

# Minimalisasi Segregasi dalam Pekerjaan Penghamparan Material Lapis Pondasi Atas Terhadap Produktivitas Alat Berat Pada KM. 13 Proyek Rekonstruksi dan Pelebaran Jalan Semarang-Demak-Trengguli-Jepara/Kudus

Hutami Kusuma Wardhani\*, Ferry Hermawan, Silviana

Program Studi Program Profesi Insinyur, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
 Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

\*Corresponding author: hutamiwardhani22@gmail.com

(Received: May 17, 2024; Accepted: June 6, 2024)

## Abstract

*Minimizing Segregation in the Work of Spreading the Top Foundation Material on Heavy Equipment Productivity at KM. 13 of the Semarang-Demak-Trengguli-Jepara/Kudus Road Reconstruction and Widening Project. Segregation is a condition where the coarse aggregate is separated from the mixture due to the mixture being less loose. These obstacles can affect the quality of road construction. Segregation can occur during the work of laying the top foundation layer. Because heavy equipment is not working optimally, weather conditions are less favorable. The heavy equipment used includes dump trucks, motor graders, and vibro rollers. This research was carried out by analyzing heavy equipment productivity to determine steps so that segregation conditions can be avoided or reduced. The results of the analysis of the productivity of dump truck heavy equipment per hour are 5.34 m<sup>3</sup>/hour, and productivity per day with a work duration of 8 hours/day is 42.73 m<sup>3</sup>/day. Motor grader production per hour is 311.8 m<sup>3</sup>/hour, and productivity per day with a work duration of 8 hours/day is 2494 m<sup>3</sup>/day. Vibrator roller production per hour is 86.06 m<sup>3</sup>/hour, and productivity per day with a work duration of 8 hours/day is 688.5 m<sup>3</sup>/day. Water tank truck production per hour is 64.29 m<sup>3</sup>/hour, and productivity per day with a work duration of 8 hours/day is 514.32 m<sup>3</sup>/day. After optimizing equipment performance, the number of heavy equipment that needs to be added is the number of dump trucks, which increased to 17 units, and also the number of water tank trucks, which increased to 2 units.*

**Keywords:** segregation, dump trucks, water tank truck, vibro roller, heavy equipment productivity

## Abstrak

Segregasi adalah kondisi di mana terjadi pemisahan agregat kasar dari adukannya akibat campuran yang kurang lecah. Kendala tersebut dapat menjadi penyebab terhadap kualitas konstruksi jalan. Segregasi dapat terjadi pada pekerjaan pelaksanaan penghamparan lapis pondasi atas. Karena alat berat tidak bekerja secara optimal, kondisi cuaca yang kurang mendukung. Alat berat yang digunakan antara lain *dump truck*, *motor grader*, *vibro roller*. Penelitian ini dilakukan dengan analisa produktivitas alat berat guna menentukan langkah agar kondisi segregasi dapat dihindari atau dikurangi. Hasil analisa produktivitas alat berat *dump truck* per jam adalah sebesar 5,34 m<sup>3</sup>/jam, dan produktivitas per hari dengan durasi pekerjaan 8 jam/hari adalah sebesar 42,73 m<sup>3</sup>/hari. *Motor grader* produksi per jam adalah sebesar 311,8 m<sup>3</sup>/jam, dan produktivitas per hari dengan durasi pekerjaan 8 jam/hari adalah sebesar 2494 m<sup>3</sup>/hari. *Vibrator roller* produksi per jam adalah sebesar 86,06 m<sup>3</sup>/jam, dan produktivitas per hari dengan durasi pekerjaan 8 jam/hari adalah sebesar 688,5 m<sup>3</sup>/hari. *Water tank truck* produksi per jam adalah sebesar 64,29 m<sup>3</sup>/jam, dan produktivitas per hari dengan durasi pekerjaan 8 jam/hari adalah sebesar 514,32 m<sup>3</sup>/hari. Setelah melakukan optimalisasi kinerja

alat, maka jumlah alat berat yang perlu ditambahkan adalah *dump truck* ditambah menjadi 17 unit dan juga *water tank truck* ditambah menjadi 2 unit.

