

Strategi Penjadwalan *Truck* Berdasarkan *Match Factor* Untuk Pengangkutan *Wet Muck* Di *Truck Haulage Level* Tambang Bawah Tanah *Deep Ore Zone PT. Freeport Indonesia*

Bernadetha Tifany Hurlatu¹, Frits Kayadoe

¹ Program Studi Magister Teknik Geologi, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

Fakultas Teknologi Mineral, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

Korespondensi : bernadeth.t. hurlatu@gmail.com

ABSTRAK

Wet muck merupakan campuran material berbutir halus dengan air yang sangat berbahaya dan dapat merusak panel jika penarikannya tidak merata. Penanganan *wet muck* dapat dilakukan dengan penarikan yang merata sesuai dengan *draw order* yang ada. Agar penarikan *wet muck* dapat merata sesuai dengan *draw order* yang ada maka diperlukan keserasian alat antara *Load Haul Dump* pada level *Extraction* (3126/L) dan *Dump Truck* pada level *Truck Haulage* (3076/L). Penanganan yang dapat dilakukan yaitu dengan membuat penjadwalan *truck*, agar penarikan *muck* dapat berjalan dengan merata sesuai dengan *draw order* yang ada. Untuk membuat penjadwalan *truck* dibutuhkan data *cycle time Load Haul Dump* dan *Truck*, jumlah *loading point* yang aktif, lalu dari data-data itu akan dihasilkan *match factor*. Berdasarkan hasil *match factor* pada Strategi 1 dengan kondisi buruk memerlukan 19 *truck*, dengan kondisi sedang membutuhkan 19 *truck* dan dengan kondisi baik memerlukan 19 *truck*. Lalu dengan Strategi 2 dengan kondisi buruk memerlukan 31 *truck*, dengan kondisi sedang membutuhkan 28 *truck* dan kondisi baik memerlukan 24 *truck*. Rata-rata produksi yang dihasilkan oleh Strategi 1 yaitu 72 m³/jam, dan produksi menggunakan Strategi 2 yaitu 28 m³/jam. Dari hasil produksi tersebut maka dapat diambil kesimpulan bahwa dengan Strategi 1 lebih memungkinkan untuk digunakan agar target produksi tidak menurun dan tidak membutuhkan penambahan *truck* dan operator. Tetapi jika tetap ingin menggunakan Strategi 2 lalu tidak ingin menambah jumlah *Dump Truck* dan Operator maka kita harus menurunkan target produksi dibawah 14.796 m³/hari.

Kata kunci: *Wet muck*, *Dump Truck*, *Load Haul Dump*, *Match factor*, Strategi, Kondisi.

ABSTRACT

Wet muck is a mixture of fine-grained material with water which is very dangerous and can damage the panel if the withdrawal is uneven. Wet muck handling can be done with an even withdrawal according to the existing draw order. In order for the wet muck withdrawal to be evenly distributed in accordance with the existing draw order, it is necessary to have a tool compatibility between the Load Haul Dump at the Extraction level (3126/L) and the Dump Truck at the Truck Haulage level (3076/L). The handling that can be done is by scheduling the truck, so that the muck withdrawal can run evenly according to the existing draw order. To make truck scheduling requires data cycle time Load Haul Dump and Truck, the number of loading points that are active, then from those data a match factor will be generated. Based on the match factor results in Strategy 1 with poor conditions requires 19 trucks, with moderate conditions needing 19 trucks and with good conditions requires 19 trucks. Then with Strategy 2 with bad conditions requires 31 trucks, with moderate conditions requires 28 trucks and good conditions requires 24 trucks. Then the average production produced by Strategy 1 is 72 m³ / hour, and production using Strategy 2 is 28 m³ / hour. From the results of these productions, it can be concluded that with Strategy 1 it is more possible to use so that the production target does not decrease and does not require the addition of trucks and operators. But if you still want to use Strategy 2 and then don't want to increase the number of Dump Trucks and Operators, then we have to reduce the production target below 14,796 m³ / day.

Keywords : *Wet muck*, *Dump Truck*, *Load Haul Dump*, *Match factor*, Strategy, Condition.

1. PENDAHULUAN

Tambang bawah tanah *Deep Ore Zone* merupakan salah satu tambang PT. Freeport Indonesia yang mempunyai cadangan terbukti sebanyak 46.813,96 ton. Dengan grade Tembaga (Cu) 0,56%, Emas (Au) 2,27 gram/ton, dan Perak (Ag) 0,68 gram/ton. Semua cadangan tersebut ditambang dengan menggunakan sistem penambangan *Block Caving* dimana bijih yang akan ditambang akan jatuh karena bobotnya sendiri dengan cara yang terkontrol. Sistem penambangan *Block Caving* mempunyai tiga level utama yaitu *Undercut Level*

