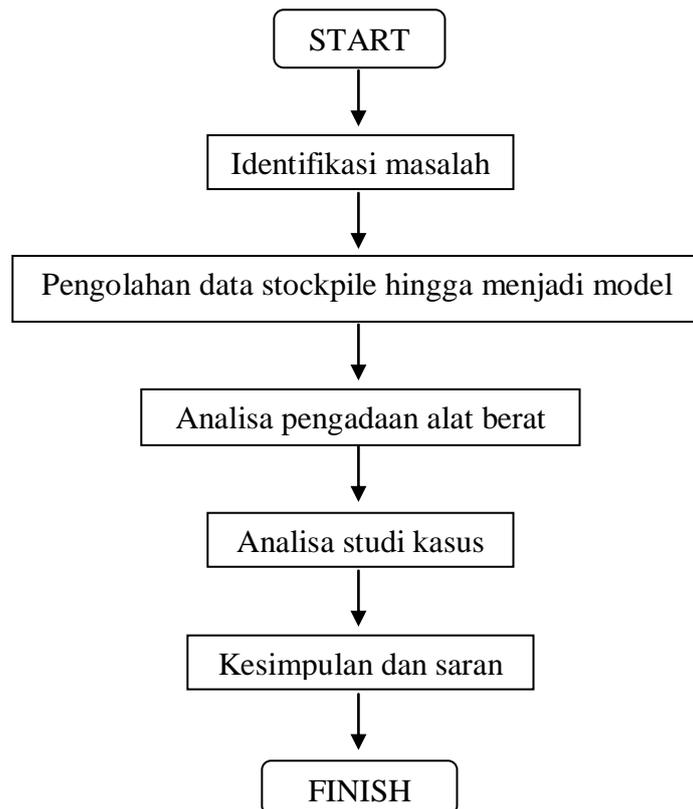


BAB III METODOLOGI DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini penulis menjelaskan tentang alur kegiatan analisa pengadaan alat berat di terminal curah batubara. Diagram alir kegiatan dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1. Diagram Alir Kegiatan

3.1. Identifikasi Masalah

Dalam bagian ini penulis merumuskan masalah dalam berbagai aspek sesuai dengan tujuan yang akan yang dicapai ialah pengadaan alat berat di terminal curah batubara mulai dari pemuatan di stockpile, pengangkutan hingga penumpahan material agar mencapai produksi yang ditargetkan.

3.2. Analisa Kondisi Stockpile

Penjelasan kondisi stockpile yang akan dianalisa meliputi :

- 1) Stockpile yang dirancang untuk mendukung kebutuhan yang akan di proses dengan target yang ditentukan ialah 1500 ton/jam.

- 2) Memiliki buffer stock antara delivery dan saat pemanfaatan dalam proses.
- 3) Kondisi fasilitas dalam keadaan baik, meliputi : kondisi jalan dan kondisi permukaan.
- 4) Lebar jalur angkut : 15 meter
- 5) Fasilitas di stockpile :
 - Run of Material

Area penampungan batubara (Run of Material) memiliki luas 37.092 m² dengan daya tampung ± 192.878 ton, dan dibagi menjadi 4 titik. Pembagian empat titik Run of Material dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Pembagian Empat Titik Run of Material

Titik	Luas Area (m ²)	Daya tampung (m ³)
1	14.504	58.016
2	11.940	47.760
3	6.208	24.832
4	4.440	17.760

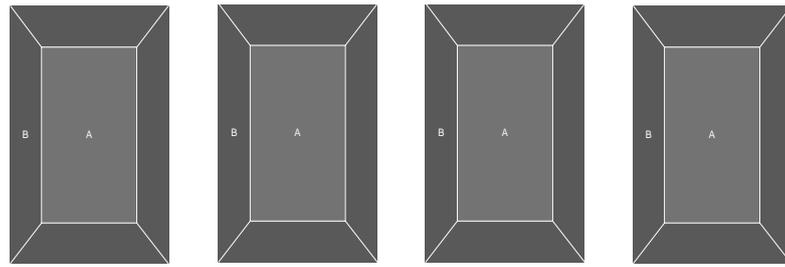
- Unit Processing

Unit processing berfungsi untuk melakukan reduksi ukuran (size reduction) melalui penggerusan (crushing), melakukan pemisahan (classification) melalui pengayakan (screening), melakukan pencampuran (blending) batubara.

