehingga memerlukan devisa. Tidak dapat digunakan bila bantalan kurang baik, umum balas pasir.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Tidak dapat digunakan didaerah pantai dima-

Document Accepted 6/1/24

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

na udara mengandung garam sehingga mengakibatkan lekas berkarat.

- Jika dikereta atau digerbong keluar rel (de raillement) maka bantalan menjadi rusak ter timpa roda dan tertekuk, sehingga sepur ber ubah (dipersempit) dan tidak bisa dilurus kan kembali dengan baik maka bantalan harus diganti.
- Jalannya kereta api kurang tenang dalam ke cepatan tinggi.
- Dibutuhkan lebih banyak plat-plat kalem atau plat-plat landas pada lengkung dan me masukkan, memadatkan kelas dibawah bantalan lebih sukar.

Pada daerah alas balas yang baik (alas pasir) penggunaan bantalan besi lebih banyak keuntu ngannya yaitu :

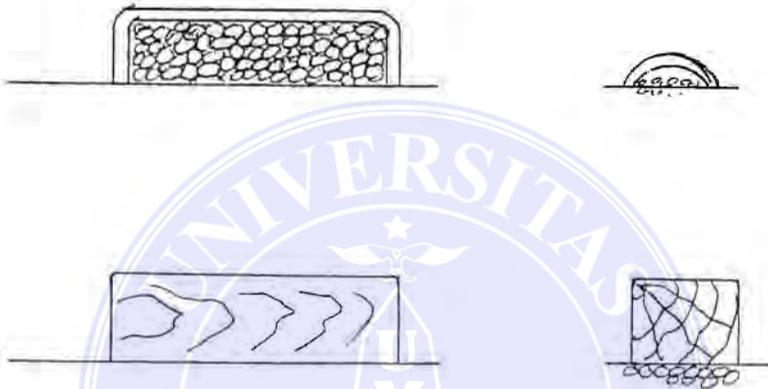
- Umur lebih panjang, lebih 2 kali umur kayu.
- Penambatan rel dapat sederhana dan kokoh.
- Perubahan kedudukan sepur baik kearah melin tang maupun kearah memanjang tidak muda.
- Besi tua dapat dijual

Untuk menjaga agar bantalan tidak dapat berge ser dan berputar didalam balas akibat berja lannya kereta api maka sisinya dibuat mencek ram (berbentuk palung), sehingga balas tidak

UNIVERSITAS MEDAN AREA

dapat keluar dan tidak dapat menggeser kearah

siku-siku pada sumbu sepur. Jika digunakan balas batu pecah dan setelah kedudukannya menjadi kokoh mencapai koefisien-koefisien geseran antara balas lebih besar, sehingga tidak membutuhkan pemeliharaan yang banyak (Gbr.II.40)



Kadang-kadang tepi atas diperkuat dengan tulang-tulang yang berguna untuk menetapkan kedudukan plat landas. Bantalan besi biasanya agak pendek dan bantalan besi cepat berkarat maka alas balas harus mengalirkan air (tetap-kering) misalnya alas kerikil atau alas kri - cak. Batu-batunya harus cukup keras supaya tidak mudah hancur oleh besi.

Apabila dipasang plat-plat alas bawah diantara rel dan bantalan, maka bantalan boleh rata. Apabila tidak dipergunakan maka ditempatnya - diberi bidang-bidang pikul dengan berlereng -

1 : 20

II.5.3. Bantalan beton bertulang.

Oleh sebab bantalan beton bertulang lebih berat di banding bantalan kayu dan bantalan besi, maka penggunaannya pada konstruksi jalan kereta api modern lebih menguntungkan pada segi penghematannya dan dapat memperbesar kekokohnya kedudukan dan kekuatan sepur.

Kemungkinan lain yang diperoleh adalah penggunaannya akan lebih sedikit dan memungkinkan pemakaian rel-rel panjang (100 m atau lebih). Kesulitan yang didapat yaitu cara perletakan dan penambatan relnya pada bantalan. Getaran-getaran berfrekwensi tinggi didalam rel yang ditimbulkan kereta api berkecepatan tinggi, mudah merusak permukaan beton. Bantalan yang harus menahan beban lentur dan beban geser, tidak dapat menahan beban tarik akibat dari beban lentur dan beban geser tersebut.

Karena itu bantalan beton harus diberi penulangan ditempat-tempat terjadinya tegangan tarik hal ini bila ditinjau dari segi harganya sudah tidak ekonomis lagi karena dibutuhkan tulangan besi sedemikian banyaknya. Akibat muatan dinamis tadi pada bantalan didaerah tarik akan mengalami keretakan-keretakan halus,

UNIVERSITAS MEDAN AREA tidak nampak retak ini membuka dan -

suk didalamnya akan berakibat tulangan besi menjadi berkarat, dengan demikian usian bantalan beton akan menjadi lebih pendek.

Untuk mengatasi kesulitan diatas, maka sekarang dipergunakan apa yang disebut "BETON PRA TEGANG" (prestressed). Untuk itu bantalan beton diperlengkapi dengan kawat-kawat yang terbuat dari baja dimana dapat memberikan prategang sebesar 20 - 40 ton.

Keuntungan yang didapat ialah ; bahwa kawat-kawat baja yang digunakan jauh lebih murah dari pada tulangan besi yang harus cukup banyaknya. Selanjutnya super posisi pratekan dan tegangan tarik akibat beban muatan menghasilkan tegangan tarik yang besarnya tidak membahayakan lagi. Yang penting pula bahwa gaya prategang yang diberikan kawat kawat tetap tidak berubah untuk bertahun-tahun lamanya setelah tercapai apa yang disebut tegangan FASA FINAL.

