

EVALUASI GEOMETRIK DAN STRUKTUR JALAN REL KERETA API PADA STASIUN JEMBER – RAMBIPUJI DAN ARJASA

Raihan¹, Taufan Abadi, ST., MT², Irawati, ST., MT³
Universitas Muhammadiyah Jember^{1,2,3}

ABSTRAK

Kereta api dapat ditemukan di stasiun-stasiun dengan pemberangkatan setiap saat. di Kabupaten Jember termasuk Daerah Operasional IX (Daops IX) dengan 12 (dua belas) stasiunnya. Kedua belas stasiun tersebut adalah stasiun Tanggul, stasiun Bangsalsari, stasiun Rambipuji, stasiun Mangli, stasiun Jember, stasiun Arjasa, stasiun Kotok, stasiun Kalisat, stasiun Ledokombo, stasiun Sempolan, stasiun Garahan, stasiun Mrawan. Prasarana berupa jalan rel kereta api meliputi rel, bantalan, ballas dan penambat rel seharusnya perlu perawatan yang baik. Berdasarkan permasalahan yang ditemukan peneliti melakukan penelitian dengan mengevaluasi geometrik jalur kereta api dan struktur jalan rel kereta api. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui geometrik jalur kereta api, dan mengetahui struktur rel kereta api. Saat ini dari ketiga lokasi penelitian Geometrik (perlintasan), dan struktur rel Kereta Api dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ada beberapa permasalahan yang di anggap penting dalam menentukan keamanan atau kelayakan Geometrik dan Struktur rel kereta api. Pada ketiga lokasi penelitian (perlintasan) rel KA dengan jalan raya adanya hambatan jarak pandang masinis dan pengemudi (kendaraan). Hal ini disebabkan garis pada jarak pandang (dTA) terhalang karena terdapat bangunan, seperti perkampungan dan tempat usaha. Saat ini sepanjang ketiga lokasi penelitian, Rel kereta api dari stasiun Rambipuji sampai stasiun Arjasa adalah tipe R.54.

Kata Kunci : Struktur Rel Kereta Api, Geometrik

ABSTRACT

Trains can be found at stations with departure at any time. in Jember Operasional Region IX (Daops IX) to 12 (twelve) stations. The twelfth station is Embankment station, Bangsalsari station, station Rambipuji, Mangli station, station Jember, Arjasa station, station Kotok, Kalisat station, station Ledokombo, Sempolan station, atasiun Garahan, Mrawan station. Infrastructure such as roads railroads covering rail, bearings, ballasts and rail fastening system should need good care. Based permasalahan found researchers conducted a study to evaluate the geometric rail and road structures railroads. This study aims to determine the geometric railway line and determine the structure of the railway. This time of the three study sites Geometric (crossings), and the structure of the railway tracks of the results of this study indicate that there are some problems that is considered important in determining the safety or viability Geometric Structure and railroads. At three locations (crossings) of railway with highway barriers machinist visibility and driver's (vehicle). This is due to the line of sight distance (DTA) was blocked because there are buildings, such as villages and places of business. At present all three study sites, railway station to station Arjasa Rambipuji is the type of R.54.

Keywords: Structural Railways, Geometric

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sarana Kereta api sangat dibutuhkan oleh masyarakat Indonesia, terutama masyarakat Jawa dan Sumatera yang banyak menggunakan jasa angkutan kereta api. Adapun pilihan pada sarana ini, selain ekonomis untuk harga tiketnya, Kereta api dapat ditemukan di stasiun-stasiun dengan pemberangkatan setiap saat. di Kabupaten Jember termasuk Daerah Operasional IX (Daops IX) dengan 12 (dua belas) stasiunnya. Kedua belas stasiun tersebut adalah stasiun Tanggul, stasiun Bangsalsari, stasiun Rambipuji, stasiun Mangli, stasiun Jember, stasiun Arjasa, stasiun Kotok, stasiun Kalisat, stasiun Ledokombo, stasiun Sempolan, stasiun Garahan, stasiun Mrawan.

Untuk jalur tujuan pada sarana Kereta api di Jember, meliputi kearah timur yaitu stasiun Banyuwangi. Kemudian tujuan untuk ke arah barat yaitu stasiun Probolinggo, Pasuruan, Surabaya, dan lain sebagainya.

Prasarana Kereta Api meliputi rel, bantalan, ballas dan penambat rel seharusnya perlu perawatan yang baik. Oleh karena itu pada prasarana ini merupakan kekhususan jalan yang hanya dilewati kereta api saja. Disamping itu, sarana kereta api berupa lokomotif (mesin) dan gerbong merupakan jasa angkutan darat yang nyaman dan jarang mengalami kecelakaan.

Terganggunya jarak pandang masinis dan pengemudi kendaraan umum dapat mengakibatkan reaksi mendadak untuk menghentikan kecelakaan sehingga perlu di lakukan analisis agar tidak terjadi kecelakaan beruntun.

1.2 Lokasi Penelitian

Adapun lokasi penelitian ini pada struktur jalan rel kereta api di Kabupaten Jember Daerah Operasional IX (Daops IX) yaitu pada 3 (tiga) stasiun. Stasiun tersebut adalah stasiun Jember, stasiun Rambipuji dan stasiun Arjasa.

1.3. Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Apakah kondisi axisting geometrik sudah ideal ?
2. Apakah Struktur Jalan sudah sesuai dengan standar R 54 ?

