

Optimalisasi Alat Muat Dan Alat Angkut Dengan Menggunakan Metode *Quality Control Circle* Untuk Memenuhi Target Produksi Tambang Biji Emas Bawah Tanah Di PT. Dempo Maju Cemerlang, Kabupaten Pesisir Selatan, Provinsi Sumatera Barat.

Ilham Siddiq^{1*}, Mulya Gusman^{1**},

¹ Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

*Ilhamsiddiq8@gmail.com

**mulyagusman@ft.unp.ac.id

Abstract. Based on ore production data at PT. Dempo Maju Cemerlang found that the production target is 1500 tons / month, while what it gets is 900 tons / month. The contributing factors are the inadequate work of the loading equipment, transportation equipment, and the presence of a time slot. Ideal conditions in the production process are very difficult to achieve, this can be pursued by optimizing these tools. One of the methods used is the quality control circle (qcc) method. The actual production of loading equipment is 1298,21 tonnes / month and transportation equipment is 1414,09 tonnes / month. Identification of problems seen from human, machine, and environmental factors. The actual production is 1200 tons, and the actual productivity of the loading equipment is 1298.21 tons / month and the transportation equipment is 1414.09 tons / month. while the target of ore production is 2100 tons / month. After optimization, it was found that the ore production was 2111 tons, and the productivity of loading equipment was 2297.87 tons / month and transportation equipment was 2513.90 tons / month. So, the optimization obtained is 49.17% for loading equipment and 50.50% for conveyances of the required target, around 40.56% increase in loading tool productivity and 34.04% increase in conveyance productivity. It can be concluded that the increase in production carried out by the qcc method has been achieved. So it requires equipment maintenance management, rail checking, and increased operator discipline.

Keywords: Production, Quality Control Circle, Rocker Sovel, Granby Mine Car

1. Pendahuluan

Wilayah Kabupaten Pesisir Selatan, Provinsi Sumatera Barat kaya akan sumberdaya alam, baik yang berada di permukaan maupun di bawah permukaan tanahnya. Sumber daya alam di bawah permukaan adalah berupa deposit emas, diperkirakan mempunyai nilai ekonomis dan layak untuk ditambang. Atas dasar pertimbangan itu maka PT Dempo Maju Cemerlang menanamkan modalnya pada usaha pertambangan Emas dan Mineral Pengikutnya (Emas DMP) di daerah ini.

Metode penambangan di PT. Dempo Maju Cemerlang adalah metode shrinkage stope yaitu sistem penggalian dilakukan secara *over hand*. *Shrinkage Stopping* diterapkan untuk badan bijih yang besar kemiringan 50° – 90° (*sleeply*). PT. Dempo Maju Cemerlang menggunakan rangkaian kerja alat gali-muat (*rocker sovel*) dan alat angkut (*granby mine car*) yang di Tarik dengan menggunakan lokomotif elektrik untuk memindahkan material dari *loading point* ke *dumping point*. Berdasarkan data produksi perusahaan target produksi sebesar 2100 ton/bulan, sedangkan produksi aktual adalah 1200 ton/bulan. Berdasarkan data ini diketahui bahwa target produksi target produksi yang di rencanakan belum tercapai sebagai mana mestinya.

Faktor penyebabnya yaitu belum optimalnya kerja alat muat dan alat angkut, adanya *losstime* pada saat pemuatan, pengangkutan, *dumping ore*, *Granby mine car* (Alat Angkut) sering keluar dari rel. Rel sebagai jalan untuk produksi sering tertutup oleh material pada saat mengangkut *ore*. *Rocker Sovel* (Alat Muat) sering kekurangan tekanan angin dari kompresor sehingga menghambat proses memuat sehingga menyebabkan tidak maksimalnya kerja dari alat, serta diperlukannya optimalisasi kinerja alat muat dan alat angkut pada penambangan bijih emas bawah tanah di PT. Dempo Maju Cemerlang. Akan tetapi hal tersebut dapat diupayakan dengan melakukan optimalisasi terhadap alat tersebut. Salah satu metode yang digunakan adalah metode *Quality Control Circle* (QCC).

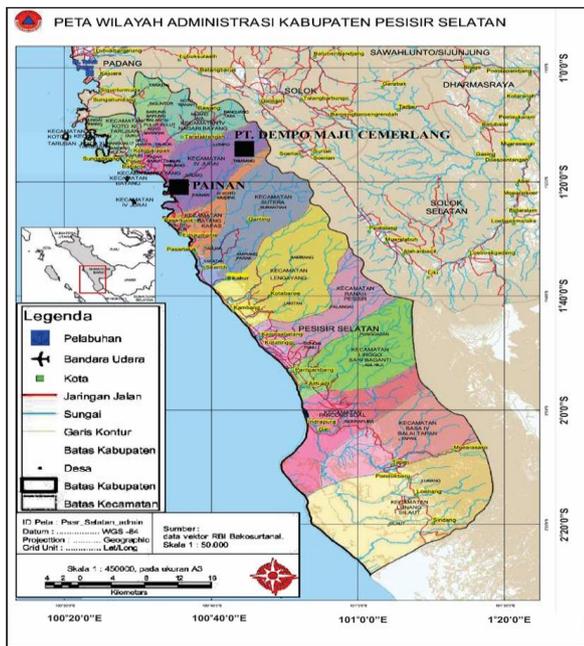
Quality Control Circle (QCC) adalah kelompok kecil yang secara kontinyu melakukan pertemuan untuk melakukan pengendalian dan perbaikan kualitas produk, jasa, proses kerja, dengan menggunakan konsep, tool dan teknik pengendalian kualitas. Kelompok ini terdiri dari 3-10 anggota yang berasal dari kelompok *workshop/sub divisi* dan *supervisor* yang sama. Selama pertemuan setiap anggota memiliki kesempatan untuk memberikan ide-ide perbaikan. Penelitian ini menjelaskan penggunaan metode QCC untuk mengoptimalkan

peralatan tambang dalam mencapai target produksi bijih di PT. Dempo Maju Cemerlang.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Lokasi Penelitian

Secara administratif Izin Usaha Pertambangan (IUP) Operasi Produksi Emas Primer PT. DMC berada di Nagari Tambang Kecamatan IV Jurai Kabupaten Pesisir Selatan. Lokasi kegiatan Operasi Produksi dapat ditempuh daridari Kota Padang ke arah Selatan dapat menggunakan kendaraan roda empat melalui jalan aspal menuju ke Painan yang berjarak kurang lebih 80 km selama 2 jam 30 menit. Dari simpang tiga Bungo Pasang (1 km sebelum Kota Painan) berbelok ke Timur melalui jalan aspal sejauh kurang lebih 5 km ke Desa Mesin Gergaji, Kanagarian Tambang kita akan sampai di pintu gerbang PT. Dempo Maju Cemerlang. Dari gerbang perjalanan sejauh kurang lebih 1 km melalui jalan tambang yang berupa jalan pengerasan kita akan sampai ke arah lokasi tambang (kajian). seperti terlihat Pada Gambar 1 dibawah ini,



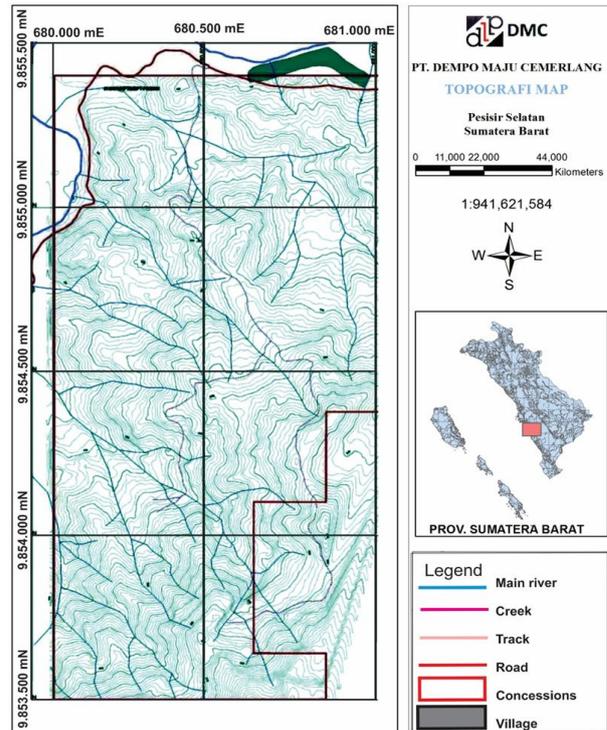
Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

2.2 Topografi Dan Geologi PT. Dempo Maju Cemerlang

2.2.1. Topografi PT. Dempo Maju Cemerlang

Sumatera Barat, khususnya Kabupaten Pesisir Selatan bagian timurlaut ditandai oleh daerah pegunungan dengan hutan tertutup. Untuk bagian utara - timurlaut wilayah proyek, dekat perbatasan Taman Nasional Kerinci Seblat, topografi sangat kasar dengan ketinggian sampai dengan 1.000 meter dan akses yang sulit di daerah DMC, medannya bergelombang kasar, dengan ketinggian hingga 1.000 meter di beberapa puncak

gunung. Pola aliran sungai sebagian pada daerah perbukitan yang berkembang mempunyai pola sub dendritik. Berikut adalah Peta Topografi PT. DMC Pada Gambar 2 dibawah ini,



Sumber. PT. Dempo Maju Cemerlang (2009)

Gambar 2. Peta Topografi

2.2.1. Geologi Regional

Struktur yang berkembang di Provinsi Sumatera Barat adalah struktur perlipatan (*antiklinorium*) dan struktur sesar dengan arah umum baratlaut – tenggara, yang mengikuti struktur *regional* Pulau Sumatera. Kondisi *stratigrafi* dari struktur *geologi* sumatera barat adalah sebagai berikut,

Kelompok *Pra Tersier* adalah kelompok ini mencakup masa *Paleozoikum – Mesozoikum*, dipisahkan menjadi kelompok batuan *ultrabasa*, kelompok batuan *melange*, kelompok batuan *malihan*, kelompok batuan gunungapi dan kelompok batuan terobosan, Kelompok batuan *ultrabasa Pra Tersier* disusun oleh batuan *harzburgit, dunit, serpentinit, gabro dan basalt*.