II.6. Wesel

Umum

Wesel adalah merupakan hubungan antara konstursi jalan kereta api yang berfungsi sebagai penghubung antara dua sepur.

Bagian-bagian terpenting dalam suatu wesel adalah :

a. Rel lidah

Berfungsi sebagai pengerah wesel

Rel lidah dapat berputar pada apa yang disebut dengan akar lidah. Ujung-ujung lidah itu dapat digerakkan dan mengadakan hubungan pada jalan-kereta lurus atau bengkok.

b. Rel tumbuk atau rel lantak

Berfungsi sebagai sandaran rel lidah

Tekanan yang disebabkan oleh rel lidah akan ditahan oleh rel tumbuk dan rel lantak ini.

c. Pancung

Pancung adalah suatu konstruksi yang diperlukan untuk bersilangnya kedua rel dalam dari wesel.

Jarum pancung dan dua buah sayap serta dua buah rel paksa termasuk bagian dari rel pancung

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 6/1/24

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)6/1/24

d. Lengkung wesel.

Adalah konstruksi wesel yang melengkung sejak dari akar lidah hingga ke pancung

e. Bantalan wesel

Konstruksi bantalan pada wesel sama saja dengan konstruksi bantalan pada rel biasa. Hanya untuk panjangnya tidak sama, semakin kebelakang bantalan wesel semakin panjang.

f. Pembalik wesel

Pembalik wesel adalah suatu tongkat pengungkit pada konstruksi wesel yang berfungsi sebagai pengarah wesel, sehingga terjadi hubungan antara sepur yang satu dengan sepur yang lainnya.

Wesel yang kita sebut dengan wesel kanan adalah apabila kita berdiri disekat lidah dengan menghadapi keujung pancung dan wesel tersebut mengarah kekanan atau sebaliknya bila mengarah ke kiri disebut wesel kiri.

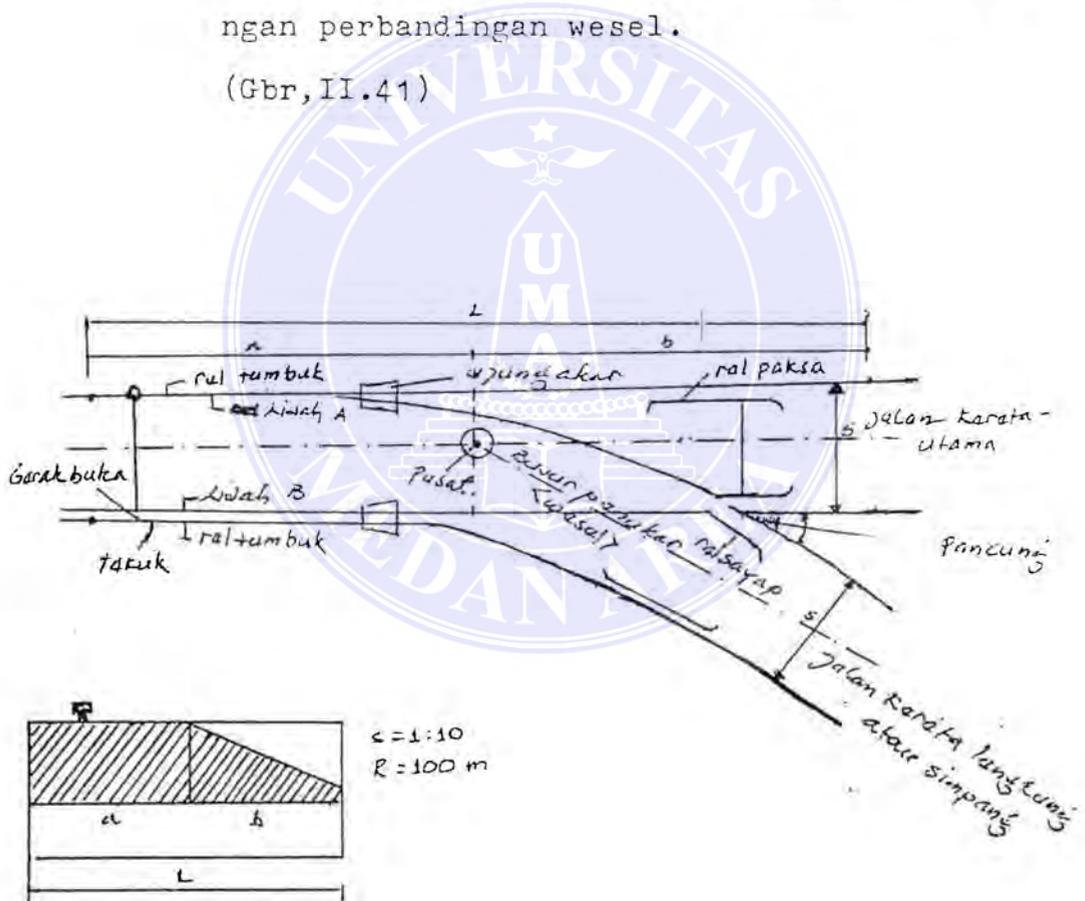
Permulaan wesel adalah sambungan rel terbuka dengan ujung-ujung lidah, dan akhir wesel adalah bagian belakang dari ujung

pancung

Panjang wesel adalah jarak antara permulaan sampai kepada akhir wesel. Sudut (sudut simpang) adalah sudut pada wesel yang terletak diantara sumbu sepur yang lurus dan melengkung .

