

ANALISIS EFEKTIVITAS ANGKUTAN BATUBARA MENGUNAKAN LOKOMOTIF CC 205 PADA LINTAS DIVRE IV TANJUNGKARANG

ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF COAL TRANSPORTATION USING LOCOMOTIVE CC 205 ON CROSS DIVRE IV TANJUNGKARANG

Siti Khoiriyah^{1,*}, Utut Widyanto², Erfianto R. Chan³

Politeknik Transportasi Darat Indonesia – STTD^{1,2,3}

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

*Email: skhoiriyah612@gmail.com**

Diterima 17 Juli 2024, Direvisi 17-20 Juli 2024, Disetujui 29 Juli 2024, Diterbitkan 30 Juli 2024

ABSTRAK

Transportasi batu bara di Sumatra Selatan menjadi salah satu sumber pendapatan utama bagi PT Kereta Api Indonesia (Persero). Di wilayah Divre IV Tanjung Karang memiliki potensi angkutan batu bara yang besar. Besarnya potensi dalam mengangkut angkutan batu bara mendorong PT Kereta Api Indonesia (Persero) untuk bekerja sama dengan berbagai perusahaan, termasuk PT Bukit Asam dan perusahaan swasta lain. Untuk batu bara yang digunakan di wilayah Divre IV Tanjung Karang salah satunya menggunakan Lokomotif CC 205 dengan berbagai formasi. Lokomotif ini dimanfaatkan secara maksimal untuk mendukung angkutan batu bara setiap tahunnya yaitu dengan memaksimalkan daya tarik lokomotif. pengoperasian lokomotif harus memperhatikan daya tariknya pada kelandaian tertinggi di wilayah Divre IV Tanjung Karang, agar dapat diketahui berapa gerbong yang dapat ditarik dengan kecepatan tertentu. Dengan demikian pengoperasian lokomotif dapat dioptimalkan berdasarkan berat rangkaian yang ditarik sehingga lebih efektif.

Kata kunci: Angkutan Batu bara, Lokomotif, Efektifitas.

ABSTRACT

Coal transportation in South Sumatra is one of the main sources of income for PT Kereta Api Indonesia (Persero). The Tanjung Karang Division IV region has large coal transportation potential. The large potential in coal transportation has encouraged PT Kereta Api Indonesia (Persero) to collaborate with various companies, including PT Bukit Asam and other private companies. For coal used in the Tanjung Karang Division IV area, one of them uses a CC 205 locomotive with various formations. This locomotive is utilized optimally to support coal transportation every year, namely by maximizing the locomotive's attractiveness. The operation of a locomotive must pay attention to its pulling power on the highest grade in the Tanjung Karang Division IV area, so that it can be known how many carriages can be pulled at a certain speed. In this way, the operation of the locomotive can be optimized based on the weight of the train being pulled so that it is more effective.

Keywords: Coal Transportation, Locomotives, Effectiveness

I. PENDAHULUAN

Kereta Api memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan transportasi darat yang lain. Beberapa keunggulannya yang didukung oleh perkembangan teknologi perkeretaapian

yang semakin pesat, sehingga semakin cepat, aman, hemat energi dan ramah lingkungan.

Bandar Lampung dipilih sebagai kota yang mempunyai potensi dalam hal pengembangan dermaga, dipilih oleh PT. Bukit Asam dikarenakan teluk Lampung memiliki

kedalaman yang ideal untuk mobilisasi pengangkutan batubara antar pulau. Namun terdapat suatu permasalahan yang diakibatkan oleh panjangnya gerbong kereta dan hampir semua jalur rel yang dilewati merupakan perlintasan sebidang yang rawan akan kecelakaan lalu lintas terlebih jika kereta api melintas pada saat jam sibuk.

PT. Bukit Asam Tbk adalah perusahaan pertambangan batu bara yang berlokasi di Sumatra Barat. PT. Bukit Asam merupakan salah satu perusahaan yang bermitra dengan PT. Kereta Api Indonesia dalam layanan pengangkutan batubara. Angkutan batubara menjadi andalan Divisi Regional IV Tanjungkarang dan memberikan kontribusi besar terhadap pendapatan hingga saat ini. Untuk mendukung distribusi batubara dari PT. Bukit Asam, Divisi Regional IV Tanjungkarang harus bekerja keras menyediakan layanan angkutan yang handal demi memenuhi permintaan terhadap jasa kereta api.