**Kata kunci:** *segresi, dump truck, water tank truck, vibro roller, produktivitas alat berat*

**How to Cite This Article:** Wardhani, H. K., Hermawan, F., Silviana, S. (2024). Minimalisasi Segregasi dalam Pekerjaan Penghamparan Material Lapis Pondasi Atas Terhadap Produktivitas Alat Berat Pada KM. 13 Proyek Rekonstruksi dan Pelebaran Jalan Semarang-Demak-Trengguli-Jepara/Kudus. *JPII*, 2(3), 178-183. DOI: <https://doi.org/10.14710/jpii.2024.24269>

## PENDAHULUAN

Jalan raya adalah sarana transportasi darat yang memiliki bagian yang penting dalam pertumbuhan, mendukung dan memperlancar laju pertumbuhan ekonomi (La Welendo et al., 2021), terutama pada daerah pantura seperti Kota Demak karena pada kondisi ruas jalan tersebut kondisi geologi menjadi salah satu faktor penyebab penurunan muka tanah (Bambang et al., 2013). Maka dari itu pemerintah melalui Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat melakukan pembangunan proyek infrastruktur rekonstruksi dan pelebaran Jalan Semarang-Demak-Trengguli-Jepara/Kudus yang didanai oleh anggaran APBN Tahun 2022. Kemudian setelah dilakukan survei dan perencanaan oleh tim P2JN Binamarga Jawa Tengah, pelaksanaan pembangunan proyek rekonstruksi jalan ini menggunakan lapisan perkerasan jalan dengan perkerasan rigid, karena efektif dan aman terhadap genangan air (area jalan potensi tergenang air lebih tinggi). Adapun penggunaan struktur pendukung pada perkerasan rigid paling bawah ini ialah lapis pondasi.

Lapis pondasi adalah lapisan pada sistem perkerasan yang terletak di bawah lapis pondasi yang berfungsi menyebarkan tegangan dari lapis permukaan kepada lapisan di bawahnya (Spesifikasi Umum Binamarga Rev.2, 2018). Di mana pada proyek ini, lapis pondasi agregat yang digunakan hanya lapis pondasi agregat (LPA) kelas A dan direncanakan yaitu ketebalan 20 cm. Salah satu permasalahan yang dihadapi dalam pekerjaan pelaksanaan lapis pondasi ini adalah segregasi. Kondisi segregasi ini ialah kondisi dimana terjadi perpisahan antara agregat kasar dari adukannya yang diakibatkan dari campuran yang kurang lecah. Mengingat bahwa kendala-kendala tersebut dapat menjadi penyebab terhadap kualitas konstruksi jalan.

Begitu pula Proyek Pembangunan Rekonstruksi dan Pelebaran Jalan Semarang-Demak-Trengguli-Jepara/Kudus yang mengalami kendala seperti segregasi pada pekerjaan pelaksanaan penghamparan lapis pondasi atas. Alat-alat berat tidak bekerja secara optimal, kondisi cuaca yang kurang mendukung dan juga stok material yang tidak terjaga. Adapun alat berat yang digunakan ialah alat berat penghamparan dan pemadatan (*dump truck, motor grader, vibro roller*). Oleh karena itu analisa perhitungan produktivitas alat berat ini merupakan salah

satu kunci untuk langkah awal agar kondisi segregasi tersebut dapat dihindari.

## METODE PENELITIAN

### Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini terdapat dua data yang digunakan sebagai acuan untuk mengerjakan penelitian. Kedua jenis data tersebut ialah data primer dan data sekunder. Data primer yang dibutuhkan adalah pengamatan alat berat yang digunakan di lapangan, dan waktu yang dibutuhkan alat berat untuk melaksanakan kegiatan. Data sekunder yang diperoleh dari pihak-pihak terkait berupa volume pekerjaan dan spesifikasi alat berat.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode observasi dengan melakukan pengambilan data serta melakukan studi kepustakaan dengan mengambil referensi teori yang relevan di berbagai literatur. Penelitian ditinjau dari metode pelaksanaan produktivitas alat berat serta faktor tambahan dengan memfokuskan efisiensi produktivitas alat berdasarkan volume pekerjaan yang ada untuk meminimalisir terjadinya segregasi.

