

Kajian Produksi Alat Angkut pada Tambang Andesit di PT Gunung Sampurna Makmur Kampung Lebakwangi Girang Desa Rengas Jajar Kecamatan Cigudeg Kabupaten Bogor Provinsi Jawa Barat

Hilman Muhammad Ramdhan^{*}, Zaenal, Iswandaru

Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

*hilmanmramdhan891@gmail.com, zaenal.mq66@gmail.com, iswandaru@unisba.ac.id

Abstract. PT Gunung Sampurna Makmur is a private company that has the status of Domestic Capital Company (PMDN) which was founded on October 12, 2001. The company is engaged in mining for the category of rock minerals in the form of andesite. The area of the mining area originating from the Governor of West Answer Decree No 541.3 / 088 / Kpts / Esdm is 18.51 Ha. There are a number of technical matters that have had an impact and may result in the transportation production target not being achieved. These include work efficiency, distribution time, estimates (availability) and use of each conveyance. For this reason, it is necessary to emphasize the ongoing production to be able to see the achievement of these production targets. This research was carried out in shift 1 with the length of the path starting from the loading area to the crushing plant of 1,255.40 M and the average road grade was 7.61 °. The unit used to transport the material is MAN CLA 26,280, while the loading tool is the Kobelco SK 330 Excavator. The material condition has high hardness, so blasting activities are needed to assist the excavation process. To overcome this problem, it is necessary to conduct an assessment of work efficiency, payload distribution and dump truck activity. The number of counts (Mechanical Availability) is 83.95%, the physical figure (Physical Availability) is 86.21% and the total use value (Availability of Use) is 82.44% and for effective use (Effective of Utilization) is 71.08. %. The performance of the truck that has the best payload is a truck with code 3 DT 11. For the production of transportation equipment, it is observed to have an average of 147.76 tons / shift / tool and with this value the total production is 1,887.04 tons / shift. From these results, it is said that the production of transportation equipment available as long as it is still not good because it still cannot meet the production target of 2,600 tons / shift. In order to improve production yields in order to achieve the production target of 2,600 tons / shift, efforts were made to increase the loading volume of material transported, which was previously 6.20 times the average load, increased to 9 times the material load. With the increase in the amount of marine, the production yield could increase by 25.93 percent from the previous one, so that it could produce a production of 2,561.16 tons / shift.

Keywords: Work efficiency, Productivity, Production.

Abstrak. PT Gunung Sampurna Makmur merupakan salah satu perusahaan

swasta yang memiliki status Perusahaan Modal Dalam Negeri (PMDN) yang didirikan sejak tahun 12 Oktober 2001. Perusahaan ini bergerak dalam bidang pertambangan untuk golongan bahan galian batuan yang berupa batu andesit. Luas wilayah penambangan yang diizinkan melalui keputusan Gubernur Jawa Barat No 541.3/088/Kpts/Esdm seluas 18,51 Ha. Ada beberapa hal teknis yang berpengaruh dan dapat mengakibatkan target produksi pengangkutan belum tercapai. Hal-hal tersebut antara lain efisiensi kerja, waktu edar, ketersediaan (availability) dan penggunaan masing-masing alat angkut. Untuk itu perlu dilakukannya kajian terhadap produksi yang sedang berjalan untuk dapat mengetahui ketercapaian target produksi tersebut. Penelitian ini dilakukan pada shift 1 dengan panjang lintasan mulai dari loading area menuju crushing plant sebesar 1.255,40 M serta rata-rata grade jalan sebesar 7,61°. Unit yang digunakan untuk mengangkut material adalah MAN CLA 26.280, sedangkan alat muatnya adalah Excavator Kobelco SK 330. Kondisi material memiliki kekerasan yang tinggi, sehingga diperlukan kegiatan peledakan untuk membantu proses penggalian. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka dari itu perlu dilakukan pengkajian terhadap efisiensi kerja (job efficiency), distribusi muatan (payload) dan aktivitas dump truck. Adapun ketersediaan mekanis (Mechanical Availability) sebesar 83,95%, ketersediaan fisik (Physical Availability) sebesar 86,21% dan nilai ketersediaan penggunaan (Use Availability) sebesar 82,44% serta untuk penggunaan efektif (Effective of Utilization) sebesar 71,08%. Kinerja truk yang memiliki muatan paling baik adalah truk dengan kode 3 DT 11. Untuk produksi alat angkut yang diamati memiliki rata-rata 147,76 ton/shift/alat dan dengan nilai tersebut didapatkan jumlah produksi sebesar 1.887,04 ton/shift. Dari hasil tersebut, dikatakan bahwa produksi alat angkut yang tersedia selama pengamatan masih belum baik dikarenakan masih belum bisa untuk memenuhi target produksi sebesar 2.600 ton/shift. Untuk memperbaiki hasil produksi agar dapat mencapai target produksi sebesar 2.600 ton/shift, dilakukan upaya dengan meningkatkan jumlah pemuatan material yang diangkut yang sebelumnya rata-rata 6,20 kali muatan, ditingkatkan menjadi 9 kali muatan material. Dengan peningkatan pada jumlah muatan, hasil produksi dapat meningkat sebesar 25,93 persen dari sebelumnya, sehingga dapat menghasilkan produksi sebesar 2.561,16 ton/shift.

