

## **BAB V**

### **ANALISA DAN PEMBAHASAN**

#### **A. ANALISIS KEBUTUHAN SARANA**

Dalam memperkirakan banyaknya jumlah ketersediaan sarana baik berupa lokomotif maupun gerbong untuk angkutan barang semen curah itu didasarkan pada potensi *demand* angkutan barang yang dalam hal ini adalah semen curah.

1. Berdasarkan data sekunder yang didapat, untuk jumlah data angkutan semen curah sebesar 2,19 juta ton per tahun.

Menurut UU No. 13 tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan :

Diasumsikan hari kerja sebanyak 282 hari.

Maka :

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas angkut per hari} & : \frac{\text{Jumlah angkutan per tahun}}{\text{Jumlah hari kerja}} \\ & : \frac{2.190.000 \text{ ton}}{282 \text{ hari}} \\ & : 7.766 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

2. Jenis Gerbong

Diasumsikan jenis gerbong yang akan digunakan untuk mengangkut semen curah tersebut yaitu Gerbong Tanki (GK).

Diasumsikan kapasitas gerbong : 50 ton

$$\begin{aligned} \text{Maka jumlah gerbong per hari} & : \frac{\text{Kapasitas angkut per hari}}{\text{Kapasitas gerbong}} \\ & : \frac{7.766}{50} \\ & : 156 \text{ gerbong.} \end{aligned}$$

3. Jenis Lokomotif

Diasumsikan jenis lokomotif yang akan digunakan untuk menarik Gerbong Tanki (GK) tersebut yaitu Lokomotif CC 205 dengan spesifikasi sebagai berikut :

- 1) Daya : 2250 HP
- 2) Berat : 108 ton

- 3) Kecepatan maksimum : 120 km/jam
- 4) Panjang : 17.678 mm
- 5) Lebar : 2.740 mm
- 6) Beban gandar : 18 ton

Untuk kecepatan operasi yang diasumsikan adalah sebesar 50 km/jam. Kecepatan tersebut adalah kecepatan maksimum untuk beban maksimum yang dapat ditarik pada tanjakan maksimum 15 ‰, sesuai dengan jenis dan spesifikasi teknik yang sudah dijelaskan sebelumnya pada lintas Maros – Garongkong yang sudah beroperasi saat ini, berdasarkan perhitungan maupun grafis (*hauling load diagram*) yang dikeluarkan manufaktur lokomotif.

#### 4. Gaya Tarik Lokomotif

Gaya Tarik lokomotif adalah kemampuan lokomotif pada berbagai tingkat kecepatan.

$$Z_r = \frac{270 \times N_m}{v} \times \eta_e$$

$$Z_r = \frac{270 \times 2250}{50} \times 0,82$$

$$Z_r = 9963 \text{ Kgf}$$

**Tabel III. 1** Data perhitungan gaya tarik lokomotif

V (Km/jam)	Zr (Kgf)
10	49815
15	33210
20	24907,5
25	19926
30	16605
35	14232,86
40	12453,75
45	11070

V (Km/jam)	Zr (Kgf)
50	9963
55	9057,273
60	8302,5
65	7663,846
70	7116,429

Sumber : Hasil Analisa

## 5. Hambatan lokomotif dan Gerbong

### a. Hambatan spesifik lokomotif

$$wL = (P + Q \frac{F}{GL} [\frac{V + Va}{10}]^2)$$

$$wL = (2,86 + 0,69 \frac{10}{108} [\frac{50}{10}]^2)$$

$$wL = 4,457222222 \text{ Kg/Ton}$$

### b. Hambatan lokomotif

Hambatan lokomotif adalah hambatan yang berasal dari berat lokomotif, gesekan, susunan gandar, dan bentuk kabin lokomotif.

$$WL = wL \times GL$$

$$WL = 4,457222222 \times 108$$

$$WL = 481,38 \text{ Kg}$$

### c. Hambatan Gerbong

Hambatan rangkaian gerbong adalah tahanan yang berasal dari berat, gesekan pada roda dan *bearing* rangkaian yang ditarik.

$$w_w = 2,5 + \frac{V^2}{2000}$$

$$w_w = 2,5 + \frac{50^2}{2000}$$

$$w_w = 3,75 \text{ Kg}$$

**Tabel III. 2** Perhitungan hambatan lokomotif dan gerbong

<b>V</b> <b>(Km/jam)</b>	<b>wL</b> <b>(Kg/Ton)</b>	<b>WL</b> <b>(Kg)</b>	<b>Ww</b> <b>(Kg)</b>
10	2,923888889	315,78	2,55
15	3,00375	324,405	2,6125
20	3,115555556	336,48	2,7
25	3,259305556	352,005	2,8125
30	3,435	370,98	2,95
35	3,642638889	393,405	3,1125
40	3,882222222	419,28	3,3
45	4,15375	448,605	3,5125
50	4,457222222	481,38	3,75
55	4,792638889	517,605	4,0125
60	5,16	557,28	4,3
65	5,559305556	600,405	4,6125
70	5,990555556	646,98	4,95

Sumber : Hasil analisa

6. Beban tarik lokomotif dan jumlah gerbong yang dapat ditarik lokomotif

a. Beban tarik lokomotif

Beban tarik lokomotif merupakan kemampuan tarik lokomotif untuk berbagai kecepatan dan lereng tanjakan tertentu.

$$G_W = \left( \frac{Zr - WL - GL.i}{Ww + i} \right)$$

$$G_W = \left( \frac{9963 - 481,38 - (108 \times 15)}{(3,75 + 15)} \right)$$

$$G_W = \left( \frac{7.861,62}{18,75} \right)$$

$$G_W = 419,286 \text{ Ton}$$

b. Jumlah gerbong yang dapat ditarik

Jumlah rangkaian yang dapat ditarik oleh lokomotif.

$$n = \left( \frac{GW}{Gi} \right)$$

$$n = \left( \frac{419,286}{50} \right)$$

$$n = 8 \text{ gerbong}$$

Dari hasil perhitungan tersebut, dihasilkan jumlah muatan semen yang dapat diangkut dalam 1 rangkaian, seperti yang ditampilkan di Tabel III. 4 sebagai berikut :

**Tabel III. 3** Perhitungan beban tarik loko dan jumlah gerbong

<b>V (Km/jam)</b>	<b>GW (Ton)</b>	<b>n</b>
10	2553,56	51
15	1667,5	33
20	1224,05	24
25	957,546	19
30	779,414	16
35	651,704	13
40	555,438	11
45	480,074	10
50	419,286	8
55	369,049	7
60	326,678	7
65	290,317	6
70	258,637	5

Sumber : Hasil analisa

Sehingga didapatkan tabel perhitungan secara keseluruhan seperti berikut ini :

**Tabel III. 4** Perhitungan secara keseluruhan

<b>V (Km/jam)</b>	<b>Zr (Kgf)</b>	<b>wL (Kg/Ton)</b>	<b>Ww (Kg)</b>	<b>i (‰)</b>	<b>GL (Ton)</b>	<b>WL (Kg)</b>	<b>GW (Ton)</b>	<b>n</b>
10	49815	2,9	2,55	15	108	315,78	2553,56	51

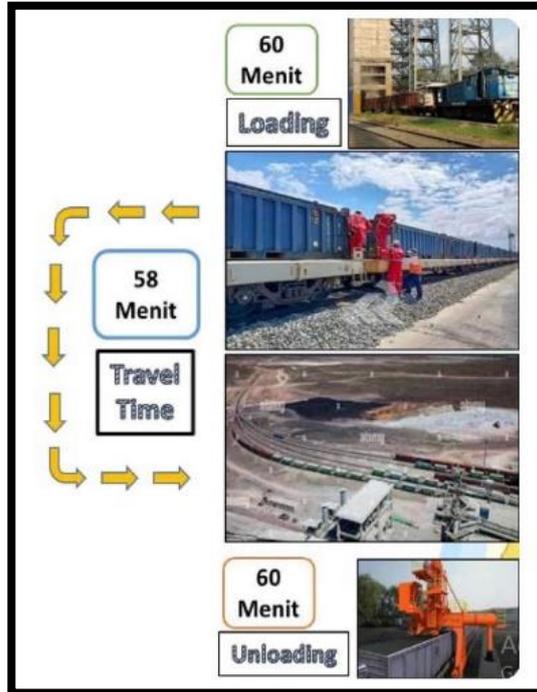
<b>V</b> <b>(Km/jam)</b>	<b>Zr</b> <b>(Kgf)</b>	<b>wL</b> <b>(Kg/Ton)</b>	<b>Ww</b> <b>(Kg)</b>	<b>i</b> <b>(‰)</b>	<b>GL</b> <b>(Ton)</b>	<b>WL</b> <b>(Kg)</b>	<b>GW</b> <b>(Ton)</b>	<b>n</b>
15	33210	3	2,6125	15	108	324,405	1667,5	33
20	24907,5	3,1	2,7	15	108	336,48	1224,05	24
25	19926	3,3	2,8125	15	108	352,005	957,546	19
30	16605	3,4	2,95	15	108	370,98	779,414	16
35	14232,86	3,6	3,1125	15	108	393,405	651,704	13
40	12453,75	3,8	3,3	15	108	419,28	555,438	11
45	11070	4,1	3,5125	15	108	448,605	480,074	10
50	9963	4,4	3,75	15	108	481,38	419,286	8
55	9057,273	4,7	4,0125	15	108	517,605	369,049	7
60	8302,5	5,1	4,3	15	108	557,28	326,678	7
65	7663,846	5,5	4,6125	15	108	600,405	290,317	6
70	7116,429	5,9	4,95	15	108	646,98	258,637	5

*Sumber : Hasil analisa*

Berdasarkan perhitungan yang sudah penulis lakukan diatas, mulai dari perhitungan kapasitas angkut per hari, menentukan jenis gerbong dan jenis lokomotif yang digunakan, gaya tarik lokomotif, hambatan lokomotif dan gerbong, beban tarik lokomotif dan jumlah gerbong yang dapat ditarik oleh lokomotif, didapatkan bahwa sarana yang dibutuhkan untuk mengangkut semen curah yang ada di Garongkong, Sulawesi Selatan, itu menggunakan lokomotif dengan jenis lokomotif CC 205 dan menggunakan gerbong dengan jenis Gerbong Tangki (TK). Kemudian untuk jumlah gerbong yang dapat ditarik oleh 1 lokomotif CC 205 tersebut dengan kecepatan operasi berdasarkan penggunaan rumus diatas sebesar 50 km/jam adalah 8 gerbong.

## B. ANALISIS MENGHITUNG JUMLAH FREKUENSI KA

Jarak tempuh Garungkong – Pabrik PT Semen Tonasa = ± 66 KM. Berikut diasumsikan untuk proses bongkar muat beserta perjalanannya. Berikut gambar nya :



Sumber : Balai Pengelola Kereta Api  
Sulawesi Selatan

**Gambar V. 1** Waktu Peredaran Kereta Api

1. Menghitung waktu peredaran lokomotif dan gerbong
  - a. Diasumsikan Waktu Peredaran Gerbong (WPG) dengan kecepatan operasi 50 km/jam, sebagai berikut :

Waktu Perjalanan Isi ke Garungkong (DPI)	: 58 menit
Waktu Perjalanan Kosong dari Garungkong (DPK)	: 58 menit
<i>Loading</i>	: 1 jam
<i>Unloading</i>	: 1 jam
Total WPG	: 3 jam 56 menit
Sehingga didapat WPG selama	: 0,163 hari.

b. Diasumsikan Waktu Peredaran Lokomotif (WPL) dengan kecepatan operasi 50 km/jam, sebagai berikut :

Waktu Perjalanan Isi ke Garongkong (DPI)	: 58 menit
Waktu Perjalanan Kosong dari Garongkong (DPK)	: 58 menit
<i>Loading</i>	: 1 jam
<i>Unloading</i>	: 1 jam
Total WPL	: 3 jam 56 menit
Sehingga didapat WPL selama	: 0,163 hari.

2. Menghitung frekuensi KA per hari

Diasumsikan Waktu Peredaran Lokomotif (WPL) dan Waktu Peredaran Gerbong (WPG) itu selama 3 jam 56 menit = 4 jam. Maka didapatkan frekuensi KA dalam 1 hari :  $24/4 = 6$  KA per hari

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisa yang telah dilakukan oleh penulis diatas, didapatkan Waktu Peredaran Gerbong (WPG) dan Waktu Peredaran Lokomotif (WPL) sebesar 3 jam 56 menit atau 4 jam atau selama 0,163 hari. Sehingga didapatkan pula jumlah frekuensi KA atau total perjalanan KA angkutan semen curah dalam satu hari sebanyak 6 KA per hari.

**C. ANALISIS KETERSEDIAAN SARANA SIAP GUNA**

Untuk mengetahui terpenuhi atau tidaknya kebutuhan sarana KA angkutan barang di Balai Pengelola Kereta Api Sulawesi Selatan, digunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} SG &= \frac{SO}{85\%} \\ SGO &= SG - TSGO \\ TSGO &= 7,5\% \times SG \\ SO &= SGO - TSO \end{aligned}$$

$$\text{TSO} = 7,5\% \times \text{SG}$$

$$\text{SO} = 85\% \times \text{SG}$$

Keterangan :

$$\text{SG} = \text{Siap Guna}$$

$$\text{SGO} = \text{Siap Guna Operasi}$$

$$\text{TSGO} = \text{Tidak Siap Guna Operasi}$$

$$\text{SO} = \text{Siap Operasi}$$

$$\text{TSO} = \text{Tidak Siap Operasi}$$

Diasumsikan dengan kecepatan 50 km/jam sesuai dengan Analisa kebutuhan sarana sebelumnya, sehingga didapatkan 6 KA per hari.

Artinya 6 KA per hari : Dibutuhkan 6 Lokomotif dengan masing-masing gerbong sebanyak 48 Gerbong. Karena, setiap satu rangkaian KA, terdiri dari 1 lokomotif dan 8 gerbong. Berikut perhitungan untuk mengetahui ketersediaan sarannya :

#### 1. Lokomotif

$$\text{Siap Guna (SG)} = \frac{\text{SO}}{85\%}$$

$$= \frac{6}{85\%}$$

$$= 7,05882353 \gg 8 \text{ Lokomotif}$$

$$\text{Tidak Siap Guna Operasi (TSGO)} = 7,5\% \times \text{SG}$$

$$= 7,5\% \times 8$$

$$= 0,6 \gg 1 \text{ Lokomotif}$$

$$\text{Tidak Siap Operasi (TSO)} = 7,5\% \times \text{SG}$$

$$= 7,5\% \times 8$$

$$= 0,6 \gg 1 \text{ Lokomotif}$$

## 2. Gerbong Tangki (GK)

$$\text{Siap Guna (SG)} = \frac{SO}{85\%}$$

$$= \frac{48}{85\%}$$

$$= 56,4705882 \gg 56 \text{ Gerbong}$$

$$\text{Tidak Siap Guna Operasi (TSGO)} = 7,5\% \times SG$$

$$= 7,5\% \times 56$$

$$= 4,275 \gg 4 \text{ Gerbong}$$

$$\text{Tidak Siap Operasi (TSO)} = 7,5\% \times SG$$

$$= 7,5\% \times 56$$

$$= 4,275 \gg 4 \text{ Gerbong}$$

Sehingga, untuk hasil perhitungan ketersediaan sarana, ditampilkan pada Tabel III.6 dibawah ini :

**Tabel III. 5** Perhitungan ketersediaan sarana

SARANA	SG	TSGO	TSO	SO
		(7,5% x SG)	(7,5% x SG)	(85 % x SG)
Lokomotif	8	1	1	6
Gerbong	56	4	4	48
<b>JUMLAH</b>	64	5	5	54

Sumber: Hasil Analisis, 2023

Dari hasil perhitungan dan analisa ketersediaan sarana yang didasarkan pada analisis perhitungan jumlah frekuensi KA sebelumnya yakni 6 KA per

hari, didapatkan bahwa setiap rangkaian KA terdiri dari 1 lokomotif dengan 8 Gerbong Tangki (GK) yang sudah Siap Operasi (SO). Sehingga, didapatkan pula jumlah sarana Siap Guna (SG) yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan sarana angkutan semen curah berjumlah 8 buah lokomotif dan 56 buah Gerbong Tangki (GK). Dimana untuk ketersediaan lokomotif berjumlah 8 lokomotif Siap Guna (SG) yang terdiri dari 1 lokomotif Tidak Siap Guna Operasi (TSGO), 1 lokomotif Tidak Siap Operasi (TSO) dan 6 lokomotif yang Siap Operasi (SO). Dan untuk ketersediaan gerbong berjumlah 56 gerbong Siap Guna (SG) yang terdiri dari 4 gerbong Tidak Siap Guna Operasi (TSGO), 4 gerbong Tidak Siap Operasi (TSO), dan 48 gerbong yang Siap Operasi (SO).