

OPTIMALISASI KINERJA ALAT GALI MUAT DAN ALAT ANGKUT UNTUK MENCAPAI TARGET PRODUKSI OVERBURDEN MENGGUNAKAN METODE QUALITY CONTROL CIRCLE DI PIT 1 TIMUR PADA TAMBANG TERBUKA PT. ALLIED INDO COAL JAYA, PARAMBAHAN, SAWAHLUNTO, SUMATERA BARAT

Aldi Fajri¹, Mulya Gusman²

Jurusan Teknik Pertambangan

Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

aldifajri0404@gmail.com¹

mulyagusman@ft.unp.ac.id²

Abstract. PT. Allied Indo Coal Jaya is a company engaged in coal mining business. Mining methods applied by PT. Allied Indo Coal Jaya is an open pit mining and underground mine method. In the stripping and transportation activities of overburden in pit 1 east of PT. Allied Indo Coal Jaya operates 2 cat 330D2 L backhoe excavators as a load digging tool and 8 units of HINO 500 FM 260 JD dump truck transport equipment. The problem that often occurs in overburden removal activities is the amount of time obstacles that can be avoided by loading and conveyance. This causes the performance of loading and carrying equipment is not optimal so that the actual productivity achievement in October 2020 is only 61,870.72 bcm / month while the company's target is 110,000 bcm / month. A production management study was conducted by applying the Quality Control Cycle (QCC) method. This method makes it possible to conduct a review of the optimization of the performance of loading-carry digging tools and the obstacles experienced during the production process. The study began by recalculating the initial conditions taking into account the mining equipment used, namely CAT 330D2 L excavators and DT HINO 500 FM 260 JD. The actual productivity of 2 units of CAT 330D2 L excavators reached 62,381.28 bcm/ month and DT HINO FM 260 JD reached 58,027.58 bcm / month with a total of 8 units of DT, the match factor of heavy equipment reached 0.97. After evaluating the Fishbone Diagram, it is known that there are major problems, namely environmental factors, equipment, materials and man power that affect working time. The results showed that productivity increased with equipment of 2 units of CAT 330D2 L excavators by 110,461.46 bcm / month and production of 8 units of DT increased by 106,962,578 bcm. These results show that the performance of the tool can be improved to achieve the planned monthly targets.

Keywords. Productivity, Exca CAT 330, DT HINO 500, QCC Methods

1. Pendahuluan

Pertambangan di Negara Indonesia merupakan salah satu elemen penting dalam pertumbuhan perekonomian. Dampak positif kegiatan pertambangan dapat dirasakan langsung oleh masyarakat Indonesia serta warga sekitar daerah lokasi pertambangan, yaitu peningkatan infrastruktur dan ekonomi warga setempat. Kegiatan pertambangan sangat penting dilakukan untuk memenuhi kebutuhan serta keberlangsungan hidup manusia dalam era yang serba modern seperti saat ini.

Penambangan adalah seluruh kegiatan pencarian bahan galian berharga yang bernilai ekonomis, kegiatan tersebut meliputi penggalian, pengolahan, dan pemanfaatan bahan galian yang bernilai ekonomis. Lapisan tanah penutup atau *overburden* merupakan salah satu kegiatan yang sangat mempengaruhi dalam kegiatan penambangan, makin cepat kegiatan pengupasan *overburden* maka kegiatan penambangan batubara akan sesuai dengan target yang ditetapkan

PT. Allied Indo Coal Jaya adalah perusahaan yang

bergerak pada usaha pertambangan batubara. Metode penambangan yang diterapkan oleh PT. Allied Indo Coal Jaya adalah metode tambang terbuka dan tambang bawah tanah. Kegiatan awal proses penambangan pada tambang terbuka dimulai dari kegiatan survey pemetaan, pembersihan lahan (*land clearing*), pengupasan dan pengangkutan *top soil*, pengupasan dan pengangkutan tanah penutup (*overburden*), pembersihan lapisan atas batubara (*coal cleaning*), penambangan dan pengangkutan batubara, pengolahan batubara (*crusher*), pemasaran, dan reklamasi lahan pasca tambang.

Pengupasan lapisan tanah penutup (*overburden*) oleh PT. Allied Indo Coal Jaya. Kegiatan ini membutuhkan peralatan dan kesiapan kegiatan produksi yang harus dilakukan dengan baik untuk mencapai sasaran target produksi akhir yang telah ditentukan perusahaan. Pentingnya memperkirakan produktivitas dari alat gali muat dan alat angkut ini karena berkaitan dengan target produksi yang harus dicapai oleh perusahaan.

Pada kegiatan pengupasan dan pengangkutan

overburden di *pit* 1 timur PT. Allied Indo Coal Jaya mengoperasikan 1 unit *excavator backhoe* CAT 330D2 L sebagai alat gali muat dan 4 unit alat angkut *dump truck* HINO 500 FM 260 JD.

Peralatan yang bekerja pada kegiatan pengupasan dan pengangkutan *overburden* ini ada 2 *fleet* dengan jarak antara *fleet* 1 dan 2 itu sekitar 10 meter, 1 *excavator* CAT 330D2L mampu melayani 4 unit DT HINO 500 FM. Kegiatan ini dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

Masalah pada alat gali muat berupa *excavator* mengalami waktu-waktu hambatan yang bisa dihindari seperti keterlambatan kerja, waktu tunggu, berhenti kerja lebih awal, berhenti sebelum istirahat, istirahat terlalu lama dan keperluan operator. Masalah pada alat angkut berupa *dump truck* bekerja dengan adanya waktu hambatan yang dapat dihindari seperti keterlambatan kerja, waktu tunggu pada alat angkut, berhenti kerja lebih awal, berhenti sebelum istirahat, istirahat terlalu lama dan keperluan operator, jumlah pengisian *bucket excavator* tidak sesuai dengan kapasitas *vessel*.

Masalah yang dihadapi saat sekarang ini adalah tidak tercapainya target produksi *overburden* di *pit* 1 timur yang telah ditetapkan pada bulan Oktober 2020 yaitu sebesar 110.000 bcm sedangkan produksi aktualnya sebesar 61.870,72 bcm. Hal ini disebabkan oleh tidak optimalnya penggunaan alat gali muat dan alat angkut yang bekerja di lapangan, terlihat dari adanya waktu yang tidak produktif dan ketidakserasian kerja antara alat gali muat dan alat angkut. Maka perlu dilakukan optimasi produktivitas alat dan keserasian kerja antara alat gali muat dan alat angkut.

Pada penggunaan metode (QCC), terlebih dahulu penulis akan menjelaskan masalah ketidak tercapaian produksi dengan memperhatikan aspek-aspek 4M+1E yaitu *machine*, yang sering mengalami kerusakan menyebabkan jam *repair* alat tinggi, material yang berukuran besar sehingga untuk proses *digging* dan *hauling* alat gali dan muat tidak bekerja dengan optimal. *Man power* yang kurang disiplin sehingga tingginya angka waktu hambatan yang dapat dihindari kemudian *environment* seperti debu, jalan *undulating*, perbaikan *front* serta cuaca.