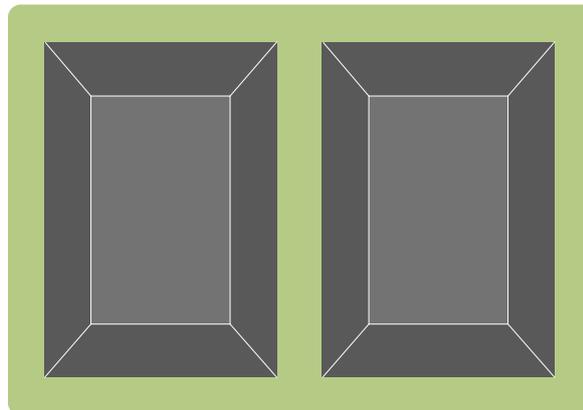
Luas area yang diperlukan untuk unit Processing adalah seluas 4728 m² yang dibagi kedalam 4 (empat) area dengan daya tampung hasil olahan sebesar ± 24.960 ton (Kemampuan supply hingga 17 jam). Bentuk geometri dan layout unit processing dapat dilihat pada gambar 3.2.

- Unit Readyshipment

Unit yang siap diangkut kedalam reclaim untuk dibawa oleh belt conveyer ke kapal. Daya tampung area 58.400 ton(sudah termasuk buffer stock sebesar 20% dari kebutuhan selama masa tenggang). Bentuk geometri dan layout unit readyshipment dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.2. Bentuk Geometri dan Layout Unit Processing



Gambar 3.3. Bentuk Geometri dan Layout Unit Readyshipment

Dari data tersebut diatas maka dibuat model menggunakan software dalam hal ini penulis menggunakan Google Sketchup. Preview hasil pemodelan stockpile dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4. Preview Hasil Pemodelan Stockpile

3.3. Analisa Pengadaan Penanganan Material

Analisa pengadaan alat berat ini disesuaikan tujuan dengan batasan masalah yang ada yaitu meliputi terminal curah batubara, pemuatan dari stockpile hingga diangkut sampai readyshipment area.

Maka adapun alat berat yang akan digunakan hanya alat muat dengan alat angkut dan bulldozer pada readyshipment area untuk memuat ke reclaim feeder.

3.3.1. Pemilihan jenis penanganan material

Untuk dapat menentukan jenis penanganan material yang akan dipilih maka dibutuhkan beberapa informasi dari kondisi lapangan, yaitu seperti :

- a. Material = Batubara
- b. Permukaan kerja = Terawat, cukup keras
- c. Bearing capacity = Baik
- d. Status = Semi permanen
- e. Arah dan jarak gerak = Ditentukan
- f. Metode = FIFO
- g. Kapasitas = Medium
- h. Dll,

3.3.2. Penentuan kapasitas dan jumlah penanganan material

Untuk dapat menentukan kapasitas dan jumlah penanganan material harus menghitung dari berbagai aspek, semakin detail rincian maka akan semakin tepat pula penentuannya.

Pada tugas akhir ini penulis menghitung berbagai aspek di Ms.excel untuk di jadikan aplikasi data input dan data output.

A. Perhitungan bulldozer

Produksi per jam dari bulldozer dapat menggunakan rumus berikut :

$$Q = q \times \frac{60}{Cm} \times e \times E \dots\dots\dots (3.1)$$

- Keterangan :
- Q = produksi per jam (m³)
 - q = produksi per cycle
 - Cm = Cycle time (min)
 - e = Grade Factor
 - E = Job efficiency

1) Production per cycle (q)

$$q = q_1 \times a \dots\dots\dots (3.2)$$

- Keterangan :
- q₁ = Blade capacity (m³)
 - a = Blade fill factor,
(Blade fill factor dapat dilihat pada Tabel 3.2.)

Tabel 3.2. Blade Fill Factor (a)

Dozing Condition	Blade fill factor (a)
Easy Dozing	1,1
Average Dozing	0,9
Rather Difficult Dozing	0,7
Difficult Dozing	0,5

2) Cycle time (Cm)

Waktu yang dibutuhkan bulldozer untuk menyelesaikan satu periode.

$$Cm \text{ (min)} = \frac{D}{F} + \frac{D}{R} + Z \dots\dots\dots (3.3)$$

- Keterangan :
- D = Jarak angkut (m)
 - F = Forward speed (m/min)
 - R = Reverse speed (m/min)
 - Z = waktu yang dibutuhkan untuk gear shifting (min)

- Forward speed/reverse speed

Dalam aturan batas kecepatan 3-5 km/jam untuk forward speed. Dan 5-7 km/jam untuk reverse speed.

- Job efficiency

Job efficiency dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Table 3.3. Job Efficiency Dozer

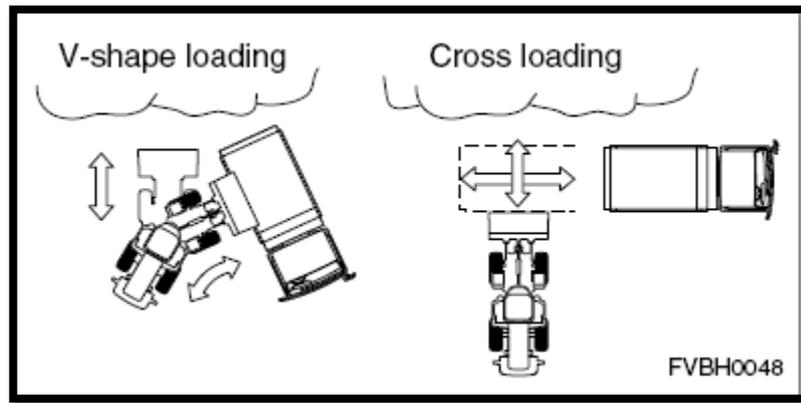
Operating condition	job efficiency
Good	0,83
Average	0,75
Rather poor	0,67
poor	0,58

B. Perhitungan Wheel Loader

Secara umum, produksi per jam dapat dijelaskan dalam rumus berikut :

$$Q = q \times \frac{60}{Cms} \times E \dots\dots\dots (3.4)$$

- Keterangan :
- Q = produksi per jam (m³/jam)
 - q = produksi per cycle (m³)
 - Cms = Cycle time (min)
 - E = job efficiency



Gambar 3.5. Metoda Loading

Tabel 3.5. Cycle Time Rata-Rata Untuk Metoda V-Shape Loading

Loading condition	bucket size		
	~3 m ³	3,1 ~ 5 m ³	5,1 m ³ ~
Easy loading	0,45	0,55	0,65
Average loading	0,55	0,65	0,70
Rather difficult loading	0,70	0,70	0,75
difficult loading	0,75	0,75	0,80

unit : minute

Tabel 3.6. Cycle Time Rata-Rata Untuk Metoda Cross Loading

Loading condition	bucket size		
	~3 m ³	3,1 ~ 5 m ³	5,1 m ³ ~
Easy loading	0,40	0,50	0,60
Average loading	0,50	0,60	0,65
Rather difficult loading	0,65	0,65	0,70
difficult loading	0,70	0,75	0,75

unit : minute

3) Job Efficiency (E)

Tabel berikut menunjukkan tipe efficiency kerja yang di lihat dari operating condition lapangan. Job efficiency loader dapat dilihat pada Tabel 3.7.

