**ANALISA PRODUKTIVITAS PEMAKAIAN ALAT BERAT PADA PEKERJAAN LAPIS PONDASI AGGREGAT KELAS C**

**Alexander1, Beny Setiawan2, Hanantatur Adeswastoto3**

1Mahasiswa Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pahlawan  
2, 3Dosen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pahlawan  
e-mail: 1alexupcivil99@gmail.com, 2beny.setiawan.mt.up@gmail.com, 3hanantatur@gmail.com

***Abstract***

*Ineffective and inefficient selection of heavy equipment will result in delays. This problem requires the need for a productivity analysis of the use of heavy equipment in order to obtain an efficient implementation cost.*

*The calculation method uses the theory of heavy equipment productivity from the Department of Public Works and Spatial Planning, Kampar Regency. The method of calculation uses the theory of productivity of heavy equipment from the Department of Public Works and Spatial Planning, Kampar Regency. Determination of the type of tool used based on the volume of work. The composition of the equipment uses dump trucks, motor graders, vibratory rollers, wheel loaders and water tank trucks. The analysis uses two alternatives where the difference between these alternatives is in the capacity of the dump truck and the number of units.*

*The results of the calculation of the hourly productivity of the tool are dump truck 6 tons 7.63 m3,   
dump truck 10 tons 9.44 m3, motor grader 136.59 m3, vibrator roller 37.35 m3, wheel loader   
94.48 m3, water tank truck 106, 71m3. With the implementation cost of alternative I dump truck   
6 tons 5 units of 30,657,207.69. Alternative II dump truck 10 tons 4 units of 36,505,901.43. The results of both calculations show that the effective use of tools is in alternative I with a cost difference of 5,848,693.74.*

***Keywords*: *Analysis, Productivity, Heavy Equipment Class C .Aggregate***

**PENDAHULUAN**

**Latar Belakang Penelitian**

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan yang   
diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah. Untuk pembangunan jalan dibutuhkan beberapa alat berat. Dengan demikian tanpa menggunakan alat berat maka suatu proyek tidak akan berjalan sesuai rencana. Oleh karena itu alat berat sangat dibutuhkan dalam pembangunan jalan.

Jalan Penghubung Lereng Batu ke Sentral Jeruk Provinsi Riau di Kecamatan   
Kuok, merupakan jalur/akses penduduk setempat untuk melakukan aktifitas sehari-hari. Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk yang menempati wilayah tersebut dan meningkatnya   
volume kendaraan yang melewati jalan tersebut mengakibatkan jalan mengalami kerusakan. untuk mengatasi permasalahan tersebut maka perlu direncanakan untuk perbaikan dan peningkatan konstruksi pada jalan tersebut.

Pelaksanaan suatu proyek konstruksi yang besar sering kali dituntut penyelesaian yang cepat. Penggunaan alat berat yang tepat guna menunjang efisiensi pelaksanaan proyek yang sesuai dengan kondisi pekerjaan yang dilaksanakan. Alat berat yang digunakan dalam suatu pekerjaan biasanya saling terkait dengan alat berat lainnya. Kesalahan dalam pemilihan alat berat dapat mengakibatkan manajemen pelaksanaan proyek menjadi tidak efektif dan efisien. Salah satu contohnya adalah pekerjaan pemindahan tanah mekanis. Alat muat (*wheel loader* ) diperlukan untuk mengangkat dan memuat tanah kedalam alat pengangkut kemudian tanah diangkut ke lokasi kegiatan dengan alat pengangkut misalnya *dump truck*.

Kegiatan Pembangunan Jalan Penghubung Lereng Batu ke Sentral Jeruk di Kecamatan Kuok Kabupaten Kampar Provinsi Riau sangat membutuhkan alat berat untuk mempermudah dan mempercepat pelaksanaan pekerjaan. Pemilihan alat berat yang tidak efektif dan tidak efisien akan berdampak pada keterlambatan penyelesaian proyek serta menyebabkan biaya akan membengkak. Produktivitas yang kecil dan tenggang waktu yang dibutuhkan untuk pengadaan alat lain yang lebih sesuai merupakan hal yang menyebabkan biaya yang lebih besar.

