ANALISIS KONDISI JALUR REL LINTAS MEDAN – BANDAR KHALIPAH

ANALYSIS CONDITION OF THE CROSS RAILWAY LINE MEDAN – BANDAR KHALIPAH

Zenio Armada Subagiyo [1]*, Nyimas Arnita Aprilia [2], Ujang Cahyono [3]

[1]Politeknik Transportasi Darat Indonesia

Jalan Raya Setu No. 89 Bekasi, Jawa Barat 17520, Indonesia

[2]Politeknik Transportasi Darat Indonesia

Jalan Raya Setu No. 89 Bekasi, Jawa Barat 17520, Indonesia

[3]Politeknik Transportasi Darat Indonesia

Jalan Raya Setu No. 89 Bekasi, Jawa Barat 17520, Indonesia

Diterima: Agustus 2023 ,Direvisi: Agustus 2023 , Disetujui: Agustus 2023

ABSTRAK

Konstruksi jalan rel merupakan sistem struktural yang menggabungkan komponen-komponen seperti rel, bantalan, penambat dan lapisan pondasi serta tanah dasar secara terpadu, disusun dalam sistem konstruksi dan analisis tertentu sehingga kereta api dapat berjalan dengan aman dan nyaman. Guna mendukung terciptanya suatu sarana dan prasarana yang handal di Divisi Regional I Sumatera Utara maka progam pemeriksaan, pemeliharaan dan perawatan sarana dan prasarana kereta api menjadi sangat penting agar dapat menekan tingkat resiko kecelakaan yang terjadi. Evaluasi kerusakan komponen jalan rel pada lintas Medan – Bandar Khalipah dilakukan dengan cara membandingkan komponen jalan rel yang terpasang dengan standar perencanaan jalan rel yang sesuai dengan klasifikasi jalan rel. Berdasarkan hasil survei inventarisasi jalan rel, kondisi prasarana pada lintas Medan – Bandar Khalipah terdapat kerusakan dan kekurangan komponen jalan rel. Kerusakan yang ditemui yaitu rel cacat, bantalan pecah, dan mud pumping, sedangkan kekurangan komponen meliputi penambat hilang, dan volume balas kurang, serta ditemui ketidaksesuaian kondisi lingkungan jalur rel kereta api dikarenakan banyaknya warga sekitar jalur rel kereta api yang membuang limbah ke drainase jalur rel sehingga menyebabkan drainase mampet. Dalam pemeliharaan dan perawatan jalan rel di Divisi Regional I Sumatera Utara saat ini sudah cukup baik akan tetapi masih terdapat kekurangan dalam perbaikan komponen yang rusak.

Kata kunci : jalan rel, mud pumping, kerusakan

ABSTRACT

Railroad construction is a structural system that combines components such as rails, sleepers, tethers and foundation layers and subgrade in an integrated manner, arranged in a certain construction and analysis system so that trains can run safely and comfortably. In order to support the creation of reliable facilities and infrastructure in the North Sumatra Regional Division I, the inspection, maintenance and care program for railway facilities and infrastructure is very important in order to reduce the level of risk of accidents that occur. Evaluation of the damage to the railroad components on the Medan – Bandar

Khalipah route is carried out by comparing the installed rail components with the standard railroad planning according to the rail road classification. Based on the results of a railroad inventory survey, the condition of the infrastructure on the Medan - Bandar Khalipah route has damage and a shortage of rail components. The damage found was defective rails, broken bearings, and mud pumping, while component deficiencies included missing anchors, and insufficient ballast volume, as well as discrepancies in the environmental conditions of the railroad track due to the large number of residents around the railroad track who dumped waste into the rail track drainage. thus causing blocked drainage. The maintenance and upkeep of railways in Regional Division I of North Sumatra is currently quite good, but there are still deficiencies in repairing damaged components.

Key words: railroad, mud pumping, damage

I. PENDAHULUAN

Perkeretaapian merupakan satu kesatuan sistem yang terdiri dari prasarana, sarana, sumber daya manusia, serta norma, kriteria, dan prosedur untuk penyelenggaraan transportasi kereta api. Prasarana perkeretaapian terdiri atas jalur rel dan jembatan, bangunan stasiun, dan fasilitas operasi kereta api, ketiga unsur tersebut dibutuhkan supaya kereta api dapat dioperasikan dengan baik.

