

EVALUASI KESERASIAN KERJA ANTARA ALAT GALI-MUAT EXCAVATOR KOMATSU PC300-8LC DAN ALAT ANGKUT DUMP TRUCK SCANIA P360 DI AREA PNBP VI UNTUK MENUNJANG TERCAPAINYA TARGET PRODUKSI BATUKAPUR BULAN AGUSTUS TAHUN 2022 PT. SEMEN PADANG

Moudy Intan Fandini^{1,*}, Dedi Yulhendra^{1**}

¹Departemen Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

*moudyif0208@gmail.com

**dediyulhendra@ft.unp.ac.id

Abstract. *PT. Semen Padang is one of the company cement producers in Indonesia that are members of in the Semen Indonesia Group. For activity mining, PT. Semen Padang did mining limestone and silica in the Bukit Karang Putih area which became the IUP (Mining Business Permit) of PT. Semen Padang. The mining activity conducted by open mine (quarry). In to do operation production, PT. Semen Padang cooperates with PT. United Tractors Semen Gresik (UTSG). For the PNBP area of the company using 1 unit tool dig load Komatsu PC300-8LC excavator 4 units tool transport Scania P360 dumptrucks. On August, PT. Semen Padang has set a UTSG production target of 9,000 tons/ day . Whereas realization productivity tool load reached only 2,873 tons/ day and tools transport 1,591 tons/ day . This thing caused by time work tools mechanical actual that is not effective because existence obstacles that cause height loss time. As for some Obstacles observed that is happening queue in crusher area VI for 15 minutes , time circulate tool transport actual for 23 minutes whereas the plan is 15 minutes, and it looks lateness operational tool during not enough more 10 minutes. After calculated match factor value among tool load and tools transport obtained $MF < 1$, then tool load wait with time wait 44.8 seconds , while tool transport work full . Based on problem just now then one method used is *Queuing Theory*. PT. Semen Padang, has size arrival with limited number and because only served by one excavator unit then service first coming who will served first FCFS (first come first service). After application theory queue got correct MF value of 1.2 and an increase in productivity tool transport to 2,825 tons/day. Production results after repair increase to 31% of the production target. Because after applied queue theory target 9000 tons/ day not yet is reached, then in achievement of production targets writer assume for reduce time circulate tool load be 15 seconds and time circulate tool transport be 15 minutes, and add tool transport becomes 16 units for 2 work shifts at mining PT. Semen Padang. Obtained results productivity tool transport of 9,012 tons/ day . Percentage productivity to 100.14% of the production target.*

Keywords : *Limestone , Match Factor, Productivity, Queuing Theory .*

1. Pendahuluan

PT. Semen Padang sebagai perusahaan produsen semen di Indonesia yang tergabung dalam Semen Indonesia Group. Dalam kegiatan penambangan PT. Semen Padang meliputi penambangan batu kapur sebanyak 85%, pasir silika 10% dan pasir besi dan *basalt* 5%. Dalam kegiatan penambangan, PT. Semen Padang melakukan penambangan *limestone* dan *silica* di kawasan Bukit Karang Putih yang menjadi IUP (Izin Usaha Pertambangan) PT. Semen Padang. Adapun kegiatan

penambangan dilakukan secara tambang terbuka (*quarry*). PT. Semen Padang menerapkan sistem penambangan Tambang Terbuka (*surface mining*) yaitu dengan membuat "*bench*" (jenjang) yang membentuk lokasi penambangan sesuai dengan kebutuhan penambangan.

Dalam melakukan operasi produksi, PT. Semen Padang bekerjasama dengan PT. United Tractors Semen Gresik (UTSG). UTSG bergabung dengan PT. Semen Padang sejak tahun 2018. UTSG sendiri merupakan anak perusahaan dari Kerjasama PT. United Tractors sebagai

distributor alat berat dengan PT. Semen Gresik (Persero) Tbk sebagai produsen semen. Beberapa alat berat UTSG yang digunakan dalam kegiatan penambangan di PT. Semen Padang diantaranya *Excavator Komatsu PC400 3* unit, *Excavator Komatsu PC300 2* unit, dan *Dump Truck Scania P360 24* unit. Sebagian alat ditempatkan di area *Pit Limit Barat (PLB)* dan sisanya di area Pendapatan Negara Bebas Pajak (PNBP).

Pada bulan Agustus 2022 PT. Semen Padang menetapkan target produksi UTSG sebesar 9.000 ton/hari. Untuk area PNBP perusahaan menggunakan 1 unit alat gali muat *Excavator Komatsu PC300- 8LC 4* unit alat angkut *Dump Truck Scania P360*. Berdasarkan pengamatan penulis, realisasi produksi yang tercapai 1,591 ton/hari, hanya berkisar 16% dari target yang telat ditetapkan. Hal ini disebabkan oleh waktu kerja alat-alat mekanis aktual yang tidak efektif karena adanya hambatan yang menyebabkan tingginya *loss time*. Waktu *loss time* disebabkan oleh beberapa faktor hambatan diantaranya faktor lingkungan, peralatan, manusia dan sistem. Di antara faktor - faktor tersebut terdapat *loss time* yang bisa diperbaiki seperti faktor sistem, peralatan, dan manusia. Sedangkan faktor lingkungan adalah faktor yang tidak bisa diperbaiki waktu terjadinya karena disebabkan oleh proses alam. Adapun beberapa hambatan yang diamati yaitu terjadinya antrian di area *crusher VI* selama 15 menit, waktu edar alat angkut aktual selama 23 menit sedangkan *plan* nya 15 menit, dan terlihat keterlambatan operasional alat selama kurang lebih 10 menit.

Dalam pemenuhan target produksi 9.000 ton/hari maka perlu menggunakan peralatan yang sangat efektif. Dalam proses *loading* dan *hauling* batu gamping sangat sulit dicapai. Akan tetapi hal tersebut dapat diupayakan dengan melakukan optimalisasi terhadap alat gali muat dan alat angkut. Berdasarkan permasalahan tadi maka salah satu metode yang digunakan adalah Teori Antrian.

Berdasarkan pengamatan dilapangan, PT. Semen Padang memiliki ukuran kedatangan dengan jumlah yang terbatas dan karena hanya dilayani oleh satu unit *excavator* maka pelayanan pertama datang yang akan dilayani pertama FCFS (*first come first service*). Dalam membahas teori antrian lebih di fokuskan pada upaya dalam penguraian waktu tunggu yang terjadi dalam barisan antrian. Untuk mengetahui keserasian antara alat muat dan alat angkut, penulis juga menghitungnya berdasarkan penerapan teori antrian. Penelitian ini menjelaskan penggunaan Teori Antrian untuk mengoptimalkan peralatan tambang dalam memenuhi target produksi PT. Semen Padang.

