**EVALUASI STRUKTUR BAWAH KOMPONEN JALAN REL LINTAS BEKASI – TAMBUN BERDASARKAN *PASSING TONNAGE***

**Nyimas Arnita Aprilia, ST, M. Sc**

Dosen PTDI-STTD

Jl. Raya Setu No.89, Bekasi Telp / Fax : (021) 8254640

**Ir. Bambang Drajat, MM**

Dosen PTDI-STTD

Jl. Raya Setu No.89, Bekasi Telp / Fax : (021) 8254640

**Ir. Tonny C. Korah, MM**

Dosen PTDI-STTD

Jl. Raya Setu No.89, Bekasi Telp / Fax : (021) 8254640

# ABSTRACT

*The Bekasi - Tambun railway is part of the main route in the Operational Area 1 Jakarta. The 6,828 km rail road is crossed by 211 trains / day serving approximately 84 long- distance trains and 45 Commuter Lines from and to Bekasi Station and Tambun Station.*

*This research is a field research by evaluating the rail components installed on the Bekasi-Tambun railroad then calculating the cross-road carrying capacity for one year and comparing it with the railroad components installed based on rail road planning standards in accordance with the railroad classification.*

*The results of the analysis of this study indicate that the Bekasi-Tambun railroad is classified as road class 1 with a cross-carrying capacity of 61,741,193 tons / year. The analysis of the cross load bearing concrete still meets the requirements, namely 16,940 kg / cm2, while based on the allowable stress that occurs at the base of the rail, the value of 1181.56 kg / cm2> is obtained from the class I rail stress permit which is 1176.8 kg / cm2. So that it does not meet the requirements in the rail base clearance stress. Therefore, it is recommended to replace the substructure components of the Bekasi-Tambun railroad. The results of the calculation of the need for railroad components can be track length of 13656 msp, the need for bearings is 11,380, the need for fastening is 45,520 and the need for ballast is 6,775 m.*

***Keywords : railway components, Passing Tonnage***

# ABSTRAK

Jalan rel lintas Bekasi – Tambun merupakan salah satu bagian dari jalur lintas utama di Daerah Operasional 1 Jakarta. Jalan rel sepanjang 6,828 km dilintasi oleh 211 KA/hari dengan melayani lebih kurang 84 Kereta Api jarak jauh dan 45 CommuterLine dari dan menuju ke Stasiun Bekasi dan Stasiun Tambun.

Penelitian ini merupakan penelitian lapangan dengan mengevaluasi komponen rel yang terpasang pada jalan rel lintas Bekasi-Tambun kemudian menghitung daya angkut lintas jalan rel selama satu tahun dan membandingkan nya dengan komponen jalan rel yang terpasang berdasarkan standar perencanaan jalan rel yang sesuai dengan klasifikasi jalan rel.

Hasil dari analisis penelitian ini menunjukkan bahwa jalan rel lintas Bekasi-Tambun termasuk dalam klasifikasi kelas jalan 1 dengan daya angkut lintas sebesar

61.741.193 ton/tahun. Analisis beban lintas bantalan beton masih memenuhi syarat yaitu sebesar 16.940 kg/cm2 sedangkan berdasarkan tegangan ijin yang terjadi di dasar rel didapat nilai 1181,56 kg/cm2 > dari izin tegangan jalan rel kelas I yang sebesar 1176,8 kg/cm2. Sehingga tidak memenuhi syarat dalam tegangan ijin dasar rel. Oleh karena itu, dianjurkan untuk melakukan penggantian komponen struktur bawah jalan rel lintas Bekasi-Tambun. Hasil perhitungan kebutuhan komponen jalan rel di dapat Panjang rel sebesar 13656 msp, kebutuhan bantalan sebesar 11.380 buah bantalan, kebutuhan penambat sebesar 45.520 penambat dan kebutuhan ballas sebesar 6.775 m.