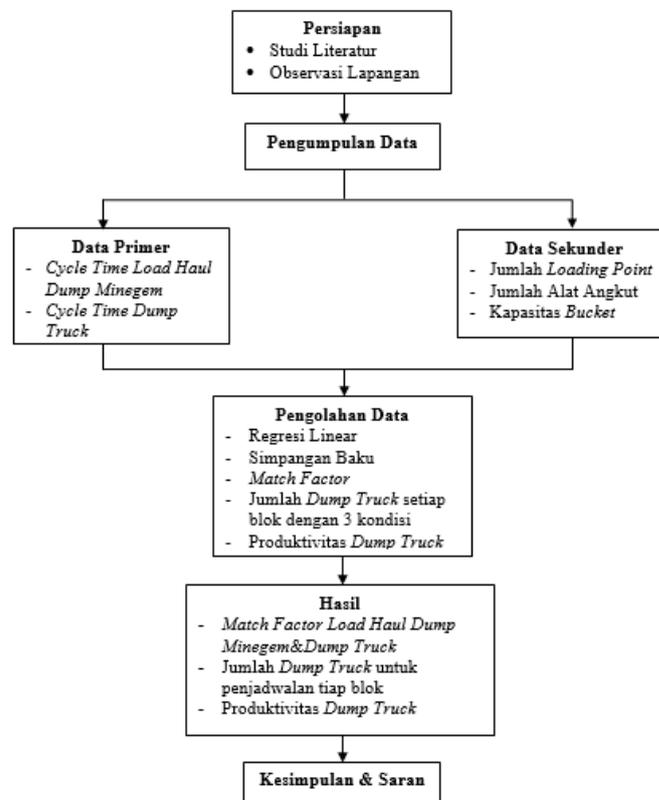
dimana pemotongan badan bijih akan dilakukan untuk menghasilkan ambrukan. *Extraction Level* dimana *Load Haul Dump R1600 (LHD)* akan mengambil *muck* dari *draw point* dan *dumping* di *grizzly*, dan *Truck Haulage Level* dimana *dump truck AD-55* akan mengisi *muck* di *loading point* dan *dumping* di *crusher*. Tambang *Deep Ore Zone* ini sendiri telah melakukan penambangan sampai pada tahap produksi.

Tahap produksi pada tambang *Deep Ore Zone* dimulai dari *Extraction Level* dan dilanjutkan pada *Truck Haulage Level*. Agar produksi dapat berjalan dengan lancar maka *LHD* yang berada di *Extraction Level* dengan *dump truck* yang berada di *Truck Haulage Level* harus mempunyai waktu yang sinkron saat bekerja. Penelitian yang dilakukan berfokus pada area *wet muck* saja, dan *LHD* yang bekerja di area *wet muck* hanya *LHD minegem*. Pada saat ini belum ada penugasan *dump truck* untuk mengangkut *wet muck* di *Truck Haulage Level*, dan bertambahnya *draw point wet muck* di *Extraction Level* membuat penarikan *muck* untuk kedua alat tidak sinkron sehingga dengan penarikan *muck* setiap 5 *bucket* dumpungan *LHD minegem* membuat *delay* untuk menunggu *chute* kosong yang cukup besar yaitu 47% dari total waktu *delay* (Aktual Q3 2015). Oleh karena itu penelitian yang berjudul “Strategi penjadwalan *truck* berdasarkan *match factor* untuk pengangkutan *wet muck* di *Truck Haulage Level* tambang bawah tanah *Deep Ore Zone* PT. Freeport Indonesia” ini dilakukan untuk membuat penjadwalan *truck* pada area *wet muck*, dengan menggunakan 2 strategi dan masing-masing mempunyai 3 Kondisi berbeda agar penarikan *muck* setiap 5 *bucket* dumpungan *LHD minegem* dapat berjalan teratur. Lalu dengan adanya strategi dan kondisi tersebut kita bisa mengetahui berapa banyak *dump truck* yang dibutuhkan untuk mencapai target produksi yang sudah ada.

2. METODE PENELITIAN

Adapun Rencana Penelitian mengenai Penjadwalan *Dump Truck* berdasarkan *Match Factor* untuk pengangkutan *Wet Muck* pada tambang bawah tanah *Deep Ore Zone*. Penelitian dilakukan pada bulan November 2015 – Januari 2016 di area *Truck Haulage Level 3076/L* Tambang bawah tanah *DOZ* dengan data yang diambil berupa data primer dan data sekunder.

Sebelum melakukan pengumpulan data, maka penulis membuat flow chart sebagai dasar metodologi agar proses pengumpulan data dapat dilakukan secara terstruktur, efektif, efisien, dengan harapan hasil yang didapat mampu dianalisis dengan baik sehingga mampu menghasilkan solusi yang menjawab permasalahan yang ada. Hasil pembuatan flow chart adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Diagram alir penelitian

3. HASIL DAN ANALISIS

Regresi Linear

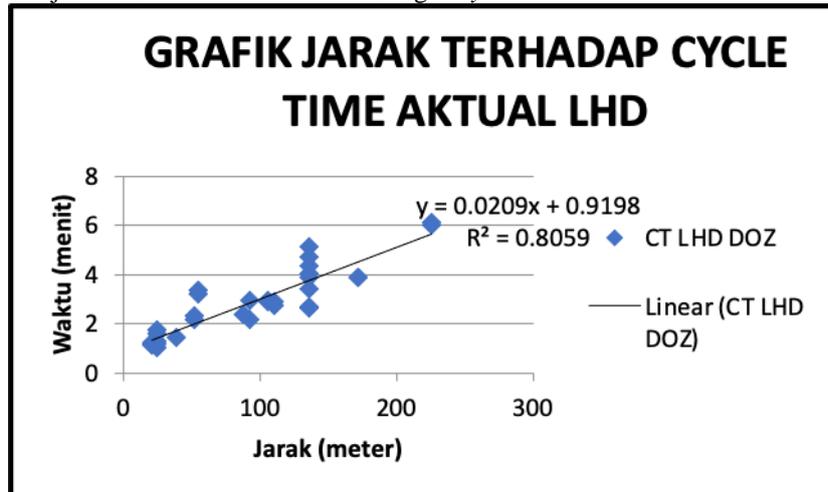
Dari hasil pengukuran beberapa sampel *cycle time load haul dump (LHD) minegem* di lapangan, maka akan dibuat persamaan regresi linear $y = a + bx$ antara jarak (meter) dengan *cycle time* (menit) agar bisa di dapatkan *cycle time* rata-rata dari setiap *draw point* ke *grizzly* seperti tabel di bawah ini :

