PROSIDING, Seminar Teknologi Kebumian dan Kelautan (SEMITAN III)
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya (ITATS), Indonesia, 10 Juli 2021
ISSN 2686-0651
Vol. 3, No. 1, Juli 2021

ANALISA PERBANDINGAN *PRODUKTIFITY BACKHOE* PC 2000 UNIT 277 DAN 278 TERHADAP MATERIAL HASIL *BLASTING* DAN *FREE DIGGING* DI PT SIMS JAYA KALTIM

Penulis Gusti Londong Toding [1], Budiarto [2], dan Ratih Hardini Kusuma Putri [3]

[1] Jurusan Teknik Pertambangan Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Jl. Arief Rachman Hakim. No 100 Surabaya Jawa Timur– 60117 Telp. (031) 5945043

e-mail: gustilondong95@gmail.com

ABSTRAK

PT. Sims Jaya Kaltim merupakan salah satu kontraktor, di PT. Kideco Jaya Agung dengan pengerjaan *waste removel*. Dalam kegiatan penambangannya, PT. Sims Jaya Kaltim menerapkan sistem tambang terbuka dengan metode *open pit mining.* Dalam kegiatan pembongkaran *overburden* di PT. sims Jaya Kaltim dibedakan menjadi dua jenis material seperti *free digging* dan hasil *blasting* yang berlokasi Di SM-B1 dan SM-B2 dengan pengoperasian alat gali muat *backhoe* komatsu PC 2000 unit 277 dan unit 278. Dimanah diketahui *produktivity unit* pada material masih relatif sama, Hal ini yang menjadi latar belakang penulis melakukan penelitian yang mengkaji mengenai analisa perbandingan *produktivity* pada material *free digging* dan hasil *blasting*. Berdasarkan hasil penelitian di PT. Sims Jaya Kaltim, waktu edar rata-rata pada material *free digging* dengan unit 277 adalah 31.89 detik dengan waktu kerja produktif aktual 67.43 % maka diketahui *produktivity* unit sebesar 694,28 Bcm/jam untuk waktu edar rata-rata pada material hasil *blasting* dengan unit 278 adalah 34.76 detik dengan waktu kerja produktif aktual 51.75 % maka diketahui *produktivity* unit sebesar 480,52 Bcm/jam sehingga diketahui *produktivity* unit 277 lebih besar dari unit 278 dengan selisih 213.7646 Bcm/jam atau 1710.08 Bcm/Shift

Kata kunci: *free digging, hasil blasting, produktivity unit*

ABSTRAK

Sims Jaya Kaltim Ltd belongs to one of contractors at Kideco Jaya Agung Ltd for accomplishing waste removal work. During its mining activity, this company employs open pit mining system. There are two types of materials in the activity of overburden demolition at Sims Jaya Kaltim Ltd namely free digging and blasting result located at SM-B1 and SM-B2 by using backhoe komatsu PC 2000 unit 277 and unit 278. The productivity units of materials relatively remain similar. This fact underpinned the researcher to analyze the comparison of material productivities between free digging and blasting result. The results of research at Sims Jaya Kaltim Ltd demonstrated that the cycle time of free digging material by unit 277 got averagely 31.89 seconds having the actual time of productive work 67.43 % and thus, the productivity unit gained 694.28 Bcm/hour. Meanwhile, the cycle time of blasting result material by unit 278 was 34.76 seconds with actual time of productive work 51.75 %. Hence, the productivity of unit was 480.52 Bcm/hour. Accordingly, the productivity of unit 277 was greater than unit 278 within the difference 213,7646 Bcm/hour or 1710.08 Bcm/Shift.

Keywords: free digging, blasting result, productivity unit

PENDAHULUAN

Panjang PT Sims Jaya Kaltim merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dibidang pertambangan yang merupakan kontraktor dari PT Kideco Jaya Agung yang berlokasi di Desa Batu Kajang Kecamatan Batu Sopang Kabupaten Paser Provinsi Kalimantan Timur yang memiliki luasan area kuasa penambangan sebesar ± 50.921 ha.

PT Sims Jaya Kaltim sendiri ditempatkan pada *site pit* Roto utara dan *pit* Samuranggau dengan pekerjaan seperti pengupasan *overburden* dan batubara. untuk batubara dikerjakan oleh sub kontraktor dari PT Sims Jaya Kaltim yaitu PT Mandiri Herindo Adiperkasa. Pada *pit* Samuranggau terbagi menjadi beberapa *front* seperti *pit* SM-B1 dan *pit* SM-B2 yang masih dalam tahap penambangan dengan sistem penambangan tambang terbuka *(surface mining)* dimana arah penambangannya dimulai dari sisi bagian Utara menuju ke Selatan dengan posisi *high wall* berada pada bagian Barat dan *low wall* nya terletak di bagian Timur.