1.4. Maksud dan Tujuan

Maksud dan tujuan penulisan laporan Tugas akhir ini, sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui kondisi geometrik jalur kereta api saat ini.
2. Untuk mengetahui kondisi struktur rel kereta api pada saat ini.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kereta Api

Transportasi merupakan bagian yang tidak dipisahkan dari kehidupan masyarakat. Dengan tersedianya prasarana dan sarana transportasi, diharapkan manusia dapat melakukan kegiatan dengan mudah (angkutan manusia, barang dan jasa). Kereta Api (Transportasi darat) di Indonesia terdapat di Pulau Jawa dan Sumatera. Di Sulawesi dulunya ada, oleh Jepang pada tahun 1942 semua rel Kereta Api di bongkar dan dikirim ke Burma (Myanmar) untuk prasarana angkutan disana.

Sejarah KA di Indonesia : Tahun 1864 dirancang rel sepanjang 26 km di Keminjeng-Tanggung oleh NV.Nederlandsch Spoorweg Maatschappij (NIS) dan diresmikan penggunaannya, Sabtu 10 Agustus 1867 (Jaman Belanda). Kemudian NIS diganti dengan nama Angkatan Moeda Kereta Api (AMKA) pada tahun 1945. Pada tahun 1950, AMKA diganti nama Djawatan Kereta Api Republik Indonesia (DKARI). Tahun 1963 DKARI diganti nama Perusahaan Negara Kereta Api (PNKA). Perubahan kembali pada tahun 1971, PNKA diganti dengan Perusahaan Jawatan Kereta Api (PJKA). Kemudian pada tahun 1990 PJKA diganti dengan Perusahaan Umum Kereta Api (Perumka). Dan pada tahun 1998, Perumka diganti dengan PT.Kereta Api Indonesia (PT.KAI) hingga sampai saat ini. Untuk sampai saat ini, panjang rel kereta api mencapai 4615,918 kilometer (Sumber : Taufan Abadi, 2011).

2.2. Karakteristik Transportasi Kereta Api Keunggulan

- Kemungkinan jangkauan pelayanan transportasi barang dan orang untuk jarak pendek, sedang, dan jauh dengan kapasitas angkut yang besar.
- Penggunaan energi yang relatif kecil.
- Keandalan keselamatan perjalanan yang baik.

- Adanya ketepatan waktu.
- Ekonomis dalam penggunaan ruang.
- Polusi udara, getaran, dan kebisingan relatif kecil.
- Sangat baik untuk aspek pertahanan atau keamanan.
- Kecepatan perjalanan lebih variatif.
- Memiliki akses yang lebih baik dibandingkan dengan transportasi air dan udara.

Kelemahan

- Memerlukan sarana dan prasarana yang khusus.
- Membutuhkan investasi awal yang mahal, biaya perawatan, oprasi dan tenaga yang cukup besar.
- Pelayanan transportasi barang dan penumpang hanya terbatas pada jalurnya.

2.3. Perbandingan Prasarana Jalan dan Rel Kereta Api.

Dari perbandingan prasarana jalan raya dengan Rel Kereta api terdapat bahan konstruksi, lalu lintasnya, tegangan, kecepatan, gesekan dan perpindahan jalur, sebagai berikut : Meliputi Bahan Jalur, Lalulintas, tegangan, kecepatan, Gesekan, Perpindahan Jalur.

2.4. Struktur Rel Kereta Api

Struktur Rel Kereta api meliputi Ballas, Bantalan, Rel dan penambat rel. Dari masing-masing bagian ini mempunyai fungsi yang saling berpengaruh.

2.5. Ballas

Ballas merupakan struktur pada jalan rel kereta api yang berupa batu pecah (angular) yang berada dibawah bantalan dan rel. Adapun fungsi dari Ballas adalah:

1. Meneruskan dan menyebarkan beban yang diterima dari bantalan ke dasar tanah
2. Mencegah dan menahan bergesernya bantalan rel Kereta Api baik arah membujur maupun melintang. Bergesernya membujur akibat gaya rem, jejak pada rel, kembang susut rel akibat suhu, dll). Untuk melintang akibat gaya-gaya lateral
3. Mencegah genangan air disekitar bantalan rel (meluluskan air)

4. Mendukung bantalan (distribusi gaya dinamis).

Pada Lapisan Ballas terdapt 2 (dua) lapisan, yaitu :

1. **Ballas atas** : akan mengalami tegangan sangat besar dibanding Balas bawah, Adapun bahan ballas atas :
 - a. Batu pecah (keras) atau tidak mudah pecah
 - b. Tahan lama, tidak mudah aus olleh beban dan tahan cuaca.
 - c. Bersudut (*angular*).
 - d. Ukuran batu pecah kelas jalan rel I dan II = 2,5-0,75 inci, kelas III dan IV = 2-1 inci, kelas V = 1,5-0,75 inci.
2. **Ballas bawah** : Bahan yang digunakan tidak sebaik ballast atas harus baik, yang berfungsi sebagai “filter” antara tanah dasar dengan Ballast atas. Bahan yang digunakan adalah kerikil sedang atau pasir kasar dengan ukuran 0.75 – 1 inch.

2.5.1 Permasalahan pada Ballas

Adapun permasalahan pada lapisan ballas yang sering ditemukan :

- a. Penurunan Ballas
- b. Kurangnya sifat kenyal
- c. Kurangnya permeabilitas
- d. Terjadinya kantong ballas.

2.6 Bantalan

Struktur pada rel kereta api terdapat Bantalan. Jenis Bantalan terdapat 3 (tiga) macam, sebagai berikut

- a. Terbuat dari baja
- b. Terbuat dari kayu
- c. Terbuat dari beton.

Adapun fungsi dari Bantalan adalah :

- a. Mendukung rel dan meneruskan beban dari rel ke Ballas dengan bidang sebaran.
- b. Mengikat dan memegang rel (dengan penambat rel), sehingga gerakan rel arah horizontal tegak lurus sumbu rel.
- c. Memberikan stabilitas kedudukan rel didalam Ballas.
- d. Menghindar kontak langsung antara rel dan air tanah.

