

**PENINGKATAN EFEKTIVITAS DAN EFISIENSI LOKOMOTIF
YANG MENARIK KERETA SIANTAR EXPRESS**

KERTAS KERJA WAJIB

Diajukan Dalam Rangka Penyelesaian Program Studi Diploma III
Guna Memperoleh Sebutan Ahli Madya Perkeretaapian (A.Md. KA)



Diajukan Oleh:

HOGA ANDHI WINATA

NOTAR: 16.03.050

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III PERKERETAAPIAN
SEKOLAH TINGGI TRANSPORTASI DARAT
BEKASI
2019**



LEMBAR PERSETUJUAN
MENGIKUTI SEMINAR AKHIR
KERTAS KERJA WAJIB
PENINGKATAN EFEKTIVITAS DAN EFISIENSI LOKOMOTIF YANG
MENARIK KERETA SIANTAR EXPRESS

Disusun Oleh:

HOGA ANDHI WINATA

NOTAR : 16.03.050

Disetujui untuk Diajukan pada
Seminar Akhir Program D.III Perkeretaapian
Bekasi, Juli 2019

Menyetujui :

DOSEN PEMBIMBING

DOSEN PEMBIMBING

Ir. MUHARDONO

Ir. DJAMAL SUBASTIAN, M.Sc

PROGRAM STUDI D III PERKERETAAPIAN
SEKOLAH TINGGI TRANSPORTASI DARAT
2019

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas kasih dan karunia-Nya serta berkat yang berlimpah, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas untuk menyusun Kertas Kerja Wajib ini tepat pada waktunya. Kertas Kerja Wajib yang berjudul **"PENINGKATAN EFEKTIVITAS DAN EFISIENSI LOKOMOTIF YANG MENARIK KERETA SIANTAR EXPRESS"** ini disusun guna memenuhi sebagian persyaratan untuk mencapai derajat Ahli Madya Perkeretaapian (A.Md. KA) pada Program Studi Diploma III Perkeretaapian Sekolah Tinggi Transportasi Darat.

Penyelesaian KKW ini tidak terlepas dari bimbingan dan dukungan semua pihak. Untuk itu dengan segala kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang maha segala-Nya.
2. Ketua Sekolah Tinggi Transportasi Darat, Bapak Eddy Gunawan, ATD, M.Eng.Sc;
3. Bapak Ir. Bambang Drajat, MM selaku ketua jurusan Diploma III Perkeretaapian
4. Bapak Ir. Muhardono selaku Dosen Pembimbing;
5. Bapak Ir. Djamal Subastian, M.Sc selaku Dosen Pembimbing;
6. Orang Tua tercinta, Bapak Tugiman dan Ibu Siti Maesaroh atas doa, kasih sayang dan pengorbanannya;
7. Rekan-rekan taruna/i Sekolah Tinggi Transportasi Darat angkatan XXXVIII;
8. Tim PKL Balai Teknik Perkeretaapian Wilayah Sumatera Bagian Utara atas semangatnya selama ini.

Penyusunan Kertas Kerja Wajib ini telah penulis lakukan semaksimal mungkin, namun mengingat keterbatasan kemampuan yang dimiliki, penulis menyadari sepenuhnya bahwa penyusunan Kertas Kerja Wajib ini masih belum sempurna dan masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan Kertas Kerja Wajib ini.

Akhirnya penulis berharap semoga Kerta Kerja Wajib ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Bekasi, Juli 2019

Penulis

HOGA ANDHI WINATA

NOTAR: 16.03.050

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR RUMUS	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
I. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Perumusan Masalah.....	3
C. Tujuan Penelitian.....	3
D. Batasan Penelitian	3
E. Keaslian Penelitian.....	4
F. Manfaat Penelitian	5
II. GAMBARAN UMUM	6
A. Gambaran Umum Kondisi Geografis Divre 1 Sumatera Utara	6
B. Gambaran Umum Kondisi Sarana Divre 1 Sumatera Utara	8
III. TINJAUAN PUSTAKA.....	19
A. Aspek Legalitas	19
1. Undang-undang No. 23 tahun 2007 Tentang Penyelenggaraan Pekeretaapian	19
2. KM 81 Tahun 2000 Tentang Sarana Kereta Api	21
B. Aspek Teknis.....	22
IV. METODOLOGI PENELITIAN	28
A. Bagan Alir Penelitian	28
B. Metode Pengumpulan data.....	29
C. Metode Pengolahan data.....	30
D. Metode Analisis Data.....	31

V.	ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	35
A.	Analisis Data	35
1.	Analisis Beban Tarik Lokomotif	35
2.	Analisis Gaya Tarik Lokomotif	41
3.	Analisis Gangguan Lokomotif.....	55
4.	Analisis Kebutuhan BBM Lokomotif	58
B.	Pemecahan Masalah	62
1.	Kemampuan Kinerja Lokomotif	62
2.	Pemakaian BBM Lokomotif	63
VI.	PENUTUP	64
A.	Kesimpulan	64
B.	Saran	64

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Data Armada Lokomotif di Divre 1 Sumatera Utara.....	10
Tabel II.2 Data Lokomotif BB 302 Divre 1 Sumatera Utara	10
Tabel II.3 Data Lokomotif BB 302 Divre 1 Sumatera Utara	11
Tabel II.4 Data Lokomotif BB 203 Divre 1 Sumatera Utara	12
Tabel II.5 Data Lokomotif CC 201 Divre 1 Sumatera Utara	13
Tabel II.6 Data Armada Kereta di Divre 1 Sumatera Utara.....	15
Tabel II.7 Data Armada Gerbong di Divre 1 Sumatera Utara.....	18
Tabel III.1 Data Aspek Teknis Lokomotif BB 302.....	23
Tabel III.2 Data Aspek Teknis Lokomotif BB 303.....	24
Tabel III.3 Data Aspek Teknis Lokomotif BB 203.....	26
Tabel III.4 Data Aspek Teknis Lokomotif CC 201.....	27
Tabel IV.1 Formula Beban Tarik Lokomotif.....	31
Tabel IV.2 Formula Gaya Tarik Lokomotif.....	33
Tabel IV.3 Standar Pemakaian BBM Lokomotif liter/km	34
Tabel V.1 Hasil Perhitungan Gaya Tarik Lokomotif BB 302	44
Tabel V.2 Hasil Perhitungan Gaya Tarik Lokomotif BB 303	47
Tabel V.3 Hasil Perhitungan Gaya Tarik Lokomotif BB 203	50
Tabel V.4 Hasil Perhitungan Gaya Tarik Lokomotif CC 201	53
Tabel V.5 Toleransi Gangguan Lokomotif Tahun 2018	55
Tabel V.6 Progam dan Realisasi Perawatan Lokomotif BB 302	56
Tabel V.7 Progam dan Realisasi Perawatan Lokomotif BB 303	57
Tabel V.8 Progam dan Realisasi Perawatan Lokomotif BB 203	57
Tabel V.9 Progam dan Realisasi Perawatan Lokomotif CC 201	58

Tabel V.10	Pemakaian Standar BBM Lokomotif dari Medan-Siantar.....	59
Tabel V.11	Pemakaian BBM Lokomotif dengan rangkaian 4 Kereta	61
Tabel V.12	Pemakaian BBM Lokomotif dengan rangkaian 8 Kereta	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Peta Lintas Divre 1 Sumatera Utara.....	8
Gambar II.2 Lokomotif BB 302 Divre 1 Sumatera Utara	11
Gambar II.3 Lokomotif BB 303 Divre 1 Sumatera Utara	12
Gambar II.4 Lokomotif BB 203 Divre 1 Sumatera Utara	13
Gambar II.5 Lokomotif CC 201 Divre 1 Sumatera Utara	14
Gambar II.6 Kereta Sribilah Divre 1 Sumatera Utara.....	16
Gambar II.7 Kereta Putri Deli Divre 1 Sumatera Utara	17
Gambar IV.1 Bagan Alir Penelitian	28
Gambar V.1 Gambar Diagram Beban Tarik Lokomotif CC 201	36
Gambar V.2 Gambar Diagram Beban Tarik Lokomotif BB 203	37
Gambar V.3 Gambar Diagram Beban Tarik Lokomotif BB 303	39
Gambar V.4 Gambar Diagram Beban Tarik Lokomotif BB 302	40
Gambar V.5 Gambar Diagram Gaya Tarik Lokomotif BB 302	45
Gambar V.6 Gambar Diagram Gaya Tarik Lokomotif BB 303	48
Gambar V.7 Gambar Diagram Gaya Tarik Lokomotif BB 203	51
Gambar V.8 Gambar Diagram Gaya Tarik Lokomotif CC 201	54

DAFTAR RUMUS

Rumus IV.1 Standar Toleransi Gangguan Lokomotif	32
Rumus IV.2 Prosentase Toleransi Gangguan Lokomotif.....	32
Rumus IV.3 Kebutuhan Pemakaian BBM Lokomotif.....	34
Rumus IV.4 Pemakaian BBM Lokomotif (liter/ton.km)	34

DARTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Taman Lokomotif

Lampiran 2 Dinasan Lokomotif

Lampiran 3 Stamformasi

Lampiran 4 Gangguan Lokomotif

Lampiran 5 Pemakaian BBM Lokomotif tahun 2018

Lampiran 6 KM tempuh Lokomotif tahun 2018

Lampiran 7 Prosentase Pemakaian BBM (%)

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Transportasi adalah perpindahan orang atau barang dari suatu tempat ke tempat lain atau dari tempat asal ke tempat tujuan dengan menggunakan sebuah wahana yang digerakan oleh manusia, hewan atau mesin. Oleh karena itu transportasi memiliki peranan yang sangat penting dalam pertumbuhan ekonomi, dan pengembangan wilayah daerah. Seiring berkembangnya zaman transportasi terus berkembang sehingga berpengaruh terhadap kebutuhan akan jasa angkutan. Selain itu untuk menunjang kehidupan masyarakat membutuhkan alat transportasi yang efektif, efisien, aman, dan nyaman yang dapat membantu berpindah tempat dari satu tempat ke tempat lain. Salah satu dari berbagai macam moda transportasi yang dapat mendukung pertumbuhan ekonomi, pengembangan wilayah yakni Perkeretaapian.

Kereta api merupakan salah satu alat transportasi yang memiliki karakteristik dan keunggulan khusus terutama dalam kemampuannya untuk mengangkut baik penumpang maupun barang secara massal, hemat energi, hemat dalam penggunaan ruang, mempunyai faktor keamanan yang tinggi dan tingkat pencemaran yang rendah serta lebih efisien untuk angkutan jarak jauh dan dalam angkutan kota.

PT. Kereta Api Indonesia selaku penyelenggara angkutan kereta api, khususnya di Divre 1 Sumatera Utara yang menyelenggarakan jasa angkutan kereta api penumpang maupun barang, di Kota Medan dan sekitarnya memiliki permasalahan mengenai gangguan terhadap lokomotif dan biasanya mengakibatkan keterlambatan kinerja operasi Kereta Api, salah satu penyebabnya dikarenakan performansi lokomotif yang semakin menurun pada saat melakukan operasi di lintas.

Dalam Kondisi eksisting Lokomotif BB 203 dan CC 201 untuk menarik kereta penumpang dan gerbong barang, untuk Lokomotif BB 302 dan Lokomotif BB 303 hanya untuk langsir, untuk membawa rangkaian gerbong masuk ke dalam pabrik (didalam pabrik masih memakai rel R33), untuk lokomotif pengganti KRDI Sri Lelawangsa lintas Medan-Binjai (lintas Medan-Binjai 71% masih menggunakan R33) dan untuk lokomotif cadangan jika lokomotif lain terjadi mogok/gangguan di lintas.

Kereta Siantar Express adalah Kereta Api ekonomi jarak jauh lintas Medan-Siantar (PP) dengan jarak 129,11 km lama waktu perjalanan 4 jam. Rangkaian KA Siantar Express terdiri atas : 3 kereta K3 AC (kereta kelas ekonomi / kelas 3 dilengkapi AC split) + 1 kereta KP3 (kereta penumpang dilengkapi kereta pembangkit) dengan penomoran pada GAPEKA: U57, U58. Dalam kondisi eksisting Kereta Siantar Express selalu di tarik dengan lokomotif BB 203 dan lokomotif CC 201. Pada daerah selain Divre 1 Sumatera Utara Lokomotif CC 201 menarik 7 sampai 8 kereta dalam 1 rangkaian, tetapi di Divre 1 Sumatera Utara hanya menarik 3 kereta dan 1 pembangkit pada Kereta Siantar Express.

Melihat dari permasalahan tersebut perlu adanya studi lebih lanjut yang mengkaji tentang kinerja dari lokomotif diesel hidrolik dan lokomotif diesel elektrik yaitu efektivitas dan efisiensi lokomotif diesel hidrolik (BB 302 dan BB 303) dan lokomotif diesel elektrik (BB 203 dan CC 201). Sehingga untuk keperluan jangka panjang dapat ditemukan upaya-upaya yang sistematis dalam peningkatan kinerja operasi kereta api untuk menjadi lebih optimal dan berdaya saing.

Berdasarkan dari keadaan diatas dan data-data yang diperoleh dari survei dilapangan selama melakukan Praktek Kerja Lapangan di Divre 1 Sumatera Utara maka dalam penyusunan Kertas Kerja Wajib ini penulis mengambil judul **"PENINGKATAN EFEKTIVITAS DAN EFISIENSI LOKOMOTIF YANG MENARIK KERETA SIANTAR EXPRESS"**.

B. Perumusan Masalah

Dari latar belakang di atas yang telah diuraikan maka dapat diketahui permasalahan yang ada, yaitu:

1. Bagaimana kondisi ekisting performansi lokomotif diesel hidrolik dan lokomotif diesel elektrik di Divre 1 Sumatera Utara?
2. Bagaimana kondisi gangguan lokomotif diesel hidrolik dan lokomotif diesel elektrik di Divre 1 Sumatera Utara?
3. Bagaimana kondisi perawatan Lokomotif Diesel Hidrolik dan Lokomotif Diesel Elektrik?
4. Bagaimana kondisi pemakaian BBM Lokomotif Diesel Hidrolik dan Lokomotif Diesel Elektrik?

C. Tujuan Penelitian

Maksud dari penulisan Kertas Kerja Wajib (KKW) ini adalah untuk mengkaji dan mengetahui efektivitas dan efesiensi lokomotif diesel hidrolik dan lokomotif diesel elektrik yang terdiri dari beban tarik dan gaya tarik, gangguan lokomotif, perawatan, pemakaian BBM lokomotif diesel hidrolik (BB 302 dan BB 303) dan lokomotif diesel elektrik (BB 203 dan CC 201) yang terjadi dilapangan. Penulisan KKW ini bertujuan untuk memberikan rekomendasi kepada PT. KAI Divre 1 Sumatera Utara tentang efesiensi dan efektivitas penggunaan lokomotif yang tepat dalam peningkatan operasi Kereta Api.

D. Batasan Masalah

Untuk mencapai arah yang jelas dari tujuan penulisan Kertas Kerja Wajib ini, maka ruang lingkup penulisan dibatasi dengan penelitian sebagai berikut:

1. Lokomotif diesel hidrolik (BB 302 dan BB 303) dan lokomotif diesel elektrik (BB 203 dan CC 201) yang dioperasikan di Divre 1 Sumatera Utara.

2. Melakukan pembahasan mengenai:

- a. Beban tarik dan gaya tarik lokomotif diesel hidrolik (BB 302 dan BB 303) dan lokomotif diesel elektrik (BB 203 dan CC 201);
- b. Gangguan lokomotif diesel hidrolik (BB 302, dan BB 303) dan lokomotif diesel elektrik (BB 203 dan CC 201);
- c. Perawatan lokomotif diesel hidrolik (BB 302 dan BB 303) dan lokomotif diesel elektrik (BB 203 dan CC 201);
- d. Pemakaian BBM lokomotif diesel hidrolik (BB 302 dan BB 303) dan lokomotif diesel elektrik (BB 203 dan CC 201).

E. Keaslian Penelitian

Hasil penelitian yang terdahulu yang ada hubungannya dengan penelitian saat ini adalah sebagai berikut:

1. Dimas Hadiputra (2009), Analisa Performansi Lokomotif Terhadap Faktor Keterlambatan Operasi Kereta Api.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui beban dan gaya tarik lokomotif pada lokomotif BB 301/BB 304 dan lokomotif BB 303, gangguan lokomotif BB 301/BB 304 dan menganalisa keterlambatan kereta api.

Dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, penelitian ini mempunyai persamaan pada penelitian Dimas Hadiputra. Penelitian tersebut membahas beban tarik lokomotif dan gaya tarik lokomotif dan analisa gangguan pada lokomotif.

Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya yaitu pada analisa penggunaan BBM lokomotif yang dimiliki Divre 1 Sumatera Utara dengan melakukan perhitungan penggunaan BBM yang dikeluarkan Lokomotif pada rangkaian Kereta Siantar Express.

F. Manfaat Penelitian

Dalam penulisan Kertas Kerja Wajib (KKW) diharapkan dapat memberikan manfaat pada instansi sebagai berikut:

1. PT. KAI khususnya Divisi Regional 1 Sumatera Utara

Bagi operator pelaksana kereta api khususnya Divre 1 Sumatera Utara untuk menjadi masukan serta pertimbangan dalam menentukan kebijakan yang akan mempengaruhi kegiatan operasional kereta api.

2. Bagi penulis

Penelitian ini diharapkan bisa menambah pengetahuan dan referensi bagi penulis sehingga nantinya dapat meningkatkan pengetahuan tentang kinerja dan sistem perkeretaapian yang ada di Indonesia khususnya di wilayah Divre 1 Sumatera Utara.

BAB II

GAMBARAN UMUM

A. Gambaran Umum Kondisi Geografis Divre 1 Sumatera Utara

Divre 1 Sumatera Utara terletak di Provinsi Sumatera Utara, Provinsi Sumatera Utara terletak pada 1° - 4° Lintang Utara dan 98° - 100° Bujur Timur, luas daratan Provinsi Sumatera Utara 71.680 km², Sumatera Utara merupakan provinsi keempat terbesar jumlah penduduknya di Indonesia, jumlah penduduk Provinsi Sumatera Utara 13,937,797 jiwa. Provinsi Sumatera Utara terdiri dari 8 Kota Madya dan 25 Kabupaten.

