

EFISIENSI ALAT BERAT PADA *BORROW MATERIAL* PADA JALAN TOL MEDAN-BINJAI SEKSI 1

**Darlina Tanjung, Hamidun Batubara,
Jupriah Sarifah, Angga Pratama Pasaribu**

Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Islam Sumatera Utara,
darlinatanjung@yahoo.com; jupriah.sarifah@gmail.com; Anggaprtm46@gmail.com

Abstrak

Jalan Tol merupakan suatu jalan alternatif untuk mengatasi kemacetan lalu lintas ataupun untuk mempersingkat jarak dari suatu tempat ke tempat lain. PT. Hutama Karya merupakan perusahaan yang dipilih untuk melaksanakan pekerjaan Jalan Tol Medan-Binjai. Jalan Tol ini terbagi atas 3 seksi, yaitu: seksi I akses Tanjung Mulia-Helvetia sepanjang 6,270 km, seksi II akses Helvetia-Semayang sepanjang 6,175 km dan seksi III Semayang-Binjai sepanjang 4,275. Total panjang Jalan Tol Medan-Binjai adalah 16.80 km. Borrow Material merupakan pekerjaan timbunan tanah yang bahan timbunannya berasal dari luar atau galian di tempat lain. Pada pekerjaan Borrow Material diperlukan Alat Berat sesuai pekerjaan yang dibutuhkan yaitu: alat pemuat material (Excavator), alat pengangkut material (Dump Truck), alat penghampar material (Buldozer), alat perata material (Motor Grader), alat pemadat material (Vibratory Roller). Alat-alat tersebut sangat berpengaruh dengan pelaksanaan, sehingga diperlukan analisis perhitungan Alat Berat untuk menyesuaikan waktu pekerjaan di lapangan dengan waktu yang disediakan oleh pemilik proyek yaitu 16 minggu. Topik bahasan ini dititik beratkan pada perhitungan produktivitas Alat Berat pada pekerjaan Borrow Material. Dimana produktivitas Alat Berat yang didapat yaitu: Excavator 107,07 m³/jam, Dump Truck 9,47 m³/jam, Buldozer 148,00 m³/jam, Motor Grader 315,06 m³/jam dan Vibratory Roller 96,25 m³/jam. Kombinasi ideal yaitu: 1 unit Excavator dikombinasikan dengan 11 unit Dump Truck dengan waktu pekerjaan selama 14 minggu. Laporan Skripsi ini diharapkan bermanfaat bagi mahasiswa yang membahas hal yang sama, pihak yang akan melaksanakan proyek yang sama terutama bagi penulis.

Kata-Kata Kunci : Borrow Material, Alat Berat, Kombinasi Ideal, Proyek

I. Pendahuluan

Jalan Tol Medan-Binjai adalah jalan tol sepanjang 16,8 km yang akan menghubungkan dua kota di Sumatera Utara, Indonesia. Jalan Tol Medan – Binjai akan membagi arus kendaraan dengan Jalan Arteri Medan – Binjai yang merupakan salah satu ruas terpadat dalam Jalan Raya Lintas Sumatera yang menghubungkan Medan dan Banda Aceh. Jalan Tol ini akan menyambung dengan Jalan Tol Belmera yang telah ada sebelumnya di sekitar pintu tol Tanjung Mulia, lalu menyusuri kawasan Medan Helvetia, Sei Semayang dan sampai ke jalan lingkar luar kota Binjai sebagai titik akhir. Struktur Jalan Tol Medan-Binjai terdiri dari Main Road, Akses, Interchange dan juga Ramp. Hampir semua struktur terdiri dari timbunan pilihan atau Borrow Material. Borrow material pada Jalan Tol Medan-Binjai bertujuan sebagai timbunan untuk meninggikan permukaan tanah asli yang berguna agar permukaan jalan lebih tinggi dan tidak digenangi air. Borrow material adalah pekerjaan timbunan tanah yang bahan timbunannya berasal dari luar atau galian di tempat lain.