Untuk meningkatkan peran perkeretaapian sebagai transportasi massal perlu diperhatikan keseluruhan sistem perkeretaapian dari segi sarana, prasarana, dan operasional perjalanan kereta api. Hal tersebut dilakukan untuk menjaga kehandalan dan keamanan kereta api agar tetap laik operasi dengan melakukan pemerikasaan, pemeliharaan, dan perawatan sarana dan prasarana kereta api guna mengurangi kecelakaan perjalanan kereta api

Peningkatan keamanan dan jaminan keselamatan operasi kereta api merupakan sesuatu yang harus terus menerus diupayakan melalui standarisasi kelaikan, karena salah satu penyebab utama terjadinya kecelakaan kereta api adalah akibat faktor kesalahan teknis dari sarana dan prasarana kereta api yaitu kegagalan atau tidak berfungsinya peralatan yang ada.

Guna mendukung terciptanya suatu sarana dan prasarana yang handal di Divisi Regional I Sumatera Utara maka progam pemeriksaan, Pemeliharaan dan perawatan sarana dan prasarana kereta api menjadi sangat penting agar dapat menekan tingkat resiko kecelakaan yang terjadi. Pada lintas Medan-Bandar Khalipah ini ditemukan kondisi prasarana terdapat kerusakan dan kekurangan komponen jalan rel. Kerusakan yang ditemui yaitu rel cacat, bantalan pecah, dan mud pumping, sedangkan kekurangan komponen meliputi penambat hilang, dan volume balas kurang, serta juga ditemui ketidaksesuaian kondisi lingkungan jalur rel kereta api yang dikarenakan banyaknya warga sekitar jalur rel kereta api yang membuang limbah ke drainase jalur rel sehingga menyebabkan drainase mampet. Hal tersebut dapat menurunkan kualitas pelayanan komponen jalan rel kereta api.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Lokasi dan waktu penelitian

Lokasi penelitian adalah tempat dimana kegiatan penelitian ini berlangsung. Lokasi penelitian ini berada di sepanjang lintas Medan – Bandar Khalipah yang memiliki panjang lintas 9,395 km. Waktu penelitian dimulai dari tanggal 6 Maret 2023 hingga tanggal 1 Juli 2023. Penelitian ini dilaksanakan selama masa Praktek Kerja Lapangan (PKL) dan magang di Balai Teknik Perkeretaapian Kelas 1 Medan, Sumatera Utara.

B. Metode pengumpulan data

Teknik pengumpulan data merupakan metode atau teknik yang digunakan untuk mengumpulkan data. Dalam penelitian ini menggunakan teknik studi kepustakaan dengan mencari

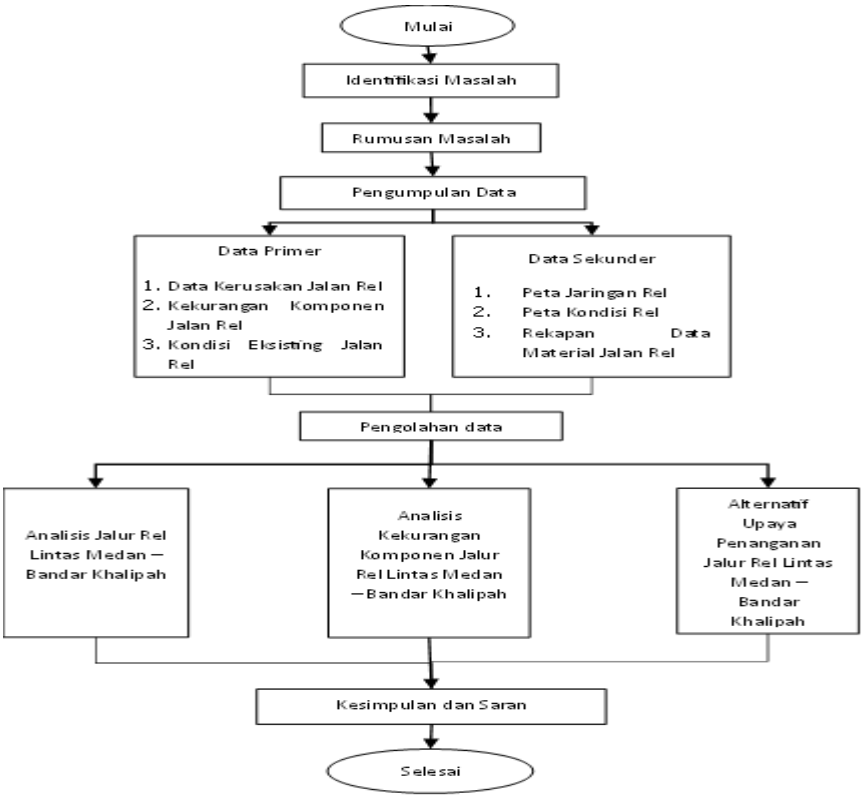
data kantor maupun jurnal yang sesuai dengan masalah yang ditemukan, pengamatan dengan meninjau langsung situasi yang ada di lintas Medan – Bandar Khalipah, dan wawancara dengan para pegawai satuan kerja dan para pegawai perawatan jalan rel.