Wilayah Divre 1 Sumatera Utara terdiri dari 8 Kota dan 25 Kabupaten antara lain:

1. Kotamadya
 - a. Kota Medan;
 - b. Kota Binjai;
 - c. Kota Tebing Tinggi;
 - d. Kota Pematangsiantar;
 - e. Kota Tanjungbalai;
 - f. Kota Padangsidimpuan;
 - g. Kota Sibolga; dan
 - h. Kota Gunungsitoli.
2. Kabupaten
 - a. Kabupaten Deli Serdang;
 - b. Kabupaten Serdang Bedagai;
 - c. Kabupaten Langkat;
 - d. Kabupaten Asahan;
 - e. Kabupaten Dairi;
 - f. Kabupaten Karo;
 - g. Kabupaten Labuhanbatu;

- h. Kabupaten Labuhanbatu Utara;
- i. Kabupaten Labuhanbatu Selatan;
- j. Kabupaten Simalungun;
- k. Kabupaten Tapanuli Utara;
- l. Kabupaten Tapanuli Tengah;
- m. Kabupaten Tapanuli Selatan;
- n. Kabupaten Toba Samosir;
- o. Kabupaten Mandailing Natal;
- p. Kabupaten Pakpak Bharat;
- q. Kabupaten Humbang Hasundutan;
- r. Kabupaten Samosir;
- s. Kabupaten Nias;
- t. Kabupaten Nias Utara;
- u. Kabupaten Nias Selatan;
- v. Kabupaten Nias Barat
- w. Kabupaten Batu Bara;
- x. Kabupaten Padang Lawas; dan
- y. Kabupaten Padang Lawas Utara.

Divisi Regional 1 Sumatera Utara mempunyai panjang total jalur KA 485,699 km. Dengan rincian sebagai berikut:

1. Stasiun Medan sampai Stasiun Rantauprapat sepanjang 267,61 km
2. Stasiun Medan sampai Stasiun Binjai sepanjang 20,89 km
3. Stasiun Medan sampai Stasiun Ujungbaru sepanjang 23,97 km
4. Stasiun Kisaran sampai Stasiun Tanjung Balai sepanjang 20,43 km
5. Stasiun Tebing Tinggi sampai Stasiun Siantar 46,67 km, dan Stasiun Araskabu sampai Stasiun Kualanamu sepanjang 4,66 km.

Sedangkan lintas non operasi sepanjang 80,91 km dengan rincian :

1. Stasiun Binjai sampai Stasiun Besitang sepanjang 80,91 km
Jalan rel di lintas Stasiun Binjai sampai Stasiun Besitang terdiri dari R54, R42, R33 (lintas operasi), dan R25 (lintas non operasi) dan tahun ini sedang dilakukan reaktivasi dari R33 menjadi R54. Stasiun Kereta Api di wilayah Divre 1 Sumatera Utara memiliki 39 stasiun, dengan rincian yaitu stasiun yang terdiri dari 5 stasiun kelas besar, 3 stasiun kelas I, 9 stasiun kelas II, dan 22 stasiun kelas III. Berikut adalah peta jalur rel kereta api Divre 1 Sumatera Utara:



Gambar II. 1 Peta Lintas Divre 1 Sumatera Utara

B. Gambaran Umum Kondisi Sarana Divre 1 Sumatera Utara

1. Lokomotif

Divisi Regional 1 Sumatera Utara memiliki 2 jenis Lokomotif yaitu Lokomotif Diesel Hidrolik dan Lokomotif Diesel Elektrik yang terdiri dari Lokomotif BB 302, Lokomotif BB 303, Lokomotif BB 203, dan Lokomotif CC 201. Kondisi eksisting sarana penggerak yang dimiliki Divre 1

Sumatera Utara sudah cukup tua sehingga banyak terjadi gangguan di lintas dan biasanya mengakibatkan keterlambatan operasi kereta api.

Di Divre 1 Sumatera Utara lokomotif BB 203 dan lokomotif CC 201 digunakan untuk menarik kereta penumpang dan gerbong barang. Kondisi eksisting lokomotif BB 302 dan lokomotif BB 303 hanya untuk langsir, untuk lokomotif cadangan untuk pengganti KRDI Sri Lelawangsa lintas Medan-Binjai, untuk membawa gerbong masuk kedalam pabrik, dan hanya untuk lokomotif cadangan jika lokomotif lain terjadi gangguan di lintas.

Dari data yang didapat lokomotif CC 201 yang paling banyak mengalami gangguan di lintas pada tahun 2018 sebanyak 27 gangguan, lokomotif BB 203 mengalami gangguan dilintas sebanyak 10 gangguan, lokomotif BB 302 mengalami gangguan dilintas sebanyak 3 gangguan, dan lokomotif BB 303 mengalami gangguan dilintas sebanyak 9 gangguan.

Armada lokomotif BB 302 yang dimiliki Divre 1 Sumatera Utara sebanyak 3 loko, lokomotif BB 303 yang dimiliki Divre 1 Sumatera Utara sebanyak 10 loko, lokomotif BB 203 yang dimiliki Divre 1 Sumatera Utara sebanyak 5 loko, dan lokomotif CC 201 yang dimiliki Divre 1 Sumatera Utara sebanyak 15 loko.

Divre 1 Sumatera Utara memiliki 2 Depo Lokomotif, yaitu Depo Lokomotif Medan dan Depo Lokomotif Kisaran. Depo Lokomotif Medan adalah Depo yang terbesar di Divisi Regional 1 Sumatera Utara yang terletak di sebelah utara Stasiun Besar Kereta Api Medan. Sedangkan untuk Depo Lokomotif Kisaran yang terletak di dekat stasiun Kisaran dan merupakan tempat perbaikan saja apabila terdapat lokomotif yang terjadi gangguan saat beroperasi di lintas. Sehingga apabila terdapat lokomotif yang rusak di sekitar daerah Kisaran maka dapat dilakukan perbaikan di Depo Lokomotif Kisaran. Selanjutnya untuk Depo Lokomotif Medan di fokuskan untuk perawatan lokomotif. Di Depo ini melakukan perawatan baik dari perawatan harian (daily check), perawatan 250 jam (W.3), perawatan

1000 jam (W.3), perawatan 2000 jam (W.4), perawatan 4000 jam (W.4), perawatan 1 bulanan (P1), perawatan 3 bulanan (P3), perawatan 6 bulanan (P6), dan perawatan 12 bulanan (P12). Lokomotif yang di rawat di Depo Lokomotif Medan terdiri dari Lokomotif Diesel Hidrolik yaitu Lokomotif BB 302 dan Lokomotif BB 303. Dan untuk Lokomotif Diesel Elektrik yaitu Lokomotif BB 203 dan Lokomotif CC 201.

Berikut data ketersediaan armada lokomotif yang dimiliki Divre 1 Sumatera Utara:

Tabel II. 1 Data Armada Lokomotif di Divre 1 Sumatera Utara

No	Jenis Lokomotif	A	SG	TSGO	SGO	TSO	SO
1	BB 203	5	5	0	4	1	4
2	BB 302	3	3	0	3	0	3
3	BB 303	10	10	0	9	1	9
4	CC 201	15	15	0	14	1	14
Total		33	33	0	30	3	30

Sumber : Depo Lokomotif Medan, 2018

Berikut data ketersediaan lokomotif BB 302 yang dimiliki Divre 1 Sumatera Utara dengan data nomor seri lama, nomor seri baru dan tahun beroperasinya lokomotif:

Tabel II. 2 Data Lokomotif BB 302 Divre 1 Sumatera Utara

No	Nomor Seri Lama	Nomor Seri Baru	Tahun Mulai Dinas
1	BB 302 01	BB 302 70 01	1970
2	BB 302 04	BB 302 70 04	1970
3	BB 302 06	BB 302 70 06	1970

Sumber : Depo Lokomotif Medan, 2018



Gambar II. 2 Lokomotif BB 302 Divre 1 Sumatera Utara

Berikut data ketersediaan lokomotif BB 303 yang dimiliki Divre 1 Sumatera Utara dengan data nomor seri lama, nomor seri baru dan tahun beroperasinya lokomotif:

Tabel II. 3 Data Lokomotif BB 303 Divre 1 Sumatera Utara

No	Nomor Seri Lama	Nomor Seri Baru	Tahun Mulai Dinas
1	BB 303 10	BB 303 73 04	1973
2	BB 303 19	BB 303 75 01	1975
3	BB 303 20	BB 303 76 01	1976
4	BB 303 24	BB 303 78 03	1978
5	BB 303 26	BB 303 78 05	1978
6	BB 303 27	BB 303 78 06	1978
7	BB 303 33	BB 303 78 07	1978
8	BB 303 43	BB 303 84 01	1984
9	BB 303 44	BB 303 84 02	1984
10	BB 303 47	BB 303 84 04	1984

Sumber : Depo Lokomotif Medan, 2018



Gambar II. 3 Lokomotif BB 303 Divre 1 Sumatera Utara

Berikut data ketersediaan lokomotif BB 203 yang dimiliki Divre 1 Sumatera Utara dengan data nomor seri lama, nomor seri baru dan tahun beroperasinya lokomotif:

Tabel II. 4 Data Lokomotif BB 203 Divre 1 Sumatera Utara

No	Nomor Seri Lama	Nomor Seri Baru	Tahun Mulai Dinas
1	BB 203 02	BB 203 78 01	1978
2	BB 203 05	BB 203 78 02	1978
3	BB 203 06	BB 20378 03	1978
4	BB 203 07	BB 203 78 04	1978
5	BB 203 08	BB 203 78 05	1978

Sumber : Depo Lokomotif Medan, 2018



Gambar II. 4 Lokomotif BB 203 Divre 1 Sumatera Utara

Berikut data ketersediaan lokomotif BB 302 yang dimiliki Divre 1 Sumatera Utara dengan data nomor seri lama, nomor seri baru dan tahun beroperasinya lokomotif:

Tabel II. 5 Data Lokomotif CC 201 Divre 1 Sumatera Utara

No	Nomor Seri Lama	Nomor Seri Baru	Tahun Mulai Dinas
1	CC 201 05	CC 201 77 04	1977
2	CC 201 10	CC 201 77 08	1977
3	CC 201 50	CC 201 83 12	1983
4	CC 201 66	CC 201 83 28	1983
5	CC 201 70	CC 201 83 32	1983
6	CC 201 76	CC 201 89 04	1989
7	CC 201 82	CC 201 89 10	1989
8	CC 201 96	CC 201 92 06	1992
9	CC 201 15	CC 201 83 37	1983
10	CC 201 23	CC 201 83 44	1983
11	CC 201 87	CC 201 85 14	1985
12	CC 201 12	CC 201 83 02	1983
13	CC 201 28	CC 201 99 02	1999
14	CC 201 38	CC 201 85 01	1985
15	CC 201 41	CC 201 85 04	1985

Sumber : Depo Lokomotif Medan, 2018



Gambar II. 5 Lokomotif CC 201 Divre 1 Sumatera Utara

2. Kereta dan Gerbong

Divre 1 Sumatera Utara memiliki jumlah armada kereta sebanyak 80 kereta ada kereta K1, kereta K2, Kereta K3 dan Kereta Pembangkit. Divre 1 Sumatera Utara memiliki jumlah armada gerbong sebanyak 340 gerbong ada gerbong GD 42, gerbong GD 30, gerbong GT 30 dan gerbong GK 30. Untuk perawatan kereta dan gerbong tersebut dilakukan di Depo Kereta dan Gerbong Pulubrayan yang berada tepat di belakang Balaiyasa Pulubrayan atau Bengkel Sarana (Balai Yasa) Pulubrayan. Depo Kereta dan Gerbong Pulubrayan bertanggung jawab atas perawatan dari kereta dan gerbong tersebut agar tetap handal dan laik operasi. Perawatan yang dilakukan diantaranya perawatan harian (daily check), perawatan 1 bulanan, perawatan 3 bulanan, perawatan 6 bulanan, dan perawatan 12 bulanan.

Berikut ketersediaan armada kereta yang dimiliki Divre 1 Sumatera Utara:

Tabel II. 6 Data Armada Kereta di Divre 1 Sumatera Utara

No	Jenis Kereta	A	SG	TSGO	SGO	TSO	SO
1	K1	7	7	0	7	0	7
2	K2 AC	23	23	0	23	0	23
3	K3 AC	31	31	0	31	0	31
4	KMP2	2	2	0	2	0	2
5	KMP3	3	3	0	3	0	3
6	KP3	1	1	0	1	0	1
7	KP2	2	2	0	2	0	2
8	P	2	2	0	2	0	2
9	B	8	8	0	8	0	8
10	MP3	1	1	0	1	0	1
Total		80	80	0	80	0	80

Sumber : Depo Kereta dan Gerbong Pulubrayan, 2018

a) Kereta Api penumpang

Sarana Pengangkut Kereta Api yang berfungsi untuk mengangkut penumpang di jalan rel. Kereta penumpang digunakan untuk membantu masyarakat dalam beraktivitas sehari-hari. Kereta Penumpang yang beroperasi di Divisi Regional I Sumatera Utara, sebagai berikut:

1) Kereta Api Siantar Exspress

Kereta Api Santar Exspress (SIREX) adalah Kereta Api ekonomi jarak jauh lintas Medan – Siantar (PP) dengan lama waktu perjalanan 4 jam. Rangkaian KA SIREK terdiri atas : K3 AC (kereta kelas ekonomi / kelas 3 dilengkapi AC split) + KP3 (kereta penumpang dilengkapi kereta pembangkit) dengan stamformasi: U57, U58.

2) Kereta Api Sribilah

Kereta Api Sribilah adalah Kereta Api Eksekutif jarak jauh lintas Medan – Rantau Prapat (RAP) dengan lama waktu perjalanan 6

jam. Rangkaian KA Sri Bilah terdiri atas : K1 (kereta eksekutif / kelas 1) + K2 AC (kereta bisnis / kelas 2) + K3 (kereta Ekonomi / kelas 3) +KMP2 (kereta penumpang kelas 2 dilengkapi kereta makan) + KMP3 (kereta penumpang kelas 3 dilengkapi kereta makan) dengan stamformasi : U43, U44, U45, U46, U47, U48, U49, U50.



Gambar II. 6 Kereta Sribilah Divre I Sumatera Utara

3) KA Putri Deli

Kereta Api Putri Deli adalah Kereta Api Ekonomi jarak jauh lintas Medan – Tanjung Balai (PP) dengan lama waktu perjalanan 5 jam. Rangkaian KA Putri Deli terdiri atas : K3 AC (kereta kelas ekonomi / kelas 3 dilengkapi AC split) + K3 (kereta kelas ekonomi / kelas 3) + KMP3 (kereta penumpang kelas 3 dilengkapi ruang makan) + KP2 (kereta pembangkit kelas 2) dengan stamformasi : U13, U14, U15, U16, U17, U18, U39, U40, U41, U42, U43, dan U44.



Gambar II. 7 Kereta Putri Deli Divre I Sumatera Utara

Selain itu untuk sarana pengangkut barang (Gerbong) di Divisi Regional 1 Sumatera Utara ini terdiri dari Gerbong Ketel (GK) , Gerbong Datar (GD) 30 ton, Gerbong Datar (GD) 40 ton, dan terdapat sarana penolong (SN). Untuk sarana penolong (SN) ini berada di 4 tempat berbeda yaitu di Medan, Kisaran, Tebing Tinggi, Rantauprapat. Sebelumnya di Divisi Regional 1 Sumatera Utara ini terdapat Gerbong Terbuka (GB) namun untuk saat ini sudah tidak dioperasikan lagi dikarenakan kondisinya yang tidak memungkinkan untuk dioperasikan. Gerbong disini biasa digunakan untuk mengangkut barang berupa lateks, CPO, BBM, tembakau, dan lain sebagainya. Selain itu jumlah armada gerbong sebelum terjadi konservasi ada sebanyak 504 gerbong dan saat ini menjadi 340 gerbong.

Berikut ketersediaan armada gerbong yang dimiliki Divre 1 Sumatera Utara:

Tabel II. 7 Data Armada Gerbong di Divre 1 Sumatera Utara

No	Jenis Gerbong	A	SG	TSGO	SGO	TSO	SO
1	GD 42	80	80	1	79	2	77
2	GD 30	4	4	1	3	0	3
3	GT 30	4	4	0	4	1	3
4	GK 30	252	252	1	251	8	243
Total		340	340	3	337	11	326

Sumber : Depo Kereta dan Gerbong Pulubrayan, 2018

BAB III

TINJAUAN PUSTAKA

A. Aspek Legalitas

Dalam pembahasan dan penyelesaian Kertas Kerja Wajib ini akan didukung oleh metode pendekatan yang mana berdasarkan pada teori dan landasan kebijaksanaan yang sudah ada. Aspek legalitas yang digunakan sebagai dasar untuk mendukung pembahasan, analisa dan pemecahan masalah yang terdiri dari:

1. UU No. 23 Tahun 2007

a. Pasal 1

- (1) Kereta Api adalah sarana perkeretaapian dengan tenaga gerak, baik berjalan sendiri maupun dirangkaikan dengan sarana perkeretaapian lainnya, yang akan ataupun sedang bergerak dijalan rel yang terkait dengan perjalanan kereta api.
- (2) Sarana perkeretaapian adalah kendaraan yang dapat bergerak dijalan rel.

b. Pasal 2

Jenis Sarana kereta api terdiri dari:

- (1) lokomotif;
- (2) kereta;
- (3) gerbong.

c. Pasal 17 ayat (1)

Penyelenggaraan perkeretaapian umum sebagaimana dimaksud dalam Pasal 5 ayat (1) huruf a berupa penyelenggaraan:

- (1) prasarana perkeretaapian; dan/atau
- (2) sarana perkeretaapian

d. Pasal 27

Pengoperasian sarana perkeretaapian umum sebagaimana dimaksud Pasal 25 huruf b wajib memenuhi standar kelaikan operasi sarana perkeretaapian.

e. Pasal 29

Perawatan sarana perkeretaapian umum sebagaimana dimaksud dalam Pasal 25 huruf c wajib:

- a. memenuhi standar perawatan sarana perkeretaapian.
- b. dilakukan oleh tenaga yang memenuhi persyaratan dan kualifikasi keahlian di bidang sarana perkeretaapian.

f. Pasal 96

Ayat (1)

Sarana perkeretaapian menurut jenisnya terdiri atas:

- a. Lokomotif;
- b. Kereta;
- c. Gerbong; dan
- d. Peralatan khusus.

Ayat (2)

Setiap sarana perkeretaapian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) wajib memenuhi persyaratan teknis dan kelaikan operasi yang berlaku bagi setiap jenis sarana perkeretaapian.

g. Pasal 98 ayat (3)

Pemeriksaan sarana perkeretaapian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) wajib dilakukan oleh Penyelenggara Sarana Perkeretaapian.

h. Pasal 110

(1) Pemeriksaan sarana perkeretaapian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 98 ayat (3) dilakukan terhadap setiap jenis sarana dan sesuai dengan jadwal yang ditetapkan.

(2) Pemeriksaan setiap jenis sarana perkeretaapian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) berupa pemeriksaan teknis yang meliputi kondisi dan fungsi sarana perkeretaapian.

i. Pasal 111

- (1) Pemeriksaan sarana perkeretaapian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 98 ayat (3) harus dilakukan oleh tenaga yang memiliki kualifikasi keahlian dan sesuai dengan tata cara pemeriksaan yang ditetapkan oleh Pemerintah.
- (2) Tenaga pemeriksa sarana perkeretaapian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dalam melakukan pemeriksaan wajib peralatan yang sesuai dengan standar.

j. Pasal 114

- (1) Penyelenggara sarana perkeretaapian wajib merawat sarana perkeretaapian agar tetap laik operasi.
- (2) Perawatan sarana perkeretaapian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) meliputi:
 - a. perawatan berkala; dan
 - b. perbaikan untuk mengembalikan fungsinya.
- (3) Perawatan sarana perkeretaapian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) wajib memenuhi standar dan tata cara perawatan yang ditetapkan oleh Menteri.
- (4) Perawatan sarana perkeretaapian sebagaimana dimaksud pada ayat (2) wajib dilakukan oleh tenaga yang memenuhi syarat dan kualifikasi yang ditetapkan oleh Menteri.
- (5) Pelaksanaan perawatan sarana perkeretaapian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilakukan di balai yasa dan/atau di depo.