Kelompok *Melange Pra Tersier* merupakan kelompok batuan campur aduk yang disusun oleh batuhijau, graywake, tufa dan batugamping termetakan, rijang aneka warna. Kelompok batuan malihan *Pra Tersier* disusun oleh batuan *sekis, filit, kwarsit, batusabak, batugamping termetakan*. Kelompok batuan sedimen *Pra Tersier* yang didominasi oleh batugamping hablur sedangkan kelompok batuan terobosan *Pra Tersier* disusun oleh *granit, diorit, granodiorit, porfiri kuarsa, diabas dan basalt*.

Kelompok transisi *Pra Tersier – Tersier Bawah* yang merupakan kelompok batuan terobosan yang terdiri dari batuan *granodiorit dan granit*. Kelompok *Tersier*

dipisahkan menjadi kelompok batuan *ultrabasa*; kelompok batuan *mélange*, kelompok batuan sedimen; kelompok batuan gunungapi dan kelompok batuan terobosan. Kelompok batuan ultrabasa Tersier disusun oleh batuan *serpentin*, *piroksenit* dan *dunit*.

Kelompok batuan melang Tersier yang merupakan batuan campur aduk disusun oleh *graywake*, *serpih*, konglomerat, batupasir *kwarsa*, *arkose*, *serpentin*, *gabro*, lava basalt dan batusabak.

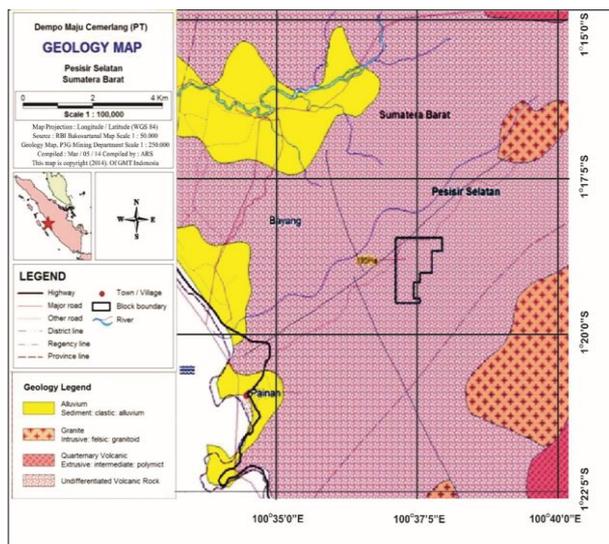
Kelompok batuan sedimen Tersier disusun oleh konglomerat, *aglomerat*, batulanau, batupasir, batugamping, *breksi* dan *napal*.

Kelompok batuan gunung api Tersier disusun oleh batuan gunungapi bersifat *andesitikbasaltik*, *lava basalt* sedangkan kelompok batuan terobosan Tersier terdiri dari *granit*, *granodiorit*, *diorit*, *andesit porfiritik*, dan *diabas*. Kelompok transisi Tersier – Kwartar (*Plio-Plistosen*) dapat dipisahkan menjadi kelompok batuan sedimen; kelompok batuan gunungapi dan kelompok batuan terobosan.

Kelompok batuan sedimen *Plio-Plistosen* disusun oleh *konglomerat polimik*, batupasir, batulanau dan perselingan antara napal dan batupasir.

Kelompok batuan gunungapi *Plio-Plistosen* disusun oleh batuan gunungapi *andesitikbasaltik*, *tufa*, *breksi* dan endapan lahar sedangkan kelompok batuan terobosan PlioPlistosen terdiri dari *riolit afanitik*, *retas basalt* dan *andesit porfir*.

Kelompok *Kwartar* dipisahkan menjadi kelompok batuan sedimen batuan gunungapi dan *aluvium*.^[9] Peta Geologi PT. Dempo Maju Cemerlang dapat dilihat Pada Gambar 3 dibawah ini,



Sumber. PT. Dempo Maju Cemerlang (2009)

Gambar 3. Peta Geologi PT. Dempo Maju Cemerlang

2.3 Kajian Teori

2.3.1. Endapan Emas Epitermal

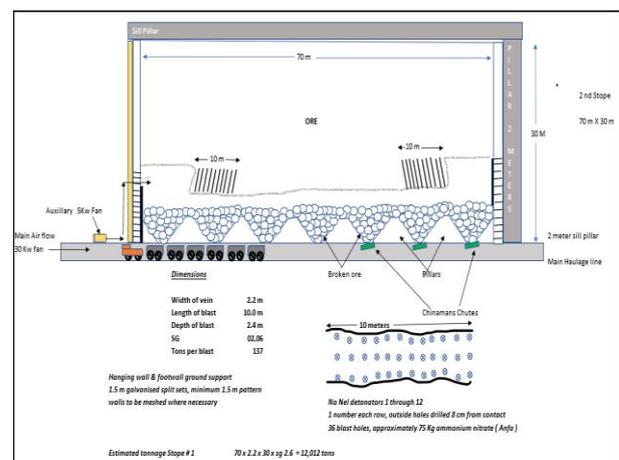
Endapan *epitermal* didefinisikan sebagai salah satu endapan dari sistem *hidrotermal* yang terbentuk pada kedalaman dangkal yang umumnya pada busur *vulkanik*

yang dekat dengan permukaan. endapan *epitermal* terbentuk pada kedalaman dangkal hingga 1000 meter dibawah permukaan dengan temperatur relatif rendah (50-200) °C dengan tekanan tidak lebih dari 100 atm.^[1]

2.3.2. Metode Penambangan

Kegiatan penambangan yang diterapkan adalah dengan sistem tambang bawah tanah Metode penambangan yang digunakan adalah penambangan *Shrinkage Stopping* diterapkan untuk badan bijih yang besar kemiringan 50° – 90° (*sleeply*). Bijih dihancurkan secara metode *overhand* dan dibiarkan berkumpul dalam *stope* Penambangan bijih dilakukan pada sayatan *horizontal* dimulai dari bagian bawah mengarah keatas melalui suatu *Manway*. *Manway* dibuat dekat *pillar vertical* yang memisahkan *stope* yang berdekatan. *Pillar vertical* berukuran lebih diatas 40 *feet*. Untuk kondisi batuan *footwall* dan *hangingwall* yang relatif cukup kuat, kemiringan dari *vein* yang menengah hingga curam, badan bijih yang cukup lebar hingga lebar terutama di level bawah dari tambang, metode penambangan *Shrinkage Stopping* akan digunakan.^[15]

Raise adalah perhubung satu level dengan level yang lainnya dan berfungsi sebagai ventilasi dan akses. Level utama digunakan sebagai level pengangkutan atau transportasi dan terletak sepanjang dasar dari *stope*. Dari level utama, sebuah *crosscut* akan dibuat di *elevasi* yang sama dengan dasar *stope*. Setelah *crosscut* terbentuk akan dibuat *raise* yang berfungsi sebagai akses penambang dan alat dan dilanjutkan dengan *sublevel* serta corong yang berfungsi sebagai *drawpoints* atau *chute*. Corong *draw point* atau *chute* ini akan menghubungkan *sublevel* dengan level utama. Penggalian di *Stope* dibuat secara *horizontal* per *slice* dengan kemajuan ke atas (*overhand*) dan berjarak 5 – 10 meter dari level pengangkutan. Selama penambangan ketersediaan ruangan antara *back* dan bagian atas dari *broken ore* harus dipertahankan. Sistem Penambangan *Shrinkage Stopping* dapat dilihat Pada Gambar 4 dibawah ini,



Sumber. PT. Dempo Maju Cemerlang (2009)

Gambar 4. Sistem Penambangan *Shrinkage Stopping*

2.3.2. Produksi

Menjelaskan, Produksi adalah laju material yang dapat dipindahkan atau dialirkan persatuan waktu (biasanya per jam). Umumnya pemindahan material dihitung berdasarkan volume (m^3), sedangkan pada tambang biasanya dinyatakan dalam ton. Kajian terhadap keadaan alat gali-muat dan alat angkut dapat dilakukan dengan cara pengawasan terhadap keadaan di lapangan dan faktor faktor yang mempengaruhi kemampuan produksi alat mekanis tersebut. Produksi alat dapat dilihat dari kemampuan alat tersebut dalam penggunaannya.^[15]

2.3.3 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produksi

2.3.3.1. Efisiensi Kerja

Efisiensi kerja merupakan perbandingan waktu kerja efektif dengan waktu kerja yang tersedia dan dinyatakan dalam persen.^[15]

Waktu kerja efektif dapat dihitung dengan rumus :

$$W_{ke} = W_{kt} - (W_{hd} + W_{hdt}) \quad (1)$$

Sedangkan efisiensi kerja :

$$Eff_{kerja} = (W_{ke}/W_{kt}) \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan :

- W_{ke} = Waktu kerja efektif
- W_{hd} = Waktu hambatan yang dapat dihindari
- W_{kt} = Waktu kerja yang tersedia
- W_{hdt} = Waktu kerja yang tidak dapat dihindari

2.3.3.2. Swell Factor

Faktor pengembangan (swell faktor) tersebut perlu diketahui karena volume material yang diperhitungkan pada waktu penggalian selalu Apa yang disebut (*pay yard*) Atau *bank yard* atau volume aslinya di alam. Sedangkan apa yang harus diangkut adalah material yang telah mengembang karena digali. dan alat angkut itu sanggup membawa material tersebut sebesar kapasitas munjung (*heepes capacity*). Jadi kalau kapasitas munjung dikalikan dengan factor pengembangan material yang diangkutnya akan diperoleh (*pay yard capacity*).^[15]

untuk menghitung faktor-faktor tersebut diatas dapat dipakai rumus-rumus. Untuk mendapat nilai *swell factor* dapat digunakan Persamaan berikut.