C. Pengolahan data

Setelah data didapatkan dilakukan analisis pemecahan masalah yaitu melakukan las popok atau las timbun pada rel *deffect*, pemecokan balas pada *mud pumping*, penggantian bantalan yang rusak atau keropos, pengadaan penambat yang hilang atau rusak, pengadaan balas pada volume balas yang kurang.

D. Analisis data

1. Ada beberapa analisis yaitu: analisis kerusakan komponen jalur rel (membagi lintas Medan – Bandar Khalipah menjadi 10 segmen, mendata kerusakan jalan rel pada setiap segmen), analisis kekurangan komponen jalur rel (menghitung komponen yang seharusnya ada menggunakan rumus, menghitung kekurangan pada tiap komponen), analisis kondisi jalur rel (mencari penyebab kerusakan dan kekurangan jalur rel, memberikan alternatif pemecahan masalah).
2. Bagan alir penelitian

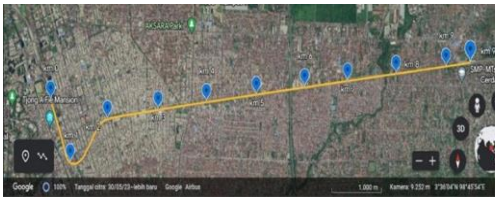


Gambar II.1 Bagan alir penelitian
Sumber: Hasil analisis

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis lintas Medan – Bandar Khalipah

Lintas Medan - Bandar Khalipah memiliki jarak 9,395 km. Berdasarkan lintas sepanjang 9,395 km tersebut maka untuk analisisnya saya membaginya dalam 10 segmen, dimana segmen 1 sampai segmen 9 memiliki panjang 1 km dan segmen 10 hanya memiliki panjang 0,395 km.



Gambar V.1 Pembagian segmen pada lintas Medan – Bandar Khalipah
Sumber:
https://earth.google.com,2023

1. Pada segmen 1 tidak didapat kerusakan yang terjadi pada jalan rel. Hal itu dikarenakan pada km ini berlokasi dekat dari emplasemen stasiun jadi keamanan kondisi jalur rel pada daerah tersebut terjaga.
2. Pada segmen 2 banyak ditemukannya kerusakan jalur rel, dimana di segmen ini terdapat rel *deffect* (km 1+810) dan juga terdapat 8 kerusakan yang lain seperti balas kurang (km 1+155), *mud pumping* (km 1+340), drainase mampet (km 1+600), drainase tertumpuk sampah (km 1+700), bantalan retak (km 1+797 dan 1+811), bantalan pecah (km 1+808), dan 88 penambat hilang.
3. Pada segmen 3 terdapat kerusakan jalur rel, seperti *mud pumping* (km 2+260 dan 2+300), dan 27 penambat hilang.
4. Pada segmen 4 terdapat kekurangan komponen balas (km 3+490) dan juga kehilangan penambat yang berjumlah 31 buah penambat.
5. Pada segmen 5 ini terdapat beragam kerusakan, seperti *mud pumping* (km 4+480 dan 4+510), bantalan retak (km 4+625), drainase mampet dan balas kurang (km 4+185), drainase tertumpuk sampah (km 4+205), drainase ditumbuhi rumput (km 4+315), drainase meluap (km 4+920), dan 119 penambat hilang. Pada segmen ini merupakan bagian yang memiliki kehilangan penambat tertinggi dan juga banyak ditemukan drainase mampet.
6. Pada segmen 6 ini terdapat kerusakan drainase mampet (km 5+212 dan 5+306), bantalan pecah (km 5+327), balas kurang (km 5+906), dan 19 penambat hilang. Segmen ini masih merupakan lanjutan dari kerusakan drainase pada segmen sebelumnya, dikarenakan pada daerah ini banyak warga yang ikut menggunakan drainase sebagai pembuangan limbah rumah tangga sehingga menyebabkan tesumbatnya aliran drainase sehingga tidak dapat berfungsi dengan semestinya.
7. Pada segmen ini terdapat batu luar yang ikut tercampur balas pada saat pemecokan balas menggunakan mesin MTT (km 6+800) hal itu tidak sesuai ketentuan dikarenakan batu yang tercampur tidak sesuai kategori batu balas yang seharusnya, *mud pumping* (km 6+330) dan 24 penambat hilang.
8. Pada segmen 8 ini terdapat kerusakan bantalan pecah (km 7+085),