**Kata Kunci** : *Komponen Jalan rel, passing Tonnage*

# PENDAHULUAN

Kereta api sebagai salah satu moda transportasi publik, merupakan sarana transportasi yang belakangan ini menjadi alternatif pemilihan moda yang sangat efektif dalam kehidupan masyarakat, khususnya masyarakat perkotaan seperti di Jabodetabek. Alasannya kereta api dianggap sebagai salah satu moda transportasi yang memiliki karakteristik dan keunggulan khusus, terutama dalam kemampuannya untuk mengangkut, baik orang maupun barang secara massal, menghemat energi, menghemat penggunaan ruang, tingkat pencemaran

yang rendah, serta lebih efisien dibandingkan dengan moda transportasi jalan untuk angkutan jarak jauh dan untuk daerah yang padat lalu lintasnya seperti angkutan perkotaan.

Daerah Operasi I Jakarta atau disingkat Daop 1 Jakarta merupakan Daerah operasi dengan wilayah yang terbentang dari stasiun Merak (bagian barat ujung kulon) di Banten hingga stasiun Cikampek (bagian timur) di Jawa Barat yang melintasi stasiun-stasiun di wilayah DKI Jakarta, Banten, Bogor, Kota Depok, Sukabumi, Tangerang dan Karawang di Jawa Barat. Bekasi merupakan salah satu daerah yang masuk dalam Daerah Operasi 1 Jakarta yang menggunakan moda transportasi *commuterline* dengan panjang lintas operasional 141 km. Jalan rel ini menghubungkan stasiun Jakarta Kota sampai dengan Stasiun Tambun yang merupakan jalan rel lintas Bekasi – Tambun.

Kebutuhan pemeliharaan jalan rel dapat berupa pemeliharaan rutin terhadap struktur jalan rel kereta api yang mungkin mengalami penurunan kualitas akibat beban lintas kereta api. Pemeliharaan bantalan rel, pemeliharan wessel, pengawasan terhadap geometrik jalan rel serta pelaksanaan pemeliharaan lain sesuai dengan pedoman dan standar pemeliharaan jalan rel yang berlaku.

# TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan penelitian yang ingin dicapai dalam penelitian ini antara lain:

1. Untuk mengetahui tonase kereta di lintas Bekasi – Tambun dalam kurun waktu satu tahun,
2. Untuk mengetahui volume kebutuhan pemeliharaan jalan rel lintas Bekasi - Tambun dalam waktu satu tahun,
3. Untuk mengetahui perlu tidaknya penggantian komponen jalan rel berdasarkan klasifikasi kelas jalan rel kereta api,

# METODELOGI PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian lapangan dengan mengevaluasi komponen rel yang terpasang pada jalan rel lintas Bekasi-Tambun kemudian menghitung daya angkut lintas jalan rel selama satu tahun dan membandingkan nya dengan komponen jalan rel yang





-

-

-

**Analisis Data**

Analisis *Passing Tonage*

Analisis Tegangan Ijin Rel

Analisi Kebutuhan Komponen

Evaluasi Jalur

Kondisi Eksisting



Pengumpulan Data

Landasan Teori

terpasang berdasarkan standar perencanaan jalan rel yang sesuai dengan klasifikasi jalan rel. Bagan Alir dapat di lihat pada gambar berikut.



mulai

Latar Belakang

Tinjauan Pustaka



**Data Sekunder**

* Gappeka 2019
* Data Inventaris Rel
* Data Stamformasi
* Data pemeliharaan jalan rel

**Data Primer**

* Kondisi Eksisting Lintas
* Spesifikasi komponen jaln rel

Rekomendasi Pemeliharaan

Kesimpulan dan saran

# METODE PENGUMPULAN DATA

1. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh dengan cara pengamatan langsung di lapangan yang disesuaikan dengan kebutuhan analisis data. Data primer yang diperoleh berupa:

* 1. Kondisi Eksisting Lintas Bekasi – Tambun;
  2. Spesifikasi Komponen Jalan Rel;
  3. Foto-foto dokumentasi di lapangan.

1. Data sekunder

Data sekunder adalah data yang didapat dari instansi–instansi terkait yang sesuai dengan kebutuhan analisis data berupa:

* 1. Data susunan lokomotif dan gerbong kereta api barang dan penumpang (stamformasi);
  2. Berat lokomotif dan gerbong yang melintas;
  3. Spesifikasi Rel dan Bantalan terpasang;
  4. Grafik perjalanan kereta api 2019/2020;
  5. Data sarana yang melintas dan beban sarana nya;
  6. Data kereta ukur tahun 2020.