Pekerjaan ini meliputi pemuatan, pengangkutan, penghamparan dan pemadatan material yang diperoleh dari quarry yang telah disetujui untuk melaksanakan timbunan. Pekerjaan ini semua tidak lepas dengan bantuan alat berat seperti Excavator, Dump Truck, Dozer, Motor Grader dan Vibratory Roller. Diharapkan target volume pekerjaan dan waktu pelaksanaan tidak

meleset dari perkiraan. Ini bisa terjadi bila didukung dengan pemilihan dan analisa kapasitas alat berat dengan cermat. Dengan adanya analisis yang baik dalam *Construction Method* diharapkan peralatan yang dioperasikan dapat tepat waktu dan tepat guna untuk menangani proyek tersebut. Aktivitas-aktivitas pekerjaan ini membutuhkan jenis dan jumlah alat yang berbeda-beda.

Dengan hasil pendekatan site output (produksi alat) tersebut beserta analisisnya, maka hasil analisis alat berat yang handal akan membantu para pelaku proyek, antara lain dalam memperkirakan waktu pelaksanaan proyek, mengendalikan waktu penyelesaian proyek, menerapkan manajemen operasi alat berat di lapangan, serta pengendalian efisiensi alat, waktu dan biaya.

Berdasarkan latar belakang di atas sehingga dapat diidentifikasi masalahnya, sebagai berikut: (1). Perhitungan kapasitas produksi dari masing-masing alat berat yang digunakan; (2). Kombinasi ideal peralatan yang diperlukan dalam pelaksanaan pekerjaan tersebut; (3). Efisiensi penggunaan alat berat; (4). Urutan penggunaan alat berat di lapangan; (5) Teknik pelaksanaan penggunaan alat berat di lapangan/proyek. Agar penelitian lebih efektif, efisien, terarah dan dapat dikaji lebih mendalam maka diperlukan batasan masalah, yaitu: (1). Kapasitas produksi masing-masing alat; (2). Jumlah peralatan yang digunakan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut; (3). Penyesuaian waktu dengan jumlah alat dan volume pekerjaan; (4). Pada kajian ini pekerjaan Borrow Material yang ditinjau pada

Seksi 1 STA -0+700 sampai dengan -1+200; (5). Pada kajian ini tidak membahas efisiensi dari segi biaya.

Berdasarkan uraian di atas, permasalahan yang di bahas dalam penelitian ini adalah: (1). Berapa hasil kapasitas produksi masing-masing alat berat?; (2). Bagaimana kombinasi alat berat yang ideal?; (3). Bagaimana cara yang efisien dalam pekerjaan *Borrow Material*?; (4). Bagaimana schedule pengoperasian masing-masing alat berat?; (5). Apa saja model dan tipe alat berat pada saat pelaksanaan proyek jalan tol?. Dan tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut: (1). Menghitung hasil kapasitas produksi masing-masing alat berat pada pekerjaan *Borrow Material* pembangunan Jalan Tol Medan-Binjai; (2). Menghitung kombinasi alat berat yang ideal pada pekerjaan *Borrow Material* pembangunan Jalan Tol Medan-Binjai; (3). Menyesuaikan jumlah alat sesuai waktu schedule yang disediakan pekerjaan *Borrow Material* pembangunan Jalan Tol Medan-Binjai; (4). Mengatur efisiensi guna untuk penyesuaian waktu dan jumlah alat serta volume pekerjaan pada pekerjaan *Borrow Material* pembangunan Jalan Tol Medan-Binjai.

II. Tinjauan Pustaka

Tanah merupakan lapisan teratas lapisan bumi. Tanah memiliki ciri khas dan sifat-sifat yang berbeda antara tanah di suatu lokasi dengan lokasi yang lain. Menurut Dokuchaev (1870) dalam Fauizek dkk (2018), Tanah adalah lapisan permukaan bumi yang berasal dari material induk yang telah mengalami proses lanjut, karena perubahan alami di bawah pengaruh air, udara, dan macam-macam organisme baik yang masih hidup maupun yang telah mati. Tingkat perubahan terlihat pada komposisi, struktur dan warna hasil pelapukan. Menurut Das (1995), dalam pengertian teknik secara umum, tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel padat tersebut. Menurut Hardiyatmo (1992) dalam Apriliyandi (2017), tanah adalah ikatan antara butiran yang relatif lemah dapat disebabkan oleh karbonat, zat organik, atau oksida-oksida yang mengendap-ngendap di antara partikel-partikel. Ruang di antara partikel-partikel dapat berisi air, udara, ataupun yang lainnya. Tanah memiliki beberapa jenis yaitu: (1). Tanah humus; (2). Tanah pasir; (3). Tanah alluvial; (4). Tanah podzolit; (5). Tanah vulkanis; (6). Tanah laterit; (7). Tanah mediteran; (8). Tanah organosol; (9). Tanah andosol; (10). Tanah entisol.