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

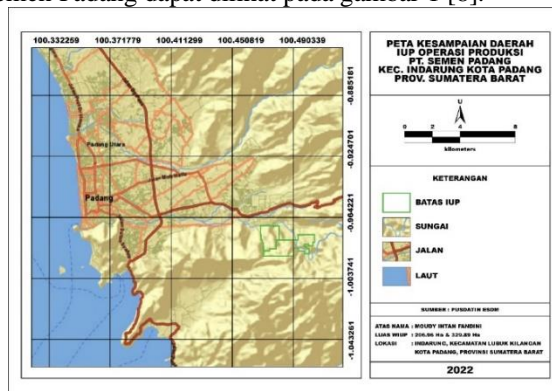
- Menghitung nilai produktivitas aktual *Excavator Komatsu PC300-8LC* dan *Dump Truck Scania P360* pada penambangan batukapur di Area PNBP VI PT. Semen Padang.
- Menghitung nilai faktor keserasian antara alat muat *Excavator Komatsu PC300-8LC* dan alat angkut *Dump Truck Scania P360* pada penambangan batukapur di Area PNBP VI PT. Semen Padang
- Menganalisis produktivitas menggunakan Teori Antrian setelah tercipta keserasian alat muat dan alat

angkut pada penambangan batukapur area PNBP VI PT. Semen Padang.

2. Tinjauan Pustaka

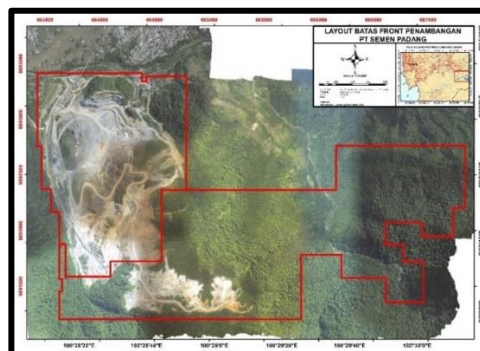
2.1. Lokasi dan Kesampaian Daerah

PT. Semen Padang berada di Bukit Karang Putih, Indarung. Kecamatan Lubuk Kilangan, Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat. Secara geografis terletak pada 10° 04' 30" LS sampai 1° 06' 30" LS dan 100° 15' 30" BT sampai 100° 10' 30" BT. Peta Kesampaian daerah IUP PT. Semen Padang dapat dilihat pada gambar 1 [8].



Gambar 1. Kesampaian Lokasi IUP PT. Semen Padang

Lokasi penambangan batu gamping berada di Bukit Karang Putih terletak di Desa Karang Putih. Untuk penambangan dilakukan di area PNBP VI. Lokasi penambangan batukapur dihubungkan dengan jalan yang dibeton agar dapat dicapai menggunakan kendaraan umum atau naik kendaraan milik PT. Semen Padang. Tambang batukapur terletak di daerah Karang Putih yang berjarak 1600 meter dari pabrik. Lokasi IUP dapat dilihat pada gambar 2 [8].



Gambar 2. Lokasi IUP PT.Semen Padang

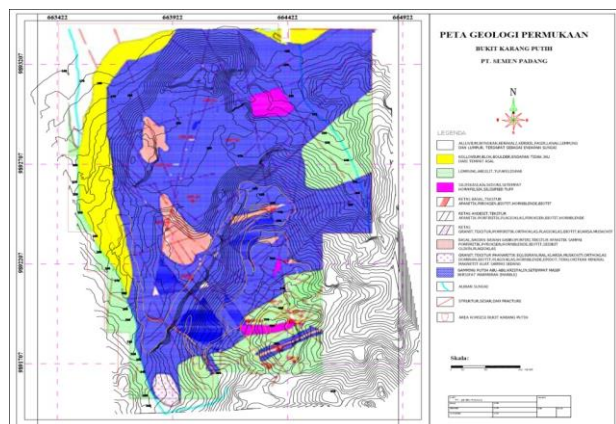
2.2. Kondisi Geologi dan Stratigrafi

2.2.1 Geologi Regional

Secara garis besar keadaan wilayah penambangan di PT. Semen Padang merupakan wilayah perbukitan yang dilingkupi banyak pepohonan dan sebagian kecilnya digunakan masyarakat sebagai lahan pertanian dengan ketinggian berkisar antara 225-720 mdpl. Bukit Karang Putih dominan mengandung batu kapur (gamping) dengan

terobosan batuan beku (*andesit, basalt, granit*). Lapisan batukapur letaknya diatas batuan vulkanik dengan ketebalan berkisar 00-350 m. Di sebelah Selatan penambangan ditemukan batuan beku *basalt*. Hal ini dapat diperkirakan bahwa di daerah ini juga ekstrusi *basalt* (proses pembentukan *basalt* hingga menjadi batukapur). Ekstrusi inilah yang menyebabkan terjadinya penghamburan batukapur menjadi *karst* dengan kristal-kristal yang besar-besar.

Dinding di bukit batu memperlihatkan gejala perapuhan melalui kekar-kekar yang ada di daerah tersebut yang menyebabkan rongga-rongga. Arah *Strike* dan *Dip* bidang perlapisan yang terdapat di Bukit Karang Putih adalah N 25°/74° E. Merupakan suatu *front Antiklin* dengan poros pada tiap lapisan mengarah lebih kurang Timur Laut sampai Barat Daya. Peta geologi permukaan bukit karang putih dapat dilihat pada gambar 3 [8].



Gambar 3. Peta Geologi Permukaan Bukit Karang Putih

2.2.2 Stratigrafi

Susunan Stratigrafi di daerah Bukit Karang Putih tersusun oleh litologi berurutan dari batuan tua ke muda merupakan batuan kersikan untuk anggota formasi kuantan dengan batu gamping kristalin yang berumur permokarbon, secara tidak selaras ada diatas satuan batuan kersikan dan satuan batukapur yang terendapkan bersama batuan satuan konglomerat anggota formasi Tuhur, berumur trias tengah akhir dengan ditutupi oleh *silica stone* pada bagian atasnya.

Bukit Karang Putih intrusi batuan beku. Di sebelah Selatan daerah Bukit Karang Putih berumur kala miosen akhir. Untuk satuan batuan yang paling muda terdapat di Bukit Karang Putih adalah vulkanik berumur *tersier* atau *kuarter* dan secara tidak selaras menutupi satuan batuan lain yang ada sebelumnya. Satuan batuan yang paling muda yang ada di Bukit Karang Putih adalah vulkanik berumur *kuarter* atau *tersier* dan secara tidak selaras menutupi satuan batuan lain yang ada sebelumnya. Sedangkan terjadi secara anorganik, jenis batukapur yang terjadi dalam kondisi iklim dan suasana tertentu dalam air laut atau lempung, air tawar, *Magnesium*, dan pasir merupakan unsur pengotor pengendap pada saat proses pengendapan.

Keberadaan pengotor batu gamping dapat memberikan klasifikasi batu gamping. Apabila pengotornya *Magnesium*, maka batu gamping tersebut

diklasifikasikan batu *dolomitan*. Begitu juga apabila pengotornya lempung maka diklasifikasikan batu gamping lempungan, dan batu gamping pasir apabila pengotornya pasir. Batu gamping yang mengalami metamorfosa akan berubah penampakannya maupun panas, sehingga batu gamping tersebut menjadi berbaur seperti yang dijumpai pada marmer. Selain itu air tanah juga sangat berpengaruh terhadap penghamburan kembali pada permukaan batu gamping sehingga terbentuk hablur kalsit. Stratigrafi Bukit Karang Putih dapat dilihat pada gambar 4 [8].

