

## **ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS UNTUK OPTIMALISASI FLEET YANG TERINTEGRASI DENGAN FAKTOR EKONOMI DAN LINGKUNGAN PT SENTOSA LAJU SEJAHTERA, KABUPATEN KAPUAS, PROVINSI KALIMANTAN TENGAH**

Rosyid Umar Husein Ars Firdaust<sup>1</sup>, Shofa Rijalul Haq<sup>1</sup>, Bagus Wiyone<sup>1</sup>, Indun Titisariwati<sup>1</sup>, Indri Lesta Siwidiani<sup>1</sup>, Riria Zandy Mirahati<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta  
email: rosyidarshusein@gmail.com

### **Abstrak**

PT. Sentosa Laju Sejahtera (SLS) didirikan pada tahun 2015, dengan spesialisasi jasa kontraktor batubara dan pertambangan mineral. PT. SLS juga memiliki dan mengoperasikan beberapa tambang batubara dan nikel yang tersebar di Kalimantan Tengah, Kalimantan Timur, dan Sulawesi Tenggara. Saat ini PT. Sentosa Laju Sejahtera memiliki beberapa kontrak site pertambangan di Kalimantan Tengah termasuk Site PT. Tuah Globe Mining, PT. Sentosa Laju Sejahtera menjadi kontraktor tunggal untuk segala kegiatan penambangan batubara di PT. Tuah Globe Mining. Permasalahan yang dialami adalah tidak tercapainya target produksi selama beberapa bulan terakhir. Adapun target produksi yang ditentukan oleh perusahaan pada saat penelitian dilaksanakan adalah sebesar 143.888 ton /bulan, sedangkan produksi aktual pada saat dilaksanakan penelitian adalah sebesar 105.825 ton /bulan. Oleh karena itu perlu dilakukan perbaikan terhadap faktor – faktor yang mempengaruhi ketidak tercapaian target produksi pada penambangan batu gamping di PT. Tuah Globe Mining. Metode yang dipakai untuk analisis data pada penelitian ini adalah metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*). Pada metode ini, faktor yang mempengaruhi produktivitas dibagi menjadi 5 kriteria yaitu man, machine, material, method, dan time *Fleet* yang optimal tidak hanya ditunjukkan dari nilai produktivitas yang tinggi, tetapi juga telah terintegrasi oleh faktor lingkungan yang sejalan dengan pembangunan berkelanjutan (*sustainable development goals*) di bidang pertambangan dan faktor ekonomi yang paling menguntungkan bagi perusahaan. *Fleet 2* merupakan *Fleet* yang paling optimal dari segi produktivitas *fleet* dan sedikitnya emisi yang dihasilkan dibanding *Fleet 1* selain itu dengan mengoperasikan *Fleet 2* perusahaan bisa menghemat pengeluaran untuk biaya operasional sebesar Rp251.627.034 per bulan.

**Kata kunci:** Produktivitas, AHP, Lingkungan, Ekonomi

### **Abstract**

*PT. Sentosa Laju Sejahtera (SLS) was founded in 2015, specializing in coal and mineral mining contractor services. PT. SLS also owns and operates several coal and nickel mines spread across Central Kalimantan, East Kalimantan and Southeast Sulawesi. Currently PT. Sentosa Laju Sejahtera has several mining site contracts in Central Kalimantan including the PT Site. Tuah Globe Mining, PT. Sentosa Laju Sejahtera is the sole contractor for all coal mining activities at PT. Luck Globe Mining. The problem experienced is the failure to achieve production targets over the last few months. The production target determined by the company when the research was carried out was 143,888 tons / month, while the actual production at the time the research was carried out was 105,825 tons / month. Therefore, it is necessary to improve the factors that influence the failure to achieve production targets in limestone mining at PT. Luck Globe Mining. The method used for data analysis in this research is the AHP (Analytical Hierarchy Process) method. In this method, the factors that influence productivity are divided into 5 criteria, namely man, machine, material, method and time. An optimal fleet is not only demonstrated by high productivity values, but has also been integrated by environmental factors that are in line with sustainable development goals in the mining sector and the most profitable economic factors for the company. Fleet 2 is the most optimal fleet in terms of fleet productivity and fewer emissions produced compared to Fleet 1. Apart from that, by operating Fleet 2 the company can save expenses on operational costs of IDR 251,627,034 per month.*

**Keywords:** Productivity, AHP, environment, economic

### **A. PENDAHULUAN**

PT Sentosa Laju Sejahtera (SLS) didirikan pada tahun 2015, dengan spesialisasi jasa kontraktor batubara dan pertambangan

mineral. PT SLS juga memiliki dan mengoperasikan beberapa tambang batubara dan nikel yang tersebar di Kalimantan Tengah, Kalimantan Timur, dan Sulawesi Tenggara. Saat ini PT Sentosa Laju Sejahtera memiliki beberapa

kontrak site pertambangan di Kalimantan Tengah termasuk Site PT Tuah Globe Mining, PT Sentosa Laju Sejahtera menjadi kontraktor tunggal untuk segala kegiatan penambangan batubara di PT Tuah Globe Mining. Pertambangan ini memiliki target produksi *overburden* di Bulan Februari 2024 sebesar 143.888 BCM dan target produksi Batubara sebesar 30.267 ton. Namun, produksi *overburden* yang tercapai 105.825 BCM atau 74% dari target produksi yang ditentukan dan untuk produksi Batubara sebesar 22.888 ton atau 76 % dari target produksi yang ditentukan. Pada penambangan *overburden* terdapat 2 front yang dapat diisi 3 alat muat dan 9 alat angkut yang dapat digunakan sehingga diperlukan optimalisasi pemilihan *fleet* yang paling optimal bagi perusahaan sebagai langkah untuk memenuhi target produksi.

Permasalahan terkait target produksi pada perusahaan diperlukan adanya analisis terkait produktivitas alat muat dan angkut dalam *fleet*. Dalam rangka menganalisis produktivitas alat muat dan alat angkut dapat digunakan berbagai metode. Metode yang dapat digunakan dalam produktivitas biasanya merupakan metode yang bersifat kuantitatif contohnya *Linear Programming*, *Six Big Losses*, *Overall Equipment Effectiveness*, dan *Quality Control*. Di antara metode-metode tersebut, *Analytical Hierarchy Proccess* (AHP) merupakan metode yang paling mewakili dalam analisis produktivitas alat muat dan angkut karena dalam penggunaan AHP alat muat dan angkut akan dinilai dengan pembobotan data kualitatif sehingga didapatkan pembobotan yang akan diolah dengan data kuantitatif. Nantinya produktivitas alat akan dinilai dan didapatkan pembobotan total dan diklasifikasikan terhadap tingkat produktivitas alat.

Setelah didapatkan tingkat produktivitas dengan metode AHP dilakukan integrasi setiap *fleet* dalam faktor lingkungan serta ekonomi yang merupakan aspek dari *sustainable mining* atau tambang berkelanjutan. SDGs merupakan upaya untuk menyejahterakan masyarakat mencakup 17 tujuan dan sasaran global tahun 2030 yang dideklarasikan baik oleh negara maju maupun negara berkembang termasuk Indonesia pada September 2015. International Council on Mining and Metals (ICMM), induk organisasi perusahaan-perusahaan tambang dunia merespons SDGs dengan menyatakan bahwa tujuan dari operasi pertambangan yang bertanggung jawab adalah kontribusi terhadap SDGs. Dalam pemilihan *fleet* yang paling

optimal diperlukan pertimbangan pada bidang lingkungan yaitu kontribusi emisi alat mekanis pada *fleet*. Faktor ekonomi juga akan dijadikan aspek perbandingan dalam menentukan *fleet* yang paling optimal. *Fleet* yang optimal tidak hanya ditunjukkan dari nilai produktivitas yang tinggi, tetapi juga telah terintegrasi oleh faktor lingkungan yang sejalan dengan konsep tambang berkelanjutan (*sustainable mining*) dan faktor ekonomi yaitu *fleet* yang paling menguntungkan bagi perusahaan.

## B. METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan cara ilmiah untuk mendapatkan data yang digunakan untuk tujuan tertentu. Tujuan dapat dicapai oleh beberapa tahapan penelitian yang sudah disusun secara sistematis dan menyesuaikan dengan tujuan yang ingin dicapai. Pada setiap tahapan penelitian memiliki kegiatan yang berbeda dan dilakukan secara sistematis sesuai urutannya. Tahapan selanjutnya dapat dilakukan apabila tahapan sebelumnya sudah selesai dan semua data yang diperlukan pada tahapan selanjutnya sudah lengkap.

### 1. Identifikasi Masalah dan Latar Belakang

Pada identifikasi permasalahan diketahui permasalahan yang dialami oleh suatu Perusahaan yaitu tidak tercapainya target produksi selama beberapa bulan terakhir sehingga hal tersebut yang melatar belakangi dilakukannya penelitian yang akan dilakukan.

Setelah masalah teridentifikasi maka dikumpulkan informasi mengenai perusahaan. Informasi yang dicari adalah informasi perusahaan secara umum dan isu permasalahan yang ada pada perusahaan tersebut. Untuk informasi topik penelitian ini didapatkan dari pihak perusahaan yang menginformasikan mengenai permasalahan ketidaktercapaian target produksi pada beberapa bulan terakhir.

### 2. Observasi Lapangan

Tahapan ini dilakukan pada lokasi penelitian dengan terjun langsung ke lapangan untuk mengamati proses penambangan yang terjadi di lapangan. Data yang didapat dengan adanya observasi lapangan dalam bentuk catatan lapangan, dokumentasi foto, dokumentasi video, maupun keterangan dari pihak perusahaan, Data yang diambil dalam observasi di lapangan yaitu kondisi *front* penambangan dan jalan angkut tambang diambil langsung di loading point.

### 3. Pengambilan Data

Tahapan ini dilakukan ketika sudah berada pada lokasi penelitian. Pengambilan data terbagi menjadi dua yaitu pengambilan untuk data primer dan data sekunder. Pada data primer dilakukan pengambilan data langsung dilapangan. Data primer meliputi kondisi *front* penambangan, di antaranya :

- Cycle time* alat muat dan *cycle time* alat angkut.
- Jumlah *bucket* aktual *excavator*, merupakan jumlah *bucket* asli di lapangan untuk mengisi penuh sebuah *dump truck*.
- Kemampuan operator diamati menggunakan Keputusan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 132 Tahun 2015 tentang Kompetensi Kerja Operator.
- Waktu kerja alat, waktu kerja alat terdiri dari *working hours*, *standby*, dan *repair*.
- Laporan penambangan bulan Februari 2024, meliputi data target produksi pada bulan Januari 2024, waktu kerja alat, jumlah total armada, *forecast* produksi bulan Februari, spesifikasi alat, curah hujan, geologi lokal, dan topografi..

### 4. Pengolahan Data

Pada penelitian ini, analisis dalam rangka optimalisasi *fleet* untuk penambangan overburden menggunakan metode *Analytical Hierarchy Progress* (AHP) sehingga data yang bersifat kualitatif dapat diolah bersama dengan data kuantitatif. Produktivitas alat dianalisis pada 5 aspek yakni *man*, *machine*, *material*, *method*, dan *time*. Dengan analisis menggunakan AHP pada 5 aspek utama sehingga dapat diketahui perbandingan nilai aspek antara *fleet* yang satu dengan yang lainnya, sehingga didapatkan kondisi *fleet* penambangan overburden yang paling menguntungkan bagi perusahaan.

### 5. Analisis data

Analisis difokuskan terhadap kriteria utama yang akan dijadikan pembahasan yaitu kriteria *man*, *machine*, *material*, *method*, dan *time*. Setelah data lapangan telah diolah baik data lapangan primer maupun sekundeer selanjutnya dilakukan tahapan dalam analisis produktivitas menggunakan metode AHP. Urutan penyusunan AHP dimulai dengan penyusunan hierarki kriteria, lalu pembuatan matriks perbandingan berpasangan, setelah terbentuk suatu matriks maka dilakukanlah perbandingan berpasangan terhadap keseluruhan elemen, dan ditutup dengan perhitungan nilai konsistensi untuk melihat seberapa baik konsistensi yang ada.

Hasil analisis, didapatkan 2 kesimpulan yakni tingkat produktivitas alat mekanis berdasarkan analisis produktivitas dengan metode AHP pada bulan Februari 2024 dan pemilihan *fleet* yang paling menguntungkan dan menghasilkan emisi paling kecil.

## C. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Hasil Penelitian

#### a. Sifat Fisik Material

Bagian *Engineering* dari PT.Sentosa Laju Sejahtera Site Tuah Globe Mining didapatkan nilai *swell factor* sebesar 0,88. Nilai faktor pengisian mangkuk (*Bucket fill factor*) diperoleh dengan membandingkan kapasitas bucket secara teoritis dengan kapasitas nyata yang dapat dimuat oleh mangkuk. Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan faktor pengisian alat muat Doosan DX800LC dan Volvo EC480DL yang dimuat dapat dilihat pada Tabel 4.1 untuk material overburden didapat sebesar 108,04% untuk *Fleet 1* dan 88,45 % untuk *Fleet 2*.

Pola penggaruan yang dilakukan menggunakan *straight pattern* atau pola lurus, pola penggaruan mempengaruhi hasil dari fragmentasi batuan yang dihasilkan. Pola penggaruan dengan *straight pattern* menghasilkan fragmentasi batuan dengan presentase boulder 10% - 15 %, hal tersebut berpengaruh terhadap *fill factor*

#### b. Tinjauan Lokasi Penambangan

Lebar *front* penambangan overburden yaitu pada angka 25.61 m sehingga sudah melebihi lebar minimum *front* penambangan yaitu 26 m untuk *Fleet 1* dan 20 m untuk *Fleet 2*. Rata-rata waktu *spotting* pada *front* penambangan 30-54 detik sejajar dengan luas *front* penambangan, semakin luas *front* maka waktu *spotting* akan semakin cepat karena operator alat angkut mempunyai area yang lebih lebar untuk memposisikan alat angkut.

Tinggi *front* penambangan yang ada di lapangan yaitu 2 meter. Tinggi *front* penambangan optimum untuk *Fleet 1* dengan alat muat Doosan DX 800LA yaitu antara 3,36 m hingga 5,88 m sedangkan untuk tinggi *front* penambangan optimum *Fleet 2* dengan alat muat Volvo EC 480DL yaitu antara 2,8 m hingga 5,25 m. Dengan keadaan *front* yang sekarang, tinggi *front* masih belum optimum pada kedua *fleet* sehingga *cycle time* yang dihasilkan juga tidak maksimal.

Dalam kegiatan produksi, pola pemuatan berpengaruh besar terhadap

operasi penambangan yang dilakukan oleh alat-alat mekanis. Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, pola pemuatan yang dilakukan adalah *single backup* dan *top loading*. Berdasarkan dari pengamatan di lapangan, alat angkut melakukan *full maneuver dumping* sebelum menumpahkan material ke *disposal*. Alat angkut dapat melakukan *dumping* pada area disposal dengan lebar disposal yaitu 37,26 m.

**c. Waktu Edar dan Ketersediaan Alat**

Berdasarkan hasil pengamatan didapatkan siklus waktu edar alat muat dan 30 data waktu edar alat muat. Pada siklus waktu edar alat muat terdiri dari beberapa tahapan terdiri dari 4 tahapan yaitu *digging* (mengisi *bucket*), *swing loaded* (isi), *passing* (menumpahkan material ke *dump truck*), dan *swing unloaded* (*bucket* kosong). waktu rata-rata waktu edar alat muat, didapatkan selama 24,2 untuk Doosan DX 800LC dan 22,89 detik untuk Volvo EC 480DL . Pada siklus waktu edar alat angkut terdiri dari 6 tahapan yaitu manuver pemuatan, waktu pemuatan, waktu perjalanan menuju disposal, waktu manuver dumping, waktu perjalanan dumping, dan waktu perjalanan kembali ke loading area. Didapatkan rata-rata total satu siklus waktu edar selama 636,32 detik.

Berdasarkan hasil pengolahan data ketersediaan dan penggunaan alat muat didapatkan hasil pada *Fleet 1* yaitu nilai MA 96,78%, PA 97,75%, UA 69,26%, dan EU 67,7% dan untuk *Fleet 2* nilai MA sebesar 91,56 %, nilai PA sebesar 94,12%, nilai UA sebesar 67,78 %, dan nilai EU sebesar 63,79 %.

**d. Kemampuan Operator**

Pengambilan data dilakukan pada operator yang sama untuk setiap jenis alat berat yakni 1 operator alat muat dan 1 operator alat angkut, hal ini dikarenakan setiap operator alat muat dan alat angkut mempunyai kompetensi yang sama. Uji kompetensi yang digunakan yaitu uji kompetensi ke 5 tentang melaksanakan pengoperasian *excavator* pekerjaan memuat material. Jumlah unit kompetensi untuk operator alat angkut adalah 6 unit kompetensi. Analisis kemampuan operator alat muat diamati dari uji kompetensi 5 yaitu tentang mengoperasikan *dump truck* sesuai dengan prosedur.

**e. Produktivitas Alat Muat dan Angkut**

Setelah data yang diperlukan sudah lengkap, dilakukan pengolahan data dan didapatkan hasil untuk produktivitas alat muat sebesar 545,77m<sup>3</sup>/jam untuk *Fleet 1* dan 253,88 m<sup>3</sup>/jam untuk *Fleet 2* dan hasil produksi alat muat sebesar 255203,24 m<sup>3</sup> untuk *Fleet 1* dan 118714,82 m<sup>3</sup> untuk *Fleet 2* selama bulan Februari 2024. jumlah alat angkut *dump truck* Sany SKT80S sebanyak 5 *dump truck* untuk *Fleet 1* dan 4 *dump truck* untuk *Fleet 2* buah. Kemudian dari pengolahan data didapatkan EU untuk alat muat sebesar 54,63 % dan faktor pengisian material sebesar 108,4% untuk *Fleet 1* dan 88 % untuk *Fleet 2*. Setelah data yang diperlukan sudah lengkap, dilakukan pengolahan data produktivitas. Dari hasil pengolahan data didapatkan produktivitas alat angkut sebesar 383,86 m<sup>3</sup>/jam untuk *Fleet 1* dan 250,22 m<sup>3</sup>/jam untuk *Fleet 2* dan hasil produksi alat angkut sebesar 192.315,4 m<sup>3</sup> untuk *Fleet 1* dan 125.361,15 m<sup>3</sup> untuk *Fleet 2* selama bulan Februari 2024.

**f. Faktor Keserasian (Match factor)**

Dari hasil pengolahan data produktivitas sudah didapatkan produktivitas alat muat dan alat angkut yang selanjutnya diolah sehingga mendapatkan nilai MF (*match factor*) sebesar 1,42 untuk *Fleet 1* dan 1,01 untuk *Fleet 2*. Nilai MF yang lebih dari 1 menunjukkan bahwa produktivitas alat angkut lebih besar daripada produktivitas alat muat begitu juga sebaliknya. Hal ini mengindikasikan bahwa alat muat bekerja lebih produktif dibanding alat angkut untuk *Fleet 2*. Sedangkan nilai *Fleet 1* menandakan alat muat bekerja lebih produktif daripada alat angkut.

**g. Biaya Kepemilikan dan Operasional**

Biaya yang dikeluarkan oleh Perusahaan dalam melakukan operasi penambangan dibedakan menjadi biaya kepemilikan (*ownership cost*) dan biaya operasional (*operational cost*). Biaya kepemilikan (*ownership cost*) terdiri dari analisis pada biaya beli alat mekanis, waktu kerja efektif per tahun dari suatu alat mekanis, umur alat, nilai sisa, biaya depresiasi, biaya bunga, pajak, dan asuransi oleh alat.

Analisis biaya operasional terdiri dari biaya yang dikeluarkan suatu perusahaan dalam melakukan operasi produksi. Biaya repair (perbaikan), maintenance (perawatan), dan supplies(persediaan) didapatkan dari 80% dari annual depreciation untuk *excavator* dan 67,5% dari annual depreciation dari *dump truck*. Biaya fuel per jam didapat

dengan perkalian antara konsumsi bahan bakar per jam dengan harga bahan bakar per liter, Biaya pelumasan (lubricator) didapat dari konsumsi oli dan filter yang akan dikonversikan ke dalam jam. Biaya ban(tires) didapat dengan mengkalikan umur ban berdasarkan perhitungan pada lampiran dengan harga ban 1 set. Gaji karyawan rata-rata pada PT SLS untuk operator yaitu Rp.7.000.000,00 per bulannya yang dikonversikan menjadi satuan jam.

#### h. Emisi Alat Muat Angkut

Konsumsi diesel rata-rata untuk *excavator* Doosan DX 800LC yaitu L/jam dan untuk *excavator* Volvo EC 480DL yaitu L/jam, rata-rata konsumsi bahan bakar diesel untuk *dump truck* Sany SKT80S yaitu L/jam. Sedangkan nilai untuk faktor emisi (emission factor) dari diesel digunakan dari standard internasional dari IPCC yaitu 294 g/kg untuk CO<sub>2</sub>, 1,89 g/kg untuk SO<sub>2</sub>, 0,66 g/kg untuk HC, 0,21 g/kg untuk CO, dan 1,64 untuk NO<sub>x</sub>. Setelah dikalikan didapatkan nilai emisi yang dikeluarkan *excavator* dan *dump truck*.

## 2. Pembahasan

### a. Faktor-Faktor Produktivitas dalam AHP

Setelah mendapatkan semua data yang diperlukan untuk melakukan analisis data menggunakan metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*). Selanjutnya akan dilakukan pembobotan SK (sub kriteria) dan pembobotan elemen untuk menentukan bobot total dari setiap kriteria. Pada metode AHP, aspek-aspek yang mempengaruhi produktivitas alat muat dan alat angkut disebut kriteria. Lalu setelah didapatkan bobot setiap kriteria dan SK maka selanjutnya akan dilakukan analisis produktivitas. Analisis produktivitas alat muat dan alat angkut dilakukan secara terpisah untuk mengetahui produktivitas kedua alat mekanis tersebut menurut metode AHP.

Pengolahan data nilai bobot diawali dengan melakukan pembobotan persentase setiap SK. Kemudian dari persentase bobot tiap SK tersebut akan dikalikan dengan persentase bobot tiap kriteria dan maksimal poin setiap SK yang sudah ditentukan. Dari hasil pengolahan data tersebut akan didapatkan bobot setiap SK dari semua kriteria. Nilai bobot ini akan digunakan untuk melakukan pembobotan poin pada analisis produktivitas alat muat dan alat angkut. Tabel hasil pengolahan data nilai bobot setiap SK dari setiap kriteria produktivitas alat muat dan alat angkut ditunjukkan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1 Nilai Bobot Tiap SK Produktivitas Alat Muat

No.	Kriteria	Persentase Bobot Total	SK	Persentase Bobot Total	Maksimal Poin tiap SK	Bobot tiap SK
1	Man	20,00%	SK-1	20,00%		2
2	Machine	20,00%	SK-1	10,00%		1
			SK-2	10,00%		1
3	Material	20,00%	SK-1	6,67%	10	0,67
			SK-2	6,67%		0,67
			SK-3	6,67%		0,67
			SK-1	6,67%		0,67
4	Method	20,00%	SK-2	6,67%		0,67
			SK-3	6,67%		0,67
			SK-1	10,00%		1
5	Time	20,00%	SK-2	10,00%		1
			Total	100,00%	Total	100,00%

Tabel 2 Nilai Bobot Tiap SK Produktivitas Alat Angkut

No.	Kriteria	Persentase Bobot Total	SK	Persentase Bobot Total	Maksimal Poin tiap SK	Bobot tiap SK
1	Man	25,00%	SK-1	25,00%		2,5
2	Machine	25,00%	SK-1	12,50%		1,25
			SK-2	12,50%		1,25
4	Method	25,00%	SK-1	12,50%	10	1,25
			SK-2	12,50%		1,25
5	Time	25,00%	SK-1	12,50%		1,25
			SK-2	12,50%		1,25
Total		100,00%	Total	100,00%	Total	10

Tingkat produktivitas berdasarkan total poin pada metode AHP ada 3 macam yakni sangat produktif, produktif, dan kurang produktif. Sebuah alat mekanis tergolong sangat produktif apabila total poin lebih besar dari 95. Alat mekanis tergolong produktif apabila total poin berada pada rentang 85-95. Lalu alat mekanis tergolong kurang produktif apabila total poin kurang dari 85. Setelah bobot tiap SK dari semua kriteria dan data tingkat produktivitas berdasarkan total poin didapatkan. Selanjutnya dapat dilakukan penilaian tingkat produktivitas alat mekanis menurut metode AHP dan analisisnya.

### b. Analisis Nilai Produktivitas AHP

#### (1) Alat Muat

Berdasarkan analisis AHP didapatkan total poin setiap aspek dan tingkat produktivitas alat muat. Hasil analisis AHP untuk alat muat ditunjukkan pada tabel 9 dan tingkat produktivitasnya ditunjukkan pada tabel 10.

##### (a) Man

Hasil pengamatan didapatkan bahwa operator alat muat dapat melaksanakan semua kompetensi (4 kompetensi). Pada kriteria man, alat muat mendapatkan total poin sebesar 20. Total poin ini didapatkan dari perkalian poin yang didapatkan pada SK dengan bobot SK. Kriteria ini sudah mencapai nilai maksimal dan tidak diperlukan evaluasi.

(b) *Machine*

Pada SK-1, nilai MA alat muat mendapatkan total poin setelah dikalikan dengan bobot adalah 8 untuk kedua *fleet*. Pada SK-2, PA mendapatkan total poin setelah dikalikan dengan bobot adalah 10 untuk *Fleet 1* dan 8 untuk *Fleet 2*. Total poin semua SK pada kriteria machine adalah 18 untuk *Fleet 1* dan 16 untuk *Fleet 2*. Dari penilaian dapat dilihat bahwa SK-1 dan SK-2 sudah cukup baik dengan nilai MA dan PA diatas 90% sehingga tidak diperlukan adanya optimalisasi.

(c) *Material*

Pada SK-1 dan SK-2, kesesuaian pola penggaruan yang dilakukan di lapangan dan hasil pengujian dari perusahaan belum sesuai sehingga mempengaruhi nilai fragmentasi dan *bucket fill factor*. Total poin yang didapatkan pada kriteria ini adalah 15 untuk *Fleet 1* dan 11 untuk *Fleet 2*. Nilai total didapatkan dari perkalian poin yang didapatkan pada SK dengan bobot SK tersebut. Kriteria ini diperlukan adanya optimalisasi karena belum mencapai poin maksimal pada setiap *fleet*.

(d) *Method*

Pada SK-1, SK-2, dan SK-3, Apabila pola pemuatan yang digunakan sudah disesuaikan dengan kondisi loading area maka produktivitas alat muat dapat dimaksimalkan. Total poin pada kriteria method setelah dikalikan bobot SK adalah 15,8. Kriteria method diperlukan adanya evaluasi karena belum mencapai poin maksimal.

(e) *Time*

Pada SK-1, kesesuaian waktu edar atau disingkat CT (*Cycle time*) lebih dari 95 % sehingga mendapatkan total poin setelah dikalikan bobot sebesar 10. Lalu pada SK-2, nilai EU alat muat mendapatkan total poin setelah dikalikan dengan bobot adalah 2. Dari penilaian diketahui bahwa SK-1 tidak memerlukan perbaikan karena waktu edar aktual masih terlalu lama dibandingkan waktu edar teoritis dari perusahaan. Kemudian pada SK-2 juga diperlukan perbaikan karena nilai EU sangat rendah yaitu hanya 67,7% untuk *Fleet 1* dan 63,79% untuk *Fleet 2*. Nilai EU yang rendah diakibatkan oleh waktu standby alat muat yang sangat lama.

Total poin untuk seluruh kriteria pada alat muat adalah 90,8 poin untuk *Fleet 1* lebih tinggi dibandingkan dengan *Fleet 2* yang mendapat

total poin sebesar 84,8 poin. Poin ini masuk dalam kategori sangat produktif untuk *Fleet 1* dan kategori produktif untuk *Fleet 2*. Dari hasil pengolahan data didapatkan bahwa hasil produksi alat muat pada kedua *fleet* sudah mencapai target produksi yang sudah ditetapkan.

(2) Alat Angkut

Sebelum melakukan analisis produktivitas alat angkut menurut metode AHP, dilakukan penilaian tingkat produktivitas alat angkut berdasarkan total poinnya. Total poin merupakan total dari semua poin pada tiap SK semua kriteria yang ada pada produktivitas alat angkut.

(a) *Man*

Dari hasil pengamatan didapatkan bahwa operator alat angkut melaksanakan 3 dari 4 kompetensi yang ada. Pada kriteria man, alat angkut mendapatkan total poin sebesar 18,75. Total poin didapatkan dari perkalian poin yang didapatkan pada SK dan bobot SK tersebut. Kriteria ini belum mencapai nilai maksimal dan diperlukan diperlukan adanya optimalisasi.

(b) *Machine*

Pada SK-1, nilai MA alat angkut mendapatkan total poin setelah dikalikan dengan bobot adalah 3. Pada SK-2, PA (*Physical Availability*) mendapatkan total poin setelah dikalikan dengan bobot adalah 5. Total poin semua SK pada kriteria machine adalah 8. Dari penilaian dapat dilihat bahwa SK-1 masih memerlukan evaluasi agar nilai MA dapat mencapai nilai lebih tinggi lagi. Pada SK-2 juga masih memerlukan adanya optimalisasi karena belum mencapai poin maksimal.

(c) *Method*

Pada SK-1, poin yang didapatkan sudah maksimal. Total poin pada SK-1 kriteria method setelah dikalikan bobotnya adalah 12,5. Lalu untuk SK-2, poin yang didapatkan juga sudah maksimal. Total poin pada SK-2 kriteria method setelah dikalikan bobotnya adalah 12,5. Setelah dijumlahkan, total poin pada kriteria method adalah 25. Kemudian untuk kedua SK pada kriteria ini tidak diperlukan adanya optimalisasi karena sudah mencapai poin maksimalnya masing-masing.

(d) *Time*

Pada SK-1, kesesuaian waktu edar atau disingkat CT (*Cycle time*) kurang dari 80% sehingga mendapatkan total poin setelah dikalikan bobot sebesar 2,5. Lalu pada SK-2, nilai EU alat angkut mendapatkan total poin setelah dikalikan dengan bobot adalah 2,5. Dari penilaian diketahui bahwa SK-1 sudah masih belum baik karena kesesuaiannya

kurang dari 80% dari waktu edar teoritis hasil pengujian perusahaan. Kemudian pada SK-2 diperlukan evaluasi karena nilai EU sangat rendah yaitu hanya 54,63 %. Nilai EU yang rendah diakibatkan oleh waktu standby alat angkut yang sangat lama. Nilai EU yang rendah diakibatkan oleh waktu standby alat angkut yang sangat lama.