Biasanya sudut simpang dinyatakan besarnya dengan suatu perbandingan, disebut juga dengan perbandingan wesel.

(Gbr, II.41)



Perbandingan wesel adalah perbandingan antara jarak sumbu simpang wesel ke sumbu sepur.

Biasanya perbandingan ini antara 1 : 7 s/d 1 : 14 , yang terbanyak adalah 1 : 7. Jari-jari dari busur wesel adalah hasil dari perbandingan wesel.

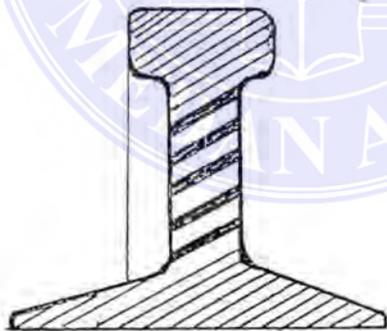
Misalnya : bila sudut = 1 : 14 jari-jari busurnya - bisa saja lebih kecil dari pada jari-jari busur wesel 1 : 7.

Menurut peraturan PJKA jari-jari minimum = 150 m.

Konstruksi :

A. Gerakan lidah

Konstruksi rel tumbuk biasanya diambil profil yang biasa atau profil yang berat sebelah (Gbr . II.42)



Sambungan antara rel lidah dengan rel tumbuk terdapat sekitar 0,90 meter sebelum ujung-ujung lidah.

Apabila rel lidah digeser oleh pembalik wesel, maka akan terjadi pemisahan antara lidah dengan rel tumbuk.

Jika lidah yang satu menyambung maka lidah -

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 6/1/24

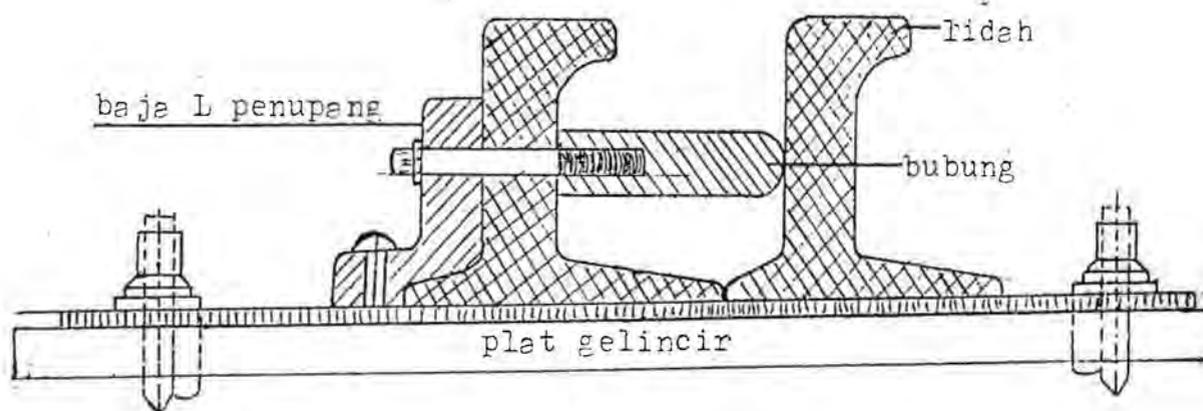
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)6/1/24

yang lain memperlihatkan suatu lobang untuk memberi tepi jalur lewat, terbukanya ujung lidah dinamakan gerak buka.

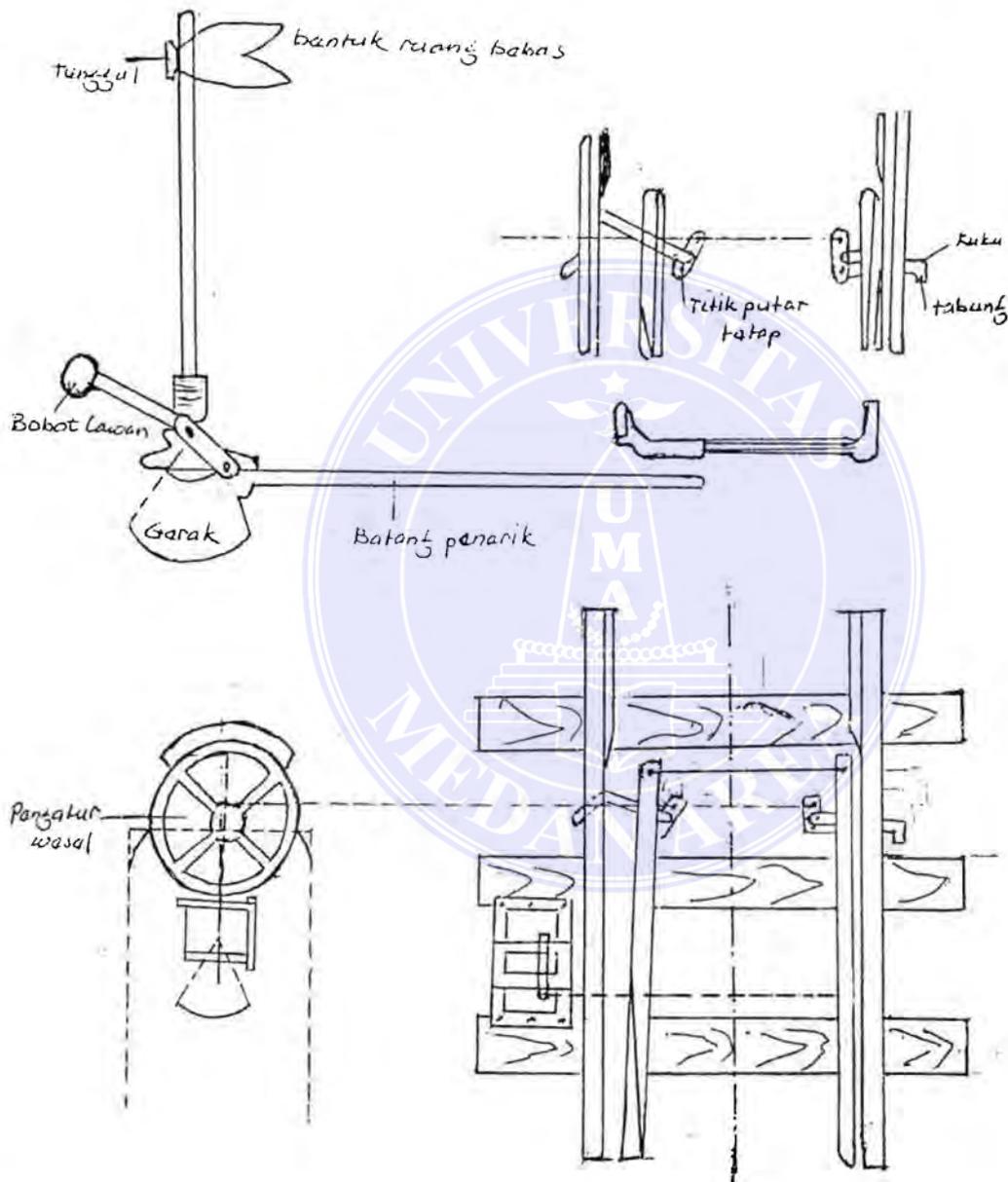
Gerak buka harus paling sedikit 0,10 meter. Lidah - lidah dibuat berpegas, yakni ujung-ujung lidah diapit dengan keras, bagian ini disebut dengan UJUNG - AKAR. Sebagai profilnya dipilih yang biasanya, atau profil yang diperberat sebelah.