2.6.1 Jenis Bantalan

2.6.1.1 Bantalan Kayu

Masih banyak digunakan di Indonesia, hal ini selain mudah dibentuk bahan kayu masih tersedia. Kayu kelas I (Jati dan ulin atau kayu besi) dapat digunakan, kualitas kayu ini mampu untuk menahan tekanan beban lokomotif, gerbong dan penambat rel tidak mudah lepas.

Adapun syarat untuk bahan dari kayu, dengan umur pemakaian dalam perkiraan 16 - 20 tahun :

- Utuh dan padat (tidak terdapat mata kayu)
- Tidak ada lubang akibat binatang, ulat dll
- Tidak lapuk dan tidak pecah
- Jika terjadi pengawetan, maka pengawetannya harus merata.

Adapun keuntungan dan kelemahan pada bantalan kayu :

Keunggulan :

- Elastik baik, mampu meredam getaran, sentakan dan bisingan
- Mudah dibentuk sesuai ukuran yang dikehendaki
- Pergantian bantalan kayu mudah pergantiannya

Kelemahan :

- Mudah terbakar
- Mudah terjadi pelapukan
- Nilai sisa rendah (nilai jual setelah tidak dipakai).

Kerusakan pada bantalan rel Kereta api :

- Tekanan rel (beban dinamis)
- Penambat rel
- Pelapukan.

2.6.1.2 Bantalan Beton (R.Someville/RS)

Bantalan beton merupakan pabrikan dengan konstruksi beton penulangan (penelitian R.Someville atau RS pada tahun 1949). Pada Bantalan beton, dibagi 2 (dua) yaitu : Bantalan beton blok ganda (*bi-block*) dan bantalan beton blok tunggal (*monolithic/pre-tension*). Bantalan beton mempunyai berat 160 - 200 kg.

Keunggulan dan kelemahan Bantalan Beton

Pada bantalan beton mempunyai keunggulan, sebagai berikut :

- Stabilitas baik, dapat menjaga lebar rel/sepur dengan baik
- Umur konstruksi panjang, karena baru digunakan maka belum ada yang memberi umur pada bantalan beton.
- Tidak dapat terbakar.

d. Pengendalian mutu bahan mudah dilaksanakan (laboratorium).

e. Bukan sebagai konduktor listrik, sehingga dapat digunakan pada rel yang elektrifikasi

Adapun Kekurangan dari bantalan beton :

- Kurang elastis dibanding bantalan kayu
- Karena berat, maka sulit melakukan pemasangan manual
- Kemungkinan kerusakan pada proses pengangkutan atau pengangkatan
- Tidak meredam getaran dan kebisingan (perlu konstruksi tambahan untuk meredam)
- Nilai sisa sangat kecil.

Rel Kereta Api (Sepur)

Rel Kereta Api (Sepur) merupakan Profil I (Vignola) terbuat dari baja yang berfungsi sebagai pijakan menggelindingnya roda Kereta Api dan untuk meneruskan beban dari roda Kereta Api tersebut ke bantalan atau sebagai tumpuhan. Tekanan tegak lurus mengakibatkan momen lentur. Selain itu, gaya horisontal akibat gaya angin, gerakan Kereta Api, dan gaya *sentrifugal*. Pada Rel terdapat 3 (tiga) bagian, yaitu Kepala Rel, Badan rel dan kaki Rel. Dimana lebar kaki (B) lebih lebar dari lebar kepala (C).

2.7.1 Tipe Rel Kereta Api

Pada Rel Kereta Api terdapat beberapa tipe yang disesuaikan dengan kelas Jala Rel. Adapun Tipe dan kelas Jalan Rel, sebagai berikut :

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

Untuk karakteristik Rel Kereta Api terdapat tinggi, lebar kaki, lebar kepala, tebal badan, tinggi kepala, tinggi kaki, jarak garis netral ke batas kaki, luas penampang dan berat rel Kereta Api. Adapun data tersebut pada masing-masing tipe Rel Kereta Api, sebagai berikut :

Tabel 1. Karakteristik Rel Kereta Api

Karakter Rel		Tipe Rel (R)			
Karakteristik	Notasi dan satuan	R.42	R.50	R.54	R.60
Tinggi rel	H (mm)	138,00	153,00	159,00	172,00
Lebar kaki	B (mm)	110,00	127,00	140,00	150,00
Lebar kepala	C (mm)	68,50	65,00	70,00	74,30
Tebal badan	D (mm)	13,50	15,00	16,00	16,50
Tinggi kepala	E (mm)	40,50	49,00	49,40	51,00
Tinggi kaki	F (mm)	23,50	30,00	30,20	31,50
Jarak garis netral ke batas kaki	G (mm)	72,00	76,00	74,97	80,95
Luas penampang	A (Cm ²)	54,26	64,20	69,34	76,86
Berat Rel	W kg/m	42,59	50,40	54,43	60,34

Sumber : PT.KAI 2015

2.7.2 Macam – macam dan Jenis Rel (WR)

Menurut *Union International des Chemins de Fer* (UIC) ada tiga macam rel Kereta Api tahan aus (*Wear Resistant* = WR), yaitu WR-A, WR-B dan WR-C, berarti PT.KAI masuk ke katagori WR-A.

Maksud jenis pada Rel Kereta Api disini adalah panjang rel , adapun jenis Rel Kereta Api yaitu :

1. **Rel Standar (RS)** : mempunyai panjang 25 meter (dulu 17 meter). Dengan keuntungannya :
 - a. mengurangi jumlah sambungan
 - b. dengan mengurangi sambungan, akan mengurangi getaran saat melintasi sambungan
2. **Rel Pendek (RPd)** : adalah gabungan dari beberapa rel standar (pengelasan den proses *flash welding* atau *walded rail*) dengan panjang maksimum 100 meter. Biasanya rel pendek ini untuk melintasi jembatan.
3. **Rel Panjang (RPj)** : adalah Sambungan dari rel pendek (*Continuous Welded Rail/CW R*), dimana panjang minimum tergantung bantalan rel dan tipe rel.