Tabel 3.1 Data Lapangan LHD Minegem Type R1600

No	No Loader	Panel & DP	Grizzly	Jarak 1 Siklus (x = Meter)	CT Per Siklus (Menit)	Regresi Linear $y = 0,020x + 0,919$
1	636	P02-26E	2S	20,38	1,15	1,33
2	636	P02-26E	2S	20,38	1,20	1,33
3	636	P02-26E	2S	20,38	1,19	1,33
4	629	P01-26E	1S	24,77	1,00	1,41
5	629	P01-26E	1S	24,77	1,18	1,41
6	629	P01-26E	1S	24,77	1,58	1,41
7	629	P01-26E	1S	24,77	1,76	1,41
8	629	P01-26E	1S	24,77	1,27	1,41
9	644	P02-27E	2S	38,38	1,44	1,69
10	644	P03-28W	3S	51,76	2,18	1,95
11	644	P03-28W	3S	51,76	2,31	1,95
12	648	P06-22W	6S	54,67	3,36	2,01
13	648	P06-22W	6S	54,67	3,21	2,01
14	644	P02-30W	2S	87,81	2,37	2,68
15	644	P02-30E	2S	92,38	2,18	2,77
16	644	P02-30E	2S	92,38	2,92	2,77
17	642	P05-19W	5S	105,98	2,92	3,04
18	642	P05-19W	5S	105,98	2,89	3,04
19	644	P02-31E	2S	110,38	2,89	3,13
20	644	P02-31E	2S	110,38	2,74	3,13
21	626	P06-20E	6S	135,93	2,64	3,64
22	626	P06-20E	6S	135,93	2,70	3,64
23	648	P06-20E	6S	135,93	5,16	3,64
24	648	P06-20E	6S	135,93	3,43	3,64
25	648	P06-20E	6S	135,93	4,03	3,64
26	648	P06-20E	6S	135,93	3,89	3,64
27	648	P06-20E	6S	135,93	4,34	3,64
28	648	P06-20E	6S	135,93	4,69	3,64
29	648	P06-18E	6S	171,93	3,88	4,36
30	648	P06-18E	6S	171,93	3,86	4,36
31	643	P06-15E	6S	225,93	6,03	5,44
32	643	P06-15E	6S	225,93	6,12	5,44
				Rata-rata CT (menit)		2,81
				Produksi / Jam (m³)		242449,11
				Simpangan Baku		1,2

Jika jarak merupakan variabel X dan *cycle time* Y, maka hubungan keduanya dapat di modelkan dengan persamaan $Y = 0,020X + 0,919$ seperti pada tabel di atas. Koefisien regresi linear dari persamaan tersebut

adalah $R^2 = 0,805$ (lihat gambar grafik di bawah). Dengan nilai koefisien regresi mendekati 1 maka disimpulkan bahwa jarak memiliki korelasi linear dengan *cycle time*.



Grafik 3.1 Regresi Linear CT LHD

Grafik di atas menunjukkan bahwa semakin jauh jarak tempuh maka semakin banyak waktu yang dibutuhkan. Pada jarak tempuh 135,93 meter mempunyai waktu yang beragam karena *system* pada *LHD Minegem* yang sering mengalami gangguan.

Simpangan Baku

Penggunaan simpangan baku dalam hitungan ini agar dapat menunjukkan bahwa kisaran data *cycle time load haul dump (LHD) minegem* yang di ambil tidak mempunyai persebaran data yang terlalu jauh sehingga data tersebut dapat di percaya. Simpangan baku dapat di hitung menggunakan persamaan 2.8.

$$\begin{aligned}
 S &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}} \\
 S &= \frac{(1,33 - 2,81)^2 + (1,33 - 2,81)^2 + \dots + (5,44 - 2,81)^2}{32} \\
 &= \frac{46,29}{32} \\
 &= 1,45 \\
 S^2 &= \sqrt{1,45} \\
 S &= 1,2
 \end{aligned}$$

Jadi rata-rata penyimpangan data *load haul dump (LHD) minegem* antara nilai hasil pengukuran dengan nilai rata-rata adalah 1,2.

Dump Truck

Perhitungan *cycle time* rata-rata per blok di bawah didapatkan dari data *cycle time dump truck* aktual (dapat dilihat pada Lampiran A).

Tabel 3.2 Rata-Rata Cycle Time Dump Truck Aktual

Blok	Travel Empty (menit)	Manuver (menit)	Loading (menit)	Travel Full (menit)	Dumping (menit)	Delay (menit)	Cycle Time (menit)
South 1	4,88	0,86	2,31	3,93	0,53	1,07	12,48
South 2	5,48	0,94	1,65	5,02	0,50	1,25	13,82
West 1	4,45	0,72	2,92	3,65	0,48	2,39	12,23
West 2	6,25	0,80	1,88	5,18	0,58	1,00	15,02

Pada blok *West 2 cycle time* yang dihasilkan merupakan *cycle time* yang paling lama karena jaraknya paling jauh di banding blok yang lain. *Loading time* yang paling lama pada blok *West 1* karena jenis materialnya yang cenderung basah. Sedangkan pada blok *South 2* waktu loadingnya paling cepat karena material di blok itu kering.