Tempat kedudukan ujung akar diketam (diserut) flens flens dari kaki rel, guna agar keelastisannya lebih baik. Lidah-lidah itu bergerak diatas plat-plat gelincir atau balok-balok gelincir, yang dipasang diatas bantalan wesel. Pada (Gbr.II.43) diperlihatkan pemasangan dengan rel tumbuk dan ring disebut baja-baja siku penupang, siku penupang ini juga digunakan buat ujung akar.



Lidah luar ^A lazimnya sebagian lurus dan selanjutnya melengkung. Lidah B seluruhnya lurus.

(Gbr.II.44)



Ujung lidah harus selalu merapat dengan baik pada rel tumbuk. Apabila renggang, maka dapat mengakibatkan keluarnya kereta dari rel.

Untuk menjamin hubungan yang baik, dibuatkan suatu penghubung khusus disebut "penghubung kuku".

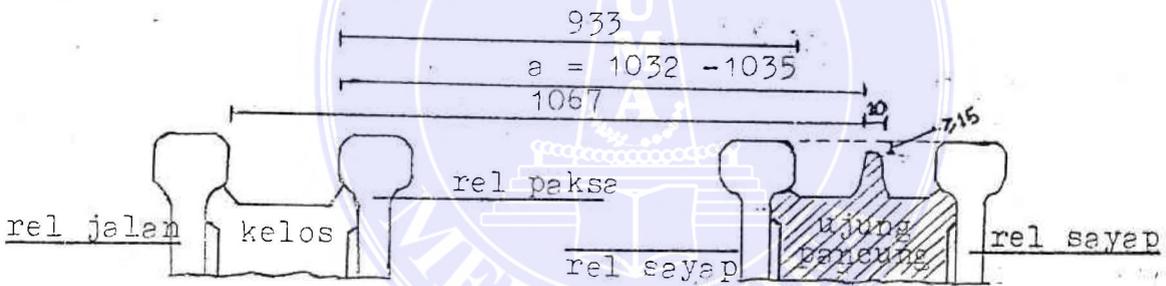
Kedua lidah itu dihubungkan melalui sebuah batang lubang yang langsung diikatkan/dipaku pada alat - pembalik wesel, lidah akan bersama-sama membuka - atau menutup sesuai dengan keperluannya.

B. Pancung dan rel pemaksa.

Ditempat pertemuan kedua rel dalam wesel, harus - dibuatkan suatu konstruksi yang dapat dilalui kea - dua roda yang kearah dua jurusan. Jadi harus ada - alur-alur kearah kedua jurusan itu untuk berlalu - nya flens roda, berarti ditempat alur itu rel-rel itu harus memutus. Akan tetapi ditempat pemutusan itu akan didapati suatu renggang atau lobang yang membahayakan perjalanan roda. Ditempat lubang itu flens roda seharusnya berjalan maju lurus melalui alur yang telah tersedia, dapat pula melesat mema - suki alur lainnya yang mengakibatkan roda-roda ke - luar dari rel. Selain itu ditempat yang berlubang tadi roda tidak ada yang menyangga sehingga kita dapatkan pukulan keras oleh loncatan-loncatan ro - da itu.

Untuk menghindari kemungkinan pertama tadi, pasangan roda sewaktu berjalan lurus meloncati lubang dengan-rel pemaksa, yang dipasang pada rel luar, berbentuk-siku-siku pada lobang tadi. Untuk menjaga roda ditem pat yang berlobang tadi dipasang rel-rel sayap.