2. KM 81 Tahun 2000, tentang Sarana Kereta Api

a. Pasal 3

- (1) Lokomotif uap merupakan lokomotif yang dilengkapi dengan tenaga penggerak mula mesin uap untuk menggerakkan roda melalui alat penerus daya mekanik;

- (2) Lokomotif diesel hidrolik merupakan lokomotif yang dilengkapi dengan tenaga penggerak mula motor diesel untuk menggerakkan roda melalui alat penerus daya hidrolik;
- (3) Lokomotif diesel elektrik merupakan lokomotif yang dilengkapi dengan tenaga penggerak mula motor diesel untuk menggerakkan roda melalui alat penerus daya elektrik dan motor traksi;
- (4) Lokomotif elektrik merupakan lokomotif yang menerima daya listrik dari luar lokomotif itu sendiri untuk menggerakkan roda melalui alat penerus daya elektrik dan menggerakkan motor traksi.

b. Pasal 7

Setiap lokomotif, kereta, gerbong dan sarana untuk keperluan khusus yang dioperasikan di jalan rel penggunaannya harus sesuai dengan peruntukannya memenuhi persyaratan teknis sarana dan prasarana, kereta api serta sesuai dengan kelas jalur kereta api yang dilalui.

B. Aspek Teknis

Aspek teknis meliputi data – data yang diperlukan didalam penelitian ini yang terdiri dari :

1. Lokomotif BB 302 merupakan lokomotif diesel hidrolik buatan pabrik Thyssen & Rheinstal Henschel Kassel West Germany, lokomotif ini terdiri dari 2 bogie dengan masing-masing mempunyai 2 gandar yang digerakkan dan saling berhubungan, dengan spesifikasi data teknis Lokomotif BB 302 sebagaimana pada Tabel III.1.
2. Lokomotif BB 303 merupakan lokomotif diesel hidrolik buatan pabrik Thyssen & Rheinstal Henschel Kassel West Germany, lokomotif ini terdiri dari 2 bogie dengan masing-masing mempunyai 2 gandar yang digerakkan dan saling berhubungan, dengan spesifikasi data teknis Lokomotif BB 303 sebagaimana pada Tabel III.2.

Tabel III. 1 Data Aspek Teknis Lokomotif BB 302

A.	Dimensi	
1.	Lebar sepur (track gauge)	1067 mm
2.	Panjang body	11200 mm
3.	Jarak antara alat perangkai	12810 mm
4.	Lebar badan (body)	2800 mm
5.	Tinggi maksimum	3690 mm
6.	Jarak gandar	2200 mm
7.	Jarak antar pivot	5800 mm
8.	Diameter roda penggerak	904 mm
9.	Diameter roda idle	-
10.	Tinggi alat perangkai	770 mm (+15,-10mm)
B.	Berat	
1.	Berat kosong	40,9 ton
2.	Berat siap	44 ton
3.	Berat adhesi	44 ton
C.	Motor Diesel	
1.	Tipe	MB 12 V493 Z10 Maybach Mercedes Benz
2.	Jenis	4 langkah, turbo charger
3.	Daya mesin	990 HP
4.	Daya ke generator / converter	830 HP
D.	Motor traksi /Konverter	
1.	Jumlah	1
2.	Tipe	Voith L 520 r U 2
E.	Performansi	
1.	Kecepatan maksimum	80 Km/jam
2.	Gaya tarik maksimum (adhesi)	9240 Kgf
3.	V min kontinyu	14 km/jam
4.	Jari-jari lengkung terkecil	80 m
F.	Kapasitas	
1.	Bahan bakar (HSD)	1700 lt
2.	Minyak pelumas	110 lt
3.	Air pendingin	800 lt
4.	Pasir	285 lt
5.	Minyak transmisi	268 lt
G.	Lain-lain	
1.	System rem	Udara tekan, rem parkir
2.	Tipe kompresor	Knor VV 450/150-1

Sumber : Dipo Lokomotif Medan, 2018

Tabel III. 2 Data Aspek Teknis Lokomotif BB 303

A.	Dimensi	
1.	Lebar sepur (track gauge)	1067 mm
2.	Panjang body	11200 mm
3.	Jarak antara alat perangkai	12320 mm
4.	Lebar badan (body)	2800 mm
5.	Tinggi maksimum	3690 mm
6.	Jarak gandar	2200 mm
7.	Jarak antar pivot	5800 mm
8.	Diameter roda penggerak	904 mm
9.	Diameter roda idle	-
10.	Tinggi alat perangkai	760 mm
B.	Berat	
1.	Berat kosong	39,6 ton
2.	Berat siap	42,8 ton
3.	Berat adhesi	42,8 ton
C.	Motor Diesel	
1.	Tipe	MTU-MD 12V 493 TW 10*) (No. 01-40)
2.	Jenis	4 langkah, turbo charger
3.	Daya mesin	1010 HP
4.	Daya ke generator / converter	940 HP
D.	Motor traksi / Konverter	
1.	Jumlah	1
2.	Tipe	Voith L 520 r U 2
E.	Performansi	
1.	Kecepatan maksimum	90 Km/jam
2.	Gaya tarik maksimum (adhesi)	8998 Kgf
3.	V min kontinyu	14 km/jam
4.	Jari-jari lengkung terkecil	80 m
F.	Kapasitas	
1.	Bahan bakar (HSD)	1700 lt
2.	Minyak pelumas	170 lt
3.	Air pendingin	-
4.	Pasir	285 lt
5.	Minyak transmisi	300 lt
G.	Lain-lain	
1.	System rem	Udara tekan, rem parker
2.	Tipe kompresor	Knor VV 450/150

Sumber : Dipo Lokomotif Medan, 2018

3. Lokomotif BB 203 merupakan lokomotif diesel elektrik buatan pabrik General Electric (GE), lokomotif ini terdiri dari 2 bogie dengan masing-masing mempunyai 3 gandar yang digerakkan dan saling berhubungan, dengan spesifikasi data teknis Lokomotif BB 203 sebagaimana Tabel III.3.
4. Lokomotif CC 201 merupakan lokomotif diesel elektrik buatan pabrik General Electric (GE), lokomotif ini terdiri dari 2 bogie dengan masing-masing mempunyai 3 gandar yang digerakkan dan saling berhubungan, dengan spesifikasi data teknis Lokomotif CC 201 sebagaimana Tabel III.4.

Tabel III. 3 Data aspek teknis lokomotif BB 203

A.	Dimensi	
1.	Lebar sepur (track gauge)	1067 mm
2.	Panjang body	14134 mm
3.	Jarak antara alat perangkai	15214 mm
4.	Lebar badan (body)	2641 mm
5.	Tinggi maksimum	3636 mm
6.	Jarak gandar	3505 mm
7.	Jarak antar pivot	7580 mm
8.	Diameter roda penggerak	914 mm
9.	Diameter roda idle	914 mm
10.	Tinggi alat perangkai	770 mm
B.	Berat	
1.	Berat kosong	73.90 ton
2.	Berat siap	81 ton
3.	Berat adhesi	81 ton
C.	Motor Diesel	
1.	Tipe	GE-7FDL8
2.	Jenis	4 langkah, turbo charger
3.	Daya mesin	1500 HP
4.	Daya ke generator / converter	1380 HP
D.	Motor traksi / Konverter	
1.	Jumlah	4
2.	Tipe	D-29, arus searah
3.	Gear Ratio	93 : 18
4.	Tipe Generator	GM D 25 arus searah
E.	Performansi	
1.	Kecepatan maksimum	80 Km/jam
2.	Gaya tarik maksimum (adhesi)	16464 Kgf
3.	V min kontinyu	-
4.	Jari-jari lengkung terkecil	57 m
F.	Kapasitas	
1.	Bahan bakar (HSD)	3028 lt
2.	Minyak pelumas	984 lt
3.	Air pendingin	682 lt
4.	Pasir	510 lt
G.	Lain-lain	
1.	System rem	Udara tekan, dynamic parkir
2.	Tipe kompresor	WBO, Gardner Denver

Sumber : Dipo Lokomotif Medan, 2018

Tabel III. 4 Data aspek teknis lokomotif CC 201

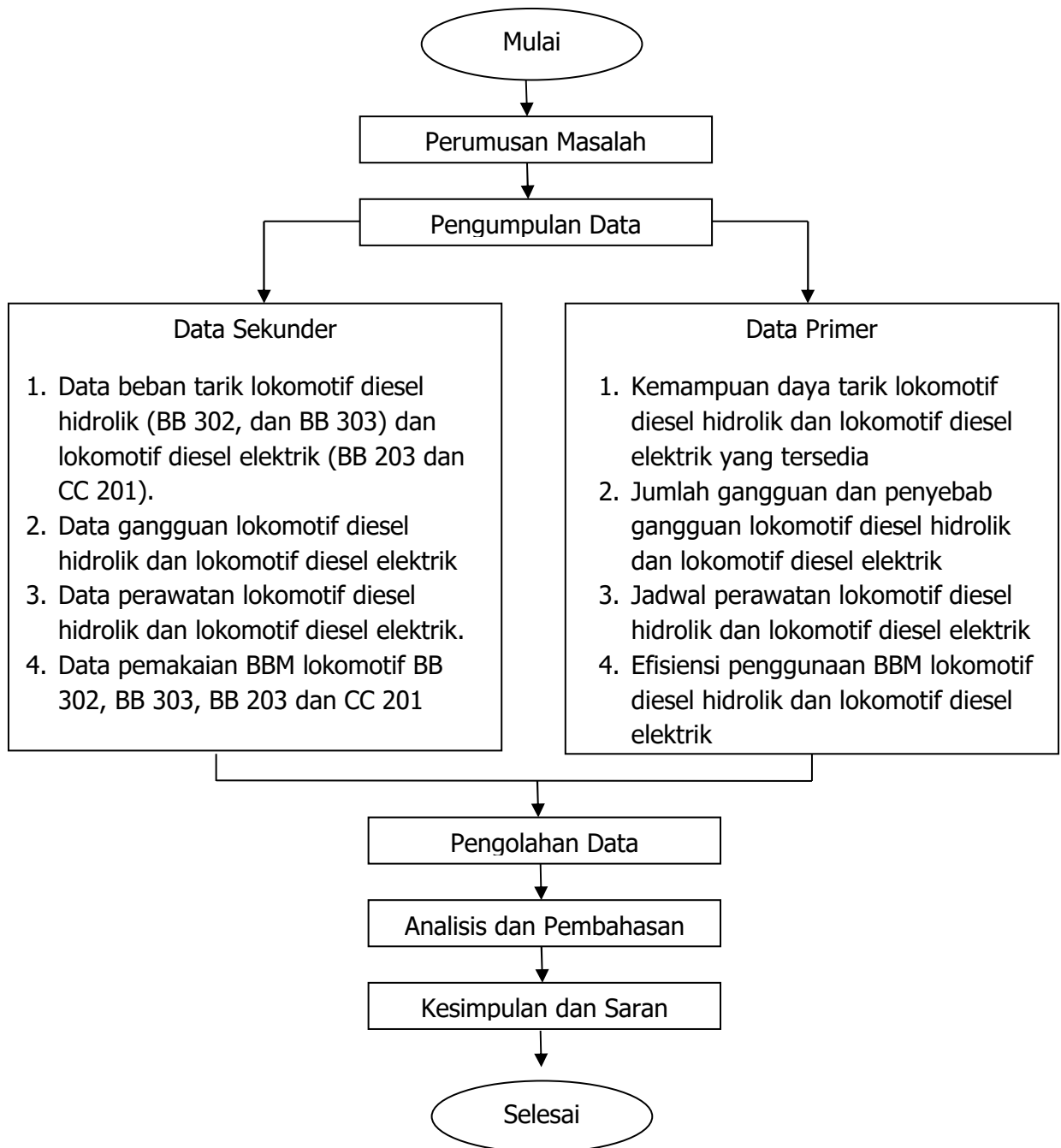
A.	Dimensi	
1.	Lebar sepur (track gauge)	1067 mm
2.	Panjang body	14134 mm
3.	Jarak antara alat perangkai	15214 mm
4.	Lebar badan (body)	2642 mm
5.	Tinggi maksimum	3636 mm
6.	Jarak gandar	3505,2 mm
7.	Jarak antar pivot	7680 mm
8.	Diameter roda penggerak	914 mm
9.	Diameter roda idle	-
10.	Tinggi alat perangkai	770 mm
B.	Berat	
1.	Berat kosong	78 ton
2.	Berat siap	84 ton
3.	Berat adhesi	84 ton
C.	Motor Diesel	
1.	Tipe	MTU-MD 12V 538 TB10
2.	Jenis	4 langkah, turbo charger
3.	Daya mesin	1950 HP
4.	Daya ke generator / converter	1825 HP
D.	Motor traksi / Konverter	
1.	Jumlah	6
2.	Tipe	761
3.	Gear Ratio	90 : 21
4.	Tipe Generator	GT 581
E.	Performansi	
1.	Kecepatan maksimum	120 Km/jam
2.	Gaya tarik maksimum (adhesi)	17640 Kgf
3.	V min kontinyu	24 km/jam
4.	Jari-jari lengkung terkecil	56,7 m
F.	Kapasitas	
1.	Bahan bakar (HSD)	3028 lt
2.	Minyak pelumas	984 lt
3.	Air pendingin	684 lt
4.	Pasir	500 lt
G.	Lain-lain	
1.	System rem	Udara tekan, rem parker, dinamik
2.	Tipe kompresor	Electric, DC/DC

Sumber : Dipo Lokomotif Medan, 2018

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

A. Bagan Alir Penelitian



Gambar IV. 1 Bagan Alir Penelitian

B. Metode Pengumpulan Data

Untuk mengetahui kinerja (efektifitas dan efisiensi) lokomotif diesel hidrolik dan lokomotif diesel elektrik, maka diperlukan metode pengumpulan data. Data tersebut terdiri dari data sekunder dan data primer.

Adapun data-data yang diperlukan sebagai berikut:

1. Data Sekunder

Adapun data sekunder yang digunakan untuk menunjang penulisan KKW ini diperoleh dengan menggunakan metode-metode yaitu:

a. Metode Kepustakaan

Yaitu metode yang menggunakan literatur-literatur maupun buku-buku yang berhubungan dengan penulisan judul KKW ini.

b. Metode Intitusional

Yaitu metode dengan menggunakan data dari berbagai instansi yang berhubungan dengan penulisan judul KKW ini yaitu PT. KAI (Persero) Divre 1 Sumatera Utara.

c. Metode Observasi

Yaitu memperoleh suatu informasi dari konsultasi, wawancara dan tanya jawab dengan pihak-pihak (instruktur atau pembimbing), pegawai PT. KAI Divre 1 Sumatera Utara yang mengerti akan masalah dengan diteliti.

Dari data yang didapat di Depo Lokomotif Medan, Divre 1 Sumatera Utara, diperoleh data-data lokomotif diesel hidrolik (BB 302, dan BB 303) dan lokomotif diesel elektrik (BB 203 dan CC 201) sebagai berikut:

- 1) Data beban tarik lokomotif BB 302, BB 303, BB 203 dan lokomotif CC 201.
- 2) Data gangguan lokomotif BB 302, BB 303, BB 203 dan lokomotif CC 201.
- 3) Data perawatan lokomotif BB 302, BB 303, BB 203 dan lokomotif CC 201.

- 4) Data pemakaian BBM lokomotif BB 302, BB 303, BB 203 dan lokomotif CC 201.

2. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh langsung melalui pengamatan dilapangan sesuai dengan kondisi yang ada pada saat ini. Survey atau pengamatan yang dilakukan berada di ruang lingkup wilayah data primer tersebut meliputi sebagai berikut:

- a. Analisa kemampuan daya tarik lokomotif diesel hidrolik dan lokomotif diesel elektrik.
- b. Analisa jumlah dan penyebab gangguan lokomotif diesel hidrolik dan lokomotif diesel elektrik.
- c. Analisa perawatan lokomotif diesel hidrolik dan lokomotif diesel elektrik.
- d. Analisa penggunaan BBM lokomotif diesel hidrolik dan lokomotif diesel elektrik.

C. Metode Pengolahan Data

Metode pengolahan data di dahului dengan pengumpulan data yang telah dilaksanakan. Selanjutnya untuk memudahkan guna untuk mendukung proses penyusunan Kertas Kerja Wajib, maka dilakukan tahapan-tahapan sebagai berikut:

1. Tahapan Penelitian

Tahap I

Yaitu Identifikasi masalah.

Tahap II

Yaitu tahap persiapan pengumpulan data, dengan menyiapkan alat-alat yang diperlukan untuk pengumpulan data.

Tahap III

Yaitu tahap pengumpulan data dengan melakukan survei yang di perlukan guna memperoleh data yg seakurat mungkin.

Tahap IV

Yaitu analisis terhadap data yang diperoleh sebelumnya.

Tahap V

Yaitu tahap pemecahan masalah dengan perbaikan dan usulan yang diajukan.

D. Metode Analisis Data

Dalam penelitian ini tahapan pengambilan data agar mencapai suatu analisa dengan membandingkan lokomotif BB 302 dan BB 303 dengan lokomotif BB 203 dan CC 201, yang dilihat dari efektifitas dan efisiensi dari Lokomotif tersebut yg diambil dari data sekunder.

1. Analisis Beban Tarik Lokomotif

Untuk perhitungan berdasarkan realisasi beban tarik lokomotif maka akan digunakan rumus perhitungan sebagai berikut:

Tabel IV. 1 Formula Beban Tarik Lokomotif

Formula	Keterangan
$HL = \frac{Z - W_L - (i \times G_L)}{i + W_w}$	HL = Beban tarik lokomotif (ton) Z = Gaya tarik lokomotif (kgf) W _L = Hambatan lokomotif (kg) G _L = Berat lokomotif (ton) W _w = Hambatan spesifik lokomotif (kg/ton) i = Kelandaian jalan rel (‰)
$n = \frac{HL}{G_w}$	n = Rangkaian maksimal (unit) HL = Beban tarik lokomotif (ton) G _w = Berat kereta atau gerbong (ton)

Sumber : Teknik Kendaraan Rel, A.S, Hartono

2. Analisis Gaya Tarik Lokomotif

Analiss gaya tarik Lokomotif adalah perhitungan untuk mencari kecepatan maksimal Lokomotif untuk menarik rangkaian dalam jumlah tertentu. Untuk menghitung gaya tarik lokomotif dengan formula sebagaimana Tabel IV.1.