Dalam kegiatan penambangannya khususnya dalam kegiatan pengupasan *overburden*, digunakan unit-unit yang berkapasitas besar dalam pengerjaannya, sehingga dalam kegiatan pengambilan batubaranya

ISSN 2686-0651
Vol. 3, No. 1, Juli 2021

dapat dilakukan secara efesien, pada kegiatan pembongkaran *overburden* di PT sims Jaya Kaltim dibedakan menjadi dua jenis material seperti *free digging (top soil, sub soil, clay)* dan hasil *blasting (sandstone, mudstone)*, yang dimana dalam kegiatan pengupasan *overburden*, khususnya pada alat gali-muat diketahui produksi dari kedua material yang hampir relatif sama, sehingga diperlukannya kajian guna untuk mengetahui berapa nilai perbandingan *produktivity* antara material *free digging* dengan material hasil *blasting* beserta dengan hal-hal yang mempengaruhi tidak tercapainya target produksi, seperti waktu kerja produktif, *idle time* dan lain lain

Dengan mengetahui faktor-faktor tersebut di atas maka akan didapat suatu gambaran untuk mengevaluasi kemampuan dari alat gali-muat guna menunjang tercapainya target produksi yang diinginkan khususnya yang terletak pada area penambangan, di lokasi SM-B1 dan SM-B2

Berdasarkan uraian latar belakang permasalahan tersebut diantaranya, jenis material yang akan dikerjakan, alat gali-muat yang akan digunakan, maka dilakukan sebuah penelitian berupa: *Analisa Perbandingan Produktivity Backhoe PC 2000 Unit 277 dan 278 Terhadap Material Hasil Blasting Dan Free Digging di PT. Sims Jaya Kaltim*

TINJAUAN PUSTAKA

Waktu Edar Alat

Waktu edar merupakan total waktu yang diperlukan oleh alat dalam melakukan satu siklus kegiatan produksi dari awal sampai akhir dan siap untuk memulai lagi. Untuk standar *cylce time* dapat diihat pada (Mustofa, Nurhakim, & Basuki, Modul Ajar Pemindahan Tanah Mekanis (HTKK618), 2004)

Waktu Edar Alat Muat menggunakan persamaan

CTm = Tm1+ Tm2+ Tm3+ Tm4 …… (1)

Keterangan:

CTm = Total waktu edar alat muat (detik)

Tm1 = Waktu untuk mengisi muatan (detik)

Tm2 = Waktu ayunan bermuatan (detik)

Tm3 = Waktu untuk menumpahkan muatan (detik)

Tm4 = Waktu ayunan kosong (detik)

Distribusi Frekuensi

Adalah merupakan penyusunan data mengenai kelompok data, jumlah kelas, lebar kelas, dan interval yang golongkan besar kecilnya angka-angka dalam kelas tersebut. Dari rata-rata data tersebut dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut

Jumlah Kelas (K) = 1 + 3,3 log N …….... (2)

Interval Kelas (W) = $\frac{X - X\,min}{Jumlah\ Kelas}$ …….... (3)

Harga rata-rata (x) = $\frac{\sum (FixXi)}{\sum Fi}$ …….... (4)

Dimana:

Fi = Frekuensi kelas interval

Xi = Nilai tengah dari interval kelas

N = Jumlah data

K = Jumlah Kelas

W = Panjang interval kelas

X = Nilai rata-rata

Efesiensi kerja

Efesiensi kerja merupakan gabungan dari berbagai faktor penentu yang selalu berubah – ubah dari hari ke hari tergantung dari skill dan kedisiplinan operator, cuaca, suasana kerja, keadaan alat, dan sebagainya. Efsiensi kerja dapat digunakan dalam menilai baik atau tidaknya proses suatu pekerjaan (Prodjosumarto, 1993)

Efesiensi kerja (%) = $\frac{Waktu\ kerja\ efektif}{Waktu\ kerja\ tersedia}$ …….. (5)

Faktor pengisian *(fill factor)*

Faktor pengisian adalah merupakan perbandingan antara kapasitas nyata dengan kapasitas teoritis. Faktor pengisian sangat dipengaruhi oleh skill operator, ukuran butir, pola pemuatan, dan ketersediaan material yang akan dimuat, sehingga volume *bucket* tiap pengisian berbeda-beda. Adapun rumus yang digunakan dalam perhitunganya seperti berikut (Tenrisukki, 2003)

Fill factor = $\frac{Kapasitas\ Nyata}{Kapasitas\ Teoritis}$ x 100 % ……. (6)

Faktor Pengembangan *(Swell Factor)*

Swell factor adalah pengembangan volume suatu material setelah digali dari kondisi aslinya, dimanah materialnya masih berada dalam keadaan padat dan terkonsolidasi dengan baik, sehingga hanya sedikit bagian-bagian kosong yang terisi udara *(void)* Apabila material digali dari tempat aslinya, maka akan terjadi pengembangan volume *(swell)*. Untuk menyatakan berapa besarnya pengembangan volume dinyatakan dalam bentuk persen rumus untuk menghitung *"swell factor"* (SF) ada dua, yaitu:

Rumus SF berdasarkan volume:

ISSN 2686-0651
Vol. 3, No. 1, Juli 2021

SF = $\frac{Volume\ Bank}{Volume\ Loose}$ x 100 % …… …. (7)

Rumus SF berdasarkan densitas (kerapatan)

SF = $\frac{loose\ Weight}{weight\ in\ Bank}$ x 100% …… …. (8)

Produktivitas alat gali-muat

Besarnya produksi dari alat muat dan alat angkut didapat dengan mengalikan kapasitas mangkuk *(bucket)*, jumlah *trip* per jam dan faktor koreksi. (Mustofa, Nurhakim, & Basuki, Modul Praktikum Pemindahan Tanah Mekanis (HTKK018), 2004) Produktifitas alat muat dapat dihitung seperti:

P : q1 x K ……. (9)

Keterangan

P : Produksi persiklus

q1 : Kapasitas munjung

K : Faktor pengisian

Q = $\frac{q \times 3600 \times E}{CT}$ ……... (10)

Keterangan

Q : Produksi per-jam (m^3/jam)

q : Produksi per siklus (m^3)

CT : Waktu edar (detik)

3600 : Konversi jam -> detik

E : Efisiensi kerja

METODE

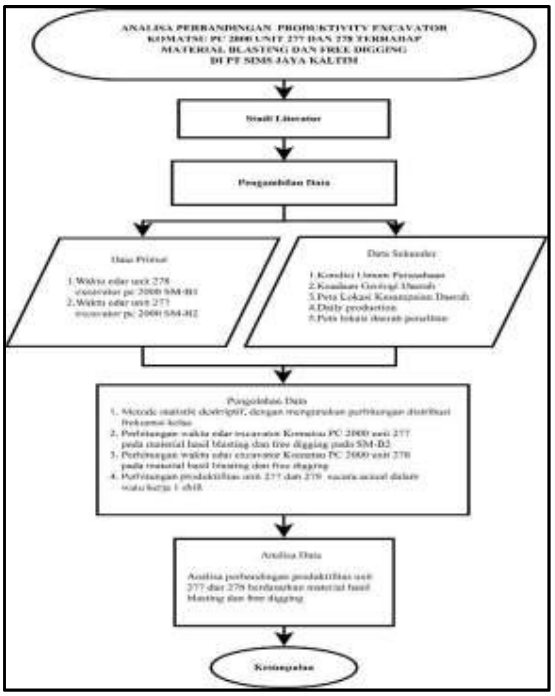
Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan penelitian yang bersifat kuantitatif, dengan melakukan Pengambilan data secara langsung di lapangan dengan mengamati aktivitas alat gali muat yang beroperasi dilapangan dan berdialog dengan para pekerja lapangan serta pihak-pihak yang berkompeten. Data yang diambil pada penelitian ini dikelompokkan ke dalam 2 (dua) jenis data antara lain:

a. Data primer

Data Primer merupakan data yang diperoleh melalui pengamatan secara langsung di lokasi penelitian. Data ini mencakup waktu kerja aktual alat dalam 1 (satu) shif/hari kerja biasa (Minggu, Senin, Selasa, Rabu, Kamis, dan Sabtu) dengan 8 jam kerja, waktu edar pada alat gali muat *backhoe* PC 2000 unit 277 dan 278, dan data *lost time* pada alat gali-muat pada saat melakukan kegiatan pembongkaran overburden

b. Data sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari pihak lain yang berkaitan dengan data primer. Adapun data sekunder ini meliputi kondisi umum perusahaan, keadaan geologi daerah, peta kesampaian daerah data *daily production*, spesifikasi unit, data curah hujan, data *Geomechanics and Mine Equipment* data geometri peledakan dan lain-lain.