Tabel di bawah ini merupakan hasil perbandingan *cycle time* dan produktivitas *truck* pada bulan September 2014 yang di ambil oleh peneliti sebelumnya dan dengan bulan Desember 2015. Dapat disimpulkan bahwa *cycle time* bertambah dari 11,18 menit menjadi 13,39 menit mengakibatkan produktivitas menurun dari 277 ton atau 102,5 m³ per jam menjadi 206 ton atau 76,21 m³ per hari. Dan penambahan *cycle time* yang sangat terlihat yaitu pada *loading time* karena kondisi material di *DOZ* yang sekarang bertambah basah dan semakin sulit untuk dimuat (*loading*) ke atas *dump truck*.

Tabel 3.3 Perbandingan Cycle Time dan Produktivitas

Keterangan	Sept-14	Des-15
Produktivitas (m ³ /jam)	102,5	76,21
Cycle Time (menit)	11,18	13,39
Loading Time (menit)	1,75	2,19
Dumping Time (menit)	0,77	0,52
Travell Speed (km/jam)	12,06	10,40

Match Factor dan Jumlah Truck

1. *Match Factor* dengan Strategi 1 *Truck* tidak menunggu di *Loading Point*

Pada Strategi ini *truck* yang ditugaskan pada *loading point (LP) wet muck* hanya boleh masuk pada *LP wet muck* yang sudah di tentukan tetapi tidak menunggu di bawah *chute* pada saat *load haul dump (LHD) minegem dumping* ke *grizzly*. Sedangkan *dump truck* yang tidak ditugaskan pada *LP wet muck* dapat masuk *loading point* mana saja (berisi *muck kering*) yang *ore pass*nya sudah ada dan tinggal di ambil.

Dengan strategi penugasan *dump truck* yang tidak menunggu di bawah *LP*, maka akan di pakai persamaan 2.3 untuk menghitung *Match factor* setiap blok (*South 1, West 1, dan West 2*) agar antara *dump truck* dan *LHD* yang bertugas pada setiap *LP* tidak ada yang menunggu terlalu lama.

$$MF = \frac{n \times n_h \times CTl}{n_j \times CTh}$$

$$= \frac{5 \times 1 \times 4,07 \text{menit}}{1 \times 12,48 \text{menit}}$$

$$= \frac{20,35}{12,48}$$

$$= 1,63$$

Tabel 3.4 Hasil dari Match Factor Strategi 1

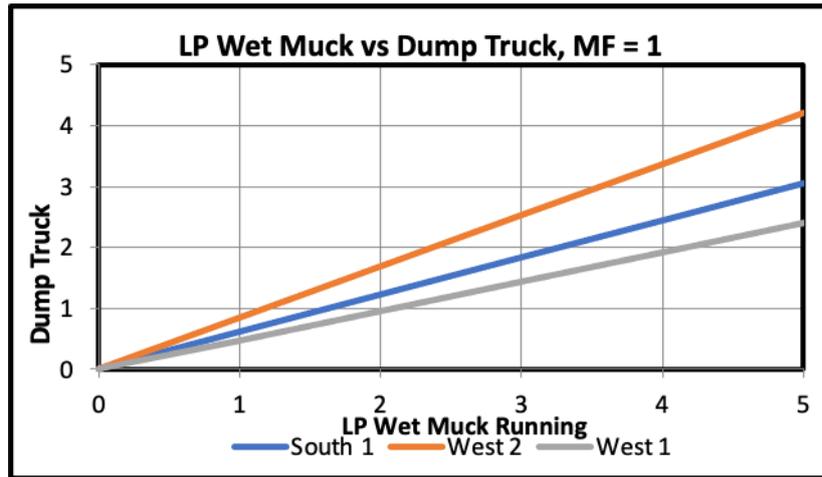
Opsi 1 - 1 LP Running di setiap Blok						
BLOK	DUMP TRUCK					
	1	2	3	4	5	6
A (South 1)	,63	,26	,89	,52	,15	,78
D (West 1)	,07	,15	,22	,30	0,37	2,44
C (West 2)	,19	,38	,57	,76	,94	,13
Opsi 2 - 2 LP Running di setiap Blok						
BLOK	DUMP TRUCK					
	1	2	3	4	5	6
A (South 1)	,82	,63	,45	,26	,08	,89
D (West 1)	,04	,07	,11	,15	,18	,22
C (West 2)	,59	,19	,78	,38	,97	,57
Opsi 3 - 3 LP Running di setiap Blok						
BLOK	DUMP TRUCK					

	1	2	3	4	5	6
A (South 1)	0,54	1,09	1,63	2,17	2,72	3,26
D (West 1)	0,69	1,38	2,07	2,77	3,46	4,15
C (West 2)	0,40	0,79	1,19	1,59	1,98	2,38

Opsi 4 - 4 LP Running di setiap Blok						
BLOK	DUMP TRUCK					
	1	2	3	4	5	6
A (South 1)	0,41	0,82	1,22	1,63	2,04	2,45
D (West 1)	0,52	1,04	1,56	2,07	2,59	3,11
C (West 2)	0,30	0,59	0,89	1,19	1,49	1,78
Opsi 5 - 5 LP Running di setiap Blok						
BLOK	DUMP TRUCK					
	1	2	3	4	5	6
A (South 1)	0,33	0,65	0,98	1,30	1,63	1,96
D (West 1)	0,41	0,83	1,24	1,66	2,07	2,49
C (West 2)	0,24	0,48	0,71	0,95	1,19	1,43
Opsi 6 - 6 LP Running di setiap Blok						
BLOK	DUMP TRUCK					
	1	2	3	4	5	6
A (South 1)	0,27	0,54	0,82	1,09	1,36	1,63
D (West 1)	0,35	0,69	1,04	1,38	1,73	2,07
C (West 2)	0,20	0,40	0,59	0,79	0,99	1,19
Opsi 7 - 7 LP Running di setiap Blok						
BLOK	DUMP TRUCK					
	1	2	3	4	5	6
A (South 1)	0,23	0,47	0,70	0,93	1,16	1,40
D (West 1)	0,30	0,59	0,89	1,19	1,48	1,78
C (West 2)	0,17	0,34	0,51	0,68	0,85	1,02