**Rumusan Masalah Penelitian**

Berdasarkan latar belakang diatas diperoleh rumusan masalah yaitu bagaimana menetapkan komposisi jenis alat berat yang digunakan agar alat tersebut bekerja tepat waktu, efisien, dan biaya pelaksananya menjadi terjangkau?

**Tujuan Penelitian**

Penyusunan tugas akhir ini agar lebih jelas dan terarah, maka permasalahan dibatasi hanya  
pada:

1. Data pendukung diambil dari Dinas Pekerjaan Umum Dan Penataan Ruang Kabupaten Kampar.
2. Pekerjaan yang akan ditinjau adalah Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Kelas C Jalan Penghubung Lereng Batu ke Sentral Jeruk Kabupaten Kampar Provinsi Riau dengan volume 893,25m³, waktu pelaksanaan 120 hari kalender, alat yang digunakan adalah *Dump Truck*, *Motor Grader*, *Vibratory Roller*, *Wheel Loader* dan *Water Tank Truck*.
3. Pelaksanaan perhitungan formula sewa peralatan, serta analisa harga satuan berdasarkan pada rumus yang didapat dari Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Kampar.

**Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menambah pengetahuan pemilihan alat berat yang tepat pekerjaan lapis pondasi agregat kelas C.
2. Memberikan sumbangan pemikiran bagi para kontraktor dalam pemilihan alat berat yang sesuai dengan kondisi lapangan dan kemampuan dari alat berat yang digunakan.

**KAJIAN PUSTAKA**

**Kerangka Teori**

Pada Perencanaan pembangunan proyek yang menggunakan alat berat, salah satu hal   
yang harus mendapat perhatian penting adalah cara menghitung kapasitas produksi suatu alat, oleh karena itu perlu diketahui perhitungan kapasitas alat secara teoritis serta efisiensi kerja sesuai dengan *job site* yang bersangkutan, sehingga dapat diperkirakan dengan tepat waktu penyelesaian suatu volume pekerjaan.

Dalam pelaksanaan pekerjaan dengan menggunakan alat berat, yang mempengaruhi produktivitas alat berat adalah efisiensi alat. Efisiensi alat tergantung pada beberapa hal berikut, yaitu :

1. Kemampuan operator,
2. Pemilihan dan pemeliharaan alat,
3. Perencanaan dan pengaturan letak alat,
4. Topografi dan volume pekerjaan,
5. Kondisi cuaca, dan
6. Metode pelaksanaan alat.

**Perhitungan Produksi Alat Berat**

Alat-alat yang akan digunakan untuk menghitung produktifitas alat berat pada Proyek Penghubung Lereng Batu ke Sentral Jeruk di Kecamatan Kuok Kabupaten Kampar Provinsi Riau adalah sebagai berikut:

1. *Dump Truk*

*Dump Truck* adalah suatu alat yang berfungsi memindahkan suatu material dari suatu tempat ke tempat lain, (Rochamanhadi 1992). Umumnya dikenal tiga macam *dump truck* :

* + - * 1. *Side Dump Truck* (Penumpahan kesamping)
        2. *Rear Dump Truck (Penumpahan belakang)*
        3. *Rear Side Dump Truck* (Penumpahan kebelakang dan samping)

Tabel 1. Waktu Bongkar Muat (t1)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Kondisi Operasi Kerja** | **Baik** | **Sedang** | **Kosong** |
| Waktu buang (menit) | 0,5 – 0,7 | 1,0 – 1,3 | 1,5 – 2,0 |

Sumber: M.Irfan Hari Putra (2018)

Tabel 2. Waktu Tunggu dan Tunda (t2)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Kondisi Operasi Kerja** | **Baik** | **Sedang** | **Kosong** |
| Waktu buang (menit) | 0,1 – 0,2 | 0,25 – 0,35 | 0,4 – 0,5 |