rel *deffect* (km 7+595), dan 11 penambat hilang.

9. Pada segmen 9 ini terdapat kekurangan balas (km 8+762) dan juga penambat hilang yang berjumlah 11 buah penambat.
10. Pada segmen 10 ini hanya ditemukan 3 penambat yang hilang, untuk selebihnya kondisi jalur dapat dikatakan baik.

B. Analisis Kekurangan Komponen Jalur Rel

1. Analisis TQI

Untuk menentukan klasifikasi jalan rel dapat dilihat dari hasil Track Quality Index (TQI) yaitu sebagai berikut :

Baik sekali, untuk TQI ≤ 20.
Baik, untuk 20 < TQI ≤ 35.
Sedang, untuk 35 < TQI ≤ 50
Jelek, untuk TQI > 50.

Dari data diatas menunjukan bahwa nilai TQI lintas Medan – Bandar Khalipah adalah kategori (Baik) yaitu 26 dengan batas kecepatan adalah 80<V<100 km/jam , dan untuk mendapatkan TQI dibawah 20 kategori (sangat baik, resort 1.1 Medan harus melakukan perbaikan terhadap lintas Medan – Bandar Khalipah yang mengalami kerusakan, supaya rencana kecepatan KA bisa di tingkatkan sampai 120 km/jam.

2. Analisis *Passing Tonage*

a) Menghitung berat rangkaian kereta api penumpang.

Sribilah Utama = 304 ton
Putri Deli = 234 ton
Siantar Ekspres = 156 ton
KA Bandara = 174 ton

Untuk mengetahui passing tonnage dalam 1 hari maka dapat di asumsikan sebagai berikut

Tp= Frekuensi KA/hari x Beban Rangkaian KA
= (6 SU) + (6 PD) + (2 SE) + (4 KAB)
= (6 x 304) + (6 x 234) + (2 x 156) + (4 x 174)
= 1.824 + 1.404 + 312 + 696
= 4.236 ton/hari

Lokomotif CC 201 = 84 x 18 = 1.512 ton/hari

b) Menghitung berat rangkaian kereta api barang.

Dikarenakan frekuensi ka dan stamformasi rangkaian kereta barang tidak menentu atau selalu berubah ubah, maka diambil rata rata dalam 1 hari terdapat 8 frekuensi ka dan 12 gerbong setiap stamformasi rangkaian.

Tb= Frekuensi KA/hari x Beban KA
= 6 x 528
= 3.168 ton/hari

Lokomotif CC 201 = 84 x 6 = 504 ton/hari

c) Menghitung *Tonnage Equivalent* (TE).

Hasil yang diperoleh saat mengkalkulasi *Tonnage Equivalen* (TE) tersebut dapat memahami jumlah total beban lokomotif serta kereta penumpang ataupun barang lintas Medan – Bandar Khalipah perharinya.

$TE = Tp + Kb\ x\ Tb + K1\ x\ T1$

Keterangan:

TP = Tonase penumpang dan kereta harian
TE = Tonase ekuivalen (ton/hari)

Tb = Tonase barang dan gerbong harian
Kb = koefisien yang besarnya tergantung pada beban gandar
1,5 untuk beban gandar < 18 ton
1,3 untuk beban gandar > 18 ton
$K1$ = Koefisien yang besarnya 1,4
TE = Tonase lokomotif harian CC 201 dengan berat 84 Ton
= 4.236 + (1,5 x 3.168) + (1,4 x 2.016)
= 11.810,4 ton/hari
Total beban lokomotif serta kereta penumpang dan barang yang melintasi Medan – Bandar Khalipah yakni sebesar 11.810,4 ton/hari

d) Perhitungan Daya Angkut Lintas (*Passing Tonnage*).