$$SF = \frac{V \times Undisturbed (m^3)}{V \times loose(m^3)} \quad (3)$$

2.3.3.3. Waktu Siklus (*Cycle Time*)

Waktu siklus (*cycle time*) merupakan waktu yang diperlukan suatu alat melakukan kegiatan tertentu dari awal sampai akhir dan siap untuk memulai kembali.^[18]

Waktu Edar Alat Gali-Muat

Waktu edar alat gali-muat terdiri dari beberapa unsur, yaitu *Digging time*, *Swing loading*, *Dumping time*, dan *Swing empty time*.^[2,7,11,15,1617,18,21]

Dengan demikian waktu edar alat muat dapat dihitung dengan rumus berikut ini :

$$CTm = T1 + T2 + T3 + T4 \quad (4)$$

Keterangan :

- CTm = Waktu Edar alat gali – muat (s)
- T1 = Waktu menggali material (s)
- T2 = Waktu swing isi (s)
- T3 = Waktu menumpahkan muatan (s)
- T4 = Waktu swing kosong (s)

Waktu Edar Alat Angkut

Waktu edar alat angkut terdiri dari beberapa unsur,yaitu pemuatan (*Loading time*), pengangkutan (*Hauling*), penumpahan (*Dumping*), kembali (*Return*), Penempatan posisi (*Spot*).^[2,7,11,15,1617,18,21]

Sehingga waktu edar *dump truck* dapat dihitung dengan rumus berikut ini :

$$CTa = T1 + T2 + T3 + T4 + T5 \quad (5)$$

Keterangan :

- CTa = Waktu edar alat angkut (s)
- LT = Waktu pengisian (s)
- HT = Waktu angkut material (s)
- DT = Waktu dumping (s)
- RT = Waktu kembali kosong (s)
- ST = Waktu manuver loading (s)

2.3.3.4. *Bucket Fill Factor* (Faktor Pengisian Bucket)

Merupakan persentase hasil perbandingan volume yang sesungguhnya yang dapat diisikan ke dalam bak *truck* atau *bucket* dengan kapasitas teoritisnya.

2.3.3.5. Keterampilan Dan Pengalaman Operator

Semakin baik kemampuan operator dalam mengoperasikan alat yang digunakan, maka akan memperkecil waktu edar dari peralatan tersebut.

2.3.3.6. *Density of material* (Berat Isi Material)

Berat isi material yang akan digali, dimuat, dan diangkut oleh alat - alat mekanis dapat mempengaruhi Kecepatan kendaraan dengan HP mesin yang dimilikinya dan Membatasi volume material yang dapat diangkut

2.3.4 Peralatan Penambangan

Kegiatan penambangan di PT. Dempo Maju Cemerlang dimulai dari *loading*, *hauling*, dan *dumping*.

2.3.4.1 Alat Muat

Kegiatan *loading* di tambang bijih bawah tanah PT. DMC dilakukan menggunakan *Rocker Shovel* dengan kapasitas *bucket* 0.14 m^3 ke dalam *Side Dump Car*

(Grandby / lori) dengan kapasitas satu granby 3,03 m³. Berikut adalah Gambar *Rocker Shovel*



Sumber. China Brand Product Pneumatic Rock Loader Rocker Shovel (2009)

Gambar 5. *Rocker Shovel*.

2.3.4.2. Alat Angkut

PT. DMC menggunakan *Side Dump Car (Grandby)* yang ditarik oleh *lokomotif* listrik dengan menggunakan battery yang memiliki kemampuan menarik 10 – 12 *Slide Dump Truck (granby)*. Pada pengangkutan *broken ore* di PT. Dempo Maju Cemerlang rata-rata mengangkut 2-3 *Slide Dump Truck* dengan kapasitas 1.2 WMT (*wet metric ton / metrik ton basah*). *Side Dump Car (Grandby)* dapat dilihat Pada Gambar 6 dibawah ini.



Gambar 6. *Side Dump Car (Grandby)*.

3. Metode penelitian

3.1 Jenis Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah jenis penelitian *Kuantitatif* yang mengacu pada penelitian eksperimen. Metode penelitian *Kuantitatif* merupakan jenis penelitian dimana dalam penelitian ini data yang dikumpulkan berupa angka sebagai lambang dari peristiwa atau kejadian dan dianalisis dengan menggunakan teknik statistik. Penelitian ini lebih terarah ke penelitian terapan (*applied research*) yaitu penelitian

yang menekankan pada penerapan ilmu, aplikasi ilmu atau penggunaan ilmu untuk masyarakat ataupun instansi untuk suatu keperluan tertentu. [20]

3. 2 tahap pengumpulan data

Pada pelaksanaan penelitian ini penulis menggunakan dua metode pengambilan data yaitu data primer dan data sekunder. [20]

3.2.1. Data Primer

Data primer yang akan kita ambil yaitu pengamatan kondisi lapangan, pengamatan aktivitas kerja, data cycle time alat muat, dan jumlah alat angkut (lori).

3.2.1. Data sekunder

Data sekunder merupakan data penunjang dalam perhitungan tugas akhir ini antara lain Peta lokasi, Peta *geologi regional*, Spesifikasi alat muat dan alat angkut, Waktu hambatan alat muat alat angkut, Jam jalan alat muat alat angkut, Target produksi bijih emas, dan Jam kerja perusahaan.

3.3 tahap pengolahan data

3.3.1. Perhitungan Produktivitas

Menjelaskan, Produktivitas adalah laju material yang dapat dipindahkan atau dialirkan persatuan waktu (jam). Umumnya pemindahan material dihitung berdasarkan volume (m³), sedangkan pada tambang biasanya dinyatakan dalam ton. Kajian terhadap keadaan alat gali-muat dan alat angkut dapat dilakukan dengan cara pengawasan terhadap keadaan di lapangan dan faktor - faktor yang mempengaruhi kemampuan produksi alat mekanis tersebut. Produksi alat dapat dilihat dari kemampuan alat tersebut dalam penggunaannya. [15]

3.3.1.1 Produktifitas Alat Muat (*Rocker Shovel*)

Peralatan muat dan angkut yang ada di Tambang PT. DMC menggunakan *Rocker Shovel*. Rumus yang digunakan untuk menghitung produktivitas alat muat adalah sebagai berikut:

$$Q = \frac{q \times 3600 \times E}{Ct} \times DB \quad (6)$$

Untuk mencari produksi alat muat per siklus dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$q = q^1 \times k \times sf \quad (7)$$

Dimana:

q1 : Kapasitas bucket (m³)

k : *Faktor bucket*

Keterangan:

Q : Produksi per jam alat muat (m³/jam)

q : Produksi alat muat per siklus (m³)

Eff : Efisiensi kerja

Ct : Waktu siklus (menit)

SF : *Swell Factor*

DB : *Density Bank (Ton/ m³)*

3.3.1.2 Produksi Alat Angkut (*Dump Truck*)

Rumus yang digunakan untuk menghitung produktivitas *Side Dump Car (Grandby)* adalah sebagai berikut:

$$Q = \frac{q \times 3600 \times Eff}{Ct} \times DB \times M \quad (8)$$

Untuk mencari produksi alat angkut per siklus dapat di hitung dengan menggunakan rumus:

Dimana :

$$q = n \times q1 \times k \times sf \quad (9)$$

q : Produksi alat muat per siklus (m^3)

q1 : Kapasitas bucket (m^3)

k : Faktor bucket

n : jumlah bucket

Keterangan:

Q : Produksi per jam alat muat (m^3 /jam)

Eff : Efisiensi kerja

Ct : Waktu siklus (menit)

SF : *Swell Factor*

M : Jumlah Alat Angkut

DB : *Density Bank (Ton/ m^3)*

3.3.2. Keserasian Kerja Alat Muat Dan Alat Angkut (*Match Faktor*)

Faktor keserasian merupakan angka yang digunakan untuk menentukan tingkat keselarasan antara alat muat dengan alat angkut. Angka tersebut dapat ditentukan dengan rumus.^[15]

$$MF = \frac{nH \times Cl \times lp}{nL \times Ch} \quad (10)$$

Keterangan :

nH = Jumlah alat angkut

Cl = waktu edar alat muat (detik)

Lp = jumlah pengisian

nL = Jumlah alat muat

Ch = waktu edar alat angkut (detik)

3.3.3. Nilai Ketersediaan Alat

Beberapa hal yang menunjukkan keadaan alat mekanis dan efisiensi. Beberapa hal yang menunjukkan keadaan alat mekanis dan efisiensi pada penggunaannya antara lain *availability index* atau *mechanical availability*. persamaannya sebagai berikut.^[15]

Ketersediaan Mekanis / *Mechanical Availability (MA)*

Merupakan suatu cara untuk mengetahui kondisi mekanis yang sesungguhnya dari alat yang sedang dipergunakan. Persamaan untuk "*mechanical availability*" (MA) adalah sebagai berikut :

$$MA = \frac{W}{W + R} \times 100\% \quad (11)$$

Keterangan:

MA = *Mechanical Availability* atau kesediaan alat

W = "*Working Hours*" atau jumlah jam kerja alat, (jam).

R = "*Repair Hours*" atau jumlah jam untuk perbaikan, (jam).

Keadaan Fisik Alat / *Physical Availability (PA)*

Physical Availability Merupakan catatan mengenai keadaan fisik dari alat yang sedang dipergunakan, persamaannya adalah,

$$PA = \frac{W + S}{W + R + S} \times 100\% \quad (12)$$

Keterangan :

PA = *Physical Availability*

W = *Working Hours* atau jumlah kerja alat

R = *Repair Hours* atau jumlah jam untuk perbaikan

S = *Standby Hours* atau jumlah jam *standby*

Penggunaan Ketersediaan / *Use Of Availability (UA)*

Menunjukkan berapa persen waktu yang dipergunakan oleh suatu alat untuk beroperasi pada saat alat tersebut dapat dipergunakan (*available*), dengan menggunakan rumus sebagai berikut,

$$UA = \frac{W}{W + S} \times 100\% \quad (13)$$

Keterangan:

UA = *Use of Availability* atau penggunaan ketersediaan

W = *Working Hours* atau jumlah kerja alat

S = *Standby Hours* atau jumlah jam *standby*.

