**REL**

* 1. **Fungsi Rel**

Rel adalah bagian yang paling penting dari komponen jalan rel yang mempunyai fungsi sebagai berikut :

* 1. Menerima beban dari roda dan mendistribusikan beban tersebut ke bantalan atau tumpuan
	2. Mengarahkan roda kearah lateral
	3. Menjadi permukaan yang halus untuk dilewati dan dengan adhesinya rel mendistribusikan gaya-gaya perecepatan dan pengereman
	4. Sebagai penghantar arus listrik untuk lintas kereta listrik
	5. Sebagai penghantar persinyalan
	6. Unsur pengikat dalam membentuk struktur jalan rel

* 1. **Komposisi Kimia Rel**

Rel baja yang baik dan bermutu tinggi mempunyai susunan kimia kurang lebih sebagai berikut:

0,40 % - 60 % Carbon (C)

0,90 %- 1,10% Mangan (Mn)

0,10 % - 0,20 % Silikon (Si)

Maksimum 0,04% Pospor (P)

Maksimum 0,04 % Sulfur (S

98 % Besi (Fe)

Susunan kimia yang baik adalah penting untuk memberi kekuatan yang diperlukan untuk rel. Kadar C yang sedang memberikan sifat baja pada besi. Bahan Mn membuat besi menjadi ulet dan keras. Rel dengan banyak P mempunyai sifat yang rapuh pada suhu dingin sehingga dapat terjadi bahaya patah namun tidak mudah aus. Komposisi bahan-bahan kimia penyusun rel baja sangat berpengaruh terhadap kekuatan rel.

* 1. **Jenis-Jenis Rel**

Gambar 3.1 menunjukkan berbagai jenis profil rel, yaitu:

* Flat Bottom Rail (Rel standar)

Yaitu rel yang profilnya digunakan sebagai standar aturan umum bagi jalan rel konvensional

* Non-Standard Profile (Rel tidak standar)

Yaitu rel yang memiliki badan yang lebih tebal. Rel jenis ini digunakan untuk komponen wesel dan jalan silang, perangkat pemuaian (expansion device), dan lain-lain.

* Groovered Rail

Yaitu rel yang mempunyai lekukan pada permukaan atasnya dan digunakan untuk struktur jalan rel terbatas seperti emplasemen, roadway, dan lain-lain.



Gambar 3.1 Jenis-jenis Profil Rel



Gambar 3.2 Contoh Profil Rel R 54

* 1. **Geometri Rel Standar**

Rel standar ini berasal dari profi I yang flens atasnya diubah bentuknya menjadi kepala rel untuk tujuan yang sesuai dengan fungsinya sebagai pengarah dan tumpuan. Profil rel yang digunakan secara luas di Eropa termasuk R 54 dan R 60 (lihat gambar 3.2).

Dilihat dari fungsinya rel standar dapat dibagi dalam 3 bagian:

* Kepala rel

Bentuknya harus sesuai sehingga menjamin adanya kontak yang baik dengan profil roda, sedangkan ukurannya harus cukup untuk memungkinkan batas keausan yang besar

* Badan Rel

Ketebalannya ditentukan oleh persyaratan bahwa kekakuannya harus ada untuk melawan tekuk dan spaten walaupun dalam keadaan berkarat. Untuk sambungan lubang plat sambungnya dibuat pada badan rel. Untuk memungkinkan penempatan plat sambung maka daerah peralihan antara kepala dan badan rel dibuat miring. Radius lengkung pojoknya harus lebih dari 6 mm untuk mencegah terkonsentrasinya tegangan.

* Kaki Rel

Lebarnya harus cukup besar untuk kestabilan profil rel, untuk mendistribusikan beban ke bantalan dan untuk momen inersia arah lateral yang dibutuhkan. Kaki rel juga berfungsi menambatkan rel pada bantalan baik secara langsung maupun tidak langsung. Pada waktu mengganti rel dengan lebar kaki yang berbeda perlu diperhatikan bahwa penambat yang ada belum tentu sesuai.