Kata Kunci: Efisiensi kerja, Produktivitas, Produksi.

1. Pendahuluan

Pada Era Pembangunan Infrastruktur di dalam negeri ini, khususnya di Jawa Barat yang sedang meningkatkan pembangunan untuk infrastrukturnya. PT Gunung Sampurna Makmur yang merupakan perusahaan swasta yang bergerak dalam bidang pertambangan untuk golongan batuan yang berupa batu andesit bermaksud untuk ikut serta dan berperan aktif sebagai penyedia bahan baku berupa batu andesit. Untuk memenuhi kebutuhan pasar, maka PT Gunung Sampurna Makmur menetapkan target produksi sebesar 2600 ton/shift. Dengan unit alat angkut yang tersedia sebanyak 13 unit alat angkut, PT Gunung Sampurna Makmur mengharapkan target tersebut dapat tercapai. Namun dengan banyaknya faktor-faktor teknis yang mempengaruhi, sehingga menyebabkan target produksi secara aktual hanya dapat mencapai rata-rata sebesar 72,58% dari target yang ingin dicapai.

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, perusahaan perlu melakukan kajian terhadap produksi alat angkut yang telah disediakan agar target produksi yang ditentukan dapat tercapai. Dengan menganalisa kondisi aktual dilapangan seperti melihat kondisi alat angkut, waktu hambatan yang mempengaruhi produksi, geometri jalan angkut yang tidak sesuai standar

dan lainnya. Adapun tujuan dilakukannya penelitian tersebut adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui penyebab terjadinya penumpukan pada area loading dan area dumping.
2. Mengetahui kondisi ketersediaan (availability) dan penggunaan unit alat angkut.
3. Mengetahui hasil produksi unit alat angkut pada shift 1.
4. Mengetahui upaya agar target produksi unit alat angkut dapat tercapai.

2. Landasan Teori

Pemindahan tanah mekanis adalah segala macam pekerjaan yang berhubungan dengan kegiatan penggalian (*digging, breaking, loosening*), pemuatan (*loading*), pengangkutan (*hauling*), penimbunan (*dumping*), perataan (*spreading and leveling*), dan pemadatan (*compacting*) tanah atau batuan dengan menggunakan alat-alat mekanis. Meskipun diberi nama pemindahan tanah mekanis tetapi sebenarnya tidak hanya terbatas pada tanah (*soil*) saja, tetapi berhubungan juga dengan batuan. Salah satu parameter yang dapat dipakai untuk mengetahui hasil kerja suatu alat mekanis adalah besarnya produksi yang akan dicapai oleh alat mekanis, sehingga untuk parameter dibawah ini harus diperhatikan secara khusus diantaranya:

1. Geometri jalan angkut

Lebar jalan angkut pada jalan lurus dengan jalur ganda atau lebih, menurut *American Association State of Highway or Transportation Officials*, harus ditambang dengan setengah lebar alat angkut pada bagian tepi kiri dan kanan jalan. Dari ketentuan tersebut dapat digunakan cara sederhana untuk menentukan lebar jalan angkut minimum, yaitu:

$$L_{\min} = n \times W_t + (n + 1) (1/2 \times W_t)$$

Dimana:

$$L_{\min} = \text{Lebar jalan angkut minimum (m)}$$

$$n = \text{Jumlah lajur}$$

$$W_t = \text{Lebar jalan angkut (m)}$$

Sedangkan untuk lebar jalan angkut pada belokan atau tikungan selalu lebih besar daripada lebar jalan lurus. Untuk lajur ganda, maka lebar jalan minimum pada belokan, yaitu:

$$W_{\min} = n (U + F_a + F_b + Z) + C$$

$$C = Z = 0.5 (U + F_a + F_b)$$

Dimana:

$$W_{\min} = \text{Lebar jalan angkut pada tikungan (m)}$$

$$F_b = \text{Lebar jantai belakang (m)}$$

$$U = \text{Jarak jejak roda (m)}$$

$$Z = \text{Lebar bagian tepi jalan (m)}$$

$$n = \text{Jumlah jalur}$$

$$C = \text{Lebar antar truck (m)}$$

$$F_a = \text{Lebar jantai depan (m)}$$

2. Ketersediaan alat dan efisiensi kerja

Kesediaan alat adalah pengertian yang dapat menunjukkan keadaan alat mekanis tersebut, misalnya kesediaan fisik dan efektivitas penggunaannya yang menyatakan apakah jam kerja alat tercapai sesuai dengan yang diharapkan atau tidak. *Mechanical Availability (MA)* merupakan suatu cara untuk mengetahui kondisi mekanis yang sesungguhnya dari alat yang sedang dipergunakan. *Physical Availability (PA)* merupakan catatan mengenai keadaan fisik dari alat yang sedang dipergunakan. *Use of Availability (UA)* menunjukkan berapa persen waktu yang dipergunakan oleh suatu alat untuk beroperasi pada saat alat tersebut dapat dipergunakan (*available*). *Effective Utilization (EU)* menunjukkan berapa persen dari seluruh waktu kerja yang tersedia dapat dimanfaatkan untuk kerja produktif. *EU* sebenarnya sama dengan pengertian efisiensi kerja. Efisiensi kerja adalah perbandingan waktu kerja efektif terhadap waktu yang tersedia, sedangkan yang dimaksud waktu kerja efektif adalah waktu kerja yang tersedia dikurangi waktu hambatan.

3. Waktu edar (*Cycle Time*)

Waktu edar (*Cycle Time*) alat angkut ialah salah satu faktor yang dapat mempengaruhi produktivitas suatu alat dan produksi. Waktu edar (*Cycle Time*) alat mekanis dapat diartikan sebagai waktu yang dibutuhkan oleh alat mekanis untuk melakukan satu siklus kegiatan.

4. Faktor Pengisian (*Fill Factor*)

Faktor pengisian (*Fill Factor*) merupakan perbandingan antara kapasitas nyata material yang masuk kedalam suatu bucket dengan kapasitas teoritis dari alat gali-muat yang dinyatakan dalam persen.

$$FFa = (V_n / V_t) \times 100\%$$

Dimana:

FFa = Faktor pengisian alat angkut (%)

V_n = Kapasitas nyata (LCM)

V_t = Kapasitas teoritis (LCM)

5. Faktor Pengembangan (*Swell Factor*)

Faktor pengembangan (*Swell Factor*) perlu diketahui karena volume material yang diperhitungkan pada waktu penggalian itu merupakan volume asli di alam sedangkan pada saat material diangkut, material tersebut tidak lagi dalam kondisi alami.

$$SF = (\rho_l / \rho_i) \times 100\%$$

Dimana:

SF = Faktor pengembangan (%)

ρ_i = Density insitu (ton/BCM)

ρ_l = Density loose (ton/LCM)

6. Produktivitas

Kemampuan produktivitas maksimal alat gali-muat ialah suatu kemampuan alat gali-muat untuk melakukan suatu kegiatan produksi dengan maksimal (tanpa memperhitungkan waktu hambatan). Sehingga dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$P_{a1} = (E_a \times 60 \times H_m \times FF_m \times n_p \times SF \times \rho_i) / C_a$$

Dimana:

P_{a1} = Produktivitas alat angkut (ton/jam/alat)

E_a = Efisiensi kerja mekanis alat angkut (%)

FF_m = Faktor pengisian bucket alat muat (%)

H_m = Kapasitas bucket alat muat (LCM)

SF = Faktor pengembangan (%)

n_p = Banyak pemuatan

ρ_i = Density insitu (ton/BCM)

C_a = Cycle Time alat angkut (menit)

7. Produksi

Produksi alat gali-muat ialah suatu hasil akhir dari kegiatan produksi dalam suatu kurun periode tertentu, dimana dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$P_a = P_{a1} \times n_a$$

Dimana:

P_a = Produksi alat angkut (ton/jam)