3. Analisis Gangguan Lokomotif

Dalam pengoperasian Lokomotif di Divre 1 Sumatera Utara, terdapat suatu standar untuk menentukan toleransi terjadinya Lokomotif mogok (gangguan). Standar tersebut disebut Norma Kendali gangguan Lokomotif

$$\text{Toleransi} = \frac{30 \text{ Gangguan}}{1.000.000 \text{ km}}$$

Rumus IV. 1 Standar Toleransi Gangguan Lokomotif

Sumber : Manajemen QCD Buku II Teknik Manajemen dan Alat Penyelesaian Masalah (PT.KAI)

$$\text{Prosentase} = \frac{\text{Gangguan} / \text{Kilometer Lok}}{0.00003} \times 100\%$$

Rumus IV. 2 Prosentase Toleransi Gangguan Lokomotif

Sumber : Manajemen QCD Buku II Teknik Manajemen dan Alat Penyelesaian Masalah (PT.KAI)

Tabel IV. 2 Formula Gaya Tarik Lokomotif

FORMULA	KETERANGAN
$Z = \frac{270 \times n}{v} \times \eta$	Z = Gaya Tarik Lokomotif (kgf) n = Daya Lokomotif (HP) v = Kecepatan (km/jam) η = Konstanta : Lok. DE $\approx 0,81$ Lok. DH (Tergantung Kecepatan) $\approx 0,82$
$Z_a = \mu \times G_a$	Z_a = Gaya Tarik Lokomotif Adhesi (kgf) μ = Konstanta Gesek antara Rel dan Roda (0,25) G_a = Berat Adhesi Lokomotif (Ton)
$Z_p = Z - W_T$	Z_p = Selisih antara Gaya Tarik dengan Hambatan total Lok./Gaya Tarik Efektif (kgf) Z = Gaya Tarik Lokomotif (kgf) W_T = Berat Adhesi Lokomotif (kg)
$W_T = W_L + W_W$	W_T = Hambatan Total Rangkaian (kg) W_L = Hambatan Lokomotif (kg) W_W = Hambatan Kereta/Gerbong (kg)
$W_L = G_L \times W_{L_s}$	W_L = Hambatan Lokomotif (kg) G_L = Berat Siap Lokomotif (Ton) W_{L_s} = Hambatan Spesifik Lokomotif (kg/Ton)
$W_L =$ $P + Q \frac{F}{G_L} \left(\frac{v + v_a}{10} \right)^2$	W_L = Hambatan Spesifik Lokomotif (kg/Ton) P = Konstanta Q = Konstanta F = Luas Penampang Lokomotif (m²) G_L = Berat Siap Lokomotif (Ton) v = Kecepatan (km/jam) v_a = Kecepatan Angin dari samping → biasanya = 0 (km/jam)
$W_W = G_W \times W_{W_s}$	W_W = Hambatan Kereta/Gerbong (kg) G_W = Berat Kereta/Gerbong → Load Factor 100% (Ton) W_{W_s} = Hambatan Spesifik Kereta/Gerbong (kg)
$W_W =$ $2,5 + \frac{v^2}{4000}$	W_W = Hambatan Spesifik Kereta/Gerbong (kg/Ton) v = Kecepatan (km/jam)
$W_S = G_{KA} \times W_{S_s}$	W_S = Hambatan Tanjakan (kg) G_{KA} = Berat Rangkaian (Ton) W_{S_s} = Hambatan Spesifik Tanjakan (kg/Ton)
$W_S = i$	W_S = Hambatan Spesifik Tanjakan (kg/Ton) i = Kelandaian Jalan Rel (‰)
$W_k = \frac{400}{R - 20}$	W_k = Hambatan Spesifik Tikungan (Kg/Ton) R = Radius (Meter)
$W_k = G_{ka} \times w_k$	W_k = Hambatan Spesifik Tikungan (Kg/Ton) W_k = Hambatan Tikungan (Kg) G_{ka} = Berat Rangkaian KA (Ton)

Sumber : Hartono, A.S

4. Analisis Kebutuhan BBM Lokomotif

Angka kebutuhan BBM Lokomotif untuk individual performance ini tentu saja berbeda dengan masing-masing jenis Lokomotif. Sebab hal ini sangat tergantung pada kapasitas mesin Lokomotif. Sesuai dengan kapasitas dari beberapa jenis Lokomotif yang ada di Divre 1 Sumatera Utara, maka angka standar pemakaian BBM Lokomotif yang dimiliki di Divre 1 Sumatera Utara sebagai berikut:

Tabel IV. 3 Standar Pemakaian BBM Lokomotif liter/km

No	Jenis Lokomotif	Liter/km
1	Lokomotif BB 302	2 liter/km
2	Lokomotif BB 302	2 liter/km
3	Lokomotif BB 203	2,5 liter/km
4	Lokomotif CC 201	2,5 liter/km

Sumber : Dipo Lokomotif Medan

Berikut adalah formula realisasi pemakaian BBM:

$$\text{Kebutuhan BBM} = \text{Jarak Tempuh} \times \text{Konsumsi BBM liter/km}$$

Rumus IV. 3 Kebutuhan Pemakaian BBM Lokomotif

Sumber : Dipo Lokomotif Medan

Pemakaian BBM untuk (Liter/Ton.km)

$$\text{BBM (Liter/Ton.km)} = \frac{\text{Standar pemakaian BBM (Liter/Km)}}{\text{Berat rangkaian yang ditarik (Ton)}}$$

Rumus IV. 4 Pemakaian BBM Lokomotif (liter/ton.km)

Sumber : Subyanto, 1980

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Data

1. Analisis Beban Tarik Lokomotif

Untuk analisis perbandingan beban tarik setiap lokomotif, maka yang dibandingkan adalah lokomotif BB 302, BB 303, BB 203, dan CC 201 pada lintas dan kelandaian yang sama, lintas yang diambil yang ada di lintas Divre 1 Sumatera Utara, yaitu lintas Medan-Siantar dengan kelandaian 20‰.

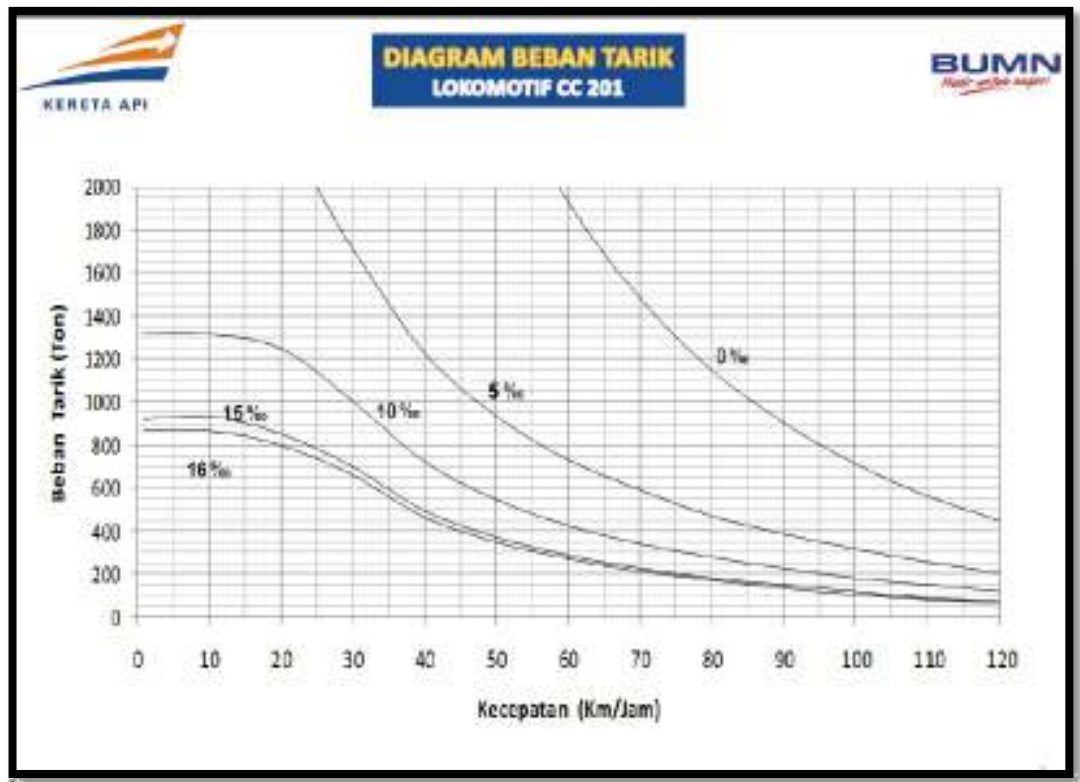
Dalam perhitungan jumlah rangkain maksimum yang digunakan diagram beban tarik untuk masing-masing jenis lokomotif, lalu hasil tersebut dikonversikan dengan kemampuan lokomotif yang sebenarnya pada lintas Divre 1 Sumatera Utara.

a. Beban tarik Lokomotif CC 201

$$\begin{aligned}
 HL &= \frac{Z - W_L - (i \times GL)}{i + W_w} \\
 &= \frac{\left(\frac{(270 \times N)}{V} \times 0,82 \right) - \left(\left(P + Q \times \frac{F}{GL} \times \left(\frac{V}{10} \right)^2 \right) \times GL \right) - i \times GL}{i + \left(2,5 + \frac{v^2}{4000} \right)} \\
 &= \frac{\left(\frac{(270 \times 1950)}{45} \times 0,82 \right) - \left(\left(2,86 + 0,69 \times \frac{10}{84} \times \left(\frac{45}{10} \right)^2 \right) \times 84 \right) - 20 \times 84}{20 + \left(2,5 + \frac{45^2}{4000} \right)} \\
 &= \frac{9594 - 142,585 - 1680}{23,006} \\
 &= \frac{7771,415}{23,006}
 \end{aligned}$$

$$= \frac{337,799}{40 \text{ ton}}$$

= 8,444 dibulatkan menjadi 8 kereta (Kondisi eksistingnya hanya menarik 4 rangkaian kereta 3 Kereta K3 AC dan 1 Kereta Pembangkit KP3).



Gambar V. 1 Gambar Diagram Beban Tarik Lokomotif CC 201

b. Beban tarik Lokomotif BB 203

$$HL = \frac{Z - W_L - (i \times GL)}{i + W_w}$$

$$= \frac{\left(\frac{(270 \times N)}{V} \times 0,82 \right) - \left(\left(P + Q \times \frac{F}{GL} \times \left(\frac{V}{10} \right)^2 \right) \times GL \right) - i \times GL}{i + \left(2,5 + \frac{v^2}{4000} \right)}$$

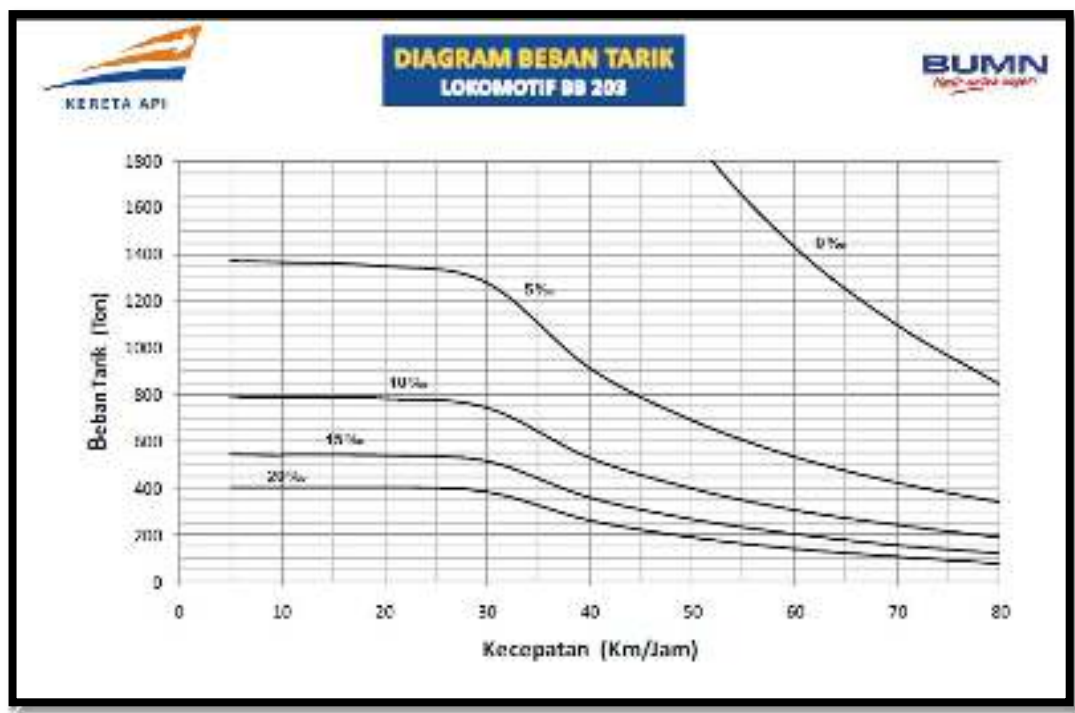
$$= \frac{\left(\frac{(270 \times 1500)}{45} \times 0,82 \right) - \left(\left(2,65 + 0,54 \times \frac{10}{81} \times \left(\frac{45}{10} \right)^2 \right) \times 81 \right) - 20 \times 81}{20 + \left(2,5 + \frac{45^2}{4000} \right)}$$

$$= \frac{7380 - 112 - 1620}{23,006}$$

$$= \frac{5648}{23,006}$$

$$= \frac{245,501}{40 \text{ ton}}$$

= 6,1375 dibulatkan menjadi 6 kereta (Kondisi eksistingnya hanya menarik 4 rangkaian kereta 3 Kereta K3 AC dan 1 Kereta Pembangkit KP3).

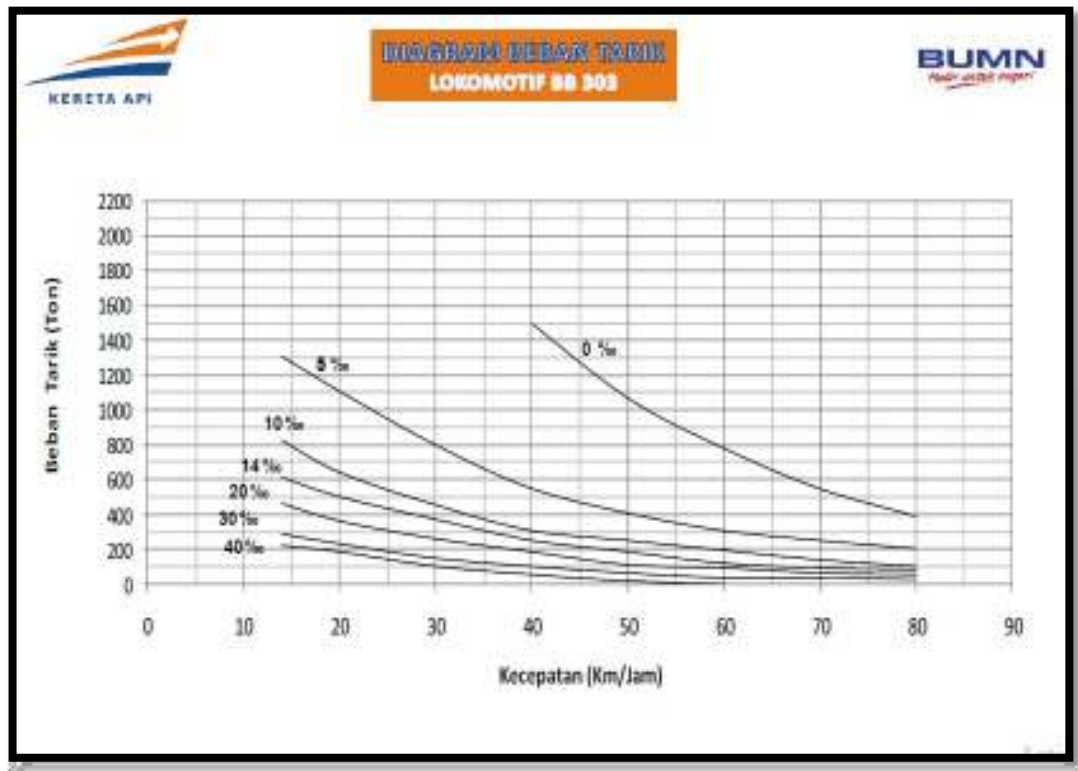


Gambar V. 2 Gambar Diagram Beban Tarik Lokomotif BB 203

c. Beban tarik Lokomotif BB 303

$$\begin{aligned}
 HL &= \frac{Z - W_L - (i \times GL)}{i + W_w} \\
 &= \frac{\left(\frac{(270 \times N)}{V} \times 0,82 \right) - \left(\left(P + Q \times \frac{F}{GL} \times \left(\frac{V}{10} \right)^2 \right) \times GL \right) - i \times GL}{i + \left(2,5 + \frac{v^2}{4000} \right)} \\
 &= \frac{\left(\frac{(270 \times 1010)}{45} \times 0,82 \right) - \left(\left(3,5 + 0,55 \times \frac{10}{42,8} \times \left(\frac{45}{10} \right)^2 \right) \times 42,8 \right) - 20 \times 42,8}{20 + \left(2,5 + \frac{45^2}{4000} \right)} \\
 &= \frac{4969 - 113,137 - 856}{23,006} \\
 &= \frac{3999,863}{23,006} \\
 &= \frac{173,861}{40 \text{ ton}}
 \end{aligned}$$

= 4,346 dibulatkan menjadi 4 kereta (Kondisi eksistingnya lokomotif BB 303 hanya untuk langsung, untuk membawa rangkaian gerbong masuk ke dalam pabrik (didalam pabrik masih memakai rel R33), untuk lokomotif pengganti KRDI Sri Lelawangsa lintas Medan-Binjai (lintas Medan-Binjai 71% masih menggunakan R33) dan untuk lokomotif cadangan jika lokomotif lain terjadi mogok/gangguan di lintas).



Gambar V. 3 Gambar Diagram Beban Tarik Lokomotif BB 303

d. Beban tarik Lokomotif BB 302

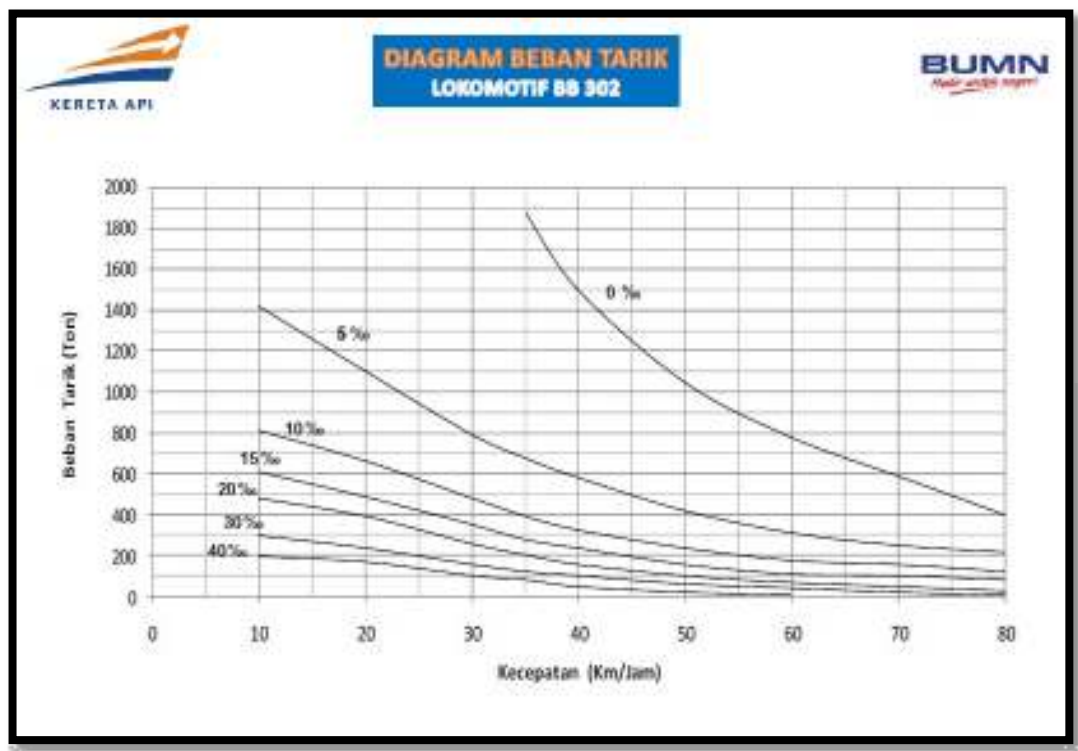
$$\begin{aligned}
 HL &= \frac{Z - W_L - (i \times GL)}{i + W_w} \\
 &= \frac{\left(\frac{(270 \times N)}{V} \times 0,82 \right) - \left(\left(P + Q \times \frac{F}{GL} \times \left(\frac{V}{10} \right)^2 \right) \times GL \right) - i \times GL}{i + \left(2,5 + \frac{v^2}{4000} \right)} \\
 &= \frac{\left(\frac{(270 \times 990)}{45} \times 0,82 \right) - \left(\left(3,5 + 0,55 \times \frac{10}{44} \times \left(\frac{45}{10} \right)^2 \right) \times 44 \right) - 20 \times 44}{20 + \left(2,5 + \frac{45^2}{4000} \right)}
 \end{aligned}$$

$$= \frac{4870,8 - 111,37 - 880}{23,006}$$

$$= \frac{3879,43}{23,006}$$

$$= \frac{168,626}{40 \text{ ton}}$$

= 4,215 dibulatkan menjadi 4 kereta (Kondisi eksistingnya lokomotif BB 303 hanya untuk langsir, untuk membawa rangkaian gerbong masuk ke dalam pabrik (didalam pabrik masih memakai rel R33), untuk lokomotif pengganti KRDI Sri Lelawangsa lintas Medan-Binjai (lintas Medan-Binjai 71% masih menggunakan R33) dan untuk lokomotif cadangan jika lokomotif lain terjadi mogok/gangguan di lintas).



Gambar V. 4 Gambar Diagram Beban Tarik Lokomotif BB 302

2. Analisis Gaya Tarik Lokomotif

Dalam analisa ini, lokomotif jenis BB 302, BB 303, BB 203 dan CC 201 akan menarik kereta Siantar Express yg terdiri dari 3 kereta K3 dengan muatan isi dan 1 kereta pembangkit. Dan lokomotif tersebut disesuaikan pada kondisi lapangan Divre 1 Sumatera Utara, yaitu dengan kelandaian 20‰, tikungan tertajam R= 150 m dengan batas kecepatan maksimal prasarana 45 km/jam pada GAPEKA Divre 1 Sumatera Utara. Untuk cara perhitungannya dilakukan sebagai berikut:

a. Lokomotif BB 302

Data-data selengkapnya sebagai berikut:

N	= 990 HP
GL	= 44 ton
Ga	= 44 ton
GKA	= 199 ton
P	= 3,5
Q	= 0,55
F	= 10 m ²
Gw	= 155 ton
Ws	= 20‰
R	= 150

Contoh perhitungan sebagai berikut:

1) Menghitung gaya tarik lokomotif

$$\begin{aligned} Z &= \frac{\eta \times 270 \times N}{v} \\ &= \frac{270 \times 990}{45} \times 0,82 \\ &= 5940 \times 0,82 \\ &= 4870 \text{ Kgf (dibulatkan)} \end{aligned}$$

2) Menghitung gaya tarik lokomotif adhesi

$$\begin{aligned} Z_a &= \mu \times G_a \\ &= 0,25 \times 44 \text{ ton} \\ &= 11000 \text{ Kgf} \end{aligned}$$

3) Menghitung hambatan spesifik lokomotif

$$\begin{aligned}w_L &= P + Q F/GL \left(\frac{v}{10}\right)^2 \\&= 3,5 + \frac{(0,55 \times 10)}{44} \left(\frac{45}{10}\right)^2 \\&= 6,03125 \text{ Kg/Ton}\end{aligned}$$

4) Menghitung hambatan lokomotif

$$\begin{aligned}W_L &= G_L \times w_L \\&= 44 \times 6,03125 \\&= 265 \text{ Kg (dibulatkan)}\end{aligned}$$

5) Menghitung hambatan spesifik kereta

$$\begin{aligned}w_w &= 2,5 + \frac{v^2}{4000} \\&= 2,5 + 0,5 \\&= 3 \text{ kg/Ton}\end{aligned}$$

6) Menghitung hambatan kereta

$$\begin{aligned}W_w &= G_w \times w_w \\&= 155 \times 3 \\&= 465 \text{ Kg}\end{aligned}$$

7) Hambatan total rangkaian

$$\begin{aligned}W_T &= W_L + W_w \\&= 265 + 465 \\&= 730 \text{ Kg}\end{aligned}$$

8) Selisih antara gaya tarik dengan hambatan total lokomotif

$$\begin{aligned}Z_{p1} &= Z - W_T \\&= 4870 - 730 \\&= 4140 \text{ Kg}\end{aligned}$$

9) Hambatan tanjakan

$$\begin{aligned}W_s &= G_{ka} \times w_s \\&= 199 \times 20 \\&= 3980 \text{ Kg}\end{aligned}$$

10) Hambatan total rangkaian setelah ditanjakan

$$\begin{aligned}W_{T2} &= W_{T1} + W_s \\&= 730 + 3980 \\&= 4710 \text{ Kg}\end{aligned}$$

11) Hambatan tikungan

$$\begin{aligned}w_k &= \frac{400}{R-20} \\&= \frac{400}{150-20} \\&= 3,077 \text{ Kg/Ton}\end{aligned}$$

12) Hambatan total rangkaian setelah ditanjakan dan tikungan

$$\begin{aligned}W_k &= G_{ka} \times w_k \\&= 199 \times 3,077 \\&= 612 \text{ Kg (dibulatkan)}\end{aligned}$$

13) Hambatan total rangkaian setelah ditanjakan dan tikungan

$$\begin{aligned}W_{T3} &= W_{T2} + W_k \\&= 4710 + 612 \\&= 5322 \text{ Kg}\end{aligned}$$

14) Selisih antara Gaya Tarik dengan Hambatan total Lok./Gaya Tarik Efektif

$$\begin{aligned}Z_{p3} &= Z - W_T \\&= 4870 - 5322 \\&= - 452\end{aligned}$$

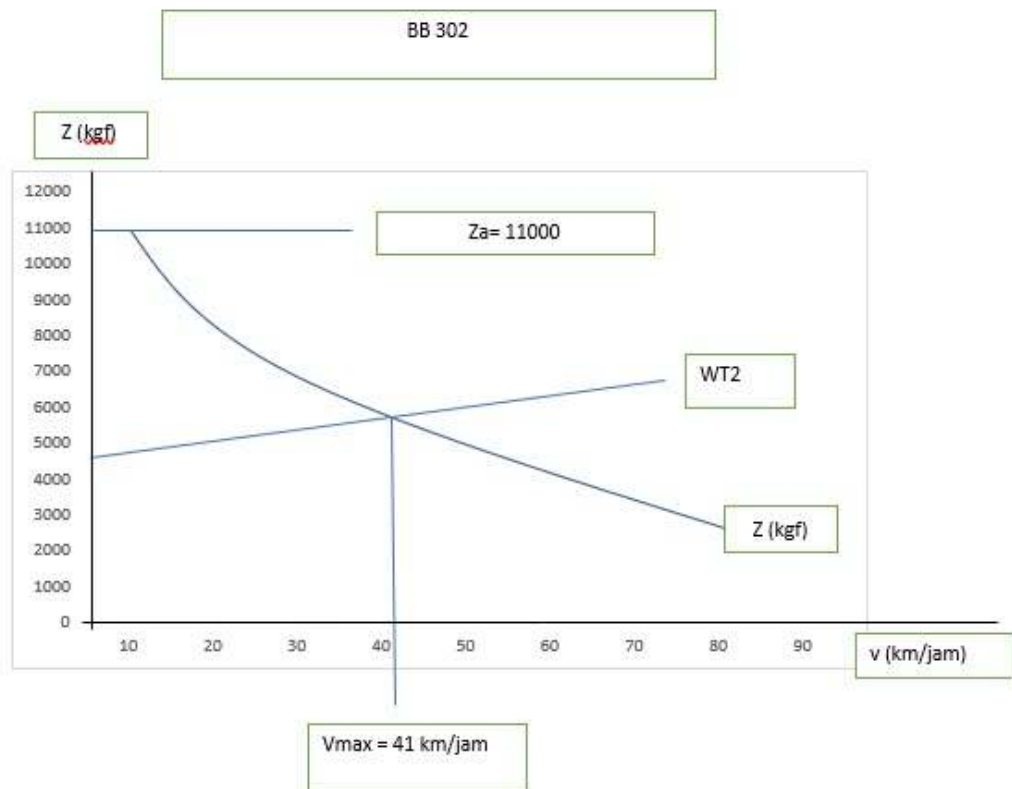
Perhitungan dari rumus-rumus diatas untuk Lokomotif BB 302 selengkapnya sebagaimana pada Tabel V.1.

Sebagaimana pada Tabel V.1 merupakan hasil perhitungan gaya tarik lokomotif BB 302, yang dijadikan dasar untuk membuat diagram gaya tarik lokomotif BB 302.

Tabel V. 1 Hasil perhitungan gaya tarik lokomotif BB 302

V	Z	WL	WL	WW	Ww	WT1	Zp1	Ws	WT2	Zp2	wk	Wk	WT3	Zp3
0	10700	3,5000	154	2,50	388	542	10159	3980	4522	6179	3,077	612	5134	5566
5	43837	3,5313	155	2,51	388	544	43293	3980	4524	39313	3,077	612	5136	38701
10	21919	3,6250	160	2,53	391	551	21368	3980	4531	17388	3,077	612	5143	16775
15	14612	3,7813	166	2,56	396	563	14050	3980	4543	10070	3,077	612	5155	9457
20	10959	4,0000	176	2,60	403	579	10380	3980	4559	6400	3,077	612	5171	5788
25	8767	4,2813	188	2,66	412	600	8167	3980	4580	4187	3,077	612	5192	3575
30	7306	4,6250	204	2,73	422	626	6680	3980	4606	2700	3,077	612	5218	2088
35	6262	5,0313	221	2,81	435	656	5606	3980	4636	1626	3,077	612	5249	1014
40	5480	5,5000	242	2,90	450	692	4788	3980	4672	808	3,077	612	5284	196
45	4871	6,0313	265	3,01	466	731	4139	3980	4711	159	3,077	612	5324	-453
50	4384	6,6250	292	3,13	484	776	3608	3980	4756	-372	3,077	612	5368	-984
55	3985	7,2813	320	3,26	505	825	3160	3980	4805	-820	3,077	612	5417	-1432
60	3653	8,0000	352	3,40	527	879	2774	3980	4859	-1206	3,077	612	5471	-1818
65	3372	8,7813	386	3,56	551	938	2434	3980	4918	-1546	3,077	612	5530	-2158
70	3131	9,6250	424	3,73	577	1001	2130	3980	4981	-1850	3,077	612	5593	-2462
75	2922	10,5313	463	3,91	605	1069	1854	3980	5049	-2126	3,077	612	5661	-2739
80	2740	11,5000	506	4,10	636	1142	1598	3980	5122	-2382	3,077	612	5734	-2994

Sumber : Hasil Analisa



Gambar V. 5 Diagram Gaya Tarik Lokomotif BB 302

Jadi, dari diagram diatas dapat diketahui :

- 1) batas kecepatan maksimum lokomotif BB 302 pada kelandaian 20‰ adalah 41 Km/jam, dan hampir sesuai dengan analisa daya tarik yaitu dengan kecepatan 40 Km/jam dapat menarik 3 kereta K3 dan 1 kereta pembangkit dengan kelandaian yang sama.

b. Lokomotif BB 303

Dik:

$$N = 1010 \text{ HP}$$

$$G_L = 42,8 \text{ ton}$$

$$G_a = 42,8 \text{ ton}$$

$$G_{KA} = 198 \text{ ton}$$

$$P = 3,5$$

$$Q = 0,55$$

$$F = 10 \text{ m}^2$$

$$G_w = 155 \text{ ton}$$

$$W_s = 20 \text{ permil}$$

$$R = 150 \text{ m}$$

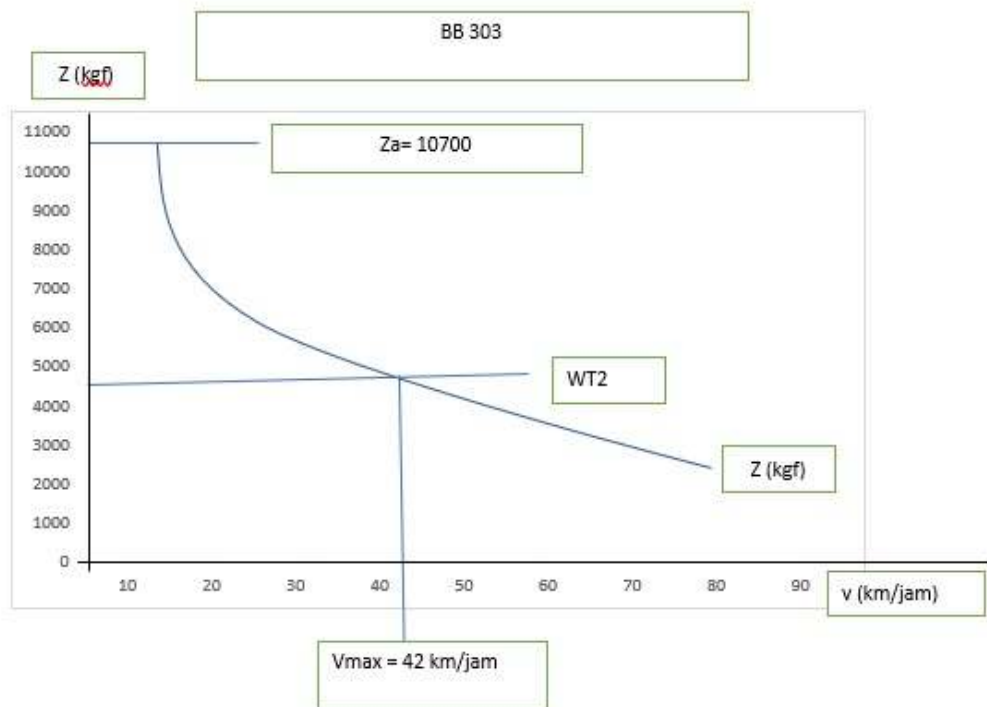
Perhitungan dari rumus-rumus diatas untuk Lokomotif BB 303 selengkapnya sebagaimana pada Tabel V.1.

Sebagaimana pada Tabel V.1 merupakan hasil perhitungan gaya tarik lokomotif BB 303, yang dijadikan dasar untuk membuat diagram gaya tarik lokomotif BB 303.

Tabel V. 2 Hasil perhitungan gaya tarik lokomotif BB 303

V	Z	WL	W _L	WW	W _w	WT1	Zp1	Ws	WT2	Zp2	w _k	W _k	WT3	Zp3
0	10700	3,5000	150	2,50	388	537	10163	3980	4517	6183	3,077	612	5130	5570
5	44723	3,5321	151	2,51	388	540	44183	3980	4520	40203	3,077	612	5132	39591
10	22361	3,6285	155	2,53	391	547	21815	3980	4527	17835	3,077	612	5139	17222
15	14908	3,7891	162	2,56	396	558	14349	3980	4538	10369	3,077	612	5151	9757
20	11181	4,0140	172	2,60	403	575	10606	3980	4555	6626	3,077	612	5167	6014
25	8945	4,3032	184	2,66	412	596	8349	3980	4576	4369	3,077	612	5188	3756
30	7454	4,6565	199	2,73	422	622	6832	3980	4602	2852	3,077	612	5214	2240
35	6389	5,0742	217	2,81	435	652	5737	3980	4632	1757	3,077	612	5244	1145
40	5590	5,5561	238	2,90	450	687	4903	3980	4667	923	3,077	612	5280	311
45	4969	6,1022	261	3,01	466	727	4242	3980	4707	262	3,077	612	5319	-350
50	4472	6,7126	287	3,13	484	772	3701	3980	4752	-279	3,077	612	5364	-892
55	4066	7,3873	316	3,26	505	821	3245	3980	4801	-735	3,077	612	5413	-1347
60	3727	8,1262	348	3,40	527	875	2852	3980	4855	-1128	3,077	612	5467	-1740
65	3440	8,9293	382	3,56	551	933	2507	3980	4913	-1473	3,077	612	5526	-2085
70	3194	9,7967	419	3,73	577	997	2198	3980	4977	-1782	3,077	612	5589	-2394
75	2982	10,7284	459	3,91	605	1065	1917	3980	5045	-2063	3,077	612	5657	-2675
80	2795	11,7243	502	4,10	636	1137	1658	3980	5117	-2322	3,077	612	5730	-2934

Sumber : Hasil Analisa



Gambar V. 6 Diagram Gaya Tarik Lokomotif BB 303

Jadi, dari diagram diatas dapat diketahui :

- 1) batas kecepatan maksimum lokomotif BB 303 pada kelandaian 20‰ adalah 42 Km/jam, dan hampir sesuai dengan analisa daya tarik yaitu dengan kecepatan 40 Km/jam dapat menarik 3 kereta K3 dan 1 kereta pembangkit dengan kelandaian yang sama.