Dengan muatan yang begitu banyak dan harus mencapai target maka PT. Kereta Api Indonesia sendiri tidak menggunakan semua armada lokomotifnya untuk menarik rangkaian gerbong untuk mengangkut batubara tersebut. Maka dibutuhkan lokomotif yang memiliki daya besar sehingga mampu menarik gerbong muatan penuh batu bara, seperti Lokomotif CC 205. Dengan daya mesin yang besar Lokomotif CC 205 mampu menarik rangkaian gerbong sebanyak 60 sampai 61 gerbong dengan menggunakan 2 lokomotif. Lokomotif CC 205 termasuk lokomotif buatan pabrik EMD (Elektrik Motor Diesel), lokomotif ini diprioritaskan memang untuk menarik kereta angkutan barang, dengan berat lokomotif itu sendiri sebesar 108 Ton dan daya mesin yang dimiliki sebesar 2250 HP, lokomotif CC 205 termasuk lokomotif yang terancang di antara lokomotif buatan EMD, karena lokomotif ini sudah menggunakan sistem elektrik.

Pada tahun 2023, Divisi Regional (Divre) IV Tanjungkarang melaksanakan program angkutan barang dengan total muatan

sebanyak 23 juta ton. Program ini berhasil meningkatkan efisiensi dan kapasitas angkutan barang di wilayah tersebut. Dan pada tahun 2024, akan terjadi peningkatan signifikan dalam muatan barang yang diangkut, mencapai angka 26 juta ton. Kenaikan ini mencerminkan upaya berkelanjutan dalam meningkatkan infrastruktur dan layanan transportasi, guna memenuhi kebutuhan logistik yang semakin meningkat di wilayah Divre IV Tanjungkarang.

Untuk mengangkut batu bara di wilayah Divisi Regional (Divre) IV Tanjungkarang digunakan gerbong jenis GB-KKBW 50 Ton China dan GB-KKBW 50 Ton Inka. Setiap gerbong KKBW ini memiliki berat total mencapai 72 ton saat penuh. Berat total ini terdiri dari berat kosong gerbong sebesar 22 ton dan berat muatan batu bara yang diangkut sebanyak 50 ton. Penggunaan gerbong KKBW 50 ton ini memungkinkan efisiensi yang lebih tinggi dalam proses pengangkutan batu bara, karena kapasitas besar dan konstruksinya yang kuat.

Dalam Gapeka Sumbagsel tahun 2023 program yang dilaksanakan yaitu lokomotif CC 205 menarik 60 gerbong namun pada realisasinya ada beberapa Lokomotif CC 205 yang menarik 61 gerbong. Penambahan 1 gerbong terkait upaya peningkatan kinerja angkutan batubara, jadi ditambah dengan 1 gerbong.

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 pemeriksaan, pemeliharaan, dan perawatan sarana dan prasarana guna mengurangi kecelakaan perjalanan kereta api.

II. METODOLOGI

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di wilayah kerja Divre IV Tanjung Karang. Pada saat

pelaksanaan Praktek Kerja Lapangan (PKL) dan Magang terhitung sejak bulan Februari sampai dengan bulan Mei 2024.

B. Metode Pengumpulan Data

Berikut merupakan data sekunder dan data primer yang diperlukan dalam penelitian ini, antara lain:

1. Pengumpulan data primer dilakukan dengan observasi langsung di Balai Teknik Perkeretaapian satuan pelayan Tanjung Karang dan Divisi Regional IV Palembang mengenai jumlah rangkaian gerbong KKBW, data ketersediaan lokomotif CC 205 dan gerbong KKBW, data teknis lokomotif CC 205, data kelandaian, data lengkung.
2. Sedangkan untuk pengumpulan data sekunder dengan studi kepustakaan dan data yang dari Balai Teknik Perkeretaapian satuan pelayan Tanjung Karang dan Divisi Regional IV Palembang terkait data hasil wawancara dengan pegawai Depo Lokomotif Tanjung Karang, Depo Gerbong Rejosari dan Unit angkutan batubara Divre IV Tanjung Karang dan Observasi lapangan terhadap kondisi lokomotif CC 205 dan gerbong KKBW.

C. Pengolahan Data

Dalam penelitian ini terdapat beberapa sumber data untuk menunjang penelitian ini. Sumber data penelitian terdiri dari sumber data sekunder dan data primer. Kedua data tersebut digunakan sebagai petunjuk dan pedoman dalam pengkajian penelitian, serta digunakan untuk menganalisis penyelesaian masalah dalam penelitian ini.

D. Analisis Data

1. Teknik Analisis Data

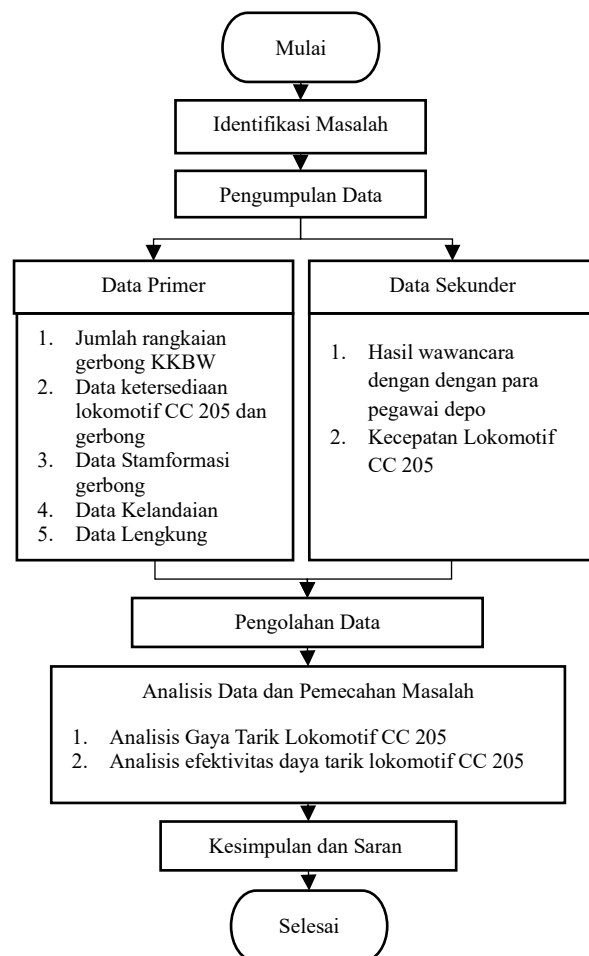
Analisis yang dapat dilakukan yakni analisis gaya tarik lokomotif CC 205 untuk mengetahui kondisi saat ini mengenai

pengoperasian lokomotif CC 205 dengan menganalisa sarana penggerak dan sarana pengangkut yang digunakan untuk angkutan batubara, tonase yang diangkut, dan berat total rangkaian.

Serta analisis efektivitas lokomotif CC 205 untuk menentukan penggunaan lokomotif dalam menarik rangkaian angkutan batubara dengan jenis stamformasi yang berbeda, menghitung daya tarik lokomotif CC 205 dengan kondisi eksisting untuk menentukan kecepatan berdasarkan kelandaian tertentu, sehingga diketahui kecepatan maksimum pada kelandaian tersebut untuk menarik rangkaian angkutan batubara berdasarkan jenis stamformasi yang ditarik.

2. Bagan Alir Penelitian

Beikut adalah bagan alir yang digunakan dalam penelitian ini untuk menggambarkan kegiatan penelitian dari mulai hingga akhir:



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian
Sumber: Analisis Pribadi, 2024

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Data Gaya Tarik Lokomotif

Kereta api Babaranjang yang ditarik menggunakan CC 205 dengan rangkaian sepanjang 60 gerbong sampai dengan 61 gerbong dalam 1 stamformasi. Diperlukan perhitungan untuk mengetahui jumlah rangkaian maksimum yang dapat ditarik oleh lokomotif CC 205 dengan data teknis dalam perhitungan sebagai berikut:

Tabel 1. Data Teknis Lokomotif

LOKOMOTIF CC 205		
Daya (N)	2250	HP
Berat Lokomotif (GL)	108	Ton
Berat Gerbong Total (Gi)	72	Ton
Koefisien Adhesi (μ)	0,35	
Koefisien Transmisi Elektrik (η)	0,85	
P	2,86	
Q	0,69	
F	10 m ²	

Sumber: Materi Kuliah Sarana Penggerak dan Khusus, 2024

Dengan data teknis yang telah diketahui maka analisa yang dilakukan adalah perhitungan terhadap beban yang akan ditarik oleh lokomotif CC 205. Berikut adalah analisis perhitungan beban tarik lokomotif CC 205 Lintas Divre IV Tanjung Karang dan untuk berat gerbong yang digunakan adalah berat kosong ditambah dengan berat muatan penuh.

Berat kosong gerbong = 22 t
 Berat isian gerbong = 50 t
 Berat total muatan penuh gerbong = 72 t

Setiap lokomotif mempunyai karakteristik diagram gaya tarik (*Tractive Effort Diagram*) yang diterbitkan oleh pabrik pembuat lokomotif. Diagram ini menunjukkan besarnya gaya tarik yang dapat dihasilkan oleh lokomotif (dalam Kgf atau KN), sebagai fungsi kecepatan (km/jam). Berikut adalah perhitungan dari *Tractive Effort Diagram*:

1. Gaya Tarik Lokomotif

Berikut adalah tabel perhitungan untuk mengetahui gaya tarik lokomotif berdasarkan variabel kecepatan yang diambil untuk menentukan nanti kecepatan di jalan datar maupun jalan tanjakan.

a. Gaya Tarik Roda Lokomotif

$$T_{r(e)} = \left(\frac{N_r \cdot 270}{v} \right) \cdot \eta_e \quad (1)$$

Sumber: Materi Kuliah Sarana Penggerak

Keterangan:

Tr = Gaya Tarik Roda Lokomotif diesel elektrik (kg)

Nr = Daya Tarik Pada roda Lokomotif

V = Kecepatan

η_e = Efisiensi Transmisi Elektrik

b. Kecepatan Adhesi

$$V_a = \frac{270 \cdot N_m \cdot \eta}{T_a} ; \left(\frac{km}{jam} \right) \quad (2)$$

Sumber: Materi Kuliah Sarana Penggerak

Keterangan:

Va = Kecepatan Adhesi

Nm = Daya Mesin

η = Efisiensi Transmisi

Ta = Gaya Tarik Adhesi

c. Perlawanan Spesifik Lokomotif

$$w_L = P + Q \frac{F}{GL} \left[\frac{V + V_a}{10} \right]^2 \quad (3)$$

Sumber: Materi Kuliah Sarana Penggerak

Keterangan :

w_L = Perlawanan Spesifik Lokomotif (kg/ton)

P = Konstanta susunan Gandar Lokomotif

F = Luas Penampang Lokomotif

Q = Konstanta bentuk badan Lokomotif

Va = Kecepatan Angin (0)

d. Perlawanan lokomotif

$$WL = GL \times w_L \quad (4)$$

Sumber: Materi Kuliah Sarana Penggerak

Keterangan :

GL = Berat Lokomotif

w_L = Perlawanan Spesifik Lokomotif

e. Perlawanan Spesifik Rangkaian

$$W_w = 2,5 + \frac{V^2}{4000} \text{ kg/ton} \quad (5)$$

Sumber: Materi Kuliah Sarana Penggerak

Keterangan :

w_w = perlawanan spesifik gerbong (kg/ton)

V = Kecepatan (km/jam)

f. Perlawanan Rangkaian Gerbong

$$W_w = G_w \cdot w_w ; (kg) \quad (5)$$

Sumber: Materi Kuliah Sarana Penggerak

Keterangan :

W_w = Perlawanan Spesifik Gerbong

G_w = Jumlah Rangkaian

ww = Perlawanan Rangkaian Gerbong

Tabel 2. Hasil Perhitungan Gaya Tarik Lokomotif

V	Tr(Ton)	Va	w _L	WL	w _w	Ww	Tk
0	91.800	13,66	2,860	308,88	2,5	10.800	91.491
10	51.637	13,66	2,924	315,78	2,525	10.908	51.321
20	25.818	13,66	3,116	336,48	2,6	11.232	25.482
30	17.212	13,66	3,435	370,98	2,725	11.772	16.841
40	12.909	13,66	3,882	419,28	2,9	12.528	12.490
50	10.327	13,66	4,457	481,38	3,125	13.500	9.846
60	8.606	13,66	5,160	557,28	3,4	14.688	8.049

Sumber: Analisis Pribadi, 2024

Keterangan:

V = Kecepatan
 Tr = Gaya Tarik Roda Penggerak
 Va = Kecepatan Adhesi
 w_L = Gaya Spesifik Perlawanan Lokomotif
 WL = Gaya Perlawanan Lokomotif
 Tk = Gaya Kait Lokomotif
 w_w = Gaya Perlawanan Spesifik Rangkaian
 ww = Gaya Perlawanan Rangkaian

- Perlawanan Tanjakan Total Rangkaian

$$ws = G \times i ; kg \quad (6)$$

Sumber: Materi Perkuliahan Sarana Penggerak

Keterangan:

Ws = Perlawanan pada tanjakan
 I = Kelandaian
 G = Berat Gerbong (ton)

- Perlawanan Gerak Awal dan Percepatan

$$w_B = \frac{1000}{9,81} b(1 + c); (kg/ton) \quad (7)$$

Sumber: Materi Perkuliahan Sarana Penggerak Khusus

Keterangan:

b = faktor percepatan awal gerak dalam m/det² (b = 0,01 m/det²)
 c = faktor tambahan inersia untuk masa yang berputar
 c = 0,03 – 0,1 untuk kendaraan (kereta, gerbong)
 w_B = Perlawanan Awal Gerak Dan Percepatan Total

2. Perlawanan Jalan Tanjakan dan Jalan Lengkung

a. Perlawanan Jalan Tanjakan dan perlawanan gerak awal

Pada perlawanan jalan tanjakan yang ada diwilayah divre IV Tanjung Karang tertinggi dalam keadaan muatan yaitu 10% dijalan datar dan jalan tanjakan dengan kelandaian tersebut.

- Perlawanan Jalan Tanjakan

Tabel 3. Hasil Perhitungan Perlawanan Jalan Tanjakan dan gerak Awal

V	w _s 1‰	Ws 10‰	w _B	WB	w i=1‰	w i= 10‰
0	4428	14280	1,081	4784	20.323	39.852
10	4428	14280	1,081	4784	20.438	39.967
20	4428	14280	1,081	4784	20.783	40.311
30	4428	14280	1,081	4784	21.357	40.886
40	4428	14280	1,081	4784	22.162	41.690
50	4428	14280	1,081	4784	23.162	42.724
60	4428	14280	1,081	4784	24.460	43.988

Sumber: Analisis Pribadi, 2024

b. Perlawanan Jalan Lengkung

Lengkung yang memberikan tahanan paling besar adalah lengkung yang memiliki radius kecil. Lengkung terkecil yang ada di wilayah divre IV Tanjung Karang radiusnya 203.

- Perlawanan Spesifik Lengkung Jalan

$$w_k = \frac{400}{w_R - 20} ; (Kg/ton) \quad (7)$$

Sumber: Materi Perkuliahan Sarana Penggerak Khusus

Keterangan:

w_k = Perlawanan Spesifik Lengkung Jalan
 w_R = Radius terkecil lengkung

- Perlawanan Lengkung Jalan

$$w_k = 0,833 \frac{kg}{ton} \times 366 ton ; kg \quad (8)$$

Sumber: Materi Perkuliahan Sarana Penggerak Khusus

Keterangan:

WK = Perlawanan Lengkung Jalan

Tabel 4. Hasil Perhitungan Perlawanan Jalan Lengkung

V	w _k	G	W _k
0	2,185	4428	9678,7
10	2,185	4428	9678,7
20	2,185	4428	9678,7
30	2,185	4428	9678,7
40	2,185	4428	9678,7
50	2,185	4428	9678,7

Sumber: Analisis Pribadi, 2024

Keterangan:

V = Kecepatan

w_k = Perlawanan Spesifik Lengkung Jalan

W_k = Perlawanan Lengkung Jalan

3. Hambatan di Jalan Datar dan Jalan Tanjakan

a. Hambatan di Jalan Datar

Berikut adalah rumus yang digunakan untuk di jalan datar yaitu:

$$W_{T1} = wL + ww \quad (9)$$

Sumber: Materi Sarana Penggerak Khusus

Keterangan:

W_{T1} = Hambatan di Jalan Datar

wL = Gaya Perlawanan Lokomotif

ww = Gaya Perlawanan Rangkaian

b. Hambatan di Jalan Tanjakan

Apabila rangkaian kereta api melewati jalan tanjakan maka akan timbul tahanan tanjakan (w_s). Berikut adalah rumus yang digunakan

untuk mengetahui tahanan di jalan tanjakan:

$$W_{T2} = W_{T1} + w \quad (10)$$

Sumber: Materi Sarana Penggerak Khusus

Keterangan:

W_{T2} = Hambatan di Jalan Tanjakan

W_{T1} = Hambatan di Jalan Datar

w_s = Tanjakan di Jalan Rel

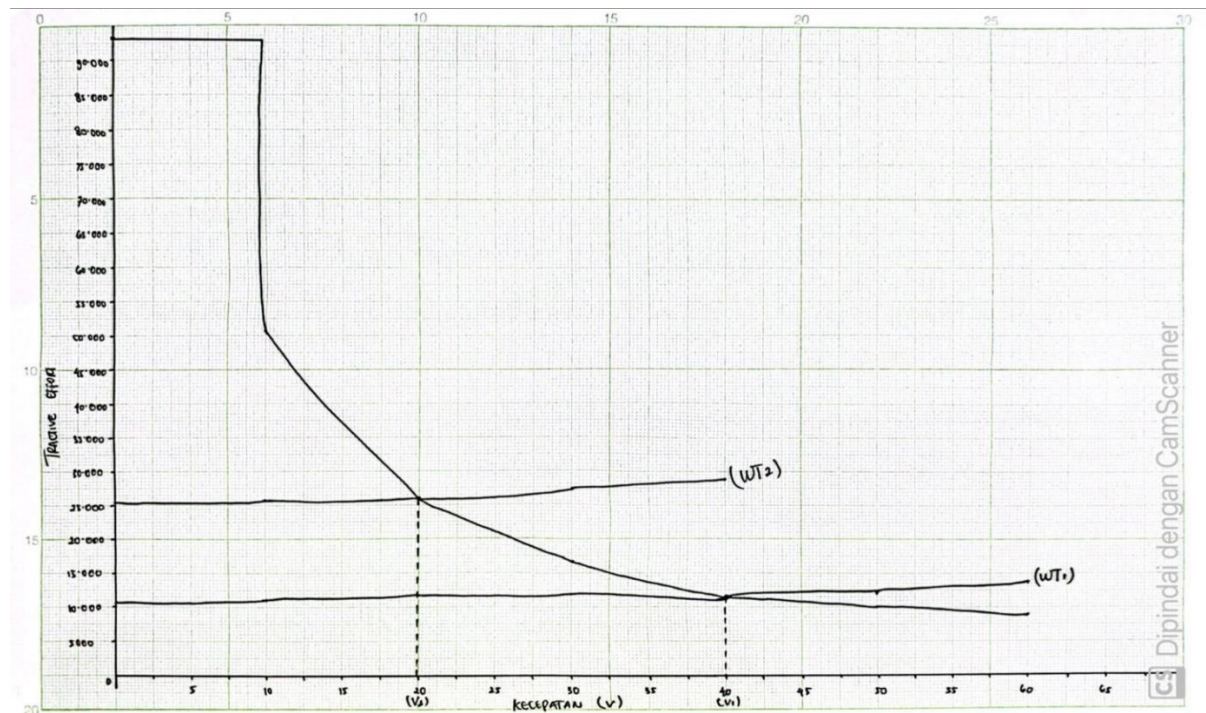
Berikut adalah tabel untuk mengetahui W_{T1} dan W_{T2} untuk menentukan kecepatan di jalan datar dan di jalan tanjakan:

Tabel 5. Hasil Perhitungan Perlawanan Jalan Tanjakan

V	W _{T1}	W _{T2}
0	11.108	25.388
10	11.232	25.503
20	11.568	25.848
30	12.142	26.422
40	12.947	27.227
50	13.981	28.261
60	15.245	29.525

Sumber: Analisis Pribadi, 2024

Dari perhitungan analisis di atas akan di gambarkan sebuah grafik antara grafik *tractive effort* diagram dengan kecepatannya. Dimana nanti akan ada sebuah perpotongan antara *tractive effort* dengan hambatan di jalan datar dan jalan tanjakan. Berikut adalah grafik untuk mengetahui kecepatan di jalan datar dan di jalan tanjakan:



Gambar 2. Diagram Tractive Effort

Sumber: Analisis Pribadi, 2024

Pada hasil analisis diagram yang telah dilakukan didapatkan hasil yaitu untuk kecepatan di jalan datar (WT₂) 40 km/h sedangkan di jalan tanjakan hasilnya (WT₁) 20 km/h. Berikut adalah perhitungan gaya tarik lokomotif berdasarkan kecepatan yang telah dilakukan berdasarkan analisis:

1. Analisa Beban Tarik Lokomotif Bermuatan dengan kecepatan 40 km/jam di jalan datar

Pada hasil analisis diketahui kecepatan untuk jalan datar yaitu 40 (WT₂) km/jam. Maka berikut adalah perhitungan kemampuan beban tarik lokomotif:

- a. Perhitungan Beban Tarik Lokomotif di Kelandaian 0‰

- 1) Gaya Tarik Lokomotif

$$\begin{aligned} Tr &= \frac{270 \times N}{v} \times \eta \\ &= \frac{270 \times 2250}{40} \times 0,85 \\ &= 12.909 \text{ kgf} \end{aligned}$$

- 2) Perlawanan/Hambatan gelinding spesifik lokomotif

$$\begin{aligned} w_L &= P + Q \frac{F}{GL} \left[\frac{V + Va}{10} \right]^2 \\ w_L &= 2,86 + 0,69 \frac{10}{108} \left[\frac{40 + 0}{10} \right]^2 \\ &= 3,88 \text{ kg/ton} \end{aligned}$$

- 3) Hambatan Lokomotif

$$\begin{aligned} WL &= GL \times w_L \\ &= 108 \times 10,678 \\ &= 1.499,3 \text{ kg} \end{aligned}$$

- 4) Hambatan Spesifik Rangkaian Gerbong

$$\begin{aligned} w_w &= 2,5 + \frac{v^2}{4000} \\ &= 2,5 + \frac{35^2}{4000} \\ &= 2,90 \text{ kg/ton} \end{aligned}$$

- 5) Jumlah Beban Yang Dapat Ditarik

- Kelandaian 0 ‰ :

$$\begin{aligned} GW &= \frac{Z - WL - i.GL}{ww + i} \\ &= \frac{14.753 - 1.153,224 - 0.108}{3,1125 + 0} \\ &= 4.306,9 \text{ ton} \end{aligned}$$

Jumlah beban bisa yang ditarik

$$\begin{aligned} n &= \frac{GW}{Gi} \\ n &= \frac{4.306,9}{72} \\ n &= 60 \text{ gerbong} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan kecepatan 40 km/jam di jalan datar didapatkan hasil yaitu bahwa lokomotif CC 205 mampu menarik 60 gerbong. Berikut adalah perhitungan berdasarkan kecepatan untuk melihat berapa gerbong yang bisa ditarik:

2. Analisa Beban Tarik Lokomotif Bermuatan dengan kecepatan 20 km/jam di jalan tanjakan

Untuk analisa kemampuan beban tarik lokomotif CC 205 dilakukan perhitungan kemampuan beban tarik lokomotif tersebut dengan menggunakan perhitungan dengan menggunakan rumus:

- a. Kemampuan beban tarik lokomotif CC 205 dengan kecepatan 20 km/jam

Kecepatan yang digunakan adalah kecepatan minimum pada tanjakan yaitu (WT₁) 14 km/jam. Maka kemampuan beban tarik lokomotif apabila menarik dalam keadaan isi adalah:

- 1) Gaya Tarik Lokomotif

$$\begin{aligned} Tr &= \frac{270 \times N}{v} \times \eta \\ &= \frac{270 \times 2250}{20} \times 0,85 \\ &= 25.819 \text{ kgf} \end{aligned}$$

