

ANALISIS TINGKAT EFISIENSI DAN EFEKTIVITAS PENGGUNAAN ALAT BERAT BERDASARKAN KEADAAN AKTUAL DI LAPANGAN

Oleh :

M. AKBAR KURDIN

Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Haluoleo Kendari

ABSTRACT

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat efisiensi dan efektivitas penggunaan alat berat berdasarkan kondisi real dan aktual lapangan dalam kontrak dan untuk mengetahui lamanya waktu pelaksanaan pekerjaan berdasarkan metode *Network Planning*. Penelitian ini rencananya dilaksanakan selama 3 (tiga) bulan, dengan tahapan kegiatan meliputi: proposal, pengumpulan data, analisis data, pembuatan laporan, seminar hasil dan ujian akhir. Sumber data yang diperoleh dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Teknik analisis data yang digunakan pada penelitian ini, yaitu analisis yang mengenai tentang produktifitas alat berat pada pekerjaan sipil serta perhitungan waktu dengan menggunakan metode *Network Planning*.

Berdasarkan hasil penelitian Jumlah alat berat yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek peningkatan jalan M.Umirtum yaitu : *AMP* 1 Unit, *Dump Truck truck* 7 Unit, *Whell Loader* 1 Unit, *Motor Grader* 1 Unit, *Vibrator Roller* 1 Unit, *Tandem Roller* 1 Unit, *Tyre Roller* 1 Unit, *Air Compressor* 1 Unit, *Asphalt Sprayer* 1 Unit, *Asphalt Finisher* 1 Unit, *Water Tank Truck* 1 Unit. Dengan mempergunakan *Diagram Network Planning*, maka didapatkan hasil yang lebih efisien dalam pemanfaatan waktu dimana terjadi selisih perbedaan waktu sebanyak 19 hari kerja.

Kata kunci : *Network Planing*, *Diagram*, dan *Efisien*

PENDAHULUAN

Guna mencapai rencana pengembangan pembangunan nasional di Provinsi Sulawesi Tenggara pemerintah provinsi terus menerus melaksanakan pembangunan sarana prasarana penunjang pengembangan wilayah tersebut, diantaranya pembukaan wilayah-wilyaha baru, pembangunan jalan-jalan baru serta pemeliharaan/peningkatan prasarana jalan yang telah ada, pendirian kawasan industri dan fasilitas-fasilitas penunjang lainnya. Dalam membuat suatu ruas jalan contohnya pekerjaan pembangunan ruas jalan M.Umirtum Kecamatan Abeli Kota Kendari diperlukan pelaksanaan pekerjaan yang berkualitas baik dan sangat dibutuhkan tenaga yang terampil dalam perencanaannya serta didukung oleh peralatan-peralatan yang memadai, dimana penggunaan alat berat tersebut dapat memberikan pengaruh yang besar pada biaya proyek karena harga maupun biaya sewanya yang mahal, sehingga membutuhkan perhitungan untuk memaksimalkan pengelolaan alat berat pada kegiatan tertentu dalam kurung waktu yang direncanakan.

Dengan mengacu pada latar belakang yang dikemukakan diatas, terdapat beberapa masalah pokok dalam penelitian ini yaitu berapakah jumlah alat berat yang dibutuhkan dan Berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek peningkatan jalan tersebut dengan menggunakan aplikasi metode *Network Planning* ,serta bagaimana mengukur tingkat efisien dan efektifitas penggunaan alat berat berdasarkan keadaan aktual dilapangan.

Adapun tujuan penelitian ini adalah Menganalisis tingkat efisiensi dan efektivitas penggunaan alat berat berdasarkan kondisi real dan aktual lapangan dalam kontrak dan untuk mengetahui lamanya waktu pelaksanaan pekerjaan berdasarkan metode *Network Planning*.

Menurut Kamus besar Bahasa Indonesia kata Efektivitas adalah suatu pencapaian tujuan secara tepat atau memilih tujuan-tujuan yang tepat dari serangkaian alternatif atau pilihan

cara dan menentukan pilihan dari beberapa pilihan lainnya sedangkan kata Efisiensi adalah penggunaan sumber daya secara minimum agar mendapatkan hasil yang optimum. Efisiensi kerja merupakan faktor koreksi yang tergantung pada kondisi topografi, keahlian operator, pemulihan standar pemeliharaan dan sebagainya yang menyangkut operasional alat.

