

BAB IV

PROSEDUR DAN HASIL PENELITIAN

4.1 Kegiatan Lapangan

Pada lokasi penelitian terdapat 4 Pit yaitu Pit 1 Timur, Pit 1 Utara, Pit 2 dan Pit 3 Utara. Untuk pengambilan data dilakukan di Pit 1 Timur *seam* batubara B2 pada kordinat 365704 mE, 9584316 mN dan elevasi -29 m. Pemilihan *seam* B2 menjadi objek penelitian atas rekomendasi dari Asisten Manager Pit 1 Timur karena kondisi yang paling aman untuk pengambilan data langsung di lapangan dan ketebalan batubara 3–5,58 m (**Gambar 2.6**) sehingga pengamatan tidak berpindah-pindah.

Kegiatan *ripping* menggunakan *bulldozer* Komatsu D 375 A dengan tipe *ripper* yaitu *Giant Ripping* (satu *shank*) dengan panjang *shank* 1,5 m. Data yang diamati adalah *cycle time ripping bulldozer* dan waktu hambatan *bulldozer*. Metode *ripping* yang dilakukan adalah metode *cross ripping* atau penggaruan silang.

Pada kegiatan lapangan terdapat beberapa bongkahan yang memiliki ukuran lebih dari 20 cm. Ukuran batubara lebih dari 20 cm akan menghambat produksi *backhoe* dan kemampuan *crusher*.



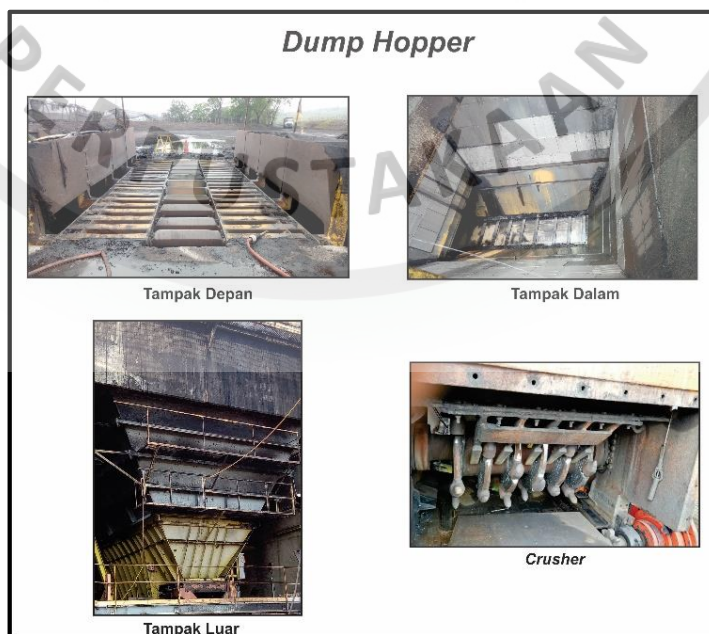
Gambar 4.1
Foto Bongkahan Batubara

Material yang telah di *ripping* kemudian dimuat oleh *backhoe* Hitachi ZX 470 Lc dengan kapasitas *bucket* 2,65 ton (volume aktual) serta alat angkut yang dikelola oleh **PT Madhani Talatah Nusantara** yaitu UD Cwe Quester berkapasitas 23,86 ton (hasil uji petik **PT Madhani Talatah Nusantara**).



Gambar 4.2
Foto Kegiatan Gali Muat Angkut

Dump hopper pada lokasi penelitian memiliki ukuran *grizzly* lebar 20 cm dan panjang 100 cm. Sehingga hal ini yang menjadi salah satu faktor penentuan fragmentasi batubara yang dihasilkan dari *ripping* harus berukuran maksimal 20 cm. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.3
Foto Dump Hopper

4.2 Pengambilan Data

4.2.1 Kemampugaruan

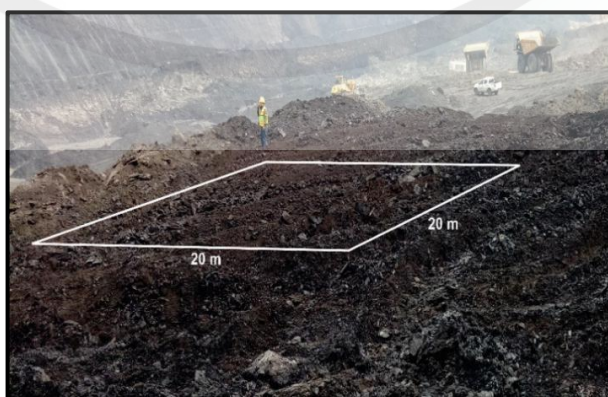
Kemampugaruan material dipengaruhi oleh kekuatan material. Untuk menentukan tingkat kemampugaruan suatu massa batuan, perlu untuk dilakukan investigasi data lapangan.

Menurut Abdullatif dan Cruden (dalam Gerry.,dkk, 2016) menyatakan bahwa penggalian langsung dapat dilakukan dengan nilai RMR ≤ 30 , penggaruan dapat dilakukan dengan nilai RMR > 30 dan peledakan dilakukan jika > 60 .

Hasil yang didapatkan dari data sekunder satuan kerja Eksplorasi dan Geoteknik PTBA untuk nilai RMR di Pit 1 Timur yaitu didominasi oleh kategori < 60 MPa (**Lampiran B**) artinya material dapat dilakukan penggaruan sedangkan untuk material yang memiliki nilai UCS > 60 (peledakan) terdapat pada OB A1, Interburden A1-A2, Interburden B2-C dan Batubara C (**Lampiran B**).

4.2.2 Luas Area *Ripping*

Luas area *ripping* dibatasi dengan ukuran 20 m x 20 m karena luasan setiap *ripping* berbeda beda. Rata-rata luas *loading point* 22,15 m x 21,10 m sehingga untuk memaksimalkan data *cycle time* dan pengambilan sampel harus memiliki luasan area yang sama. Sebelum melakukan *ripping* maka terlebih dahulu adalah membuat patokan luas area 20 m x 20 m.



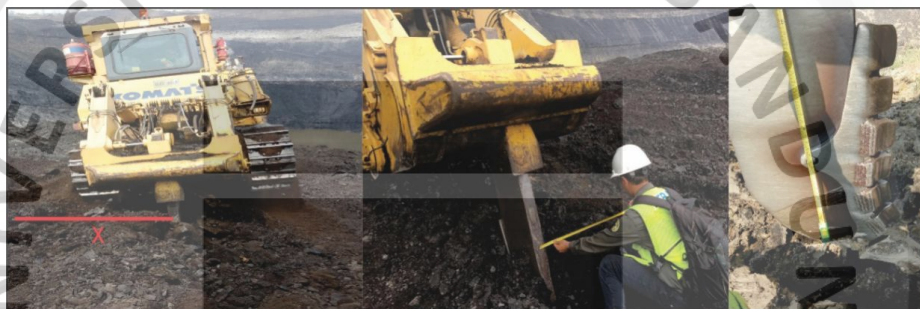
Gambar 4.4
Foto Dimensi *Ripping*

4.2.3 Cycle Time Bulldozer

Cycle time bulldozer yang dihitung adalah waktu maju *ripping*, mundur *ripping*, waktu belok dan penetrasi sampai dengan jarak 20 m x 20 m (**Lampiran D**).

4.2.4 Pengukuran Shank dan Spasi Ripping

Shank yang digunakan adalah *Giant shank* dan hasil pengukuran *shank* pada *Bulldozer D 375 A* yaitu 1,5 m sedangkan untuk kedalaman atau penetrasi hasil *ripping* yaitu 1,1 m dan cara pengukuran spasi *ripping* yaitu dari *shank* sampai ke bekas *ripping*.



Gambar 4.5
Foto Pengukuran Hasil *Ripping*

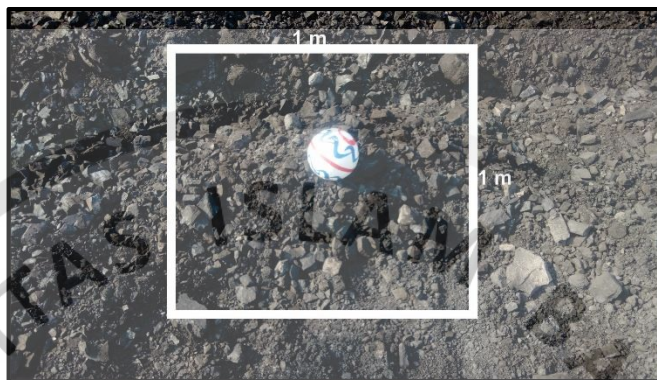
4.2.5 Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dengan cara mengambil bagian fragmen dari *front* penambangan yang mengandung ukuran fragmen secara acak. Pola *sampling* yang digunakan dengan blok per 5 m x 10 m dari luasan 400 m² sehingga dihasilkan 8 blok dengan titik sampel yang seragam.



Gambar 4.6
Foto Dimensi Pengambilan Sampel

Pengambilan foto yaitu dengan skala 3 x 3 m. Kemudian dipatok 1 m x 1 m untuk menduplikat hasil foto fragmentasi ketika proses *input data* pada *software Split Desktop 2.0*.



Gambar 4.7
Foto Fragmentasi

4.2.6 *Cycle Time Backhoe*

Cycle time backhoe yaitu mulai dari *digging*, *swing* isi, *loading* dan *swing* kosong. *Cycle time backhoe* dipengaruhi oleh beberapa hal yaitu ukuran fragmentasi batubara, ketersediaan material dan keahlian operator (**Lampiran D**).

4.2.7 *Swell Factor*

Pengukuran densitas insitu dilakukan dengan cara menimbang berat batubara dan mengukur perbandingan volume air sebelum dan sesudah batubara itu dimasukan. Sedangkan untuk densitas *loose* diukur dengan cara menggunakan wadah dalam ukuran tertentu yang ditimbang dengan sampel hasil *crushing* atau material lepas. Dari hasil pengujian tersebut didapatkan nilai *swell factor* dari rumus 3.3 sebagai berikut :

$$SF = \frac{0,93 \text{ ton/LCM}}{1,26 \text{ ton/BCM}} \times 100$$

$$SF = 74\%$$

4.3 Data Spasi *Ripping* Aktual 80 cm

Data pengamatan spasi *ripping* pada keadaan aktual yaitu sebesar 80 cm. Hal ini dapat mempengaruhi dari beberapa faktor terutama pada fragmentasi. Berikut adalah data hasil pengamatan dengan jarak antar *ripping* aktual.

4.3.1 Produktivitas *Bulldozer*

Perhitungan ini menggunakan rumus 3.5. Data yang diperlukan dalam perhitungan spasi *ripping* aktual 80 cm adalah sebagai berikut :

1. Penetrasi *Ripping* (P) = 1,1 m
2. Spasi *Ripping* (S) = 0,8 m
3. Jarak *Ripping* (J) = 20 m
4. Efisiensi Kerja *Bulldozer* (Eb) = 84,66% (Lampiran C)
5. *Cycle Time* *Bulldozer* (Cb) = 48,17 detik (Lampiran D)
6. *Density* Batubara (pi) = 1,26 ton/BCM

Perhitungan produktivitas dari *ripping bulldozer* pada spasi *ripping* 80 cm adalah sebagai berikut :

$$Pb_1 = \frac{\left(\frac{3600 \times 0,8466 \times 1,1 \times 0,8 \times 20}{48,17} \right)}{2}$$

$$Pb_1 = 556,06 \text{ BCM/jam/alat}$$

$$Pb_1 = 556,06 \text{ BCM/jam/alat} \times 1,26 \text{ ton/BCM}$$

$$Pb_1 = 701,54 \text{ ton/jam/alat}$$

Produktivitas *Bulldozer* D 375 A selama satu bulan yaitu :

$$Pb_1 = \text{Produktivitas Perjam} \times \text{Waktu Efektif Perbulan}$$

$$Pb_1 = 701,54 \text{ ton/jam/alat} \times 172,7 \text{ jam/bulan}$$

$$Pb_1 = 121.158,91 \text{ ton/bulan/alat}$$

Untuk semua alat *bulldozer* pada Pit 1 Timur didapat produksi sebagai berikut:

$$Pb = nb \times Pb_1$$

$$P_b = 3 \text{ alat} \times 121.158,91 \text{ ton/bulan/alat}$$

$$P_b = 363.476,74 \text{ ton/bulan}$$

4.3.2 Hasil Fragmentasi

Spasi *ripping* 80 cm merupakan jarak secara aktual yang belum dilakukan rekomendasi untuk jarak *ripping*. Hasil pengukuran fragmentasi batubara B2 dari data aktual dilapangan dengan rata-rata ukuran fragmentasi lebih dari 20 cm yaitu 11,36% (Lampiran E).

4.3.3 Produktivitas *Backhoe*

Perhitungan produktivitas *backhoe* dilakukan menggunakan rumus 3.7. Data yang diperlukan dalam perhitungan produktivitas alat muat adalah sebagai berikut :

1. Kapasitas *Bucket* (Hm) = 2,1 LCM (Lampiran A)
2. Efisiensi Kerja Alat Muat (Em) = 83,29% (Lampiran C)
3. *Cycle Time* Alat Muat (Cm) = 27,3 detik (Lampiran D)
4. *Swell Factor* (SF) = 74%
5. *Fill Factor* (FF) = 110,53% (Lampiran F)
6. *Density* Batubara (ρ_i) = 1,26 ton/BCM

Perhitungan produktivitas *backhoe* Hitachi LX 470 Lc yaitu :

$$P_{m_1} = \frac{3600 \times 0,8329 \times 2,1 \times 0,74 \times 1,1053 \times 1,26}{27,3}$$

$$P_{m_1} = 237,7 \text{ ton/jam/alat}$$

Produktivitas *backhoe* Hitachi LX 470 Lc selama satu bulan yaitu :

$$P_{m_1} = \text{Produktivitas Perjam} \times \text{Waktu Efektif Perbulan}$$

$$P_{m_1} = 237,7 \text{ ton/jam/alat} \times 169,91 \text{ jam/bulan}$$

$$P_{m_1} = 40.386,37 \text{ ton/bulan/alat}$$

Untuk semua alat *backhoe* pada Pit 1 Timur produksi sebagai berikut :

$$P_m = n_m \times P_{m_1}$$

$$P_m = 9 \text{ alat} \times 40.386,37 \text{ ton/bulan/alat}$$

$$P_m = 363.477,32 \text{ ton/bulan}$$

4.4 Data Spasi *Ripping* Perbaikan 60 cm

Data pengamatan spasi *ripping* pada 60 cm merupakan salah satu spasi perbaikan untuk membuat persentase ukuran fragmentasi batubara lebih dari 20 cm menurun. Berikut adalah perhitungannya :

4.4.1 Produktivitas *Bulldozer*

Data yang diperlukan dalam perhitungan spasi *ripping* 60 cm adalah sebagai berikut :

1. Penetrasi *Ripping* (P) = 1,1 m
2. Spasi *Ripping* (S) = 0,6 m
3. Jarak *Ripping* (J) = 20 m
4. Efisiensi Kerja *Bulldozer* (Eb) = 84,66% (Lampiran C)
5. *Cycle Time Bulldozer* (Cb) = 37,77 detik (Lampiran D)
6. *Density* Batubara (pi) = 1,26 ton/BCM

Perhitungan produktivitas dari *ripping bulldozer* pada spasi 60 cm adalah sebagai berikut :

$$P_{b1} = \frac{(3600 \times 0,8466 \times 1,1 \times 0,6 \times 20)}{37,77 \times 2}$$

$$P_{b1} = 533,56 \text{ BCM/jam/alat}$$

$$P_{b1} = 533,56 \text{ BCM/jam/alat} \times 1,26 \text{ ton/BCM}$$

$$P_{b1} = 671,03 \text{ ton/jam/alat}$$

Produktivitas *Bulldozer* D 375 A selama satu bulan yaitu :

$$P_{b1} = \text{Produktivitas Perjam} \times \text{Waktu Efektif Perbulan}$$

$$P_{b1} = 671,03 \text{ /jam/alat} \times 172,7 \text{ jam/bulan}$$

$$Pb_1 = 115.890,09 \text{ ton/bulan/alat}$$

Untuk semua alat *bulldozer* pada Pit 1 Timur produksi sebagai berikut :

$$Pb = nb \times Pb_1$$

$$Pb = 3 \text{ alat} \times 115.890,09 \text{ ton/bulan/alat}$$

$$Pb = 347.670,27 \text{ ton/bulan}$$

4.4.2 Hasil Fragmentasi

Dari hasil input *software split desktop 2.0* didapatkan hasil rata-rata ukuran fragmentasi batubara *seam B2* yaitu 3,05% (**Lampiran E**).

4.4.3 Produktivitas *Backhoe*

Data yang diperlukan dalam perhitungan produktivitas alat muat adalah sebagai berikut :

- | | | | |
|----|------------------------------------|----------------|--------------|
| 1. | Kapasitas <i>Bucket</i> (Hm) | = 2,1 LCM | (Lampiran A) |
| 2. | Efisiensi Kerja Alat Muat (Em) | = 80,56% | (Lampiran C) |
| 3. | <i>Cycle Time</i> Alat Muat (CTm) | = 26,7 detik | (Lampiran D) |
| 4. | <i>Swell Factor</i> (SF) | = 74% | |
| 5. | <i>Fill Factor</i> (FF) | = 110,53% | (Lampiran F) |
| 6. | <i>Density</i> Batubara (ρ) | = 1,26 ton/BCM | |

Perhitungan produktivitas *backhoe* Hitachi LX 470 Lc yaitu :

$$Pm_1 = \frac{3600 \times 0,8056 \times 2,1 \times 0,74 \times 1,1053 \times 1,26}{26,7}$$

$$Pm_1 = 235,07 \text{ ton/jam/alat}$$

Produktivitas *backhoe* Hitachi LX 470 Lc selama satu bulan yaitu :

$$Pm_1 = \text{Produktivitas Perjam} \times \text{Waktu Efektif Perbulan}$$

$$Pm_1 = 235,07 \text{ ton/jam/alat} \times 164,34 \text{ jam/bulan}$$

$$Pm_1 = 38.630,08 \text{ ton/bulan/alat}$$

Untuk semua alat *backhoe* pada Pit 1 Timur produksi sebagai berikut :

$$P_m = n_m \times P_{m_1}$$

$$P_m = 9 \text{ alat} \times 38.630,08 \text{ ton/bulan/alat}$$

$$P_m = 347.670,7 \text{ ton/bulan}$$

4.5 Data Spasi *Ripping* Perbaikan 40 cm

4.5.1 Produktivitas *Bulldozer*

Spasi *ripping* perbaikan 40 cm merupakan rekomendasi yang dibuat oleh perusahaan, maka jarak 40 cm menjadi acuan dalam perbaikan *ripping*. Berikut adalah data hasil pengamatan dengan spasi *ripping* 40 cm.

Data yang diperlukan dalam perhitungan spasi *ripping* 40 cm adalah sebagai berikut :

1. Penetrasi *Ripping* (P) = 1,1 m
2. Spasi *Ripping* (S) = 0,4 m
3. Jarak *Ripping* (J) = 20 m
4. Efisiensi Kerja *Bulldozer* (Eb) = 84,66% (Lampiran C)
5. *Cycle Time Bulldozer* (Cb) = 30,3 detik (Lampiran D)
6. *Density Batubara* (pi) = 1,26 ton/BCM

Perhitungan produktivitas dari *ripping bulldozer* pada spasi 40 cm adalah sebagai berikut :

$$P_{b_1} = \frac{\left(\frac{3600 \times 0,8466 \times 1,1 \times 0,4 \times 20}{30,03} \right)}{2}$$

$$P_{b_1} = 446,56 \text{ BCM/jam/alat}$$

$$P_{b_1} = 446,56 \text{ BCM/jam/alat} \times 1,26 \text{ ton/BCM}$$

$$P_{b_1} = 557,64 \text{ ton/jam/alat}$$

Produktivitas *Bulldozer* D 375 A selama satu bulan yaitu :

$$P_{b_1} = \text{Produktivitas Perjam} \times \text{Waktu Efektif Perbulan}$$

$$Pb_1 = 557,64 \text{ ton/jam/alat} \times 172,7 \text{ jam/bulan}$$

$$Pb_1 = 96.307,34 \text{ ton/bulan/alat}$$

Untuk semua alat *bulldozer* pada Pit 1 Timur produksi sebagai berikut :

$$Pb = nb \times Pb_1$$

$$Pb = 3 \text{ alat} \times 96.307,34 \text{ ton/bulan/alat}$$

$$Pb = 288.922,03 \text{ ton/bulan}$$

4.5.2 Hasil Fragmentasi

Dari hasil input *software split desktop 2.0* didapatkan hasil rata-rata ukuran fragmentasi batubara B2 yaitu 1,58% (Lampiran E).

4.5.3 Produktivitas *Backhoe*

Data yang diperlukan dalam perhitungan produktivitas alat muat adalah sebagai berikut :

- | | | | |
|----|------------------------------------|----------------|--------------|
| 1. | Kapasitas <i>Bucket</i> (Hm) | = 2,1 LCM | (Lampiran A) |
| 2. | Efisiensi Kerja Alat Muat (Em) | = 72,42% | (Lampiran C) |
| 3. | <i>Cycle Time</i> Alat Muat (Cm) | = 25,97 detik | (Lampiran D) |
| 4. | <i>Swell Factor</i> (SF) | = 74% | |
| 5. | <i>Fill Factor</i> (FF) | = 110,53% | (Lampiran F) |
| 6. | <i>Density</i> Batubara (ρ) | = 1,26 ton/BCM | |

Perhitungan produktivitas *backhoe* Hitachi LX 470 Lc yaitu :

$$Pm_1 = \frac{3600 \times 0,7242 \times 2,1 \times 0,74 \times 1,1053 \times 1,26}{25,97}$$

$$Pm_1 = 217,28 \text{ ton/jam/alat}$$

Produktivitas *backhoe* Hitachi LX 470 Lc selama satu bulan yaitu :

$$Pm_1 = \text{Produktivitas Perjam} \times \text{Waktu Efektif Perbulan}$$

$$Pm_1 = 217,28 \text{ ton/jam/alat} \times 147,75 \text{ jam/bulan}$$

$$Pm_1 = 32.102,54 \text{ ton/bulan/alat}$$

Untuk semua alat *backhoe* pada Pit 1 Timur produksi sebagai berikut :

$$P_m = n_m \times P_{m_1}$$

$$P_m = 9 \text{ alat} \times 32.102,54 \text{ ton/bulan/alat}$$

$$P_m = 288.922,90 \text{ ton/bulan}$$

4.6 Usaha Perbaikan Produksi

Target produksi dari Pit 1 Timur, Banko Barat adalah 360.000 ton/bulan dan persentase fragmentasi batubara yang lebih dari 20 cm maksimal 2%. Untuk memenuhi target produksi tersebut dengan ukuran fragmentasi batubara yang optimal, maka perlu dilakukannya penambahan alat *bulldozer* dan menaikkan efisiensi kerja pada *backhoe* agar target produksi dapat tercapai. Berikut adalah perhitungan dari penambahan alat *bulldozer* dan menaikkan efisiensi kerja *backhoe* dengan asumsi *ripping* perbaikan 40 cm :

4.6.1 Perbaikan Produksi *Bulldozer*

Perhitungan ini menggunakan rumus 3.5. Data yang diperlukan dalam perhitungan jarak *ripping* 40 cm adalah sebagai berikut :

1. Penetrasi *Ripping* (P) = 1,1 m
2. Spasi *Ripping* (L) = 0,4 m
3. Jarak *Ripping* (J) = 20 m
4. Efisiensi Kerja (Ekb) = 84,66% (Lampiran C)
5. *Cycle Time* (CTm) Bulldozer D 375 A = 30,3 detik (Lampiran D)
6. *Density* Batubara (ρ) = 1,26 ton/BCM

Perhitungan produktivitas dari *ripping bulldozer* pada jarak 40 cm adalah sebagai berikut :

$$P_{b_1} = \frac{\left(\frac{0,8466 \times 3600 \times 1,1 \times 0,4 \times 20}{30,03} \right)}{2}$$

$$Pb_1 = 446,56 \text{ BCM/jam/alat}$$

$$Pb_1 = 446,56 \text{ BCM/jam/alat} \times 1,26 \text{ ton/BCM}$$

$$Pb_1 = 557,64 \text{ ton/jam/alat}$$

Produktivitas Bulldozer D 375 A selama satu bulan yaitu :

$$Pb_1 = \text{Produktivitas Perjam} \times \text{Waktu Efektif Perbulan}$$

$$Pb_1 = 557,64 \text{ ton/jam/alat} \times 172,7 \text{ jam/bulan}$$

$$Pb_1 = 96.307,34 \text{ ton/bulan/alat}$$

Untuk semua alat *bulldozer* pada Pit 1 Timur produksi sebagai berikut :

$$Pb = nb \times Pb_1$$

$$Pb = 4 \text{ alat} \times 96.307,34 \text{ ton/bulan/alat}$$

$$Pb = 385.229,37 \text{ ton/bulan}$$

Dengan penambahan 1 alat pada *bulldozer* maka target produksi akan tercapai dan ukuran fragmentasi batubara lebih optimal.

4.6.2 Perbaikan Produksi *Backhoe*

Perhitungan ini menggunakan rumus 3.7. Data yang diperlukan dalam perhitungan produktivitas alat muat adalah sebagai berikut :

- | | | | |
|----|----------------------------------|----------------|--------------|
| 1. | Kapasitas <i>Bucket</i> (Hm) | = 2,1 LCM | (Lampiran A) |
| 2. | Efisiensi Kerja Alat Muat (Em) | = 83,63% | (Lampiran C) |
| 3. | <i>Cycle Time</i> Alat Muat (Cm) | = 25,97 detik | (Lampiran D) |
| 4. | <i>Swell Factor</i> (SF) | = 74% | |
| 5. | <i>Fill Factor</i> (FF) | = 110,53% | (Lampiran F) |
| 6. | <i>Density</i> Batubara (pi) | = 1,26 ton/BCM | |

Perhitungan produktivitas *backhoe* Hitachi LX 470 Lc yaitu :

$$Pm_1 = \frac{3600 \times 0,7242 \times 2,1 \times 0,74 \times 1,1053 \times 1,26}{25,97}$$

$$Pm_1 = 250,89 \text{ ton/jam/alat}$$

Produktivitas *backhoe* Hitachi LX 470 Lc selama satu bulan yaitu :

$Pm_1 = \text{Produktivitas Perjam} \times \text{Waktu Efektif Perbulan}$

$Pm_1 = 250,89 \text{ ton/jam/alat} \times 170,6 \text{ jam/bulan}$

$Pm_1 = 42.803,29 \text{ ton/bulan/alat}$

Untuk semua alat *backhoe* pada Pit 1 Timur produksi sebagai berikut :

$Pm = nm \times Pm_1$

$Pm = 9 \text{ alat} \times 42.803,29 \text{ ton/bulan/alat}$

$Pm = 388.229,60 \text{ ton/bulan}$