Unit Batuan	Tebal Rata-Rata (m)	Simbol Batuan	Penerian	Sumber Bahan
Endapan Resen	0,8-3,0		Material Timbunan/Urugan	
	0,4-2,5		Lempung Residu/Foil	Alumina Al ₂ O ₃
Endapan Vulkanik	13,6		Tufa	Silika (SiO ₂)
	68,9		Tufa Kersikan Tektonik Deposit (Bahan Rombakan)	
Batuan Metasedimen dan Metamorf	≈360		Batugamping Marmer	Kapur Cao.Mgo
	>500		Batulempung Tufaan (Batuan Kersikan)	Silika (SiO ₂)

Gambar 4. Stratigrafi Bukit Karang Putih

2.2.3 Litologi

Berdasarkan hasil pemetaan geologi dapat diketahui bahwa satuan batuan dari tua ke muda yang menyusun daerah Bukit Karang Putih adalah sebagai berikut:

- Batu Lempung Tufaan
- Batu Gamping Marmer
- Batu vulkanik/tufa
- Batuan Terobosan

2.3. Iklim Dan Curah Hujan

Iklim di wilayah daerah PT. Semen Padang merupakan iklim tropis yang memiliki dua musim yaitu musim kemarau dan musim hujan dengan kisaran temperatur 27°C – 35°C. Cuaca sangat mempengaruhi efektivitas kerja pada penambangan menggunakan metode tambang terbuka. Curah hujan kota Padang pada umumnya relatif rendah untuk area dekat pantai, namun untuk wilayah dataran tinggi seperti limau manis, lubuk minturun hingga lubuk kilangan (Semen Padang) merupakan kategori sedang – tinggi karena berada di area dataran tinggi.

2.4. Alat Berat

Alat berat adalah salah satu faktor penting di dalam sebuah proyek, terutama pada proyek konstruksi dengan skala yang besar. Tujuan dari penggunaan alat berat tersebut untuk memudahkan manusia dalam mengerjakan pekerjaannya sehingga hasil yang diinginkan dapat tercapai dengan lebih mudah pada waktu yang relatif lebih singkat [5].

2.5. Pemuatan (Loading) dan Pengangkutan (Hauling)

Pada Produktivitas alat muat dan alat angkut dilihat dari kemampuan alat tersebut dalam penggunaannya. Adapun beberapa factor yang mempengaruhi produksi alat muat dan alat angkut adalah:

- Pencatatan Waktu Siklus Alat Muat
- Pencatatan Waktu Siklus Alat Angkut
- Pencatatan *Loose Time* Alat Muat dan Alat Angkut

2.6. Produktivitas Excavator

Alat yang digunakan sebagai alat gali-muat pada kegiatan penambangan di PT. Semen Padang adalah *Excavator Komatsu PC300-8LC*. Produksi *Excavator* per jam dapat dihitung dengan menggunakan rumus pada persamaan 1 [2]:

$$Q = \frac{3600}{CTm} \times q_1 \times k \times E \times SF \tag{1}$$

- Q : Produksi *Excavator* (ton/jam)
- E : Effisiensi kerja (%)
- q : Produksi *bucket* per siklus (m^3)
- q₁ : Kapasitas *Bucket* (m^3)
- k : *Bucket Fill Factor*
- Ctm : *Cycle Time* alat gali muat (detik)

2.7. Produktivitas Dump Truck

Alat yang digunakan sebagai alat angkut pada kegiatan penambangan di PT. Semen Padang adalah *Dump Truck Acania P360*. Produksi *Dump Truck* per jam dapat dihitung dengan menggunakan rumus pada persamaan 2 [2]:

$$Q = \frac{60}{CTa} \times E \times C \times SF \tag{2}$$

Untuk mencari produksi alat angkut per siklus dapat dihitung dengan persamaan 3:

$$C = n \times q_1 \times k \tag{3}$$

Keterangan :

- Q : Produksi *Dump truck* (ton/jam)
- E : Effisiensi kerja (%)
- C : Produksi per siklus *dump truck* (m^3)
- q₁ : Kapasitas *Bucket* excavator (m^3)
- Cta : *Cycle Time* Alat Angkut (detik)
- K : *Bucket Fill Factor*
- n : Jumlat alat
- N : Jumlah Siklus

2.8. Match Factor

Setelah didapatkan produktivitas pada alat gali muat dan alat angkut, maka *Match Factor* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 4 [2]:

$$MF = \frac{CTm \times n \times Na}{CTa \times Nm} \tag{4}$$

Keterangan:

- MF : *Match Factor*.
- Na : Jumlah alat angkut (unit).
- Nm : Jumlah alat muat (unit).
- n : Banyaknya pengisian tiap per-siklus
- Cta : Waktu edar alat angkut (menit).
- Ctm : Waktu edar alat muat (menit).

Bila dari hasil perhitungan tersebut diatas didapatkan hasil sebagai berikut:

- MF < 1, maka alat muat menunggu
- MF = 1, maka kedua alat tersebut sudah serasi.
- MF > 1, maka alat angkut akan menunggu

2.9. Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Produksi Alat

2.9.1 Effisiensi Kerja

Effisiensi kerja merupakan perbandingan antara waktu kerja produktif dengan waktu kerja yang tersedia, dapat dinyatakan dalam persen (%). Effisiensi kerja ini dapat mempengaruhi kemampuan produksi dari suatu kerja alat. Besar nilai effisiensi kerja berhubungan terhadap operator, yaitu orang yang mengoperasikan unit alat. Meskipun demikian, apabila ternyata effisiensi kerjanya rendah belum tentu disebabkan oleh kemalasan operator yang bersangkutan. Mungkin ada penyebab lain yang tidak bisa dihindari, antara lain: kerusakan mendadak, cuaca, kabut, dan lain-lain. Pemeliharaan effisiensi kerja dapat dilihat pada tabel 1, berikut ini [10]:

Tabel 1. Effisiensi Kerja

Kondisi Alat	Pemeliharaan Alat				
	Baik Sekali	Baik	Sedang	Buruk	Buruk Sekali
Baik Sekali	0,83	0,81	0,76	0,70	0,63
Baik	0,78	0,75	0,71	0,65	0,60
Sedang	0,72	0,69	0,65	0,60	0,54
Buruk	0,63	0,61	0,57	0,52	0,45
Buruk Sekali	0,52	0,50	0,47	0,42	0,32

2.9.2 Faktor Pengembangan Material (Swell Factor)

”*Swell*” merupakan pengembangan volume suatu material setelah digali dari tempatnya. Material di lapangan apabila digali akan mengalami pengembangan. Faktor pengembangan ini juga dapat diketahui dengan mencari perbandingan densitas material *loose* dengan densitas material insitunya. Bentuk volume material yang mempengaruhi perhitungan pemindahannya dinyatakan dalam *bank cubic meter* (BCM), *loose cubic meter* (LCM) dan *compacted cubic meter* (CCM).

Perubahan bentuk terjadi karena adanya perbedaan dari densitas akibat pemadatan atau penggalian dari densitas aslinya. Densitas material tentunya akan berubah

akibat adanya penggalian yaitu dari kondisi *bank* ke *loose*. Pada saat kondisi *loose*, densitas material akan berkurang dibandingkan dengan densitas pada kondisi insitu karena adanya pori-pori udara. Rumus untuk menghitung *swell factor* dapat dilihat pada persamaan 5 [2]:

$$SF = \frac{\text{Loose Weight}}{\text{Weight in bank}} \quad (5)$$

2.9.3 Faktor Isian Mangkuk (*Bucket Fill Factor*)

Besarnya faktor isian mangkuk (*Bucket Fill Factor*) tergantung dari jenis material yang akan digali. *Fill factor* adalah angka perbandingan antara volume nyata atau kapasitas nyata mangkuk alat muat dengan volume atau kapasitas teoritis *bucket* alat muat sesuai dengan Spesifikasi alat muat yang digunakan.