Berdasarkan kondisi tersebut diatas, penulis akan membahas lebih lanjut mengenai **“Optimalisasi Kinerja Alat Gali-Muat Dan Alat Angkut Untuk Mencapai Target Produksi *Overburden* Dengan Menggunakan Metode *Quality Control Circle* di *PIT* 1 Timur Pada Tambang Terbuka PT. Allied Indo Coal Jaya, Parambahan, Sawahlunto“**

Adapun yang menjadi tujuan dalam penelitian ini adalah; 1) mencari berapakah produktivitas aktual pemindahan *overburden* pada kegiatan penambangan batubara tambang terbuka PT. AIC? 2) berapakah nilai *match factor* alat gali-muat dan alat angkut pada pemindahan *overburden* di PT. AIC? 3) berapakah komposisi ideal alat gali-muat dengan alat angkut pada kegiatan pemindahan *overburden* di PT. AIC? 4) Apa penyebab sering menurunnya produktivitas alat angkut dan alat muat? 5) bagaimana cara mengoptimalkan alat

gali muat dan alat angkut menggunakan metode *Quality Control Circle* (QCC)?

2. Metodologi Penelitian

Metode penelitian adalah prosedur atau langkah-langkah dalam mendapatkan pengetahuan ilmiah atau ilmu (Suryana 2010:15). Sedangkan menurut Sugiyono (2013:18) menyatakan bahwa metode penelitian pada dasarnya merupakan cara ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu. Penjelasan dari beberapa ahli tersebut maka dapat dijelaskan bahwa metode penelitian menggambarkan suatu rancangan penelitian yang isinya menjelaskan tentang langkah-langkah atau prosedur yang harus ditempuh serta cara yang digunakan untuk memperoleh dan mengolah atau menganalisis data tersebut.

Jenis penelitian yang dilakukan oleh penulis adalah penelitian kuantitatif yang mengacu kepada penelitian eksperimen. Menurut Sugiyono (2013:23) metode penelitian kuantitatif adalah metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat *positivisme*, digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel tertentu. Penelitian ini menggunakan data yang dikumpulkan bersifat kuantitatif atau dapat dikuantitatifkan.

Berdasarkan jenis penggunaannya, penelitian ini termasuk dalam metode penelitian terapan (*applied research*). Penelitian terapan yaitu penelitian yang bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan ilmiah dengan suatu tujuan praktis. Penelitian terapan berkepentingan dengan penemuan penemuan yang berkenaan dengan aplikasi dan sesuatu konsep-konsep teoritis tertentu. Penelitian dilakukan di tambang terbuka PT. AIC yang terletak di Kecamatan Parambahan Sawahlunto, Sumatera Barat.

2.1 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang dilakukan peneliti adalah sebagai berikut:

2.1.1 Studi Literatur

Studi literatur merupakan pencarian bahan pustaka terhadap masalah yang akan dibahas meliputi studi tentang analisis mengenai produksi penambangan melalui berbagai percobaan, buku-buku, jurnal atau laporan studi yang sudah ada.

2.1.2 Pengambilan Data Primer

Data primer yaitu data yang dikumpulkan dengan melakukan pengamatan secara langsung di lapangan, pengamatan dilakukan dengan cara peninjauan lapangan untuk melakukan pengamatan langsung terhadap semua kegiatan di daerah yang akan diteliti, data ini seperti: data peralatan mekanis, pola pemuatan dan data-data lain yang ada di lapangan.

2.1.3 Pengambilan Data Sekunder

Data sekunder yaitu data yang dikumpulkan berdasarkan literatur dan berbagai referensi PT. Allied Indo Coal seperti : data curah hujan, *swell factor*, peta geologi dan topografi, peta IUP, jam kerja, spesifikasi alat gali muat dan alat angkut, target produksi

overburden, produksi aktual overburden dan data-data lainnya dengan menyesuaikan keadaan di lapangan.

2.2 Teknik Pengolahan dan Analisis Data

2.2.1 Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan setelah studi literature dan penelitian langsung di lapangan selesai dilaksanakan. Data yang diambil berupa data primer dan data sekunder, dilakukan dengan cara melakukan pengamatan, mencari faktor penyebab masalah, tindakan perbaikan, dan evaluasi hasil.

2.2.2 Akuisisi Data

Akuisisi data dilakukan dengan cara pengelompokan data dan jumlah data.

2.2.3 Pengolahan Data

Data-data yang diperoleh nantinya dijadikan acuan dalam mengevaluasi proses penambangan dan data juga diolah untuk mendapatkan simulasi perhitungan baru.

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan alat bantu kerja. Adapun alat bantu kerja yang digunakan berupa *software microsoft excel* untuk pengolahan data secara matematis. Dalam melakukan pengambilan data lapangan, penulis menggunakan *stopwatch* untuk menghitung *cycle time* dari alat gali muat dan alat angkut serta hambatanya.

2.2.4 Analisis Hasil Pengolahan Data

Penelitian ini dimulai dengan pengambilan data produktivitas aktual dari alat gali muat dan alat angkut pada kegiatan pengupasan *overburden* di *pit 1* Timur PT. Allied Indo Coal Jaya. Hasil pengolahan data berupa keserasian kerja alat, ketercapaian target produksi alat, waktu kerja efektif baru setelah dilakukan evaluasi. Setelah dilakukan pengolahan data, maka diperlukan suatu upaya untuk meningkatkan produktivitas dan keserasian kerja alat. Analisis data yang dilakukan antara lain: optimasi produksi overburden alat gali muat ada alat angkut di Pit 1 Timur, evaluasi keserasian kerja alat gali muat dan alat angkut, optimasi waktu kerja dan efisiensi kerja, dan melakukan simulasi sistem kerja alat untuk mencapai target produksi.

Setelah dilakukan optimasi secara matematis, maka diperlukan alternatif perbaikan guna menerapkan hasil optimasi pada kegiatan sebenarnya di lapangan. Perbaikan akan dijabarkan dalam bentuk rekomendasi guna memberikan alternatif terbaik untuk diterapkan pada kondisi aktual. Adapun tahapan dari proses optimasi produksi alat gali muat dan alat angkut menggunakan metode *match factor*.

2.2.5 Kesimpulan

Diperoleh setelah dilakukan korelasi antara hasil pengolahan data yang telah dilakukan dengan permasalahan yang diteliti.

3. Pembahasan

PT. Allied Indo Coal Jaya (PT. AICJ) merupakan perusahaan umum yang melakukan kegiatan penambangan batubara dengan jenis perusahaan PKP2B (Perjanjian Kerjasama Perusahaan Tambang Batubara) sesuai kontrak No.J2/Ji.Du/25/1985 pada

tanggal 21 Agustus 1985. Masa kontrak penambangan selama 32 tahun (berakhir pada tahun 2017) dengan luas areal 844 Ha. Awalnya perusahaan ini merupakan perusahaan swasta yang didukung oleh penanaman modal asing (PMA) yang merupakan kerjasama antara *Allied Queensland Coalfields (AQS) Limited* dari Australia dengan PT. Mitra Abadi Sakti (PT.MAS) dari Indonesia dengan komposisi saham masing-masing 80% dan 20%.

