

PEMODELAN RASIONALISASI UNIT LOADER DAN HAULER TERHADAP PEMILIHAN UNIT DI PT. XYZ

Ari Nasanius¹⁾, Dikky Antonius H.²⁾, Bantu Hotsan Simanullang³⁾

Teknik Mesin, Fakultas Teknik Mesin Universitas Kristen Indonesia

e-mail: ¹⁾arinasanius@gmail.com, ²⁾dikky.antonius@uki.ac.id, ³⁾bantu.simanullang@uki.ac.id

ABSTRAK

Pemilihan unit merupakan hal penting untuk memenuhi target produksi suatu perusahaan kontraktor alat berat. Untuk melakukan pemilihan yang tepat diperlukan perhitungan berdasarkan beberapa parameter sehingga dapat menentukan investasi terbaik pada unit-unit tertentu, seperti pada unit loader dan hauler. Rasionalisasi unit merupakan salah satu cara untuk membuat suatu standar parameter pemilihan sehingga dapat mengurangi banyak model dan merek unit. Penelitian ini dilakukan dengan menganalisis rasionalisasi unit pada unit loader dan hauler pada PT. XYZ dengan perhitungan data cost per hour, physical availability, mean time between repair, cost per bank cubic meter, cost per payload dan biaya pembelian unit baru untuk membuat suatu pemodelan pemilihan unit sehingga didapatkan hasil pemodelan untuk menentukan unit dengan merek terbaik pada setiap kelas untuk diinvestasikan pada unit loader dan hauler. Penelitian ini berhasil membuat pemodelan yang digunakan untuk menganalisis rasionalisasi unit terbaik pada unit loader dan hauler sehingga didapatkan matriks untuk menentukan merek terbaik pada setiap kelas yang dianalisis.

Kata kunci: Alat berat, Cost per Hour, Mean Time Between Repair, Pemodelan, Physical Availability, Rasionalisasi.

ABSTRACT

Unit selection is important to fulfill the production target of a heavy equipment contractor company. To make the right selection, it is necessary to calculate based on several parameters to determine the best investment in certain units, such as loader and hauler units. Unit rationalization is one of many way to make a standard parameter selection to reduce the number of models and brands of units. This research was conducted by analyzing the rationalization of units on loader and hauler units at PT. XYZ by calculating the data of cost per hour, physical availability, mean time between repair, cost per bank cubic meter, cost per payload and the cost of new unit to create a unit selection modeling so the modeling results are obtained to determine the unit with the best brand in each class for invested in loader and hauler units. This study succeeded in making the modeling that used for analyze the rationalization of the best units in the loader and hauler units to get the matrix of the best brand in each class that being analyzed.

Keywords: Cost per Hour, Heavy equipment, Mean Time Between Repair, Modeling, Rationalization, Physical Availability.

PENDAHULUAN

Dalam suatu perusahaan kontraktor alat berat, pemilihan unit yang akan digunakan merupakan hal yang penting untuk dapat memenuhi target produksi yang ditetapkan pemilik tambang. Unit dalam industri batu bara sendiri terbagi menjadi beberapa jenis menurut fungsinya, *drilling*, *loader*, *hauler*, *dozer*, *grader*, *auxiliary* dan *support* [1]. Masing-masing jenis memiliki fungsi yang berbeda dalam sebuah pertambangan, seperti untuk keperluan produksi dibagi menjadi *drilling*, *loader*, *hauler* dan untuk keperluan non produksi dibagi menjadi *dozer* dan *grader* dan keperluan *auxiliary* dan *support*.

Unit yang digunakan dalam aktivitas pertambangan sendiri memiliki umur penggunaan alat yang ditetapkan dari kontraktor yang memakai unit tersebut. Dikarenakan masa alat yang memiliki batas, maka sebuah kontraktor pertambangan harus membeli kembali unit yang sudah melewati umur penggunaannya agar dapat beroperasi dengan baik untuk memenuhi target produksi. Dalam Pemilihan investasi unit pada alat berat memiliki beberapa metode, seperti IRR, NPV, Payback Period dan sebagainya. Melalui metode

pemilihan tersebut, pengelola dapat menentukan akan membeli atau menyewa alat berat yang akan digunakan.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Hastia Ulfa *et all.* [2], sebelum melakukan investasi, perlu menghitung nilai IRR dan NPV dengan mempertimbangkan Owing Cost dan Operating Cost sehingga dapat mendapatkan hasil yang terbaik dalam pemilihan investasi. Hasil yang didapatkan dengan perhitungan IRR dan NPV dengan mempertimbangkan Owing Cost dan Operating Cost menunjukkan bahwa sewa alat masih merupakan pilihan terbaik.