Efektif Kerja / *Effective Utilization (EU)*

Effective utilization sebenarnya sama dengan pengertian efisiensi kerja. Perbandingan antara jam kerja sesungguhnya (jam kerja produktif) dengan jam kerja yang dijadwalkan. Dengan rumus sebagai berikut:

$$Eut = \frac{W}{W + R + S} \times 100\% \quad (14)$$

Keterangan :

Eut = *Effective Utilization* atau efisiensi kerja

W = *Working time*

R = *Repair time / Breakdown time*

S = *Standby time*

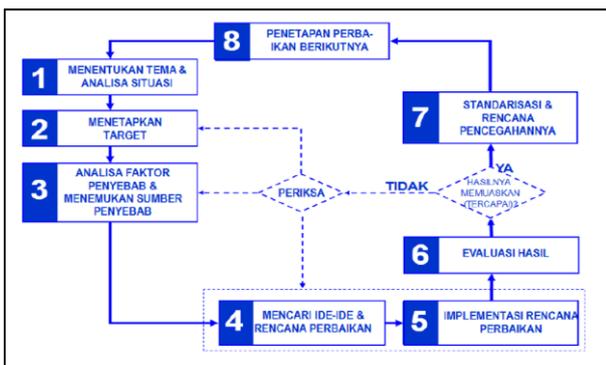
3.4. Tahap Analisis Data

3.4.1 Metode *Quality Control Circle*

Quality Control Circle (QCC) adalah satu orang atau kelompok kecil dari pekerja, dari tempat kerja yang sama, yang bertemu secara reguler, sukarela untuk melakukan aktivitas kontrol kualitas dan terlibat dalam aktivitas untuk menyusun identifikasi masalah, evaluasi, solusi serta menggunakan teknik terkait seperti tujuh alat *Ishikawa process flowcharting, histograms, check sheets, Pareto analysis, cause and effect diagrams and control charts*.^[10]

QCC melakukan perbaikan terus menerus sejak proses input hingga menghasilkan output menggunakan konsep Plan-Do-Check-Action (PDCA) atau yang dikenal dengan Siklus Deming.

Siklus Deming adalah model perbaikan berkesinambungan yang dikembangkan oleh Dr. Edward Deming seorang pionir TQM. Siklus ini terbagi atas 4 komponen utama dan dibagi menjadi beberapa langkah yaitu Mengembangkan rencana perbaikan (*Plan*), Melaksanakan rencana yang dibuat (*Do*), Memeriksa hasil yang dicapai (*Check*), Melakukan penyesuaian bila diperlukan (*Action*)”, dan terdapat 8 langkah pemecahan masalah dengan metode QCC.^[5,7,810] 8 langkah pemecahan masalah dapat dilihat Pada Gambar 7 dibawah ini.



Gambar 7. Delapan Langkah Pemecahan Masalah

Langkah pertama, identifikasi masalah dan pengumpulan data. Ini adalah tahap pertama QCC / GKM. Di tahap ini umumnya setiap anggota gugus diminta mengungkapkan apa saja masalah yang mereka alami di lingkungan kerja mereka. Masalah yang diungkapkan bisa dari proses maupun hasil pekerjaan mereka sendiri. Lihatlah catatan historis yang merekam berapa kali masalah tersebut terjadi. Lakukan hal yang sama untuk tiap masalah yang diungkapkan anggota gugus, kemudian beri bobot masing – masing.

Langkah kedua, menetapkan tema dan target. Pilih salah satu dari masalah yang muncul berdasarkan pembobotan yang sudah disepakati bersama. Kemudian tentukan target perbaikan untuk masalah tersebut. Target yang dibuat harus bersifat spesifik, terukur, dan ada jangka waktunya.

Langkah ketiga, analisa sebab akibat. Kemudian masalah yang diambil tersebut di telusuri penyebabnya berdasarkan kategori manusia, mesin, metode, dan material hingga ditemukan sebab utama dari tiap kategori. Uraikan terus penyebab hingga yang paling dulu terjadi, akan tetapi jangan sampai menyentuh area tanggung jawab proses sebelumnya, karena itu sudah berada di luar lingkup pekerjaan anda.

Langkah keempat, merancang rencana perbaikan. Setelah mengetahui sebab utama dari tiap masalah, tentu anda bisa merancang rencana perbaikan. Usahakan sebisa mungkin membuat rencana perbaikan yang mengakomodasi semua sebab utama yang ditemukan saat melakukan analisis sebab. Rencana perbaikan harus

memuat aktivitas, penanggung jawab, dan waktu pelaksanaan perbaikan.

Langkah kelima, pelaksanaan perbaikan. Setelah rancangan rencana perbaikan dibuat, maka segeralah lakukan perbaikan sesuai rencana perbaikan yang sudah disepakati dan dibahas dengan matang oleh semua anggota gugus. Catat setiap perubahan hasil dari perbedaan proses yang diaplikasikan.

Langkah keenam, evaluasi hasil. Selanjutnya anda bandingkan kondisi proses dan hasil antara sebelum dan sesudah perbaikan. Jika setelah perbaikan hasil memang lebih baik, ambil proses yang berubah untuk distandarkan. Jika masih belum, lakukan ulang langkah merancang rencana perbaikan dan implementasi perbaikan. Lanjutkan kembali dengan evaluasi hasil.

Langkah ketujuh, standarisasi. Setelah langkah perbaikan yang dilakukan sudah diperiksa dan bisa mengatasi penyebab masalah yang dihadapi, langkah berikutnya perlu dibuatkan standarisasi yang bisa dijadikan acuan kerja di lokasi kerja gugus dan ditujukan pula untuk mencegah masalah yang muncul sebelumnya akan terulang lagi. Jika perlu standarisasi ini juga bisa disebarluaskan kepada lokasi kerja yang lain yang sejenis dengan lokasi kerja gugus. Standarisasi yang dibuat bisa meliputi standar untuk cara kerja (metode), manusia (operator/mekanik), material, mesin dan lingkungan kerja.

Langkah kedelapan, menentukan langkah selanjutnya. Bahwa dasar QCC / GKM adalah siklus PDCA, untuk itu langkah terakhir adalah menentukan langkah selanjutnya. Berarti, perbaikan di tempat tersebut tidak hanya berhenti sampai disitu, melainkan selalu berkesinambungan. Pahami pengertian gugus kendali mutu tidak hanya sebatas sebagian – sebagian saja, melainkan secara keseluruhan. Dengan memahami pengertian QCC / GKM secara menyeluruh, diharapkan kualitas hasil produk ataupun jasa semakin baik dari waktu ke waktu.

4. Hasil Dan Pembahasan

4.1 Peralatan Yang Digunakan

Peralatan yang digunakan untuk penambang biji emas di PT. DMC dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Tabel Alat Muat Dan Alat Angkut Serta Target Produksi

Peralatan	Jenis Alat	Jumlah	Target Produksi
Alat Muat	Rocker Sovel	1	2100 Ton/Bulan
Alat Angkut	Granby Mine Car	4	
	Lokomotif	2	

4.2. Jadwal Kerja

Jam kerja operasional yaitu 1 sheift dengan waktu kerja 8 jam sehari. Jam kerja operasional dimulai pada pukul 08.00 dan berakhir pada pukul 16.00. dengan total 213 jam selama satu bulan. Berikut adalah jadwal kerja PT. Dempo Maju Cemerlang pada tabel 2.

Tabel 2. Jadwal Kerja

Hari Kerja	Jadwal	Keterangan	Jumlah
Sabtu - Kamis	08:00-12:00	Waktu Kerja	4
	12:00-13:00	Istirahat	1
	13:00-16:00	Waktu Kerja	3
Total			7
Jum'at	08:00-11:00	Waktu Kerja	3.5
	11:30-13:30	Istirahat	2
	13:30-16:00	Waktu Kerja	2.5
Total			6
Waktu Kerja Bulan November			248
Total Jam Kerja Tersedia Sebulan			214
Total Jam Istirahat Sebulan			34

4.3. Jam Kerja Alat

Tabel 3. Jam Kerja Aktual

Jenis Alat	Working (Jam)	Stanby (Jam)	Repair (Jam)	Total (Jam)
Alat Muat	153.41	24.72	34.87	213
Alat Angkut	157.71	22.34	32.95	213

Efisiensi kerja alat angkut adalah 50 % dimana waktu kerja efektifnya 106,23 jam/bulan, waktu hambatan yang dapat di hindari 69,27 jam/bulan, Waktu kerja yang tersedia 213 jam/bulan, dan Waktu kerja yang tidak dapat di hindari 37,50 jam/bulan.

Efisiensi kerja alat muat 50 % dimana waktu kerja efektif 106,42 jam/bulan, waktu hambatan yang dapat di hindari 69,08 jam/bulan, waktu kerja yang tersedia 213 jam/bulan, dan waktu kerja yang tidak dapat di hindari 37,50 jam/bulan.