Sumber: M.Irfan Hari Putra (2018)

Rumus – rumus yang digunakan untuk *dump truk* adalah sebagai berikut:

[1]

[2]

[3]

[4]

[5]

Dimana: *Q* = Kapasistas produksi per jam (m3/jam)

*q* = Kapasitas bak (m3)

*Fa* = Faktor efiseinsi alat

*Ts2* = Waktu siklus (menit)

*T1* = Waktu tempuh isi (menit)

*T2* = Waktu tempuh kosong (menit)

*T3* = Waktu muat (menit)

*T4* = Waktu cadangan (menit)

*V1* = Kecepatan rata-rata bermuatan (km/jam)

*V2* = kecepatan rata – rata kosong (km/jam)

*L* = Jarak tempuh (km)

1. *Motor Grader*

*Motor grader* adalah suatu alat khusus untuk membentuk permukaan dengan baik. Seluruh gerakan dan kedudukan *grade blade* diatur melalui *circle* sebagai kedudukan *blade*, digantungkan pada *draw bar* dan *liff arm*. *Circle* adalah tempat *grader blade* berpegangan dan sekaligus sebagai pengendali dari *grade blade* dalam pengaturan gerakan-gerakan. Untuk keperluan-keperluan membongkar permukaan yang keras, *motor grader* juga dilengkapi dengan alat semacam *ripper* pada *bulldozer* yang dinamakan *scarifier* yang bisa dipasang di depan *blade* dikendalikan sendiri, (Ir.Susi Fatena Rostiyanti 2008) . Adapun rumus – rumus yang digunakan untuk *motor grader*  adalah sebagai berikut:

[6]

[7]

[8]

Dimana: *Q* = Kapasistas produksi per jam (m3/jam)

*Lh* = Panjang hamparan (m)

*b* = Lebar efektif kerja *blade* (m)

*t* = Tebal hamparan padat (m)

*Fa* = Faktor efisiensi alat

*n* = Jumlah lintasan

*Ts3* = Waktu siklus (menit)

*T1* = Peralatan 1 kali lintasan (menit)

*T2* = Waktu cadangan (menit)

*V* = kecepatan rata – rata alat (km/jam)

Tabel 3. Panjang Efektif *Blade*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Model** | | **GD22AC** | **GD31RC** | **GD50OR** | **GD60OR** | **GD60OR** |
| **Panjang (mm)** | | **2200** | **3100** | **3710** | **3710** | **4010** |
| Le – Lo (mm) | Sudut kerja blade 60o | 1600 | 2390 | 2910 | 2910 | 3170 |
| Sudut kerja blade 45o | 1260 | 1890 | 2320 | 2320 | 2540 |

1. *Vibratory Roller*

*Vibratory Roller* atau penggilas dengan getaran mempunyai efesiensi yang sangat baik sehingga memungkinkan digunakan untuk tiap jenis pemadatan. Butir-butir tanah akan mengisi bagian yang kosong diantara butir-butir tanah dan akibat getaran ini tanah menjadi padat dengan susunan yang lebih kompak dan lebih stabil, (Kusrin ST 2008)*.* Adapun rumus-rumus yang digunakan untuk *Vibratory Roller* adalah sebagai berikut:

[9]

Dimana: *Q* = Kapasistas produksi per jam (m3/jam)

*V* = Kecepatan rata – rata (km/jam)

*b* = Lebar efektif pemadatan (m)

*t* = Tebal hamparan padat (m)

*Fa* = Faktor efisiensi alat

*n* = Jumlah lintasan

1. *Wheel Loader*

*Wheel loader* adalah alat pemuat beroda karet ban, penggunaannya hampir sama dengan *dozer shovel*. Perbedaannya terletak pada landasan kerjanya, dimana landasan kerja untuk *wheel loader* harus relatif rata, kering dan kokoh. Dipergunakan terutama pada pengoperasian yang menuntut kecepatan & mobilitas tinggi, serta tidak diperlukan traksi yang besar, Umumnya material yang dikerjakan dalam keadaan gembur dan tidak berat, (United Tractor Tbk 2012). Adapun rumus-rumus yang digunakan untuk *Wheel Loader* adalah:

[10]

[11]

Dimana: *Q* = Kapasistas produksi per jam (m3/jam)

*V* = Kapasitas *bucket* (m3)

*Fb* = Faktor *bucket* (m)

*Fa* = Faktor efisiensi alat

*Fk* = Faktor pengembangan bahan

*Ts1* = Waktu siklus (menit)

*T* = Waktu tetap (menit)

*D* = Jarak angkut (m)

*v1* = Kecepatan maju (m/menit)

*v2* = Kecepatan mundur (m/menit)

Tabel 4. *Bucket Fill Factor* (BFF)

|  |  |
| --- | --- |
| **Material** | **Faktor** |
| Material seragam atau campuran | 0,95 – 1,00 |
| Batu kerikil | 0,85 – 0,90 |
| Batu hasil peledakan (baik) | 0,80 – 0,95 |
| Batu hasil peledakan (rata-rata) | 0,75 – 0,90 |
| Batu hasil peledakan (buruk) | 0,60 – 0,75 |
| Batuan lumpur | 1,00 – 1,20 |
| Lanau basah | 1,00 – 1,10 |
| Material beton | 0,85 – 0,95 |

Sumber : Onesimus Fran Ewal (2020)

Tabel 5. Koreksi Waktu Siklus

| **Uraian** | **Faktor** |
| --- | --- |
| **Kondisi Tanah:** |  |
| Butiran campuran | + 0,02 |
| Diameter <3mm | + 0,02 |
| Diameter 3 – 20 mm | - 0,02 |
| Diameter 20 – 150 mm | 0 |
| Diameter > 150 mm | - 0,03 |
| Kondisi tanah asli/lepas | - 0,04 |
| **Timbunan:** |  |
| Timbunan dengan tinggi > 3 m | 0 |
| Timbunan dengan tinggi < 3 m | + 0,01 |
| Pembongkaran dari *dump truk* | + 0,02 |
| **Lain – lain:** |  |
| Pengoperasian tetap | - 0,04 |
| Pengoperasian tidak tetap | + 0,04 |
| Target sedikit | + 0,04 |
| Target berisiko | + 0,05 |

Sumber : Onesimus Fran Ewal (2020)

Tabel 6. Waktu Muat

|  |  |
| --- | --- |
| **Material** | **Waktu** |
| Berbutir seragam | 0,03 – 1,05 |
| Berbutir campuran dan basah | 0,03 – 0,06 |
| Lanau basah | 0,03 – 0,07 |
| Tanah atau kerikil | 0,04 – 0,20 |
| Material berbeton | 0,05 – 0,20 |

Sumber : Onesimus Fran Ewal (2020)

Tabel 7. Faktor *Bucket* untuk *Dozer Shovel* dan *Wheel Loader*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Kondisi Pemuatan** | **Jenis Material** | **Faktor *Bucket*** |
| Pemuatan ringan | Pemuatan material/bahan dari *stockpile* atau material yang telah dikeruk oleh *excavator* lain, dengan tidak memerlukan lagi daya gali dan bahan dapat dimuat munjung ke dalam *bucket*.  Contoh:  Pasir, tanah berpasir, tanah *colloidal* dengan kadar air sedang, dan lain – lain. | 1,00 – 0,80 |
| Pemuatan sedang | Pemuatan dari *stockpile* tanah lepas yang lebih sukar ikeruk dan dimasukkan ke dalam *bucket* tetapi dapat dimuat hampir sedang menjung penuh.  Contoh:  Pasir kering, tanah berpasir, tanah campur tanah liat, *gravel* yang belum disaring, pasir padat dsb, atau menggali dan memuat *gravel* lunak langsung dari bukit asli. | 0,80 – 0,60 |
| Pemuatan yang agak sulit | Pemuatan batu belah atau batu cadas belah, tanah liat yang keras, pasir campur *gravel*, tanah berpasir, tanah *colloidal* yang liat, tanah liat dengan kadar air yang tinggi, bahan-bahan tsb telah ada pada *stockpile*/persediaan sulit untuk mengisi *bucket* dengan material-material tsb. | 0,06 – 0,55 |
| Pemuatan yang sulit | Batu bongkah besar-besar dengan bentuk yang tidak beraturan dengan banyak ruangan diantara tumpukannya.  Contoh :  Batu hasil ledakan, batu-batu bundar yang besar-besar, pasir campuran batu-batu bundar tersebut, tanah campuran lempung, tanah liat yang tidak bisa dimuat-gusur ke dalam *bucket*. | 0,50 – 0,40 |