Tabel 3.7. Job Efficiency Loader

operating condition	E
Good	0,83
Average	0,80
Rather poor	0,75
poor	0,70

C. Perhitungan Dump trucks

Untuk menghitung jumlah unit yang tepat dari dump truck dan juga kapasitas dump truck yang tepat maka diperlukan perhitungan yang meliputi :

1) Perhitungan cycle time

Cycle time dari dump truck dipengaruhi beberapa faktor, antara lain;

1. Waktu yang dibutuhkan untuk loader mengisi dump truck
2. Waktu angkut
3. Waktu yang dibutuhkan untuk dumping
4. Waktu yang dibutuhkan untuk kembali
5. Waktu yang dibutuhkan dump truck untuk mengambil posisi untuk loading dan untuk loader memulai loading.

Jadi, cycle time = 1 + 2 + 3 + 4 + 5

Cycle time dapat dihitung dengan :

$$Cmt = \boxed{Cms \times n} + \boxed{D/V_1} + \boxed{t_1} + \boxed{D/V_2} + \boxed{t_2} \dots\dots\dots(3.6)$$

Keterangan :

n = angka dari siklus yang dibutuhkan untuk loader mengisi dumptruck

Cms = Waktu cycle loader (min)

D = Jarak angkut dump truck (m)

V₁ = Kecepatan rata-rata truk terisi (m/min)

V₂ = Kcepatan rata-rata truk kosong (m/min)

t₁ = waktu yang dibutuhkan untuk dumping (min)

t₂ = waktu yang dibutuhkan truk untuk mengambil posisi muat dan loader untuk memulai loading (min)

1. Loading time

Waktu yang dibutuhkan loader untuk memuat ke dumpt truck dengan rumus berikut :

$$\text{Loading time} = Cms \times n \quad \dots\dots\dots (3.7)$$

a. Cycle time of loader (Cms)

Cycle time dari alat muat tergantung dengan jenis alat muatnya dan terdapat pada perhitungan alat muat sebelumnya.

b. Jumlah siklus yang dibutuhkan loader untuk mengisi dump truck (n)

$$n = C_1 / (q_1 \times k \times \rho) \quad \dots\dots\dots (3.8)$$

Keterangan :

C₁ = Kapasitas dump truck (m³)

q₁ = Kapasitas bucket loader (m³)

k = Bucket fill factor

ρ = specific weight (ton/m³)

2. Waktu angkut dan waktu kembali

Waktu yang dibutuhkan untuk mengangkut beban dan kembali kosong, dapat dihitung dengan membagi jalan angkut menjadi beberapa bagian sesuai dengan rolling resistance dan grade resistance, sebagai berikut :

a. Rolling resistance dan grade resistance

Seperti yang dijelaskan diatas jalur angkut dibagi beberapa bagian dalam rolling resistance and grade resistance. dari nilai rolling resistance dan grade resistance di jumlahkan, menghasilkan jumlah dari tiap resistance.

Rolling resistance untuk kondisi jalur angkut dapat ditentukan dengan melihat tabel rolling resistance. Dan grade resistance dapat diperoleh dengan rata-rata gradient dari semua sisi, yang dikonversikan (dari derajat ke persen). Tabel grade resistance menunjukkan nilai % di konversikan dari sudut gradientnya. Nilai Rolling resistance dapat dilihat pada Tabel 3.8. dan Nilai Grade resistance dapat dilihat pada Tabel 3.9.

Tabel 3.8. Rolling Resistance

Haul road condition		Rolling resistance
Jalan yang terawat, permukaan datar dan rata, kelembapan yang baik.	Very good	2,0%
Sama seperti yang diatas, hanya sedikit memiliki tahanan gaya tekanan.	good	3,5%
Perawatan kurang, tidak lembab.	better	5,0%
Perawatan buruk, jalan tidak di ratakan	average	8,0%
Jalanan tanah liat atau bebatuan	bad	10,0%
Tidak pernah dirawat sama sekali	very bad	17,5%