Dari penelitian di atas dapat dilihat bahwa penentuan investasi pengadaan alat berat selalu didasarkan pada pemilihan sewa alat atau pembelian alat, namun bisa dilihat bahwa belum ada yang membahas terlebih dahulu pemilihan merek yang terbaik yang dapat digunakan di perusahaan tersebut. Maka dari itu dalam penelitian ini akan dilakukan analisis rasionalisasi unit pada unit *loader* dan *hauler* untuk membuat suatu pemodelan pemilihan sehingga dapat mengurangi banyak model dan merek unit. Analisis yang akan dilakukan untuk menentukan rasionalisasi unit adalah berdasarkan *cost per hour*, *physical availability*, *mean time between repair*, *cost per BCM*, *cost per payload* dan biaya pembelian unit baru sehingga didapatkan hasil pemodelan menentukan unit terbaik untuk diinvestasikan untuk unit *loader* dan *hauler*.

METODE PENELITIAN

Studi Kasus Investasi Unit Alat Berat Jenis Loader dan Hauler

Pembuatan dan penyusunan tugas akhir ini diangkat berdasarkan kasus investasi unit alat berat, khususnya jenis loader dan hauler. Dalam penelitian ini, studi kasus investasi unit alat berat didasarkan pada penentuan unit yang akan diinvestasikan berdasarkan data CPH (Cost Per Hour), CPBCM (Cost Per Bank Cubic Meter), CPP (Cost Per Payload), PA (Physical Availability) MTBF (Mean Time Between Failure) dan biaya pembelian unit dengan kapasitas berikut:

Tabel 1. Kapasitas Unit *Loader*

Merek	Kelas	Model
CATERPILLAR	125 Ton	CAT390F
HITACHI	400 Ton	EX3600-6
KOMATSU	125 Ton	PC1250SP-8R
KOMATSU	200 Ton	PC2000-8
LIEBHERR	125 Ton	R9100
LIEBHERR	200 Ton	R9200
LIEBHERR	400 Ton	R9400

Tabel 2. Kapasitas Unit *Hauler*

Merek	Kelas	Model
CATERPILLAR	100 Ton	CAT777E
CATERPILLAR	150 Ton	CAT785C
CATERPILLAR	200 Ton	CAT789C
KOMATSU	100 Ton	HD785-7
KOMATSU	150 Ton	HD1500-7
HITACHI	200 Ton	EH3500

Pengumpulan data yang dilakukan adalah dengan mencari data lapangan terkait unit-unit yang akan dikaji. Data yang didapatkan dari hasil perhitungan akan dibandingkan pada setiap merek pada setiap kapasitas yang berbeda. Hasil pada masing-masing parameter yang dihasilkan tentunya akan berbeda karena model, biaya perawatan, kapasitas, aktivitas unit, produktivitas tambang pada setiap unit dan standart parameter operasional yang berbeda. Dari hasil pengolahan tersebut, akan dipaparkan merek yang paling baik untuk setiap kelas yang akan dibeli dalam investasi unit yang akan dilakukan.

Dari data yang didapatkan, akan dilakukan pengolahan dengan cara sebagai berikut:

1. Menghitung *Cost per Hour*

Cost per Hour adalah biaya yang dikeluarkan dalam proses kerja per jam. Nilai *Cost per Hour* dapat didapatkan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Cost per Hour} = \frac{\text{Total Biaya}}{\text{Total Waktu Operasi}} \quad (1)$$

2. Menghitung *Physical Availability*

Physical Availability adalah angka yang menunjukkan persentase ketersediaan suatu alat beroperasi dengan memperhitungkan kehilangan waktu yang hilang karena hujan, jalan rusak, istirahat, dan sebagainya. Nilai *Physical Availability* dapat didapatkan dengan menggunakan persamaan berikut [3]:

$$\text{Physical Availability} = \frac{\text{Machine On Hand Hour} - \text{Breakdown}}{\text{Machine On Hand Hour}} \times 100\% \quad (2)$$

3. Menghitung *Mean Time Between Failure*

Mean Time Between Failure adalah angka yang menunjukkan waktu rata-rata antara satu kerusakan dan kerusakan lainnya [4]. Nilai *Mean Time Between Failure* dapat didapatkan dengan menggunakan persamaan berikut [5]:

$$\text{Mean Time Between Failure} = \frac{\text{Total Waktu Operasi}}{\text{Total Kerusakan}} \quad (3)$$

4. Menghitung *Cost per BCM*

Cost per BCM adalah biaya yang diperlukan untuk memproduksi 1 *Bank Cubic Meter* batu bara per jam. Nilai *Cost per BCM* dapat didapatkan dengan menggunakan persamaan berikut [6]:

$$\text{Cost per BCM} = \frac{\text{Cost per Hour}}{\text{Total Produksi/jam}} \quad (4)$$

5. Menghitung *Cost per Payload*

Cost per Payload adalah biaya yang diperlukan untuk mengangkut 1 ton batu bara per jam. Nilai *Cost per Payload* dapat didapatkan dengan menggunakan persamaan berikut [7]:

$$\text{Cost per Payload} = \frac{\text{Cost per Hour}}{\text{Total Produksi/jam}} \quad (5)$$

Setelah didapatkan data-data yang diperlukan, dilakukan perbandingan dengan membandingkan masing-masing data sehingga dapat ditemukan merek terbaik dalam setiap kapasitas. Untuk membandingkan data-data yang didapatkan, dibuat suatu pemodelan untuk menentukan rasionalisasi unit yang digunakan yang ditentukan dari keterkaitan masing-masing parameter, di mana parameter yang memiliki keterkaitan yang paling besar dengan parameter lainnya memiliki bobot yang lebih besar dibanding parameter lainnya. Persentase pemodelan diambil dari beberapa penelitian sebelumnya [8, 9, 10] yang kemudian menjadi pedoman penentuan persentase pemodelan.

Tabel 3. Bobot perbandingan parameter penentuan investasi

Bobot					Total
CPH	CPBCM	PA	MTBF	Biaya Pembelian Unit	
25%	25%	20%	15%	15%	100%

HASIL DAN PEMBAHASAN***Physical Availability (PA)***

Perhitungan *physical availability* didapatkan berdasarkan data *Machine on Hand Hour* dan *total breakdown (unschedule breakdown & schedule breakdown)*. Nilai *physical availability* menunjukkan persentase ketersediaan unit. Semakin tinggi nilai *physical availability* menunjukkan bahwa unit tersebut dapat digunakan lebih maksimal.

Tabel 4. Data Physical Availability Unit Loader

Merek	Kelas	Model	Jumlah	MoHH Actual (Hour)	Total Breakdown	PA
CATERPILLAR	125 ton	CAT390F	6	64176	4104	94%
HITACHI	400 ton	EX3600-6	5	130572	15976	88%
KOMATSU	125 ton	PC1250SP-8	6	142136	21077	85%
KOMATSU	200 ton	PC2000-8	20	457664	43124	91%
LIEBHERR	125 ton	R9100	8	76753	6839	91%
LIEBHERR	200 ton	R9200	5	69871	5102	93%
LIEBHERR	400 ton	R9400	6	104459	12360	88%

Tabel 5. Data Physical Availability Unit Hauler

Merek	Kelas	Model	Jumlah	MoHH Actual (Hour)	Total Breakdown	PA
CATERPILLAR	100 ton	CAT777E	21	292679	15262	95%
CATERPILLAR	150 ton	CAT785C	50	1279529	161364	87%
CATERPILLAR	200 ton	CAT789C	25	626685	103015	84%
HITACHI	200 ton	EH3500	16	294000	40189	85%
KOMATSU	100 ton	HD785-7	184	3545194	234534	94%
KOMATSU	150 ton	HD1500-7	54	1365818	163901	88%

Dapat dilihat pada Tabel 4 dan Tabel 5, dalam unit *loader* maupun unit *hauler* masing-masing kelas memiliki nilai *physical availability* yang berbeda berdasarkan data *Machine on Hand Hour* dan *total breakdown (unschedule breakdown & schedule breakdown)*, namun parameter *total breakdown* merupakan parameter penentu dalam menentukan nilai *physical availability* sehingga untuk mendapatkan nilai *physical availability* yang tinggi diperlukan perawatan yang baik untuk mengurangi total *breakdown*.

Mean Time Between Failure (MTBF)

Perhitungan mean time between failure berdasarkan parameter total hm dan total breakdown unschedule. Nilai mean time between failure menunjukkan jarak rata-rata antara satu kerusakan dengan kerusakan lainnya. Semakin tinggi nilai mean time between failure menunjukkan bahwa unit tersebut memiliki ketahanan yang baik dari kerusakan.

Tabel 6. Data Mean Time Between Failure (MTBF) Unit Loader

Merek	Kelas	Model	Qty	Total HM (Hour)	Total Breakdown Unschedule	MTBF
CATERPILLAR	125 ton	CAT390F	6	42214	183	231
HITACHI	400 ton	EX3600-6	5	55559	755	74
KOMATSU	125 ton	PC1250SP-8	6	75247	1162	65
KOMATSU	200 ton	PC2000-8	20	268934	2123	127
LIEBHERR	125 ton	R9100	8	49395	444	111
LIEBHERR	200 ton	R9200	5	43914	317	139
LIEBHERR	400 ton	R9400	6	59915	874	69

Tabel 7. Data Mean Time Between Failure (MTBF) Unit Hauler

Merek	Kelas	Model	Qty	Total HM (Hour)	Total Breakdown Unschedule	MTBF
CATERPILLAR	100 ton	CAT777E	21	164495	966	170
CATERPILLAR	150 ton	CAT785C	50	676701	7304	93
CATERPILLAR	200 ton	CAT789C	25	317463	3378	94
HITACHI	200 ton	EH3500	16	120152	2319	52
KOMATSU	100 ton	HD785-7	184	1889035	14935	126
KOMATSU	150 ton	HD1500-7	54	679229	9097	75

Pada Tabel 6 dan Tabel 7, unit *loader* maupun unit *hauler* pada setiap kelas memiliki nilai *mean time between failure* yang berbeda berdasarkan data *total hm* dan *total breakdown unschedule*, namun parameter *total breakdown unschedule* merupakan parameter penentu dalam menentukan nilai *mean time between failure* sehingga untuk

mendapatkan nilai *mean time between failure* yang tinggi diperlukan perawatan yang baik untuk mengurangi *total breakdown unschedule*.

Parameter pada nilai *physical availability* dan *mean time between failure* sama-sama menggunakan nilai *total breakdown* namun terdapat perbedaan pada jenis *breakdown* yang dihitung, pada *physical availability* nilai *total breakdown* didapatkan dari nilai *total breakdown schedule* dan nilai *total breakdown unschedule* sementara pada *mean time between failure* menggunakan nilai *total breakdown unschedule*.

Cost per Hour (CPH)

Perhitungan *cost per hour* berdasarkan parameter data standar parameter operasional masing-masing unit, data biaya pembelian unit dan data biaya perawatan alat pada masing-masing kelas. Nilai *cost per hour* menunjukkan biaya yang dikeluarkan per jam unit digunakan berdasarkan parameter-parameter yang digunakan. Semakin rendah nilai *cost per hour* menunjukkan biaya yang dikeluarkan untuk unit tersebut semakin kecil sehingga unit dapat digunakan lebih efektif dengan biaya yang rendah.

Tabel 8. Data Cost per Hour (CPH) Unit Loader

Merek	Kelas	Model	SPO	Biaya Perawatan Alat	Biaya Pembelian Unit	CPH
CATERPILLAR	125 ton	CAT390F	36000	\$ 1.782.892	\$ 875.000	\$ 74
HITACHI	400 ton	EX3600-6	50000	\$ 10.074.519	\$ 4.573.918	\$ 293
KOMATSU	125 ton	PC1250SP-8	36000	\$ 1.916.038	\$ 922.000	\$ 79
KOMATSU	200 ton	PC2000-8	56000	\$ 4.831.021	\$ 2.005.000	\$ 122
LIEBHERR	125 ton	R9100	43000	\$ 4.192.971	\$ 1.201.551	\$ 125
LIEBHERR	200 ton	R9200	57000	\$ 4.734.933	\$ 2.400.116	\$ 125
LIEBHERR	400 ton	R9400	53000	\$ 12.212.262	\$ 4.225.441	\$ 310

Tabel 9. Data Cost per Hour (CPH) unit hauler

Merek	Kelas	Model	SPO	Biaya Perawatan Alat	Biaya Pembelian Unit	CPH
CATERPILLAR	100 ton	CAT777E	43000	\$ 1.537.251	\$ 895.000	\$ 57
CATERPILLAR	150 ton	CAT785C	65000	\$ 3.391.590	\$ 2.395.421	\$ 89
CATERPILLAR	200 ton	CAT789C	65000	\$ 4.044.458	\$ 2.181.180	\$ 96
HITACHI	200 ton	EH3500	56000	\$ 2.884.017	\$ 4.491.000	\$ 132
KOMATSU	100 ton	HD785-7	50000	\$ 1.608.758	\$ 938.000	\$ 51
KOMATSU	150 ton	HD1500-7	50000	\$ 3.502.877	\$ 1.884.818	\$ 108

Pada Tabel 8 dan 9, unit *loader* maupun unit *hauler* masing-masing kelas memiliki nilai *cost per hour* yang berbeda berdasarkan data standar parameter operasional, data biaya pembelian unit dan data biaya perawatan alat. Ketiga parameter tersebut saling mempengaruhi untuk mendapatkan nilai *cost per hour* yang rendah, dimana diperlukan biaya perawatan alat dan biaya pembelian unit yang rendah dengan standar parameter operasional yang tinggi. Nilai standar parameter operasional didapatkan berdasarkan perhitungan dari riwayat masing-masing model sehingga didapatkan nilai yang dijadikan standar pada perusahaan PT. XYZ.

Cost per Bank Cubic Meter (CPBCM)

Perhitungan *cost per bank cubic meter* berdasarkan parameter hasil perhitungan nilai *cost per hour* pada masing-masing kelas dan nilai *bank cubic meter* yang diproduksi per jam. Nilai *cost per bank cubic meter* menunjukkan biaya yang dikeluarkan per jam unit menghasilkan 1 *bank cubic meter* batu bara. Semakin rendah nilai *cost per bank cubic meter* menunjukkan biaya yang dikeluarkan untuk unit menghasilkan 1 *bank cubic meter* batu bara semakin kecil sehingga biaya yang dikeluarkan lebih efektif.

Tabel 10. Data *Cost per Bank Cubic Meter (CPBCM) Unit Loader*

Merek	Kelas	Model	Productivity (BCM/Hour)	CPH	CPBCM
CATERPILLAR	125 ton	CAT390F	456	\$ 74	\$ 0,16
HITACHI	400 ton	EX3600-6	1281	\$ 293	\$ 0,23
KOMATSU	125 ton	PC1250SP-8R	368	\$ 79	\$ 0,21
KOMATSU	200 ton	PC2000-8	560	\$ 122	\$ 0,22
LIEBHERR	125 ton	R9100	411	\$ 125	\$ 0,31
LIEBHERR	200 ton	R9200	980	\$ 125	\$ 0,13
LIEBHERR	400 ton	R9400	1305	\$ 310	\$ 0,24

Pada data Tabel 10 unit *loader* masing-masing kelas memiliki nilai *cost per bank cubic meter* yang berbeda berdasarkan data *cost per hour* dan *total bank cubic meter* yang diproduksi per jam. Kedua parameter tersebut saling mempengaruhi untuk mendapatkan nilai *cost per bank cubic meter* yang rendah, semakin tinggi *total bank cubic meter* yang diproduksi dan semakin kecil *cost per hour* maka semakin rendah nilai *cost per bank cubic meter* yang didapatkan.

Cost per Payload (CPP)

Perhitungan *cost per payload* berdasarkan parameter hasil perhitungan nilai *cost per hour* pada masing-masing kelas dan nilai *payload* unit. Nilai *cost per payload* menunjukkan biaya yang dikeluarkan per jam unit menghasilkan 1 ton batu bara. Semakin rendah nilai *cost per payload* menunjukkan biaya yang dikeluarkan untuk unit menghasilkan 1 ton batu bara semakin kecil sehingga biaya yang dikeluarkan lebih efektif.

Tabel 11. Data *Cost per Payload (CPP) Unit Hauler*

Merek	Kelas	Model	Payload Capacity (Ton/Hour)	CPH	CPP
CATERPILLAR	100 ton	CAT777E	81	\$ 56,56	\$ 0,70
CATERPILLAR	150 ton	CAT785C	134	\$ 89,03	\$ 0,66
CATERPILLAR	200 ton	CAT789C	188	\$ 95,78	\$ 0,51
HITACHI	200 ton	EH3500	177	\$ 131,70	\$ 0,74
KOMATSU	100 ton	HD785-7	93	\$ 50,94	\$ 0,55
KOMATSU	150 ton	HD1500-7	140	\$ 107,75	\$ 0,77

Pada data Tabel 11 unit *hauler* masing-masing kelas memiliki nilai *cost per payload* yang berbeda berdasarkan data *cost per hour* dan nilai *payload* unit. Kedua parameter tersebut saling mempengaruhi untuk mendapatkan nilai *cost per payload* yang rendah, semakin tinggi total *payload* unit dan semakin kecil *cost per hour* maka semakin rendah nilai *cost per payload* yang didapatkan.

Pemodelan Rasionalisasi Unit

Berdasarkan data hasil perhitungan *physical availability*, *mean time between failure*, *cost per hour*, *cost per bank cubic meter*, dan *cost per payload* pada unit *loader* dan *hauler*, diperoleh hasil keseluruhan sebagai berikut:

Tabel 12. Data Unit *Loader*

Merek	Kelas	Model	PA	MTBF	CPH	CPBCM	Biaya Pembelian Unit
CATERPILLAR	125 Ton	CAT390F	94%	231	\$ 73,83	\$ 0,16	\$ 875.000
HITACHI	400 Ton	EX3600-6	88%	74	\$292,97	\$ 0,23	\$ 4.573.918
KOMATSU	125 Ton	PC1250SP-8R	85%	65	\$ 78,83	\$ 0,21	\$ 922.000
KOMATSU	200 Ton	PC2000-8	91%	127	\$122,07	\$ 0,22	\$ 2.005.000
LIEBHERR	125 Ton	R9100	91%	111	\$125,45	\$ 0,31	\$ 1.201.551
LIEBHERR	200 Ton	R9200	93%	139	\$125,18	\$ 0,13	\$ 2.400.116
LIEBHERR	400 Ton	R9400	88%	69	\$310,15	\$ 0,24	\$ 4.225.441

Tabel 13. Data Unit *Hauler*

Merek	Kelas	Model	PA	MTBF	CPH	CPBCM	Biaya Pembelian Unit
CATERPILLAR	100 Ton	CAT777E	95%	170	\$ 56,56	\$ 0,70	\$ 895.000
CATERPILLAR	150 Ton	CAT785C	87%	93	\$ 89,03	\$ 0,66	\$ 2.395.421
CATERPILLAR	200 Ton	CAT789C	84%	94	\$ 95,78	\$ 0,51	\$ 2.181.180
HITACHI	200 Ton	EH3500	85%	52	\$131,70	\$ 0,74	\$ 4.491.000
KOMATSU	100 Ton	HD785-7	94%	126	\$ 50,94	\$ 0,55	\$ 938.000
KOMATSU	150 Ton	HD1500-7	88%	75	\$107,75	\$ 0,77	\$ 1.884.818

Data *physical availability*, *mean time between failure*, *cost per hour*, *cost per bank cubic meter*, dan *cost per payload* pada unit *loader* dan *hauler* telah didapatkan dan berdasarkan data diatas dapat dilakukan perhitungan untuk menentukan model dan merek terbaik pada setiap kelas untuk unit *loader* dan *hauler*. Perhitungan untuk menentukan merek dan model terbaik didapatkan dari pemodelan yang dibuat dengan membandingkan tingkat keterkaitan parameter-parameter yang diteliti, dengan pembobotan sebagai berikut:

1. Penelitian Paggi *et al.* [8] menyebutkan bahwa *physical availability* dan *maintenance cost* merupakan kedua hal yang saling berkaitan untuk menentukan keandalan unit, dan pada penelitian Wibowo *et al.* [9] dijelaskan bahwa nilai *cost per hour* dapat berkurang seiring dengan kenaikan nilai *physical availability* unit. Kemudian dengan melihat rumus dari *cost per hour* terhadap *cost per bcm* dan *cost per payload* maka didapatkan bahwa seiring dengan kenaikan *cost per hour* maka diiringi dengan kenaikan *cost per bcm* dan *cost per payload*, sehingga dari data dan penelitian diatas didapatkan bahwa *physical availability* mempengaruhi nilai *cost per hour* yang secara tidak langsung juga mempengaruhi nilai *cost per bcm* dan *cost per payload* sehingga diambil nilai pembobotan untuk *physical availability* sebesar 25% dari kelima parameter yang ada.
2. Penelitian Vorarat [10] menunjukan bahwa *maintenance cost* dipengaruhi dari nilai *mean time between failure*, semakin besar *mean time between failure* maka semakin besar pula nilai *maintenance cost* sehingga mempengaruhi nilai *cost per hour*. Berdasarkan penjelasan pada penelitian tersebut dan penjelasan terkait *cost per hour* terhadap *cost per bcm* dan *cost per payload* pada poin 1, didapatkan nilai *mean time between failure* juga mempengaruhi nilai *cost per hour*, *cost per bcm*, dan *cost per payload* sehingga diambil nilai pembobotan untuk *mean time between failure* sebesar 25% dari kelima parameter yang ada.
3. Berdasarkan penjelasan pada penjelasan terkait *cost per hour* terhadap *cost per bcm* dan *cost per payload* pada poin 1, didapatkan nilai *cost per hour* mempengaruhi nilai *cost per bcm* dan *cost per payload* sehingga diambil nilai pembobotan untuk *cost per hour* sebesar 20% dari kelima parameter yang ada.
4. *Cost per bcm*, *cost per payload*, dan biaya pembelian unit masing masing tidak mempengaruhi parameter lainnya sehingga diambil nilai pembobotan masing-masing 15% dari kelima parameter yang ada.

Sehingga didapatkan hasil pemodelan untuk pemilihan unit *loader* dan *hauler* sebagai berikut:

Tabel 14. Data Unit *Loader*

Merek	Kelas	Model	Bobot				Biaya Pembelian Unit	Total
			PA (25%)	MTBF (25%)	CPH (20%)	CPBCM (15%)		
CATERPILLAR	125 ton	CAT390F	25,0	25,0	20,0	15,0	15,0	100,0
HITACHI	400 ton	EX3600-6	24,9	25,0	20,0	15,0	13,9	98,7
KOMATSU	125 ton	PC1250SP-8R	22,4	7,0	18,7	11,3	14,2	73,8
KOMATSU	200 ton	PC2000-8	24,4	22,9	20,0	8,8	15,0	91,1
LIEBHERR	125 ton	R9100	24,2	12,1	11,8	8,0	10,9	66,9
LIEBHERR	200 ton	R9200	25,0	25,0	19,5	15,0	12,5	97,0
LIEBHERR	400 ton	R9400	25,0	23,3	18,9	14,4	15,0	96,6

Berdasarkan Tabel 14, didapatkan pada unit *loader* merek dan model terbaik untuk diinvestasikan pada masing-masing kelas, dimana pada kelas 125 ton model CAT390F dengan merek Caterpillar memiliki nilai terbaik dengan nilai 100. Pada kelas 200 ton model R9200 dengan merek Liebherr memiliki nilai terbaik dengan nilai 97,0 dan pada kelas 400 ton model EX3600-6 dengan merek Hitachi dengan nilai 98,7.

Tabel 15. Data Unit *Hauler*

Merek	Kelas	Model	Bobot				Biaya Pembelian Unit (15%)	Total
			PA (25%)	MTBF (25%)	CPH (20%)	CPBCM (15%)		
CATERPILLAR	100 ton	CAT777E	25,0	25,0	18,0	11,8	15,0	94,8
CATERPILLAR	150 ton	CAT785C	24,8	25,0	20,0	15,0	11,8	96,6
CATERPILLAR	200 ton	CAT789C	24,5	25,0	20,0	15,0	15,0	99,5
HITACHI	200 ton	EH3500	25,0	13,8	14,5	10,3	7,3	70,9
KOMATSU	100 ton	HD785-7	24,8	18,6	20,0	15,0	14,3	92,6
KOMATSU	150 ton	HD1500-7	25,0	20,1	16,5	13,0	15,0	89,7

Berdasarkan Tabel 15, didapatkan pada unit *hauler* merek dan model terbaik untuk diinvestasikan pada masing-masing kelas, dimana pada kelas 100 ton model CAT777E dengan merek Caterpillar memiliki nilai terbaik dengan nilai 94,8. Pada kelas 150 ton model CAT785C merek Caterpillar memiliki nilai terbaik dengan nilai 96,6 dan pada kelas 200 ton model CAT789C dengan merek Caterpillar dengan nilai 99,5.

KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan untuk menentukan optimasi pemodelan rasionalisasi unit *loader* dan *hauler* terhadap investasi unit di PT. XYZ, didapatkan kesimpulan bahwa hasil perhitungan parameter optimasi pemodelan rasionalisasi unit *loader* dan *hauler* berupa *physical availability*, *mean time between failure*, *cost per hour*, *cost per bank cubic meter*, dan *cost per payload*, setelah dimasukkan kedalam pemodelan yang telah dibuat, didapatkan merek terbaik pada setiap kelas untuk diinvestasikan. Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengkaji dari sisi purnajual dari vendor, data geografis tambang dan sisi geologis, agar didapatkan hasil yang lebih akurat untuk menentukan pemodelan investasi unit yang akan digunakan pada unit *loader* dan *hauler*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] UT School, *Product Knowledge*, Jakarta, Komatsu Product, 2011
- [2] H. Ulfa, D. Yulhendra, Ansosry., "Analisis Investasi Pengadaan Alat Berat Di PT. Anugrah Halaban Sepakat Dengan Metode NPV dan IRR," *Jurnal Bina Tambang*, Vol. 3, No. 3, halaman 1004-1013, 2018
- [3] M.A. Alfarizi, Nurhakim, R. Noorhakim, "Hubungan Physical Availability dan Used Of Availability Terhadap Overburden Removal di PT Semesta Centramas," *Jurnal Himasapta*, Vol. 5, No. 2, halaman 29-39, Aug. 2020
- [4] W. Torell and V. Avelar, "Mean Time Between Failure: Explanation and Standards," *Schneider Electric*, White Paper-78, 2014
- [5] I.N. Daulay dan S.S. Nurutami, D.D. Daniel, "Analisis Maintenance Reliability Terhadap MTBF (Mean Time Between Failures) Facilities pada Industri Pulp & Paper," *Jurnal Ekonomi*, Vol. 21, No. 4, halaman 1-18, Des. 2013
- [6] B.O. Afum and V.A. Temeng, "Reducing Drill and Blast Cost through Blast Optimisation," *Ghana Mining Journal*, Vol. 15, No. 2, pp. 50-57, Jul. 2014
- [7] R. Tom, Boone IV and David P.M., "Effects of Multiple Payload Launches on Launch Cost," *New Space*, Vol. 5, No. 2, pp. 1-10, Jun. 2017

- [8] R. Paggi, G.L. Mariotti, A. Paggi, "Optimization of Availability Operation via simulated Prognostics," *IEEE Metrology for Aerospace*, pp. 44-48, 2015
- [9] D.S. Wibowo, "Maintenance Cost Optimization on Heavy Equipment Tires by Goal Programming Method at Nickel Mine Operation," M.S. thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia, 2020.
- [10] S. Vorarat, "Life Cycle Cost Model for Estimating and Forecasting Future Budget Needs for Machinery," in *Asian Conference on Engineering and Natural Sciences*, Hokaido, Japan, Jan. 2017.