1.7.3 Sambungan Rel KA

Adapun persyaratan untuk sambungan :

- a. Disambung pada *level* (kedataran) yang sama

- b. Mudah dipasang dan ekonomis, serta mempunyai ketahanan atau kekuatan yang sama dengan rel sebelahnya.

Untuk macam-macam sambungan :

- a. Sambungan menumpu (*support joint*)
- b. Sambungan menggantung (*Suspended joint*)

2.8 Persilangan Jalan Rel dan Jalan Raya

Persilangan adalah pertemuan antara jalan rel dengan jalan raya dikenal dengan istilah “perlintasan”. Ada dua jenis persilangan dengan jalan raya :

1. Persilangan atau perlintasan dengan pintu penutup :
2. Persilangan atau perlintasan tanpa pintu penutup :

2.8.1 Persilangan atau perlintasan dengan pintu penutup

Dengan menggunakan penutup sorong atau penutup jungkit. Pada penutup sorong, tegak lurus dengan jalan raya yang terdiri “pagar” dengan roda-roda kecil. Biasanya dijaga petugas atau masyarakat, tinggal disorong atau didorong secara manual.

2.8.2 Penutup Jungkit

Ini banyak dilihat diperlintasan (Pos), dengan counter weight pada sisi kanan dan kiri. Biasanya diturunkan apabila Kereta Api akan lewat.

2.8.3 Persilangan atau perlintasan tanpa pintu penutup

Banyak dijumpai perlintasan “tanpa” penutup atau palang. Hasil penelitian, kecelakaan Kereta Api diperlintasan sebagian besar dikarenakan tanpa pintu penutup atau palang. Pada Persilangan atau perlintasan tanpa pintu penutup /palang Dirancang

- a. Pengemudi (Jalan raya) dapat melihat Kereta Api (jarak pandang) sebelum Kereta Api melintas
- b. Pengemudi kendaraan (Jalan raya) dapat berhenti atau dihentikan saat Kereta Api melintas.

2.9 Stasiun Kereta Api

Adapun fungsi dari Stasiun Kereta api, adalah :

- a. Pelayanan naik-turunnya penumpang.
- b. Tempat muat dan bongkar barang angkutan.

- c. Menyusun lokomotif atau gerbong Kereta Api menjadi rangkaian yang dikehendaki.
 - d. Memberi jalur berpapasan dan menyalip
 - e. Pemeliharaan atau perbaikan Kereta Api
- Fasilitas stasiun kereta api umumnya terdiri atas:
- a. Pelataran parkir di muka stasiun
 - b. Tempat penjualan tiket, dan loket informasi
 - c. Peron atau ruang tunggu
 - d. Ruang kepala stasiun, dan
 - e. Ruang PPKA (Pengatur Perjalanan Kereta Api) beserta peralatannya, seperti sinyal, wesel (alat pemindah jalur), telepon, telegraf, dan lain sebagainya.

2.9.1 Peron Stasiun

Peron adalah tempat naik dan turunnya para penumpang di stasiun, jadi peron adalah lantai pelataran tempat para untuk naik dan turunnya penumpang dan untuk melintasi jalur rel di stasiun.

2.9.2 Katagori Stasiun Kereta Api

2.9.2.1 Katagori Stasiun Menurut Fungsi :

1. **Stasiun Penumpang** : Adalah untuk naik turunnya penumpang dan memuat atau menurunkan barang bawahan penumpang (bagasi)
2. **Stasiun barang** : Adalah untuk bongkar muat barang-barang muatan
3. **Stasiun Langsiran** : Adalah untuk menyusun rangkaian Kereta Api

2.9.2.2 Katagori Menurut Ukuran

1. **Stasiun Kecil (perhentian)**: Kereta Api antar kota tidak berhenti di stasiun ini, akan tetapi pada stasiun ini dapat menaikan atau menurunkan penumpang, hanya pada saat pergantian atau kesempatan Kereta Api bersilangan atau bersusulan.
2. **Stasiun Sedang** : Kereta Api antar kota dapat berhenti disini, biasanya jumlah rel (track) relatif lebih banyak dibanding stasiun kecil.
3. **Stasiun Besar** : terdapat di kota - kota besar, semua Kereta Api harus berhenti disini, karena banyak melayani pelayanan penumpang, barang dan pergantian lokomotif atau gerbong untuk jalur lain.

2.9.3 Katagori Menurut Letak

1. **Stasiun Akhir** : tempat mulai dan berakhirnya jalan rel.
2. **Stasiun Antara** terletak pada jalan rel yang menerus.
3. **Stasiun Pertemuan (*Junction*)** : Merupakan kombinasi stasiun akhir dan stasiun antara atau dapat menghubungkan 3 (tiga) jurusan.

2.9.4 Katagori menurut Bentuk

1. **Stasiun Kepala atau stasiun siku-siku** : Dimana letak gedung utama (Stasiun dan peron) siku-siku dengan rel Kereta Api.
2. **Stasiun Sejajar** : Dimana letak gedung utama (stasiun dan Peron) sejajar dengan rel Kereta Api.
3. **Stasiun Pulau** : Dimana Gedung utama (stasiun dan peron) sejajar dengan rel dan ditengah-tengah kedua jalan rel tersebut.
4. **Stasiun Semenanjung** : Dimana gedung utama (stasiun dan peron) terletak diantara 2 (dua) jalan rel yang bertemu.