### Metode Efisiensi Produktivitas Alat Berat

Salah satu pedoman yang dapat diambil untuk penentuan faktor efisiensi alat adalah seperti pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Faktor efisiensi alat

Ketrampilan Operasi	Faktor Efisiensi
Baik	0,83
Sedang	0,75
Agak kurang	0,67
Kurang	0,58

Sumber : Permen PU No.11/PRT/M/2016

- 1) Produktivitas *Dump Truck*

$$Q = \frac{V \times Fa \times 60}{D \times Ts} \quad (1)$$

Keterangan :

Q = Kapasitas produksi *dump truck* (m<sup>3</sup>/jam)

V = Kapasitas bak (ton)

Fa = Faktor efisiensi alat

D = Berat isi material padat  
 Ts = Waktu siklus (menit)  
 60 = Konversi jam ke menit

2) Produktivitas *Motor Grader*  

$$Q = \frac{Lh \times (n(b-b_0)) \times h \times Fa \times 60}{N \times n \times Ts} \quad (2)$$

Keterangan :  
 Lh = Panjang hamparan  
 N = Jumlah lintasan  
 B = Lebar efektif *blade*  
 Fa = Faktor efisiensi alat  
 N = Jalur lintasan  
 Ts = Waktu siklus  
 H = Tebal hamparan

3) Produktivitas *Vibrator Roller*  

$$Q = \frac{(v \times 1000) \times (N(b-b_0) + b_0) \times t \times Fa}{n \times N} \quad (3)$$

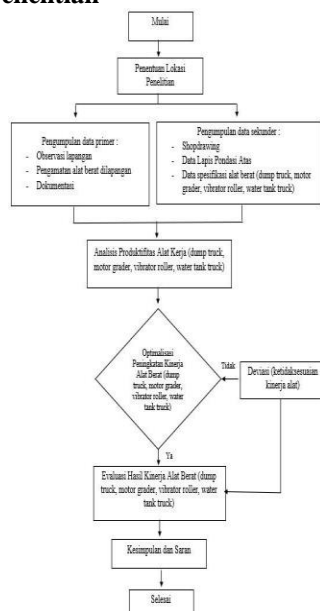
Keterangan :  
 v = Kecepatan rata-rata alat (km/jam)  
 N = Jumlah lajur  
 n = Jumlah lintasan  
 t = Tebal lapis agregat padat  
 Fa = Faktor efisiensi alat  
 bo = Lebar *overlap*

4) Produktivitas *Water Tank Truck*  

$$Q = \frac{Pa \times Fa \times 60}{1000 \times Wc} \quad (4)$$

Keterangan :  
 Pa = Kapasitas pompa air  
 Fa = Faktor efisiensi alat  
 Wc = Kebutuhan air/M<sup>3</sup> material padat

**Diagram Alir Penelitian**



**Gambar 1.** Diagram alir penelitian

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Objek dari penelitian ini adalah pelaksanaan pekerjaan penghamparan lapis pondasi atas proyek rekonstruksi dan pelebaran Jalan Semarang-Demak-Trengguli-Jepara/Kudus di KM. 13+025-13+400 Ka 2. Lokasi objek penelitian terdapat pada Gambar 2.

**Ruas Semarang - Demak - Trengguli - Jepara/Kudus**



**Gambar 2.** Lokasi penelitian (Sumber: Google Earth)

**Pelaksanaan Pekerjaan Hamparan**

Berikut alur dalam pekerjaan penghamparan material lapis pondasi atas.

a) Pengangkutan material dari *quarry* ke lokasi pekerjaan

Pengangkutan material dari *quarry* ke lokasi pekerjaan dilakukan menggunakan alat berat *dump truck* dengan jarak angkut 80 km dan dengan kecepatan 40 km/jam.

b) Pembongkaran material

Proses bongkar maerial dilakukan dengan 2 teknik pelaksanaan. Pertama material dibongkar dan diletakkan pada satu titik diatas lapisan geotekstil. Kedua, material dibongkar dan diletakkan menjadi beberapa titik.