(Gbr.II.45)



(GBR. II. 45)

Pucuk jarum pancung dibuat lebih rendah dari muka rel, gunanya untuk menghindari tumbukan jarum pancung karena flens roda, sesudah jarum pancung melebar 30 mm, roda sudah dapat disangga oleh jarum tersebut. Jarak antara rel pemaksa dengan jarum pancung sangat penting untuk menghindari flens roda menumbuk pucuk jarum pancung.

Jarak tepi rel sebelah luar sampai ketepi dalam pancung 1033 mm. Lebar jalur antara rel pemaksa dan rel diambil 34 mm. Sehubungan dengan toleransi lebar sepur, a boleh diambil antara 1032 -1035 mm. Ini seluruhnya jika diambil lebar sepur yang biasa di Indonesia yakni : 1067 mm.

Pancung dapat dibuat dari rel-rel biasa yang dilas. Jika diinginkan konstruksi pancung yang lebih kuat, maka jarum pancungnya dibuat dari baja-leleh dan rel-rel sayapnya tetap dari rel-rel biasa.

Jarum pancung dari rel sayap disatukan dengan klos-klos dan baut-baut.

Jika suatu wesel dihubungkan suatu sepur penting-dengan sepur sekunder (umumnya sepur penting yang lurus dan sepur sekunder yang bengkok), maka sepur lurus akan lebih banyak dilalui kereta.

Untuk menghindari sentuhan-sentuhan yang keras terjadi pada pucuk jarum pancung ke arah sepur lurus, maka konstruksi pancung dibuat dapat berubah, sehingga dalam keadaan normal jalur ke arah sepur bengkok tertutup.

Tujuan ini dicapai dengan dua jalan : yaitu rel sayap ke arah sepur bengkok dapat digeser-geserkan atau jarum pancungnya dapat bergeser. Dalam keadaan normal, jarum pancung merapat ke rel sayap arah sepur bengkok.

Hanya bila diperlukan dimana kereta akan melalui sepur bengkok, rel sayap atau jarum pancung digeser. Cara menggesernya dapat diatur seperti pada gerakan lidah.

C. Lengkung Wesel.

Adalah konstruksi wesel yang melengkung sejak dari akar lidah hingga permulaan dari yang lurus dari rel dalam (sebelum ujung pancung). Lengkung wesel tidak diberi peninggi rel, karena kecepatan kereta api yang memasuki sepur bengkok biasanya kecil (maksimum 30 km/jam).

Hanya bila lengkung wesel harus dilalui kereta api dengan kecepatan besar, lengkung wesel, lengkung wesel diberi peninggian,

Pelebaran sepur didalam lengkung harus selalu ada , tidak tergantung pada kecepatan kereta apinya, kecuali bila jari-jari lengkung lebih dari 500 m. Pelebaran lengkung wesel dimulai pada kira-kira 250 mm dimuka ujung lidah supaya tidak timbul kejutan-kejutan horizontal jika dilalui kereta api kearah sepur bengkok. Ditempat ujung lidah pelebaran dibuat 5 mm sampai 10 mm, didalam lengkung 20 mm (jadi pelebaran maksimum).

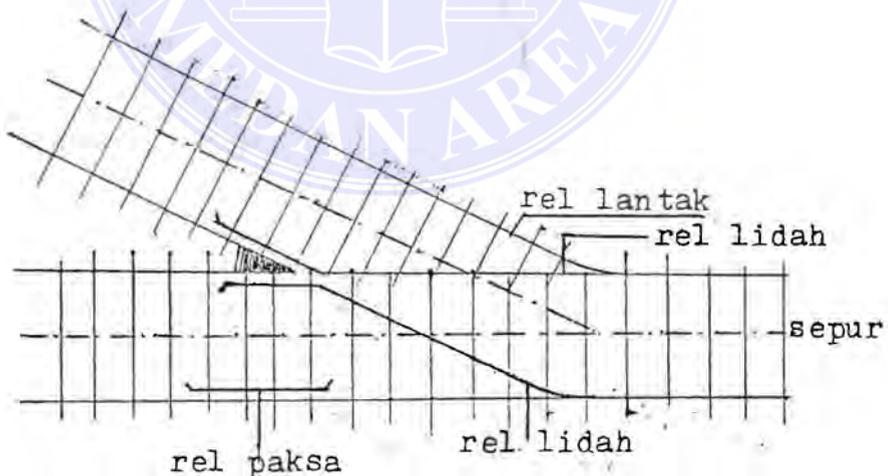
Lengkungnya sendiri dimulai kira-kira dari 500 mm - dari belakang akar lidah, agar akar lidah tidak menerima sentuhan horizontal akibat bergantinya arah-roda dari jalan lurus kearah yang lengkung. Dimuka-jatum pancung ada bagian yang lurus sepanjang 1500-2000 mm, dimana agar roda kereta telah menjadi lurus bila berada diatas pancung. Jari-jari lengkung-wesel biasanya diambil 150 m, 180 m dan 230 m.

D. Bantalan

Bantalan-bantalan untuk wesel dapat dibuat dari kayu atau besi. Bantalan besi harus sudah mempunyai lubang-lubang untuk penambatan relnya yang sudah tetap, dibuat di pabrik untuk mempermudah merangkainya dilapangan, dengan demikian pemasangan bantalan dapat dilaksanakan dengan mudah dan cepat. Bila ban

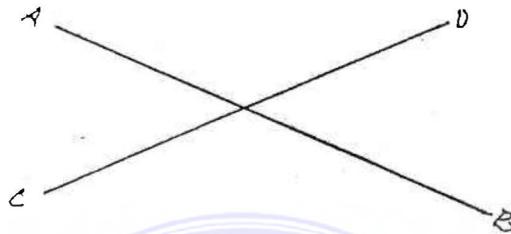
talan kayu, menetapkan lubang-lubang tempat paku serta tirpon sangat sulit, konstruksi semua rel-rel weselnya harus terlebih dahulu dipasang secara lengkap menurut ukuran-ukuran lebar sepur dan lebar alur serta yang lain-lainnya sehingga memakan waktu yang lama, Bantalan-bantalan dipasang menyiku pada sepur lurus sampai pancung, bantalan-bantalan dipasang sesudah pancung pada garis yang membagi dua semua sama lebar supaya sudut pancung sampai kepada alas bantalan, dan bisa diikuti kembali.