2.10 . Geometrik Jalan Rel Kereta Api

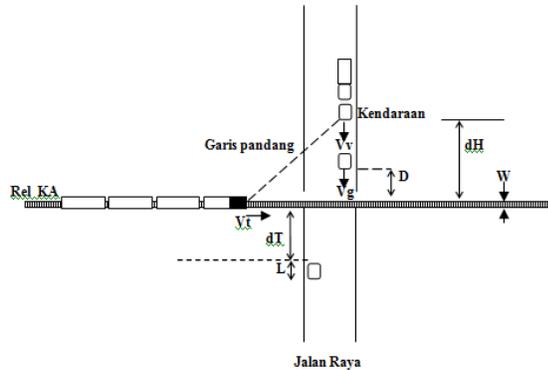
Pada geometrik jalur rel kereta api yang banyak ditemukan dipersimpangan atau perlintasan jalan raya dengan jalur rel.

2.11.1 Persilangan atau Perlintasan Rel Kereta Api

Dirancang atau direncanakan :

1. Pengemudi (Jalan raya) dapat melihat Kereta Api (jarak pandang) sebelum Kereta Api melintas
2. Pengemudi kendaraan (Jalan raya) dapat berhenti atau dihentikan saat Kereta Api melintas.

Pada Gambar.2 .23. dibawah ini merupakan geometrik rel kereta api dalam perencanaan.



Dengan :

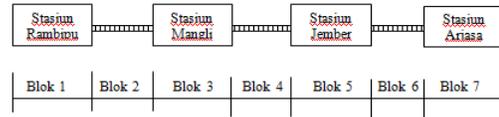
- de = Jarak pengemudi keujung kendaraan depan (10 feet)
 - dH = Jarak pandang bebas minimum sepanjang jalan raya (feet)
 - Vv = kecepatan kendaraan jalan raya (mil/jam)
 - f = koefisien gesek
 - L = panjang kendaraan (65 feet)
 - W = lebar rel terluar (5 feet)
 - t = waktu reaksi (2,0-2,5 detik)
 - D = jarak ujung depan kendaraan ke rel (15 feet)
 - dt = jarak pandang bebas minimum sepanjang rel (feet)
 - VT = kecepatan KA (mil/jam)
 - Vg = Kecepatan terbesar kendaraan (8,8 feet/detik)
 - al = Percepatan kendaraan (1,47 feet/detik)
 - da = $Vg^2/2.al$, jarak yang ditempuh kendaraan ketika mempercepat untuk mencapai kecepatan tertinggi pada gigi/geer pertama.
- Maka :
- $$dH = 1,4667 \cdot Vv \times t + (Vv^2 / 30.f) + D + de$$
- $$dt = VT / Vv \times 1,667 \cdot Vv \times t + (Vv^2 / 30.f) + 2.D + L + W$$

3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

3.1 Lokasi Penelitian

Pada penelitian Skripsi ini dilaksanakan pada pada daerah operasi IX (DAOPS IX), yaitu pada Stasiun KA Rambipuji – Stasiun KA Jember – Stasiun KA Arjasa. Pengertian dari blok adalah Stasiun – jaringan jalan rel – stasiun. Untuk penelitian ini (Gambar. 4.1) terdapat 7 (tujuh) blok, yaitu Stasiun KA Rambipuji (Blok 1) – Jaringan jalan Rel KA dari Stasiun Rambipuji ke Stasiun KA Mangli (blok 2) – Stasiun KA Mangli (blok 3) - Jaringan jalan Rel KA dari Stasiun KA Mangli ke Stasiun KA Jember (blok 4) - Stasiun KA Jember (blok 5) - Jaringan jalan Rel KA dari

Stasiun Jember ke Stasiun KA Arjasa (blok 6) - Stasiun KA Arjasa (Blok 7).



Pada jaringan jalan rel Kereta Api terdapat *single track*, yaitu satu jalur untuk 2 (dua) arah tujuan. Untuk arah tujuan masing – masing dari arah dari Stasiun Jember ke timur : Stasiun Arjasa dan ke arah Stasiun Banyuwangi. Sedangkan arah dari Stasiun Jember ke barat, yaitu ke arah Stasiun Rambipuji dan ke arah Stasiun Gambir Jakarta dan Stasiun Pajajaran Bandung.

3.2. Geometrik Jalan Rel Kereta Api

Pada penelitian ini diambil 3 (tiga) lokasi perlintasan dengan jalan raya Provinsi. Alasan disini perlintasan tersebut melawati jalan provinsi. Adapun ketiga perlintasan ini adalah : Perlintasan Rambipuji, Perlintasan Mangli dan Perlintasan Baratan (arjasa).

3.2.1 Data Pengukuran Lintasan

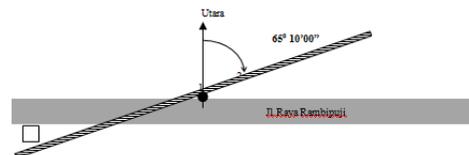
Pada Penelitian untuk perlintasan diperlukan data situasi pada perlintasan dengan jalan raya. Adapun data sebagai berikut : Tabel.4.3, Tabel 4.4 dan Tabel 4.5.

1. Perlintasan Rambipuji.

Tabel 4.3 Pengukuran Sudut Horisontal Lokasi Perlintasan Rambipuji

Titik	Titik arah	Pembacaan Sudut (β)			Sudut Koreksi (ω)		
		°	'	''	°	'	''
1	Utara	11	00	30	Sudut Koreksi (β)		
	2	76	10	30	65	10	00

Sumber, hasil pengukuran, 2015.