Gambar 1: Diagram alir penelitian

HASIL DAN DISKUSI

Pengambilan data yang digunakan menggunakan metode kuantitatif, dengan melakukan pengambilan data dari *Backhoe* PC 2000 dengan unit 277 dan 278 berupa waktu edar serta pengamatan terhadap jenis material dan waktu kerja.

Jenis Material Berdasarkan Lokasi Area Penambangan SM-B1 dan SM-B2

Sifat Fisik Material *Free digging*

Material *free digging* merupakan material lapisan penutup berada pada permukaan berupa *top soil*, *sub soil* yang merupakan material yang berjenis lunak dimana penggalianya dilakukan secara langsung, tanpa dilakukanya proses pemberaian batuan seperti *ripping* dan *blasting*. Yang berlokasi pada SM-B2

1. *Top soil*

ISSN 2686-0651
Vol. 3, No. 1, Juli 2021

Top soil adalah lapisan tanah yang berada di paling atas, *top soil* sendiri merupakan bentuk lapisan tanah yang paling subur, tanah ini memiliki ketebalan kurang lebih 30 cm, berwarna merah cerah dan kekuningan. Pada *top soil* ini merupakan tempat aktivitas organisme tanah, yang memiliki *density* 1,62 gr/cc dapat dilihat pada *(Gambar 2)*.

2. *Sub Soil*

Sub soil adalah lapisan tanah yang berada tepat di bawah lapisan top soil. *Sub soil* mempunyai tekstur padat dan memiliki unsur hara yang sedikit yang mengakibatkan tanah ini menjadi kurang subur, yang memiliki warna hitam ke abu abuan. Pada lapisan tanah ini, aktivitas organisme dalam tanah mulai berkurang, memiliki *density* 1,88 gr/cc dapat dilihat pada *(Gambar 3)*



Gambar 2: Material Top Soil



Gambar 3: Material Subsoil

Sifat Fisik Material Hasil *Blasting*

Material hasil *blasting* merupakan material yang telah dilakukan proses pemberaian batuan untuk mempermudah proses penggalian/pemuatan pada unit power yang sedang bekerja. Material yang dilakukan peledakan adalah material yang bersifat kompak dan keras seperti *Mudstone* dan *Sandstone*.

1. *Mudstone*

Satuan batu lumpur terdiri atas batu lumpur pasiran (lempung 75 % dan pasir 25 %) serta batu lumpur – pasir (lempung dan pasir masing – masing 50 %). Batuan ini umumnya berwarna kelabu lunak dan jarang menunjukkan bidang perlapisan *(masif)*. Batuan ini memiliki sifat sangat keras bila dalam kondisi kering dan sangat lengket bila dalam kondisi basah. Dengan *density* 2,11 gr/cc dapat dilihat pada *(Gambar 4)*

2. *Sandstone*

Batupasir berbutir halus, putih kekuningan tersusun oleh mineral kuarsa (dominan), lempung (5 – 10 %), mengandung oksida besi yang mengalami pelapukan (limonitisasi) berwarna kecoklatan. Batuan ini tidak memperlihatkan adanya bidang perlapisan *(massif)*, memiliki sifat agak pecah – pecah *(brittle)* dan sedikit lengket bila dalam kondisi basah. Dengan *density* 2,30 gr/cc dapat dilihat pada *(Gambar 5)*



Gambar 4: Material Mudstone



Gambar 5: Material Sandstone

Waktu Edar *Backhoe* Unit 277 jenis Material *Free digging*

Berdasarkan hasil pengamatan waktu edar alat gali muat *Backhoe Komatsu PC - 2000 Unit 277* di *pit* SM-B2 dengan material *free digging* dengan total waktu edar 31,89 detik atau 0,53 menit dapat dilihat pada *tabel 1.*

ISSN 2686-0651
Vol. 3, No. 1, Juli 2021

Tabel 1: Waktu Edar Rata-rata Jenis Material Free Digging

Waktu edar	Detik
Waktu mengisi bucket	13.15
Waktu mengayun berisi	7.47
Waktu membuang muatan	5.31
Waktu mengayun kosong	3.96
Jumlah	31.89