- 2) Hambatan Lokomotif

- a) Hambatan lokomotif Spesifik

$$w_L = P + Q \frac{F}{GL} \left[\frac{V + Va}{10} \right]^2$$

$$wL = 2,86 + 0,69 \frac{10}{108} \left[\frac{20 + 0}{10} \right]^2$$

$$wL = 2,86 + 0,69 (0,0925)$$

$$wL = 3,12 \text{ kg/ton}$$

b) Hambatan Lokomotif

$$WL = GL \times wL$$

$$= 108 \times 4,11097$$

$$= 876,48 \text{ kg}$$

3) Hambatan Spesifik Rangkaian Gerbong

$$w_w = 2,5 + \frac{v^2}{4000}$$

$$= 2,5 + \frac{20^2}{4000}$$

$$= 2,60 \text{ kg/ton}$$

4) Jumlah Beban Yang Ditarik

- Dengan kelandaian 5‰

$$Gw = \frac{Z - WL - i.GL}{ww + i}$$

$$= \frac{36.883,92 - 443,98 - 5 \times 108}{2,598 + 15}$$

$$= 3.281,88 \text{ ton}$$

- Jumlah beban yang ditarik

$$n = \frac{Gw}{\text{Berat Gerbong}}$$

$$n = \frac{3.281,88}{72}$$

$$n = 46 \text{ gerbong}$$

Tabel 5. Hasil Perhitungan Beban Traik Lok berdasarkan kecepatan

V (km/jam)	Kelandaian 0‰		Kelandaian 5‰		Kelandaian 8‰		Kelandaian 10‰	
	Gw	n	Gw	n	Gw	n	Gw	n
10	20.325	282	6.748	94	4.794	67	4.011	56
17	11.680	162	4.771	54	2.760	38	2.303	32
20	9.800	136	3.281	46	2.322	32	1.936	27
25	7.643	106	2.581	36	1.824	25	1.518	21
30	6.180	86	2.110	29	1.489	21	1.238	17
35	5.117	71	1.770	25	1.248	17	1.037	14
40	4.306	60	1.512	21	1.066	15	884	12

Sumber: Analisis Pribadi, 2024

Berdasarkan hasil analisis di atas untuk kecepatan di jalan tanjakan yaitu 20 km/jam. Dengan kondisi di berbagai kelandaian seperti di kelandaian 0‰, kelandaian 5‰, kelandaian 8‰ dan 10 ‰.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, maka didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan terhadap Lokomotif CC 205 di kondisi lapangan didapatkan hasil analisa gaya tarik Lokomotif ini mampu menarik lebih dari 60 – 61 gerbong dengan

kecepatan di jalan tanjakan 20 km/jam di kelandaian 8‰ mampu menarik 64 gerbong dalam stamformasi.

2. Dilihat dari kemampuan beban tarik Lokomotif CC 205 yang digunakan di wilayah Divre IV Tanjung Karang, Lokomotif tersebut dapat dinilai efektif untuk mengangkut batu bara dengan rangkaian 60 – 61 gerbong.

V. SARAN

1. Melakukan penambahan stamformasi jumlah rangkaian KA Babarajang jika ditarik dengan lokomotif CC 205 dari yang awalnya 60 – 61 rangkaian menjadi 63 rangkaian.

DAFTAR PUSTAKA

- Pemerintah Indonesia. 2007. *Undang – Undang Nomor 23 Tahun 2007 Tentang Perkeretaapian*. Jakarta.
- Pemerintah Indonesia. 2009. *Peraturan Pemerintah Nomor 56 Tahun 2009 Tentang Penyelenggaraan Perkeretaapian*. Jakarta.
- Pemerintah Indonesia. 2010. *Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 43 Tahun 2010 Tentang Standar Spesifikasi Teknis Gerbong*. Jakarta: Kementerian Perhubungan Republik Indonesia.
- Kementerian Perhubungan. 2016. *Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 153 Tahun 2016 Tentang Standar Spesifikasi Teknis Identitas Sarana Perkeretaapian*. Jakarta: kementerian Perhubungan Republik Indonesia.
- Subyanto, M. 1977, Mei. *Dinamika Kendaraan Rel (Bagian I)*. Bandung.
- Hartono AS.(2008, 1 Januari) *Bandung: Indonesia Railway Magazine Edisi 2*.
- PT. KAI. 2021. *SMR 005 Buku Manual Hauling Load, Kekuatan Coupler, dan Jarak Pengereman*.
- R.Chan, Erfianto, 2024, Materi Kuliah Sarana Penggerak (Gaya Tarik Lokomotif), Bekasi.
- R.Chan, Erfianto, 2024, Materi Kuliah Sarana Penggerak (Gaya Perlawanan dan Kecepatan Maksimum Lokomotif).
- R.Chan, Erfianto, Materi Kuliah Sarana Penggerak (Kapasitas Beban Muat Lokomotif).