c. Lokomotif BB 203

Dik:

$$N = 1500$$

$$G_L = 81 \text{ ton}$$

$$G_a = 81 \text{ ton}$$

$$G_{KA} = 236 \text{ ton}$$

$$P = 2,65$$

$$Q = 0,54$$

$$F = 10 \text{ m}^2$$

$$G_w = 155 \text{ ton}$$

$$W_s = 20 \text{ permil}$$

$$R = 150$$

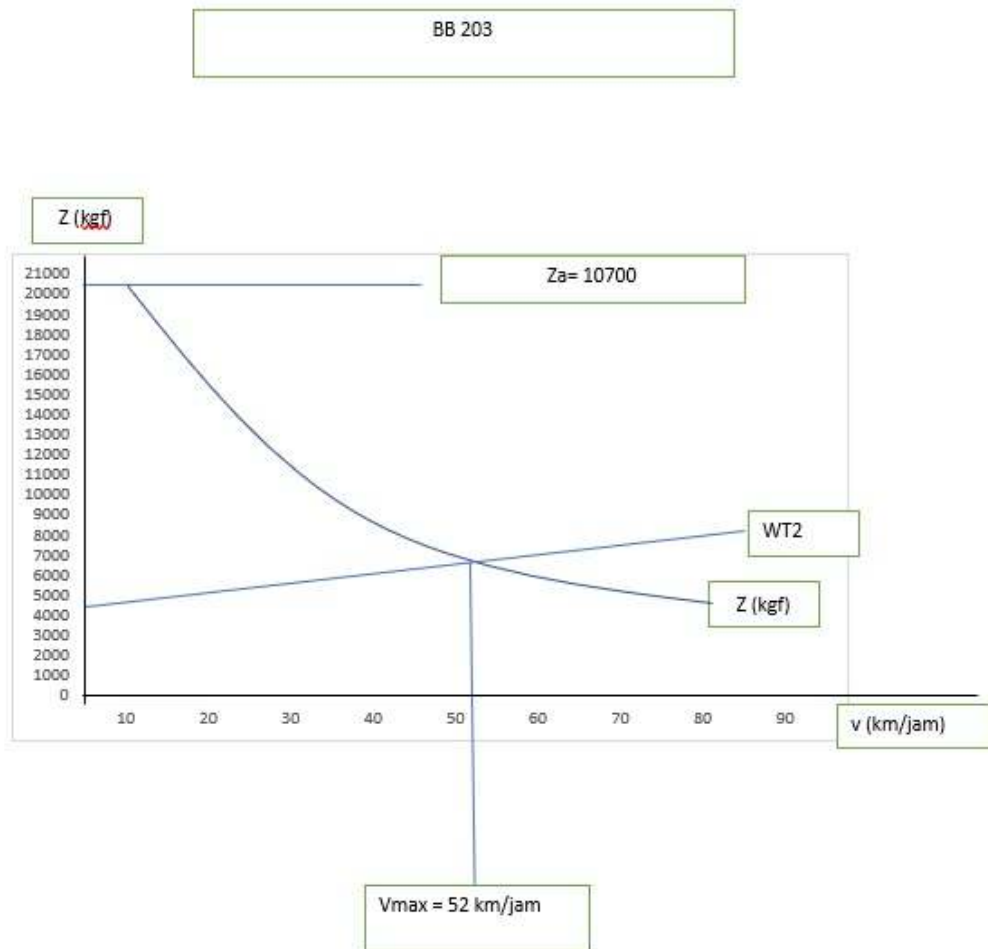
Perhitungan dari rumus-rumus diatas untuk Lokomotif BB 203 selengkapnya sebagaimana pada Tabel V.1.

Sebagaimana pada Tabel V.1 merupakan hasil perhitungan gaya tarik lokomotif BB 203, yang dijadikan dasar untuk membuat diagram gaya tarik lokomotif BB 203.

Tabel V. 3 Hasil perhitungan gaya tarik lokomotif BB 203

V	Z	WL	WL	WW	Ww	WT1	Zp1	Ws	WT2	Zp2	wk	Wk	WT3	Zp3
0	10700	2,6500	215	2,50	388	602	10098	3980	4582	6118	3,077	612	5194	5506
5	66420	2,6667	216	2,51	388	604	65816	3980	4584	61836	3,077	612	5197	61223
10	33210	2,7167	220	2,53	391	611	32599	3980	4591	28619	3,077	612	5204	28006
15	22140	2,8000	227	2,56	396	623	21517	3980	4603	17537	3,077	612	5215	16925
20	16605	2,9167	236	2,60	403	639	15966	3980	4619	11986	3,077	612	5232	11373
25	13284	3,0667	248	2,66	412	660	12624	3980	4640	8644	3,077	612	5252	8032
30	11070	3,2500	263	2,73	422	686	10384	3980	4666	6404	3,077	612	5278	5792
35	9489	3,4667	281	2,81	435	716	8773	3980	4696	4793	3,077	612	5308	4180
40	8303	3,7167	301	2,90	450	751	7552	3980	4731	3572	3,077	612	5343	2960
45	7380	4,0000	324	3,01	466	790	6590	3980	4770	2610	3,077	612	5382	1998
50	6642	4,3167	350	3,13	484	834	5808	3980	4814	1828	3,077	612	5426	1216
55	6038	4,6667	378	3,26	505	883	5155	3980	4863	1175	3,077	612	5475	563
60	5535	5,0500	409	3,40	527	936	4599	3980	4916	619	3,077	612	5528	7
65	5109	5,4667	443	3,56	551	994	4115	3980	4974	135	3,077	612	5586	-477
70	4744	5,9167	479	3,73	577	1057	3688	3980	5037	-292	3,077	612	5649	-905
75	4428	6,4000	518	3,91	605	1124	3304	3980	5104	-676	3,077	612	5716	-1288
80	4151	6,9167	560	4,10	636	1196	2956	3980	5176	-1025	3,077	612	5788	-1637

Sumber : Hasil Analisa



Gambar V. 7 Diagram Gaya Tarik Lokomotif BB 203

Jadi, dari diagram diatas dapat diketahui :

- 1) batas kecepatan maksimum lokomotif BB 203 pada kelandaian 20‰ adalah 61 Km/jam, dan hampir sesuai dengan analisa daya tarik yaitu dengan kecepatan 60 Km/jam dapat menarik 3 kereta K3 dan 1 kereta pembangkit dengan kelandaian yang sama.

d. Lokomotif CC 201

Dik:

N = 1950 HP

GL = 84 ton

G_a = 84 ton

G_KA = 239 ton

P = 2,86

Q = 0,69

F = 10 m²

G_w = 155 ton

Ws = 20 permil

R = 150 m

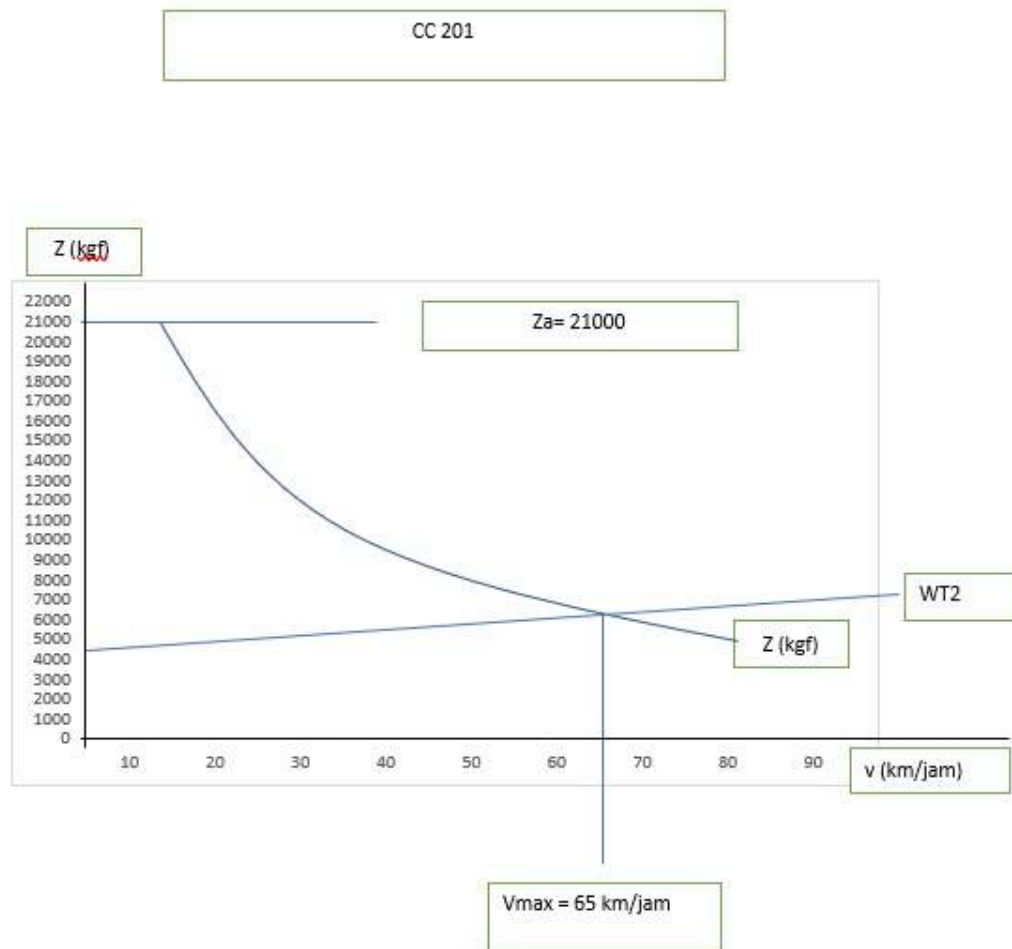
Perhitungan dari rumus-rumus diatas untuk Lokomotif CC 201 selengkapnya sebagaimana pada Tabel V.1.

Sebagaimana pada Tabel V.1 merupakan hasil perhitungan gaya tarik lokomotif CC 201, yang dijadikan dasar untuk membuat diagram gaya tarik lokomotif CC 201.

Tabel V. 4 Hasil perhitungan gaya tarik lokomotif CC 201

V	Z	WL	WL	WW	Ww	WT1	Zp1	Ws	WT2	Zp2	wk	Wk	WT3	Zp3
0	10700	2,8600	240	2,50	388	628	10072	3980	4608	6092	3,077	612	5220	5480
5	86346	2,8805	242	2,51	388	630	85716	3980	4610	81736	3,077	612	5223	81123
10	43173	2,9421	247	2,53	391	639	42534	3980	4619	38554	3,077	612	5231	37942
15	28782	3,0448	256	2,56	396	652	28130	3980	4632	24150	3,077	612	5244	23538
20	21587	3,1886	268	2,60	403	671	20916	3980	4651	16936	3,077	612	5263	16323
25	17269	3,3734	283	2,66	412	695	16574	3980	4675	12594	3,077	612	5287	11982
30	14391	3,5993	302	2,73	422	725	13666	3980	4705	9686	3,077	612	5317	9074
35	12335	3,8663	325	2,81	435	760	11575	3980	4740	7595	3,077	612	5352	6983
40	10793	4,1743	351	2,90	450	800	9993	3980	4780	6013	3,077	612	5392	5401
45	9594	4,5234	380	3,01	466	846	8748	3980	4826	4768	3,077	612	5438	4156
50	8635	4,9136	413	3,13	484	897	7737	3980	4877	3757	3,077	612	5489	3145
55	7850	5,3448	449	3,26	505	954	6896	3980	4934	2916	3,077	612	5546	2304
60	7196	5,8171	489	3,40	527	1016	6180	3980	4996	2200	3,077	612	5608	1588
65	6642	6,3305	532	3,56	551	1083	5559	3980	5063	1579	3,077	612	5675	967
70	6168	6,8850	578	3,73	577	1156	5012	3980	5136	1032	3,077	612	5748	420
75	5756	7,4805	628	3,91	605	1234	4523	3980	5214	543	3,077	612	5826	-70
80	5397	8,1171	682	4,10	636	1317	4079	3980	5297	99	3,077	612	5910	-513

Sumber : Hasil Analisa



Gambar V. 8 Diagram Gaya Tarik Lokomotif BB 302

Jadi, dari diagram diatas dapat diketahui :

- 1) batas kecepatan maksimum lokomotif CC 201 pada kelandaian 20‰ adalah 71 Km/jam, dan hampir sesuai dengan analisa daya tarik yaitu dengan kecepatan 70 Km/jam dapat menarik 3 kereta K3 dan 1 kereta pembangkit dengan kelandaian yang sama.

3. Analisis Gangguan Lokomotif

Dalam pengoperasian lokomotif di Divre 1 Sumatera Utara, terdapat suatu standar untuk menentukan toleransi terjadinya lokomotif mogok (gangguan). Toleransi gangguan dengan nilai toleransi 30 gangguan per 1 juta km terhadap lokomotif digunakan untuk menganalisa tingkat kehandalan lokomotif pada saat melakukan operasi dilintas dan jika gangguan tersebut melebihi batas toleransi maka diperlukan perhatian perawatan maksimal untuk menjaga lokomotif agar tetap dapat beroperasi.

Tabel V. 5 Toleransi Gangguan Lokomotif Tahun 2018

No	Jenis Lokomotif	Gangguan Lokomotif 1 Tahun	KM Tempuh Lokomotif 1 Tahun	Gangguan/ 1 Juta KM	Nilai Toleransi Gangguan/ 1 juta KM	Toleransi (%)
1	BB 302	3	50.518 km	59	30	197 %
2	BB 303	9	303.125 km	30	30	99 %
3	BB 203	10	478.237 km	21	30	69 %
4	BB 201	27	1.444.666 km	19	30	62 %

Sumber : Hasil analisa

Berdasarkan data diatas, lokomotif yang melampaui batas toleransi gangguan lebih dari 100% adalah Lokomotif BB 302 dengan nilai toleransi 197 % sedangkan yang berada tepat pada batas toleransi adalah Lokomotif BB 303 dengan nilai toleransi 99%, dan Lokomotif BB 203 dengan nilai toleransi 69% dan Lokomotif CC 201 dengan nilai toleransi 62%.

Program Perawatan dan Realisasi lokomotif Divre 1 Sumatera Utara.

Dalam pengoperasian lokomotif di Divre 1 Sumatera Utara harus dilakukan perawatan dan perbaikan sarana penggerak pada setiap lokomotif yang beroperasi di lintas. Perawatan dan perbaikan sarana penggerak dilakukan di Dipo lokomotif dan Balai Yasa, lokomotif memerlukan perawatan dan perbaikan untuk kelancaran operasi dan performansi kereta api.

Berikut data 1 tahun pada tahun 2018 program dan realisasi perawatan di Dipo Lokomotif Medan di Divre 1 Sumatera Utara:

Tabel V. 6 Program dan Realisasi Perawatan Lokomotif BB 302

BB 302	W2 (250 jam)		W3 (1000 jam)		W4 (2000 jam)	
	Program	Realisasi	Program	Realisasi	Program	Realisasi
JAN	26	22	-	-	4	5
FEB	22	23	-	-	-	-
MAR	54	59	-	-	-	-
APR	56	97	25	0	-	-
MEI	77	78	4	8	22	23
JUN	14	8	27	32	-	-
JUL	75	78	24	23	23	19
AUG	71	59	-	-	-	-
SEP	74	60	6	4	-	-
OKT	100	92	30	26	-	-
NOV	39	48	12	15	29	0
DES	-	-	-	-	-	-
Total	608	624	128	108	78	47

Sumber : Depo Lokomotif Medan, 2018

Tabel V. 7 Program dan Realisasi Perawatan Lokomotif BB 303

BB303	W2 (250 jam)		W3 (1000 jam)		W4 (2000 jam)	
	Progam	Realisasi	Progam	Realisasi	Progam	Realisasi
JAN	14	20	-	-	-	-
FEB	-	-	7	0	-	-
MAR	6	10	9	9	-	-
APR	-	-	-	-	-	-
MEI	68	78	-	-	-	-
JUN	-	-	-	-	-	-
JUL	42	46	25	24	23	19
AUG	-	-	-	-	-	-
SEP	70	70	-	-	-	-
OKT	-	-	-	-	-	-
NOV	20	0	12	15	29	0
DES	94	89	-	-	-	-
Total	314	313	53	48	52	19

Sumber : Depo Lokomotif Medan, 2018

Tabel V. 8 Program dan Realisasi Perawatan Lokomotif BB 203

BB 203	W2 (250 jam)		W3 (1000 jam)		W4 (2000 jam)	
	Progam	Realisasi	Progam	Realisasi	Progam	Realisasi
JAN	69	59	-	-	-	-
FEB	42	47	12	8	26	26
MAR	65	61	27	22	-	-
APR	60	60	26	0	-	-
MEI	23	19	37	40	14	14
JUN	56	44	-	-	22	26
JUL	59	66	-	-	-	-
AUG	21	14	13	18	30	28
SEP	53	53	17	15	-	-
OKT	74	71	-	-	-	-
NOV	13	9	36	25	22	16
DES	50	29	-	-	17	14
Total	585	532	168	128	131	124

Sumber : Depo Lokomotif Medan, 2018

Tabel V. 9 Progam dan Realisasi Perawatan Lokomotif CC 201

CC 201	P1		P3		P6		P12	
	Progam	Realisasi	Progam	Realisasi	Progam	Realisasi	Progam	Realisasi
JAN	97	84	90	80	82	52	17	9
FEB	199	198	-	-	15	32	-	-
MAR	161	116	28	33	28	27	22	20
APR	114	69	33	41	64	63	16	17
MEI	198	159	16	16	-	-	-	-
JUN	182	164	50	40	-	-	8	6
JUL	116	111	43	34	21	36	-	-
AUG	143	85	50	51	-	-	20	15
SEP	156	158	5	1	7	6	26	0
OKT	112	105	61	69	11	10	6	21
NOV	123	94	42	36	53	67	-	-
DES	168	144	26	10	11	11	-	-
Total	1769	1487	444	411	292	304	115	88

Sumber : Depo Lokomotif Medan, 2018

Berdasarkan dari data diatas, progam perawatan yang dilakukan di Dipo Lokomotif Medan dari setiap jenis lokomotif dan setiap bulannya tidak terealisasi hanya pada Lokomotif BB 302 pada realisasi W2 (250 jam) melebihi dari progam dan pada Lokomotif CC 201 pada realisasi P6 melebihi dari progam.

4. Analisis Kebutuhan BBM Lokomotif

- a. Lokomotif CC 201 dengan standar pemakaian BBM/km adalah 2,5 liter/km.

Berikut adalah formula realisasi pemakaian BBM:

$$\text{Kebutuhan BBM} = \text{Jarak Tempuh} \times \text{Konsumsi BBM liter/km}$$

Sumber : Dipo Lokomotif Medan

Jarak dari Stasiun Medan ke Stasiun Siantar adalah 129,11 km

Kebutuhan pemakaian BBM Lokomotif CC 201

$$= 129,11 \text{ km} \times 2,5 \text{ liter/km}$$

$$= 322,775 \text{ liter}$$

- b. Lokomotif BB 203 dengan standar pemakaian BBM/km adalah 2,5 liter/km.

Kebutuhan pemakaian BBM Lokomotif BB 203

$$= 129,11 \text{ km} \times 2,5 \text{ liter/km}$$

$$= 322,775 \text{ liter}$$

- c. Lokomotif BB 303 dengan standar pemakaian BBM/km adalah 2 liter/km.