2.10. Teori Antrian

2.10.1 Pengertian Umum sistem Teori Antrian

Pembahasan teori antrian lebih di fokuskan pada upaya penguraian waktu tunggu yang terjadi dalam barisan antrian. Situasi menunggu juga merupakan bagian dari kegiatan yang terjadi, dalam rangkaian operasional yang bersifat *random* dalam suatu fasilitas pelayanan [5].

2.10.2 Karakteristik Dasar Model Antrian

2.10.2.1 Sumber Masukan

Unit dari sebuah sistem diperoleh dari beberapa populasi. Populasi ini bias terbatas dan bias pula tidak terbatas ukurannya. Populasi bias terbatas yaitu jika jumlahnya sangat besar, namun bias juga terbatas jika jumlahnya sangat sedikit, mudah terdefiniskan dan setiap pelanggan yang akan datang mempengaruhi kedatangan pelanggan yang lain.

Begitu pula dalam dunia pertambangan kedatangan pelanggan biasanya dirincikan oleh adanya waktu edar (*cycle time*) kedatangan (*Interarrival time*), yakni waktu antar kedatangan dari pelanggan secara berturut-turut pada suatu fasilitas pelayanan. Tingkat kedatangan itu dapat diketahui secara pasti (*deterministic*), atau beberapa suatu variabel acak yang distribusi pada probabilitasnya telah diketahui.

Sebagai pelanggan yang masuk pada sebuah sistem akan diketahui dan akan membentuk sebuah garis tunggu dan antrian dengan tingkat kedatangan (*arrival rate*) tertentu atau random. Berdasarkan keadaan tersebut, amaka kedatangan pelanggan diasumsikan mengikuti *distribution poisson*. Dalam hal ini pelanggan yang telah masuk kedalam sistem kemudian keluar lagi tidak diperhitungkan.

2.10.2.2 Disiplin Antrian

Disiplin pelayanan berkaitan erat dengan urutan pelayanan bagi pelanggan yang memasuki fasilitas pelayanan, disiplin pelayanan ini terbagi menjadi empat bentuk, yaitu :

- *First Come First Service* (FCFS)
- *Last Come First Service* (LCFS)
- *Service In Random Order* (SIRO)
- *Priority Disciplines* (PRI)

2.10.3 Notasi

Notasi *Kendall* untuk merinci ciri dari suatu antrian adalah V/W/X/Y/X/Z, dimana :

- V = menunjukkan pola kedatangan.
- W = menunjukkan pola pelayanan.
- X = menyatakan jumlah pelayanan yang ada.
- Y = menyatakan kapasitas sistem.
- Z = menandakan disiplin antrian.

2.10.4 Informasi Sistem Antrian

Dengan menggunakan cara prinsip informasi sistem antrian yang perlu ditarik adalah :

- Waktu tunggu *dump truck* dalam sistem dan dalam antrian
- Panjang antrian *dump truck*, jumlah *dump truck* dalam sistem.
- Waktu menganggur *excavator*.
- Jumlah *excavator* yang menganggur.
- Produktivitas, produksi atas hasil dari suatu operasi

2.10.5 Karakteristik Sistem Antrian Putaran

Dalam operasi antrian sistem antrian putaran terdiri dari kumpulan tahap/fase dalam suatu rangkaian tertutup. Sistem ini memakai 1 unit alat gali muat sebagai pelayanan untuk melayani alat angkut sebagai pelanggan. Pelanggan yang selesai pada tahap *i* dengan segera antri untuk mendapatkan pelayanan pada tahap *i + 1*, *i = 1, 2, ..., M*, dimana *M* adalah jumlah seluruh tahap. Output dari adalah input pada tahap *i + 1*. Setelah pelayanan lengkap pada tahap *M*, pelanggan antri untuk mendapatkan pelayanan pada tahap *i*, jadi tahapnya berulang kembali. Karena operasi ini adalah sebuah rangkaian tertutup, maka hanya pelanggan (*K*) dengan jumlah terbatas seluruh tahap. Sebagai contoh, pada operasi penambangan melibatkan alat gali muat (*excavator*) dan beberapa alat angkut (*dump truck*) yang terdiri dari 4 tahap yaitu :

- (μ_1) : Merupakan pelayanan pemuatan *dump truck*
- (μ_2) : Merupakan pelayanan pengangkutan ke *hopper x*
- (μ_3) : Merupakan pelayanan *dump truck* menumpahkan material
- (μ_4) : Merupakan pelayanan *dump truck* kembali ke *front* penambangan.

2.10.6 Karakteristik Sistem Keseimbangan Pelayanan

Untuk perluasan model antrian putaran tiap-tiap tahap dapat dianggap sama, seperti keadaan untuk seluruh

sistem putaran yang dapat ditunjukkan dengan (n_1, n_2, \dots, n_M) dimana n_1 untuk unit pada tahap 1, ada n_2 untuk unit pada tahap 2 dan seterusnya hingga tahap M. Untuk K unit putaran diperoleh persamaan 6 [1]:

$$\sum_{i=1}^M n_i = k \quad (6)$$

Persamaan keadaan tetap dari kasus M tahap dan K *dump truck* menjadi [1]:

$$\frac{(K+M-1)!}{(M-1)!(K)!} \quad (7)$$

2.10.7 Keseimbangan Pelayanan

Untuk keseimbangan pelayanan, probabilitas keadaan dan sifat-sifat sistem pada antrian putaran dapat disederhanakan. Jika di asumsikan seluruh tahap mempunyai sifat yang sama maka [1]:

$$\mu_i = \mu \text{ dimana, } i = 1, 2, \dots, M \quad (8)$$

3. Metodologi Penelitian

3.1. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian kuantitatif. Hal ini dikarenakan dalam penelitian nantinya, akan menggunakan data-data berupa angka-angka. Penelitian kuantitatif merupakan penelitian yang menggunakan data berupa angka sebagai alat menganalisis keterangan mengenai apa yang ingin diketahui.

Dalam pelaksanaan penelitian ini menggunakan data sekunder dan data primer yang kemudian dikembangkan sesuai dengan tujuan penelitian. Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung oleh pihak yang diperlukan datanya, data sekunder adalah data yang tidak diperoleh langsung dari pihak yang diperlukan datanya. Hasil dari penelitian yang dilakukan tidak perlu sebagai suatu penemuan baru, akan tetapi merupakan aplikasi yang baru dari penelitian yang telah ada.

3.2. Lokasi Penelitian

Kegiatan dilakukan di PT. Semen Padang. Lokasi tambang PT. Semen Padang berada di Bukit Karang Putih pada daerah Indarung, Kecamatan Lubuk Kilangan, Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat kurang lebih 15 KM di sebelah timur Kota Padang dengan ketinggian 350 mdpl. Di Area PNBV VI (Pendapatan Negara Bebas Pajak).