Waktu Edar *Backhoe* Unit 278 Jenis Material Hasil *Blasting*

Berdasarkan hasil pengamatan waktu edar alat gali muat *Backhoe Komatsu PC-2000 Unit 278* di *pit* SM-B1 dengan material hasil *blasting* dengan total waktu edar 34,76 detik atau 0,58 menit dapat dilihat pada *tabel 2*

Tabel 2: Waktu Edar Rata-rata Jenis Material Hasil Blasting

Waktu edar	Detik
Waktu mengisi bucket	15.1
Waktu mengayun berisi	7.99
Waktu membongkar muatan	5.50
Waktu mengayun kosong	6.17
Jumlah	34.76

Waktu Kerja dan Waktu Hambatan

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan pada unit 277 dan 278 berdasarkan waku kerja aktual 1 shift dengan hari kerja biasa (Minggu, Senin, Selasa, Rabu, Kamis, dan Sabtu) dapat *dilihat pada tabel 3*. dan untuk waktu tersedia, waktu hambatan aktual dan waktu produktif *dapat dilihat pada tabel 4.*

Tabel 3: Waktu Kerja Hari Biasa

Jadawal Shift	Waktu Kerja/Istirahat/jam		Total Jam Kerja
Shift I:			
Pukul 07.30-12.00	4.5	Jam Kerja	8
Pukul 12.00-13.00	1	Jam Istirahat	
Pukul 13.00-16.30	3.5	Jama Kerja	

Tabel 4: Waktu tersedia dan Waktu Hambatan Aktual

KETERANGAN	Alat Muat Ex 2000 Unit 277 SM-B2 (menit)	Alat Muat 2000 Unit 278 SM-B1 (menit)
Total Kehilangan Waktu		
Waktu Tersedia	480	480
Waktu Produktif	323.67	248.42

Efesiensi Kerja

Berdasarkan dari hasil pengolahan data yang telah dihitung dengan menggunakan data waktu kerja tersedia dan waktu hambatannya. Untuk efesiensi kerja *Backhoe* Komatsu PC-2000 Unit 277di lokasi penambangan SM-B2 material *free digging* sebesar 67.43 % sedangkan untuk *Backhoe* Komatsu PC-2000 Unit 278 di lokasi penambangan SM-B1 material *blasting* sebesar 51,75 %

Faktor Pengembangan Material *(Swell factor)*

faktor pengembangan terjadi apabila sebagian material dipindahkan maka terjadi penambahan ruang pada volume material, akibat material terurai atau terberai, sehingga untuk mengisi ruang tersebut terjadilah penambahan volume.

1. Faktor Pengembangan Material *Free digging*

dari data hasil penelitian pada PT. Sims Jaya Kaltim digunakan data yang telah diberikan dengan jenis material *(top soil)* dalam keadaan yang sudah digali *(volume loose)* 1,25 Lcm dan untuk material yang belum tergangu *(volume insitu)* 1,00 Bcm. sehingga diketahui faktor pengembangan pada material *free digging* sebesar 80 %.

2. Faktor Pengembangan Material *Blasting*

Untuk faktor pengembangan *sandstone*/overburden di daerah penelitian, dimana diketahui bobot isi *loose* 1.91 gr/cm3 dan bobot isi *insitu* didapatkan dari hasil uji laboratorium *Geomechanics and Mine Equipment*, Institut Teknologi Bandung pada tanggal 12 Juli 2011. Sebesar 2,30 gr/cm3 sehingga diketahui faktor pengembangan 83 %.

Faktor Pengisian *(Fill Factor)*

Faktor pengisian merupakan perbandingan antara volume nyata dengan volume baku alat yang dinyatakan dalam %. Kemampuan alat akan besar jika faktor pengisian besar. Tinggi rendahnya tergantung sifat material dan keahlian operator. Pengolahan data yang digunakan menggunakan faktor koreksi dari tabel *fill factor* berdasarkan jenis materialnya *free digging* 95 % dan untuk hasil blasting sebesar 90 %

Produktivitas Alat Gali-Muat

Untuk menghitung *produktivity* alat gali-muat, perlu diketahui waktu edar alat gali muat pada setiap

ISSN 2686-0651
Vol. 3, No. 1, Juli 2021

pekerjaan, faktor pengisian dan faktor pengembang, kemudian dengan memperhitungkan waktu kerja efektif pada setiap pekerjaan yang telah dibahas pada efisiensi kerja alat, maka dapat ditentukan *produktivity* alat gali- muat tersebut