Pada tahun 1992 PT. MAS mengambil alih 80% saham AQS, dengan demikian PT. MAS yang mengontrol seluruh manajemen perusahaan. Pada awalnya kegiatan eksplorasi di Parambahan telah dilakukan oleh Pemerintah Indonesia pada tahun 1975 dan 1983. Kegiatan eksplorasi dilanjutkan oleh PT. AIC dalam tahun 1985 dan 1998. Setelah kegiatan eksplorasi selesai dilaksanakan, PT. AIC melakukan tambang terbuka yang bekerjasama dengan divisi Alat Berat PT. United Tractor dalam pengembangan peralatan penambangan. Pada tahun 1991 PT. AIC selaku pemilik Kuasa Penambangan (KP) bekerjasama dengan kontraktor PT. Pama Persada Nusantara hingga tahun 1996. Selanjutnya PT. AIC melakukan kerjasama berturut-turut dengan kontraktor PT. Berkelindo Jaya Pratama dan PT. Pasura Bina Tambang.

Pada tahun 2001 kegiatan penambangan sempat mengalami gangguan dengan adanya permasalahan tambang rakyat, selain itu *stripping ratio* penambangan semakin tinggi, PT. AIC melakukan pengembangan tambang terbuka ke tambang bawah tanah yang diresmikan pada bulan Oktober 2003, kegiatan operasional tambang bawah tanah dilaksanakan oleh kontraktor Telagabara Makmur Sejati (TMS).

Namun pada tahun 2008 PT. Allied Indo Coal berubah nama menjadi PT. Allied Indo Coal Jaya (PT. AICJ) dan merupakan pemegang Kuasa Penambangan eksploitasi batubara berdasarkan Surat Keputusan Walikota Sawahlunto No. 05.67.PERINDAGKOP.TAHUN 2008 (KW 1373 AIC 03812) tanggal 7 Juli 2008 di Parambahan, Kecamatan Talawi, Kota Sawahlunto dengan luas area 372,40 Ha. PT. Allied Indo Coal kemudian berubah menjadi Izin Usaha Penambangan berdasarkan Keputusan Walikota Sawahlunto No. 05.86 PERINDAGKOP tahun 2010 dengan luas yang sama.

Pada tanggal 3 Februari 2017 diterbitkan SK Gubernur Sumatera Barat mengenai Persetujuan Penggabungan Izin Usaha Pertambangan Operasi Produksi Batubara kepada PT. Allied Indo Coal Jaya di Kabupaten Sijunjung dan Kota Sawahlunto melalui keputusan Gubernur Sumatera Barat No. 544-135-2017. Selanjutnya diterbitkan persetujuan Persetujuan Perpanjangan Pertama Izin Usaha Penambangan Operasi Produksi Batubara kepada PT. Allied Indo Coal Jaya di Kabupaten Sijunjung dan Kota Sawahlunto melalui SK Gubernur Sumatera Barat No. 544-165-2017 tanggal 9 Februari 2017 dengan luas IUP adalah 427,20 Ha.

Secara administrasi wilayah IUP OP Batubara PT. Allied Indo Coal Jaya berada di Parambahan Desa Batu Tanjung Kec. Talawi Kota Sawahlunto Provinsi

Sumatera Barat yang secara geografis berada pada koordinat 0° 35'34,00" - 0° 36' 48,30" LS dan 100° 47' 24,00" - 100° 48' 44,80" BT. Jarak antara daerah penambangan dengan Kota Padang ± 90 km disebelah timur Kota Padang, dapat ditempuh dengan kendaraan roda dua pada jalan lintas Sumatera selama ± 2-3 jam.

3.1 Data

Berdasarkan hasil penelitian pada kegiatan pemindahan *overburden* di PT. Allied Indo Coal Jaya selama bulan Oktober Tahun 2020, penulis menemukan adanya beberapa faktor yang dapat menghambat atau terkendalanya pencapaian dari target produksi *overburden*. Hal-hal tersebut antara lain :

1. Kinerja Alat Gali Muat yang tidak optimal.
2. Tingginya Potensi waktu *loose time*.
3. Kondisi Sumberdaya Manusia yang kurang disiplin.

Target Produksi yang ditetapkan perusahaan adalah 110.000 m³/bulan, tetapi berdasarkan hasil aktual nya hanya mencapai 61.870,72 m³/bulan. Agar dapat meningkatkan capaian produksi pada bulan berikutnya, penulis mencoba menggunakan metode *Quality Control Circle (QCC)* untuk mengevaluasi serta mengoptimalkan kondisi aktivitas dan peralatan produksi dengan tujuan memberikan masukan kepada perusahaan. Metode ini dinilai sangat cocok dan mudah diterapkan perusahaan sehingga mengetahui langkah perubahan terhadap faktor-faktor penghalang ketidak tercapainya target produksi. Sebelum melakukan optimalisasi, kegiatan penambangan, kondisi kegiatan penambangan, akan dibahas terlebih dahulu untuk mengetahui gambaran kegiatan penambangan yang sedang berjalan.

PT. AIC Jaya dalam sistem penambangannya menggunakan sistem penambangan terbuka dan penambangan *underground* dengan metode *bottom loading single back up*. Agar produksi maksimal, dalam penerapannya, metode ini memperhatikan keserasian peralatan, kondisi *front* penambangan serta biaya yang dikeluarkan perusahaan. Peralatan yang digunakan oleh perusahaan adalah 2 unit *Excavator Cartepillar 330 D2L* dengan kapasitas 2,12 m³ (Lampiran 1) dan 8 unit *Dump Truck (DT) Hino 500 FM 260 JD* dengan kapasitas 55,99 m³.

PT. AIC Jaya juga menetapkan sistem kerja kerja 1 *shift* selama bulan Oktober (Waktu Penelitian), dimana perusahaan hanya bergerak dari jam 07.00 hingga jam 18.00 dengan total durasi kerja 11 jam dan waktu efektif kerja hanya 9 jam (lihat **Gambar 1**).