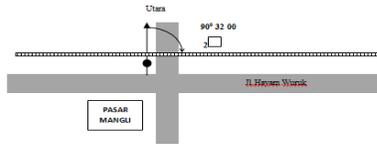
Gambar 4.3 Perlintasan KA Rambipuji

2. Perlintasan Mangli

Tabel 4.4 Pengukuran Sudut Horizontal Lokasi Perlintasan Mangli

Titik	Titik arah	Pembacaan Sudut (β)			Sudut Koreksi (ω)		
		0	1	2	0	1	2
1	Utara	225	19	20	Sudut Koreksi (β)		
	2	315	51	20	90	32	00

Sumber: hasil pengukuran, 2015



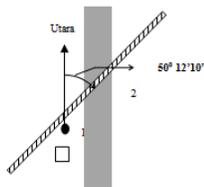
Gambar 4.5 Perlintasan KA Mangli

3. Perlintasan Arjasa

Tabel 4.5 Pengukuran Sudut Horizontal Lokasi Perlintasan Baratan

Titik	Titik arah	Pembacaan Sudut (β)			Sudut Koreksi (ω)		
		0	1	2	0	1	2
1	Utara	106	13	10	Sudut Koreksi (β)		
	2	156	25	20	50	12	10

Sumber: hasil pengukuran, 2015



Gambar 4.7 Perlintasan KA Arjasa

A. Pembahasan Lokasi Persilangan Rambipuji :

Data lapangan :

1. Lebar jalan raya = 7.50 meter
2. Bahu jalan raya = 2-2.60 meter
3. Lebar ral KA = 1.067 meter
4. Lebar bahu rel KA = 1-1.5 meter
5. Terdapat pintu perlintasan
6. Terdapat Pos pantau pintu.
7. Terjadi persilangan tajam

Dalam perhitungan perlintasan jalan, memperhatikan jarak pandang bebas minimum sepanjang jalan (dH) jarak pandang bebas minimum sepanjang Rel (dT) dan jarak pandang antara kedua pengemudi kendaraan dan Masinis (dT_A).

Dimana : **Dalam perencanaan pembuatan perlintasan.**

de = Jarak pengemudi keujung kendaraan depan (10 feet)

dH = Jarak pandang bebas minimum sepanjang jalan raya (feet)

V_v = kecepatan kendaraan jalan raya (mil/jam)

f = koefisien gesek

L = panjang kendaraan (65 feet)

W = lebar rel terluar (5 feet)

t = waktu reaksi (2,0-2,5 detik)

D = jarak ujung depan kendaraan ke rel (15 feet)

dt = jarak pandang bebas minimum sepanjang rel (feet)

VT = kecepatan KA (mil/jam)

V_g = Kecepatan terbesar kendaraan (8,8 feet/detik)

a_l = Percepatan kendaraan (1,47 feet/detik)

da = $\frac{Vg^2}{2 \cdot a_l}$ jarak yang ditempuh kendaraan ketika mempercepat untuk mencapai kecepatan tertinggi pada gigi/geer pertama.

Maka :

$$dH = 1,4667 \cdot V_v \times t + (V_v^2/30f) + D + de$$

$$dT = VT/V_v \times 1,667 \cdot V_v \times t + (V_v^2/30f) + 2D + L + W$$

Maka seharusnya setiap perlintasan

Jika kecepatan kereta api (VT=V_v= 80 km/jam = 49,79 mil/jam), maka :

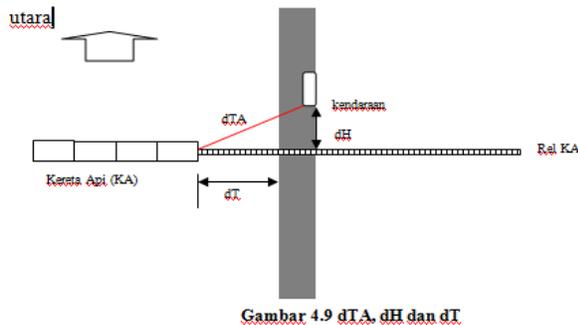
$$dH = 1,4667 \cdot V_v \times t + (V_v^2/30f) + D + de = 1,4667(49,71 \times 0,25) + (49,71^2/30 \times 0,30) + 15 + 10 = 318,705 \text{ feet} = 98.161 \text{ meter}$$

$$dT = VT / V_v \times 1,667 \cdot V_v \times t + (V_v^2/30f) + 2D + L + W = (49,79 / 49,79) \times (1.667 \times 49,79 \times 0,25) + (49,79^2/30 \times 0.030) + (2 \times 15) + 65 + 5 = 396.198 \text{ feet} = 122.028 \text{ meter.}$$

Maka :

$$dT_A = \sqrt{dT^2 + dH^2} = (122.028)^2 + (98.161)^2 = 156.609 \text{ meter.}$$

Seharusnya Setiap perlintasan di rancang seperti Gambar 4.9



Gambar 4.9 d_{TA} , d_H dan d_T

Pada lokasi penelitian rambipuji ini tidak ditemukan jarak pandang masinis dan pengemudi kendaraan (jalan raya), yaitu dengan jarak pandang $d_{TA} = 55$ meter (barat) dan $d_{TA} = 47$ meter (timur).

B. Pembahasan Lokasi Persilangan Mangli : Tegak lurus dengan Jalan raya

Data lapangan :

1. Lebar jalan raya = 7.00 meter
2. Bahu jalan raya = 2-2.50 meter
3. Lebar ral KA = 1.067 meter
4. Lebar bahu rel KA = 2-2.5 meter
5. Terdapat pintu perlintasan
6. Terdapat Pos pantau pintu.

Dalam perhitungan perlintasan jalan, memperhatikan jarak pandang bebas minimum sepanjang jalan (d_H) jarak pandang bebas minimum sepanjang Rel (d_T) dan jarak pandang antara kedua pengemudi kendaraan dan Masinis (d_{TA}).