(Gbr.II.47)



Wesel Inggris.

Suatu persilangan hanya berjalan lurus (lewat sepur lurus) dalam jalan kereta api, yaitu dari A ke B - atau dari C ke D



Untuk memungkinkan kereta api berjalan dari A ke D - atau sebaliknya, dan dari C ke D dibuat suatu konstruksi wesel yang dinamakan Wesel Inggris, yang merupakan suatu kombinasi persilangan dengan sebuah - wesel.

Untuk memungkinkan roda berjalan dari A ke D atau - dari B ke C, maka sudut persilangannya (α) harus cukup kecil biasanya 1 : 8 atau 1 : 10.

Pada wesel Inggris penuh (Gbr.II.49a) dan (Gbr. II-49b) terdapat 4 pasang lidah yang berpegas, dua rel bengkok, dua buah pancung dengan masing-masing dua-rel pemaksa dan dua buah jantung.

Konstruksi lidah dan pancung, sama dengan konstruksi pada wesel biasa. Sedangkan konstruksinya jantung - nya sama dengan konstruksi jantung pada persilangan tajam ($\alpha = 40^\circ$)

Untuk rel pemaksa diambil profil bilah paksa (a)

UNIVERSITAS MEDAN AREA

dan untuk pembagian bantalan sama seperti suatu persilangan biasa yang dipasang siku-siku pada garis pembagi sudut persilangan.

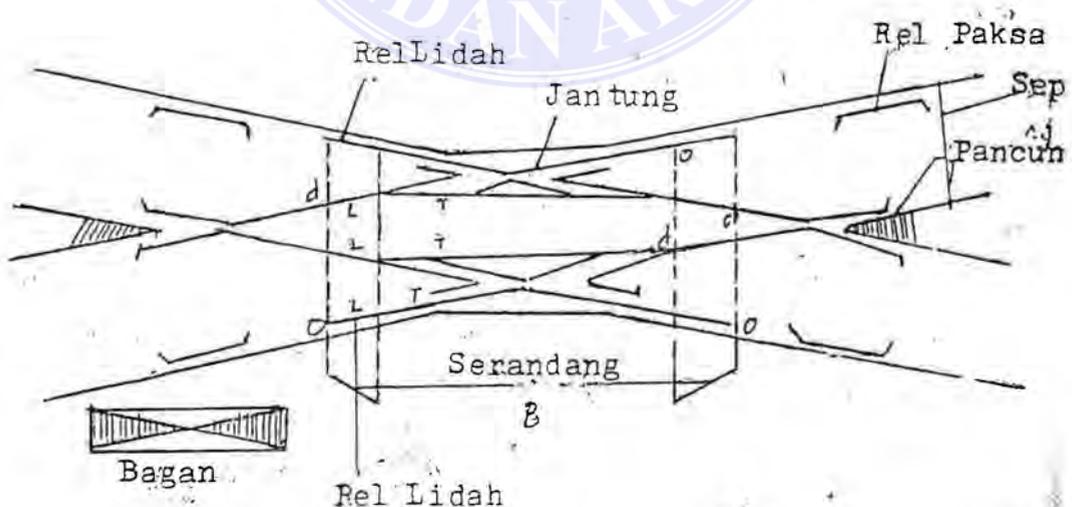
Alat pembalik dibuat sedemikian rupa sehingga :

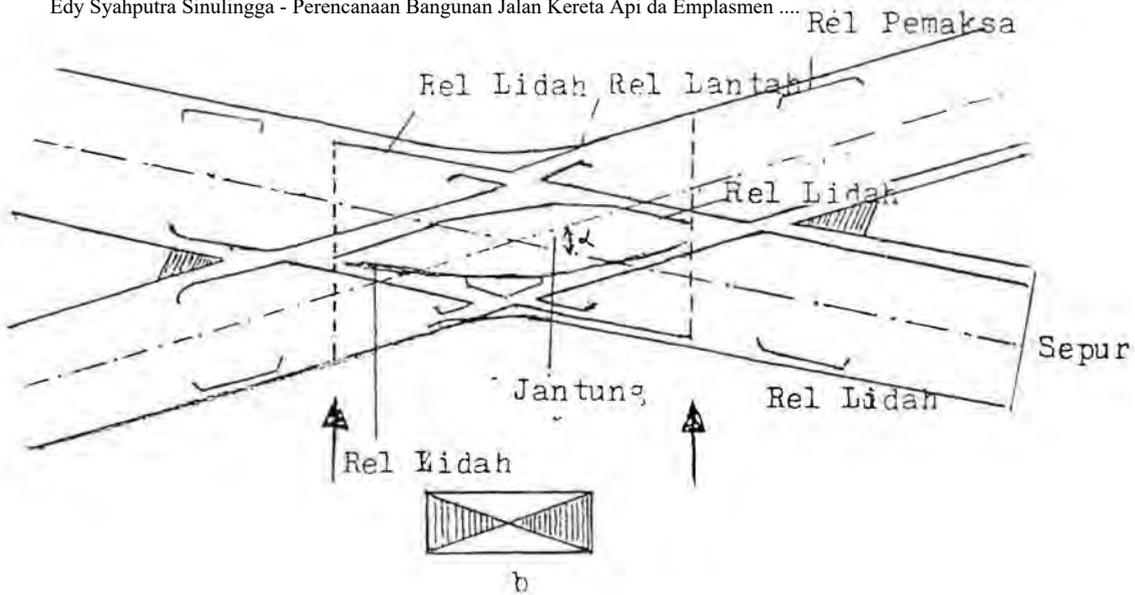
a. 4 pasang lidah sekali digerakkan dengan satu alat pembalik, dinamakan pelayanan persilangan, dimana kedua jalan kereta yang lurus dan kedua jalan kereta yang bengkok dapat dijalani.