4.4. Nilai Ketersediaan Alat

Tabel 4. Nilai Ketersediaan Alat

Jenis Alat	MA	PA	UA	EU
	Availability %			
Alat Muat	81%	84%	86%	72%
Alat Angkut	83%	85%	87%	74%

4.5. Waktu Edar Alat Muat Dan Alat Angkut

Tabel 5. Data Cycle Time Alat Muat

Alat Muat	Digging	Swing Isi	Dumping	Swing Kosong	Ct Am
	Detik				
Rocker Sovel	27.50	24.77	24.83	17.33	94.43

Tabel 6. Data Cycle Time Alat Angkut

Alat Angkut	Manuver	Loading	Hauling	Dumping	Returning	Antri	Ct
	Menit						
Granby Mine Car	2.45	4.55	13.23	0.93	8.24	12.20	41.60

4.6. Match Factor (Keseserasian Alat)

Hasil yang didapat dari penelitian yang dilakukan diketahui PT. Dempo Maju Cemerlang menggunakan empat alat angkut *Granby Mine Car* dengan dua *Lokomotif Diesel*, dan 1 alat muat *Rocker Sovel*. Pada jarak tempuh ke dumping point dengan jarak 400 meter. keselarasan antara alat muat dengan alat angkut dapat ditentukan dengan rumus:

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

Maka dihitung,

$$MF = \frac{4 \times 1,57 \times 7}{1 \times 41,60} = 1,06$$

Dari hasil perhitungan *Match Faktor* diperoleh keserasian kerja alat gali muat dan alat angkut. 1.06, Artinya *Match Faktor* > 1, maka alat muat bekerja 100 % dan alat angkut kurang dari 100 %, ada waktu tunggu untuk alat angkut. Berikut adalah tabel nilai *Match Faktor*

Tabel 7. Match Faktor

MF	Match Faktor	1.06	Satuan
nH	Jumlah Alat Angkut	4	Unit
Cl	Waktu Edar Alat Muat	1.57	Menit
Lp	Jumlah Pengisian	7	Bucket
nL	Jumlah Alat Muat	1	Unit
Ch	Waktu Edar Alat Angkut	41.60	Menit

4.7. Produktivitas Alat Muat Aktual

Tabel 8. Produktivitas Alat Muat

Parameter	Lambang	Satuan	Nilai
Kapasitas Bucket	<i>q</i>	m^3	0,26
Bucket Fill Facktor	<i>k</i>	%	70
Produksi Per Cycle	<i>q</i>	m^3	0,11
Efisiensi Kerja	<i>E</i>	%	50
Density Bank	<i>DB</i>	Ton/ m^3	4,2
Swell Factor	<i>SF</i>	%	60
Cycle Time	<i>CT</i>	Detik	94,43
Jam Kerja Aktual	<i>JK</i>	Jam/Hari	4,95
Produktivitas	Q	Ton/Jam	8,74
		Ton/Hari	43,27
		Ton/Bulan	1298,21

Produktivitas alat muat *Rocker Sovel* dapat diperoleh dengan menggunakan rumus berikut,

$$Q = \frac{q \times 3600 \times E}{CT} \times DB$$

$$Q = \frac{0,11 \times 3600 \times 0,50}{94,43} \times 4,2 = 8,74$$

Q = 8,74 ton/jam

Produksi perhari = Produktivitas x Jam Kerja

Produksi perhari = 8,74 ton/jam × 4,95 jam/hari = 43,27 ton/hari

Produksi perbulan = 43,27 ton/hari × 30 hari = 1298,21 ton/bulan

4.8. Produktivitas Alat Angkut Aktual

Tabel 9. Tabel Produktivitas Alat Angkut

Parameter	Lambang	Satuan	Nilai
Jumlah Bucket	n		7
Kapasitas Bucket	ql	m ³	0,26
Bucket Fill Facktor	k	%	70
Produksi Per Cycle	q	m ³	0,76
Efisiensi Kerja	E	%	50
Density Bank	DB	Ton/ m ³	4,2
Swell Factor	SF		60
Cycle Time	CT	Detik	2496,12
Jam Kerja Aktual	JK	Jam/Hari	5,09
Jumlah Alat Angkut	M		4
Produktivitas	Q	Ton/Jam	9,26
		Ton/Hari	47,14
		Ton/Bulan	1414,09

Produktivitas alat angkut (*granby mine car*) dapat diperoleh dengan menggunakan rumus berikut,

$$Q = \frac{q \times 3600 \times E}{CT} \times DB \times M$$

$$Q = \frac{0,76 \times 3600 \times 0,50}{2496,12} \times 4,2 \times 4 = 9,26$$

Q = 9,26 ton/jam

Produksi perhari = Produktivitas x Jam Kerja

Produksi perhari = 9,26 ton/jam × 5,09 jam/hari = 47,14 ton/hari

Produksi perbulan = 47,14 ton/hari × 30 hari = 1414,09 ton/bulan

4.9. Analisis Dengan Menggunakan Metode *Quality Control Circle* (QCC)

4.9.1 Identifikasi Masalah

Setelah menghitung produktivitas alat muat dan alat angkut aktual, dapat dilihat pada data jam kerja terdapat data *loosstime* berupa standby time dan *repair/breakdown* alat. Untuk Identifikasi Masalah dan pembobotannya dapat dilihat Pada Tabel 10 dibawah ini,

Tabel 10. Identifikasi Masalah Dan Pembobotan Pada Alat Muat

No	Aspek	Identifikasi Masalah	Loostime (Jam)	Persen Pengaruh
1	Manusia	Terlambat Diawal Operasi Karena Safety Talk	9,33	13,51 %
		Terlambat Kerja Setelah Istirahat	5,32	7,70 %
		Istirahat Di Awal Waktu	6,70	9,70 %
		Berhenti Kerja Lebih Awal	5,78	8,37 %
		Keperluan Operator	5,65	8,18 %
Jumlah			32,78	47,45 %
2	Mesin	Rocket Sovel Sering Kekurangan Tekanan Angin Untuk Bergerak	10,22	14,79 %
		Rocker Sovel Keluar Rel Pada Saat Beroperasi	7,12	10,30 %
		Pada Saat Dumping Sering Mengenai Roof	3,50	5,07 %
Jumlah			20,83	30,16 %
3	Lingkungan	Material Menutup Rel	6,87	9,94 %
		Perbaikan Rel	4,52	6,54 %
		Perbaikan Front Kerja	4,08	5,91 %
Jumlah			15	22,39 %
Total			69	100,00 %

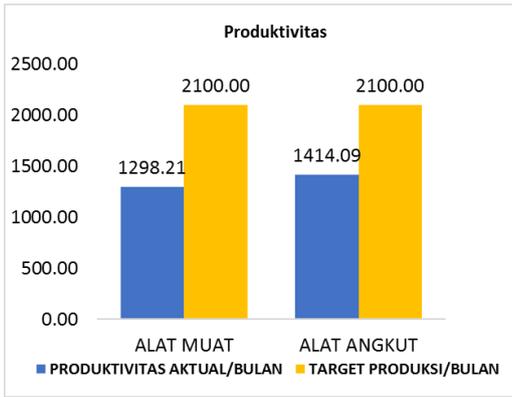
Tabel 11. Identifikasi Masalah Dan Pembobotan Pada Alat Angkut

No	Aspek	Identifikasi Masalah	Loostime (Jam)	Persen Pengaruh
1	Manusia	Terlambat Diawal Operasi Karena Safety Talk	10,13	14,63%
		Terlambat Kerja Setelah Istirahat	5,67	8,18%
		Istirahat Di Awal Waktu	5,82	8,40%
		Berhenti Kerja Lebih Awal	5,82	8,40%
		Keperluan Operator	4,13	5,97%
Jumlah			31,57	45,57%
2	Mesin	Granby Keluar Rel Pada Saat Berbelok	8,87	12,80%
		Lokomotif Keluar Rel	6,73	9,72%
		Granby Terlepas Pada Saat Dumping	6,28	9,07%
Jumlah			21,88	31,59%
3	Lingkungan	Perbaikan Rel	7,45	10,76%
		Material Menutup Rel	4,73	6,83%
		Pembersihan Area Dumping	3,63	5,25%
Jumlah			15,82	22,83%
Total			69,27	100,00%

4.9.2 menentukan target

Dari data pencapaian produksi aktual bulan November 2020 target produksi *ore* adalah 2100 ton/bulan. Sedangkan produksi yang tercapai hanya 40 ton. Nilai produktivitas aktual alat muat 1298,21 ton/bulan dan produktivitas aktual alat angkut 1414,09 ton/bulan. Artinya terjadi waktu tunggu pada alat angkut dengan dibuktikan dengan nilai keserasian alat 1,06.

Berikut adalah gambar data pencapaian produksi aktual alat gali muat dan alat angkut pada Bulan November 2020,

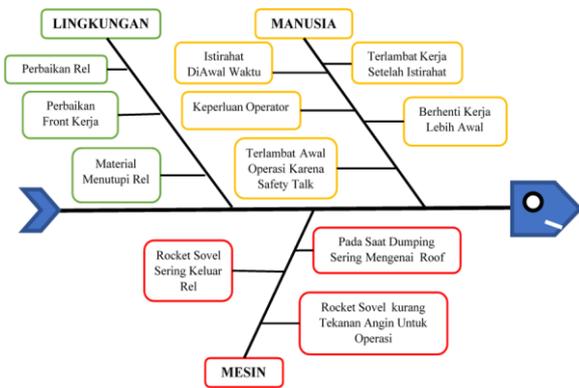


Gambar 8. Data Pencapaian Produksi Aktual

4.9.3 analisis factor sebab akibat (Cause and Effect Diagram)

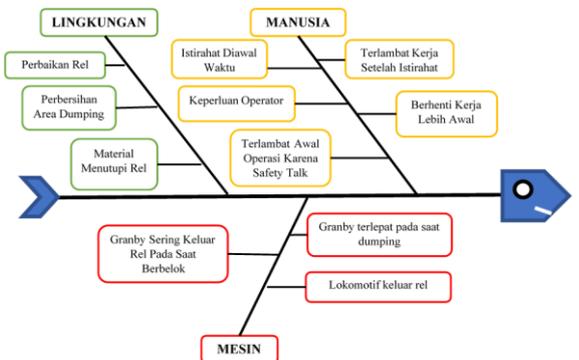
4.9.3.1 Fishbone diagram (Diagram Tulang Ikan)