Sumber : ArioYusuf Baktiar (2017)

1. *Water Tank Truk*

Alat ini digunakan untuk penyiraman pada lapisan perkerasan untuk mencapai kepadatan maximum sesuai dengan ketentuan spesifikasi. Untuk selanjutnya di lakukan pemadatan dengan *Vibratory Roller*, (Samai 2016). Adapun rumus-rumus yang digunakan untuk *Water Tank Truck* adalah :

[12]

Dimana: *Q* = Kapasistas produksi per jam (m3/jam)

*Fa* = Faktor efisiensi alat

*Wc* = Kebutuhan air material padat

*pa* = Volume tangki air (m3)

**Perhitungan Waktu yang Dibutuhkan dan Biaya Alat Berat**

1. Waktu yang Dibutuhkan Alat Berat

Mengunakan rumus-rumus yang digunakan untuk menghitung waktu yang dibutuhkan alat berat adalah:

[13]

1. Biaya Alat Berat

Penggunaan alat berat terdapat beberapa macam komponen biaya yang harus diperhitungkan, yaitu biaya kepemilikan atau sewa dan biaya operasional alat berat.Biaya-biaya tersebut bernilai cukup besar tergantung skala proyeknya, karena itu diperlukan analisa dan perhitungan yang matang.

Metode perhitungan mengambil dari Dinas Perkerjaan umum kabupaten Kampar, Perhitungan tersebut tertera pada lampiran.

**METODOLOGI**

**Metode Pengumpulan Data**

Data yang digunakan dalam perencanaan ini adalah data primer dan sekunder. Data primer didapat dengan menginventarisasi data yang merujuk pada instansi terkait yaitu Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Kampar, sedangkan data sekunder diperoleh dari Buku, Artikel ilmiah, Jurnal ilmiah, dan lain sebagian.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Data**

Data proyek yang dijadikan lokasi pada tugas akhir ini adalah proyek Jalan Penghubung Lereng Batu ke Sentral Jeruk, yang merupakan kegiatan pembangunan jalan tersebar di Kabupaten Kampar yang terletak di Kecamatan Kuok Kabupaten Kampar Provinsi Riau. Tugas akhir ini memerlukan data-data pendukung yang terkait dalam pelaksanaan proyek Jalan Penghubung Lereng Batu ke Sentral Jeruk. Data proyek yang digunakan untuk pekerjaan lapis pondasi agregat kelas C adalah sebagai berikut:

1. Panjang jalan = 1.000 m
2. Volume pekerjaan lapis pondasi aggregat kelas C = 893,25 m3
3. Jarak *quarry* ke lokasi pekerjaan = 8 km
4. Tebal lapis aggregat padat = 0,15 m
5. Waktu kerja maksimal 1 hari = 7 jam

**Hasil**

Hasil dataalat yang digunakan untuk pekerjaan lapis pondasi agregat kelas C berdasarkan uraian analisa alat pada proyek Jalan Penghubung Lereng Batu ke Sentral Jeruk, sebagai berikut:

1. Kapasitas Produksi Alat Berat

Tabel 8. Kapasitas Produksi per Jam dan Lama Waktu Pekerjaan

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **No.** | **Nama Alat Berat** | **Tipe Alat Berat** | **Kapasitas Produksi/ Jam** | **Lama Waktu Pekerjaan (Jam)** |
| 1 | Dump truk 6 ton | Mitsubishi | 106,99 m3 | 23,41 |
| 2 | Dump truk 10 ton | Mitsubishi | 9,44 m3 | 23,65 |
| 3 | Motor grader (> 100HP) | Komatsu | 136,59 m3 | 6,54 |
| 4 | Vibrator roller (5 – 8 T) | Caterpillar | 37,35 m3 | 23,91 |
| 5 | Wheel loader (1,0 – 1,6 T) | Caterpillar | 94,48 m3 | 9,45 |
| 6 | Water tank truk (3000 – 4500 L) | Hino | 106,71 m3 | 8,37 |

1. Waktu yang Dibutuhkan dan Biaya Alat Berat

Tabel 9. Alternatif I Menggunakan Dump Truk 6 Ton

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nama Alat Berat** | **Tipe Alat Berat** | **Jumlah Alat Berat (Unit)** | **Lama Waktu Pekerjaan (Jam)** | **Harga Sewa Alat/ Jam (Rp)** | **Biaya Sewa Selama Bekerja (Rp)** |
| Dump truk 6 ton | Mitsubishi | 5 | 23,41 | 343.851,34 | 8.049.559,86 |
| Motor grader (> 100HP) | Komatsu | 1 | 6,54 | 817.552,66 | 5.346.794,39 |
| Vibrator roller (5 – 8 T) | Caterpillar | 1 | 23,91 | 418.058,90 | 9.995.788,29 |
| Wheel loader (1,0 – 1,6 T) | Caterpillar | 1 | 9,45 | 475.822,02 | 4.496.518,08 |
| Water tank truk (3000 – 4500 L) | Hino | 1 | 8,37 | 330.770,26 | 2.768.547,07 |
| **Total** | | **9** | **71,68** |  | **30.657.207,69** |

Tabel 10. Alternatif II Menggunakan Dump Truk 6 Ton

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nama Alat Berat** | **Tipe Alat Berat** | **Jumlah Alat Berat (Unit)** | **Lama Waktu Pekerjaan (Jam)** | **Harga Sewa Alat/ Jam (Rp)** | **Biaya Sewa Selama Bekerja (Rp)** |
| Dump truk 6 ton | Mitsubishi | 4 | 23,65 | 587.664,00 | 13.898.253,60 |
| Motor grader (> 100HP) | Komatsu | 1 | 6,54 | 817.552,66 | 5.346.794,39 |
| Vibrator roller (5 – 8 T) | Caterpillar | 1 | 23,91 | 418.058,90 | 9.995.788,29 |
| Wheel loader (1,0 – 1,6 T) | Caterpillar | 1 | 9,45 | 475.822,02 | 4.496.518,08 |
| Water tank truk (3000 – 4500 L) | Hino | 1 | 8,37 | 330.770,26 | 2.768.547,07 |
| **Total** | | **8** | **71,92** |  | **36.505.901,43** |

**KESIMPULAN**

Hasil perhitungan dan pembahasan yang dilakukan maka dalam tugas akhir ini dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Hasil analisa yang sudah dilakukan, dapat diketahui jumlah kapasitas produksi alat berat pada jenis pekerjaan lapis pondasi agregat kelas C, pada *dump truck* 6 ton 7,63m3/jam, *dump truck* 10 ton 9,44 m3/jam, *motor grader* 136,59m3/jam, *vibrator roller* 37,35m3/jam, *wheel loader* 94,48m3/jam, *water tank* truck 106,71m3/jam.
2. Pekerjaan membutuhkan total biaya masing-masing alternatif I Rp. 30.657.207,69 *(Tiga Puluh Juta Enam Ratus Lima Puluh Tujuh Ribu Dua Ratus Tujuh Rupiah Enam Puluh Sembilan Sen)* dan alternatif II Rp. 36.505.901,43 *(Tiga Puluh Enam Juta Lima Ratus Lima Ribu Sembilan Ratus Satu Rupiah Empat Puluh Tiga Sen)*. Maka anggaran biaya terendah adalah pada alternatif I. Alternatif I ini lebih efisien sebesar 5.848.693,74 *( Lima Juta Delapan Ratus Empat Puluh Delapan Ribu Enam Ratus Sembilan Puluh Tiga Tujuh Puluh Empat Sen).*