Borrow material adalah pekerjaan timbunan tanah yang bahan timbunannya berasal dari luar atau galian di tempat lain. Pekerjaan ini meliputi pemuatan, pengangkutan, penghamparan dan pemadatan material yang diperoleh dari *quarry* yang

telah disetujui untuk melaksanakan timbunan, subgrade dan bagian lain dari pekerjaan tersebut sebagaimana tercantum dalam gambar atau petunjuk Konsultan Pengawas. *Borrow Material* harus dipilih sesuai dengan ketentuan dan persyaratan pada pekerjaan urugan atau timbunan tertentu yang akan digunakan. Material ini harus bebas dari bahan-bahan organik dalam jumlah yang merusak, seperti daun, rumput, akar, dan kotoran. Setelah penempatan dan penghamparan material, setiap lapis timbunan atau *Borrow Material* harus dipadatkan dengan alat *Vibratory Roller* sampai mencapai kepadatan yang sesuai spesifikasi. Pemadatan tanah yang baik tidak hanya sekali akan tetapi biasanya 3 kali. Pada pemadatan tanah di lapangan spesifikasi adalah 90-95 % dari berat volume maksimum yang telah ditentukan pada uji proctor.

Selain karena ukuran alat berat yang cukup besar dan berat sendiri dari alat yang cukup berat, alat berat juga dapat diartikan sebagai alat yang digunakan untuk mengerjakan pekerjaan-pekerjaan besar dan berat sulit atau tidak mungkin dikerjakan dengan tenaga manusia secara langsung. Penggunaan alat berat untuk pekerjaan konstruksi sipil pada masa sekarang ini terus mengalami peningkatan sesuai dengan perkembangan teknologi yang semakin canggih. Manajemen peralatan adalah suatu metode penggunaan alat-alat berat untuk memperoleh hasil yang tepat guna dan dalam melaksanakan proyek. Dalam melaksanakan suatu pekerjaan yang melibatkan alat, sering dijumpai penggunaan peralatan yang lebih dari satu jenis. Untuk itu diperlukan suatu keahlian dalam pemilihan peralatan yang akan digunakan serta rencana yang matang untuk mengkombinasikan dari berbagai peralatan yang digunakan agar dapat menyelesaikan pekerjaan dengan efektif dan efisien.

Setelah pemilihan alat, selanjutnya dilakukan perhitungan produksi dan waktu penyelesaian dari masing-masing alat. Dari perhitungan waktu penyelesaian dari masing-masing alat selanjutnya dapat dibuat suatu jadwal pengoperasian alat. Apabila kita harus menyewa alat, maka diperlukan penjadwalan yang baik, sehingga selama waktu penyewaan, peralatan tersebut benar-benar dapat dimanfaatkan secara optimal. Untuk memperoleh sistem kerja yang efektif, diperlukan pembagian tugas yang baik antara unit peralatan dan unit pelaksanaan. Dalam melaksanakan pemindahan tanah, pelaksana akan selalu mengharapkan tersedianya peralatan untuk keperluan operasi dan penyelesaian pekerjaan yang sesuai dengan waktu yang telah ditetapkan. Hal ini akan dapat dicapai jika unit peralatan dapat menyediakan alat yang dibutuhkan dan alat tersebut dapat bekerja dengan baik. Untuk itu perlu adanya pemeliharaan alat yang baik sehingga alat yang digunakan selalu dalam keadaan siap pakai. Pertimbangan ekonomi dalam kepemilikan alat-alat berat merupakan faktor utama. Hal ini berkaitan dengan rencana pembelian atau penyewaan alat-alat berat harus ditargetkan untuk dapat kembali (*break event point*) dalam waktu

minimal seumur alat ekonomis tersebut. Umur ekonomi alat-alat berat merupakan jangka waktu dari pertama membeli sampai dengan pada alat tersebut tidak ekonomis lagi bila dioperasikan.