Fishbone Diagram Alat Muat dapat dilihat Pada Gambar 9 dibawah ini



Gambar 9. Analisis Sebab Akibat Dengan Diagram Fishbone Alat Muat

Fishbone Diagram Alat Angkut dapat dilihat Pada Gambar 10 dibawah ini,

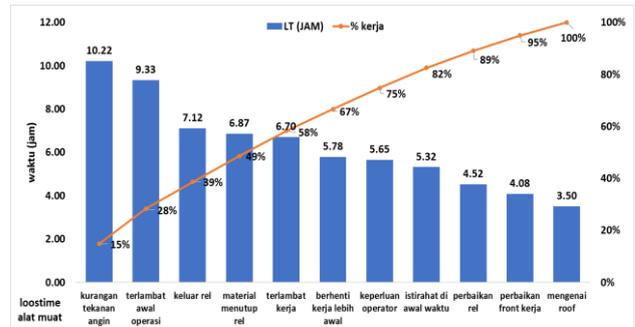


Gambar 10. Besaran Persentasi Pengaruh Loostime Alat Angkut

4.8.3.2 Analisis Diagram Pareto untuk mengetahui faktor-faktor yang paling dominan terjadinya loostime

Tabel 12. Loostime Alat Muat

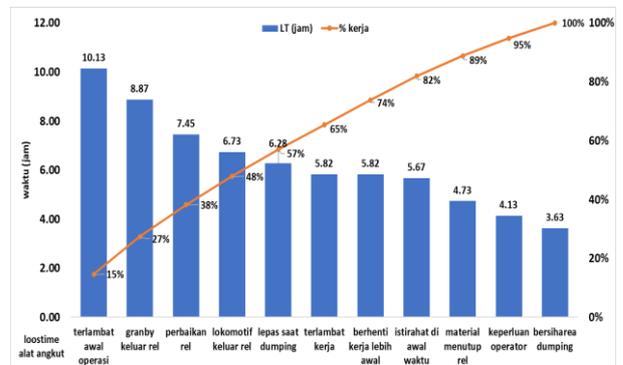
No.	Identifikasi Masalah Pada Alat Muat	Losstime /Jam
1	Rocker Sovel Kekurangan Tekanan Angin	10.22
2	Terlambat Awal Operasi	9.33
3	Rocker Sovel Keluar Rel	7.12
4	Material Menutupi Rel	6.87
5	Terlambat Kerja Setelah Istirahat	6.70
6	Berhenti Kerja Lebih Awal	5.78
7	Keperluan Operator	5.65
8	Istirahat Di Awal Waktu	5.32
9	Perbaikan Rel	4.52
10	Perbaikan Front Kerja	4.08
11	Pada Saat Dumping Mengenai Roof	3.50
	Jumlah	69.08



Gambar 11. Diagram Pareto Losstime Alat Muat Aktua

Tabel 13. Loostime Alat angkut

No	Identifikasi Masalah Pada Alat Angkut	Jam
1	Terlambat Awal Operasi	10.13
2	Granby Keluar Rel	8.87
3	Perbaikan Rel	7.45
4	Lokomotif Keluar Rel	6.73
5	Granby Lepas Saat Dumping	6.28
6	Terlambat Kerja Setelah Istirahat	5.82
7	Berhenti Kerja Lebih Awal	5.82
8	Istirahat Di Awal Waktu	5.67
9	Material Menutupi Rel	4.73
10	Keperluan Operator	4.13
11	Pembersihanarea Dumping	3.63
	Jumlah	69.27



Gambar 12. Diagram Pareto Losstime Alat Angkut Aktual

4.8.3.3 Analisis univariat dengan Histogram untuk mendeskripsikan data secara sederhana untuk menemukan pola di dalam data,

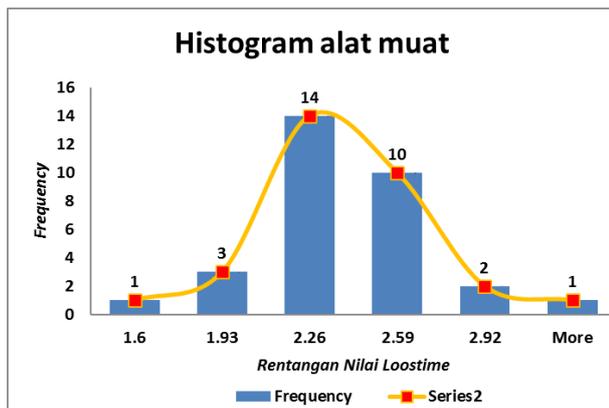
Hasil Analisis Alat Muat

Setelah dilakukan analisis univariat maka di dapatkan hasil analisis Pada Tabel 14 dibawah ini

Tabel 14. Hasil Analisis Univariat Alat Muat

Descriptive Statistics Alat Muat	Frequency (jam)
Mean	2.23
Median	2.22
Mode	2.05
Minimum	1.60
Maximum	3.25
Sum	69.08

Histogram *loostime* dari alat muat dapat dilihat Pada Gambar 13 dibawah ini,



Gambar 13. Histogram Loostime Alat Muat

Dari gambar di atas dapat disimpulkan nilai Mean > ME > Mo, maka skewness pada histogram tersebut merupakan skweness positif. Sedangkan untuk kurtosis (ukuran keruncingan kurva) adalah *Platykurtis* karena kurtosis (tingkat keruncingannya) kurang dari 3.

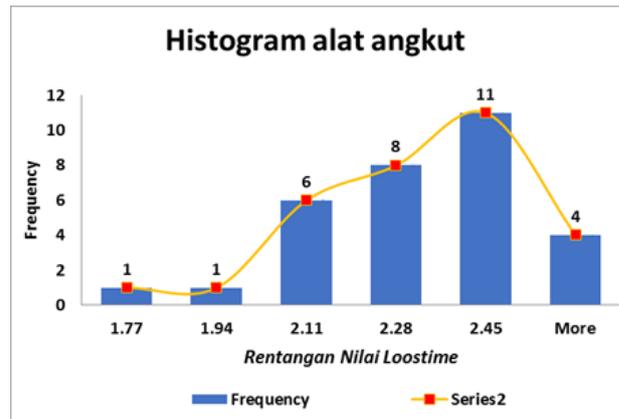
Hasil Analisis Alat Angkut

Setelah dilakukan analisis univariat maka di dapatkan hasil analisis Pada Tabel 15 dibawah ini

Tabel 15. Hasil Analisis Univariate

Descriptive Statistics Alat Angkut	Frequency (jam)
Mean	2.23
Median	2.25
Mode	2.38
Minimum	1.77
Maximum	2.62
Sum	69.27

Histogram loostime dari alat angkut dapat dilihat Pada Gambar 14 dibawah ini

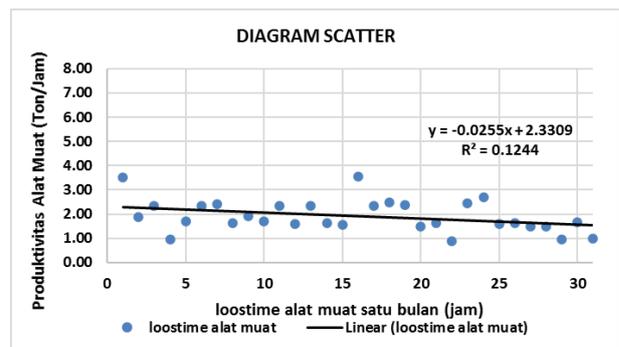


Gambar 14. Histogram loostime alat angkut

Dari gambar di atas dapat disimpulkan nilai Mean < ME < Mo, maka skewness pada histogram tersebut merupakan skweness negatif. Sedangkan untuk kurtosis (ukuran keruncingan kurva) adalah *Platykurtis* karena kurtosis (tingkat keruncingannya) kurang dari 3.

4.8.3.3 Analisis Pengaruh Waktu Kerja Efektif Terhadap Produktivitas Alat Muat Dan Alat Angkut Dengan Menggunakan *Diagram Scatter*

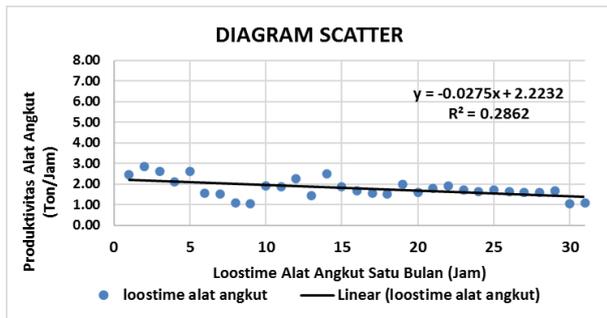
Diagram Scatter Alat Muat dapat dilihat Pada Gambar 15 dibawah ini



Gambar 15. Wasted Working Time Alat Muat Aktual

Dari gambar diatas waktu kerja terbuang pada alat muat diatas diketahui variabel 1 (loostime alat muat satu bulan (jam)) dan variabel 2 (Produktivitas alat muat (ton/jam)) menunjukkan hubungan yang negatif. Karena Peningkatan yang terjadi pada variabel 1 diikuti penurunan oleh variabel 2. Dan jika variabel 1 mengalami penurunan, variabel 2 akan mengalami peningkatan. Artinya jika waktu banyak terbuang setiap harinya maka produktivitas alat muat akan menurun

Diagram Scatter Alat Angkut dapat dilihat Pada Gambar 16 dibawah ini



Gambar 16. Waktu Kerja Terbuang Pada Alat Muat

diatas diketahui variabel 1 (loostime alat angkut satu bulan (jam)) dan variabel 2 (produktivitas alat angkut (ton/jam)) menunjukkan hubungan yang negatif. Karena Peningkatan yang terjadi pada variabel 1 diikuti penurunan oleh variabel 2. Dan jika variabel 1 mengalami penurunan, variabel 2 akan mengalami peningkatan. Artinya jika waktu banyak terbuang setiap harinya maka produktivitas alat muat akan menurun.