Dari tabel di atas kolom-kolom berwarna merah menunjukkan berapa *dump truck* yang dipakai karena hasil *match factor*-nya paling mendekati 1. Perlu diingat bahwa pada blok *South 1* mempunyai 10 *LP* yang aktif, blok *West 1* mempunyai 5 *LP* yang aktif dan blok *West 2* mempunyai 6 *LP* yang aktif. Semua *LP* yang masih aktif tersebut berisi material *wet muck*, tetapi semua *LP wet muck* pada setiap blok tersebut tidak akan *running* pada saat yang sama karena ada penjadwalan untuk *repair LP* secara bergantian.

Dapat dilihat pada tabel di atas jika kita mempunyai 1 *LP* yang *running* pada setiap blok maka harus ada 1 *dump truck* pada setiap blok tersebut. Jika ada 2 *LP* yang *running* pada setiap blok maka pada blok *South 1* dan *West 1* harus ada 1 *dump truck* dan untuk blok *West 2* harus ada 2 *dump truck*, dan seterusnya. Pada tabel yang menunjukkan 6 *LP running* dan 7 *LP running*, kolomnya ada yang tidak diberi warna merah yaitu pada *West 1* dan *West 2* karena *LP* yang aktif pada blok *West 1* hanya ada 5 *LP* dan pada blok *West 2* hanya ada 6 *LP*. Gambar grafik di bawah menunjukkan hasil perhitungan tabel *match factor* Strategi 1 di atas.



Grafik 3.2 Hasil Perhitungan Match Factor Strategi 1

2. Match Factor dengan Strategi 2 Dump Truck menunggu di Loading Point

Strategi kedua ini tidak jauh berbeda dengan strategi yang sudah dibuat pertama yaitu *dump truck* hanya boleh masuk pada *LP wet muck* yang sudah di tentukan, *dump truck* yang tidak di tugaskan pada *LP wet muck* dapat masuk ke *LP* mana saja (berisi *muck* kering) yang *ore passnya* sudah ada. Tetapi yang membedakan yaitu *dump truck* yang masuk pada *LP wet muck* ini harus menunggu di *LP* dari awal *LHD minegem dumping* ke *grizzly* sampai terakhir yaitu sebanyak 5 kali agar *bucket dump truck* tersebut penuh.

Dengan Strategi 2 *dump truck* menunggu di *LP*, akan di pakai persamaan 2.3 untuk menghitung *match factor* setiap blok (*South 1*, *West 1*, dan *West 2*) agar antara *dump truck* dan *LHD* yang bertugas pada setiap *LP* tidak ada yang menunggu terlalu lama. Yang membedakan adalah 1 kali *cycle time dump truck* ditambahkan dengan total *cycle time LHD minegem* sebanyak 5 kali.

$$\begin{aligned}
 MF &= \frac{n \times n_h \times CTl}{n_l \times CTh} \\
 &= \frac{5 \times 1 \times 5,07 \text{menit}}{1 \times 37,59 \text{menit}} \\
 &= \frac{25,35}{37,59} \\
 &= 0,67
 \end{aligned}$$

Tabel 3.5 Hasil dari Match Factor Strategi 2

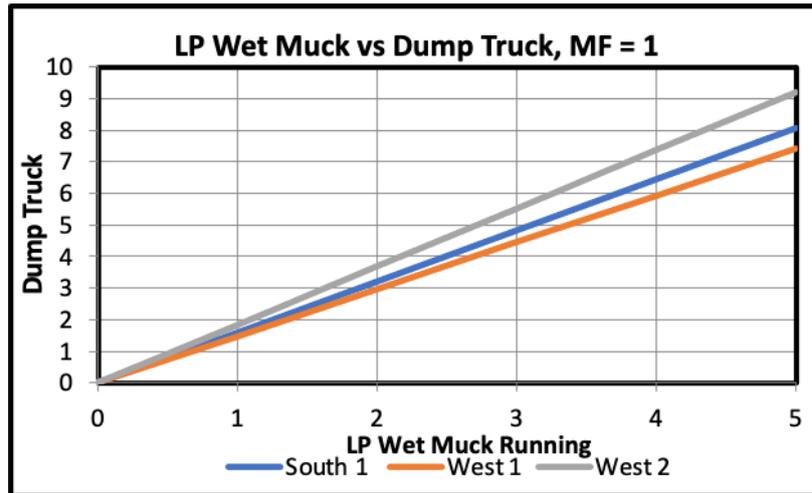
Opsi 1 - 1 LP Running di setiap Blok											
BLOK	T R U C K										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
A (South 1)	2	4	6	8	0	2	4	6	8	0	2
D (West 1)	7	5	2	0	7	5	2	9	7	4	2
C (West 2)	4	9	3	7	1	6	0	4	9	3	7
Opsi 2 - 2 LP Running di setiap Blok											
BLOK	T R U C K										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
A (South 1)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1
D (West 1)	4	7	1	5	9	2	6	0	3	7	1
C (West 2)	7	4	1	9	6	3	0	7	4	1	9
Opsi 3 - 3 LP Running di setiap Blok											
BLOK	T R U C K										

Strategi Penjadwalan Truck berdasarkan Match factor untuk Pengangkutan Wet Muck di Truck Haulage Level Tambang Bawah Tanah Deep Ore Zone PT Freeport Indonesia (Bernadetha Tiffany Hurlatu)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
A (South 1)	1	1	2	3	3	4	5	5	6	7	7
D (West 1)	2	5	7	0	2	5	7	0	2	5	7
C (West 2)	8	6	4	2	0	9	7	5	3	1	9
Opsi 4 - 4 LP Running di setiap Blok											
BLOK	T R U C K										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
A (South 1)	5	1	6	2	7	3	8	4	9	5	0
D (West 1)	7	4	1	7	4	1	8	5	2	9	5
C (West 2)	4	7	1	4	8	1	5	9	2	6	9
Opsi 5 - 5 LP Running di setiap Blok											
BLOK	T R U C K										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
A (South 1)	2	5	7	0	2	4	7	9	2	4	6
D (West 1)	3	7	0	4	7	1	4	8	1	5	8
C (West 2)	1	2	3	3	4	5	6	7	8	9	9
Opsi 6 - 6 LP Running di setiap Blok											
BLOK	T R U C K										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
A (South 1)	0	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4
D (West 1)	1	2	4	5	6	7	9	0	1	2	4
C (West 2)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	0
Opsi 7 - 7 LP Running di setiap Blok											
BLOK	T R U C K										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
A (South 1)	9	8	7	5	4	3	2	1	0	9	7
D (West 1)	0	9	9	9	8	8	7	7	7	6	6
C (West 2)	8	6	3	1	9	7	4	2	0	8	5

Dari tabel di atas kolom-kolom berwarna merah menunjukkan berapa *dump truck* yang dipakai karena hasil *match factor*-nya paling mendekati 1. Perlu diingat bahwa pada blok *South 1* mempunyai 10 *LP* yang aktif, blok *West 1* mempunyai 5 *LP* yang aktif dan blok *West 2* mempunyai 6 *LP* yang aktif. Semua *LP* yang masih aktif tersebut berisi material *wet muck*, tetapi semua *LP wet muck* pada setiap blok tersebut tidak akan *running* pada saat yang sama karena ada penjadwalan untuk *repair LP* secara bergantian.

Berbeda dengan Strategi 1, dapat dilihat pada tabel di atas jika kita mempunyai 1 *LP* yang *running* pada setiap blok maka pada blok *South 1* harus ada 2 *dump truck*. Pada blok *West 1* harus ada 1 *dump truck* dan pada blok *West 2* harus ada 2 *dump truck*. Jika ada 2 *LP* yang *running* pada setiap blok maka pada blok *South 1* dan *West 1* harus ada 3 *dump truck* dan untuk blok *West 2* harus ada 4 *dump truck*, dan seterusnya. Pada tabel yang menunjukkan 6 *LP running* dan 7 *LP running*, kolomnya ada yang tidak diberi warna merah yaitu pada *West 1* dan *West 2* karena *LP* yang aktif pada blok *West 1* hanya ada 5 *LP* dan pada blok *West 2* hanya ada 6 *LP*. Gambar grafik di bawah menunjukkan hasil perhitungan tabel *match factor* Strategi 2 di atas.



Grafik 3.3 Hasil Perhitungan Match Factor Strategi 2

Jumlah Dump Truck setiap Blok dengan 3 Kondisi berbeda

Yang dimaksud dengan 3 Kondisi berbeda yaitu jumlah *loading point running* yang diasumsikan berbeda-beda, lalu jumlah *dump truck* disesuaikan dengan jumlah *LP* yang *running* pada saat itu.

1. Kondisi 1 Buruk, yaitu jumlah *LP* berisi *wet muck* yang *running* ada 12 *LP*. Dari blok *South 1* ada 7 *LP* *running*, blok *West 1* ada 3 *LP* *running* dan blok *West 2* ada 2 *LP* *running*.
- 2.

Tabel 3.6 Kondisi 1 menggunakan Strategi 1

Kondisi Buruk (12 LP Wet Muck Running)				
Target Produksi		Dump Truck di wet muck	Dump Truck di dry muck	Total Dump Truck
(ton/hari)	(m ³ /hari)			
60.000	22.193	7	12	19
55.000	20.344	7	10	17
50.000	18.495	7	8	15
45.000	16.645	7	7	14
40.000	14.796	7	5	12

Tabel 3.7 Kondisi 1 menggunakan Strategi 2

Kondisi Buruk (12 LP Wet Muck Running)				
Target Produksi		Dump Truck di wet muck	Dump Truck di dry muck	Total Dump Truck
(ton/hari)	(m ³ /hari)			
60.000	22.193	19	12	31
55.000	20.344	19	10	29
50.000	18.495	19	9	28
45.000	16.645	19	7	26
40.000	14.796	19	5	24

3. Kondisi 2 Sedang, yaitu jumlah *LP* berisi *wet muck* yang *running* ada 9 *LP*. Dari blok *South 1* ada 5 *LP* *running*, blok *West 1* ada 2 *LP* *running* dan blok *West 2* ada 2 *LP* *running*.

Tabel 3.8 Kondisi 2 dengan menggunakan Strategi 1

Kondisi Sedang (9 LP Wet Muck Running)				
Target Produksi		Dump Truck di wet muck	Dump Truck di dry muck	Total Dump Truck
(ton/hari)	(m³/hari)			
60.000	22.193	6	13	19
55.000	20.344	6	11	17
50.000	18.495	6	10	16
45.000	16.645	6	8	14
40.000	14.796	6	6	12

Tabel 3.9 Kondisi 2 dengan menggunakan Strategi 2

Kondisi Sedang (9 LP Wet Muck Running)				
Target Produksi		Dump Truck di wet muck	Dump Truck di dry muck	Total Dump Truck
(ton/hari)	(m³/hari)			
60.000	22.193	15	13	28
55.000	20.344	15	12	27
50.000	18.495	15	10	25
45.000	16.645	15	9	24
40.000	14.796	15	7	22

4. Kondisi 3 Baik, yaitu jumlah LP berisi wet muck yang running ada 5 LP. Dari blok South 1 ada 3 LP running, blok West 1 ada 1 LP running dan blok West 2 ada 1 LP running.

