

TINJAUAN EFEKTIVITAS PENGGUNAAN ALAT BERAT PADA PROYEK JALAN KURAI MUDIAK LIKI, KEC. SULIKI

M.ESA¹, SURYA EKA PRIANA², DEDDY KURNIAWAN³

Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat^{1,2,3}

Email : esa80590713@gmail.com¹, ekaprianasuryauj@gmail.com², deddydkk@gmail.com³

Abstract: Alat berat merupakan faktor penting di dalam proyek, terutama proyek-proyek konstruksi dengan skala yang besar. Alat berat yang digunakan dalam ilmu teknik sipil adalah alat yang digunakan untuk membantu manusia dalam melakukan pekerjaan pembangunan dan diperhitungkan analisa produktifitas alat berat agar penggunaannya lebih efisiensi dari segi waktu dan biaya operasionalnya. Proyek ini berfungsi sebagai bangunan tempat untuk aktifitas perkuliahan dan tanah lokasi proyek memiliki panjang 3.7 km . Jenis alat berat yang digunakan untuk pekerjaan jalan tersebut ialah motor grader, vibrator roller, dump truck, water tank, asphalt finisher, tandem roller, pneumatic tyre roller. Agar memperoleh hasil produksi alat secara optimal perlu dilakukan analisis data untuk mengetahui anggaran biaya yang dikeluarkan sesuai analisa. Dengan demikian kita dapat menganalisa penggunaan alat berat dengan tepat dan memperhitungkan biaya yang diperlukan dalam penggunaan alat tersebut. Perencanaan dengan menggunakan alat berat dipengaruhi oleh pemilihan alat berat, kondisi alat berat, kemampuan operator, situasi dan kondisi medan kerja dilapangan. Berdasarkan hasil perhitungan analisa produktifitas alat berat yang meliputi pekerjaan pekerjaan lapisan pondasi kelas A dan pekerjaan pengaspalan diperoleh hasil penelitian alat berat yang tepat, waktu yang singkat dan dapat digunakan agar seluruh alat berat dapat bekerja optimal.

Kata Kunci : Alat berat, efisien, waktu, dan biaya.

A. Pendahuluan

Proyek pembangunan Jalan Kurai Mudiak Liki, Kec. Suliki memiliki volume yang cukup besar, sehingga sangat mustahil dilakukan secara manual. Sehingga proyek ini sudah seharusnya menggunakan bantuan alat berat untuk menyelesaikannya. Alat berat yang akan ditinjau pada proyek ini yaitu, motor grader, vibration roller, water tank, dump truck, asphalt finisher, pneumatic tyre roller dan tandem roller. Alat-alat berat tersebut dipilih karena bisa menyelesaikan proyek dengan mengkombinasi alat-alat tersebut, sehingga pekerjaan akan selesai sesuai waktu dan biaya yang optimal.

Kombinasi alat berat merupakan salah satu cara untuk menentukan alat berat yang akan dipakai, jumlah alat berat yang akan dipakai dan menghitung waktu dan biaya yang dibutuhkan oleh setiap kombinasi alat berat yang akan dipakai. Proyek pembangunan Jalan Kurai Mudiak Liki, Kec. Suliki membutuhkan beberapa kombinasi alat berat untuk menyelesaikannya. Maka dari itu dibutuhkan beberapa kombinasi alat berat untuk mengetahui produktivitas alat-alat tersebut, sehingga dapat menentukan alat mana saja yang memiliki produktivitas yang optimum dari segi waktu dan biaya. Sehingga kerugian dan keterlambatan pengerjaan proyek dapat diminimalisir atau bahkan dihindari.