Dari hasil hitungan untuk $d_T = 396.198$ feet = 122.028 meter, $d_H = 318,705$ feet = 98.161 meter dan $d_{TA} = 156.609$ meter. Maka persilangan KA Mangli (tegak lurus) dengan jalan raya dapat dikatakan baik, hanya saja terkendala bangunan – bangunan disekitar rel kereta api

C. Pembahasan Lokasi Persilangan Baratan

Data lapangan :

1. Lebar jalan raya = 7.00 meter
2. Bahu jalan raya = 1.5 - 2.50 meter
3. Lebar ral KA = 1.067 meter
4. Lebar bahu rel KA = 2-2.5 meter

5. Terdapat pintu perlintasan
6. Terdapat Pos pantau pintu.
7. Terjadi persilangan tajam

Dalam perhitungan perlintasan jalan, memperhatikan jarak pandang bebas minimum sepanjang jalan (d_H) jarak pandang bebas minimum sepanjang Rel (d_T) dan jarak pandang antara kedua pengemudi kendaraan dan Masinis (d_{TA}). Dari hasil hitungan untuk $d_T = 396.198$ feet = 122.028 meter, $d_H = 318,705$ feet = 98.161 meter dan $d_{TA} = 156.609$ meter.

4.3 Struktur Jalan Rel Kereta Api (KA)

Struktur Rel Kereta api meliputi Ballas, Bantalan, Rel dan penambat rel. Dari masing-masing bagian ini mempunyai fungsi yang saling berpengaruh.

3.3.1 Rel Kereta Api (KA)

Pada penelitian ingin mengetahui struktur rel kereta api saat ini. Adapun data yang dimaksud untuk mengetahui tipe rel yang ada sekarang. Penelitian ini diambil 3 (tiga) lokasi yang berbeda yaitu rel dari stasiun Kereta Api Jember kearah Stasiun Kereta Api Rambipuji dan kearah Stasiun Kereta Api Arjasa. Data yang diukur langsung meliputi tinggi rel (H), lebar kaki (B), lebar kepala (C), tebal badan (D), tinggi kepala (E), tinggi kaki (F) dan jarak tinggi garis netral ke kaki (G) dengan tujuan untuk menentukan tipe Rel kereta api.

Data penelitian : dalam millimeter (mm)

Tinggi Rel (H)	= 159 mm (15,9 cm)
Lebar kaki (B)	= 140 mm (14 cm)
Lebar kepala (C)	= 71 mm (7 cm)
Tebal badan (D)	= 16 mm (1.6 Cm)
Tinggi kepala (E)	= 50 mm (5 cm)
Tinggi kaki (F)	= 30 mm (3 cm)
Jarak tinggi garis netral ke kaki (G)	= 75 mm (7.5 cm).

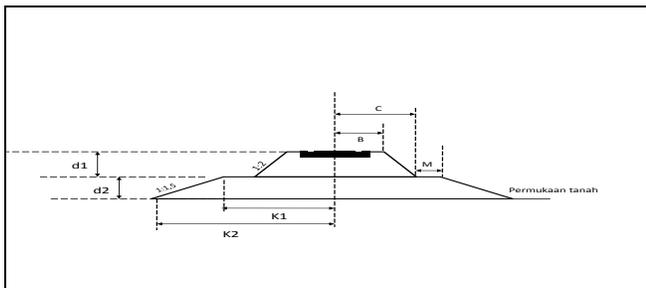
Dari data dimensi karakter tersebut maka tipe rel jalur dari Stasiun KA Jember kearah Stasiun KA Rambipuji dan Stasiun KA Arjasa adalah tipe R.54. Dengan diketahuinya tipe (R.54) maka berat rel dalam 1 meter = 54,43 kg/m

3.3.2 Ballas Rel Kereta Api (KA)

Ballas merupakan struktur pada jalan rel kereta api yang berupa batu pecah (*angular*= bersudut atau tidak bulat) yang berada dibawah bantalan dan rel KA. Pada Lapisan Ballas terdapt 2 (dua) lapisan, yaitu : Ballas atas dan bawah. Maksud dada penelitian ini, untuk mengetahui lapisan dan ukuran bahan (batu pecah) yang ada saat ini. Adapun hasil dari penelitian ini, sebagai berikut :

- Tidak adanya lapisan ballas bawah : saat ini yang ada hanya satu lapisan atas. Hal ini terlihat lapisan tersebut langsung dibawah bantalan beton.
- Ukuran bahan (batu pecah) pada ballas : 6,50 cm – 4,00 cm (2,5 – 1,5 inchi).
- Lebar bahu ballas pada Rel : $B > 0,5 L + X$

Notasi	Kelas Jalan Rel KA				
	I	II	III	IV	V
d1(cm)	30	30	30	25	25
d2(cm)	25	25	22	20	20
C(cm)	235	235	225	215	210
B(cm)	150	150	140	140	135
K1(cm)	265-315	265-	240-270	240-250	240-250
K2(cm)	375	375	325	300	300
E(cm)	25	25	22	20	20



Dimana :

B = Jarak dari sumbu jalan rel ke tepi atas lapisan Ballast (cm)

X = lebar bahu Ballast (cm), 50 cm (Tabel 4.8)

L = panjang bantalan (cm), L = 200 cm (hasil ukuran dilapangan).

Pada Penelitian dimensi Ballas pada tinggi dan bahu Ballas pada 3 lokasi dari arah Stasiun KA Jember kearah Stasiun Rambipuji dan Stasiun KA Jember kearah Stasiun KA Arjasa sebagai berikut :

Tabel 4.7 Hasil pengukuran

Lokasi	Tinggi Ballas (cm)	Bahu kiri Ballas (cm)	Bahu kanan Ballas (cm)
Jl.Sultan Agung (kearah Gebang)	30	125	125
Jl.Gajahmada (Al-Huda)	40	145	146
Jl.Hayam Wuruk (Roxy)	50	135	132
Pertigaan Mangli	55	130	133
Jl.Penundam (Jubung)	50	125	125
Jl.Braviajaya (Kelapa Tunggal)	30	130	135
Jl.Damawangsa (depan Terminal Tawang Alun)	50	130	135
Pertigaan Paga	45	130	130
Depan SMK Muhammadiyah Jember	50	135	130
Pertigaan R.S. Dr. Subandi	40	135	130
Pertigaan Baratan	40	130	135
Pertigaan Antirogo	35	150	145
Pertigaan Baratan (dekat Stasiun KA Ajjasa)	40	145	145

Sumber: Hasil Penelitian (2015).