Tabel 3.10 Kondisi 3 menggunakan Strategi 1

Kondisi Baik (5 LP Wet Muck Running)				
Target Produksi		Dump Truck di wet muck	Dump Truck di dry muck	Total Dump Truck
(ton/hari)	(m³/hari)			
60.000	22.193	4	15	19
55.000	20.344	4	13	17
50.000	18.495	4	12	16
45.000	16.645	4	10	14
40.000	14.796	4	8	12

Tabel 3.11 Kondisi 3 dengan menggunakan strategi 2

Kondisi Baik (5 LP Wet Muck Running)				
Target Produksi		Dump Truck di wet muck	Dump Truck di dry muck	Total Dump Truck
(ton/hari)	(m³/hari)			
60.000	22.193	8	16	24
55.000	20.344	8	15	23
50.000	18.495	8	13	21
45.000	16.645	8	11	19
40.000	14.796	8	10	18

Produktivitas Dump Truck

1. Untuk mengetahui produksi *dump truck* dari *LP wet muck* selama 1 jam dari setiap blok (*South 1*, *West 1*, dan *West 2*) dengan Strategi 1 (*truck* tidak menunggu di *LP*), maka dapat dihitung menggunakan persamaan 2.1.

(Berat Jenis lihat tabel 2.1.)

$$\begin{aligned}
 P &= 60 \times \frac{E \times I \times H}{CT} \\
 &= 60 \text{ menit} \times \frac{71\% \times 0,83 \times 26,9 \text{ m}^3}{12,48 \text{ menit}} \\
 &= 76,21 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 &= \frac{76,21 \text{ m}^3/\text{jam} \times 2703,5 \text{ kg/m}^3}{1000 \text{ kg}} \\
 &= 206,03 \text{ ton/jam}
 \end{aligned}$$

Tabel 3.12 Produksi truck per jam menggunakan Strategi 1

Blok	Produksi Wet Muck / Jam	
	(m ³)	(ton)
South 1	76	206,03
West 1	78	210,25
West 2	63	171,19

Hasil perhitungan Produksi dari Strategi 1 tidak mempunyai selisih yang begitu besar antara blok *South 1* yaitu 76 m³/jam dan *West 1* yaitu 78 m³/jam karena jaraknya ke *crusher* tidak jauh berbeda. Sedangkan blok *West 2* yang mempunyai jarak paling jauh di dibandingkan dengan *South 1* dan *West 1* mempunyai produksi paling rendah yaitu 63 m³/jam.

2. Untuk mengetahui produksi *dump truck* dari *LP wet muck* selama 1 jam dari setiap blok (*South 1*, *West 1*, dan *West 2*) dengan Strategi 2 (*truck* menunggu di *LP*), maka dapat dihitung menggunakan persamaan 2.1. (Berat Jenis lihat tabel 2.1.)

$$\begin{aligned}
 P &= 60 \times \frac{E \times I \times H}{CT} \\
 &= 60 \text{ menit} \times \frac{71\% \times 0,83 \times 26,9 \text{ m}^3}{32,83 \text{ menit}} \\
 &= 28,97 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 &= \frac{28,97 \text{ m}^3/\text{jam} \times 2703,5 \text{ kg/m}^3}{1000 \text{ kg}} \\
 &= 78,32 \text{ ton/jam}
 \end{aligned}$$

Tabel 3.13 Produksi truck per jam menggunakan Strategi 1

Blok	Produksi Wet Muck / Jam	
	(m ³)	(ton)
South 1	29	78,32
West 1	25	68,39
West 2	29	78,21

Perhitungan Produksi dari Strategi 2 ini mempunyai hasil yang sangat rendah dibandingkan dengan strategi 1 dan perbedaan dari ketiga blok tersebut juga sangat tipis. Hal itu dikarenakan pada perhitungan strategi 2 ini *cycle time dump truck* dan *cycle time LHD minegem* ditambahkan membuat *cycle time* bertambah besar dan hasil produksi pun berkurang. Lalu yang membuat

produksi West 1 paling sedikit di banding yang lain yaitu *cycle time LHD minegem* yang paling besar, karena pada West 1 *LHD minegem* mempunyai *draw order* yang rata-rata jauh pada saat itu. *Draw order* merupakan perencanaan penarikan *muck* dari *draw point*.

Diskusi

a. Match Factor

Hasil dari perhitungan *match factor* dengan menggunakan Strategi 1 *dump truck* tidak menunggu di *LP* dan Strategi 2 *dump truck* menunggu di *LP* sangat terlihat perbedaannya, yaitu pada Strategi 2 membutuhkan alat 2 kali lipat lebih banyak di banding Strategi 1. Kenaikan itu dikarenakan *dump truck* harus menunggu di *LP* sampai *LHD minegem dumping 5 bucket* di atas. Jadi *cycle time dump truck* untuk Strategi 2 ini yaitu jumlah dari *cycle time LHD minegem* selama 5 siklus di tambah dengan *cycle time normal dump truck* 1 siklus.