Jam Kerja PT. Alied Indo Coal Jaya		
Kegiatan	Waktu	
	Jam (wib)	Waktu (menit)
Masuk kerja	07.00	
Persiapan kerja	07.00 - 08.00	60
Kerja produktif	08.00 - 12.00	240
Istirahat	12.00 - 13.00	60
Kerja produktif	13.00 - 18.00	300
Pulang	18.00	
Jumlah waktu tersedia	11	660
Waktu non produktif	1	60
Waktu produktif kerja	9	540

Kegiatan	Waktu	
	Jum'at	Waktu (menit)
Masuk kerja	Jam (wib) 07.00	
Persiapan kerja	07.00 - 08.00	60
Kerja produktif	08.00 - 12.00	240
Istirahat	12.00 - 13.30	90
Kerja produktif	13.30 - 18.00	270
Pulang	18.00	
Jumlah waktu tersedia	11	660
Waktu non produkif	1,5	90
Waktu produktif kerja	8,5	510

Gambar 1. Jam Kerja PT. AIC Jaya

Pola pemuatan yang dilakukan pada proses penambangan *overburden* adalah pola pemuatan *Top Loading* dimana kedudukan alat muat lebih tinggi dari alat angkut.

Berdasarkan jumlah penempatan posisi alat angkut untuk dimuat terhadap posisi alat gali-muat, pola pemuatan yang digunakan adalah *Single Back Up* yang merupakan posisi penempatan dari alat angkut untuk dimuati pada satu sisi alat muat. Pada cara ini DT kedua menunggu selagi alat muat mengisi DT pertama, setelah DT pertama berangkat, DT kedua berputar dan mundur, saat DT kedua terisi, DT ketiga datang dan melakukan *manuver*, dan seterusnya. Pada pola pemuatan *Top Loading* ini memudahkan operator untuk mengisi bak DT dan memudahkan operatorexavator melihat posisi bak DT yang akan diisi material*overburden*, sehingga muatan yang dituangkan lebih optimal (lihat **Gambar 2**).



Gambar 2. Loading

Waktu edar alat gali-muat dilaksanakan secara aktual selama 31 hari dengan jumlah 31 data. Pengukuran waktu edar alat gali-muat ini diawali sewaktu *bucket* menggali material, menganyunkan *bucket* bermuatan, menumpahkan material,

menganyunkan *bucket* ke posisi awal (waktu ayun kosong).

Waktu edar peralatan alat angkut juga dilaksanakan selama 31 hari agar mendapatkan 31 data yang menyesuaikan alat gali-muat. Waktu edar alat angkut dapat dilihat pada lampiran 4. Jarak tempuh alat angkut dari *front* ke *disposal* berkisar 1,1 km.

3.2 Pengolahan Data

3.2.1 Ketersediaan alat

Ketersediaan alat mekanis mengacu pada *Avability* suatu alat yang mana kondisi peralatan akan terpengaruh oleh waktu kerja dan beban kerja. Kondisi ini akan meliputi waktu henti (*standby*) dan waktu perbaikan (*maintenance*). Peralatan gali-muat dan angkut masing-masing memiliki nilai sendiri yang di bagi atas kondisi ketersediaan mekanis (MA), ketersediaan Fisik (PA), Penggunaan ketersediaan (UA) dan Penggunaan Efektif (EU). Kondisi ketersediaan alat gali-muat dan alat angkut dapat dilihat pada **Tabel 1** di bawah ini.

Tabel 1. Kondisi ketersediaan alat gali-muat dan angkut

No	Alat	Working	Repair	Standby	MA	PA	UA	EU
		Jam/Bulan				%		
1	CAT 330 D2L	214,93	18,4	43,0	88	90	83	78,0
2	DT Hino 021	207,87	14,0	46,7	94	95	82	77,4
3	DT Hino 023	216,69	11,0	48,8	95	96	82	78,4
4	DT Hino 026	204,22	22,5	49,7	90	92	80	73,9
5	DT Hino 028	206,44	14,0	47,0	94	95	81	77,2

3.2.2 Produktifitas alat gali-muat

Produktivitas *excavator* CAT 330 D2L dapat diperoleh dengan menggunakan rumus:

$$PE = \frac{Kb \times Sf \times Eff \times Bff \times 3600 \text{ detik/jam}}{Ct}$$

Dimana :

PE = Produksi alat muat (m³/jam)

Kb = Kapasitas Bucket (m³)

Sf = *Swell factor* (%)

Eff = Effisiensi kerja (%)

Bff = *Bucket fill factor* (%)

Ct = *Cycle time* (detik)

Diketahui

Kb = 2,12 m³

Sf = 80% = 0,8

Eff = 78% = 0,78

Bff = 77,4% = 0,774

Ct = 25,4 detik

Waktu Kerja = 214,93 jam/bulan

Maka :

$$PE = \frac{Kb \times Sf \times Eff \times Bff \times 3600 \text{ detik/jam}}{Ct}$$

PE

$$= \frac{2,12 \text{ m}^3 \times 0,8 \times 0,780 \times 0,774 \times 3600 \text{ detik/jam}}{25,4 \text{ detik}}$$

$$PE = 145,12 \text{ bcm/jam}$$

Jam kerja efektif selama 1 bulan adalah 214,93 jam/bulan.

Maka:

$$PE = 145,12 \text{ bcm/jam} \times 214,93 \text{ jam} = 31.190,64 \text{ bcm/bulan}$$

$$PE = 31.190,64 \text{ bcm/bulan} \times 2 \text{ fleet} = 62.381,28 \text{ bcm/bulan}$$

3.2.3 Produktifitas alat angkut

Produktifitas *Dump Truck* Hino FM 260 diperoleh hasilnya sebagai berikut. (lihat **Gambar 3**).

Alat	Produksi /jam	Jam Kerja Efektif/Bulan	Total Produksi/Bulan
<i>Dump Truck</i> 21	34,96 BCM	207,87 Jam	7.268,58
<i>Dump Truck</i> 23	35,59 BCM	216,69 Jam	7.711,99
<i>Dump Truck</i> 26	33,35 BCM	204,22 Jam	6.810,98
<i>Dump Truck</i> 28	34,98 BCM	206,44 Jam	7.222,24
Total			29.013,79 Bcm
Total 2 fleet			58.027,58 Bcm

Gambar 3. Produktifitas alat angkut.

3.2.4 Keserasian Peralatan

Untuk mengetahui faktor keserasian kerja alat gali-muat dan alat angkut dapat diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$MF = \frac{nH \times Cl \times Ip}{nL \times Ch}$$

Keterangan :

MF = Faktor keserasian (*Match Factor*)

Cl = Waktu edar alat muat (detik)

Lp = Jumlah pengisian

nL = Jumlah alat muat

nH = Jumlah alat angkut

Ch = Waktu edar alat angkut (detik)

Diketahui :

Cl = 25,4 detik (lampiran 3)

Lp = 6 *bucket*

nL = 1 *Excavator*

nH = 4 DT Hino

Ch = 626,51 detik (rata-rata *cycle time* 4 DT)

Maka :

$$MF = \frac{nH \times Cl \times Ip}{nL \times Ch} = \frac{4 \times 25,4 \times 6}{1 \times 626,51} = 0,97$$

Jadi dari hasil perhitungan di atas dapat diketahui bahwa *Match Factor* alat gali-muat dan alat angkut adalah 0,97, Maka dapat disimpulkan bahwa

keserasian antara alat gali muat dengan alat angkut sudah mendekati 100%

3.3 Analisis

Peningkatan Produktivitas Dengan Menggunakan Metode *Quality Control Circle(QCC)*.Setelah menghitung produktivitas alat secara aktual, dapat dilihat pada data jam kerjaterdapat *losstime* berupa operator terlambat diawal operasi, operator istirahat diawal waktu, operator terlambat kerja setelah istirahat, operator berhenti kerja lebih awal, perbaikan*front* dan pengisian bahan bakar dan kerusakan unit yang mengurangi jam kerja efektif.