T = 365 x S x TE
= 365 x 1,1 x 11.810,4
= 4.741.875,6 ton/tahun
Sehingga beban lintas pada lintas Medan – Bandar Khalipah selaras terhadap PM 60 Tahun 2012 termasuk dalam kelas jalan IV yaitu beserta daya angkut lintas 2,5 - 5 juta ton/tahun.

3. Kondisi Eksisting Lintas Medan – Bandar Khalipah.

Berikut merupakan kondisi eksisting jalur rel beserta kekurangan komponen yang diketahui setelah melakukan pengamatan di lapangan:

a. Rel

Panjang lintas Medan – Bandar Khalipah adalah 9,395 km, dikarenakan jalan rel selalu berpasangan dimana besi rel terletak di sisi kiri dan di sisi kanan di sepanjang lintas tersebut dengan panjang yang sama maka untuk mengetahui panjang rel dapat di hitung berdasarkan Rumus III.1:
panjang rel = 2×panjang track
= 2 × 9,395
= 18,79 km
Setelah dilakukan perhitungan diketahui panjang besi rel pada lintas Medan – Bandar Khalipah adalah 18,79 km, pada lintas Medan – Bandar Khalipah sudah menggunakan rel dengan tipe R.54 yaitu rel yang setiap 1 meter nya memiliki berat 54 kilogram.

b. Bantalan

Pada lintas Medan – Bandar Khalipah saat ini menggunakan jenis bantalan beton. Bantalan dipasang pada setiap jarak 60 cm di sepanjang jalan lintas di jalur kereta api tersebut, oleh karena itu jumlah bantalan dapat diperhitungkan berdasarkan rumus III.2:
"∑ Bantalan "=(Panjang Track)/0,6
=9.395/0,6
=15.658 bantalan
Berdasarkan hasil perhitungan dengan rumus diketahui bahwa jumlah bantalan dari Medan – Bandar Khalipah berjumlah 15.658 bantalan. Juga ditemukan penambat rusak yang harus segera diganti sebanyak 6 bantalan.

c. Penambat

Pada lintas Medan – Bandar Khalipah saat ini menggunakan penambat E-Clip dan juga DE-Clip dimana bagian DE-Clip hanya terdapat pada km 0+000 hingga km 1+000 selebihnya

sudah menggunakan penambat jenis E-Clip.

Dikarenakan jumlah penambat pada setiap bantalan adalah 4 buah maka untuk mengetahui jumlah penambat pada lintas Medan – Bandar Khalipah maka harus dilakukan perhitungan menggunakan rumus seperti berikut:

∑penambat =∑bantalan×4

= 15.658 × 4

=62.632 penambat

Dikarenakan yang menggunakan penambat DE clip hanya satu kilometer maka perhitungannya diasumsikan menjadi seperti berikut:

∑penambat DE-Clip =∑penambat×(Pjg lintas D-Clip) /(Panjang Lintas)

= 62.632 × 1/9,395

=6.666 penambat

∑penambat E-Clip =∑penambat - ∑penambat D-Clip

= 62.632 - 6.666 =55.966 penambat

Setelah dilakukan perhitungan maka diketahui jumlah penambat di lintas Medan – Bandar Khalipah yaitu 62.632 penambat yang terdiri dari 6.666 penambat DE-Clip dan 55.966 penambat DE-Clip. Dari hasil pengamatan di dapati banyak ditemukan penambat hilang pada lintas Medan – Bandar Khalipah.

Dari data tersebut diketahui penambat pada lintas Medan – Bandar Khalipah didapati 333 penambat yang hilang, kehilangan tersebut paling banyak ditemukan pada km 4+000 sampai dengan km 5+000 beserta total kehilangan sebanyak 117 penambat.