3.3. Teknik Pengumpulan Data

Berikut beberapa tahapan untuk mengumpulkan data pendukung guna keperluan menganalisis data penelitian, diantaranya yaitu:

3.3.1 Studi Literatur

Dilakukan dengan mengumpulkan berbagai referensi kepustakaan dan mempelajari laporan-laporan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dengan tujuan mengetahui daerah penelitian secara umum.

3.3.2 Observasi Lapangan

Pengamatan yang dilakukan secara langsung di lapangan merupakan kegiatan pengamatan tentang lokasi studi kasus secara langsung, sehingga dalam melakukan studi kasus dapat mempermudah dalam pengambilan data dan menganalisis data

3.4. Teknik Pengolahan Data

3.4.1 Menghitung produktivitas alat

Dalam perhitungan produktivitas aktual kita menghitung nilai *availability* alat, menghitung produktivitas teoritis alat muat dan alat angkut, dan produktivitas aktual alat muat *Excavator Komatsu PC300-8LC* dan alat angkut *Dump Truck Scania P360*.

3.4.2 Menghitung Match factor

Berdasarkan hasil produktivitas pada alat gali muat dan alat angkut, maka *Match Factor* dapat dihitung dengan menggunakan sebuah persamaan.

3.4.3 Menghitung produktivitas menggunakan teori antrian

Dalam menganalisis produktivitas menggunakan teori antrian ada beberapa tahapan yaitu:

- Menentukan model antrian
- Menghitung tingkat pelayanan (μ) dan probabilitas antrian
- Menghitung L_{q1} , L_{q3} , W_{q1} dan W_{q3}
- Menghitung jumlah alat angkut berdasarkan penerapan teori antrian
- Menganalisis produktivitas setelah menggunakan teori antrian

4. Hasil Penelitian dan Pembahasan

4.1. Hasil Penelitian

4.1.1. Menghitung Produktivitas Aktual

4.1.1.1 Menghitung Availability Alat

Dalam suatu pekerjaan alat mekanis selalu ada total waktu kerja (W), waktu perbaikan (R), dan waktu Standby (S) dari alat mekanis yang digunakan. Adapun perhitungan dalam *availability* alat adalah *Mechanical Availability (MA)*, *Physical Availability (PA)*, *Use of Availability (UA)*, *Effectivitas Utilization (EU)* [2]. Data *availability* alat angkut dapat dilihat pada tabel 2, berikut ini:

Tabel 2. Data *Availability* Alat Angkut

No	Nama Alat	MA	PA	UA	EU
		%			
1	<i>Excavator Komatsu PC300 – LC8</i>	79,2	80	95,2	76,9

Berdasarkan hasil pada tabel menunjukkan persentase dari *availability* alat diatas 75%, maka alat dalam keadaan baik.

Tabel 3. Data *Availability* Alat Angkut

No	Nama Alat	MA	PA	UA	EU
		%			
1	<i>DumpTruck Scania P360 (SC – 04)</i>	91,5	92,3	90	83,1
2	<i>DumpTruck Scania P360 (SC – 05)</i>	94,7	95,4	87,9	83,8
3	<i>DumpTruck Scania P360 (SC – 08)</i>	86,7	88,5	85,2	75,4
4	<i>DumpTruck Scania P360 (SC – 12)</i>	87,2	88,5	88,7	78,4

Berdasarkan hasil pada tabel menunjukkan persentase dari *availability* alat diatas 75%, maka alat dalam keadaan baik.

4.1.1.2 Menghitung Produktivitas Alat Muat Excavator Komatsu PC300 – 8LC

Setelah dilakukan perhitungan produktivitas alat muat, didapat hasil perhitungan produksi per-hari pada tabel 4, berikut ini:

Tabel 4. Hasil Perhitungan Produksi Alat Muat Per-hari Bulan Agustus 2022

Jenis Alat Muat		Shift 1	Shift 2	Total
<i>Excavator Komatsu</i>	PC300-8LC	1.951,4	922,103	2.873,58
Target produksi Agustus 2022		9.000		

Untuk hasil perhitungan produksi alat muat per-bulan dapat dilihat pada tabel 5, berikut ini:

Tabel 5. Hasil Perhitungan Produksi Alat Muat Per-bulan Bulan Agustus 2022

Jenis Alat Muat		Shift 1	Shift 2	Total
<i>Excavator Komatsu</i>	PC300-8LC	60.495	28.585,21	89.080,21
Target produksi Agustus 2022		270.000		

Berdasarkan tabel bisa dilihat hasil produktivitas alat muat yang terdiri dari *shift 1* dan *shift 2*, total

produktivitas per-hari 2.873 ton/hari dan total produktivitas per-bulan nya 89.080,21

4.1.1.3 Menghitung Produktivitas Alat Angkut DumpTruck scania P360

Setelah dilakukan perhitungan produktivitas alat angkut, didapat hasil perhitungan produksi per-hari pada tabel 6, berikut ini:

Tabel 6. Hasil Perhitungan Produksi Alat Angkut Per-hari Bulan Agustus 2022

Jenis Alat Angkut	Shift 1	Shift 2	Total	
<i>DumpTruck Scania P360</i>	SC 04	200,73	174,865	375,60
	SC 05	236,62	204,16	440,78
	SC 08	200,59	177,88	378,47
	SC 12	209,775	187,37	397,15
Total per-shift		847,72	744,28	1.591,99
Target produksi Agustus 2022		9.000		

Untuk hasil perhitungan produksi alat angkut per-bulan dapat dilihat pada tabel 7, berikut ini:

Tabel 7. Hasil Perhitungan Produksi Alat Angkut Per-bulan Bulan Agustus 2022

Jenis Alat Angkut	Shift 1	Shift 2	Total	
<i>DumpTruck Scania P360</i>	SC 04	6.222,73	5.420,80	11.643,53
	SC 05	7.335,34	6.329,18	13.664,52
	SC 08	6.218,31	5.514,50	11.732,81
	SC 12	6.501,32	5.808,60	12.309,92
Total per-shift		26.277,70	23.073,08	49.350,78
Target produksi Agustus 2022		270.000		

Berdasarkan tabel bisa dilihat hasil produktivitas alat angkut yang terdiri dari *shift 1* dan *shift 2*, total produktivitas per-hari 1.591,99 ton/hari dan total produktivitas per-bulan nya 49.350,78.

4.1.2. Match Factor

$$MF = \frac{CTm \times n \times N_a}{CTa \times Nm}$$

$$MF = \frac{32,98 \times 7 \times 4}{1.251,6 \times 1}$$

$$MF = 0,73$$

MF < 1, maka alat muat menunggu, sedangkan alat angkut bekerja penuh.

Alat dikatakan serasi apabila MF = 1, Untuk mencapai keserasian tersebut kita perlu menghitung waktu tunggu alat muat minimum agar MF = 1, Waktu tunggu alat muat dapat dihitung dengan cara:

$$MF = \frac{CTm \times n \times N_a}{CTa \times Nm}$$

$$CTm = \frac{MF \times Cta \times Nm}{N_a \times n}$$

CTm = 44,7 detik

Waktu tunggu alat muat apabila MF = 1 adalah 44,7 detik.

4.1.3. Teori Antrian

4.1.3.1 Penentuan Model Sistem Antrian

Berdasarkan pengamatan dilapangan barisan antrian pada alat gali muat dan alat angkut di PT.Semen Padang, memiliki ukuran kedatangan dengan jumlah yang terbatas dan karena hanya dilayani oleh satu unit excavator maka pelayanan pertama datang yang akan dilayani pertama FCFS (*first come first service*).