# ANALISIS DAN PEMBAHASAN

1. Analisis Kapasitas Lintas Jalan Rel

Berdasarkan data jarak antar stasiun di jalur rel lintas Bekasi – Tambun (lihat gambar 5.6) adalah sebesar 6.828 km’sp dengan kecepatan rata-rata (V) sebesar 100 km/jam dan menggunakan peralatan persinyalan elektrik KYOSAN K5B (merupakan sinyal elektik CTC, sehingga waktu pelayanan sinyal t = 0,75 menit) maka didapat :

𝐶 = 864

𝐷

60𝑉+𝑡

864

=

6,828

60 100 +0,75

= 210,25 ≈ 211 𝑘𝑎/ℎ𝑎𝑟𝑖

1. Evaluasi Komponen Jalan Rel
   1. Analisis *Passing Tonnage*

Evaluasi pertama yang dilakukan dalam komponen jalan rel adalah dengan menghitung beban lintas yang ada. Beban lintas itu sendiri sudah ditentukan dengan nilai maksimumnya pada tiap kelas jalan sehingga jika beban lintas melawati batas ambang maka perlu ditingkatkan, begitu pula dengan sebaliknya. Data yang dipergunakan untuk perhitungan adalah data yang didapatkan dari Grafik Perjalanan Kereta Api (Gapeka tahun 2019).

* 1. Menghitung Berat Lokomotif

Untuk mengetahui berat lokomotif berdasarkan jenis lokomotif digunakan persamaan dibawah ini:

𝑇1 = 𝐵𝑒𝑟𝑎𝑡 𝐿𝑜𝑘 𝑋 𝐹𝑟𝑒𝑘𝑒𝑛𝑠𝑖 𝐾𝐴

Jenis lokomotif yang melintas pada lintas Bekasi – Tambun yaitu menggunakan jenis lokomotif CC206 dengan berat 90Ton. Berdasarkan data kapasitas lintas untuk Bekasi – Cikarang adalah sebesar 246 KA / hari. Sedangkan hasil perhitungan kapasitas lintas dari Bekasi – Tambun adalah sebesar 211 KA/hari. Maka berat lokomotif di lintas Bekasi - Tambun sebagai berikut:

𝑇1 = 𝐵𝑒𝑟𝑎𝑡 𝐿𝑜𝑘 𝑋 𝐹𝑟𝑒𝑘𝑒𝑛𝑠𝑖 𝐾𝐴

𝐾𝐴

𝑇1 = 90 𝑇𝑜𝑛 𝑋 211 𝐻𝑎𝑟𝑖

𝑇1 = 18.923 𝑇𝑜𝑛/𝐻𝑎𝑟𝑖

= 6.812.255 ton/ tahun

* 1. Menghitung Berat Kereta Api Penumpang/Barang

Lokomotif CC206, dengan berat kosong sebesar 88,2 ton dan berat siap sebesar 90 ton. Mempunyai daya angkut yang bisa mencapai 30 gerbong barang maupun 16 gerbong penumpang untuk satu lokomotif penarik. Untuk mengetahui berat kereta berdasarkan jumlah kereta digunakan persamaan dibawah ini:

𝑇𝑝 𝑎𝑡𝑎𝑢 𝑇𝑏 = 𝐽𝑢𝑚𝑙𝑎ℎ 𝐵𝑒𝑟𝑎𝑡 𝑖𝑠𝑖 𝑋 𝐽𝑢𝑚𝑙𝑎ℎ 𝐾𝑒𝑟𝑒𝑡𝑎 𝑋 𝐹𝑟𝑒𝑘𝑢𝑒𝑛𝑠𝑖 𝐾𝐴

Berat rangkaian kereta pada *penumpang* rata-rata mengangkut 10 rangkaian kereta penumpang dengan berat isi maksimum sebesar 41 Ton :