P_{a1} = Produktivitas alat angkut (ton/jam/alat)

n_a = Jumlah alat angkut

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Dari data yang didapat dan setelah melakukan pengolahan, didapatkan data untuk menentukan produktivitas dan produksi. Berikut salah satu perhitungan produktivitas dan produksi *Dump Truck* MAN CLA 26.280, dengan kode truk 3DT 05 adalah sebagai berikut :

Cycle Time (C_a) = 17,03 Menit

Efisiensi Kerja (E_a) = 57,78%

Kapasitas *Bucket* (H_m) = 1,45 LCM

Fill Factor (FF_m) = 83,62 %

Swell Factor (SF) = 57,69 %

Densiti Insitu (ρ_i) = 2,60 Ton/BCM

Jumlah Muatan (n_p) = 4,84

1. Produktivitas Truk dengan Kode 3DT 05 (P_{a1})
 Produktivitas alat angkut (P_{a1}) = $\frac{E_a \times 60 \times H_m \times FF_m \times n_p \times SF \times \rho_i}{C_a}$
 = $\frac{57,78\% \times 60 \times 1,45 \times 83,62\% \times 4,84 \times 57,69\% \times 2,60}{17,03}$
 = 17,92 Ton/Jam
2. Produksi Truk dengan Kode 3DT 05 (P_a)
 Produksi alat angkut (P_a) = $P_{a1} \times W_e$
 = 17,92 Ton/Jam x 5,04 Jam/Shift
 = 90,39 Ton/Shift
3. Produksi Keseluruhan Unit Alat Angkut (P_a)
 Produksi alat angkut (P_a) = $\overline{P_{a1}} \times n_a \times \overline{W_e}$
 = 23,40 Ton/Jam/Alat x 13 Alat x 6,20 Jam/Shift
 = 1887,04 Ton/Shift

Dari hasil pengamatan di lapangan, didapatkan kondisi geometri jalan angkut pada kondisi lurus memiliki rata-rata lebar jalan untuk kondisi lurus sebesar 8,36 meter. Sedangkan menurut American Association State of Highway or Transportation Officials untuk jalan angkut kondisi lurus dengan unit alat angkut yang digunakan yaitu MAN CLA 26.280 harus memiliki lebar sebesar 8,75 meter. Artinya kondisi jalan angkut pada kondisi lurus perlu adanya pelebaran dengan rata-rata sebesar 0,39 meter. Dan dari hasil pengukuran aktual dilapangan untuk kondisi lurus terdapat 10 segmen pengukuran. Dari 10 segmen tersebut, terdapat 8 segmen yang masih dibawah standar menurut American Association State of Highway or Transportation Officials.

Sementara untuk perhitungan lebar jalan pada kondisi belokan atau tikungan, terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan seperti lebar jantai depan, lebar jantai belakang, lebar jarak jejak roda, jarak antar alat angkut bersimpangan, jarak jalan angkut terhadap tepi jalan. Hasil pengukuran aktual dilapangan, untuk kondisi tikungan memiliki rata-rata lebar jalan sebesar 10,50 meter. Dan berdasarkan teori American Association State of Highway or Transportation Officials, lebar jalan untuk kondisi tikungan harus memiliki lebar sebesar 17.83 meter. Sehingga perlu dilakukan pelebaran sebesar 7,33 meter. Dari 8 segmen pada kondisi tikungan tersebut keseluruhan segmen harus dilakukan pelebaran.

Hasil perhitungan ketersediaan (availability) dan penggunaan alat dari data waktu kerja efektif, waktu stand by, dan waktu perbaikan bahwa seluruh truk yang memiliki nilai presentase yang masih dibawah target yang telah ditentukan. Untuk ketersediaan mekanis (Mechanical Availability) dengan rata-rata sebesar 83,95 %, ketersediaan fisik (Phisycal Availability) dengan rata-rata sebesar 86,21 %, memiliki target yang telah ditentukan sebesar 85,00 %. Ketersediaan mekanis (Mechanical Availability) memiliki hasil yang dibawah target yang ditentukan, hal tersebut disebabkan oleh terdapatnya 5 unit alat angkut yang sering mengalami perbaikan. 5 unit alat angkut tersebut yakni 3DT 05, 3DT 07, 3DT 08, 11M 05 dan 11M06. Untuk dapat mencapai target, diperlukan adanya perbaikan secara menyeluruh atau dilakukannya peremajaan pada ke 5 unit tersebut.