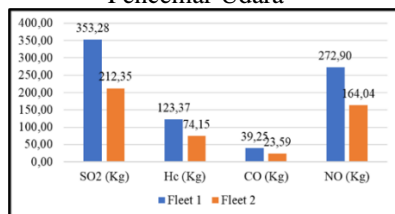
Total poin untuk seluruh kriteria pada alat angkut adalah 67,75 poin. Poin ini masuk dalam kategori total bobot poin dibawah 80 sehingga tingkat produktivitas alat angkut termasuk kurang produktif dan masih diperlukan optimalisasi pada beberapa kriteria..

### c. Evaluasi Nilai Emisi dan Nilai Ekonomi

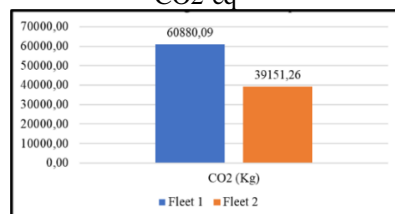
#### 1. Analisis Nilai Emisi Fleet

Hasil perhitungan pada subbab 4.10 didapatkan nilai emisi total dari setiap gas yang dianalisis menunjukkan pada Fleet 1 lebih besar dibandingkan dengan Fleet 2. Adapun nilai CO<sub>2</sub>-eq yang dihasilkan 60.880,09 kg/jam untuk Fleet 1 dan 39.151,26 Kg/jam untuk Fleet 2, nilai SO<sub>2</sub> yang dihasilkan yaitu 391,37 kg/jam untuk Fleet 1 dan 251,69 Kg/jam untuk Fleet 2, nilai HC yang dihasilkan yaitu 136,67 kg/jam untuk Fleet 1 dan 87,89 Kg/jam untuk Fleet 2, nilai CO yang dihasilkan yaitu 43,49 kg/jam untuk Fleet 1 dan 27,97 Kg/jam untuk Fleet 2, dan nilai NO yang dihasilkan yaitu 302,33 kg/jam untuk Fleet 1 dan 194,42 Kg/jam untuk fleet 2. Dari hasil perhitungan pada subbab 4.10 didapatkan nilai emisi total dari setiap gas yang dianalisis menunjukkan pada Fleet 1 lebih besar dibandingkan dengan Fleet 2. Perbandingan emisi dari setiap fleet terlihat pada Gambar 1 untuk perbandingan emisi gas pencemar udara dan Gambar 2 untuk perbandingan CO<sub>2</sub>-eq untuk tiap fleet.

Gambar 1 Grafik Perbandingan Gas Pencemar Udara

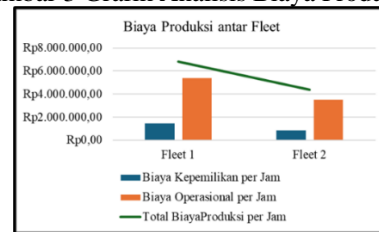


Gambar 2 Grafik Perbandingan Emisi CO<sub>2</sub>-eq



Nilai ekonomi dari alat muat dan angkut pada setiap fleet setelah dianalisis pada bab 4 Akan dikelompokkan menjadi 1 fleet sehingga didapatkan nilai ekonomi yang dikeluarkan dari suatu fleet untuk melakukan operasi penambangan overburden yang merupakan penjumlahan dari biaya kepemilikan dan biaya operasional yang dibutuhkan untuk mengoperasikan sebuah fleet. Pada analisis nilai ekonomi terdapat 2 faktor biaya yang akan dicari yaitu biaya kepemilikan (*ownership cost*) per Jam dan biaya operasional (*operational cost*) per Jam yang akan dijumlahkan sehingga didapatkan total biaya produksi per jam setiap fleet yang dianalisis. Hasil analisis biaya produksi antar fleet dapat dilihat pada Gambar 3 Grafik Analisis Biaya Produksi.

Gambar 3 Grafik Analisis Biaya Produksi



### D. KESIMPULAN DAN SARAN

#### 1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pengolahan data, maka dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu :

1. Hasil analisis kedua fleet menunjukkan kinerja alat muat diperlukan optimalisasi pada kriteria material yaitu faktor pengisian mangkuk dan pola penggaruan dan method terkait kurangnya tinggi front penambangan. Pada alat angkut tidak ada perbedaan antara kedua fleet diperlukan optimalisasi untuk kriteria man terkait kompetensi operator, machine terkait ketersediaan alat, dan dan time terkait ketercapaian waktu edar alat angkut.
2. Hasil analisis tingkat produktivitas menunjukkan kedua fleet diklasifikasikan menjadi fleet yang sangat produktif dan produktif. Alat angkut yang digunakan merupakan alat angkut yang sama pada setiap fleet sehingga nilai produktivitas alat angkut pada kedua fleet mempunyai nilai yang sama yaitu kurang produktif. Namun, berdasarkan perhitungan teoritis kedua fleet telah memenuhi target produksi perusahaan sehingga diperlukan pembandingan yang lebih kuat yaitu nilai emisi dan nilai ekonomi dari kedua fleet.

3. Evaluasi yang dilakukan untuk melakukan pemilihan *fleet* yang paling optimal dalam produktivitas, ekonomi, dan lingkungan. *Fleet 1* mempunyai tingkat produktivitas, emisi, dan biaya operasional serta kepemilikan yang lebih tinggi dibandingkan dengan *Fleet 2*. Namun, *Fleet 2* merupakan *fleet* yang paling optimal karena mempunyai nilai produksi yang sudah memenuhi target perusahaan dalam 1 bulan, biaya operasional yang lebih kecil, dan nilai emisi *Fleet 2* lebih rendah dibanding dengan *Fleet 1*.

## 2. Saran

1. Pola penggaruan dari *ripper* yang awalnya menggunakan *parallel pattern* menjadi pola *cross pattern* sehingga hasil penggaruan menghasilkan fragmentasi batuan yang lebih kecil.
2. Pengaturan tinggi *front* penambangan yang sesuai dengan rekomendasi yaitu 40%-75% dari radius digging alat muat *excavator* Doosan DX800LC dan Volvo EC 480DL.
3. Pengurangan kendala produksi dengan meningkatkan kedisiplinan dan pengawasan kinerja karyawan.
4. Perlu perhatian dan perawatan rutin pada alat mekanis untuk menghindari kerusakan yang lebih parah dan waktu repair yang lebih lama.
5. Penambahan jumlah alat angkut pada *Fleet 1* apabila melakukan produksi ditambah menjadi 7 *dump truck* Sany SKT80S, agar *match factor* bernilai mendekati 1.

## REFERENSI

- Diansa, A.A. & Zakri R.S., 2020, Analisis Biaya Operasional Penambangan Metode Full Costing Pada Tambang Bawah Tanah CV. Tahiti Coal Sangkar Puyuh, Kecamatan Talawi, Kota Sawahlunto, Jurnal Bina Tambang.
- Fiscalaga, D.A., Maryanto, dan Munir S., 2019, Optimalisasi *Fleet* Management dalam Produksi Hauling Batubara di PT Muara Alam Sejahtera Kecamatan Merapi Barat, Kabupaten Lahat Provinsi Sumatera Selatan, Prosiding Teknik Pertambangan
- Indonesianto, Y., 2020, Pemindahan Tanah Mekanis, Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta, Yogyakarta.
- Jahirul, M.I, Hasanuzzaman, M., dan Masjuki H.H., 2007, A Comparison Of The Air Pollution of Gasoline and CNG Driven Car for Malaysia, International Journal Of Mechanical and Materials Engineering.
- Kurniawan, W. & Bambang H., 2018, Analisis Metode Penggalian Batuan Berdasarkan Kriteria Indeks Kekuatan Batu (Franklin) di Site Penambangan Batu Dolomite PT. Bakapindo, Jorong Durian, Nagari Kamang Mudiak, Kecamatan Kamang Magek, Kabupaten Agam, Provinsi Sumatera Barat, Universitas Negeri Padang, Padang.
- Mahdane, A., Musan, H., dan Sadikin, K., 2018, Pengaruh SKKNI dan Kompetensi SDM terhadap Pengembangan SDM di Unit Profesi SDM dalam Menghadapi Era MEA, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Mailadinya, S. & Abdullah R., Kajian Ekonomi Penambangan Batubara di PT. Indomining, Sanga-Sanga, Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur pada Desain Penambangan Tahun 2018-2027, Jurnal Bina Tambang.
- Murizal, I., Omwardana M.E., dan Nasution A.F., 2022, Penentuan Ketinggian *Front* Kerja *Excavator* yang Optimum pada Kegiatan Pengupasan Overburden untuk mencapai Target Produksi PT Citra Mitra Sehati, Jurnal Ruang dan Dalam FTSP, Medan.
- Pieters L., 2023, Evaluasi Produktivitas Alat Muat dan Angkut PT Topa Biring menggunakan Metode AHP pada Penambangan Batu Gamping di PT. Semen Padang, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta, Yogyakarta.
- Rizkia, I.Z., Ratminah, D.W., dan Yudo, M., 2023, Analisis Ekonomi Alat Gali Kobelco Sk 200-10 Di Tambang Sirtu Cv. Empat Lima Muda, Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta, Yogyakarta.
- Sari, F., 2018, Metode Dalam Pengambilan Keputusan, CV. Budi Utama.
- Kiarani, V.L., Sutrisni, E., dan Huboyo, H.S., 2016, Kajian Emisi Pencemar Udara dan Gas Rumah Kaca Sektor Transportasi Darat Kota Yogyakarta Tier 1 dan Tier 2, Jurnal Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro, Semarang.
- Kramawijaya A.G., 2017, Kajian Emisi Partikulat Dan Gas Dari Suatu Pertambangan Nikel Di Halmahera Tengah, Institut Teknologi Nasional Bandung, Bandung.
- Anonim, 2020, Peta Geologi Regional Pulau Kalimantan, Geospasial.
- \_\_\_\_\_, 2012, Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia



- Nomor 5 Tahun 2012, Kementrian Ketenagakerjaan R.I, Jakarta.
- , 2015, Skema Sertifikasi Profesi Kompetensi Kerja Operator *Dump truck*, Kementrian Ketenagakerjaan R.I, Jakarta.
- , 2019, Pelatihan Berbasis Kompetensi Operator *Excavator*, Kementrian Ketenagakerjaan R.I, Direktorat Jenderal Pembinaan Pelatihan dan Produktivitas, Jakarta Selatan.