Langkah Pertama : Menetapkan Tema dan Analisa Situasi

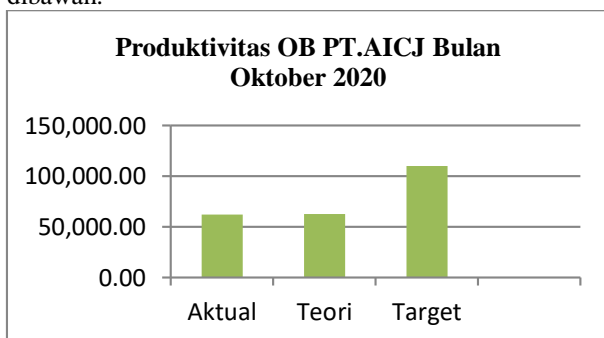
Berdasarkan hasil perhitungan produktivitas 2 unit *Excacator CAT 330 D2L* pada kegiatan pengupasan OB di PT Allied indo Coal Jaya sebesar 62.381,703 bcm/bulan, dengan jam jalan alat di bulan Oktober 2020 sebanyak 214,93 jam/bula

Sedangkan hasil perhitungan produktivitas dari 8 unit *Dump Truck Hino 260 JD* pada kegiatan pengupasan OB di PT Allied Indo Coal Jaya sebesar 58.027,58 bcm/bulan, dengan rata-rata jam jalan alat di bulan Oktober 2020 sebanyak 208,805 jam/bulan.

Dapat saya simpulkan hasil pengamatan dilapangan produksi OB alat gali muat dan alat angkut belum mencapai target produksi sebesar 110.000 bcm/bulan

Langkah Kedua : Menentukan Target

Sebagai permasalahan utama dalam penelitian ini, target produksi dijadikan subjek utama untuk di evaluasi. Analisa masalah pada penerapan metode QCC untuk mencari penyebab yang menjadi akar masalah tidak tercapainya produktivitas alat *Excavator CAT 330 D2L* dan *Dump Truck Hino FM 260 JD* bulan Oktober tahun 2020. Secara pendataan awal, capaian produksi yang ingin dicapai adalah 110.000 bcm/bulan tetapi capaian pada bulan tersebut hanya 61.870,72 bcm/bulan dan berdasarkan perhitungan teoritis produksi yang dicapai 62.381,703 bcm/bulan. Jika disajikan dalam grafik dapat dilihat pada gambar dibawah.

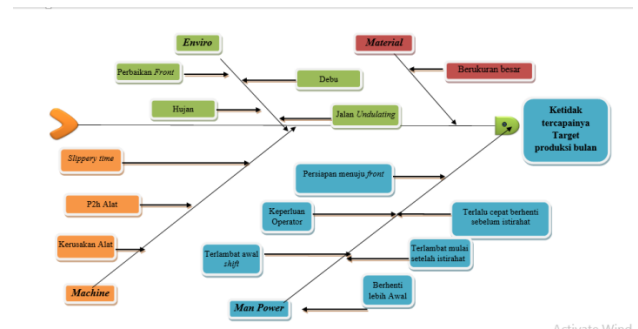


Gambar 4. Grafik Produktivitas PT.AIC

Langkah Ketiga :Analisa Faktor dan Sumber Penyebab

Pada penganalisaan faktor dan sumber masalah tidak tercapainya target produksi hingga mengoptimisasikan kinerja, *Fishbone diagram* (diagram tulang ikan) atau sering juga disebut *Cause-and-Effect Diagram* atau *Ishikawa Diagram* dibuat.

Fishbone diagram digunakan karena memungkinkan kita untuk mengidentifikasi kemungkinan penyebab masalah dan terutama ketika kita mengevaluasi suatu subdivisi ataupun sebuah *team* yang cenderung membiasakan suatu yang salah sebagai rutinitas. Suatu tindakan dan langkah *improvement* akan lebih mudah dilakukan jika masalah dan akar penyebab masalah sudah ditemukan.



Gambar 5. Analisa Diagram *Fishbone* Permasalahan PT. AIC Jaya

Berdasarkan diagram *fishbone* di atas dapat dianalisis bahwa faktor-faktor yang menyebabkan tidak tercapainya produktivitas *excavator CAT 330 D2L* bulan Oktober 2020 adalah sebagai berikut.

1) *Environment*

a) Perbaikan *Front*

Jam kerja tersedia menjadi berkurang yang disebabkan oleh *Excavator* digunakan untuk memperbaiki *front* penambangan jika area *front* terlalu sempit.

b) Debu

Jam kerja terganggu akibat debu pada area penambangan sangat tebal dan mengganggu kinerja alat mekanis.



Gambar 6. Kondisi Jalan Angkut Berdebu

c) Hujan

Jam kerja akan berkurang akibat adanya hujan dilokasi penambangan sehingga alat alat mekanis tidak beroperasi

d) *Jalan Undulating*

Kinerja alat terganggu karena adanya kondisi jalan yang berlubang dan berombak pada area penambangan



Gambar 7. Kondisi Jalan Angkut *Undulating*

2) Material

Material berukuran besar sehingga *excavator* CAT 330 D2L membutuhkan waktu yang lama untuk *digging* dan *loading* material



Gambar 8. Proses Mengeruk Material

3) Peralatan

a) *Slippery Time*

Jam kerja tersedia menjadi berkurang disebabkan oleh penggunaan waktu tunggu karena hujan dengan rata rata 0.31 jam walau tidak hujan setiap hari.

4) *Man Power*

a) Terlambat awal *shift*

Waktu yang menyebabkan jam kerja tersedia menjadi berkurang yang disebabkan oleh operator terlambat menghidupkan *engine* pada saat akan memulai aktivitas kegiatan operasional pada awal *shift*.

b) Terlambat mulai setelah istirahat

Waktu yang tersedia menjadi berkurang disebabkan oleh terlambatnya operator untuk beroperasi kembali setelah jam istirahat.

c) Terlalu cepat berhenti sebelum istirahat

Waktu yang menyebabkan jam kerja tersedia menjadi berkurang yang disebabkan oleh operator terlambat untuk beroperasi setelah jam istirahat.

d) Berhenti lebih awal

Waktu yang tersedia menjadi berkurang disebabkan oleh operator terlalu cepat berhenti pada akhir *shift*.

e) Sholat

Bagi karyawan yang muslim wajib hukumnya melaksanakan sholat 5 waktu.