**SARAN**

Berdasarkan kesimpulan diatas maka dapat disaran sebagai berikut :

1. Penggunaan alat berat sebaiknya direncanakan terlebih dahulu beberapa alternatif sehingga nantinya diperoleh alternatif yang efisien dan terjangkau.
2. Pemakaian tenaga ahli dan terampil untuk mengatur pengoperasian alat berat perlu diperhatikan, sehingga tidak ada alat-alat yang *stand by* (menganggur).
3. Jarak tempuh antara *Quarry* dengan lokasi perlu diperhatikan, makin jauh jarak tempuh maka peralatan pengangkut semakin banyak jumlahnya.

**REFERENSI**

ArioYusuf Baktiar. (2017). *Analisa Produktivitas Penggunaan Alat Berat pada Pekerjaan Tanah dan Pondasi pada Proyek Pembangunan Gedung Pendidikan Profesi Guru Universitas Malang.* Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institute Teknologi Malang.

Dwiyanto, J.S. (2009). *Buku Ajar Pemindahan Tanah Mekanis.* Jurusan Teknik Sipil Universitas diPonegoro Semarang.

Fatimah, S. (2020). *Analisa Produktivitas Alat Berat pada Pekerjaan Timbunan Badan Jalan pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Balikpapan – Samarinda sta 8+865 – 8+925*. *4*, 1–6, Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Balikpapan.

Ir.Susi Fatena Rostiyanti, M. (2008). *Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi*. Penerbit PT Rineka Cipta, Jakarta.

Kusrin ST, M. (2008). *Pemindahan Tanah Mekanis & Alat Berat* (p. 91). Penerbit Semarang University.

M.Irfan Hari Putra. (2018). *Analisis Pemilihan Alat Berat pada Pekerjaan galian dan Timbunan Proyek Pembangunan Falkultas Hukum UII, Falkultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta*.

Noptrius. (2020). *Analisa Produktivitas Alat Berat Pada Pekerjaan Timbunan Jalan Seberang Taluk-Seberang Benai*, *4*(1), 12–26. Fakultas Teknik, Universitas Islam Kuantan Singingi, Indonesia.

Onesimus Fran Ewal. (2020). *Analisa Produktivitas Alat Berat pada Pekerjaan Peningkatan Jalan Simpang Manis Raya-Sekujam Timbai, Jurusan Teknik Sipil Universitas TanjungPura Pontianak.*

Rochamanhadi, I. (1992). *Alat Berat dan Penggunaannya*. Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

Samai, L. O. (2016). *Tinjauan Penggunaan Alat Berat pada Pelaksanaan Proyek Pemelharaan Periodik/Berkala Ruas Jalan Pamoyan-Kadu STA 5+200 s.d STA 6+200 Kabupaten Sumedang*. 1–64.

Sokop, R. M. (2018). *Analisa Perhitungan Produktivitas Alat Berat Gali-Muat (Excavator) Dan Alat Angkut (Dump Truck) Pada Pekerjaan Pematangan Lahan Perumahan Residence Jordan Sea*. *16*(70), 83–88. Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado, Jl. Kampus Bahu-Unsrat Manado, 95115.

United Tractor Tbk. (2012). *Manajemen alat-alat berat*. *189*, 1–189. alat berat konstruksi/buku MAB.pdf

Wibowo, Y. S. T. (2017). *Analisa Produktivitas Penggunaan Alat Berat pada Pekerjaan Tanah Pembuatan Badan Jalan Kereta Api*. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiya purwerejo.