Excavator adalah alat yang dipergunakan untuk pengangkat, menggali, mengisi/membuang (*dumping*). Kapasitas produksi *Excavator* dapat dihitung dengan:

$$KP = \frac{q \times 3600 \times FK}{Ct}$$

Di mana:

- KP = Kapasitas Produksi (m³/jam)
- q = Produksi per siklus (m³)
- FK = Faktor koreksi
- Ct = Cyclus time/waktu siklus (detik)

Dump Truck adalah alat yang khusus dipergunakan sebagai alat pengangkutan. Oleh karena kemampuannya untuk bergerak dengan cepat, truck ini dapat dikatakan mempunyai kapasitas yang tinggi dan biaya operasi yang relatif murah. Kapasitas produksi *Dump Truck* dapat dihitung dengan :

$$KP = \frac{q \times 60 \times FK}{Ct}$$

Di mana:

- KP = Kapasitas Produksi (m³/jam)
- q = Produksi per siklus (m³)
- FK = Faktor koreksi
- Ct = Cyclus time/waktu siklus (menit)

Buldozer digunakan untuk mendorong atau menghampar dan mengupas material, traktor ini dipasang pisau atau blade di bagian depannya. Pisau berfungsi untuk mendorong, atau memotong material. Kapasitas produksi *Buldozer* dapat dihitung dengan

$$KP = \frac{V \times (Le - Lo) \times t \times FK \times 1000}{n}$$

Di mana:

- KP = Kapasitas Produksi (m³/jam)
- V = Kecepatan rata-rata (Km/jam)
- t = Tinggi tebal hamparan (m)
- Le = Panjang blade efektif (m)
- Lo = Panjang tumpang tindih (m)
- FK = Faktor Koreksi
- n = Jumlah passing

Motor Grader digunakan untuk meratakan timbunan/base course dan penggusuran tanah, membentuk kemiringan jalan. *Motor Grader* dengan blade standart (*blade* yang dilengkapi oleh *scarifer*) sangat baik untuk mencampur dan menaburkan material juga mengaduk dan meratakan gundukan tanah (*windrow*) yang belum lama ditempatkan pada badan jalan. Kapasitas produksi *Motor Grader* dapat dihitung dengan :

$$KP = \frac{V \times (Le - Lo) \times t \times FK \times 1000}{n}$$

Di mana:

- KP = Kapasitas Produksi (m³/jam)
- V = Kecepatan rata-rata (Km/jam)
- t = Tinggi tebal hamparan (m)
- Le = Panjang blade efektif (m)
- Lo = Panjang tumpang tindih (m)
- FK = Faktor Koreksi
- N = Jumlah passing

Vibratory Roller digunakan untuk memadatkan tanah/base course. Pemadatan dalam hal ini dapat didefinisikan sebagai proses pemadatan atau meningkatkan berat volume suatu massa tanah dengan cara pembebasan statis atau dinamis. Kapasitas produksi *Vibratory Roller* dihitung dengan :

$$KP = \frac{V \times H \times (Le - Lo) \times 1000 \times FK}{n}$$

Di mana:

- KP = Kapasitas Produksi (m³/jam)
- V = Kecepatan rata-rata (Km/jam)
- H = Tinggi tebal hamparan (m)
- Le = Panjang blade efektif (m)
- Lo = Panjang tumpang tindih (m)
- FK = Faktor Koreksi
- n = Jumlah passing

III. Metode Penelitian

3.1 Lokasi dan Waktu

Lokasi Proyek Jalan Tol Medan-Binjai dan lokasi Quarry (asal material) Desa Tiang Layar Pancur Batu. Penelitian ini dilakukan pada bulan September 2020.

3.2 Subjek dan Objek Penelitian

1. Subjek Penelitian

Subjek penelitian ini adalah seluruh alat berat yang digunakan pada pembangunan jalan tol Medan-Binjai seksi 1.

2. Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah dengan menerapkan efisiensi alat berat pada pembangunan jalan tol Medan-Binjai seksi 1.

3. Prosedur Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian deskriptif yang merupakan suatu metode dalam meneliti status sekelompok manusia, suatu objek, suatu set kondisi, suatu sistem pemikiran ataupun suatu kelas peristiwa pada masa sekarang. Tujuan dari penelitian deskriptif ini adalah untuk membuat deskripsi, gambaran, atau lukisan secara sistematis, faktual dan akurat mengenai fakta-fakta, sifat-sifat serta hubungan antar fenomena yang diselidiki.

4. Teknik Analisis Data

a. Pengumpulan Data

Wawancara adalah cara pengumpulan data dengan jalan tanya jawab sepihak yang dikerjakan secara sistematis dan berlandaskan tujuan penelitian.