4.1.3.2 Probabilitas Keadaan Antrian

- a. Tahap 1 (μ_1) merupakan tahap pelayanan alat gali muat untuk memuat material *Limestone* kepada alat angkut hingga terisi penuh dalam beberapa siklus.
- b. Tahap 2 (μ_2) merupakan tahap pelayanan sendiri dengan alat angkut melakukan perjalanan menuju *hopper crusher*.
- c. Tahap 3 (μ_3) merupakan tahap pelayanan alat angkut menumpahkan *limestone* pada *hopper crusher*.
- d. Tahap 4 (μ_4) merupakan tahap pelayanan sendiri dengan alat angkut melakukan perjalanan kembali menuju *front* pemuatan *limestone*.

4.1.3.3 Perhitungan Kebutuhan Alat Angkut

4.1.3.3.1 Penentuan Tingkat pelayanan (μ)

- a. Tahap 1
 - T1 = Waktu *Manuver* Muat + Waktu Muat
 - = 0,44 menit + 2,5 menit
 - = 2,94 menit
 - $\mu_1 = 1/(2,94 \times 60)$
 - = 20,4 *dump truck*/jam ≈ 20 *dump truck*/jam
- b. Tahap 2
 - T2 = Waktu *haulling* alat angkut bermuatan
 - = 8,73 menit
 - $\mu_2 = 1/(8,73 \text{ menit}) \times 60$
 - = 6,8 *dump truck*/jam ≈ 7 *dump truck*/jam
- c. Tahap 3
 - T3 = Waktu *Manuver* Tumpah + Waktu Tumpah
 - = 0,41 menit + 0,57 menit
 - = 0,98 menit
 - $\mu_3 = 1/(0,98 \text{ menit}) \times 60$
 - = 61,2 *dump truck*/jam ≈ 61 *dump truck*/jam

- d. Tahap 4
 - T4 = Waktu Alat Angkut kembali ke *front*.
 - = 8,27 menit
 - $\mu_4 = (1)/(8,27 \text{ menit}) \times 60$
 - = 7,2 *dump truck*/jam ≈ 7 *dump truck*/jam

4.1.3.3.2 Probabilitas Keadaan

Antrian Putaran = $\frac{(K+M-1)!}{(M-1)!(K)!}$

$$= \frac{(4+4-1)!}{(4-1)!(4)!}$$

$$= \frac{(7)!}{(3)!(4)!}$$

$$= 35 \text{ keadaan}$$

Untuk menghitung koefisien tiap keadaan sistem, contohnya untuk koefisien P (1,1,1,1,) digunakan rumus:

Koefisien P (1,1,1,1) = $\frac{\mu_1^{(k-n_1)}}{n_2! \mu_2^{n_2} \mu_3^{n_3} n_4! \mu_4^{n_4}}$

$$= \frac{1! \cdot 7^1 \cdot 6^1 \cdot 1! \cdot 7^1}{20^3}$$

$$= \frac{2.989}{20^3}$$

$$= 2,67$$

P (1,1,1,1) = Koefisien P (1,1,1,1) x P (4,0,0,0)

$$= 2,77 \times 0,0084$$

$$= 0,0224$$

4.1.3.3.3 Perhitungan Lq1, Lq3, Wq1 dan Wq3

- 1. Lq1
 - Merupakan antrian alat angkut saat dimuat oleh alat gali muat dengan syarat $n_1 > 1$
 - Lq1 = $1 \times \Sigma$ (probabilitas keadaan 19, 20, 21, 23, 24, 25) + $2 \times \Sigma$ (probabilitas keadaan 7, 8, 9) + $3 \times \Sigma$ (probabilitas keadaan 4)
 - = 0,28 *dump truck* ≈ 0 *dump truck*
- 2. Lq3
 - Merupakan antrian alat angkut saat akan menumpahkan material *limestone* pada *hopper crusher* dengan syarat $n_3 > 1$
 - Lq3 = $1 \times \Sigma$ (probabilitas keadaan 17, 18, 20, 31, 32, 34) + $2 \times \Sigma$ (probabilitas keadaan 5, 11, 13) + $3 \times \Sigma$ (probabilitas keadaan 2) +
 - = 0,025 *dump truck* ≈ 0 *dump truck*
- 3. Wq1
 - Merupakan waktu tunggu alat angkut pada saat akan dimuat oleh alat gali muat. Untuk menentukan nilai Wq1 maka terlebih dahulu harus dihitung tingkat kesibukan (η_1) *excavator*. Dengan syarat $n_1 < 1$
 - $\eta_1 = 1 - \Sigma$ (probabilitas keadaan 1, 2, 3, 5, 6, 10, 11, 15, 16, 17, 18, 22, 26, 28, 32) x 100%
 - = 0,524 x 100%
 - $\eta_1 = 52,46 \%$
 - Karena pada kegiatan pemuatan ada tahap 1, maka jumlah *dump truck* yang dapat dilayani adalah:
 - $\theta_1 = \theta = \eta_1 \times \mu_1$
 - = 0,524 x 20,4 *dump truck*/jam

$$\begin{aligned}
 &= 10,68 \approx 10 \text{ dump truck/jam} \\
 Wq1 &= \frac{Lq1}{\mu_1} \\
 &= \frac{0,28}{10,68} \\
 &= 0,026 \text{ jam} \\
 &= 1,5 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

4. Wq3

Merupakan waktu tunggu alat angkut saat akan menumpahkan *limestone* di *hopper crusher*.

$$\begin{aligned}
 Wq3 &= \frac{Lq3}{\mu_3} \\
 &= \frac{0,026}{10,68} \\
 &= 0,00243 \text{ jam} \\
 &= 0,146 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

4.1.3.3.4 Waktu Edar dan Tingkat Kedatangan Dumphtruck

Berdasarkan penerapan teori antrian maka waktu edar alat angkut setiap 1 siklus adalah:

$$\begin{aligned}
 CT_{total} &= \left(\frac{1}{\mu_1} + \frac{1}{\mu_2} + \frac{1}{\mu_3} + \frac{1}{\mu_4} + Wq1 + Wq3 \right) \\
 CT_{total} &= \left(\frac{1}{20,4} + \frac{1}{6,8} + \frac{1}{61,2} + \frac{1}{7,2} + 0,026 + 0,00243 \right) \\
 &= 0,05 + 0,147 + 0,01639 + 0,142857 + 0,0256 + 0,0025 \\
 &= 0,381232 \text{ jam} \\
 &= 22,87 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Sehingga tingkat kedatangan *dump truck* dalam 1 jam baik di *front* penambangan maupun di *hopper crusher* dilambangkan dengan λ , adalah:

$$\begin{aligned}
 \lambda1 = \lambda3 &= \frac{1}{CT_{total}} \\
 &= \frac{1}{0,39} \\
 &= 2,7 \text{ dump truck/jam} \approx 3 \text{ dump truck/jam}
 \end{aligned}$$

Jadi jumlah *dump truck* yang dibutuhkan adalah:

$$\begin{aligned}
 N &= \frac{\mu_1}{\lambda1} \\
 N &= \frac{20}{3} \\
 N &= 6,66 \approx 7 \text{ unit}
 \end{aligned}$$