4.8.4 Ide-Ide Dan Rencana Perbaikan

Tabel 16. Ide-Ide Perbaikan

No	Aspek	Hambatan	Ide-Ide Perbaikan
1	Aspek Manusia	Terlambat Awal Operasi	Melaksanakan <i>safety talk</i> sebelum waktu kerja
		Istirahat Di Awal Waktu	Memperketat pengawasan terhadap operator
		Terlambat Kerja Setelah Istirahat	Memperketat pengawasan terhadap operator
		Berhenti Kerja Lebih Awal	Memperketat pengawasan terhadap operator
		Keperluan Operator	Memperketat pengawasan terhadap operator
2	Aspek Mesin	Rocker Sovel Kekurangan Tekanan Angin	Perbaikan kompresor utama sebagai penggerak <i>Rocker Sovel</i> .
		Rocker Sovel Keluar Rel	Rutin melakukan maintenance dan pengecekan terus <i>Rocker Sovel</i> .
		Pada Saat Dumping Mengenai Roof	Rutin melakukan maintenance dan pengecekan terus <i>Rocker Sovel</i> .
		Granby Keluar Rel	Penambahan penjepit dengan baut untuk penyatuan rel yang bisa di geser-geser hal ini dilakukan agar tidak goyang dan pas pada saat <i>granby</i> melintasi rel
		Lokomotif Keluar Rel	Rutin melakukan maintenance dan pengecekan terus roda loko
		Granby Lepas Saat Dumping	Pekerja harus berhati-hati saat dumping agar aman
3	Aspek Lingkungan	Material Menutup Rel	Perbaikan aliran air di sekitar lokasi loading
		Perbaikan Rel	Pembersihan area rel yang beroperasi untuk hauling
		Perbaikan Front Kerja	Saat menunggu alat angkut masuk operator di area loading agar bisa perbaikan agar tidak menggagu proses produksi

4.8.5 Implementasi Dan Hasil Dari Perbaikan

4.8.5.1 Nilai Effisiensi Kerja Setelah Perbaikan,

Tabel 17. efisiensi kerja alat muat

Alat Muat	Aktual (Jam)	Perbaikan (Jam)
Waktu Kerja Efektif	106,42	134,16
Waktu Hambatan Yang Dapat Di Hindari	69,08	41,34
Waktu Kerja Yang Tersedia	213	213
Waktu Kerja Yang Tidak Dapat Di Hindari	37,50	37,50
Effisiensi Kerja	50%	63%

Tabel 18. Effisiensi Kerja Alat Angkut

Alat Angkut	Aktual (Jam)	Perbaikan (Jam)
Waktu Kerja Efektif	106.23	134.16
Waktu Hambatan Yang Dapat Di Hindari	69,27	41.34
Waktu Kerja Yang Tersedia	213	213
Waktu Kerja Yang Tidak Dapat Di Hindari	37,50	37.5
Effisiensi Kerja	50%	62%

4.8.5.2 Nilai Ketersediaan Alat Setelah Perbaikan,

Tabel 19. Jam kerja alat

Jenis Alat	Working	Stanby	Repair	Total
	(Jam)	(Jam)	(Jam)	(Jam)
Alat Muat	171.66	20.59	20.75	213
Alat Angkut	187.08	11.08	14.84	213

Tabel 20. Nilai ketersediaan alat

Jenis Alat	MA	PA	UA	EU
	Avaibility %			
Alat Muat	89%	90%	89%	81%
Alat Angkut	93%	93%	94%	88%

4.8.5.3 Cycle Time Alat Muat

Berikut adalah Cycle time alat muat setelah perbaikan

Tabel 21. CycleTime Alat Muat

Alat Muat	Digging	Swing Isi	Dumping	Swing Kosong	CT AM
	Detik				
Rocker Sovel	19.67	22.00	20.23	13.30	75.20

Cycle Time Alat Angkut

Berikut adalah Cycle time alat angkutsetelah perbaikan,

Tabel 22. Cycle Time alat angkut

Alat Angkut	Manuver Loading	Loading	Hauling	Dumping	Returning	Antri	Ct
	Menit						
Granby Mine Car	1.28	4.27	9.12	0.59	7.95	11.21	34.40

4.8.5.4 Match Faktor

Berikut adalah Match Faktor setelah perbaikan

Tabel 23. Match Faktor

MF	Match Factor	1.02	
NH	Jumlah Alat Angkut	4	Unit
CL	Waktu Edar Alat Muat	1.25	Menit
LP	Jumlah Pengisian	7	Bucket
NL	Jumlah Alat Muat	1	Unit
CH	Waktu Edar Alat Angkut	34.40	Menit

$$MF = \frac{4 \times 1.25 \times 7}{1 \times 34.40} = 1.02$$

Dari hasil perhitungan *Match Faktor* diperoleh keserasian kerja alat gali muat dan alat angkut. 1.02. Artinya Match Faktor > 1, maka alat muat bekerja 100 % dan alat angkut kurang dari 100 %, ada waktu tunggu untuk alat angkut.

4.8.5.5 Produktivitas Alat Perbaikan

Berikut adalah Produktivitas alat muat setelah perbaikan

Tabel 24. Produktivitas alat muat perbaikan

Parameter	Lambang	Satuan	Nilai
Kapasitas Bucket	<i>q1</i>	m^3	0,26
Bucket Fill Facktor	<i>k</i>	%	70
Produksi Per Cycle	<i>q</i>	m^3	0,11
Efisiensi Kerja	<i>E</i>	%	63
Density Bank	<i>DB</i>	Ton/ m^3	4,2
Swell Factor	<i>SF</i>		60
Cycle Time	<i>CT</i>	Detik	75,20
Jam Kerja Aktual	<i>JK</i>	Jam/Hari	5,54
Produktivitas	Q	Ton/Jam	13,83
		Ton/Hari	76,60
		Ton/Bulan	2297,87

$$Q = \frac{0,11 \times 3600 \times 0,63}{75,20} \times 4,2 = 13,83$$

Q = 13,83 ton/jam

Produksi perhari = Produktivitas x Jam Kerja

Produksi perhari = 13,83ton/jam × 5,54 jam/hari = 76,60 ton/hari

Produksi perbulan = 76,60 ton/hari × 30 hari = 2297,87 ton/bulan

Berikut adalah Produktivitas alat angkut setelah perbaikan

Tabel 25. Produktivitas alat angkut perbaikan

Parameter	Lambang	Satuan	Nilai
Jumlah Bucket	<i>n</i>		7
Kapasitas Bucket	<i>q1</i>	m^3	0,26
Bucket Fill Facktor	<i>k</i>	%	70
Produksi Per Cycle	<i>q</i>	m^3	0,76
Efisiensi Kerja	<i>E</i>	%	62
Density Bank	<i>DB</i>	Ton/ m^3	4,2
Swell Factor	<i>SF</i>		60
Cycle Time	<i>CT</i>	Detik	2064,25
Jam Kerja Aktual	<i>JK</i>	Jam/Hari	6,03
Jumlah Alat Angkut	<i>m</i>		4
Produktivitas	Q	Ton/Jam	13,89
		Ton/Hari	83,80
		Ton/Bulan	2513,90

$$Q = \frac{0,76 \times 3600 \times 0,62}{2064,25} \times 4,2 \times 4 = 13,89$$

Q = 13,89 ton/jam

Produksi perhari = Produktivitas x Jam Kerja

Produksi perhari = 13,89 ton/jam × 5,09 jam/hari = 83,80 ton/hari

Produksi perbulan = 83,80 ton/hari × 30 hari = 2513,90 ton/bulan

4.8.5.6 Losstime

Setelah di lakukan implementasi ide-ide perbaikan maka di dapatkan hasil optimalisasi sebagai berikut.

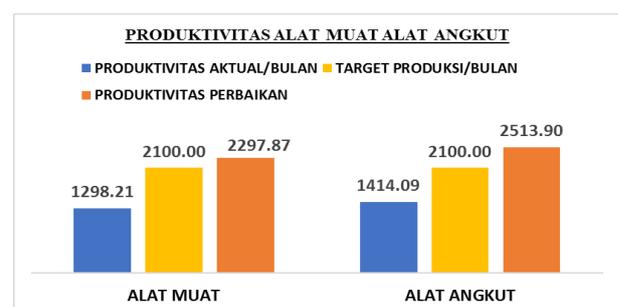
Tabel 26. Loostime Alat Muat

No	Identifikasi Masalah Pada Alat Muat	Losstime /Jam aktual	Losstime /Jam perbaikan
1	Rocker Sovel Kekurangan Tekanan Angin	10.22	5.77
2	Terlambat Awal Operasi	9.33	3.00
3	Rocker Sovel Keluar Rel	7.12	4.47
4	Material Menutup Rel	6.87	5.28
5	Terlambat Kerja Setelah Istirahat	6.70	3.87
6	Berhenti Kerja Lebih Awal	5.78	3.32
7	Keperluan Operator	5.65	3.70
8	Istirahat Di Awal Waktu	5.32	3.95
9	Perbaikan Rel	4.52	3.63
10	Perbaikan Front Kerja	4.08	2.82
11	Pada Saat Dumping Mengenai Roof	3.50	3.12
	Jumlah	69.08	42.93

Tabel 27. Loostime Alat angkut

No	Identifikasi Masalah Pada Alat Angkut	Losstime /Jam aktual	Losstime /Jam perbaikan
1	Terlambat Awal Operasi	10.13	3.30
2	Granby Keluar Rel	8.87	5.35
3	Perbaikan Rel	7.45	4.08
4	Lokomotif Keluar Rel	6.73	3.92
5	Granby Lepas Saat Dumping	6.28	5.35
6	Terlambat Kerja Setelah Istirahat	5.82	3.94
7	Berhenti Kerja Lebih Awal	5.82	3.90
8	Istirahat Di Awal Waktu	5.67	3.91
9	Material Menutup Rel	4.73	3.42
10	Keperluan Operator	4.13	3.93
11	Pembersihanarea Dumping	3.63	2.86
	Jumlah	69.27	41.62

4.8.6 Evaluasi Hasil



Gambar 17. Diagram Perbandingan Produksi

Dara gambar diatas diketahui bahwa produktivitas aktual dari alat muat adalah 1298,21 ton/bulan dan alat angkut

sebesar 1414,09 ton/bulan. sedangkan target produksi *ore* adalah 2100 ton/bulan, setelah dilakukan optimalisasi didapatkan produktivitas alat muat 2297,87 ton/bulan dan alat angkut 2513,90 ton/bulan. Jadi, optimalisasi yang didapatkan sebesar 49,17 % untuk alat muat dan 50,50 % untuk alat angkut dari target yang di dibutuhkan sekitar 40,56 % peningkatan produktivitas alat muat dan 34,04 % peningkatan produktivitas alat angkut. Produksi *ore* di bulan Desember adalah 2111 ton dengan banyak *granby* yang didapat 1919 *granby*, yang memiliki selisih 413.90 ton dengan produktivitas alat angkut perbaikan. kesimpulannya adalah peningkatan produksi yang di lakukan dengan metode QCC telah berhasil dengan tetap berupaya meningkatkan perhatian terhadap kondisi alat