Untuk mengetahui efektifitas dari penggunaan alat berat pada pekerjaan proyek pembangunan Jalan Kurai Mudiak Liki, Kec. Suliki, Kab. 50 kota diantaranya sebagai berikut: Untuk mengetahui kapasitas produksi masing-masing alat berat yang ditinjau, Untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan alat berat dalam menyelesaikan pekerjaannya, Untuk mengetahui jumlah unit alat berat yang ditinjau, Untuk mengetahui perhitungan biaya dari

penggunaan alat berat yang ditinjau

B. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penyelesaian tugas akhir ini menggunakan metode deskripsi analitis. Dimana metode ini bertujuan untuk mendeskripsikan atau memberi gambaran terhadap suatu obyek penelitian yang diteliti melalui data yang telah terkumpul dan membuat kesimpulan yang berlaku secara umum. Analisis data yang digunakan terdiri dari menentukan rancangan dalam memilih unit dan teknik pengumpulan data, sumber data, analisa data, teknik pelaksanaan dan rancangan tugas akhir

Identifikasi Permasalahan

Identifikasi masalah untuk mengetahui permasalahan yang akan dibahas, untuk identifikasi permasalahan tertuang pada rumusan masalah, dan tujuan dari penyusunan skripsi mengenai Optimalisasi Penggunaan Alat Berat Pada Pekerjaan Jalan Kurai Mudiak Liki Kecamatan Suliki.

Pengumpulan Data

Data-data yang dikumpulkan berupa data primer dan data sekunder . data primer adalah data yang diperoleh secara langsung atau diperoleh dengan cara survey lapangan dan wawancara. Sedangkan data sekunder adalah data yang diperoleh melalui instansi terkait atau studi yang telah ada. Data yang akan dikumpulkan seperti data-data umum dan data teknis proyek yang ada di lapangan. Keberhasilan dalam memecahkan atau menangani sebuah kasus yang terjadi dalam suatu pelaksanaan proyek sangat tergantung dari data yang didapat dari kontraktor/pelaksana dan disamping itu juga, keterangan atau masukan-masukan dari pelaksana di lapangan juga akan sangat mendukung dalam menganalisa data. Untuk itulah maka cara-cara untuk mendapatkan dan mengaplikasikan data sangat memegang peranan penting.

Analisa Data

Analisa data yang dilakukan pada tugas akhir ini adalah dengan menghitung produktifitas masing-masing alat yang direncanakan dan merencanakan kombinasinya. Kemudian dilakukan perhitungan biaya sewa alat berat yang telah direncanakan sebelumnya sehingga kita dapat mengetahui biaya yang dibutuhkan untuk pengadaan dan operasional alat berat tersebut.

Pemilihan Penggunaan Alat

Pemilihan kombinasi terbaik ditinjau dari segi biaya dan waktu sehingga diperoleh kombinasi penggunaan alat yang menghasilkan waktu dan biaya yang paling optimal. Optimal dalam hal ini berarti kombinasi alat berat mampu menghasilkan waktu pekerjaan yang singkat dan biaya yang dikeluarkan seminimal mungkin. Ketepatan dalam memilih spesifikasi alat tentunya akan meningkatkan hasil produksi sehingga secara tidak langsung akan menekan biaya dan waktu.

C. Hasil Dan Pembahasan

Perhitungan Pekerjaan Pondasi Kelas A

1. Alat Motor grader

Perhitungan Produksi Motor Grader

Waktu siklus

Perataan 1 kali lintasan

Cm = 2 menit + 1 menit (lainnya)
= 3 menit

Cm = 3 x 8 (lintasan)

= 24 menit

Produksi Per Jam

$$Q = \frac{L \times b \times t \times F \times 60}{Cm}$$

$$= \frac{50 \times 2.40 \times 0.2 \times 0,65 \times 60}{24}$$

$$= \frac{1036.8}{24}$$

$$= 39 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Produksi per Hari

$$P = 39 \times 7 \text{ jam}$$

$$= 273 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Jumlah Motor Grader Yang Dibutuhkan

$$N = \frac{\text{Volume Agregat Kelas A}}{\text{Produksi per hari} \times \text{lama waktu per hari}}$$