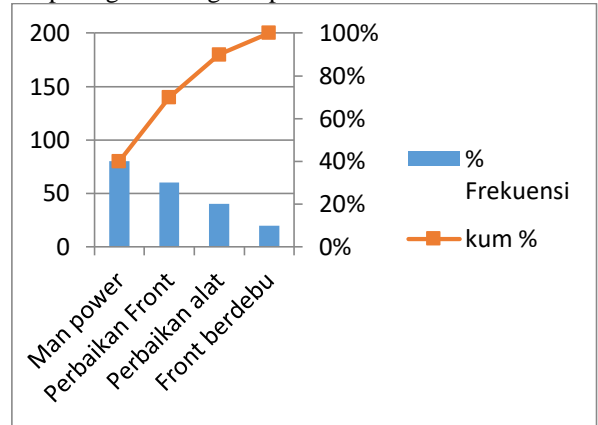
f) Keperluan operator

Waktu yang tersedia berkurang disebabkan oleh keperluan operator (uang air, *handphone*, merokok dll).

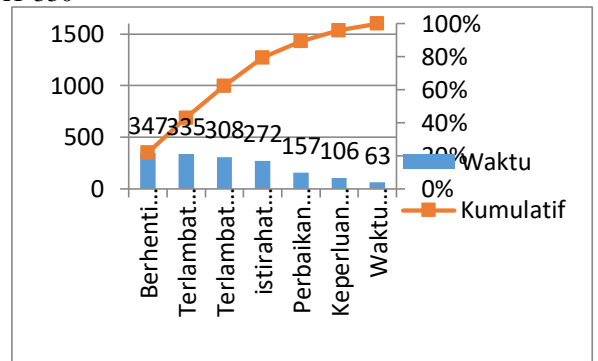
Menurut diagram *fishbone* di atas dapat di kelompokkan akar-akar masalah yang terjadi selama kegiatan operasional yaitu dari *Enviro*, Peralatan serta *Man Power*. Permasalahan paling dominan ditemukan pada *Man Power*.

a) Diagram pareto

Setelah mengelompokkan dan mengetahui akar-akar masalah yang ada pada diagram *fishbone*, maka masalah yang paling dominan atau masalah yang paling berpengaruh di analisa menggunakan diagram pareto, karena diagram pareto menunjukkan masalah yang paling dominan atau paling berpengaruh. Dapat dilihat pada grafik diagram pareto dibawah ini.



Gambar 9. Diagram faktor *overtime* Pareto *Excavator* CAT 330



Gambar 10. Diagram Pareto faktor *overtime* Pareto DT Hino FM 260 JD

Hasil dari diagram diatas menunjukkan penyebab utama atau yang paling dominan yang menyebabkan tidak tercapainya produktivitas alat gali-muat dan angkut adalah terlambat kerja setelah istirahat. Posisi kedua adalah perbaikan *front*, yang ketiga terlambatnya awal operasi.

Langkah Keempat : Mencari Ide-ide dan Langkah Perbaikan

Pada langkah keempat setelah diketahui beberapa penyebab masalah yang dominan team QCC harus membuat ide-ide perbaikan dimana langkah ini secara obyektif adalah mencari ide-ide perbaikan atau penanggulangan dan memilih ide-ide perbaikan menggunakan Teknik 5W+3H seperti tabel berikut

a) Teknik 5W+3H

5W+3H merupakan digram matriks yang akan dilakukan dilangkah keempat dari delapan langkah langkah yang akan dilakukan. 5W3H adalah singkatan dari *wide hat, why, where, when, who, how much, how many*. Berikut adalah ide ide perbaikan menggunakan Teknik 5W3H.

Langkah Kelima : Implementasi Rencana Perbaikan

1) Kesorasian Alat

Setelah mendapatkan ide-ide perbaikan di atas, beberapa telah disampaikan kepada pihak perusahaan dan dicoba setelah peneliti pulang dari lapangan. Selanjutnya dilakukan perbaikan pada waktu *standby* dari setiap alat, seperti pada tabel-tabel berikut :

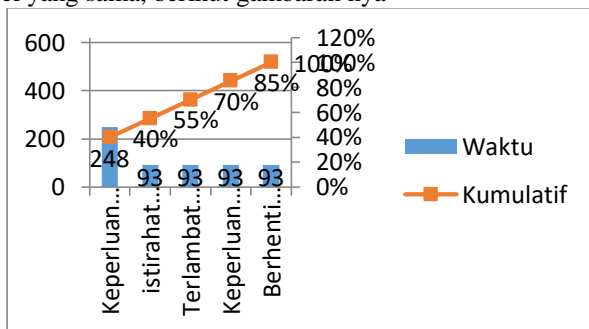
Tabel 2. Hasil perbaikan waktu alat Gali-Muat

Kondisi	Aktual	Perbaikan
	Menit	
Terlambat kerja setelah istirahat	308	93
Terlambat awal operasi	335	93
Istirahat diawal waktu	272	93
Berhenti kerja lebih awal	347	93
Keperluan Operator	106	248
Total	1.368	620
Total/Bulan	22,8 jam	10 jam

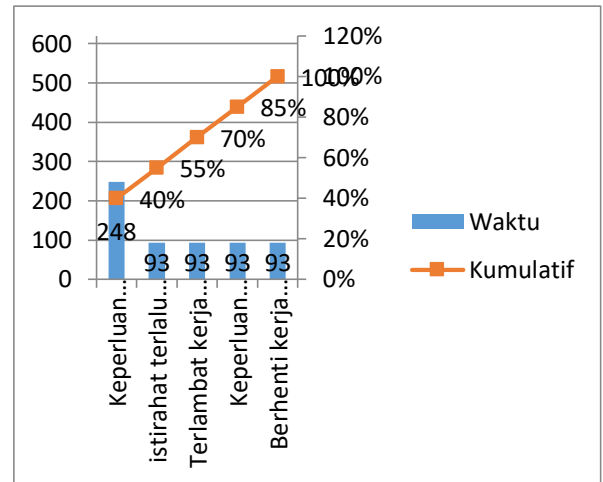
Tabel 3. Hasil perbaikan waktu alat Angkut

Kondisi	Aktual	Perbaikan
	Menit	
Terlambat kerja setelah istirahat	311	93
Terlambat awal operasi	337	93
Istirahat diawal waktu	306	93
Berhenti kerja lebih awal	351	93
Keperluan Operator	121	248
Total	1.426	620
Total/Bulan	44,5 jam	10 jam

Jika disajikan pada diagram pareto, didapati bahwa waktu yang paling berpengaruh dalam meningkatkan kinerja adalah keterlambatan mulai bekerja setelah istirahat siang, sedangkan faktor lainnya berada pada level yang sama, berikut gambarannya



Gambar 11. Perbaikan Diagram Pareto faktor *overtime Excavator CAT 330 D2L*



Gambar 12. Perbaikan Diagram Pareto faktor *overtime DT Hino FM 260 JD*

Sedangkan pada perhitungan produktivitas didapati hasil yang jauh diatas aktual dan PT. Allied Indo Coal Jaya dapat meningkatkan target produksi OB.