Ditemukan beberapa penambat yang hilang sehingga tidak sesuai dengan PM 24 Tahun 2015 tentang standar keselamatan perkeretaapian dimana penambat bantalan harus terpasang keseluruhan dan pada hal tertentu tidak boleh 2 (dua) bantalan berurutan tidak ada penambat di sisi yang sama.

d. Balas

Berdasarkan kelas jalan lintas Medan – Bandar Khalipah yang telah ditentukan yaitu kelas jalan IV. Berdasarkan pengamatan mata pada lintas Medan Bandar Khalipah terdapat kekurangan volume balas, berikut ini perhitungan volume balas berdasarkan kelas jalan yang ditentukan:

V Balas= ((2b+2c)×(d1×t))/2-(p×l×t)

V Balas= ((2(1,4)+2(2,15)) ×(0,25+0,22))/2-(2×0,26×0,22)

V Balas= ((2,8 + 4,3)×(0,47))/2-(0,1144)

V Balas=1,6685 -(0,1144)

V Balas=1,5541〖 m〗^3

Volume balas lintas Medan – Bandar Khalipah dengan kelas IV

V Balas=Jarak x 1,5541

V Balas=9.395 x 1,5541

V Balas=14.600,7695 =14.600,77 m^3

Sesuai dengan perhitungan, total kebutuhan balas untuk lintas Medan – Bandar Khalipah dengan Panjang lintas 9,395 km adalah 14.600,77 m^3.

V Kekurangan Balas=14.600 - 13.450

V Kekurangan Balas=1,150m^3

Dari perhitungan volume balas untuk lintas Medan – Bandar Khalipah masih

terdapat kekurangan volume balas sebanyak 1.150m3

C. Alternatif Upaya Penanganan

Dari kerusakan dan kekurangan komponen jalur rel pada lintas Medan – Bandar Khalipah maka didapat alternatif upaya penanganan pada setiap kerusakan dan kekurangan komponen sebagai berikut:

1) Rel
   Di lintas Medan – Bandar Khalipah didapati rel *deffect*. Untuk menangani ha tersebut yaitu dengan cara di las popok atau las timbun, tetapi jika kerusakan dalam 10 m lebih dari 3 titik di usulkan rel nya diganti.
2) Bantalan
   Di lintas Medan – Bandar Khalipah adanya bantalan retak. Upaya penanganan terhadap bantalan yang menghadapi kerusakan yaitu dengan cara diganti dengan bantalan yang baru supaya beban yang akan diperoleh bantalan dari rel bisa berfungsi seoptimal mungkin.
3) Penambat
   Penambat di lintas Medan -Bandar Khalipah didapati banyak yang hilang. Upaya penangan untuk penambat hilang yaitu dengan cara pemasangan penambat baru sesegera mungkin supaya bantalan dan rel dapat terikat dengan kokoh sehingga tidak terjadi pergeseran rel.
4) Balas
   Berdasarkan hasil survey inventarisasi jalan rel, terdapat kondisi balas yang mati. Kondisi tersebut diakibatkan terdapatnya volume balas yang kurang. Adapun usaha penyelesaian guna mencegah terjadinya kekurangan volume balas melalui pengadaan adanya balas baru. Selain balas kurang juga terdapat balas yang tercampur dengan batu lain yang berada di sekitar jalur rel.
5) Kondisi pertahanan
   Buruknya kondisi pertanahan disekitar lintas ini dan sering terjadinya pergesekan tanah yang menyebabkan terjadinya *mud pumping*. Metode penanganan *mud pumping* yang dilakukan adalah dengan cara pembersihan balas kotor dan juga meningkatkan perawatan pada drainase.
6) Drainase
   Kondisi drainase yang buruk pada lintas Medan – Bandar Khalipah dikarenakan lintas ini dekat dengan pemukiman warga. Drainase ini juga digunakan warga sebagai pembuangan limbah sehingga drainase mampet. Adapun usaha pemecahan guna mencegah drainase tidak mampet melalui pembersihan saluran drainase supaya air bisa mengalir secara optimal, serta melarang warga sekitar jalur rel untuk tidak membuang limbah ke drainase tersebut.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, dapat disimpulkan sebagai berikut: Dalam lintas Medan – Bandar Khalipah masih terdapat beberapa kondisi jalur rel yang tidak memenuhi standar jalur rel, seperti rel defect, penambat hilang, bantalan

pecah, balas kurang, drainase tidak berfungsi dengan baik, dan *mud pumping* di beberapa titik lokasi.