c) Penghamparan material menggunakan *motor grader*

Setelah pembongkaran material, alat berat dinyalakan pada sekitar lokasi pekerjaan dengan interval waktu 2-5 menit.

d) Pemadatan material menggunakan *vibro roller*

Pada proses pemadatan ini, kecepatan yang digunakan adalah 2 km/jam. Kecepatan *vibrator roller* cenderung sangat lambat, hal ini bertujuan agar agregat menjadi padat secara optimal. Pada proses yang dilakukan di lapangan dilakukan sebanyak 6 *passing* dengan gerakan biasa dan 6 *passing* dengan getaran.

e) Penyiraman material menggunakan *water tank truck*

Setelah pekerjaan pemadatan dilakukan dengan lintasan 6 kali lalu material disiram dengan air secara merta sepanjang material. Setelah air merata di permukaan material agregat yang sudah dipadatkan kemudian material lapis pondasi dipadatkan kembali

dengan vibrator roller sampai jumlah lintasan mencapai 12 kali lintasan secara merata dan padat.

f) Analisa produktivitas alat berat  
Berdasarkan rumus-rumus pada persamaan diatas, didapatkan hasil sebagai berikut ini

**Tabel 2.** Hasil perhitungan produktivitas alat berat

Alat Berat Yang Digunakan	Produktivitas Alat per jam (m <sup>3</sup> /jam)	Produktivitas Alat per hari (m <sup>3</sup> /hari)
Dump truck	5,34	42,73
Motor grader	311,8	2494,4
Vibrator roller	86,06	688,5
Water tank truck	64,29	514,32

g) Evaluasi hasil kinerja alat berat  
Penambahan alat berat pada water tank truck dan dump truck sangat diperlukan untuk meningkatkan produktivitasnya. Alat berat harus mendapatkan pemeliharaan dan perawatan rutin secara teratur agar alat berat selalu dalam kondisi baik sehingga berfungsi dengan baik yang nantinya dapat meningkatkan produktivitasnya. Selain itu, pada saat penghamparan material lapis pondasi atas ini terkendala dengan kondisi cuaca. Ketika hujan turun, maka harus sigap menutup alat berat dengan terpal agar terlindungi.



**Gambar 3.** Kondisi sebelum dan setelah adanya analisis produktivitas alat

h) penerapan K3L dalam pekerjaan penghamparan lapis pondasi atas kelas A  
Penerapan K3L dalam pekerjaan pelaksanaan penghamparan lapis pondasi atas kelas A yang mengacu pada JSA yang telah dibuat sebelumnya oleh pihak penyedia jasa adalah sebagai tabel berikut.

**Tabel 3.** Monitoring pelaksanaan K3 di lapangan

No.	URAIAN INSPEKSI	HASIL		KETERANGAN
		YA	TDK	
1.	Apakah ada Ahli atau Petugas K3 di lapangan	√		Petugas K3 dan Flagman
2.	Apakah melakukan induksi K3 kepada setiap tamu yang berkunjung		√	
	a. Ada	√		Tidak continue
	b. Tidak ada			
3.	Apakah tenaga kerja menggunakan APD yang sesuai (Helm Proyek, Sepatu Karet dan Rompi) saat bekerja		√	
	a. Semua			
	b. Tidak ada / sebagian	√		
4.	Apakah tersedia media komunikasi terkait K3			Rambu – rambu keselamatan kerja
	a. Lengkap	√		
	b. Kurang lengkap/tidak ada			
5.	Apakah tersedia kotak APAR			
	a. Lengkap/sesuai	√		
	b. Tidak ada			
6.	Apakah tersedia kotak P3K			
	a. Ada	√		
	b. Tidak ada			
7.	Apakah tersedia jalur evakuasi dan titik kumpul			
	a. Ada	√		
	b. Tidak ada			
8.	Apakah terpasang rambu-rambu dan petunjuk keselamatan kerja			
	a. Ada	√		Di area rekonstruksi dan pelebaran jalan
	b. Tidak ada			
9.	Apakah di lingkungan kerja/base camp tersedia fasilitas pencucian, air minum, penerangan, pemeliharaan fasilitas dan ventilasi yang memadai			
	a. Lengkap	√		
	b. Kurang lengkap			
10.	Telah dilaksanakan ketentuan K3/pengamanan : elektikal, material & kimia berbahaya dan penggunaan alat berat			
	a. Cukup			
	b. Kurang		√	P2H unit tidak continue SIO SILO SLO
11.	Apakah di kantor/base camp ada tersedia catatan harian kerja dan struktur K3			
	a. Lengkap dan tertib			
	b. Kurang lengkap/tidak ada		√	Kurang lengkap, tidak continue
12.	Apakah sudah menjalankan protokol Cov-19			
	a. Sudah	√		
	b. belum			