2) Produktivitas alat gali-muat

Produktivitas *Excavator CAT 330 D2L* dapat diperoleh dengan menggunakan rumus:

$$PE = \frac{Kb \times Sf \times Eff \times Bff \times 3600 \frac{\text{detik}}{\text{jam}}}{Ct}$$

Sumber : Sumarya (2009)

Dimana :

- PE = Produksi alat muat (m³/jam)
- Kb = Kapasitas Bucket (m³)
- Sf = Swell factor (%)
- Eff = Effisiensi kerja (%)
- Bff = Bucket fill factor (%)
- Ct = Cycle time (detik)

Maka :

$$PE = \frac{Kb \times Sf \times Eff \times Bff \times 3600 \text{ detik/jam}}{Ct}$$

$$= \frac{2,12 \text{ m}^3 \times 0,8 \times 0,924 \times 0,774 \times 3600 \text{ detik/jam}}{20,2 \text{ detik}}$$

PE = 216,16 bcm/jam

Jam kerja efektif selama 1 bulan adalah 255,5 jam/bulan. Maka :

$$PE = 216,16 \text{ bcm/jam} \times 255,5 \text{ jam} = 55.230,73 \text{ bcm/bulan}$$

$$PE = 55.230,73 \text{ bcm/bulan} \times 2 \text{ fleet} = 110.461,46 \text{ bcm/bulan}$$

3) Produktivitas Alat Angkut

Produktivitas DTHino FM 260 JD diperoleh dengan menggunakan persamaan berikut:

$$PD = \frac{Kb \times Sf \times Eff \times N \times Bff \times 3600 \text{ detik/jam}}{Ct}$$

Sumber : Sumarya (2009)

Dimana

:

$$PD = \text{Produksi alat angkut (m}^3\text{/jam)}$$

- Kb = Kapasitas *Bucket* (m³)
- Sf = *Swell factor* (%)
- Eff = Efisiensi kerja alat (%)
- N = Jumlah pengisian
- Bff = *Bucket fill factor*(%)
- Ct = *Cycle time* (detik)

Diketahui

- Kb = 2,12 m³ (lampiran 6)
- Sf = 80% = 0,8 (lampiran 6)
- Eff = 92,4% = 0,924 (lampiran 9)
- N = 6,5 (Penambahan *bucket*)
- Bff = 77,4% = 0,774 (lampiran 6)
- Ct = 542,38 detik (lampiran 12)
- Jam kerja = 255,5 jam/bulan (lampiran 13)

Maka :

$$PD = \frac{Kb \times Sf \times Eff \times n \times Bff \times 3600 \text{ detik/jam}}{Ct}$$

$$PD = \frac{2,12 \text{ m}^3 \times 0,8 \times 0,924 \times 6,5 \times 0,774 \times 3600 \text{ detik/jam}}{542,38 \text{ detik}}$$

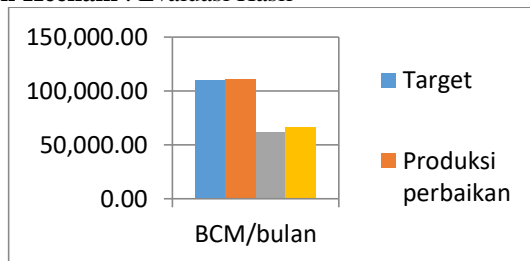
$$PD = 52,33 \text{ bcm/jam}$$

Jam kerja efektif selama 1 bulan adalah 255,5 jam/bulan. Maka:

$$PD = 52,33 \text{ bcm/jam} \times 255,5 \text{ jam/bulan} = 13.370,32 \text{ bcm/bulan} \times 4 \text{ unit DT} = 53.481,289 \times 2 \text{ fleet} = 106.962,578 \text{ bcm/bulan}$$

Dari hasil perbaikan produksi *Excavator Caterpillar 330 D2L* di dapatkan 110.467,52 bcm/bulan, sebelum adanya perbaikan produksi OB hanya sebesar 62.381,703 bcm/bulan

Langkah Keenam : Evaluasi Hasil



Gambar 13. Perbaikan waktu kerja terhadap produktivitas PT. Allied Indo Coal Jaya

Dari pencapaian produksi setelah perbaikan diperoleh total produksi OB 110.467,52 bcm/bulan, jadi dapat disimpulkan dengan meningkatnya jam kerja produksi dengan mengurangi waktu hambatan-hambatan kerja yang tidak produktif, produksi OB jadi meningkat melebihi target produksi yang sudah ditetapkan.

Langkah Ketujuh : Standarisasi

Adapun hal-hal perubahan dari perbaikan QCC yang dilakukan, setelah melalui tahap perbaikan dan berhasil dalam pencapaian, bahkan melebihi target yang sudah ditetapkan dengan biaya operasional yang berkurang. Hal yang menjadi standarisasi pada perbaikan QCC dari pokok permasalahan yang dibahas adalah dengan mengurangi waktu hambatan-hambatan yang terjadi dilapangan.

Langkah Kedelapan. : Menentukan Langkah Selanjutnya

Setelah selesai putaran siklus PDCA, perbaikan-perbaikan lainya atau yang disebut perbaikan yang berkesinambungan (*continus improvement*), pada langkah ke 8 dilakukan 1 langkah siklus berikutnya. Jika perbaikan yang dilakukan belum mencapai tujuan sehingga di bulan selanjutnya perlu dilakukan modifikasi atau mengambil dari akar masalah pada langkah ke 3 diatas yang belum dilaksanakan atau jika semua akar masalah diatas sudah diperbaiki maka selanjutnya mencari masalah-masalah lainnya dengan melakukan *5W+3H*. Hal ini terus dilakukan hingga mendapatkan peruhan-perubahan yang signifikan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa terhadap data kegiatan produktivitas, dapat disimpulkan bahwa :

1. Produktivitas aktual PT. Allied Indo Coal Jaya pada kegiatan pemidahan *overburden* adalah 61.870,72 bcm/bulan, sedangkan perhitungan teoritis di dapat 62.381,704 bcm/bulan sedangkan target perusahaan adalah 110.000 bcm/bulan.
2. Keserasian alat gali muat dan alat angkut (*Match Factor*) di PT. Allied Indo Coal Jaya sebesar 0,97 dimana kinerja alat gali muat sudah mendekati 100%
3. Komposisi alat gali muat dan alat angkut yaitu 1 : 4 artinya 1 unit *excavator CAT 330 D2L* mampu melayani 4 unit DT Hino 500 FM 260 JD.
4. Berdasarkan analisa metode *Quality Control Cycle* (QCC) menggunakan diagram *Fish Bone* dan Diagram Pareto, diketahui penyebab ketidaktercapain target produksi yaitu : *Man Power*, yang mengakibatkan tingginya *loose time*. Ukuran material yang besar sehingga alat gali muat memerlukan waktu yang lama saat melakukan kegiatan *digging* dan *loading*. Jalan angkut yang berlobang dan becek menyebabkan lamanya proses *hauling* isi dan *hauling* kosong.
5. Produktivitas alat gali muat meningkat setelah dilakukan perbaikan waktu, yang mana produktivitas alat gali muat sebelum perbaikan hanya mencapai 62.381,703 setelah perbaikan menjadi 110.467,52 bcm/bulan, sedangkan untuk DT Hino FM 260 JD dari 61.695,976 bcm/bulan menjadi 106.962,578bcm/bulan yang menggunakan metode *Quality Control Circle* (QCC) Jika bekerja dengan perencanaan yang baik, maka target akan tercapai.