𝑇𝑝 = 41 𝑇𝑜𝑛 𝑋 10 𝐾𝐴 𝑋 192 𝐾𝐴/𝐻𝑎𝑟𝑖

𝑇𝑝 = 78720 𝑇𝑜𝑛/𝐻𝑎𝑟𝑖

Untuk berat rangkaian gerbong barang:

𝑇𝑏 = 50 𝑇𝑜𝑛 𝑋 15 𝐾𝐴 𝑋 52 𝐾𝐴/𝐻𝑎𝑟𝑖

𝑇𝑏 = 39000 𝑇𝑜𝑛/𝐻𝑎𝑟𝑖

* 1. Menghitung Tonase Ekuivalen

Untuk mengetahui tonase ekuivalen berdasarkan beban kereta dan beban lokomotif dengan menggunakan

Kb = Koefisien yang tergantung beban gandar 1,3 untuk beban gandar > 18 ton

K1 = Koefisien yang besarnya 1,4

Maka tonase ekuivalen untuk lintas Bekasi – Tambun adalah :

𝑇𝐸 = 𝑇𝑝 + 𝐾𝑏. 𝑇𝑏 + 𝐾1. 𝑇1

TE = 78720 + (1,3 x 39000) + (1,4 x 18.923)

= 155.912 Ton / hari

* 1. Menghitung Daya Angkut Lintas.

Dengan menggunakan S (Koefisien besarnya kualitas lintas) sebesar 1,1 untuk lintas dengan KA penumpang dan V max 120 km/jam

𝑇 = 360 𝑥 𝑆 𝑥 𝑇𝐸

𝑇 = 360 𝑥 1,1 𝑥 155.912

𝑇 = 61.741.193 𝑇𝑜𝑛/𝑇𝑎ℎ𝑢𝑛

**Tabel 1.1**. Klasifikasi Jalan Rel di Indonesia

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Kelas Jalan Rel | Kapasitas Angkut Lintas ( x 106) ton/tahun) | Kecepatan Maksimum  (km/jam) | Beban gandar maksimum  (ton) |
| I | > 20 | 120 | 18 |
| II | 10 – 20 | 110 | 18 |
| III | 5 – 10 | 100 | 18 |
| IV | 2,5 – 5 | 90 | 18 |
| V | < 2,5 | 80 | 18 |

*Sumber : Hapsoro, 2009*

Berdasarkan pada hasil perhitungan daya angkut lintas klasifikasi jalan rel pada lintas Bekasi - Tambun termasuk layak dijalankan dalam kelas jalan I yang memiliki ketentuan daya angkut yang berada di atas 20 juta ton per tahun serta kecepatan maksimum yang diizinkan pada lintas yaitu sebesar 120 Km/Jam.

Ketentuan yang harus digunakan pada klasifikasi kelas jalan I yaitu terdapat pada penggunaan rel dengan tipe rel R.54, jenis bantalan yang digunakan merupakan bantalan beton serta penambat yang digunakan yaitu penambat elastis, guna disesuaikan dengan keadaan daya angkut lintas tersebut terhadap struktur kondisi badan jalan.

1. Analisis Beban Lintas Terhadap Rel

Kelas jalan rel memiliki spesifikasinya tersendiri salah satunya pada tiap jalan rel memiliki jenis rel yang berbeda pula, Tiap rel dan kelas jalan tersebut pula memiliki ketentuan maksimum, mengenai tegangan dasar rel dan tegangan izin rel.

* 1. Perhitungan Beban Lintas Dinamis

Koreksi dalam dimensi rel yang berdasarkan *passing tonnage* tipe rel yang digunakan pada jalan rel lintas Bekasi - Tambun ini terdiri dari mayoritas tipe Rel 54 dengan bantalan beton E-Clip. Distribusi beban pada struktur jalan rel merupakan penyaluran beban daya angkut lintas yang terjadi pada operasional kereta api, yang mengakibatkan penyaluran beban ini, diperhitungkan besaran reaksi yang terjadi pada struktur pada jalan rel yang menjadi bagian pada utama, untuk mengetahui besaran reaksi

ini maka perlu diketahui kesesuaian pada komponen rel yang telah terpasang, maka diperlukan penggantian atau hanya perlu proses pemeliharaan biasa.

* 1. Rencana Kecepatan

Kecepatan rencana yang harus dipilih merupakan kecepatan yang tertinggi untuk dapat dilakukan dengan aman. Satuan kecepatan yang biasa dipakai adalah Km/ Jam, dengan V maksimum sebesar 120 km/jam maka:

𝑉𝑅𝑒𝑛𝑐𝑎𝑛𝑎 = 1,25 𝑥 𝑉𝑚𝑎𝑘𝑠

= 1,25 x 120 km/jam

= 150 km/jam

* 1. Formulasi *Talbot* Tipe Rel R.54

𝑃𝑑 = 𝑃𝑠 [1 + 0.01 (𝑉𝑟𝑒𝑛𝑐𝑎𝑛𝑎 − 5)]

1,609

= 9000 [1 + 0.01 ( 150

1,609

− 5)]

*=* 16.940,3 Kg

* 1. Analisis Bantalan Rel (beton)

Analisa pada bantalan rel dilakukan untuk mengetahui ketahanan bantalan beton yang menerima beban yang melintasinya. Bantalan yang ada di jalan rel lintas Bekasi – Tambun merupakan bantalan beton. Dengan beban gandar = 18 Ton dan V rencana sebesar 150 km/jam. Nilai yang diperoleh diatas = 16.940 kg (nilai tegangan ijin beban dinamis roda) sehingga masih memenuhi syarat dalam tegangan ijin kelas jalanI.

Tegangan yang terjadi pada bantalan beton adalah :

* + 1. Nilai Modulus Elastisitas berdasarkan nilai Fcu=500 kg/cm

𝐸 = 6400√𝑓𝑐𝑢

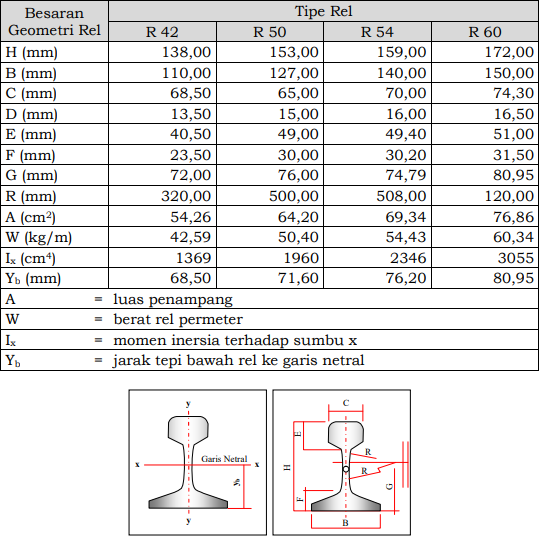
𝐸 = 6400√500

E = 1,431 x 105 kg/cm

* + 1. *Dumping* Faktor

*Dumping* faktor merupakan fondasi jalan rel (sebagai tumpuan) yang sebagai gaya tumpuan per unit panjang rel dengan per unit deflekasi rel ini bepengaruh dengan penambat, bantalan, balas, subbalas, dan subgrade.

**Tabel 1.2.** Dimensi Penampang Rel



η = √

4

𝑘 4𝐸𝐼

K = 180KG/cm2

E = 2,1 x 106 kg/cm (modulus elastic R.54) I = 2346 cm4 (table 6.2)

4

 = √

𝐾 4𝐸𝐼

4 180

 = √4𝑥 2,1 𝑥 106𝑥 2346

4 180

= √19706,4 𝑥 106

 = 4√0,91340 𝑥 10−8

= 0,009896 cm-1

* 1. Momen Maksimum

𝑀𝑚𝑎𝑘𝑠 = 𝑃𝑑

4𝜂

Keterangan:

Pd = Beban Dinamis η = Faktor Dumping

𝑀𝑚𝑎𝑘𝑠 =

𝑀𝑚𝑎𝑘𝑠 =

𝑃𝑑 4

16940,3

4 𝑥 0,0,03958

𝑀𝑚𝑎𝑘𝑠 = 427958,266 𝑘𝑔/𝑐𝑚

Maka nilai Ma untuk konfigurasi 6 roda (CC) adalah sebagai berikut:

𝑀𝑎 = 0,82 𝑥 𝑀𝑚𝑎𝑘𝑠

𝑀𝑎 = 0, 82 𝑥 427958,266

𝑀𝑎 = 350925,778 𝑘𝑔/𝑐𝑚

Setelah perhitungan tersebut baru dapat dilaksanakan perhitungan yang menentukan kelayakan dari suatu jalur rel tersebut perhitungan tersebut yaitu perhitungan batas tegangan dasar rel dan tegangan izin rel yang akan dihitung sebagai berikut :

Tegangan Ijin Kelas Jalan

𝜎 = 𝑀𝑎 𝑥 𝑌

𝐼

350925,778 𝑥 7

𝜎 =

13692364

𝜎 = 1047,09 kg/cm2

Nilai yang diperoleh diatas adalah < 1325 (nilai tegangan ijin kelas jalan) sehingga masih memenuhi syarat dalam tegangan ijin kelas jalan rel. Perhitungan akhir berupa tegangan izin kelas jalan & tegangan izin bawah rel yang akan menjadi penentuan kelayakan komponen rel.

𝑆𝑏𝑎𝑠𝑒 = 𝑀𝑎

𝑊𝑏

Ma = 350925,778 kg/cm Wb = 297 cm3

𝑀𝑎

𝑆𝑏𝑎𝑠𝑒 =

𝑆𝑏𝑎𝑠𝑒 =

𝑊𝑏 350925,778

297

𝑆𝑏𝑎𝑠𝑒 = 1181,56 kg/cm2

Hasil perhitungan menunjukkan nilai 1181,56 kg/cm2 atau > dari izin tegangan jalan rel kelas I yang sebesar 1176,8 kg/cm2. Sehingga tidak memenuhi syarat dalam tegangan ijin dasar rel. Tipe rel R.54 merupakan rel yang telah terpasang sebelumnya, namun seiring dengan potensi meningkatnya jumlah daya angkut lintas kedepan maka perlu adanya penggantian rel.

1. Pergantian Komponen
   1. Perhitungan Kebutuhan Rel

Panjang lintas Bekasi - Tambun adalah 6.681 Km. Untuk memenuhi kebutuhan rel, maka panjang lintas dikalikan dengan 2 di karenakan bahwa rel dipasang pada bagian sisi kanan dan sisi kiri di sepanjang jalan lintas tersebut, maka dapat diperhitunkan dengan :

Panjang rel = Panjang track x 2

= 6.828 x 2

=13656 msp

* 1. Perhitungan Kebutuhan Bantalan

Bantalan dipasang pada setiap jarak 60 cm di sepanjang jalan lintas di jalur kereta api tersebut, oleh karena itu diperlukannya untuk menghitung jumlah bantalan adalah dengan membagi panjang lintas dengan satuan cm 60, maka dapat diperhitungkan dengan :

∑ 𝐵𝑎𝑛𝑡𝑎𝑙𝑎𝑛 =

𝑃𝑎𝑛𝑗𝑎𝑛𝑔 𝑇𝑟𝑎𝑐𝑘

0,6

6.828

∑ 𝐵𝑎𝑛𝑡𝑎𝑙𝑎𝑛 =

0,6

=11.380 Buah

* 1. Perhitungan Kebutuhan Penambat

Penambat dipasang pada 4 buah di setiap bantalan dan bantalan dipasang pada di setiap jarak 60 cm sepanjang jalur kereta api oleh karena itu, perlu untuk menghitung kebutuhan penambat yang harus membagi panjang lintas dalam satuan, maka dapat diperhitungkan dengan :

∑ 𝑃𝑒𝑛𝑎𝑚𝑏𝑎𝑡 = 𝐽𝑢𝑚𝑙𝑎ℎ 𝐵𝑎𝑛𝑡𝑎𝑙𝑎𝑛 𝑥 4

∑ 𝑝𝑒𝑛𝑎𝑚𝑏𝑎𝑡 = 11.380 𝑥 4

∑ 𝑝𝑒𝑛𝑎𝑚𝑏𝑎𝑡 = 45520

* 1. Perhitungan Kebutuhan Ballas

Untuk menghitung kebutuhan pada ballas, maka perlu dilakukan mengetahui kebutuhan ukuran penampang melintang pada ballas yang di setiap kelas jalan rel kereta api.