4.8.7 Standarisasi

Tabel 28. Standard Operation Procedures (SOP)

No	Standar	Alat Muat	Alat Angkut
1	Efisiensi Kerja	63%	62%
2	Nilai Ketersediaan Alat		
	Mechanical Availability (MA)	89%	93%
	Phisycal Availability (PA)	90%	93%
	Use Of Availability (UA)	89%	93%
	Effective Utilization (EU)	81%	88%
3	Cycle Time	75,20 (Detik)	34,40 (Menit)
4	Produktivitas	13,83 (Ton/Jam)	13,89 (Ton/Jam)
5	Jumlah Alat	1 Unit	4 Unit
6	Jam Kerja	5,54 (Jam/Hari)	6,03 (Jam/Hari)
7	Match Faktor	1,02	

4.8.8 Menentukan Langkah Selanjutnya

Setelah standar diterapkan, maka tim *Quality Control Circle* memonitoring pelaksanaannya dan sampai terjadinya perubahan standar kembali.

5. Penutup

5.1 Kesimpulan

1. Produktivitas aktual dari alat muat adalah 1298,21 ton/bulan dan alat angkut sebesar 1414,09 ton/bulan
2. Faktor-faktor terjadinya loostime adalah
 - a. Manusia (Terlambat Awal Operasi, Istirahat Di Awal Waktu, Terlambat Kerja Setelah Istirahat, Berhenti Kerja Lebih Awal, Keperluan Operator, dan Safety Talk Di Jam Kerja Tidak Efektif)
 - b. Mesin (Lokomotif Sering Keluar Rel, Granby Sering Keluar Rel, Lokomotif Kurang Cepat, Rocket Sovel Sering Kekurangan Tekanan Angin

Untuk Bergerak, dan Cara Manuver Granby Tidak Efektif)

c. Lingkungan (Perbaikan Front Kerja, Perbaikan Jalan, Dan Material Sering Menutup Rel).

3. Hasil Optimalisasi nilai ketersediaan (*Availability %*) alat muat dan alat angkut

Jenis Alat	MA		PA		UA		EU	
	Aktual	Optimal	Aktual	Optimal	Aktual	Optimal	Aktual	Optimal
Alat Muat	81 %	89%	84 %	90%	86 %	89%	72%	81 %
Alat Angkut	83 %	93%	85 %	93%	87 %	94%	74%	88 %

4. Nilai dari produktivitas alat muat dan alat angkut sebelum dan sesudah dioptimalisasi dengan menggunakan metode QCC

Optimalisasi	Aktual /Bulan	Target /Bulan	Perbaikan /bulan
Produktivitas Alat Muat (ton/jam)	1298,21	2100,00	2297,87
Produktivitas Alat Angkut (ton/jam)	1414,09	2100,00	2513,90
Persen Produktivitas Alat Muat	61,82%	100,00%	109,42%
Persen Produktivitas Alat Angkut	67,34%	100,00%	119,71%
Produksi Ore (ton)	1200 ton	2100 ton	2111 ton

5. rekomendasi standar kerja dari alat muat dan alat angkut kepada PT. Dempo Maju Cemerlang

6.

No	Standar	Alat Muat	Alat Angkut
1	Efisiensi Kerja	63%	62%
2	Nilai Ketersediaan Alat		
	Mechanical Availability (MA)	89%	93%
	Phisycal Availability (PA)	90%	93%
	Use Of Availability (UA)	89%	93%
	Effective Utilization (EU)	81%	88%
3	Cycle Time	75,20 (Detik)	34,40 (Menit)
4	Produktivitas	13,83 (Ton/Jam)	13,89 (Ton/Jam)
5	Jumlah Alat	1 Unit	4 Unit
6	Jam Kerja	5,54 (Jam/Hari)	6,03 (Jam/Hari)
7	Match Faktor	1,02	

5.2 Saran

1. Perlunya manajemen perawatan alat yang baik untuk mengurangi waktu breakdown/repair alat muat dan alat angkut pada saat jam kerja sehingga dapat meningkatkan jam kerja produktif.

2. Perlunya pengecekan jalan(rel) sebelum melakukan aktifitas pengangkutan agar alat angkut tidak sering keluar dari rel.
3. Perlunya dilakukan monitoring oleh pengawas minimal 1 x 2 jam agar operator lebih profesional dalam bekerja sehingga efisiensi waktu kerja bisa lebih optimal

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abidin, Hamdan Z, Dan Bhakti H. Harahap. 2007. Indikasi Mineralisasi Epitermal Emas Bersulfida Rendah, Di Wilayah Kecamatan Bonjol, Kabupaten Pasaman, Sumatera Barat. *Jurnal Geologi Indonesia*, 2(1),55-67.
- [2] Agustino, yugo dan mulya gusman. 2018. Evaluasi Optimalisasi Alat Gali Muat dengan Metoda *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) untuk Memenuhi Target Produksi Batubara Bulan Maret 2018 di Pit 1 Utara Bangko Barat PT.Bukit Asam Tbk, Tanjung Enim Sumatera Selatan. *Jurnal Bina Tambang*. 3(4). 1409-1422
- [3] Bachtiar, Nurhuda, C. Indri Parwati, dan Joko Susetyo. 2013. Penerapan Quality Control Circle Pada Proses Finishing Dan Assy Part Duct Air Intake Guna Meminimasi Biaya Produksi. *Jurnal rekavasi*, 1(1), 46-52
- [4] Besterfield, D. H. 2009. *Quality Control eight edition*. United States of America: Pearson Education
- [5] Dahniar, Tedi. 2018. Analisa Movement Fuel Menggunakan Quality Control Circle (QCC) Untuk Mengurangi Ng No Conection Di PT. INS. *Teknologi*, 1(1), 35-42
- [6] Sumarta, Fauzan dan Yoszi Mingsi Anaperta. 2020. Optimalisasi Produktivitas *Overburden* Menggunakan Metode *Quality Control Circle (QCC)* Untuk Evaluasi Ketidaktercapaian Target Produksi Bulan Desember Tahun 2019 Pada PT. Triaryani Kabupaten Musi Rawas Utara, Sumatera Selatan. *Jurnal Bina Tambang*, 5(3), 123-132
- [7] Fadly, M., dan Dedi Yulhendra. 2019. Optimalisasi Peralatan Tambang Komatshu HD 785 dan Caterpillar 6030 BH Menggunakan Metode Quality Control Circle Untuk Memenuhi Target Produksi Batu Gamping Pada PT. Semen Padang (Persero) Tbk". *Jurnal bina tambang*, 4(3), 340-351
- [8] Hafid, Muhammad Fachry, dan Andi Muh Syukur Yusuf. 2018. Analisis Penerapan Quality Control Circle Untuk Meminimalkan Binning Loss Pada Bagian Receiving Pt. Hadji Kalla Toyota Depo Part Logistik Makassar. *Journal Of Industrial Engineering*, 8 (2), 1-7
- [9] H.M.D. Rosidi, S. Tjokosapoetro, B. Pendowo, S. Gafoer Dan Suharsono. Peta geologi lembar painan dan bagian timurlaut lembar muara siberut sumatera. 1996
- [10] Ishikawa, Dr. kaoru. 1976. *Guide To Quality Control*. Tokyo Jepang: Asian Productivity Organization
- [11] Istiqamah, Dita Aprilia dan Mulya Gusman. 2019. Kajian Teknis Optimasi Produksi Alat Gali Muat dan Alat Angkut Pada Kegiatan Pengupasan *Overburden* Berdasarkan Efisiensi Biaya Operasional Di Pit Barat PT. Allied Indo Coal Jaya Kota Sawahlunto. *Jurnal Bina Tambang*. 5(1).61-73
- [12] Khamaludin, dan Anang Pandan Respati. 2019. Implementasi Metode QCC untuk Menurunkan Jumlah Sisa Sampel Pengujian Compound. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, 18(2), 176-185
- [13] Nasution, Ahmad Yunus, Sulis Yulianto, Dan Nurul Ikhsan. 2018. Implementasi Metode Quality Control Circle Untuk Peningkatan Kapasitas Produksi Propeller Shaft di PT XYZ. *Sintek jurnal*, 12(1), 33-39
- [14] Panjaitan, Togar W. S, dan Debora A. Y. A.1, Marissa Yessichal. 2011. Minimalisasi Kekurangan Material melalui Implementasi Quality Control Circle. *Jurnal Teknik Industri*, 13(2), 101-106
- [15] Partanto, Prodjosumarto. 1996. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Bandung: ITB
- [16] Putra, Jefri Julianda dan Mulya Gusman. 2019. Optimalisasi Produksi Alat Gali Muat dengan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) pada Pada Kegiatan Ore Getting di PT. Bhakti Karya Mandiri Jobsite KM. 17, Kecamatan Toba, Kabupaten Sanggau, Kalimantan Barat. *Jurnal Bina Tambang*. 5(2). 228-237
- [17] Rahmat, Andre, Yoszi Mingsi A, dan Riko Maiyudi. 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. *Jurnal Bina Tambang*, 4(3), 317-326
- [18] Sumarya. 2009. *Bahan Ajar Alat Berat dan Interaksi Alat Berat*. Padang: Diploma III Teknik Pertambangan UNP
- [19] Setiawan, Thea Callista dan Felecia. 2014. Upaya Peningkatan Performa Plant A di PT X. *Jurnal Titra*, 2(2), 1-6
- [20] Sugiyono. 2013. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, Dan R&D*. Bandung: Alfabeta