$$= \frac{1764}{273 \times 7} = 0.9 \sim 1 \text{ unit}$$

Lama Waktu Pengerjaan

Jumlah Motor Grader = 1 unit dengan waktu operasi 7 jam

$$\text{Produksi per hari} = 39 \text{ m}^3 \times 7 \text{ jam}$$

$$= 273 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Durasi Penghamparan} = \frac{\text{tebal hamparan} \times \text{lebar jalan} \times \text{panjang jalan}}{\text{produksi per hari}}$$

$$= \frac{40 \text{ cm} \times 3 \text{ m} \times 3700 \text{ m}}{273}$$

$$= 16.3 \text{ hari} \sim 17 \text{ hari}$$

Alat Vibrator Roller

Perhitungan Produksi Vibrator Roller

Produksi Per Jam

$$Q = \frac{(V \times 1000) \times B \times T \times E}{N}$$

$$= \frac{(2 \times 1000) \times 1,219 \times 0.2 \times 0.65}{8}$$

$$= 35.65 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Produksi per Hari

$$P = 35.65 \times 7 \text{ jam}$$

$$= 249.6 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Jumlah Alat Yang Dibutuhkan

$$N = \frac{\text{volume kepadatan}}{\text{produksi per hari} \times \text{lama waktu}}$$

$$= \frac{0.18 \text{ m} \times 3 \text{ m} \times 3700}{249.6 \times 7}$$

$$= 1.14 \sim 1 \text{ unit}$$

Lama Waktu Pengerjaan

$$\text{Produksi per unit} = 35.65 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Jumlah Vibratory Roller = 1 unit dengan waktu operasi 7 jam

$$\text{Produksi unit} = 1 \times 35.65 \text{ m}^3/\text{jam} = 35.65 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Produksi per hari} = 35.65 \times 7 \text{ jam}$$

$$= 249.6 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Durasi waktu pemadatan

$$= \frac{18 \text{ cm} \times 3 \text{ m} \times 3700 \text{ m}}{249.6}$$

$$= 12 \text{ hari}$$

Alat Drump Truck

Perhitungan Produksi Drump truck

Waktu

$$\begin{aligned} C_m &= \text{waktu muat} + \text{waktu angkut} + \text{waktu tunggu} + \text{waktu bongkar} + \text{waktu kembali} \\ &= 1,65 \text{ menit} + 120 \text{ menit} + 1 \text{ menit} + 1 \text{ menit} + 60 \text{ menit} \\ &= 183,65 \text{ menit} \end{aligned}$$

Produksi per jam 1 unit dump truck (Q)

$$\begin{aligned} Q &= \frac{CI \times 60 \times E}{C_m} \\ &= \frac{4 \times 60 \times 0,65}{183,65} \\ &= 0,8 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Produksi per hari 1 unit

$$\begin{aligned} Q &= 0,8 \text{ m}^3/\text{jam} \times 7 \text{ jam} \\ &= 5,6 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Jumlah Waktu Drump Truck Yang dibutuhkan

$$\begin{aligned} N &= \frac{\text{volume Lapis Pondasi Kelas A}}{\text{produksi per jam} \times \text{waktu yang dibutuhkan}} \\ &= \frac{1764}{0,8 \times 183,65} \\ &= 12 \text{ unit} \end{aligned}$$

Alat Water Tank

Produksi per hari water tank

$$\begin{aligned} Q &= \frac{8 \times 1 \times 0,65}{0,007} \\ &= 74,28 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produksi per hari water tank} &= 74,28 \text{ m}^3/\text{jam} \times 7 \text{ jam} \\ &= 519,96 / \text{hari} \end{aligned}$$

Kebutuhan jumlah water tank truck

Untuk menghitung kebutuhan jumlah water tank truck dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$N = \frac{V}{s \times Q}$$

Dimana :

n= Jumlah kebutuhan alat (unit)

V= Volume pekerjaan (m³)

S= Standar jam kerja (jam)

Q= Produksi peralatan per hari (m³)

$$\begin{aligned} N &= \frac{1200}{8 \times 519,96} \\ &= 0,28 \sim 1 \text{ unit} \end{aligned}$$

Waktu yang dibutuhkan

$$\begin{aligned} T &= \frac{\text{volume pekerjaan}}{n \times \text{kapasitas produksi per jam}} \\ &= \frac{1764}{1 \times 74,28} = 23,7 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\frac{\text{jam}}{8 \text{ jam}} = 2,96 \sim 3 \text{ hari}$$

Perhitungan Pekerjaan Pengaspalan Dengan Alat berat Yang Ada Dilapangan Asphalt Finisher

Produktivitas asphalt finisher dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut

$$\begin{aligned} Q &= V \times b \times 60 \times f_a \times t \\ Q &= 5m \times 3m \times 60 \times 0.65 \times 0.075m \\ Q &= 43.87 \text{ m}^3/\text{jam} \\ \text{Produktivitas per hari} &= 43.87 \times 7 \\ &= 307.09 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Durasi pengerjaan asphalt finisher

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Produktivitas}} \\ &= \frac{666}{307.09} \\ &= 3 \text{ hari} \end{aligned}$$

Jumlah asphalt finisher yang dibutuhkan

$$\begin{aligned} N &= \frac{\text{Volume}}{\text{produktivitas} \times \text{jam kerja}} \\ &= \frac{666}{307.09 \times 7} \\ &= 0.3 \sim 1 \text{ unit} \end{aligned}$$

Tandem Roller

Produktivitas tandem roller dapat dihitung dengan menggunakan rumus

$$\begin{aligned} Q &= \frac{b \times v \times 1000 \times t \times f_a}{n} \\ &= \frac{1.5 \times 12 \times 1000 \times (0.075 - 0.06) \times 0.65}{8} \\ &= 21.9 \text{ m}^3/\text{jam} \\ \text{Produktivitas per hari} &= 21.9 \text{ m}^3/\text{jam} \times 7 \text{ jam kerja} \\ &= 153.3 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Durasi pengerjaan alat

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Produktivitas}} \\ &= \frac{666}{153.3} \\ &= 4.3 \sim 5 \text{ hari} \end{aligned}$$

Jumlah tandem roller yang dibutuhkan

$$\begin{aligned} N &= \frac{\text{Volume}}{\text{produktivitas} \times \text{jam kerja}} \\ &= \frac{666}{153.3 \times 7} \\ &= 0.6 \sim 1 \text{ unit} \end{aligned}$$

Pneumatic Tyre Roller

Produktivitas Pneumatic Tyre Roller dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} Q &= \frac{b \times v \times 1000 \times t \times F_a}{n} \\ &= \frac{(2.29 - 0.3) \times 5 \times 1000 \times (0.075 - 0.06) \times 0.65}{4} \\ &= 24.25 \text{ m}^3/\text{jam} \\ \text{Produksi per hari} &= 24.25 \text{ m}^3/\text{jam} \times 7 \text{ jam kerja} \\ &= 169.8 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Durasi pengerjaan alat

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Produktivitas}} \\ &= \frac{666}{169.8} \\ &= 4 \text{ hari} \end{aligned}$$

Jumlah P. Tyre Roller yang dibutuhkan

$$\begin{aligned} N &= \frac{\text{Volume}}{\text{produktivitas} \times \text{jam kerja}} \\ &= \frac{666}{169.8 \times 7} \\ &= 0.5 \sim 1 \text{ unit} \end{aligned}$$

Alat Drump Truck

a. Perhitungan Produksi Drump truck

Waktu

$$\begin{aligned} C_m &= \text{waktu muat} + \text{waktu angkut} + \text{waktu tunggu} + \text{waktu bongkar} + \text{waktu kembali} \\ &= 1,65 \text{ menit} + 120 \text{ menit} + 1 \text{ menit} + 1 \text{ menit} + 60 \text{ menit} \\ &= 183.65 \text{ menit} \end{aligned}$$

Produksi per jam 1 unit dump truck (Q)

$$\begin{aligned} Q &= \frac{C_i \times 60 \times E}{C_m} \\ &= \frac{4 \times 60 \times 0,65}{183.65} \\ &= 0.8 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Produksi per hari 1 unit

$$\begin{aligned} Q &= 0.8 \text{ m}^3/\text{jam} \times 7 \text{ jam} \\ &= 5.6 \text{ m}^3 \\ &= 5.6 \text{ m}^3 \sim 2.24 \text{ ton} \\ & *1 \text{ ton aspal} = 0.4 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

b. Jumlah Drump Truck Yang dibutuhkan

$$\begin{aligned} N &= \frac{\text{volume}}{\text{produksi per jam} \times \text{waktu yang dibutuhkan}} \\ &= \frac{1545.6 \text{ ton}}{0.8 \times 183.65} \\ &= 11 \text{ unit} \end{aligned}$$

Perhitungan Biaya Sewa Alat

a. Pekerjaan Lapisan Pondasi Kelas A

1. Motor Grader

Harga sewa alat = Rp. 214.500,- per jam

= Rp. 363. 699,- x 7 jam

= Rp. 1.501.500

Bahan bakar = 50 L x Rp.9.000

= Rp. 450.000

Operator = Rp 125.000,- / hari (7jam kerja)

Total biaya motor grader / hari = Rp. 1.501.500 + Rp. 450.000 + Rp 125.000

= Rp. 2.076.500

Vibrator Roller

Harga sewa alat = Rp. 215. 076,- per jam

= Rp. 215. 076,- x 7 jam

= Rp. 1.505.532

Bahan bakar = 50 L x Rp.9.000

= Rp. 450.000

Operator = Rp 125.000,- / hari (7jam kerja)

Total biaya motor grader / hari = Rp. 1.505.532+ Rp. 450.000 + Rp 125.000

= Rp. 2.080.532

Dump Truck

Harga sewa alat = Rp. 110.142,- per jam

= Rp. 110.142,- x 7 jam

= Rp. 770.994

Bahan bakar = 15 L x Rp.9.000

= Rp. 135.000

Operator = Rp 130.000,- / hari (7jam kerja)

Total biaya dump truck per hari = Rp. 770.994+ Rp. 135.000 + Rp 130.000,-

= Rp. 1.035.994

Water Tank

Harga sewa alat = Rp. 115.215 per jam

= Rp. 115.215,- x 7 jam

= Rp. 806.505

Bahan bakar = 12 L x Rp.9.000

= Rp. 108.000

Operator = Rp 130.000,- / hari (7jam kerja)

Total biaya water tank per hari = Rp. 806.505+ Rp. 108.000+ Rp 130.000

= Rp. 1.044.505

Pekerjaan Laston AC-BC

Asphalt Finisher

Harga sewa alat = Rp. 359.670,- per jam

= Rp. 359.670,- x 7 jam

= Rp. 2.517.690

Bahan bakar = 40 L x Rp.9.000

= Rp. 360.000

Operator = Rp 125.000,- / hari (7jam kerja)

Total biaya asphalt finisher per hari = Rp. 2.517.690 + Rp. 360.000+ Rp 125.000

= Rp. 3.002.690

Tandem Roller

Harga sewa alat = Rp. 202.510,- per jam

= Rp. 202.510,- x 7 jam

= Rp. 1.417.570

Bahan bakar = 50 L x Rp.9.000

= Rp. 450.000

Operator = Rp 125.000,- / hari (7jam kerja)

Total biaya tandem roller per hari = Rp. 1.417.570 + Rp. 450.000+ Rp 125.000

= Rp.1.992.570

Pneumatic Tyre Roller

Harga sewa alat = Rp 302.450,- per jam

= Rp. 302.450,- x 7 jam

= Rp. 2.117.150

Bahan bakar = 50 L x Rp.9.000

= Rp. 450.000

Operator = Rp 125.000,- / hari (7jam kerja)

Total biaya tandem roller per hari = Rp. 2.117.150+ Rp. 450.000+ Rp 125.000
= Rp.2.692.150