5. Daftar Pustaka

- 1) Anonim. 2009. *Specification & Application Handbook Edition 28*. Jepang: Komatsu.
- 2) Dharsono, Wardhana Wahyu. 2017. *Penerapan Quality Control Pada Proses Produksi Wafer Guna Mengurangi Cacat Produksi (Studi Kasus di PT XYZ Jakarta)*. Jurusan Teknik Industri, Universitas Satya Wiyata Mandala Nabire.

- 3) Ersyad, F., Yulhendra, D., & Prabowo, H. (2018). *Kajian Teknis dan Ekonomis Perancangan Design Kemajuan Penambangan Quarry Batukapur pada Bulan April–Agustus 2017 di Front III B–IV B Bukit Karang Putih PT. Semen Padang*. Bina Tambang, 3(3), 1185-1201
- 4) Fadly, M. 2018. *Optimalisasi Peralatan Tambang Komatsu HD785 dan Caterpillar 6030 BHM menggunakan Metode Quality Control Circle Untuk Memenuhi Target Produksi Batu Gamping pada PT Semen Padang (Persero) Tbk*. Padang: UNP
- 5) H Alkatiri, S Abbas, A. 2017 *Synchronization Conveyance and Loading Equipment for Production Target In Mining Activies On Obl Island*
- 6) Indonesianto, Y. 2005. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Yogyakarta: Universitas Veteran Yogyakarta.
- 7) Irianto, Agus. 2014. *Panduan Penulisan Tugas Akhir/Skripsi Universitas Negeri Padang*. Padang: Universitas Negeri Padang.
- 8) Isgjanda, F., Sumarya, S., & Prabowo, H. (2018). *Evaluasi Biaya Dan Kebutuhan Alat Angkut Dan Alat Muat Pengupasan Lapisan Tanah Penutup (Overburden) Pit B PT. Bina Bara Sejahtera Kecamatan Ulok Kupai, Kabupaten Bengkulu Utara, Provinsi Bengkulu*. Bina Tambang, 3(3), 1255-1261.
- 9) Kusuma, David Andriatna. Tita Talitha. Ratih Setyaningrum. 2015. *Pengendalian Kualitas untuk Mengurangi Jumlah Cacat Produk Dengan Metode Quality Control Circle (QCC) pada PT Restomart Cipta Usaha*. Semarang: Universitas Dian Nuswantoro.
- 10) Gusman, Mulya. "Optimalisasi Alat Muat Dan Alat Angkut Dengan Menggunakan Metode Quality Control Circle Untuk Memenuhi Target Produksi Tambang Bijih Emas Bawah Tanah Di PT. Dempo Maju Cemerlang, Kabupaten Pesisir Selatan, Provinsi Sumatera Barat." *Bina Tambang* 6.3 (2021): 49-63.
- 11) Nuryono, Arif, Didin Sjarifudin dan Qadhi Ahmad. 2015. *Peningkatan Produktivitas Alat Muat Sekelas OHTCAT 777 di Pertambangan Batubara dengan Pendekatan Quality Control Circle*. Magister Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana
- 12) Nyoko, Antonio Eli Lomi. 2007. *Penetapan Quality Control Circle pada Sub Divisi Penjualan Proyek PT Bintang Anugrah Surabaya dalam Usaha Mecipai Target 100% Penjualan Customer VIP : Undana*.
- 13) Partanto. 1995. *Ketersediaan Alat Berat*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- 14) Pratiwi, Dwi. 2009. *Quality Control Circle (QCC) dan Seven Tools dalam Merencanakan Kualitas pada Produk Genteng Mendit (Studi Kasus pada Pabrik Genteng UD. BJ Mendit Malang)*. Malang.
- 15) Prodjosumarto, P. 1996. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- 16) R, Ganesh. S Franklin John. Balasaswathi K. *A Study Motivational Factor For Sustaining Quality Control Circle -An Empirical Study Conducted In Bangalore, India*. India.
- 17) Rahmat, Andre. 2019. *Optimalisasi Produksi Alat Gali-Muat dan Alat Angkut dengan Metode Quality Control Circle (QCC) pada Proses Penambangan Batukapur di Area Existing PT Semen Padang*. Padang: UNP.
- 18) Riyanto, Ong Andre Wahyu. 2015. *Implementasi Metode Quality Control Circle untuk Menurunkan Tingkat Cacat pada Produk Alloy Wheel*. Surabaya: Universitas Wijaya Putra.
- 19) Rochman Hadi. 1992. *Kapasitas dan Produksi Alat-alat Berat*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- 20) Siddiq I, Mulya Gusman. 2020. *Optimalisasi Alat Muat Dan Alat Angkut Dengan Menggunakan Metode Quality Control Circle Untuk Memenuhi Target Produksi Tambang Bijih Emas Bawah Tanah Di PT. Dempo Maju Cemerlang, Kabupaten Pesisir Selatan, Provinsi Sumatera Barat*. Padang: UNP.
- 21) Sosantri, B. J., Yulhendra, D., & Prabowo, H. (2018). *Optimalisasi Peralatan Tambang dengan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) di PIT 1 Penambangan Batubara Banko Barat PT Bukit Asam (Persero) Tbk Tanjung Enim Sumatera Selatan*. Bina Tambang, 3(2), 702-721
- 22) Sumarya. 2009. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Padang: Universitas Negeri Padang.
- 23) Sugiyono. 2013. *Cara Mudah Menyusun: Skripsi, Tesis, dan Disertasi*. Bandung: Alfabeta.
- 24) Sulaeman. 2016. *Analisa Pengendalian Kualitas Untuk Mengurangi Produk Cacat Soeedometer Mobil dengan Menggunakan Metode QCC di PT INS*. Banten: PT Indonesia Nippon Seiki.
- 25) Suryana. 2010. *Metodologi Penelitian Model Praktis Kuantitatif dan Kualitatif*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia
- 26) Tarihoran, Nova. Khawarita Siregar. Aulia Ishak. 2012. *Analisis Pengendalian Kualitas pada Proses Perebusan Dengan Menerapkan QCC (Quality Control Circle) di PT XYZ*. Medan: Universitas Sumatera Utara