4.1.3.4 Hasil Setelah Penerapan Teori Antrian

Setelah dilakukannya penerapan teori antrian, didapat hasil perhitungan produktivitas alat angkut per-hari pada tabel 8,berikut ini:

Tabel 8. Perhitungan produktivitas Alat Angkut Setelah Perbaikan per-hari

Untuk hasil perhitungan produktivitas alat angkut per-bulan pada tabel 9,berikut ini:

Tabel 9. Perhitungan produktivitas Alat Angkut Setelah Perbaikan per-bulan

No	Alat gali Muat	Jumlah Alat Angkut		Hasil Produksi	
		Sebelum Perbaikan	Setelah Perbaikan	Sebelum Perbaikan	Setelah Perbaikan
1	Excavator Komatsu PC300-8 LC	4	7	49.350	87.592

4.2. Pembahasan

Penelitian ini dilakukan pada bulan Agustus tahun 2022 di Area PNBP VI Bukit Karang Putih PT. Semen Padang, unit yang diteliti diantaranya 1 unit *Excavator Komatsu PC300 – 8LC* dan 4 unit *Dump truck Scania P360*. Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menghitung nilai produktivitas aktual alat, menghitung nilai keserasian antara alat muat dan alat angkut, dan menganalisis produktivitas menggunakan teori antrian.

Berdasarkan hasil analisa data, produktivitas teoritis alat muat *Excavator Komatsu PC300 – 8LC* yaitu 2.930 ton/hari dan 90.837 ton/bulan. Sedangkan produktivitas aktual alat muat sebesar 2.873,58 ton/hari dan 89.080,21 ton/bulan. Bisa disimpulkan produktivitas aktual alat muat *Excavator Komatsu PC300 – 8LC* hanya mencapai 32% dari target produksi PT. Semen Padang. Untuk produktivitas alat angkut *DumpTruck Scania P360* diurai berdasarkan unit, produktivitas teoritis *Dumphtruck Scania 04 (SC-04)* yaitu 572,52 ton/hari dan 17.748 ton/bulan, sedangkan produktivitas aktual SC 04 yaitu 375,6 ton/hari dan 11.643,53 ton/bulan. Produktivitas teoritis *Dumphtruck Scania 05 (SC-05)* yaitu 577,33 ton/hari dan 17.897,23 ton/bulan, sedangkan produktivitas aktual SC 05 yaitu 440,78 ton/hari dan 13.664,52 ton/bulan. Produktivitas teoritis *Dumphtruck Scania 08 (SC-08)* yaitu 519 ton/hari dan 16.106,02 ton/bulan, sedangkan produktivitas aktual SC 08 yaitu 378,47 ton/hari dan 11.732,81 ton/bulan. Produktivitas teoritis *Dumphtruck Scania 12 (SC-12)* yaitu 540,22 ton/hari dan 16.746,85 ton/bulan, sedangkan produktivitas aktual SC 08 yaitu 397,15 ton/hari dan 12.309,92 ton/bulan.

Dari uraian produktivitas per unit diatas, dapat dihitung total dari produktivitas alat muat sebesar 2.873,58 ton/hari dan 89.080,21 ton/bulan. Produktivitas alat muat yang tercapai hanya 32 % dari target. Total dari produktivitas alat angkut yaitu 1.591 ton/hari dan 49.350,78 ton/bulan. Produktivitas alat angkut yang tercapai hanya 17% dari target produksi.

Setelah perhitungan produktivitas alat, penelitian ini juga menghitung nilai *match factor* antara alat

No	Alat gali Muat	Jumlah Alat Angkut		Hasil Produksi	
		Sebelum Perbaikan	Setelah Perbaikan	Sebelum Perbaikan	Setelah Perbaikan
1	Excavator Komatsu PC300-8 LC	4	7	1.591,9	2.825,5

gali muat dan alat angkut. Berdasarkan hasil analisa, 1 unit *excavator* dengan waktu edar 32,98 detik, dan 4 unit *Dumphtruck* dengan waktu edar 1255,2 detik

didapat nilai MF sebesar 0,73. Karena nilai $MF < 1$, maka alat muat menunggu sedangkan alat angkut bekerja penuh. Dan waktu tunggu alat muat selama 44,8 detik.

Metode yang dipakai pada penelitian ini yaitu teori antrian. Pembahasan teori antrian lebih di fokuskan pada upaya penguraian waktu tunggu yang terjadi dalam barisan antrian. Antrian ini dapat dilihat dalam berbagai situasi yang terjadi pada kehidupan sehari-hari, seperti kondisi jalan tambang. Berdasarkan pengamatan di lapangan, jarak dari PNBP VI ke area *Crusher VI* berkisar 1,8 km, terdiri dari 2 jalur, dan ada beberapa *grade* jalan yang tinggi sehingga operator diharuskan untuk mengurangi kecepatan, hal ini dapat mempengaruhi waktu edar alat angkut dan menyebabkan alat muat menunggu.

Berdasarkan pengamatan di lapangan barisan antrian pada alat gali muat dan alat angkut di PT.Semen Padang, memiliki ukuran kedatangan dengan jumlah yang terbatas dan karena hanya dilayani oleh satu unit excavator maka pelayanan pertama datang yang akan dilayani pertama FCFS (*first come first service*). Alat angkut *Dump Truck Scania P360* dengan sistem kerjanya terdiri dari 4 tahap yang berulang-ulang sehingga untuk perhitungannya menggunakan model antrian putaran (tertutup), probabilitas keadaan antrian ditentukan oleh jumlah alat angkut yang digunakan dan keadaan antrian yang terdiri dari 4 tahap, Tahap 1 (μ_1) yaitu tahapan pelayanan alat gali muat dalam memuat material terhadap alat angkut. Tahap 2 (μ_2) yaitu tahapan pelayanan alat angkut melakukan perjalanan menuju *crusher*. Tahap 3 (μ_3) yaitu tahap pelayanan alat angkut menumpahkan material ke *crusher*. Tahap 4 (μ_4) yaitu tahapan alat angkut kembali menuju *front* tempat pemuatan material. Setelah dilakukan perhitungan, diketahui nilai hasil dari tahap 1 (μ_1) yaitu 20 *dumpruck/jam*, tahap 2 (μ_2) 7 *dumpruck/jam*, tahap 3 (μ_3) 61 *dumpruck/jam*, tahap 4 (μ_4) 7 *dumpruck/jam*.

Dengan jumlah alat angkut yang dilayani oleh *Excavator Komatsu PC300-8 LC* adalah 4 unit dan 4 tahap antrian maka probabilitas keadaan sebanyak 35 keadaan. Jumlah keseluruhan probabilitas keadaan sama dengan 1 (satu) dan jumlah koefisien keseluruhan 119,04. Selanjutnya menghitung nilai L_{q1} merupakan antrian alat angkut saat dimuat oleh alat gali muat dengan syarat $n_1 > 1$. Didapat nilai L_{q1} yaitu 0 *dumpruck*. Nilai L_{q3} merupakan antrian alat angkut saat menumpahkan material. Didapat nilai L_{q3} 0 *dumpruck*. Nilai W_{q1} merupakan waktu tunggu alat angkut pada saat dimuat oleh alat muat. Untuk menghitung W_{q1} terlebih dahulu harus dihitung tingkat kesibukan (η_1). Nilai η_1 yaitu 52,46 %. Jumlah *dump truck* yang dilayani (θ) 10 *dumpruck/jam*. Maka didapat nilai W_{q1} 0,026 jam. W_{q3} merupakan waktu tunggu alat angkut saat menumpahkan material di *crusher*. Didapat nilai W_{q3} 0,00243 jam. Waktu edar kedatangan *Dumpruck* (CTotal) nilainya 0,39 jam. Tingkat kedatangan

dumpruck dalam 1 jam (λ) adalah 3 *dumpruck/jam*. Dan didapat jumlah alat angkut yang dibutuhkan sebanyak 7 unit.