A. Pengertian Alat Berat

Menurut Asiyanto (2005), yang dimaksud dengan alat konstruksi atau juga sering disebut dengan alat berat adalah alat yang sengaja diciptakan / didesain untuk dapat melaksanakan salah satu fungsi / kegiatan proses konstruksi yang sifatnya berat bila dikerjakan oleh manusia, seperti mengangkat, mengangkut, memuat, memindahkan, menggali, mencampur, dengan cara yang mudah, cepat, hemat dan aman.

Desain alat sendiri selalu dikembangkan kemampuannya, dan bahkan dalam pengembangan teknologi alat berat, terkadang diciptakan alat baru yang semula belum ada, dalam upaya manusia untuk dapat melakukan kegiatan konstruksi dengan lebih muda, lebih cepat, lebih hemat, dan lebih aman. Dengan demikian pelaksanaan pelaksanaan proyek konstruksi dapat dilaksanakan lebih efektif dan lebih efisien.

Peranan alat konstruksi dalam pelaksanaan pekerjaan tidak dapat diabaikan terutama proyek - proyek yang padat alat. Bahkan keberhasilan suatu proyek bisa sangat bergantung dari peranan alat. Seperti yang kita ketahui bahwa unsur biaya utama proyek adalah :

- Biaya material
- Biaya tenaga
- Biaya alat

Dalam hal ini, proyek yang menggunakan banyak peralatan konstruksi, maka biaya alat dapat menjadi unsur yang dominan. Didalam manajemen proyek, ada tiga batasan pokok yang harus dikendalikan, yaitu biaya, mutu dan waktu pelaksanaan pekerjaan dengan tetap menjaga keselamatan kerja dan lingkungan. Unsur - unsur tersebut saling berkaitan dan tidak dapat dipisahkan. Dengan pengendalian tiga batasan tersebut seringkali peranan alat sangat besar. Oleh karena itu peranan alat berat sangat penting dalam rangka menyelesaikan pekerjaan sesuai waktu yang telah ditetapkan dan kemampuan menghasilkan produk / pekerjaan sesuai dengan mutu yang disyaratkan. Dalam hal ini berkaitan dengan pengendalian proyek selama masa konstruksi, pada dasarnya pengendalian merupakan bentuk batasan dan persyaratan yang sudah ditentukan terlebih dahulu. Batasan dan persyaratan yang dimaksud adalah jika berupa waktu maka batasannya adalah tanggal selesai, jika berupa biaya maka batasannya adalah berupa nilai uang yang terpakai untuk operasional dan jika berupa mutu maka batasannya adalah persyaratan mutu. Artinya peralatan yang paling menunjang dalam pengendalian tersebut.

B. Network Planning

Salah satu metode yang umum digunakan dalam penjadwalan proyek adalah *Network Planning Method*. Cara ini penting sekali bagi mereka yang mengelola dan bertanggung jawab dalam bidang *Engineering, Production, Marketing, Administration, dan Research*. Sejak ditemukannya pada tahun 1957, penggunaan dalam hal penghematan biaya dan waktu, dan mempertinggi efisiensi kerja baik dibidang tenaga kerja (manusia), peralatan dan bahan-bahan. (Soegeng Djojowiriono, 2005).




1. Manfaat Network Planning

Di dalam *Network* (diagram) dapat diketahui logika ketergantungan dari kegiatan yang satu dengan kegiatan lain, dapat pula ditunjukkan dengan jelas waktu-waktu penyelesaian yang kritis dan yang tidak, sehingga memungkinkan untuk mengatur pembagian usaha dan perhatian, serta memungkinkan dapat dicapainya pelaksanaan proyek yang lebih ekonomis dipandang dari segi pembiayaan juga terdapatnya kepastian dalam penggunaan sumber-sumber tenaga, bahan-bahan (material) dan peralatan.