Kebutuhan pemakaian BBM Lokomotif BB 303

$$= 129,11 \text{ km} \times 2 \text{ liter/km}$$

$$= 246,22 \text{ liter}$$

- d. Lokomotif BB 302 dengan standar pemakaian BBM/km adalah 2 liter/km.

$$= 129,11 \text{ km} \times 2 \text{ liter/km}$$

$$= 246,22 \text{ liter}$$

Tabel V. 10 Pemakaian Standar BBM Lokomotif dari Medan-Siantar

No	Jenis Lokomotif	Jarak Medan-Siantar	Standar pemakaian BBM liter/km	Total pemakaian BBM (Liter)
1	Lokomotif CC 201	129,11	2,5 liter/km	322,775 liter
2	Lokomotif BB 203	129,11	2,5 liter/km	322,775 liter
3	Lokomotif BB 303	129,11	2 liter/km	246,22 liter
4	Lokomotif BB 203	129,11	2 liter/km	246,22 liter

Sumber : Hasil Analisa

Untuk memperjelas analisa dari segi pemakaian BBM setiap Lokomotif, maka akan dihitung berapa liter bahan bakar yang diperlukan untuk menarik 1 ton berat dalam satu rangkaian kereta api dalam jarak 1 km.

Pemakaian BBM untuk (Liter/Ton.km)

$\text{BBM (Liter/Ton.km)} = \frac{\text{Standar pemakaian BBM (Liter/Km)}}{\text{Berat rangkaian yang ditarik (Ton)}}$

Sumber : Subyanto, 1980

Kondisi eksisting Stamformasi Kereta Siantar Express 3 kereta K3 AC dan 1 Kereta Pemabangkit KP3. Jadi berat rangkaian KA 155 ton.

a. Lokomotif CC 201 = $\frac{2,5 \text{ liter/km}}{155 \text{ ton}} = 0,016129 \text{ liter/ton.km}$

$$0,016129 \text{ liter/ton.km} \times 129,11 \text{ (jarak)} = 2.0822416 \text{ liter}$$

b. Lokomotif BB 203 = $\frac{2,5 \text{ liter/km}}{155 \text{ ton}} = 0,016129 \text{ liter/ton.km}$

$$0,016129 \text{ liter/ton.km} \times 129,11 \text{ (jarak)} = 2.0822416 \text{ liter}$$

c. Lokomotif BB 303 = $\frac{2 \text{ liter/km}}{155 \text{ ton}} = 0,012903 \text{ liter/ton.km}$

$$0,012903 \text{ liter/ton.km} \times 129,11 \text{ (jarak)} = 1,665935 \text{ liter}$$

d. Lokomotif BB 302 = $\frac{2 \text{ liter/km}}{155 \text{ ton}} = 0,012093 \text{ liter/ton.km}$

$$0,012903 \text{ liter/ton.km} \times 129,11 \text{ (jarak)} = 1,665935 \text{ liter}$$

Tabel V. 11 Pemakaian BBM Lokomotif dengan rangkaian 4 kereta

No	Jenis Lokomotif	Standar pemakaian BBM liter/km	Berat rangkaian KA	Jarak Medan Siantar	Pemakaian BBM liter/ton.km
1	Lokomotif CC 201	2,5 liter/km	155 ton	129,11 km	2.0822416 liter
2	Lokomotif CC 201	2,5 liter/km	155 ton	129,11 km	2.0822416 liter
3	Lokomotif CC 201	2 liter/km	155 ton	129,11 km	1,665935 liter
4	Lokomotif CC 201	2 liter/km	155 ton	129,11 km	1,665935 liter

Sumber : Hasil Analisa

Jika Stamformasi Kereta Siantar Express ditambah menjadi 7 Kereta K3 AC dan 1 Kereta Pembangkit KP3. Jadi berat rangkaian KA menjadi 315 ton.

a. Lokomotif CC 201 = $\frac{2,5 \text{ liter/km}}{315 \text{ ton}} = 0,00793650 \text{ liter/ton.km}$

$$0,00793650 \text{ liter/ton.km} \times 129,11 \text{ (jarak)} = 1,02468254 \text{ liter}$$

b. Lokomotif BB 203 = $\frac{2,5 \text{ liter/km}}{315 \text{ ton}} = 0,00793650 \text{ liter/ton.km}$

$$0,00793650 \text{ liter/ton.km} \times 129,11 \text{ (jarak)} = 1,02468254 \text{ liter}$$

c. Lokomotif BB 303 = $\frac{2 \text{ liter/km}}{315 \text{ ton}} = 0,012903 \text{ liter/ton.km}$

$$0,81974603 \text{ liter/ton.km} \times 129,11 \text{ (jarak)} = 0,81974603 \text{ liter}$$

d. Lokomotif BB 302 = $\frac{2 \text{ liter/km}}{315 \text{ ton}} = 0,012093 \text{ liter/ton.km}$

$$0,81974603 \text{ liter/ton.km} \times 129,11 \text{ (jarak)} = 0,81974603 \text{ liter}$$

Tabel V. 12 Pemakaian BBM Lokomotif dengan rangkain 8 kereta

No	Jenis Lokomotif	Standar pemakaian BBM liter/km	Berat rangkaian KA	Jarak Medan Siantar	Pemakaian BBM liter/ton.km
1	Lokomotif CC 201	2,5 liter/km	315 ton	129,11 km	2.0822416 liter
2	Lokomotif CC 201	2,5 liter/km	315 ton	129,11 km	2.0822416 liter
3	Lokomotif CC 201	2 liter/km	315 ton	129,11 km	1,665935 liter
4	Lokomotif CC 201	2 liter/km	315 ton	129,11 km	1,665935 liter

Sumber : Hasil Analisa

Tetapi untuk kondisi Lokomotif BB 302 dan Lokomotif BB 303 sudah tidak bisa menarik 8 kereta karena kondisinya sudah tua dan suku cadang untuk perawatan sudah tidak diproduksi dipasaran.

B. PEMECAHAN MASALAH

Setelah permasalahan mengenai efisiensi dan efektifitas lokomotif yang menarik Kereta Siantar Express, berdasarkan analisa dan kondisi yang ada, maka akan diberikan usulan pemecahan masalah sebagai berikut:

1. Kemampuan Kinerja Lokomotif

- Jika Stamformasi Kereta Siantar Express hanya 3 kereta K3 AC dan 1 Kereta Pembangkit maka lebih baik menggunakan lokomotiff BB 303 untuk menarik Kereta Siantar Express dengan kecepatan maksimal pada gapeka 45 km/jam pada kelandaian 20‰.
- Jika tetap menggunakan Lokomotif CC 201 untuk menarik Kereta Siantar Express dengan kecepatan maksimal pada gapeka 45 km/jam pada kelandaian 20‰ maka akan lebih baik menambah stamformasi Kereta Siantar Express menjadi 7 kereta K3 AC dan 1 Kereta Pembangkit.

2. Pemakaian BBM Lokomotif

- a. Pemakaian BBM Lokomotif BB 303 lebih efisien jika digunakan untuk menarik 4 kereta dengan kecepatan maksimal 45 km/jam.
- b. Tetapi jika digunakan untuk 6-8 kereta dengan menggunakan Lokomotif BB 203 atau Lokomotif CC 201 dengan kecepatan maksimal 45 km/jam maka akan lebih efisien.

BAB VI

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Performansi Lokomotif Diesel Hidrolik dan Lokomotif Diesel Elektrik
 - a. Kemampuan beban tarik lokomotif diesel hidrolik efisien jika menarik rangkaian hanya 4 kereta.
 - b. Kemampuan beban tarik lokomotif diesel elektrik kurang efisien jika menarik hanya 4 kereta.
 - c. Gangguan lokomotif BB 302 sudah melebihi batas dan dikatakan tidak handal, lokomotif BB 303 sudah tepat pada batas toleransi dan dikatakan tidak handal.
 - d. Gangguan lokomotif BB 203 dan lokomotif CC 201 masih dibawah batas toleransi dan masih dikatakan handal.
2. Pemakaian BBM untuk beban tarik lokomotif
 - a. Pemakaian BBM Lokomotif Diesel Hidrolik lebih efisien jika hanya digunakan untuk menarik 4 kereta dalam satu rangkaian kereta api dibandingkan Lokomotif Diesel Elektrik.
 - b. Jika digunakan untuk menarik rangkaian 6 atau lebih kereta maka terjadi sebaliknya yaitu pemakaian BBM Lokomotif Diesel Elektrik lebih efisien dibandingkan Lokomotif Diesel Hidrolik

B. Saran

1. Perlu melakukan penambahan stamformasi pada Kereta Siantar Express menjadi 6-8 kereta dengan alasan sebagai berikut:
 - a. Kemampuan beban tarik lokomotif diesel elektrik lebih efektif dibandingkan lokomotif diesel hidrolik.
 - b. Pemakaian BBM lokomotif diesel elektrik lebih efisien dengan dapat menarik rangkain 6-8 kereta.

2. Perlu penggantian Lokomotif dari biasanya yang menarik Kereta Siantar Express Lokomotif CC 201 atau BB 203 diganti dengan Lokomotif BB 303 dengan alasan karena Lokomotif CC 201 atau BB 203 kurang efektif karena hanya menarik 4 kereta.

DAFTAR PUSTAKA

_____.Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2007 Tentang Perkeretaapian.

_____.Keputusan Menteri No. 81 tahun 2000 tentang Sarana Kereta Api

PT. KAI, 1996. *Manajemen QCD II Teknik Manajemen dan Alat Penyelesaian Masalah.*

Hadiputra, Dimas. 2009. *Analisa Performansi Lokomotif Terhadap Faktor Keterlambatan Operasi Kereta Api*, KKW, A.Md.KA, Jurusan Perkeretaapian, Sekolah Tinggi Transportasi Darat, Bekasi.

A.S, Hartono, 2012. *Lokomotif dan Kereta Rel Diesel di Indonesia*, Bandung.

LAMPIRAN

	PENINGKATAN EFEKTIVITAS DAN EFISIENSI LOKOMOTIF YANG MENARIK KERETA SIANTAR EXPRESS	Lampiran 1 TAMAN LOKOMOTIF	
---	--	-------------------------------	---

ARMADA LOKOMOTIF DIVRE I SUMATERA UTARA TAHUN 2018

NO.	NOMOR SERI LAMA	NOMOR SERI BARU	PEMBUAT		SPESIFIKASI		TAHUN MULAI DINAS	Keterangan
			NEGARA	PABRIK	BERAT	MOTOR DIESEL		
A LOKOMOTIF								
1	BB 203 02	203 78 01	USA	General Electric Company	78,40 Ton	7 FDL 8	1978	
2	BB 203 05	203 78 02	USA	General Electric Company	78,40 Ton	7 FDL 8	1978	
3	BB 203 06	203 78 03	USA	General Electric Company	78,40 Ton	7 FDL 8	1978	
4	BB 203 07	203 78 04	USA	General Electric Company	78,40 Ton	7 FDL 8	1978	
5	BB 203 08	203 78 05	USA	General Electric Company	78,40 Ton	7 FDL 8	1978	
Jumlah		5						
1	BB 302 01	302 70 01	Germany	Henschel	44 Ton	MTU 12 V 396 TC 12	1970	
2	BB 302 04	302 70 04	Germany	Henschel	44 Ton	MTU 12 V 396 TC 12	1970	
3	BB 302 06	302 70 06	Germany	Henschel	44 Ton	MTU 12 V 396 TC 12	1970	
Jumlah		3						
1	BB 303 10	303 73 04	Germany	Henschel	42,80 Ton	MTU 12 V 396 TC 12	1973	
2	BB 303 19	303 75 01	Germany	Henschel	42,80 Ton	MTU 12 V 396 TC 12	1975	
3	BB 303 20	303 76 01	Germany	Henschel	42,80 Ton	MTU 12 V 396 TC 12	1976	
4	BB 303 24	303 78 03	Germany	Henschel	42,80 Ton	MTU 12 V 396 TC 12	1978	
5	BB 303 26	303 78 05	Germany	Henschel	42,80 Ton	MTU 12 V 396 TC 12	1978	

6	BB	303 27	303 78 06	Germany	Henschel	42,80 Ton	MTU 12 V 396 TC 12	1978	
7	BB	303 33	303 78 07	Germany	Henschel	42,80 Ton	MTU 12 V 396 TC 12	1978	
8	BB	303 43	303 84 01	Germany	Henschel	42,80 Ton	MTU 12 V 396 TC 12	1984	
9	BB	303 44	303 84 02	Germany	Henschel	42,80 Ton	MTU 12 V 396 TC 12	1984	
10	BB	303 47	303 84 04	Germany	Henschel	42,80 Ton	MTU 12 V 396 TC 12	1984	
Jumlah		10							
1	CC	201 05	201 77 04	USA	General Electric Company	84 Ton	7 FDL 8	1977	
2	CC	201 10	201 77 08	USA	General Electric Company	84 Ton	7 FDL 8	1977	
3	CC	201 50	201 83 12	USA	General Electric Company	84 Ton	7 FDL 8	1983	
4	CC	201 66	201 83 28	USA	General Electric Company	84 Ton	7 FDL 8	1983	
5	CC	201 70	201 83 32	USA	General Electric Company	84 Ton	7 FDL 8	1983	
6	CC	201 76	201 89 04	USA	General Electric Company	84 Ton	7 FDL 8	1989	
7	CC	201 82	201 89 10	USA	General Electric Company	84 Ton	7 FDL 8	1989	
8	CC	201 96	201 92 06	USA	General Electric Company	84 Ton	7 FDL 8	1992	
9	CC	201 15	201 83 37	USA	General Electric Company	84 Ton	7 FDL 8	1983	
10	CC	201 23	201 83 44	USA	General Electric Company	84 Ton	7 FDL 8	1983	
11	CC	201 87	201 89 14	USA	General Electric Company	84 Ton	7 FDL 8	1985	
12	CC	201 12	201 93 02	USA	General Electric Company	84 Ton	7 FDL 8	1983	
13	CC	201 28	201 99 02	USA	General Electric Company	84 Ton	7 FDL 8	1999	
14	CC	201 38	201 04 01	USA	General Electric Company	84 Ton	7 FDL 8	1985	
15	CC	201 41	201 04 04	USA	General Electric Company	84 Ton	7 FDL 8	1985	
Jumlah		15							



PENINGKATAN EFEKTIVITAS DAN EFISIENSI LOKOMOTIF YANG MENARIK KERETA
SIANTAR EXPRESS

Lampiran 2
DINASAN LOKOMOTIF



NO SERI	JUMLAH	JUMLAH / JENIS KA	LOK	DINASAN / NOMOR KA	POSISI	WAKTU DINASAN	KETERANGAN
BB 302	3	3 lok Langsir	1	Lr Blw - Ub , LL1 - LL2 , Lr Blw - Ub	mdn	00.00 s/d 24.00	seminggu sekali kirim ke Medan untuk isi hsd
			2	Lr Blw - Ub , LL1 - LL2 , Lr Blw - Ub	mdn	00.00 s/d 24.00	
			3	Klb jalur simpang pks rambutan	tbi	06.30 s/d 13.00	
BB 303	10	3 lok Langsir	1	LL3 - Lr Lbu - LL4	mdn	14.05 s/d 01.10	langsir Lbu / kirim gk bbm pub / Ibu
			2	R 3901 , R3902 , Lr Pub , R3903 , R3904 (kirim rangkaian Mdn - Pub lanjut Lr Pub)& KLB Pub-Blw pp	mdn	09.30 - 09.40 / 14.20 - 14.30 / 15.45 - 15.55 / 17.10 - 17.20	plus melayani klb kirim rangkaian pub - blw pp dan pofrit krt / grb
			3	Lr Rap / Pha	rap	00.00 s/d 24.00	juga melayani Lr pha / pks pt.smart
		2 lok ka ejek cpo	4	ka 2818 - 2817 (ejek cpo relasi Kis - HI - Pur)	kis	07.00 - 09.36 / 15.00 - 16.02	memaksimalkan angkutan sering dijalankan klb ,sehari bila rangkaian lebih dari 12 gk maka klb 2 kali jalan
			5	ka 2822 - 2821 (ejek cpo relasi Tbi - Dmr)	tbi	05.40 - 06.32 / 18.10 - 19.02	
		2 lok ka cpo	6	ka 2806 - 2805 (ka barang cpo relasi Blw - tbi - Blw) / klb pabatu	mdn	04.39 - 07.36 / 20.31 - 00.19	
			7	Ka L 2810-1 , 2810 ,2809 (cpo relasi Mdn - Blw - kis - Blw)	mdn	07.13 - 07.54 / 08.35 - 15.12 / 22.10 - 03.48	
		1 lok ka ejek latex	8	ka 2820 - 2819 (ejek Latex relasi Kis - Sbj)	kis	15.15 - 15.36 / 14.10 - 14.47	sehari terkadang 2 kali jalan , pagi antar kos sore ambil isi
		1 lok klb Kerja /Lpt	9	Klb dinas angkutan balas / langsir Medan	mdn	00.00 - 24.00	
		1 lok TSO / TSGO	10	Alokasi TSO / TSGO			

BB 203	5	4 lok ka penumpang	1	LU51-2, U51 / U56 , LU56-1 (Putri Deli relasi Kis-Tnb-Mdn-Tnb-Kis)	kis	06.00 - 06.30 / 06.55 - 11.25 / 17.10 - 22.10 / 22.25 - 22.55	
			2	ka U52 - U53 (Putri Deli relasi Mdn-Tnb-Mdn)	mdn	06.30 - 11.05 / 12.10 - 16.50	
			3	ka U54 - U55 (Putri Deli relasi Mdn-Tnb-Mdn)	mdn	12.15 - 16.45 / 19.25 - 23.50	
			4	ka LU57-2 , U57 / U58 , LU58-2 (Sirex relasi Tbi-Sir-Mdn-Sir-Tbi)	tbi	03.50 - 05.25 / 06.20 - 10.25 / 14.00 - 17.50 / 18.15 - 19.45	bila rangkaian ka 2802 lebih dari 15 gk maka Lu57-2 DT ka 2802
		1 lok TSO / TSGO	5	Alokasi TSO / TSGO			
CC 201	15	4 lok ka penumpang	1	ka U44 - U45 (Sri Bilah relasi Mdn - Rap - Mdn)	mdn	07.52 - 13.48 / 14.30 - 20.28	
			2	ka U46 - U47 (Sri Bilah relasi Mdn - Rap - Mdn)	mdn	10.30 - 16.37 / 17.25 - 22.55	
			3	ka U48 - U49 (Sri Bilah relasi Mdn - Rap - Mdn)	mdn	15.05 - 21.08 / 23.10 - 04.45	
			4	ka U50 - U43 (Sri Bilah relasi Mdn - Rap - Mdn)	mdn	22.30 - 03.49 / 07.20 - 13.15	
		2 lok ka barang BBM	5	ka L 2802-1 , 2802 / L 2802-3,R2802 / 2801,L 2801-2 (BBM relasi Mdn - Lbu Sir - Dmr pp)	mdn	21.01 - 21.40 / 22.09 - 03.51 / 04.05 - 04.48 / 05.30 - 06.13 / 12.00 - 16.58 / 17.15 - 17.49	
			6	ka L 2804-1 , 2804 / 2803 , L2803-2 (BBM relasi Mdn - Lbu - Kis - Lbu - Mdn)	mdn	22.47 - 23.21 / 00.12 - 05.27 / 13.23 - 19.24 / 19.39 - 20.14	
		5 lok ka barang cpo	7	Ka L 2808-1 , 2808 ,2807 (cpo relasi Mdn - Blw - Pra - Blw)	mdn	00.15 - 01.31 / 02.02 - 06.36 / 18.14 - 23.02	
			8	Ka 2812 ,2811 (cpo relasi Blw - Pha - Blw)	mdn	23.14 - 06.44 / 19.25 - 03.02	harusnya setiap ka alokasi 2 lok , untuk itu lok dari ka u45 dan u47 dialokasikan dinas ka 2812 dan
			9	Ka 2814 ,2813 (cpo relasi Blw - Rap - Blw)	mdn	20.45 - 05.32 / 18.06 - 02.23	
			10 , 11	Ka 2816 ,2815 ,L2815-2 (cpo relasi Blw - Rap - Blw)	mdn	01.09 - 09.53 / 20.12 - 05.01 / 05.25 - 06.06	
		2 lok ka barang peti kemas	12	ka 2826 , 2825 , L 2825-2 (peti kemas relasi Blw - Pra - Blw - Mdn)	mdn	03.23 - 07.41 / 16.00 - 21.06 / 21.34 - 22.15	
			13	ka 2830 , 2829 , L 2829-2 (peti kemas relasi Blw - Dmr - Blw - Mdn)	mdn	02.40 - 07.25 / 11.05 - 15.49 / 16.05 - 16.48	
		2 lok TSO / TSGO	14 , 15	Alokasi TSO / TSGO			