Pada balas hanya digunakan pada jalan rel kereta api di permukaan tanah, sehingga pada jembatan tidak diperlukan balas, panjang lintas jalan rel pada permukaan tanah adalah :

Panjang lintas ( permukaan)

= Panjang lintas – Bentang Jembatan

= 6.828 – 53

= 6.775 m

# KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Kesimpulan yang bisa dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

* 1. Jalan Rel lintas Bekasi – Tambun merupakan jalan rel kelas I dengan daya angkut lintas yang melewati jalan rel sebesar 61.741.193 𝑇𝑜𝑛/𝑇𝑎ℎ𝑢𝑛.
  2. Jalan rel lintas Bekasi – Tambun yang digunakan sepenuhnya adalah R.54 sepanjang 6.828 km, dengan kecepatan rencana sebesar 120 km/jam dan kecepatan operasi sebesar 100 km/jam
  3. Ada 2 bagian jalur rel secara visual memiliki kondisi fisik yang berbeda. Dimana bagian hilir banyak terjadi *mud pumping* (yang dibangun sejak zaman Belanda) sedangkan hulu merupakan jalur ganda atau jalur rel ke dua yang dibangun tahun 1990.

1. Saran
   1. Jalan rel lintas Bekasi – Tambun ini merupakan jalan kelas 1 dan merupakan lintas utama, sehingga seharusnya pemeliharaan dapat dilakukan dengan baik sesuai dengan peraturan menteri terkait yang berlaku.
   2. Kecepatan operasi 100 km/jam tidak terpenuhi. Oleh karena itu, sesuai dengan UU No.23 tahun 2007, perlintasan liar secara bertahap untuk segera di tutup.
   3. Perlunya dilakukan penggantian badan jalan di jalur hilir secara bertahap yang bertujuan menjaga keamanan dan kenyamanan pada operasional jalan rel kereta api.

# DAFTAR PUSTAKA

, 2007, *Undang-Undang Nomor 23 Tentang Perkeretaapian*.

, 2009, *Peraturan Pemerintah Nomor 56 tahun 2009 tentang penyelenggaraan Perkeretaapian.*

, 2011, *Peraturan Menteri nomor 36 Tentang Perpotongan Dan/Atau Persinggungan Antara Jalur Kereta Api Dengan Bangunan Lain.*

, 2011, *Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 31 Tahun 2011 tentang Standar Dan Tata Cara Pemeriksaan Prasarana Perkeretaapian.*

, 2011, *Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 33 Tahun 2011 tentang Jenis, Kelas dan Kegiatan di Stasiun Kereta Api*.

, 2011, *Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 32 tahun 2011 tentang Standar dan Tata Cara Perawatan Prasarana Perkeretaapian.*

Hapsoro. 2009. *Jalan Rel*. Beta offset. Yogyakarta.

,Jaya, F.H.l Miswanto. 2018. “Evaluasi Struktur Atas Komponen Jalan Rel Berdasarkan *Passing Tonnage* (Studi Kasus : Jalan Rel Lintas Tanjung Karang-Bekril)” dalam Tapak Vol.8 No.1 November 2018 (hal 33-45). Bandar Lampung.

Rosyidi, SAP. 2015. *Rekayasa Jalan Kereta Api*. LP3m Universitas Muhamadyah Yogyakarta, Yogyakarta.

Setiawan, Dian. M, 2016, *Pembatasan Kecepatan Maksimum dan Kaitannya terhadap Kapasitas Lintas Jalur Kereta Api Muara Enim- Lahat Sumatera Selatan.* Yogyakarta.

Malkhamah, S., Muthohar, I., Murwono, D., dan Wiarco, Y. 2014. *Analisis kapasitas jalur dan kecelakaan kereta api*, Yogyakarta.