Wawancara dilakukan dengan mengambil keterangan secara langsung dengan pihak yang terkait bekerja di lokasi kerja Proyek Jalan Tol Medan-Binjai seperti Pelaksana Lapangan, Konsultan Pengawas, Konsultan Perencana serta Operator Alat Berat. Studi pustaka merupakan metode pengumpulan data dan informasi dengan melakukan kegiatan kepustakaan melalui buku-buku, jurnal, penelitian terdahulu dan lain sebagainya yang berkaitan dengan penelitian yang sedang dilakukan.

b. Sumber Data

Data primer merupakan data yang dikumpulkan secara langsung oleh peneliti atau pihak pertama. Dalam hal ini, penulis memperoleh data primer langsung dari lokasi Proyek Jalan Tol Medan-Binjai. Data skunder yaitu data yang diperoleh secara tidak langsung dalam penelitian atau dari pihak lain yang terkait dengan objek yang diteliti. Data ini bisa diperoleh dari perusahaan PT. Utama Karya, studi pustaka berupa buku, referensi, dokumen, dan sebagainya yang berfungsi untuk melengkapi data primer.

c. Pengolahan Data

Dalam pengolahan data yang diambil dari lapangan penulis dapat menuangkan dalam perhitungan dan untuk asumsi. Pengolahan hasil dari pengamatan waktu setiap alat ditinjau sebanyak lima kali lalu dirata-rata sehingga dapat hasil yang bisa diambil untuk perwakilan data. Selanjutnya hasil dari pengamatan dimasukkan ke dalam asumsi perhitungan alat berat sesuai dengan kebutuhan di perhitungan.

IV. Analisis Dan Pembahasan

Volume pekerjaan Borrow Material dihitung dari gambar kerja yaitu gambar cross section dan gambar long section sehingga dapat menghasilkan jumlah dalam satuan M^3 .

1. Panjang jalan ditinjau = Sta -0+700 s.d -1+200 = 0.5 km
2. Lebar dan tinggi = Bervariasi (Lampiran 4)
3. Contoh perhitungan Luasan= Menggunakan rumus trapesium
4. Dikarenakan tinggi timbunan bervariasi, sehingga penulis membuat perhitungan volume berdasarkan luasan yang ada pada data cross section dan long section kemudian dikalikan dengan jarak.
Hasil perhitungan volume material timbunan didapatkan volume pekerjaan padat sebesar = $98159,87 m^3$
5. Jenis material = Tanah urug non plastis
6. Faktor gembur material = 1,25 (Faktor Gembur)
7. Volume pekerjaan gembur = Faktor Gembur x Volume Padat = $1,25 \times 98159,87 m^3$
= $122699,8375 m^3$

Perkiraan waktu pengerjaan tiap alat :

Excavator

- a. Volume Pekerjaan = $122699,8375 m^3$
- b. Waktu Pengerjaan = $\frac{122699,8375}{856,56}$
= $143,25 \approx 144$ hari

Dump Truck

- a. Volume Pekerjaan = $122699,8375 m^3$
- b. Waktu Pengerjaan = $\frac{122699,8375}{75,76}$
= $1619,59 \approx 1620$ hari

Bulldozer

- a. Volume Pekerjaan = $122699,8375 m^3$
- b. Waktu Pengerjaan = $\frac{122699,8375}{1184}$
= $103,63 \approx 104$ hari

Motor Grader

- a. Volume Pekerjaan = $122699,8375 m^3$
- b. Waktu Pengerjaan = $\frac{122699,8375}{2520,48}$
= $48,68 \approx 49$ hari

Vibratory roller

- a. Volume Pekerjaan = $122699,8375 m^3$
- b. Waktu Pengerjaan = $\frac{122699,8375}{770}$
= $159,35 \approx 160$ hari

Perhitungan pada tabel penjadwalan didapat dari hasil kapasitas masing-masing alat dalam satuan m^3/jam dan jumlah tiap alat. Masing-masing alat akan dihitung dalam harian, pada hal ini dihitung waktu kerja perhari yaitu 8 jam serta nantinya akan diuraikan dalam waktu mingguan pada hal ini dihitung waktu kerja 1 minggu yaitu 6 hari. Berikut adalah contoh perhitungan tabel penjadwalan alat berat:

- a. Excavator kapasitas $104,17 m^3/jam$
 $104,17 m^3/jam \times 2 \text{ unit} \times 8 \text{ jam} \times 6 \text{ hari} = 10000,32 m^3/minggu$
- b. Dump Truck kapasitas $10,188 m^3/jam$
 $9,47 m^3/jam \times 22 \text{ unit} \times 8 \text{ jam} \times 6 \text{ hari} = 10000,32 m^3/minggu$
- c. Bulldozer kapasitas $148,00 m^3/jam$
 $148,00 m^3/jam \times 1 \text{ unit} \times 8 \text{ jam} \times 6 \text{ hari} = 7104,00 m^3/minggu$
- d. Motor Grader kapasitas $315,06 m^3/jam$
 $315,06 m^3/jam \times 1 \text{ unit} \times 8 \text{ jam} = 2520,48 m^3/hari$
- e. Vibratory Roller $96,26 m^3/jam$
 $96,26 m^3/jam \times 1 \text{ unit} \times 8 \text{ jam} \times 6 \text{ hari} = 4620,48 m^3/minggu$

V. Kesimpulan

Setelah dihitung didapat bahwa, jumlah set peralatan yang ideal yaitu:

- a. Excavator
Pada minggu ke 1-4 digunakan sebanyak 2 buah excavator dalam pembangunan jalan tol medan-binjai. Kemudian pada minggu ke 5-7 digunakan sebanyak 2 buah excavator. Lalu dilanjutkan pada minggu ke 8-13 digunakan sebanyak 2 buah excavator. Selanjutnya pada minggu ke 14-17 digunakan sebanyak 2 buah excavator.
- b. Dump Truck
Pada minggu ke 1-4 digunakan sebanyak 22 buah dump truck dalam pembangunan jalan tol medan-binjai. Kemudian pada minggu ke 5-7 digunakan sebanyak 22 buah dump truck. Lalu dilanjutkan pada minggu ke 8-13 digunakan sebanyak 22 buah dump truck. Selanjutnya pada minggu ke 14-17 digunakan sebanyak 22 buah dump truck.
- c. Bulldozer
Pada minggu ke 1-4 digunakan sebanyak 1 buah bulldozer dalam pembangunan jalan tol medan-binjai. Kemudian pada minggu ke 5-7 digunakan sebanyak 1 buah bulldozer. Lalu dilanjutkan pada minggu ke 8-13 digunakan sebanyak 2 buah bulldozer. Selanjutnya pada minggu ke 14-17 digunakan sebanyak 1 buah bulldozer. Dan berakhir pada minggu ke 18 digunakan sebanyak 1 buah bulldozer
- d. Motor Grader
Pada minggu ke 1-4 digunakan sebanyak 1 buah motor grader dalam pembangunan jalan tol medan-binjai. Kemudian pada minggu ke 5-7 digunakan sebanyak 1 buah motor grader. Lalu dilanjutkan pada minggu ke 8-13 digunakan sebanyak 1 buah motor grader. Selanjutnya pada minggu ke 14-17 digunakan sebanyak 1 buah motor grader. Dan berakhir pada minggu ke 18 digunakan sebanyak 1 buah motor grader.

- e. Vibratory Roller
Pada minggu ke 1-4 digunakan sebanyak 1 buah vibratory roller dalam pembangunan jalan tol medan-binjai. Kemudian pada minggu ke 5-7 digunakan sebanyak 2 buah motor grader. Lalu dilanjutkan pada minggu ke 8-13 digunakan sebanyak 2 buah vibratory roller. Selanjutnya pada minggu ke 14-17 digunakan sebanyak 3 buah vibratory roller. Dan berakhir pada minggu ke 18 digunakan sebanyak 3 buah vibratory roller.

Daftar Pustaka

- [1]. Fadli, M.T, *Modul Alat Berat*
- [2]. <http://saifoemk.lecture.ub.ac.id/files/2012/01/AB2.pdf> produksi alat berat
- [3]. <http://jom.unpak.ac.id/index.php/tekniksipil/article/download/98/97>
- [4]. <https://www.scribd.com/document/219754165/Perhitungan-Produktifitas-Alat-Berat>
- [5]. <https://ilmugeografi.com/ilmu-bumi/tanah/jenis-jenis-tanah>
- [6]. <https://wira.co.id/time-schedule/>
- [7]. <https://www.situstekniksipil.com/2017/11/jadwal-pelaksanaan-time-schedule-adalah.html?m=1>
- [8]. V Sunggono, 1995. *Buku Teknik Sipil*. Bandung.
- [9]. Rochmanhadi, 1982. *Alat-Alat Berat dan Penggunaannya*. Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta