Jriteks-Ulfiyati

by jriteks@poliwangi.ac.id 1

Submission date: 19-Aug-2022 03:01AM (UTC-0400)
Submission ID: 1883997493
File name: JRiteks-Ulfiyati.docx (633.26K)
Word count: 2547
Character count: 14499

J-RITEKS
Jurnal Riset Teknik Sipil dan Sains
https://jurnal.poliwangi.ac.id/index.php/Jriteks

PENERAPAN METODE SIMPLEKS DALAM OPTIMASI BIAYA PENGGUNAAN ALAT BERAT PADA PEKERJAAN *CUT AND FILL* PROYEK *WORKSHOP* PT. INKA PERSERO

Moh. Aji Pangestu[1], Yuni Ulfiyati[2], Zulis Erwanto[3]
[1,2,3]Politeknik Negeri Banyuwangi
Email corresponding author: yuniulfi@poliwangi.ac.id

Info Artikel
Diajukan :dd/mm/yyyy
Direview: dd/mm/yyyy
Dipublikasi:
dd/mm/yyyy

Abstrak
Proyek Engineering, Procurement, Construction, Commissioning (EPCC) workshop kereta api di Banyuwangi memiliki luas 83 Ha, dan 30 Ha. Area proyek memiliki kontur elevasi yang tidak rata sehingga perlu adanya pekerjaan *cut and fill*. Pekerjaan *cut and fill* memerlukan penggunaan alat berat agar pelaksanaan pekerjaan selesai sesuai dengan jadwal dan dapat mengoptimalkan biaya tanpa mengabaikan waktu yang akan dicapai. Tujuan penelitian ini adalah menerapkan metode simpleks dalam optimasi biaya penggunaan alat berat pada pekerjaan *cut and fill* pada proyek workshop PT. INKA Persero. Hasil penerapan metode simpleks dalam optimasi biaya penggunaan alat berat pada pekerjaan *cut and fill* untuk pekerjaan galian pada kombinasi 4 dengan excavator tipe 2 dengan jumlah 3 unit, dumptruck tipe 1 dengan jumlah 6 unit, dan bulldozer tipe 1 dengan jumlah 2 unit, dengan biaya total sejumlah Rp.4.955.077.432. Untuk alternatif alat yang optimal pada pekerjaan timbunan yaitu alternatif kombinasi 4 dengan menggunakan excavator tipe 2 jumlah 2 unit, dumptruck tipe 1 sejumlah 3 unit, bulldozer tipe 1 jumlah 1 unit, vibro roller jumlah 1 unit, dan water tank truck jumlah 1 unit, dengan biaya total sejumlah Rp.3.403.048.016.

Kata Kunci : Alat Berat, Biaya, *Cut and Fill*, Simpleks, Optimasi.

Abstract
The Engineering, Procurement, Construction, Commissioning (EPCC) project of the train workshop in Banyuwangi has an area of 83 hectares, and 30 Ha. The project area has uneven elevation contours, so cut and fill work is necessary. Cut and fill works require the use of heavy equipment so that the implementation can be completed according to the schedule and can optimize costs without neglecting the time to be achieved. The purpose of this study was to apply the simplex method in optimizing the cost of using heavy equipment in cut and fill work at the PT INKA Persero. The results of the application of the simplex method in optimizing the cost of using heavy equipment in cut and fill work for excavation work in combination 4 with excavator type 2 with a total of 3 units, dump truck type 1 with a total of 6 units, and bulldozer type 1 with a total of 2 units, with a total cost of Rp.4.955.077.432. For the optimal alternative tools for embankment work, namely alternative combinations of 4 by using excavator type 2 totaling of 2 units, dump trucks type 1 totaling of 3 units, bulldozer type 1 totaling 1 unit, vibro roller totaling 1 unit, and water tank truck totaling 1 unit, with the total cost of Rp. 3,403,048.016.

***Keyword** : Cost, Cut and Fill, Heavy Equipment, Optimization, Simplex*

PENDAHULUAN

Dalam pelaksanaan suatu proyek konstruksi sering terjadi permasalahan yang menyebabkan terjadinya keterlambatan proyek. Ada berbagai macam penyebab, mulai dari perencanaan yang kurang jeli melihat kondisi lapangan, peralatan yang tidak memadai, penyediaan material yang tidak lancar maupun produktivitas pekerja yang buruk (Nugraha, 2021). Salah satu pekerjaan yang sering terjadi keterlambatan yaitu pekerjaan *cut and fill*. Pekerjaan *cut and fill* merupakan pekerjaan tanah dimana sejumlah material tanah digali dari suatu tempat kemudian ditimbun di tempat lain (Hartono, 2005). Tujuan proses *cut and fill* untuk menjadikan permukaan tanah menjadi lebih rata sesuai elevasi rencana sehingga memudahkan saat pelaksanaan pekerjaan proyek.

Dalam pekerjaan *cut and fill* dibutuhkan penggunaan alat berat, terutama pada proyek konstruksi yang memiliki skala besar (Notoprasetio, 2017). Tujuan penggunaan alat-alat berat untuk memudahkan dalam mengerjakan pekerjaannya sehingga hasil yang diharapkan dapat tercapai dengan waktu yang relatif singkat. Dalam penggunaan alat berat untuk pekerjaan *cut and fill* pada proyek skala besar diperlukan perencanaan yang baik agar tidak terjadi keterlambatan yang dapat menyebabkan terjadinya pembengkakan biaya proyek, seperti yang terjadi pada proyek Engineering,

Procurement, Construction, Commissioning (EPCC) workshop kereta api.

Proyek (EPCC) workshop kereta api merupakan kerjasama antara PT. INKA (Persero) bersama dengan produsen kereta api dunia asal Swiss, Stadler Rail. Menurut data yang didapat dari PT. Adhi Karya (Persero) lokasi proyek workshop ini memiliki luas lahan 834.900 m2, dan 300.000 m2 yang digunakan sebagai area platform building. Pada saat pelaksanaan pekerjaan site development, proyek workshop kereta api mengalami keterlambatan yang disebabkan oleh beberapa faktor. Faktor yang utama yaitu adanya redesign pada saat pekerjaan *cut and fill* yang sudah berjalan, sehingga pihak kontraktor melakukan reschedule, faktor lain yang mempengaruhi yaitu kondisi tanah yang berbatu pada lahan yang di gunakan sebagai pembangunan workshop. Selain itu faktor yang sangat berpengaruh dalam merencanakan penggunaan alat berat adalah dilakukannya perencanaan dengan perkiraan kasar belum menggunakan metode atau alat bantu. Hal ini mengakibatkan alat berat yang didatangkan tidak sesuai dengan jadwal dan didatangkan secara parsial sehingga mengalami keterlambatan pada pelaksanaan pekerjaan *cut and fill*.

Untuk mengatasi permasalahan pada pelaksanaan pekerjaan *cut and fill* diperlukan upaya optimasi penggunaan alat berat pada pelaksanaan proyek. Namun percepatan penyelesaian proyek tanpa perencanaan perkiraan secara tepat akan mengakibatkan pembengkakan biaya pada proyek. Oleh karena itu diperlukan analisis optimasi biaya menggunakan program linier metode simpleks (Qariatullailiyah & Indryani, 2013). Metode Simpleks yaitu suatu teknik perencanaan bersifat analitis yang menggunakan model matematis dengan tujuan menemukan beberapa kombinasi alternatif pemecahan optimum terhadap persoalan. Dengan metode ini dapat diketahui berapa lama suatu proyek tersebut dapat diselesaikan dengan tetap memberikan keuntungan kepada pihak pengelolah proyek tanpa mengurangi kualitas (mutu) suatu konstruksi (Gunantara, 2018).

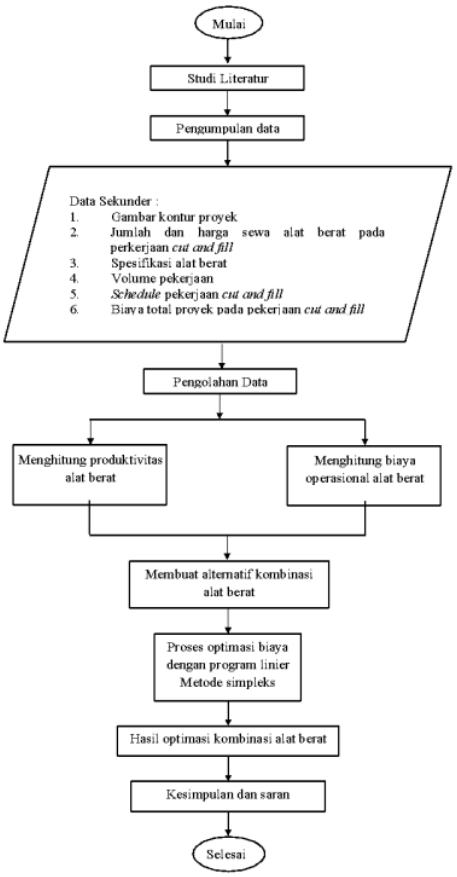
Dari permasalahan yang sudah dijelaskan, pada proyek workshop kereta api PT. INKA (Persero) perlu dilakukan penelitian untuk mencari perkiraan biaya yang optimal pada penggunaan alat berat dalam pekerjaan *cut and fill* dengan menerapkan program linier metode simpleks, serta melihat sejauh mana hasil optimasi biaya menggunakan metode simpleks dengan rencana proyek karena nantinya hasil perencanaan tersebut akan dibandingkan untuk mencari alternatif penggunaan alat berat yang paling optimal.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada Proyek EPCC Workshop PT. INKA (Persero). Pengumpulan data dilakukan dengan memperoleh data penunjang seperti data sekunder dari proyek tersebut.

Data Sekunder yang digunakan meliputi gambar kontur proyek, dan harga sewa alat berat pada perkerjaan *cut and fill*, spesifikasi alat berat, volume pekerjaan, schedule pekerjaan *cut and fill*, dan biaya total proyek pada pekerjaan *cut and fill*.

Setelah mendapatkan data sekunder, kemudian dilakukan analisa dan pengolahan data yaitu mengoptimasi penggunaan alat berat. Berikut merupakan flowchart metode penelitian:



Gambar 1. Diagram Alir/Flowchart Penelitian

Perhitungan Produktivitas Alat Berat

Perhitungan produktivitas alat berat meliputi alat berat *excavator, dumptruck, bulldozer, vibro roller*, dan *water tank* pada masing-masing tipe alat berat.

Perhitugan Biaya Operasional Alat Berat

Biaya operasional alat berat adalah biaya yang akan dikeluarkan untuk sewa alat, bahan bakar dan upah operator (Rostiyanti, 2008). Pada proyek workshop kereta api PT. INKA, seluruh alat berat yang digunakan adalah sewa, sehingga biaya minyak pelumas dan perawatan / kerusakan alat berat tidak diperhitungkan.

Pembuatan Alternatif Kombinasi Alat

Pembuatan alternatif kombinasi alat ini terdapat beberapa tahap yang harus diperhatikan yaitu ,menentukan jenis atau tipe masing-masing alat berat yang digunakan, menentukan kapasitas masing-masing alat berat yang digunakan, membuat enam alternatif kombinasi alat berat dengan tipe dan jenis alat berat yang berbeda.

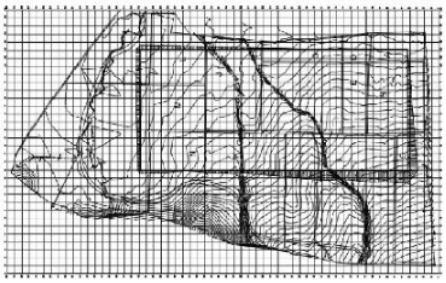
Optimasi Biaya Dengan Program Linier Metode Simpleks

Hal-hal yang diperlukan dalam optimasi yaitu, menetapkan variabel keputusan, menuliskan secara sistematis fungsi tujuan, menuliskan fungsi kendala pada masing-masing pekerjaan yang meliputi kendala volume, kendala ketergantungan alat, kendala ketidaknegatifan. Setelah semua variabel dan fungsi tujuan dibuat dilanjutkan dengan optimasi menggunakan aplikasi komputer LINDO.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut merupakan hasil dan pembahasan dari optimasi alat berat:

Penelitian hanya dilakukan pada area workshop building, dapat dilihat pada **Gambar 2** dengan luas total 158.949,44 m^2.

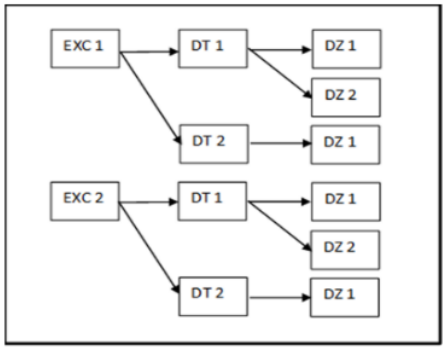


Gambar 2. Denah Pekerjaan *Cut and Fill*

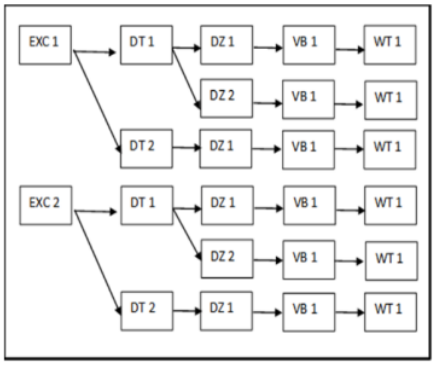
Dari **Gambar 2** tersebut diperoleh perhitungan volume pekerjaan dari PT.INKA yaitu, volume pekerjaan *cut* adalah sebesar 320.915,24 m^3 dan pada pekerjaan *fill* adalah 151.200,85 m^3.

Alternatif Kombinasi Alat Berat

Alat berat yang digunakan pada pekerjaan *cut and fill* pada proyek ini terdapat lima macam alat berat yaitu *excavator, dump truck, bulldozer, vibratory roller,* dan *water tank*. Pada dasarnya berat tersebut memiliki merek dan tipe yang banyak sekali, akan tetapi dalam penyajian ini penulis akan mengambil beberapa merek dan tipe alat berat yang datanya didapatkan dari proyek. Alternatif kombinasi alat berat yang digunakan pada pekerjaan *cut and fill* proyek workshop kereta api disajikan pada **Gambar 3** dan **Gambar 4**.



Gambar 3. Alternatif Kombinasi Alat Berat Pekerjaan Galian



Gambar 4. Alternatif Kombinasi Alat Berat Pekerjaan Timbunan

Dengan: *EXC : Excavator, DT: Dump Truck, DZ : Bulldozer, VB : Vibro Roller, WT : Water Tank* (angka = tipe)

Perhitungan Produktifitas Alat Berat

Pada pekerjaan *cut and fill* alat berat yang dibutuhkan untuk membantu proses pelaksanaannya memiliki berbagai macam tipe. Untuk menghitung biaya operasional diperlukan perhitungan produktivitas alat berat (Turalaki et al., 2018). Berikut ini merupakan hasil perhitungan produktivitas alat berat yang digunakan pada pekerjaan *cut and fill*.

Tabel 1. Produktifitas Alat Berat

No	Jenis Alat Berat	Kode	Kapasitas	Produktivitas (m^3/jam)
1	Komatsu Pc-200	EXC-1	1 m^3	86.4
2	Komatsu Pc-300	EXC-2	1,4 m^3	134.4
3	FE SHD K dikombinasikan dengan EXCA Komatsu Pc-200	DT 1-EXC 1	15 m^3	45,801
4	FE SHD K dikombinasikan dengan EXCA Komatsu Pc-300	DT 1-EXC 2	15 m^3	55,21
5	HINO 500 FM 235 JJ dikombinasikan dengan EXCA Komatsu Pc-200	DT 2 - EXC 1	14 m^3	35,4
6	HINO 500 FM 235 JJ dikombinasikan dengan EXCA Komatsu Pc-300	DT 2 - EXC 2	14m^3	40,77
7	Komatsu D-65	DZ 1	3,46 m^3	204,36
8	Caterpillar D-7G	DZ 2	3,82 m^3	113,76
9	Sakai SV512D	VB 1	7,05 ton	414,4
10	ISUZU	WT 1	5 m^3	150

Biaya Operasional Alat Berat

Biaya operasional alat berat merupakan biaya yang akan dikeluarkan untuk sewa alat, bahan bakar dan upah operator. Pada proyek pembangunan workshop PT. INKA Persero seluruh alat berat yang digunakan adalah sewa, sehingga biaya minyak pelumas dan perawatan / kerusakan alat berat tidak diperhitungkan oleh kontraktor.

Berikut merupakan salah satu contoh perhitungan biaya operasional per jam dari jenis alat berat.

Excavator PC-200

Kebutuhan Bahan Bakar
= (0,125 s/d 0,175 liter/HP/jam) x HP
(*Horse Power* alat berat didapat dari spesifikasi alat berat)
= 0,125 x 138
= 17,25 liter/jam
Biaya Bahan Bakar
= 17,25 liter/jam x harga solar industry
= 17,25 liter/jam x Rp 11.850,-/liter
= Rp. 204.412.5,-/jam
Biaya Sewa Alat = Rp. 170.000,-/jam
Biaya Upah Operator = Rp 25.000,-/jam
Jadi biaya operasional alat berat Excavator PC-200 dalam menyelesaikan pekerjaan *cut and fill* membutuhkan biaya bahan bakar Rp.204.412.5,-/jam, biaya sewa alat Rp. 170.000,-/jam dan biaya upah operator Rp 25.000,-/jam.

Tabel 2. Rekapitulasi Biaya Operasional Alat Berat Pekerjaan Galian

Kode Alat	Kapasitas	HP	Biaya Operasional
EXC-1	1 m^3	138	Rp. 389.826.600
EXC-2	1,4 m^3	246	Rp. 678.942.200
DT 1	15 m^3	125	Rp. 327.054.672
DT 2	14 m^3	134	Rp. 384.043.800
DZ 1	3,46 m^3	202	Rp. 467.711.400
DZ 2	3,82 m^3	135	Rp. 434.289.500

Tabel 3. Rekapitulasi Biaya Operasional Alat Berat Pekerjaan Timbunan

Kode Alat	Kapasitas	HP	Biaya Operasional
EXC-1	1 m^3	138	Rp. 389.826.600
EXC-2	1,4 m^3	246	Rp. 678.942.200
DT 1	15 m^3	125	Rp. 327.054.672
DT 2	14 m^3	134	Rp. 384.043.800
DZ 1	3,46 m^3	202	Rp. 467.711.400
DZ 2	3,82 m^3	135	Rp. 434.289.500
VB 1	7,05 ton	128	Rp. 355.849.600
WT 1	5 m^3	98	Rp. 224.638.600

Optimasi Penggunaan Alat Berat (Program Linier Metode Simpleks)

Alternatif kombinasi 1 :

Variabel Keputusan dalam optimasi penggunaan alat berat adalah jumlah kebutuhan alat berat:

X1 = Jumlah unit *excavator* tipe 1

X2 = Jumlah unit *dump truck* tipe 1

X3 = Jumlah unit *bulldozer* tipe 1

Fungsi Tujuan dalam optimasi penggunaan alat berat untuk mengoptimalkan biaya penggunaan alat berat yang ditentukan oleh biaya operasional alat berat dan jumlah alat berat.

C1= Biaya *excavator* tipe 1 = Rp. 389.826.600

C2= Biaya *dump truck* tipe 1= Rp. 327.054.672

C3= Biaya *bulldozer* tipe 1 = Rp. 467.711.400

Z min = Rp. 389.826.600. X1 + Rp. 327.054.672. X2 + Rp.467.711.400. X3

Kendala volume ditentukan oleh produktivitas yang diperoleh dari masing-masing tipe alat berat selama pekerjaan galian tanggul berlangsung.

Excavator tipe 1 : 86.40 .X1 ≥ 328.81

Dump truck tipe 1 : 45.80.X2 ≥ 328.81

Bulldozer tipe 1 : 204.36.X3 ≥ 328.81

Kendala ketergantungan alat adalah kendala kebutuhan jumlah alat yang saling ketergantungan antara jenis alat satu dengan jenis alat yang lain.

Ketergantungan *excavator* dengan *dump truck*

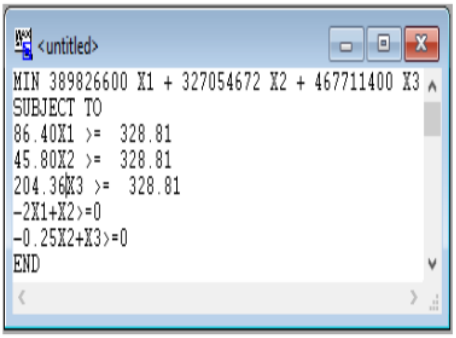
$-2X1 + X2 \geq 0.$

Ketergantungan dump truck dengan bulldozer

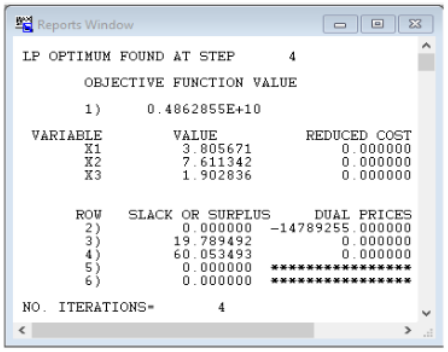
$-0{,}25\ X2 + X3 \geq 0.$

Kendala Ketidaknegatifan

$X1, X2, X3 \geq 0.$



Gambar 5. Fungsi Kendala dan Tujuan Alternatif 1 dalam Aplikasi LINDO



Gambar 6. Hasil Optimasi Alternatif 1 menggunakan Aplikasi LINDO

Semua fungsi kendala dan fungsi tujuan yang sudah dirubah menjadi bentuk standar simpleks dimasukkan kedalam aplikasi LINDO yang selanjutnya akan dilakukan proses iterasi sampai dapat hasil yang optimum.

Dari hasil optimasi diperoleh jumlah kebutuhan alat berat pada pekerjaan galian alternative kombinasi 1 sebagai berikut:

excavator tipe 1 (X1) : 3.80 = 4

dump truck tipe 1 (X2) : 7.61 = 8

bulldozer tipe 1 (X3) : 1.9 = 2

Z min = Rp. 389.826.600.4 + Rp. 327.054.672.8 + Rp.467.711.40

= Rp. 5.111.166.576

Berdasarkan **Gambar 6** hasil optimasi telah optimum dengan biaya Rp.4.862.855.000,-. Adanya selisih Rp.248.311.576,- karena pembulatan jumlah alat berat.

Selanjutnya dilakukan proses yang sama untuk alternatif kombinasi 2 dan seterusnya. Pada setiap kombinasi 1 sampai dengan 6 didapatkan biaya paling minimum. Biaya paling minimum dari 6 alternatif kombinasi dipilih karena merupakan biaya paling optimum dari setiap kombinasi.

Hasil Optimasi Alat Berat

Tabel 4. Rekapitulasi Biaya Optimum Penggunaan Alat Berat Pekerjaan Galian

Alt	Jumlah Alat (unit)			Total Biaya
	EXC	DT	DZ	
1	4	8	2	Rp. 5130166576
2	4	8	3	Rp. 5500512276
3	4	10	2	Rp. 6354167200
4	3	6	2	Rp. 4955077432
5	3	6	3	Rp. 5325423132
6	3	9	3	Rp. 6920355000

Tabel 5. Rekapitulasi Biaya Optimum Penggunaan Alat Berat Pekerjaan Timbunan

Alt	Jumlah Alat					Total Biaya
	EXC	DT	DZ	VR	WT	
1	2	4	2	2	3	Rp.4428509688
2	2	4	2	1	1	Rp.3552839088
3	2	5	1	1	1	Rp.3760871800
4	2	3	1	1	1	Rp.3403048016
5	2	3	1	1	1	Rp.3803715616
6	2	4	1	1	1	Rp.3958059200

KESIMPULAN

Hasil penerapan metode simpleks dalam optimasi biaya penggunaan alat berat pada pekerjaan *cut and fill* pada proyek workshop PT. INKA Persero, dapat diambil kesimpulan bahwa alternatif yang optimal untuk pekerjaan galian pada kombinasi 4 dengan excavator tipe 2 dengan jumlah 3 unit, dumptruck tipe 1 dengan jumlah 6 unit, dan bulldozer tipe 1 dengan jumlah 2 unit, dengan biaya total sejumlah Rp.4.955.077.432. Untuk alternatif alat yang optimal pada pekerjaan timbunan yaitu alternatif kombinasi 4 dengan menggunakan excavator tipe 2 jumlah 2 unit, dumptruck tipe 1 sejumlah 3 unit, bulldozer tipe 1 jumlah 1 unit, vibro roller jumlah 1 unit, dan water tank truck jumlah 1 unit, dengan biaya total sejumlah Rp.3.403.048.016.

DAFTAR PUSTAKA

Gunantara. (2018). *Teknik Optimasi*. Udayana University Press.

Hartono, W. (2005). *Pemindahan Tanah Mekanik (Alat-alat Berat)*. LPP dan UNS Press.

Notoprasetio, D. D. (2017). *Optimasi Biaya Penggunaan Alat Berat Pada Proyek Pembangunan Underpass Mayjend Sungkono Surabaya*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Nugraha, P. (2021). *Penjadwalan Proyek Konstruksi*. PT Kanisius.

Qariatullailiyah, & Indryani, R. (2013). Optimasi Biaya Penggunaan Alat Berat untuk Pekerjaan Pengangkutan dan Penimbunan pada Proyek Grand Island Surabaya dengan Program Linier. *Jurnal Teknik Pomits*, *2*(1), 1–5.

Rostiyanti, S. F. (2008). *Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi*. PT Rineka Cipta.

Turalaki, S. S., Tjakra, J., & Inkiriwang, R. L. (2018). Optimalisasi Penggunaan Alat Berat Terhadap Biaya Pekerjaan Cut & Fill Proyek Perumahan Holland Boulevard Manado. *Jurnal Sipil Statik*, *6*(6), 431–440.

Jriteks-Ulfiyati

ORIGINALITY REPORT

6%	6%	3%	0%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	ojs.uniska-bjm.ac.id Internet Source	3%
2	bcnugroho.blogspot.com Internet Source	3%

Exclude quotes	On	Exclude matches	< 2%
Exclude bibliography	On		

Jriteks-Ulfiyati

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5

PAGE 6