Sementara untuk nilai presentase ketersediaan penggunaan (Use of Availability) memiliki nilai rata-rata sebesar 82,44 %, dan untuk penggunaan efektif (Effective of Utilization) memiliki nilai rata-rata sebesar 71,08 %. Sedangkan untuk target yang ditentukan sebesar 90,00 %, yang mengartikan untuk ketersediaan penggunaan (Use of Availability) dan penggunaan efektif (Effective of Utilization) masih jauh dari target yang ditentukan. Faktor yang mempengaruhi hal tersebut dikarenakan dari kesiapan unit alat angkut tersebut yang dibawah target, lalu banyaknya waktu hambatan. Waktu hambatan tersebut diakibatkan kurang disiplinnya para operator unit alat angkut seperti seringnya istirahat lebih awal dari jadwal, berhenti bekerja sebelum waktu pulang dan keperluan operator.

nilai rata-rata produktivitas dari setiap alat angkut didapatkan nilai sebesar 23,40 Ton/Jam/Alat. Dengan nilai produktivitas terbesar adalah 31,20 Ton/Jam dengan kode unit 3 DT 11 dan produktivitas terendah adalah 17,92 Ton/Jam dengan kode unit 3 DT 05. Hal tersebut selaras dengan kondisi setiap unit alat angkut, dari nilai persentase ketersediaan mekanis (Mechanical Availability) unit alat angkut dengan kode 3 DT 11 merupakan unit dengan kondisi nilai persentase paling tinggi sementara unit alat angkut dengan kode 3 DT 05 yang paling rendah.

Dengan nilai rata-rata produktivitas 23.40 Ton/Jam/Alat dapat dikatakan bahwa untuk mencapai target produksi masih kurang, hal tersebut dikarenakan dengan rata-rata produktivitas tersebut hanya mendapatkan nilai produksi sebesar 1887,04 Ton/Shift. Faktor yang menyebabkan hasil produksi tidak dapat tercapai diantaranya; waktu hambatan yang cukup besar akibat dari para operator yang kurang disiplin, kondisi setiap alat angkut yang kurang prima dikarenakan banyaknya waktu perbaikan serta sering terjadinya suatu penumpukan unit alat angkut pada area loading dan dumping akibat banyaknya segmen jalan angkut yang memiliki lebar kurang dari standar menurut American Association State of Highway or Transportation Officials.

Untuk mengoptimalkan produksi agar dapat mencapai target yang ditentukan yaitu sebesar 2600 Ton/Shift, perlu adanya peningkatan pada jumlah muatan dapat meningkatkan hasil produksi. Untuk peningkatan muatan menjadi 7 kali muatan, dapat meningkatkan produksi sebesar 7,60 %. Untuk peningkatan menjadi 8 kali muatan, unit alat angkut dapat meningkatkan hasil produksi sebesar 17,02 %, serta untuk peningkatan 9 kali muatan dapat meningkatkan hasil produksi sebesar 25,93 %. Selain itu, perlu adanya perbaikan terhadap geometri jalan angkut yang diharapkan dapat mengurangi hambatan pada saat unit alat angkut berpapasan sehingga tidak ada waktu untuk saling menunggu serta diharapkan dapat mengurangi Cycle Time. Faktor pengawasan yang lebih ketat kepada para operator alat angkut untuk menekan hambatan seperti terlambat kerja, istirahat lebih awal, terlambat setelah istirahat dan berhenti bekerja sebelum waktu pulang dapat meningkatkan efektifitas unit alat angkut.

4. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Penyebab terdapat penumpukan pada area loading dan area dumping disebabkan oleh waktu angkut ketika isi dan kosong yang berbeda. Hal tersebut disebabkan oleh geometri jalan angkut pada kondisi lurus yang menurut American Association State of Highway or Transportation Officials minimal memiliki lebar sebesar 8,75 meter, sementara hasil pengukuran didapatkan nilai rata-rata untuk kondisi lurus sebesar 8,36. Sedangkan untuk lebar jalan angkut pada kondisi tikungan menurut American Association State of Highway or Transportation Officials minimal sebesar 17,83 meter dan hasil pengukuran dilapangan, rata-rata lebar jalan angkut dikondisi tikungan hanya sebesar 10,50 meter.
2. Dari setiap alat angkut yang diamati didapatkan bahwa rata – rata ketersediaan mekanis (MA) yaitu 83,95% dan rata – rata ketersediaan fisik (PA) yaitu 86,21% yang menunjukkan bahwa setiap alat angkut masih dalam keadaan baik dan dapat digunakan namun untuk ketersediaan mekanis (MA) belum mencapai target yang ditentukan, lalu untuk ketersediaan penggunaan (UA) memiliki rata – rata 82,43%, dengan nilai tersebut menunjukkan bahwa setiap alat angkut belum dapat mencapai target yang telah ditentukan. Sedangkan untuk penggunaan efektif (EU) mendapatkan rata – rata 71,08%. Sama seperti ketersediaan penggunaan (UA), penggunaan efektif (EU) masih belum dapat mencapai target. Bahkan menurut Partanto Prodjosumarto, 1993 dengan hasil rata – rata 71,08% mendapatkan klasifikasi yang buruk.
3. Untuk produksi alat angkut yang diamati memiliki nilai rata - rata 147,76 Ton/Shift/Alat dan dengan nilai tersebut didapatkan jumlah produksi sebesar 1887,04 Ton/Shift. Dari hasil tersebut, dikatakan bahwa produksi alat angkut yang tersedia selama pengamatan masih belum baik dikarenakan masih belum bisa untuk memenuhi target produksi sebesar 2600 Ton/Shift.
4. Untuk memperbaiki hasil produksi agar dapat mencapai target produksi sebesar 2600 Ton/Shift, dilakukan upaya dengan meningkatkan jumlah pemuatan material yang diangkut yang sebelumnya rata – rata 6,20 kali muatan, ditingkatkan menjadi 9 kali muatan material. Dengan peningkatan pada jumlah muatan, hasil produksi dapat meningkat sebesar 25,93 persen dari sebelumnya sehingga dapat menghasilkan produksi sebesar 2561,16 Ton/Shift.

5. Saran

Dari hasil penelitian tersebut perusahaan harus memperbaiki Cycle Time pada setiap alat angkut dengan cara melakukan kajian terhadap kondisi jalan angkut, memperbaiki kondisi front kerja

dengan membuat posisi loading untuk alat muat tidak memiliki sudut pemuatan lebih dari 90 derajat, unit yang tersedia khususnya dari segi ketersediaan mekanis (MA) masing-masing truk dan pada saat kegiatan penambangan berlangsung diharapkan agar operator alat dapat meningkatkan usaha dan konsistensi kerjanya, agar pekerjaan yang dilakukan bisa efektif dan tidak membuang-buang waktu dalam bekerja, sehingga efisiensi kerja dapat meningkat. Untuk merealisasikan hal tersebut, bisa dilakukan dengan cara memberi penghargaan untuk operator terbaik, sehingga dapat memacu semangat bekerja.

Daftar Pustaka

- [1] Anonim, "Acera Geospec Super X SK 330 SK 350 LC", Kobelco Construction Machinery Co., Ltd., Tokyo.
- [2] Anonim, 1993, "AASHTO guide for Design of Pavement Structures", America, American Association of State Highway and Transportation Officials
- [3] Anonim, 1997, "Peta Rupabumi Indonesia Lembar 1209-411 Lebakwangi", Badan Koordinasi Survey dan Pemetaan Nasional.
- [4] Anonim, 2016, "Data Curah Hujan Tahunan Kabupaten Bogor", Badan Pusat Statistik, Kabupaten Bogor.
- [5] Anonim, 2016, "MAN CLA Range and Specification", MAN Trucks India Pvt. Ltd., Bavdhan.
- [6] Anonim, 2017, "Peta Admistrasi Kabupaten Bogor, Jawa Barat", Bada Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Bogor, Kabupaten Bogor.
- [7] Andi, Tenrisukki Tenriajeng, 1987, "Pemindahan Tanah Mekanis", Gunadarma Jakarta.
- [8] Bangun, Filianti Teta Ateta, 2009, "Pengembangan Tanah Mekanik dan Alat Berat", Departemen Teknik Sipil, Universitas Sumatera Utara, Sumatera Utara
- [9] Darmansyah, Nabar, 1998, "Pemindahan Tanah Mekanis Dan Alat Berat", Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya, Palembang.
- [10] Prodjosumarto, Partanto, 1993, "Pemindahan Tanah Mekanis", Jurusan Teknik Pertambangan Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- [11] Prodjosumarto, Partanto, 2000, "Tambang Terbuka", Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Ilmu Kebumihan Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- [12] Rochmanhadi, 1985, "Alat Berat dan Penggunaannya", YBPPU, Jakarta.
- [13] Yanto, 2006, "Pemindahan Tanah Mekanis", Jurusan Teknik Pertambangan, UPN Veteran Yogyakarta.
- [14] T. Turkandi, dkk, 1992, "Peta Geologi Lembar Jakarta dan Kepulauan Seribu, Jawa", Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.