2. Network diagram

a. Tanda (Simbol)

Setelah *Network plan* merupakan sebuah pernyataan secara grafis dari kegiatan-kegiatan yang diperlukan dalam menapai suatu tujuan akhir. Untuk membentuk gambar dari *Network plan* tersebut digunakan simbol sebagai berikut:

1. Anak panah (*arrow*), kegiatan (*activity*), *job*
 Kegiatan ini memerlukan jangka waktu tertentu (*duration*), dengan penggunaan sejumlah sumber tenaga, peralatan, bahan dan biaya (*resources*).
2. Lingkaran kecil (*node*), kejadian/peristiwa, *event*.
 Kejadian ini merupakan awal dan ujung atau pertemuan dari satu atau lebih kegiatan-kegiatan.
3. Anak panah terputus-putus, kegiatan semu, *dummy*.
 Kegiatan semu digunakan untuk membatasi mulainya kegiatan-kegiatan atau penghubung kejadian/peristiwa. Perbedaan dengan kegiatan biasa adalah bahwa *dummy* tidak mempunyai durasi karena tidak menggunakan atau menghabiskan *resources* (*manpower, equipment & material*).

b. Urutan Kegiatan

Untuk setiap kegiatan selalu timbul pertanyaan :

- 1) Kegiatan-kegiatan apa yang mendahului
- 2) Kegiatan-kegiatan apa yang langsung mengikuti
- 3) Kegiatan-kegiatan apa yang dapat berjalan bersamaan
- 4) Apa yang membatasi/menentukan saat mulainya
- 5) Apa yang membatasi/menentukan saat selesainya.



Gambar .1 Urutan Kegiatan
 Sumber: Manajemen Konstruksi 2005

3. Unsur Waktu

Setelah dapat ditentukan *Network diagram* dengan logika ketergantungan tiap kegiatan satu dengan yang lain, maka sekarang harus ditinjau waktu pelaksanaan tiap kegiatan dan menganalisis *network diagram* untuk mendapatkan waktu terjadinya masing-masing kejadian.

Syarat-syarat menyusun/menggambar *network diagram*:

1. Harus jelas dan mudah dibaca
2. Harus dimulai dari satu kejadian (*event*) dan diakhiri pada satu kejadian.
3. Anak panah digambar dengan garis lurus (boleh garis patah tetapi tidak boleh garis lengkung).
4. Harus dihindari perpotongan antar anak panah
5. Antara dua kejadian hanya boleh ada satu anak panah
6. Tidak boleh ada *dummy* yang tidak perlu

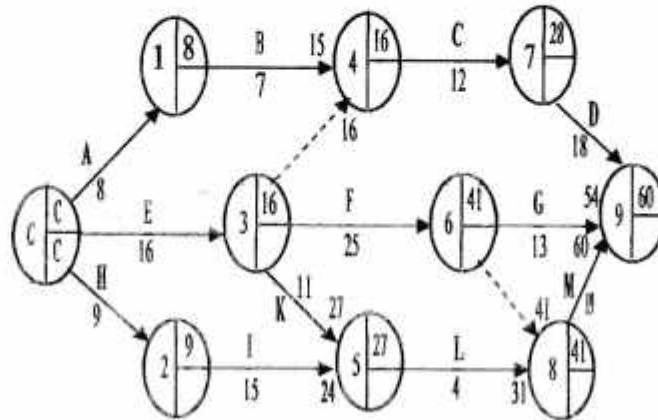
Catatan :

1. Macam kegiatan ditulis di atas anak panah
2. *Duration* ditulis dibawah anak panah
3. Disyaratkan menggunakan satu macam satuan waktu : hari, minggu, bulan dan sebagainya.
4. Diambil angka yang bulat (kecuali dengan komputer)

C. Analisis Network Diagram

1. Saat kejadian paling cepat (*Earliest Event Time*) = EET
 ialah waktu terpanjang yang melalui suatu lintasan dari lingkaran kejadian permulaan (Nomor nol) sampai ke lingkaran kejadian yang ditinjau.
 Untuk mencari EET, digunakan perhitungan maju bergerak dari kiri kekanan, hal ini berguna untuk mencari:
 1. EST (*earliest start time*) = saat paling lambat untuk memulai kegiatan

2. EFT (*earliest finish time*) = saat paling lambat selesainya suatu kegiatan



Gambar 11

Sumber; Manajemen Konstruksi 2005

Hitungan :