1. *Produktivity* Alat Gali-Muat *Backhoe Komatsu PC-2000 Unit 277.*

Dimana nilai dari setiap parameter tersebut adalah:

E = 67,47 %
q1 = 12 m^3
FF = 95 %
SF = 80 %
CT = 31,88808 detik

Maka diperoleh:

P = 12 x 95 %
= 11,4 m^3

$$P = \frac{11,4 \times 3600 \times 67,47\ \% \times 80\ \%}{31,89}$$

P = 694,28 m^3/jam x 8 jam/shift
P = 5554,24 Bcm/shift

2. *Produktivity* Alat Gali-Muat *Backhoe Komatsu PC-2000 Unit 278.*

Dimana nilai dari setiap parameter tersebut adalah:

E = 57,75 %
q1 = 12 m^3
FF = 90 %
SF = 83 %
CT = 34,76 detik

Maka diperoleh:

P = 12 x 90 %
= 10,8 m^3

$$P = \frac{10,8 \times 3600 \times 57,76\ \% \times 83\ \%}{34,75}$$

P = 480,52 m^3/jam x 8 jam/shift
P = 3844,12 Bcm/shift

SIMPULAN

Berdasarkan data hasil pengamatan dilapangan serta pembahasan pada bab – bab sebelumnya maka diambil kesimpulan sebagai berikut ini:

1. *Produktivity* alat gali – muat *Backhoe* PC 2000 unit 277 pada material *free digging* diketahui 694,28 Bcm/jam dan *Produktivity* alat gali - muat *Backhoe Komatsu PC 2000* untuk unit 278 pada material hasil *blasting* 480,515 Bcm/jam
2. Adapun Faktor-faktor yang mempengaruhi produksi alat gali-muat berdasarkan hasil pengamatan adalah:
   a. Sifat material yang lengket pada saat *digging*, dan *dump*, yang disebabkan material dalam kondisi yang basah
   b. Waktu menungu alat angkut kembali dari disposal
   c. Perbaikan landasan kerja
   d. *Digging time* yang tinggi disebabkan ukuran material hasil peledakan yang tidak merata terutama pada bagian cut 2
   e. Kurangnya unit HD disebabkan banyaknya alat yang mengalami *break down* sehingga *performance* alat gali-muat tidak begitu stabil dalam melakukan pekerjaannya
3. Hasil pengolahan data pada Produksi alat gali - muat *backhoe* komatsu PC 2000 unit 277 pada material *free digging* diketahui *produktivity* aktualnya adalah 694,28 Bcm/Jam dan 5554,24 Bcm/Shift sedangkan untuk unit 278 pada material hasil *blasting* adalah 480,5154 Bcm/Jam dan 3844,16 Bcm/Shift

   Maka diketahui *produktivity* unit 277 lebih besar dari unit 278 dengan selisih 213.7646 Bcm/jam atau 1710.08 Bcm/Shift shingga diketahui *produktivity* tertinggi pada material *free digging* lebih besar dibandingkan dengan material hasil *blasting*

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan paper ini tidak terlepas dari berbagai pihak yang membantu utamnya untuk orang tua yang selalu memberi dukungan moral, materi serta doa kepada anakmu ini. Harapan saya semoga Bapak dan Ibu saya sehat selalu di usia yang sudah lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

Harlan, J. (2004). *Metode Statistika 1.* Depok: Gunadarma.

Mustofa, A., Nurhakim, & Basuki, S. (2004). *Modul Ajar Pemindahan Tanah Mekanis (HTKK618).* Banjarbaru: Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru.

Mustofa, A., Nurhakim, & Basuki, S. (2004). *Modul Praktikum Pemindahan Tanah Mekanis (HTKK018).* Banjarbaru: Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru.

ISSN 2686-0651
Vol. 3, No. 1, Juli 2021

Prodjosumarto, P. (1993). *Mine surpervisor course: Pemindahan Tanah Mekanis.* Bandung: Jurusan Teknik Pertambangan, Institut Teknologi Bandung.

S.Hidayat, & I. Umar. (1994). *Peta Geologi Lembar Balikpapan.* Bandung: Pusat Penelitian Dan Pengembangan Geologi.

Tenrisukki, A. T. (2003). *Seri Diktat Kuliah, Pemindahan Tanah Mekanis.* Jakarta: Gunadarma.