Ditemukan kekurangan komponen jalan rel pada lintas Medan – Bandar Khalipah, sehingga diketahui kebutuhan tambahan komponen dengan jumlah bantalan sebanyak 6 buah, penambat 333 buah dan volume balas 1.150 m^3.

Kerusakan dan kekurangan komponen pada jalan rel lintas Medan – Bandar Khalipah di akibatkan masih kurangnya siklus keamanan dan perawatan.

V. SARAN

Berdasarkan kesimpulan di atas, dapat dihasilkan beberapa saran yang dianggap perlu dan dapat dijadikan masukan kedepannya, diantarnya: Segera dilakukan pengoptimalan perawatan dan perbaikan kerusakan jalan rel agar nilai TQI bisa mencapai kategori yang lebih baik. perbaikan terhadap kerusakan komponen jalan rel seperti: melakukan las popok atau las timbun pada rel *deffect*, perbaikan pada saluran drainase yang mampet, terdapat tumpukan benda lain serta ditumbuhi rumput, pemecokan balas pada mud pumping.

Melakukan pengadaan terhadap komponen yang kurang seperti: penggantian bantalan yang rusak atau keropos, pengadaan penambat yang hilang atau rusak, pengadaan balas pada volume balas yang kurang.

Dilakukan sosialisasi kepada masyarakat dengan diharapkan untuk menjaga aset jalan rel di lintas mengingat demi keselamatan dan kelancaran perjalanan kereta api.

VI. DAFTAR PUSTAKA

_____, 2007, "Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 23 Tentang Perkeretaapian". Jakarta: Kementerian Perhubungan Republik Indonesia.

_____, 2009, "Peraturan Pemerintah Nomor 56 Tentang Penyelenggaraan Perkeretaapian". Jakarta: Kementerian Perhubungan Republik Indonesia.

_____, 2012, "Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 60 Tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api". Jakarta: Kementerian Perhubungan Republik Indonesia.

_____, 2015, "Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 24 Tentang Standar Keselamatan Perkeretaapian". Jakarta: Kementerian Perhubungan Republik Indonesia.

Politeknik Tranportasi Darat Indonesia-STTD, (2022), "Laporan Umu Praktek Kerja Lapangan Balai Teknik Perkeretaapian Kelas I Medan Lintas Binjai - Kualanamu". Tahun 2022, Bekasi, Politeknik Transportasi Darat-STTD.

Wirahadi, Muhammad Arya, (2022), "Kajian Kerusakan Prasarana Jalan Kereta Api Lintas Teluk Dalam – Puluraja Km 19+720 – Km 35+670". Kertas Kerja Wajib (KKW) Program Studi DIII Perkeretaapian, Sekolah Tinggi Transportasi Darat.

Fernando, Viery, (2022), "Identifikasi Problem Kerusakan Jalur Rel Lintas Sidoarjo – Porong (Km 25 + 510) – (Km 34 + 651)". Kertas

Kerja Wajib (KKW) Program Studi DIII Perkeretaapian, Sekolah Tinggi Transportasi Darat.

Putra, Renanda B W (2022), “Peningkatan Perawatan Jalur Rel Lintas Wonokromo - Sidoarjo”. Kertas Kerja Wajib (KKW) Program Studi DIII Perkeretaapian, Sekolah Tinggi Transportasi Darat.

Ramadhanti, Gita, (2022), “Optimalisasi Perawatan Jalan Rel Area Depo Workshop LRT Sumatera Selatan”. Kertas Kerja Wajib (KKW) Program Studi DIII Perkeretaapian, Sekolah Tinggi Transportasi Darat.

Tri Utomo, S. H. (2009), “Jalan Rel”. Yogyakarta : Beta Offset Yogyakarta.

Hendi Jaya, F. (2018). EVALUASI STRUKTUR ATAS KOMPONEN JALAN RELBERDASARKAN PASSING TONNAGE (Studi Kasus : Jalan Rel Lintas Tanjung Karang-Bekri) (Vol. 8, Issue 1).

Kristian, Y., & Roesdiana, T. (2016). Analisis Kerusakan Jalan Rel Wilayah UPT Resor Jalan Rel 3.13 Tanjung Berdasarkan Hasil Kereta Ukur. CIREBON Jurnal Konstruksi, 7(2), 2085–8744.