Dump Truck

Harga sewa alat = Rp. 120. 000,- per jam

= Rp. 120. 000,- x 7 jam

= Rp. 840.000

Bahan bakar = 15 L x Rp.9.000

= Rp. 135.000

Operator = Rp 130.000,- / hari (7jam kerja)

Total biaya dump truck per hari = Rp. 840.000+ Rp. 135.000 + Rp 130.000,-
= Rp. 1.105.000

D. Penutup

Tabel. 5.1 Produktifitas Alat Berat

No	Nama Pekerjaan	Nama Alat	Jumlah unit	Waktu (hari)	Kapasitas perjam
1.	Lapisan Pondasi Kelas A	Motor Grader	1	17	39 m ³ /jam
		Vibrator Roller	1	12	35.65 m ³ /jam
		Dump Truck	12	22	0.8 m ³ /jam
		Water Tank	1	3	74,28m ³ /jam
		Asphalt Finisher	1	3	43.87 m ³ /jam
2.	Laston AC-WC	Dump Truck	11	22	0.8 m ³ /jam
		Tandem Roller	1	5	21.9 m ³ /jam
		Pneumatic T. Roller	1	4	24.25 ³ /jam

Tabel 5.2 Biaya Yang Dibutuhkan Jika Menggunakan Alat Berat

No	Nama Pekerjaan	Nama Alat	Unit	Waktu	Harga Satuan per Hari	Jumlah
1		Motor Grader	1	17	Rp. 2.076.500	Rp 35.300.500
2	Pekerjaan Lapisan	Vibrator Roller	1	12	Rp. 2.080.532	Rp 24.966.384
3	Pondasi Kelas A	Dump Truck	12	22	Rp. 1.035.994	Rp 273.502.416
4		Water Tank	1	3	Rp. 1.044.505	Rp 3.133.515
5	Pekerjaan	Asphalt Finisher	1	3	Rp. 3.002.690	Rp 9.008.070
6	Pengaspalan	Tandem Roller	1	5	Rp.1.992.570	Rp 9.962.850

Daftar Pustaka

- Abel, Y. (2017), Produktivitas Alat Berat. (Online). (<https://www.scribd.com/doc/117752758/Produktivitas-Alat-Berat>, diakses pada 21 Agustus 2017).
- Indriatma, B dan Prastyanto, I (2005), Analisis Manajemen Alat Berat Pada Pekerjaan Persiapan Proyek Sleman, Tugas Akhir S1 Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Kusjadmikahadi, R. Amperawan (1999), Studi Keterlambatan Kontraktor Dalam Melaksanakan Proyek Konstruksi di Daerah Istimewa Yogyakarta, Yogyakarta.
- Rasyid, R (2008), Analisis Produktivitas Alat-Alat Berat Proyek, Tugas Akhir S1 Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Rochmanhadi, (1982), Alat-alat Berat dan Penggunaannya, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Santoso, R (2013), Analisis Manajemen Alat Berat Berdasarkan Nilai Biaya dan Waktu Optimal Produktivitas, Tugas Akhir S1 Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Saputra, H, (2017), Dokumentasi Excavator Catepilllar 304E,Samarinda dan Dokumentasi Dump Truck kapasitas Bak 7m3,Samarinda.
- Suryadharma, (1998), Sifat-Sifat Beberapa Macam Tanah, Yogyakarta. Wahyudin, F, (2017), Analisis Pemilihan Kombinasi Alat Berat Pada Pekerjaan Pemindahan Tanah Proyek Pembangunan Rumah Sakit UII, Tugas Akhir S1 Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Surya Eka, P (2019), Alokasi Kebutuhan Alat Berat Pada Proyek Peningkatan Jalan Bandarejo-Koto Tinggi Kabupaten Pasaman Barat
- Widodo, Y, (2017), Dokumentasi Wheel Loader Komatsu WA380-3,Samarinda.
- Wigroho, Heryanto, Y dan Suryadharma, H, (1998), Alat-Alat Berat Revisi, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.