PENINGKATAN EFEKTIVITAS DAN EFISIENSI LOKOMOTIF YANG MENARIK KERETA
SIANTAR EXPRESS

Lampiran 3
STAMFORMASI



POSISI STAMFORMASI KA DI DIPO KERETA MEDAN								
HARI / TANGGAL : JUMAT, 30 NOVEMBER 2018								
Rangkaian Ka								
No KA	U 52 / 53	U 54 / 55	U 56 / 51	U 58 / 57	U 44 / 45	U 46 / 47	U 48 / 49	U 50 / 43
Nama Ka	PUTRI DELI	PUTRI DELI	PUTRI DELI	SIREX	SRI BILAH	SRI BILAH	SRI BILAH	SRI BILAH
Relasi	MDN - TNB	MDN - TNB	MDN - TNB	MDN - SIR	MDN - RAP	MDN - RAP	MDN - RAP	MDN - RAP
Jam berangkat	06 : 30	12 : 15	17 : 10	14.00	07.52	10 : 30	15 : 05	22 : 30
Tanggal	30/11/18	30-Nop-18	30-Nop-18	30-Nop-18	30-Nop-18	30-Nop-18	30-Nop-18	30-Nop-18
1	K3 AC 00735	B 08208	B 08206	K3 AC 09411	K1 AC 08108	K3 AC 01713	K1 AC 07802	K1 AC 07804
2	K3 AC 00734	K3 AC 07819	K3 AC 09413	K3 AC 00737	K1 AC 07803	K3 AC 01715	K1 AC 07805	K1 AC 08106
3	K3 AC 09418	K3 AC 00736	K3 AC 09414	K3 AC 09412	KMP2 07804	K3 AC 01717	P 07805	KMP2 07803
4	KMP3 08204	KP2 07801	KMP3 00704	KP3 09404	K2 AC 07864	K3 AC 01711	K2 AC 07854	K2 AC 08105
5	K3 AC 07820	K3 AC 09417	K3 AC 09415		K2 AC 07866	MP3 01702	K2 AC 07847	K2 AC 08235
6	K3 AC 07809	K3 AC 07807	K3 AC 08101		K2 AC 07860	K3 AC 01720	K2 AC 07865	K2 AC 07848
7		K3 AC 09410	K3 AC 00738		K2 AC 08106	K3 AC 01718	K2 AC 07863	K2 AC 07846
8					K2 AC 07862	K3 AC 01719	K2 AC 08250	K2 AC 08025
9					K2 AC 07872	K3 AC 01712	B 08207	K2 AC 07867
10					B 08501			B 08205
KRT D. LAIN								
PROGRAM SF	5K3 + 1 P	5K3 +1B + 1KP2	5K3 + 1 KMP3 + 1B	3K3 + 1KP3	2K1 + 6K2 + 1KMP2 + 1B	4K2 + 1MP3	2K1 + 5K2 + 1P + 1B	3K1 + 5K2 + 1KMP2 + 1B
REALISASI SF	5K3 + 1KMP3	5K3 + 1KP2 + 1B	5K3 + 1KMP3 + 1B	3K3 + 1KP3	2K1 + 6K2 + 1KMP2 + 1B	8K3+ 1MP3	2K1 + 5K2 + 1P + 1B	2K1 + 2K2 + 1KMP2 + 1B



REKAP GANGGUAN DIPO LOKOMOTIF MEDAN BULAN JANUARI 2018													
NO	TANGGAL	BULAN	TAHUN	NO. KA	NO. SARANA	DIPO INDUK	GANGGUAN	LAPORAN OC	CEK LAPANGAN	KOMPONEN YANG DIPERBAIKI / RUSAK	KATEGORI GANGGUAN	ANDIL KETERLAMBAT AN	KATEGORI PELAPORAN
1	15	1	2018	2802	CC2017708	Mdn	Roda Selip	KA 2802 (bbm isi/lbu-sir) jam 03.55 wib terima info dari masinis bahwa KA nya blb di km 38+5/6 antara sta dolok merangir (dmr)-siantar (sir) dikarenakan lok CC 2017708 mengalami roda slip dan tidak dapat melanjutkan perjalanan kembali. TL : kirim lokpen menggunakan ka LU57-2 (dinas lok/tbi-sir) guna mendorong KA 2802 dari km 38+5/6 ke sta sir. Sf : 9 gk bbm isi	selip, posisi gerimis, melebihi ton	Tiada	OPS	Tiada	BGL (Bukan Gangguan Lok)
2	26	1	2018	2803	BB2037804	Mdn	Tenaga Hilang	Ka 2803 (Bbm) Kis-Lbu ,jam 20.10 blb di km 6+300 petak jalan Pub-Lbu lok BB 2037804 mengalami gangguan tenaga lok hilang (netral).tindak lanjut sudah d reset oleh masinis tetapi gagal dan selanjutnya kir lok Lpt dari sta Mdn.Klb v1/10715 (lokpt) menggunakan lok BB2037803 ber dari sta medan jam 20.15 wib.Klb v1/10715 (lokpt) tiba di km 6+300 jam 20.35, brgkat dari km menuju sta Pub jam 20.45 wib. Klb lok pen dat pub 20.52 wib. Ka 2803 berangkat sta Pub jam 21.18 wib dengan menggunakan lok BB 2037803 dan tiba di sta Lbu jam 21.45 wib, lambat 141 mnt.	Socket Governor Ground	Perbaiki Socket	MD	141	GL (Lpt)
3	26	1	2018	U47	BB3038401	Mdn	Automatic brake	Ka U47 (Sribilah) Rap-Mdn, jam 19.36 s/d 20.03 (andil 18 mnt) di sta Kisaran lok BB 3038401 mengalami gangguan automatic brake.Tindak lanjut tukar lokomotif CC 2019302 di sta kisaran	Membran Penyeimbang Sobek	Ganti membran	SUT	18	GL (Lpt)
										Medan, 05 FEBRUARI 2018			
										Dibuat Oleh			
										SUGIARTO EDI SANTOSO			
										Nipp.46650			

REKAP GANGGUAN DIPO LOKOMOTIF MEDAN 2018
--

No	Gangguan	Jumlah
1	Ground	1
2	Hunting	1
3	Reserve Handle	1
4	Roda Selip	4
5	Tenaga Hilang	1
6	Automatic Brake	5
7	Elektrik	2
8	PC Open	1
9	Sistem Peranginan	4
10	ABS	1
11	Suling	1
12	Lampu Sorot Mati	2
13	Tenaga Lemah	8
14	TB2	1
15	Spedometer	2
16	Hot Engine	1
17	Wiper	1
18	Sistem Pengereman	1
19	Lok Mati	3
20	Sistem Bahan Bakar	1
21	Tertemper	1
22	Lampu Indikator Slip Menyala	1
23	Pintu Kabin	1
24	Baut TM Patah	1
25	Perpipaan	1
26	Deadman Pedal	2



PENINGKATAN EFEKTIVITAS DAN EFISIENSI LOKOMOTIF YANG MENARIK KERETA
SIANTAR EXPRESS

Lampiran 5
PEMAKAIAN BBM LOKOMOTIF TAHUN 2018



NO	NO LOK	BBM												Total BBM
		Bulan												
		JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	
1	70 01	3.850	3.601	3.850	2.100	5.250	1.900	2.050	2.600	7.488	3.150	-	-	35.839
2	70 04	2.500	-	4.037	2.364	5.050	2.250	4.750	4.550	3.450	2.530	7.010	3.250	41.741
3	70 06	-	-	3.870	1.800	2.901	3.850	4.320	3.598	3.750	1.800	-	-	25.889
4	73 04	3.543	6.950	5.000	2650	3850	2.850	5.550	3901	4650	3.800	1.300	3.550	47.594
5	75 01	1.800	3.650	3.670	1950	4150	1.700	4.050	6800	4150	6.800	2.900	3.300	44.920
6	76 01	3.950	3.500	6.650	1400	3150	1.700	8.050	2850	4000	5.800	7.000	4.150	52.200
7	78 03	3.394	3.751	4.550	1550	3800	2.350	5.150	4350	4460	7.001	4.750	4.300	49.406
8	78 05	5.360	500	-	-	3800	2.750	6.400	3251	3550	2.350	3.600	15.200	46.761
9	78 06	3.000	3.161	3.650	1795	3905	1.900	1.995	3900	3400	6.100	3.150	4.721	40.677
10	78 07	4.401	1.250	5.200	2200	2847	2.200	3.341	5850	5950	4.700	11.051	3.003	51.993
11	84 01	6.013	4.951	4.400	1150	4150	1.900	6.100	4450	2300	2.800	5.599	6.551	50.364
12	84 02	2.300	3.100	2.650	3050	4600	9.500	5.150	-	2850	4.050	3.900	2.700	43.850
13	84 04	4.400	5.300	3.800	1950	4950	3.750	3.696	2700	6500	6.355	4.250	4.700	52.351
14	78 01	700	11.500	15.275	6.200	20.749	16.050	19.192	21.171	19.332	17.793	19.900	16.871	184.733
15	78 02	18.045	13.399	13.650	6.900	17.626	9.050	21.200	17.952	18.550	19.610	16.000	10.900	182.882
16	78 03	12.951	12.399	14.950	9.600	14.200	16.880	19.850	19.701	17.348	18.000	18.999	17.876	192.754
17	78 04	13.950	12.267	16.550	7.016	18.050	14.250	21.400	17.700	16.500	15.001	14.161	12.950	179.795
18	78 05	17.050	13.400	14.550	5.700	18.850	19.867	18.751	16.350	19.550	11.700	10.083	12.550	178.401
19	77 04	15.851	15.800	20.850	6.800	26.000	17.550	14.150	-	7.100	18.500	10.400	19.350	172.351
20	77 08	24.000	18.350	23.720	12.200	22.900	28.200	30.151	30.200	22.200	24.650	25.900	28.300	290.771

21	83 12	12.900	12.287	18.220	5.700	22.020	14.550	28.800	24.500	14.901	9.800	19.650	16.300	199.628
22	83 28	15.113	17.050	27.204	14.250	29.300	30.900	32.500	32.800	30.550	30.250	30.480	25.751	316.148
23	83 32	18.743	16.300	12.610	13.250	32.500	19.350	14.660	-	23.850	21.300	14.800	17.300	204.663
24	89 04	17.700	16.900	15.450	6.550	26.400	19.600	3.400	23.901	31.650	25.950	20.500	5.300	213.301
25	89 10	13.200	12.480	13.050	7.550	21.550	17.700	23.100	20.871	12.600	15.300	19.095	15.901	192.397
26	92 06	18.872	16.850	17.800	10.400	29.350	22.600	26.650	25.051	20.300	5.750	21.096	25.750	240.469
27	83 37	18.550	18.900	19.150	9.550	22.950	22.400	20.050	25.700	18.001	24.550	12.550	-	212.351
28	83 44	16.001	12.803	22.548	7.450	-	12.600	23.635	21.000	2.801	19.810	10.750	15.000	164.398
29	89 14	13.550	18.650	10.450	3.000	6.201	4.000	7.499	4.101	-	17.350	13.399	20.984	119.184
30	93 02	13.500	12.100	8.550	-	17.450	22.450	13.950	19.000	20.600	23.850	19.100	14.149	184.699
31	99 02	23.654	20.500	29.052	8.900	1.800	27.750	32.330	24.800	23.599	25.850	20.100	18.299	256.634
32	04 01	24.750	21.450	14.050	6.900	28.152	24.800	2.300	7.450	20.950	20.800	17.800	20.250	209.652
33	04 04	26.000	20.150	19.850	8.150	4.150	-	18.550	24.850	20.751	22.250	25.600	22.700	213.001



PENINGKATAN EFEKTIVITAS DAN EFISIENSI LOKOMOTIF YANG MENARIK KERETA
SIANTAR EXPRESS

Lampiran 6
KM TEMPUH LOKOMOTIF TAHUN 2018



KM Tempuh												Total KM Tempuh
Bulan												
JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOV	DES	
1.406	1.850	1.980	1.050	2.648	948	1.620	1.226	3.750	1.532	-	1.616	19.626
758	-	1.980	1.232	2.568	1.044	2.386	2.128	1.646	1.262	3.604	-	18.608
-	-	1.920	906	1.470	1.726	1.798	1.706	1.866	850	-	42	12.284
1.698	3.488	2.468	1.328	1.696	1.422	2.380	1.794	2.412	1.806	678	1.470	22.640
890	1.822	1.754	1.690	1.934	844	2.290	3.116	1.982	3.426	1.368	1.336	22.452
2.214	1.754	3.332	656	1.462	850	4.762	1.316	2.028	3.024	4.492	1.629	27.519
1.780	1.880	2.240	1.399	1.806	1.174	2.160	2.350	1.872	3.878	2.578	1.712	24.829
2.476	247	1.111	-	1.814	1.494	3.906	1.596	1.646	1.452	2.104	5.990	23.836
1.754	1.328	1.806	1.488	2.022	954	936	2.542	1.738	2.262	1.748	1.878	20.456
2.090	600	2.540	1.054	1.314	1.120	1.540	4.134	2.560	2.350	6.226	1.216	26.744
2.886	2.508	2.164	1.100	2.052	944	2.128	2.226	1.140	1.388	2.830	2.576	23.942
1.334	1.544	1.300	1.502	2.272	4.778	3.158	144	1.176	1.892	2.028	1.082	22.210
1.796	2.652	1.868	1.000	2.248	1.876	1.044	1.180	2.350	1.710	2.426	1.918	22.068
-	4.598	7.682	5.044	9.926	7.580	9.788	9.874	10.566	9.266	18.640	7.028	99.992
9.640	5.236	7.152	3.399	9.358	4.268	11.780	9.612	9.000	10.540	8.440	4.488	92.913
6.218	4.890	7.810	7.781	7.028	7.648	11.288	10.226	9.944	9.926	9.836	7.214	99.809
7.118	5.062	7.082	7.666	9.676	6.666	11.324	9.516	9.300	8.094	6.938	5.508	93.950
7.950	5.466	8.872	6.212	9.102	9.323	9.162	9.296	9.198	6.690	5.464	4.838	91.573
8.638	6.236	8.872	7.788	10.862	7.460	6.552	-	2.718	7.614	5.278	8.142	80.160
9.450	7.216	10.292	12.364	9.676	12.806	13.424	13.998	9.910	11.446	11.852	11.340	133.774

7.496	4.864	8.664	14.052	11.506	5.332	12.626	10.694	7.298	4.144	9.050	6.554	102.280
6.642	6.732	10.796	7.830	10.022	13.572	14.858	15.424	14.584	14.938	15.034	10.506	140.938
9.692	6.478	6.344	11.508	14.030	8.918	6.472	-	12.790	10.624	6.466	7.112	100.434
8.660	6.680	7.216	7.426	10.594	9.026	1.618	10.280	13.532	11.202	9.146	2.100	97.480
6.818	4.938	6.356	8.268	8.084	8.272	10.722	10.912	5.992	7.316	7.896	6.362	91.936
8.394	6.644	8.050	8.650	10.598	9.578	11.602	12.436	8.122	2.334	10.368	10.018	106.794
9.264	7.576	8.168	8.336	9.266	9.606	9.292	9.412	6.714	10.240	5.274	-	93.148
5.288	4.942	8.924	7.930	10	6.472	9.624	8.730	810	8.890	5.118	5.818	72.556
6.914	7.258	4.372	1.170	1.080	1.200	990	270	-	7.934	5.410	8.482	45.080
6.324	4.842	3.876	-	6.002	10.206	6.120	8.702	9.604	10.194	7.474	5.622	78.966
9.192	8.144	13.002	6.230	90	10.614	14.834	10.734	10.662	11.430	8.118	7.144	110.194
9.392	8.566	6.066	7.350	11.840	11.454	656	3.352	7.540	7.530	8.730	8.046	90.522
11.156	7.912	9.002	9.298	1.742	-	8.438	10.794	9.690	11.254	11.746	9.372	100.404

	PENINGKATAN EFEKTIVITAS DAN EFISIENSI LOKOMOTIF YANG MENARIK KERETA SIANTAR EXPRESS	Lampiran 7 PROSENTASE PEMAKAIAN BBM (%)	
---	---	---	---

Total KM Tempuh	RATA-RATA BBM/KM (LITER/KM)	STD BBM/KM (LITER/K M)	PROSENTASE PEMAKAIAN BBM (%)
19.626	1,83	2	91%
18.608	2,24	2	112%
12.284	2,11	2	105%
22.640	2,10	2	105%
22.452	2,00	2	100%
27.519	1,90	2	95%
24.829	1,99	2	99%
23.836	1,96	2	98%
20.456	1,99	2	99%
26.744	1,94	2	97%
23.942	2,10	2	105%
22.210	1,97	2	99%
22.068	2,37	2	119%
99.992	1,85	2,5	74%
92.913	1,97	2,5	79%
99.809	1,93	2,5	77%
93.950	1,91	2,5	77%
91.573	1,95	2,5	78%
80.160	2,15	2,5	86%
133.774	2,17	2,5	87%
102.280	1,95	2,5	78%
140.938	2,24	2,5	90%
100.434	2,04	2,5	82%
97.480	2,19	2,5	88%
91.936	2,09	2,5	84%
106.794	2,25	2,5	90%
93.148	2,28	2,5	91%
72.556	2,27	2,5	91%
45.080	2,64	2,5	106%
78.966	2,34	2,5	94%
110.194	2,33	2,5	93%
90.522	2,32	2,5	93%
100.404	2,12	2,5	85%