* 1. **Umur Rel**

 Umur rel sangat dipengaruhi oleh mutu rel, keadaan lingkungan dan beban yang bekerja (daya angkut lintas). Pada jalan lurus umur rel banyak yang lebih besar dari 40 tahun, studi lain umur rel bisa mencapai 60 tahun, tetapi biasanya umur 40 tahun dijadikan sebagai dasar umur.

 Umur rel dapat ditentukan dari:

* Kerusakan ujung rel
* Keausan baik dilurus maupun lengkung
* Lelah

**3.5.1.Kerusakan Ujung Rel**

Sebelum dikenal rel panjang (*long weded rails*), maupun rel panjang menerus (*continous welded rails*), panjang rel adalah 6,8 m sampai 10 m sehingga pembatas umur rel adalah disambungan. Kerusakan rel di sambungan diakibatkan oleh:

* Beban gandar yang tinggi
* Lebar celah
* Mutu rel
* Beda tinggi rel
* Diameter roda yang kecil
* Kondisi kendaraan rel (pemegasan)
* Jari-jari permukaan rel
* Kekakuan jalan rel
* Kecepatan kendaraan rel

 Akibat kerusakan tersebut yang timbul adalah cacat yang diakibatkan hantaman roda pada sambungan. Dari kerusakan rel ini, maka kerusakan terhadap struktur jalan rel dimulai.

 Beberapa kerusakan yang terjadi pada rel:

* Tercabutnya tripon dari bantalan
* Retaknya pelat sambungan rel
* Longgarnya baut-baut sambungan rel
* Naiknya lumpur dibawah bantalan sehingga umur bantalan rendah

Untuk mengatasi kerusakan di ujung (sambungan) rel diatasi dengan cara:

* Pengerasan pada ujung rel
* Pemeliharaan yang baik
* Mengelas sambungan

**3.5.2.Umur Rel Berdasarkan Keausan**

Pada umumnya rel dihitung berdasarkan keausan, tetapi dengan semakin meningkatnya beban gandar (tegangan kontak) maka umur rel tidak bisa dihitung hanya dengan keausan tetapi juga harus memperhatikan masalah ”shelling” dan lelah.

**3.5.3.Umur Rel Berdasarkan Lelah (Fatigue)**

Jalan rel adalah struktur yang elastis ini berakibatkan rel akan terbebani cylic (tegangan yang terjadi tarik dan tekan), dengan beban seperti ini maka bahaya lelah sangat mungkin terjadi.

 Ciri dari kerusakan ini adalah timbulnya retakan yang makin lama makin membesar dan diakhiri dengan patah. Jika tegangan total di kepala rel, akibat kombinasi tegangan lentur, kontak dan suhu (St = SI+Sk+Ss) melebihi tegangan lelah (St > Sf), maka umur rel dihitung berdasarkan umur lelah.

1. Tegangan Lentur

 Tegangan lentur di kepala rel:

 

 Dimana:

 SI : Tegangan lentur

 M : Momen lentur

 Wa : Tahanan Momen atas

1. Tegangan Kontak

 Tegangan kontak adalah Persamaan H.R Thomas:

 

 Dimana:

 Sk : Tegangan kontak (psi)

 P : Beban dinamis (lb)

 R1 : Jari-jari roda kereta (inch)

 R2 : Jari-jari rel (inch)

 Jari-jari roda akan semakin kecil dengan bertambahnya keausan sedangkan jari-jari kepala rel akan semakin besar, pembesarannya adalah 15% apada saat aus maksimum.

1. Tegangan Suhu

 Tegangan suhu diakibatkan oleh perubahan suhu dimana ada perbedaan suhu dengan suhu pemasangan.

 

 Dimana:

 Δt : Perbedaan suhu = (t – tp)

 tp : Suhu pemasangan

 t : Suhu maksimum lapangan

 L : Panjang rel

 α : Koefisisen muai panjang = 1,1510 -5/ oC

1. Tegangan Lelah

 Tegangan lelah adalah batas dimana umur rel dihitung dengan analisis keausan atau umur rel dihitung dengan analisis lelah.