(Gbr.II.48a)

b. 2 pasang lidah sekali digerakkan dinamakan pelayanan sejajar. Untuk itu dibutuhkan dua serandang wesel (Gbr.II.48a)

Jika sepur bengkok hanya terdapat pada satu sisi, disebut setengah wesel Inggris.





Jarak bantalan-bantalan pada weasel tidak boleh lebih besar dari jarak bantalan biasa. Panjang bantalan masing-masing minimal 50 cm diluar rel. Pada bagian - yang penting seperti pada ujung lidah dan pancung, bantalan-bantalan ditempat ini harus cukup baik dan sering dikontrol kedudukannya sebab setiap kereta - membelok terjadi gaya centrifugal, yang bekerja memisah kedudukan sepur.

II.7. PENGARUH BEBAN DINAMIS

1. Rel

Akibat tekanan berulang-ulang, akibat beban berat - (kereta api) akan menimbulkan tegangan berganti - ganti pula secara berulang-ulang didalam rel. Lama kelamaan bahan relnya mendekati batas lelah - dan kehilangan sifat-sifat keelastisannya. Sebagian dari perubahan bangunnya menjadi bersifat tetap. Relnya menjadi bengkok-bengkok, juga akan terancam bahaya patah. Bengkoknya rel menyebabkan -

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

Document Accepted 6/1/24

Rel yang cacat juga mengakibatkan tegangan meningkat serta getaran. Cacat itu bisa berupa dekok-dekok setempat atau gempilan-gempilan pada muka rel. Yang tersebut pertama dapat memperbesar tekanan, dan yang tersebut terakhir menyebabkan sentuhan-sentuhan pada roda dan mempercepat getaran.

2. Bantalan

Pada bantalan, yang paling cepat rusak biasanya di tempat perletakan rel. Karena bergetarnya rel dan bantalan, maka ditempat perletakan itu rel dan bantalan saling pukul memukul dan bergesekan. Pukulan dan gesekan itu terjadi dibawah tekanan tinggi, sehingga bantalannya lekas rusak. Pada bantalan kayu ditempat lubang-lubang paku rel dan tirpon, kayu-kayunya kemasukan air dan lekas lapuk, dengan demikian kedudukan rel diatas bantalan sudah tidak kokoh lagi. Supaya tidak lekas lapuk, lubang-lubang itu dilindungi dengan terkayu, caranya ialah, dengan mencelup setengah panjang paku rel dan tirpon kedalam ter sebelum dipasang ke bantalannya.

Pada bantalan besi banyak kita jumpai kerusakan di tempat-tempat kedudukan rel. Oleh tekanan yang besar secara berulang-ulang dan bergantian, ditempat itu banyak bantalannya yang rusak serta lusuh. Kalau retak dan lusuhnya terlalu banyak maka bantalan

nya harus diganti.

3. Sambungan rel dan alat-alat penambat rel

Terputusnya rel pada sambungan, menyebabkan terjadinya sentuhan-sentuhan keras akibat terjadinya loncatan roda dari ujung rel yang satu ke ujung rel yang lainnya. Sentuhan ini mengakibatkan besarnya getaran dan besarnya amplitudo bala terjadi resonansi. Kelemahan sambungan rel juga karena ada bahaya yang seperti diuraikan dibawah ini.

Kalau tepi dalam kedua ujung rel tidak rata, maka flens roda yang mampet pada tepi itu akan menyentuh ujung rel. Ini menambah besarnya getaran paksa yang terjadi. Kalau selisih kedua tepi itu besar, bahkan ada kemungkinan flens roda naik ketas rel dan akan keluar rel.

Terjadinya bencana kereta api.

Tidak ratanya ujung rel juga akan menimbulkan bahaya jepit dari sepurnya. Kalau waktu siang hari sambungannya rapat, didalam timbul tegangan yang cukup besar karena letaknya sumbu kedua ujung rel eksentris terhadap sesamanya. Timbullah suatu momen kopel. Semakin besar momen eksentrisitasnya bertambah besar pula momen kopelnya.

Pada suatu saat getaran-getaran dapat menimbulkan eksentris itu menjadi besar dan kala pertahanan balas juga kala itu berkurang oleh gangguan getaran

UNIVERSITAS MEDAN AREA

tidak dapat mengimbangi momen tadi, maka sepurnya -
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 6/1/24

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

akan menjepat. Getaran itu justru ditimbulkan kereta api yang lewat pada waktu menjepat kebetulan ada kereta api di atasnya, maka terjadilah bencana.

Percepatan getaran ditempat sambungan yang sangat besar karena sentuhan roda-roda mempercepat terjadinya kerusakan pada kedudukan batu-batu balas dan rusaknya batu itu sendiri. Karena sambungan rel tersebut adalah juga mengalami kerusakan yang paling cepat pula.