Setelah penerapan teori antrian, didapatkan nilai *match factor* antara alat gali muat *Excavator Komatsu PC300-8 LC* dan alat angkut *Dumpruck Scania P360* sebesar 1,2. Produktivitas alat angkut meningkat menjadi 2.825 ton/hari dan 87.592 ton/bulan. Hasil produksi setelah perbaikan meningkat menjadi 31% dari target produksi. Karena setelah diterapkan teori antrian target 9.000 ton/hari belum tercapai, maka dalam pencapaian target produksi penulis mengasumsikan untuk mengurangi waktu edar alat muat menjadi 15 detik dan waktu edar alat angkut menjadi 15 menit, serta menambah alat angkut menjadi 16 unit dan alat muat 2 unit untuk 2 *shift* kerja pada penambangan PT. Semen Padang. Didapat hasil produktivitas alat angkut sebesar 9.012 ton/hari. Persentase produktivitas menjadi 100,14 % dari target produksi.

5. Penutup

5.1. Kesimpulan

Dari hasil analisis, perhitungan dan pengolahan kegiatan penelitian mengenai topik bahasan Evaluasi Keserasian Kerja Antara Alat Gali- Muat *Excavator Komatsu PC300-8LC* dan Alat Angkut *Dump Truck Scania P360* di Area PNBP VI Untuk Menunjang Tercapainya Target Produksi Batukapur Bulan Agustus Tahun 2022 di PT. Semen Padan, maka dapat disimpulkan:

- Nilai produktivitas aktual *Excavator Komatsu PC300-8LC* yaitu 2.873,58 ton/hari dan 89.080,21 ton/bulan. Produktivitas alat muat yang tercapai hanya 32 % dari target. Nilai produktivitas aktual dari *Dump Truck Scania P360* yaitu 1.591 ton/hari dan 49.350,78 ton/bulan. Produktivitas alat angkut yang tercapai hanya 17% dari target produksi.
- Nilai faktor keserasian antara alat muat *Excavator Komatsu PC300-8LC* dan alat angkut *Dump Truck Scania P360* didapat nilai $MF = 1,2$. Adapun alat angkut yang dibutuhkan setelah perbaikan sebanyak 7 unit *Dump Truck*
- Analisa produktivitas menggunakan teori antrian setelah terciptanya keserasian alat muat dan alat angkut yaitu nilai produktivitas alat angkut meningkat menjadi 2.825 ton/hari dan 87.592 ton/bulan. Hasil produksi setelah perbaikan meningkat menjadi 31% dari target produksi.

5.2. Saran

Setelah melakukan Penelitian di PT. Semen Padang , penulis mempunyai saran yaitu :

- Sebaiknya PT. Semen Padang lebih mengoptimalkan jam kerja efektif supaya tidak banyak waktu kerja yang terbuang sehingga produktivitas dapat tercapai.

- Menghindari hambatan yang menyebabkan *loose time* seperti keterlambatan operator, kerusakan alat, dan pengecekan kondisi jalan agar waktu edar sesuai dengan *cycle time plan* PT. Semen Padang.
- Berdasarkan pengamatan di lapangan alat angkut masih mengantri, maka penulis menyarankan melakukan analisa kebutuhan alat gali muat dan alat angkut agar tidak terjadinya antrian dengan melakukan analisa menggunakan teori antrian.
- Adapun penyebab tidak tercapainya target produksi diantaranya ialah waktu edar alat angkut yang terlalu lama dan jumlah alat angkut yang tidak serasi.
- Tindakan yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produksi adalah dengan upaya mengurangi waktu edar alat sehingga produktivitas meningkat dan menerapkan simulasi teori antrian untuk menghitung kebutuhan alat yang sesuai sehingga tidak terjadi antrian.
- Karena target produksi 9.000 ton/hari tidak tercapai, penulis mengasumsikan untuk mengurangi waktu edar alat muat menjadi 15 detik dan waktu edar alat angkut menjadi 15 menit, serta menambah alat angkut menjadi 16 unit dan alat muat 2 unit untuk 2 *shift* kerja pada penambangan PT. Semen Padang. Didapat hasil produktivitas alat angkut sebesar 9.012 ton/hari. Persentase produktivitas menjadi 100,14 % dari target produksi.

REFERENSI

- [1] Ariyantoro, Anjar. (2003). *Kajian Teknis Alat Muat dan Alat Angkut dengan Penerapan Metode Antrian untuk Mencapai Sasaran Produksi pada Penambangan Tanah liat Kuari Temandang PT. Semen Gresik (Persero) Tbk*. Skripsi, tidak diterbitkan. Universitas Pembangunan Nasional "Veteran", Yogyakarta
- [2] Indonesianto, Yanto. (2005). "*Pemindahan Tanah Mekanis*". UNP "Veteran": Yogyakarta
- [3] Elvionita, D., Yulhendra, D. (2018) *Kajian Sistem Kerja Alat Muat dan Alat Angkut pada Pengupasan overburden dengan Penerapan Metode Antrian di Pit Taman tambang Air Laya PT. Bukit Asam (Persero) Tbk*. Jurnal Bina Tambang Vol 3, No 2. Universitas Negeri Padang
- [4] Fatena Rostiyanti, Susy. (2008). "*Alat Berat Untuk Proyeksi Kontruksi*", Edisi Kedua, Jakarta: Bhineka
- [5] Kakiay, Thomas J. (2004). *Dasar Teori Antrian untuk Kehidupan Nyata*. Yogyakarta: Andi.
- [6] Prodjosumarto, P. 1993. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Jurusan Teknik. Pertambangan Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- [7] Prodjosumanto, Partanto, Ir. 1999. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Bandung: Program studi Teknik Pertambangan. Institut teknologi Bandung.
- [8] PT. Semen Padang, *Data Laporan dan Arsipan PT. Semen Padang*. Mine Planer PT. Semen Padang. 2016.
- [9] Rochmandi.1992. *Kapasitas dan Produksi Alat-Alat Berat*. Departemen Pekerjaan Umum: Jakarta
- [10] Rochmanhadi.1990. *Pengantar Dan Dasar-Dasar Pemindahan Tanah Mekanis*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- [11] Sefrizni, A., Kasim, T. (2019) *Analisis Kebutuhan Alat Gali Muat dan Alat Angkut menggunakan simulasi teori antrian pada Produksi Overburden di PT. Haswi Kencana Indah* . Jurnal Bina Tambang Vol 4, No 3. Universitas Negeri Padang
- [12] Surat Keputusan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia No. 1827 K/30/MEM/2018. *Tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan Yang Baik*. 2018.
- [13] Tenriaajeng, Andi Tenrisukki. 2003. "*Pemindahan Tanah Mekanis*" Gunadarma: Jakarta.