Pada persamaan *match factor* ini kita membutuhkan hasil yang =1 agar alat muat dan alat angkut bekerja secara *continue*, tetapi sangat sulit untuk mendapatkan angka tersebut karena beberapa faktor entah karena faktor manusia, alat atau bahkan kondisi jalan yang di lewati alat tersebut. Maka pada persamaan *match factor* di atas, peneliti mengambil angka yang paling dekat dengan >1 atau <1.

Jika nilai tersebut <1 maka alat muat yang menunggu dan alat angkut bekerja penuh, sedangkan jika >1 maka alat angkut yang menunggu dan alat muat yang bekerja penuh.

b. Jumlah Truck setiap Blok dengan 3 Kondisi berbeda

Pembuatan beberapa Kondisi itu bertujuan agar kita bisa mengatur penugasan *dump truck* dengan baik dan dapat mengatur berapa jumlah *dump truck* yang harus digunakan sesuai dengan target produksi yang ditentukan. Pada Kondisi 1, 2, dan 3 yang telah di buat yaitu dengan produktivitas *dump truck* 69m³ per jam, dan PA 87% dan UA 81%. Hasil PA dan UA di dapat dari waktu kerja aktual selama 5 hari yang dapat dilihat rinciannya pada Lampiran B.

Pada Strategi 1 dapat disimpulkan bahwa berapapun jumlah *loading point wet* yang running tidak berpengaruh kepada total *dump truck* yang dibutuhkan karena produktivitas *dump truck* antara yang ditugaskan pada *LP wet muck* dan yang ditugaskan pada *LP dry muck* tidak jauh berbeda. Sedangkan pada strategi *dump truck* menunggu di bawah *loading point*, jumlah *loading point wet* tanpa campuran yang running akan sangat berpengaruh terhadap berapa banyak jumlah *dump truck* yang dibutuhkan apalagi dengan target produksi yang tinggi karena produktivitasnya sangat rendah kenaikan *cycle time* yaitu penambahan dari *cycle time dump truck* 1 siklus di tambah dengan *cycle time LHD minegem* 5 siklus.

c. Produktivitas Dump Truck

Dari tabel 4.12 dan tabel 4.13 sudah terlihat bahwa jika kita menggunakan Strategi 2 maka produktivitas truck tersebut akan turun 62% dari 72% menjadi 28% dikarenakan oleh penambahan *cycle time* pada Strategi 2 yaitu *cycle time LHD minegem* ditambahkan dengan *cycle time dump truck*, sedangkan pada strategi 1 hanya memakai *cycle time dump truck* sehingga masih normal.

Jika masih tetap ingin mengejar target produksi hingga 60.000 ton atau 22.193 m³/hari maka disarankan untuk memakai Strategi 1 agar tidak memerlukan penambahan *dump truck*. Tetapi jika memang diharuskan untuk menggunakan Strategi 2 agar mengurangi *clean up floor* dan mengurangi *delay LHD*, maka harus menambah *dump truck* dan *Operator*. Jika tidak ingin menambah *dump truck* dan *Operator* maka kita harus menurunkan target produksi dibawah 40.000 ton atau 14.796 m³/hari, itupun dalam kondisi baik hanya 5 *LP wet muck* yang running.

4. KESIMPULAN

Hasil *Match Factor* (keserasian alat) dari kedua strategi tersebut hampir sama, antara *dump truck* dan *load haul dump* di atas yaitu 0,82, 0,98 1,04, 1,19, 1,63 dan seterusnya. Maka dengan itu penulis mengambil angka yang paling mendekati =1, yaitu <1 atau >1 agar kedua alat yang bekerja tersebut dapat bekerja secara *continue* tanpa ada yang menunggu terlalu lama.

Berdasarkan hasil dan pembahasan, Strategi 1 (*Dump Truck* tidak menunggu di bawah *Loading Point*) merupakan strategi yang paling efektif karena berapapun jumlah *loading point wet* yang running tidak berpengaruh kepada total *dump truck* yang dibutuhkan. Hal itu disebabkan oleh produktivitas

dump truck yang ditugaskan pada *loading point wet muck* dan yang ditugaskan pada *loading point dry muck* tidak jauh berbeda. Untuk mencapai target produksi 60.000 ton atau 22.193 m³ per hari maka Kondisi 1, 2, dan 3 membutuhkan 19 *truck*.

Produktivitas *dump truck* yang tidak menunggu di bawah *loading point* yaitu 194,65 ton atau 72 m³/jam, dibandingkan dengan produktivitas *dump truck* yang menunggu di bawah *loading point* lebih rendah yaitu 75,7 ton atau 28 m³/jam dikarenakan penambahan *cycle time load haul dump minegem* pada strategi 2 *truck* menunggu di bawah *loading point*.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada PT. Freeport Indonesia khususnya untuk Departemen UG Mine DOZ Production yang memberikan kesempatan dan membantu untuk pengambilan data primer dan sekunder, serta memberikan arahan dan bimbingan selama di perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] *Caterpillar Performance Handbook Edition 43*. (2013). USA : *caterpillar inc*.
- [2] Mahler, Armando 2008. *Dari Grasberg sampai Amamapare Proses Penambangan Tembaga dan Emas dari Hulu hingga Hilir*, PT. Freeport Indonesia; Tembagapura
- [3] Rai, A. Made, dan Kramadibrata, Suseno, 1999, Diktat Kuliah TA 422, *Peralatan Pengangkutan Tambang Bawah Tanah*, ITB.
- [4] Wingroho H Y, Suryadharma Hendra, *Pemindahan Tanah Mekanis*, Universitas Atma Jaya, Yogyakarta.
- [5] Dr. Budi Susetyo, M. (2010). *Statistika Untuk Analisis Data Penelitian*. Bandung: refika ADITAMA. Freeport Indonesia. (2015). *RKAB*.