Kelas Jalan Rel KA	Lebar bahu (X), cm
I dan II	50
III dan IV	40
V	35

Maka $= B > 0,5 L + X$

$$= B > 0,5 (200) + 50$$

$$= B > 150 \text{ cm .}$$

Pada penelitian ini, bahu jalan rel KA diukur rata – rata sisi kanan dan kiri = 1,25 – 1.5 meter.

3.3.3. Bantalan Rel Beton

Pada struktur rel kereta api dari stasiun KA Jember ke Stasiun KA Rambipuji dan stasiun KA Arjasa menggunakan Bantalan beton blok Tunggal (*monolithic/pretension*).

Data penelitian : jarak antara bantalan beton = 60 cm. Jarak penelitian sepanjang 8575 meter (Stasiun KA Rambipuji ke Stasiun KA Arjasa), maka didapat 143 Bantalan beton blok Tunggal (*monolithic/pretension*).

3.3.4 Penambat Rel Kereta Api

Pada penelitian ini, penambat rel menggunakan tipe **Pandrol**. Penambat rel tipe ini banyak digunakan PT.KAI. Penambat rel

Pandrol merupakan suatu batang baja dengan diameter 19 mm yang dibentuk spiral, yang salah satu sisinya menekan kaki rel dan sisi lain berlindung pada suatu penahan. Dari data jumlah bantalan diatas, maka jumlah penambat rel Pandrol adalah 472 buah. Karakteristik penambat rel Pandrol ialah :

- a. Kuat jepit cukup tinggi, minimum 600 kgf,
- b. Waktu dilewati rangkaian kereta api tidak menimbulkan suara berisik,
- c. Mudah dikerjakan,
- d. Penambatan kuat, tidak mudah lepas,
- e. Jumlah komponen sedikit, dan sederhana, dan
- f. Bila digunakan alas karet (*rubber pad*) dibawah kaki rel, menjadi penambat elastis ganda.

3.4. Jaringan Jalan Rel Kereta Api

Pada jaringan jalan rel Kereta Api menyangkut pada jadwal pemberangkatan, kedatangan dan jaringan jalan rel Kereta Api itu sendiri. Pada Tabel.5.4 dibawah ini adalah nama kereta api (Kereta Api) dan jaringan tujuan dari Stasiun Kereta Api Jember dan sekitarnya.

Untuk Lintas Jalan rel Kereta Api (KA) di Wilayah daerah Operasi IX Jember, adalah Stasiun KA Jember (STA.197+285) ke arah timur terakhir Stasiun KA Banyuwangi (STA.18+484) atau 178.801 meter (187,801 Km). Untuk ke arah barat terakhir Stasiun Surabaya (STA.200+501) atau berjarak 218.905 meter (218,905 km).

3.5 Stasiun Kereta Api (KA)

Pada Bab.II diatas, secara umum fungsi, ukuran, letak dan bentuk pada stasiun sebagai berikut :

1. Katagori Stasiun menurut fungsi
2. Katagori Menurut Ukuran
3. Katagori Menurut Letak
4. Katagori menurut Bentuk.

Fungsi	Stasiun KA Jember	Stasiun KA Rambipuji	Stasiun KA Mangli	Stasiun KA Arjasa
Katagori Stasiun menurut fungsi	Penumpang dan Barang	Penumpang dan barang (peti kemas)	Penumpang	Penumpang dan Barang
Katagori Menurut Ukuran	Besar (kelas B)	Kecil (kelas 2)	Kecil (kelas 3)	Kecil (kelas 3)
Katagori Menurut Letak	Antara	Antara	Antara	Antara
Katagori menurut Bentuk.	Sejajar	Sejajar	Sejajar	Sejajar

Sumber: Penelitian (2015).

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Pada Analisa data (pembahasan) BAB IV diatas, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. pada ketiga lokasi penelitian (perlintasan) rel KA dengan jalan raya adanya hambatan jarak pandang masinis dan pengemudi (kendaraan). Hal ini disebabkan garis pada jarak pandang (dTA) terhalang karena terdapat bangunan, seperti perkampungan dan tempat usaha.
2. Saat ini sepanjang ketiga lokasi penelitian, Rel kereta api dari stasiun Rambipuji sampai stasiun Arjasa adalah tipe R.54.

4.2 Saran

Dari kesimpulan (Bab.5.1) diatas, beberapa saran yang mungkin dapat dijadikan pertimbangan, sebagai berikut :

- a. Untuk memenuhi syarat (dTA) jarak pandang antara kereta api dan kendaraan, maka perlu adanya pengosongan area sekitar perlintasan
- b. Adanya perbaikan pada struktur balas.
- c. Pada perlintasan Mangli perlunya penghentian kendaraan (traffic light) di utara pintu perlintasan. Saat ini kendaraan berhenti disepanjang rel. Hal ini membahayakan bagi kendaraan apabila waktu lampu merah (berhenti) dan pada saat itu juga bersamaan dengan penutupan pintu perlintasan adanya kereta api yang melintas.
- d. Harapan kami semoga kedepannya akan ada penyempurnaan dari sistem bantalan rel sehingga penggunaan bantalan rel beton menjadi lebih aman dan nyaman bagi para pengguna moda kereta api dan warga sekitar perlintasan kereta .