**Tabel 4.** Identifikasi bahaya dan resiko

No	Uraian Kegiatan	Identifikasi Bahaya	Dampak / Risiko	Pengendalian Risiko
1.	Pengawasan Pekerjaan Mobilisasi Alat di lokasi kerja	- Tertabrak kendaraan - Terjatuh dari kendaraan - Terkena / tertabrak alat berat	- Pekerja/ Pengawas Luka Ringan - Pekerja/ Pengawas Luka Parah	- Menggunakan APD lengkap - Memasang rambu-rambu keselamatan pada lokasi pekerjaan untuk melindungi personil yang bekerja - Pengaturan lalin mobilisasi harus sesuai standard - jaga jarak aman alat dan manusia
2.	Pengawasan Pekerjaan Mobilisasi : - Penyusunan Pelaporan Penerapan SMKK	- Tersengat listrik/ peralatan listrik - Terjatuh/ terpeleaset dari bangku kerja - Terkena / tertabrak meja kerja - Kelelahan/ Fatigue	- Pekerja/ Pengawas Luka Ringan - Pekerja/ Pengawas Luka Parah	- SR lokasi kantor kerja - Memasang peralatan keamanan terhadap bahaya listrik - Pengaturan peralatan kerja sesuai standard kesehatan dan kenyamanan
3.	Pengawasan Pekerjaan Sosialisasi, Promosi dan Pelatihan : - Induksi Keselamatan Konstruksi (Safety Induction)	- Tersengat listrik/ peralatan listrik - Terjatuh/ terpeleaset dari bangku kerja - Terbentur/ tertabrak meja kerja - Kelelahan/ Fatigue	- Pekerja/ Pengawas Luka Ringan - Pekerja/ Pengawas Luka Parah	- SR lokasi kantor kerja - Memasang peralatan keamanan terhadap bahaya listrik - Pengaturan peralatan kerja sesuai standard kesehatan dan kenyamanan
4.	Pengawasan Pekerjaan Pemenuhan Alat Pelindung Kerja APK dan Alat Pelindung	- Tertabrak kendaraan/ peralatan kerja - Terjatuh dari kendaraan	- Pekerja/ Pengawas Luka Ringan	- Menggunakan APD lengkap

<p>5. Pengawasan Pekerjaan Perkerasan Berbutir :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lapis Pondasi Agregat Kelas A</li> <li>- Lapis Drainase</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Terkena luka/terbentur Peralatan Pekerja</li> <li>- Terserempet/tertabrak kendaraan yang melintas</li> <li>- Terjatuh dan terpeleset</li> <li>- Terjadi luka terkena percikan/tersayat/kejutahan/terbentur batu dan material</li> <li>- Gangguan Pernapasan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pekerja/ Pengawas Luka Ringan</li> <li>- Pekerja/ Pengawas Luka Parah</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menggunakan APD</li> <li>- Pekerja harus terampil dan berpengalaman di bidangnya</li> <li>- Senantiasa selalu menjaga jarak aman antara pekerja dengan unit kerja lainnya</li> <li>- Memasang rambu-rambu pada lokasi pekerjaan untuk melindungi personil yang bekerja</li> <li>- Menggunakan peralatan layak pakai.</li> </ul>
<p>6. Pengawasan Pekerjaan Perkerasan Berbutir :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lapis Pondasi Beton Kurus</li> <li>- Perkerasan Beton Semen Untuk Pembukaan Lalu Lintas Umrur Beton Lebih Dari 3 Hari dan Kurang dari 7 Hari (Acuan Tetap) F5-45</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Terkena luka Peralatan dan Material Pekerjaan</li> <li>- Terserempet/tertabrak kendaraan yang melintas</li> <li>- Terjatuh dan terpeleset</li> <li>- Tersengat aliran listrik</li> <li>- Gangguan Pernapasan</li> <li>- Excavator amblas, terguling/ rusak</li> <li>- Kejatuhan material mobilisasi dari dumptruck/ truck mixer</li> <li>- Terkena/ terbentur bodi/ boom arm excavator</li> <li>- Tertusuk/tergores bongkaran besi, paku, perkakas besi dan pager batas</li> <li>- Terjepit peralatan accessoris excavator</li> <li>- Dump Truck/ truck mixer amblas, terguling/ rusak</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pekerja/ Pengawas Luka Ringan</li> <li>- Pekerja/ Pengawas Luka Parah</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menggunakan APD lengkap (sepatu, rompi, masker, kaos tangan)</li> <li>- Menggunakan alat kerja layak pakai</li> <li>- Memastikan seluruh aliran listrik sudah diputus</li> <li>- Excavator dilakukan P2H dan maintenance berkala, dilengkapi SILO</li> <li>- Pekerja harus terampil dan berpengalaman dibidangnya</li> <li>- Operator terampil menggunakan excavator, dilengkapi SIO</li> <li>- Senantiasa selalu menjaga jarak aman antara pekerja dengan lainnya</li> <li>- Menjaga jara aman radius swing excavator</li> <li>- Memposisikan dudukan excavator rata, dan pijakan material keras</li> <li>- Penggunaan rambu – rambu kerja lengkap</li> <li>- Memakai masker</li> </ul>

Berdasarkan tabel di atas, penerapan K3 pada pekerjaan penghamparan material lapis pondasi atas sudah cukup baik, meskipun masih ada kekurangan yang harus diperbaiki. Terutama kepedulian pekerja dalam penerapan K3 dan ketegasan perusahaan untuk memberi sanksi terhadap pekerja yang melanggar penerapan K3.

**KESIMPULAN**

Berdasarkan analisa produktivitas dan perhitungan jumlah alat berat yang telah dilakukan pada alat berat *dump truck*, *motor grader*, *vibrator roller*, dan *water tank truck* adalah sebagai berikut:

1. Proses pelaksanaan pekerjaan penghamparan material lapis pondasi atas dari mulai pengangkutan material di *quarry* ke lokasi pekerjaan, kemudian dilakukan pekerjaan penghamparan material dengan menggunakan alat berat *dump truck*, perataan material dengan menggunakan alat berat *motor grader*, pemadatan material dengan menggunakan alat berat *vibrator roller*, dan terakhir penyiraman material menggunakan alat berat *water tank truck* berjalan dengan lancar.
2. Dari hasil perhitungan produktivitas alat berat (*dump truck*, *motor grader*, *vibrator roller*, *water tank truck*) dibutuhkan penambahan alat berat *dump truck* sebanyak 17 unit dan juga *water tank truck* sebanyak 1 unit.

**DAFTAR PUSTAKA**

Alfons Willyam Sepang Tjakra, B. J., Ch Langi, J. E., & O Walangitan, D. R. (2013). MANAJEMEN RISIKO KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (K3) PADA PROYEK PEMBANGUNAN RUKO ORLENS FASHION MANADO. *Jurnal Sipil Statik*, 1(4), 282–288.

Arrasyid, M. H., Yulianto, T., & Sundari, T. (2021). ANALISIS PRODUKTIVITAS ALAT BERAT DI PROYEK PEMBANGUNAN/REHABILITASI

**JALAN KELURAHAN KEPANJEN KAB. JOMBANG (Vol. 1, Issue 1).**

Arsyad, Riwan. (2021). ANALUSA PRODUKTIVITAS ALAT BERAT DALAM PEKERJAAN PENGHAMPARAN MATERIAL AGREGAT PADA PROYEK PEMBANGUNAN JALAN TOL PEKANBARU – PADANG SEKSI VI PEKANBARU – BANGKINANG. *Jurnal Teknik Sipil. Universitas Riau*.

*Bab I Pendahuluan: 1.1 Latar Belakang Original Title: Studi Kasus Pengaruh Segregasi pada Pelaksanaan Lapis Pondasi Atas.docx.* (n.d.).

Billy Kalengkongan Tisano Tj Arsjad, B., & Mangare, J. B. (2020). ANALISA PERHITUNGAN PRODUKTIVITAS ALAT BERAT PADA PEKERJAAN PEMATANGAN LAHAN PEMBANGUNAN TOWER SUTET LIKUPANG-PANIKI. *Jurnal Sipil Statik*, 8(1), 99–106.

Febrianti, D. (2017a). *Analisis Produktivitas Alat Berat Pada Pekerjaan Timbunan* (Vol. 21, Issue 4).

Febrianti, D. (2017b). *Analisis Produktivitas Alat Berat Pada Pekerjaan Timbunan* (Vol. 21, Issue 4).

Firmansyah Priyono, A., & Harianto, D. F. (2019). Analisis Penerapan Sistem Manajemen K3 dan Kelengkapan Fasilitas K3 Pada Proyek Konstruksi Gedung Di Surabaya. In *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil Universitas Madura* (Vol. 4, Issue Desember).

Kaprina, A., Winarto, S., Cahyo, Y. S., Teknik, F., & Kadiri, U. (2018). ANALISA PRODUKTIVITAS ALAT BERAT PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG FAKULTAS SYARIAH DAN ILMU HUKUM IAIN TULUNGANGUNG. In *JURMATEKS* (Vol. 1, Issue 1).

Loding, A., Nashrun, M., & Minmahddun, A. (2022). EVALUASI METODE PELAKSANAAN DAN PRODUKTIVITAS ALAT BERAT PADA PROYEK PEKERJAAN LPB DAN LPA PADA JALAN MADUSILA KECAMATAN ABELI KOTA KENDARI. In *Jurnal Media Konstruksi* (Vol. 7, Issue 1). <http://ojs.uho.ac.id/index.php/MedKons/>

Pardomuan Tambunan, S., Dewantoro, F., & Pratiwi, D. (2022). PERHITUNGAN PRODUKTIVITAS ALAT BERAT PADA PROYEK PEMBANGUNAN JALAN SIMPANG KORPRI PURWOTANI. 03(02), 67–73. <http://jim.teknokrat.ac.id/index.php/tekniksipilJurnalTeknikSipil>

*Prinsip Menghitung Jumlah Kebutuhan Prinsip Menghitung Jumlah Kebutuhan Excavator dan Dump Truck Untuk Excavator dan Dump Truck Untuk Pekerjaan Galian asegment Pekerjaan Galian asegment.* (n.d.).

- Rocky, B., Mandagi, K. R. J. M., Rantung, J. P., & Malingkas, G. Y. (2013). KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA PADA PELAKSANAAN PROYEK KONSTRUKSI (STUDI KASUS: PROYEK PT. TRAKINDO UTAMA). *Jurnal Sipil Statik*, 1(6), 430–433.
- Setiawati, D. N., & Maddeppungeng, A. (n.d.). *Analisis Produktivitas Alat Berat Pada Proyek Pembangunan Pabrik Krakatau (Dwi Novi-Andi) ANALISIS PRODUKTIVITAS ALAT BERAT PADA PROYEK PEMBANGUNAN PABRIK KRAKATAU POSCO ZONE IV DI CILEGON.*
- Syahrul Ramadhani, D. (n.d.). *EVALUASI PEMAKAIAN ALAT BERAT PADA PEKERJAAN TANAH PROYEK PEMBANGUNAN JALAN TOL (Studi Kasus: Pembangunan Jalan Tol Solo- Jogja STA 9+970 s/d 10+250).*
- Ulil Amri, A., & Welendo, L. (2021). Metode Pelaksanaan Lapis Pondasi Agregat Kelas A “Studi Kasus Rekonstruksi Jalan Lingkar Wawonii.” In *Jurnal Media Konstruksi* (Vol. 6, Issue 4)