Bantalannya lekas kendur akibat balas yang sudah kendur maka alat-alat penambat rel kendur pula, demikian pula dengan baut-baut penyambungannya akan terlepas sehingga harus secara intensif dikontrol pula. Ulinya yang menjadi busuk sehingga kemungkinan untuk mengencangkannya sudah tidak dapat lagi. Akibatnya sepur turun atau melekok ke arah horizontal. Ini menyebabkan semakin besarnya sentuhan dan dengan itu pula getaran-getarannya menambah besar gaya perusak. Plat sambungan adalah yang paling langsung sekali mendapat sentuhan yang dilimpahkan oleh kepala rel.

Sentuhan-sentuhan itu merupakan pukulan yang sangat keras sekali dan terjadi berulang-ulang pada waktu kereta api melintas. Karena bahan rel lebih keras dari bahan penyambung maka disitu platnya lama kelamaan akan menjadi aus.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

Ausnya las plat tidak hanya disebabkan oleh pukulan

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 6/1/24

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

pukulan saja. Tetapi kalau sambungan rel diinjak roda melengkung maka relnya akan bergeser sedikit terhadap las platnya. Kalau telah terlewati-roda maka relnya akan naik kembali, pada saat rel naik kembali terjadi pergeseran terhadap las platnya. Pergeseran itu terjadi berulang-ulang setiap kali diinjak roda dan terjadi dibawah tekanan yang besar sekali akibat beban bergerak ditambah gaya pusingnya. Karena gesekan berulang-ulang itu maka akan terjadi keausan pada platnya. Antara kepala rel dan las plat timbul suatu regangan dan menyebabkan pelengkungan yang lebih besar. Tekanan roda dan pukulannya makin besar dan las-plat makin cepat lusuh dan aus, bahkan tidak jarang patah atau pecah.

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN-SARAN

IV.1. KESIMPULAN

Bangunan jalan kereta api mempunyai kelebihan serta cara tersendiri, dimana harus dibuat, dipelihara dan dibiayai oleh perusahaan itu sendiri, berbeda sekali adanya dengan angkutan kendaraan bermotor di jalan raya.

Disamping itu untuk angkutan besar-besaran jarak-jauh, kendaraan bermotor tidak dapat mengimbangi kereta api, tidak hanya kecepatannya yang lebih tinggi tetapi keamanannya juga lebih terjamin serta nyaman.

Jaringan kereta api memiliki juga emplasemen-emplasemen, seperti :

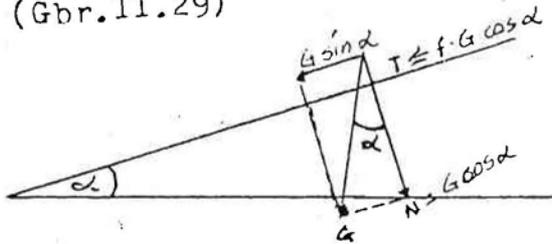
- Emplasemen stasiun yang berfungsi untuk tempat naik dan turunnya penumpang.
- Emplasemen barang, adalah tempat pengiriman serta tempat penerimaan barang.
- Emplasemen langsir yang berguna untuk melayani pengiriman barang lewat kereta api.
- Emplasemen penyusun, yakni tempat kereta api mengakhiri perjalanannya serta memulai perjalanannya.
- Emplasemen pelabuhan yaitu untuk melayani suatu pelabuhan.

Dengan demikian dalam perencanaan suatu jaringan-jalan kereta api perlu sekali diperhatikan :

K E P U S T A K A A N

1. Iman Subarkah, Ir, Jalan Kereta Api, Bandung, Penerbit Idea Dharma, 1981.
2. J. Honing, Ir, Ilmu bangunan Jalan Kereta Api, Jakarta Penerbit Paradya Paramita, 1975
3. Soebianto, Prof, Ir, Ilmu Bangunan Jalan Kereta Api, Penerbit Universitas Katholik Phahariyangan
4. BHC.Sutton, teori penyelesaian mekanika tanah
5. Suyono Sasrodarsono, Ir, Kazuto Nakazawa, Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi, Terjemahan Ir. L.Taulu dkk, Jakarta PT.Paradnya Paramita, 1983

(Gbr. II.29)



$$N = G \cos \alpha$$

$$f \cdot N = f \cos \alpha \quad (\text{penahan gesekan})$$

agar tidak terjadi slip : $T \leq f \cdot G \cos \alpha$

dimana : N = Gaya normal terhadap bidang jalan.

T = Daya tarik yang dibangkitkan lokomotif.

f = Koefisien gesekan antara roda penggerak dan rel.

Jika sudut lereng yang menyamai sudut gesekan, maka gaya tarik lokomotif setinggi-tingginya adalah $T \leq \tan \alpha \cdot G \cos \alpha$ atau $T \leq G \sin \alpha$ sedangkan penahan lereng akibat berat kereta api juga $G \sin \alpha$ besarnya. Jelaslah bahwa lokomotif adhesi tidak dapat menarik rangkaian naik lereng yang besar sudutnya menyamai sudut gesek. Jalan adhesi tidak boleh lebih curam dari 40 permil (40 % untuk traksi uap dan 45 permil (45%) untuk traksi diesel

Bila lebih curam lagi digunakan jalan rel bergigi, sedangkan f rel adalah 1/7 - 1/10.

Kecepatan kereta api diatas jalan rel bergigi tidak lebih dari 15 km/jam. Oleh karena kecepatan ini tidak sesuai dengan angkutan umum, jalan bergigi khusus digunakan untuk angkutan barang-barang tambang.