Tabel 3.9. Grade Resistance

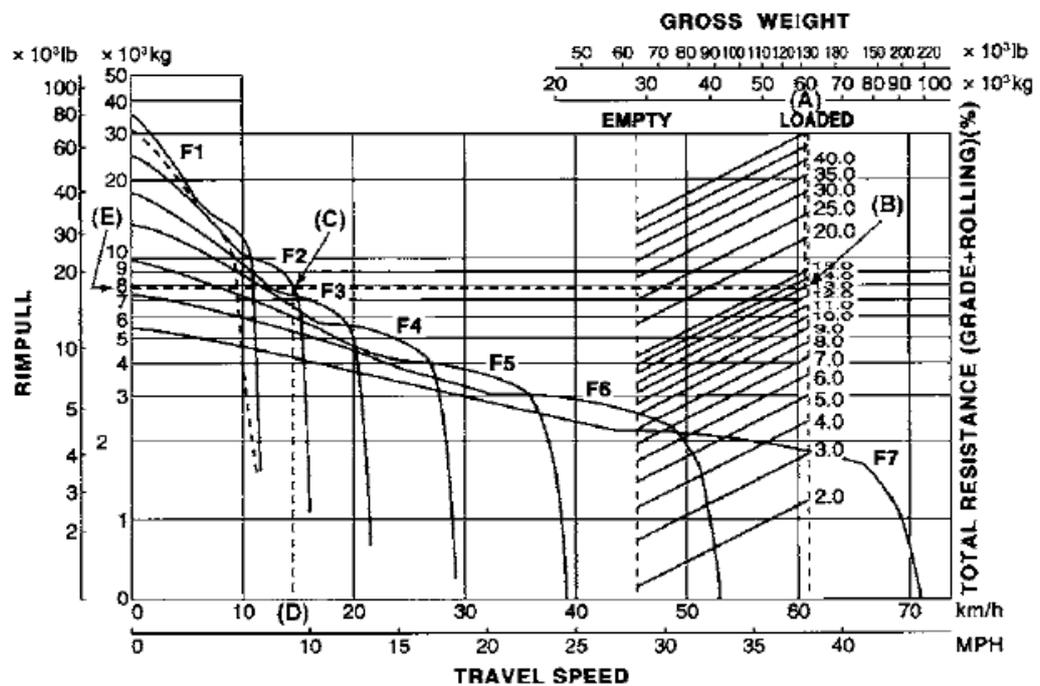
Angel	% (sin α)	Angel	% (sin α)
0	0,0%	16	27,6%
1	1,8%	17	29,2%
2	3,5%	18	30,9%
3	5,2%	19	32,6%
4	7,0%	20	34,2%
5	8,7%	21	35,8%
6	10,5%	22	37,5%
7	12,2%	23	39,1%
8	13,9%	24	40,2%
9	15,6%	25	42,3%
10	17,4%	26	43,8%
11	19,0%	27	45,4%
12	20,8%	28	47,0%
13	22,5%	29	48,5%
14	24,2%	30	50,0%
15	25,9%		

b. Mencari travel speed

Speed range dicocokkan dengan resistance dan kecepatan maksimum, dapat ditemukan di Travel Performance Curve terdapat di lembar spesifikasi dari Handbook of Komatsu edisi 30.

Cara menggunakannya, pertama beri tanda titik (A) pada berat kendaraan.lalu tarik garis vertikal kebawah. Lalu tandai titik (B) di angka dari total resistance (penjumlahan rolling resistance dan grade resistance). Setelah itu tarik garis horizontal dari (B), dan beri titik (C) pada pertemuan garis kurva dan berikan titik(E) pada rimpull. Untuk mendapatkan travel speed (D) tarik garis vertikal ke bawah dari titik (C). Kurva travel performance dump truck Komatsu HD325 dapat dilihat pada gambar 3.6.

Gambar 3.6. Kurva Travel Performance Dump Truck KOMATSU HD325



Kecepatan maksimum ini masih dalam nilai teori, dan perlu diubah dari kecepatan maksimum menjadi kecepatan rata-rata. Kecepatannya dapat disesuaikan dengan speed factor. Nilai Speed factor dapat dilihat pada Tabel 3.10.

Tabel 3.10. Speed Factor

Distance of each section of haul road (m)	when making a standing start	when running into each section	Ave. Section
0 - 100	0,37	0,60	0,49
100 - 250	0,48	0,68	0,58
250 - 500	0,58	0,75	0,66
500 - 750	0,65	0,78	0,71
750 - 1000	0,70	0,82	0,76
> 1000	0,78	0,85	0,81

Dengan begitu, kecepatan rata-rata dapat didapat dengan cara berikut :

$$\text{Kec. Rata-rata} = \text{Max. Travel speed} \times \text{speed factor} \dots\dots\dots(3.9)$$

c. Waktu angkut dan waktu kembali

Waktu angkut dan waktu kembali menggunakan rumus yang sama, yaitu :

$$\text{waktu angkut} = \frac{\text{jarak angkut (m)}}{\text{kecepatan rata - rata (m/min)}} \dots\dots\dots(3.10)$$

$$\text{waktu kembali} = \frac{\text{jarak kembali (m)}}{\text{kecepatan rata - rata (m/min)}} \dots\dots\dots(3.11)$$

3. Dumping time

Waktu yang dibutuhkan ketika dump truck memasuki daerah dumping lalu melakukan dumping hingga siap kembali. Lamanya waktu dumping tergantung oleh kondisi operasinya. Dumping time dapat dilihat pada Tabel 3.11.

Tabel 3.11. Dumping Time

Operating condition	t ₁ , min
Favorable	0,5 to 0,7
Average	1,0 to 1,3
Unfavorable	1,5 to 2,0

4. Waktu yang dibutuhkan truk mengambil posisi dan loader untuk memulai loading.

Waktu yang dibutuhkan truk mengambil posisi dan loader untuk memulai loading dipengaruhi oleh operating condition, Spot and delay time dapat dilihat pada Tabel 3.12.

Tabel 3.12. Spot And Delay Time

Operating condition	t ₁ , min
Favorable	0,1 to 0,2
Average	0,25 to 0,35
Unfavorable	0,4 to 0,5

2) Perhitungan jumlah dump truck yang dibutuhkan

Jumlah dump truck yang dibutuhkan untuk dikombinasikan dengan kerja loader dengan maksimum operation efficiency dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$M = \frac{\text{Cycle time of a dump truck}}{\text{loading time}} = \frac{Cmt}{n \times Cms} \dots\dots\dots(3.12)$$

Keterangan :

- n = jumlah cycle yang dibutuhkan loader untuk mengisi dump truck
- Cms = Cycle time loader (min)
- Cmt = Cycle time dump truck (min)

3) Perhitungan produktifitas dump truck

Jumlah produksi jam-an dari beberapa dump truck dimana mereka melakukan pekerjaan yang sama secara serempak dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$P = C \times \frac{60}{Cmt} \times Et \times M \dots\dots\dots(3.13)$$

Keterangan :

- P = Produksi per jam (m³/jam)
 - Et = Job efficiency dump truck,
- Nilai job efficiency dump truck dapat dilihat pada Tabel 3.13.

M = Jumlah dumptruck yang beroperasi

Cmt = Waktu cycle untuk dump truck (min)

C = Produksi per cycle = $n \times q_1 \times K$

Keterangan: n = jumlah cycle untuk mengisi dump truck

q_1 = Kapasitas bucket loader

K = bucket fill factor loader

Tabel 3.13. Job Efficiency Of Dumptruck

operating condition	Et
Good	0,83
Average	0,80
Rather poor	0,75
Poor	0,70

3.4. Analisis Studi Kasus

Mengaplikasikan hasil perhitungan pengadaan penanganan material dengan data stockpile. Dengan suatu kondisi dan dengan menentukan titik-titik penempatan penanganan penanganan material. Dan dijelaskan lebih lanjut di Bab berikutnya.

3.5. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dari hasil analisa dan saran untuk proses analisa yang lebih baik lagi. Dijelaskan pada Bab kesimpulan dan analisa.