- $EET_1 = EET - 0 + \text{duration } A = 0 + 8 = 8$
- $EET_2 = EET - 0 + \text{duration } H = 0 + 9 = 9$
- $EET_3 = EET - 0 + \text{duration } E = 0 + 16 = 16$
- $EET_4 = 1 - 4 = EET_1 + \text{duration } B = 8 + 7 = 15$
 $3 - 4 = EET_3 + \text{duration dummy} = 16 + 0 = 16$
 $EET - 4 = 16$ (diambil yang terbesar)

- $EET_5 = 2 - 5 = EET - 2 + \text{duration } I = 9 + 15 = 24$
 $3 - 5 = EET_3 + \text{duration } K = 16 + 11 = 27$
 $EET - 5 = 27$

• dan seterusnya

2. Saat kejadian paling lambat (*Latest Event Time*) = LET

ialah waktu paling lambat, suatu kejadian dapat terjadi tanpa mempengaruhi waktu pelaksanaan proyek keseluruhan. Karena kita tidak menginginkan proyek terlambat, maka saat paling awal dari kejadian paling akhir yaitu EET dari lingkaran kejadian terakhir no. 9 sama dengan kejadian paling lambat (LET), $EET = LET = 60$.

3. Lintasan kritis

Lintasan kritis adalah lintasan yang menunjukkan EET yang terbesar dibandingkan dengan lintasan lainnya yang mempunyai start bersama. Agar proyek tidak terlambat, maka saat paling pagi (EET) dari kejadian paling akhir (selesainya kegiatan-kegiatan terakhir ; selesainya proyek yaitu EET dari lingkaran kejadian terakhir sama dengan kejadian paling lambat (LET).

D. Jenis Alat Berat Yang di Gunakan Pada Konstruksi Jalan dilokasi penelitian

Dari berbagai macam tipe alat berat yang ada, tidak semuanya dapat dipergunakan pada pekerjaan jalan, mungkin hanya beberapa macam alat saja, karena alat-alat berat tersebut mempunyai fungsi dan kegunaan yang berlainan yaitu sebagai berikut :

Tabel.1. Alat Berat yang digunakan untuk pekerjaan jalan

No.	URAIAN	KODE	HP	KAPASITAS
1	ASPHALT MIXING PLANT	E01	150	50 T/Jam
2	ASPHALT FINISHER	E02	50	5 Ton
3	ASPHALT SPRAYER	E03	40	800 Liter
4	COMPRESSOR 4000-6500 L\M	E05	115	-
5	DUMP TRUCK 3-4 M3	E08	100	6 Ton
6	DUMP TRUCK	E09	125	8 Ton
7	GENERATOR SET	E12	175	180 KVA
8	MOTOR GRADER >100 HP	E13	125	-
9	WHEEL LOADER 1.0-1.6 M3	E15	125	1,5 M3
10	TANDEM ROLLER 6-8 T.	E17	60	8 Ton
11	TIRE ROLLER 8-10 T.	E18	60	10 Ton
12	VIBRATORY ROLLER 5-8 T.	E19	60	8 Ton
13	WATER TANKER 3000-4500 L.	E23	125	4.000,00 Liter

Sumber: Analisa Alat (2011)

E. METODE KERJA ALAT

1. Lapis Pondasi Agregat Kelas A dan Kelas B (Badan Jalan)

Metode kerja badan jalan yaitu:

- Material yang terdiri dari agregat halus dan agregat kasar dimuat ke *Dump Truck* dengan menggunakan *Wheel Loader*.
- Material kemudian diangkut ke lapangan dengan menggunakan *Dump Truck*.
- Hasil campuran material dihampar dengan menggunakan *Motor Grader*.
- Untuk memadatkan hamparan material tersebut digunakan *Vibrator Roller*.
- Untuk menjaga kadar air yang disyaratkan setelah pekerjaan pemadatan maka permukaan material yang telah dihampar disiram air yang diangkut dengan menggunakan *Water Tank Truck*.

2. Lapis Resap Pengikat (*Prime Coat*)

Metode kerja *prime coat*:

- Permukaan yang akan dilapisi terlebih dahulu dibersihkan dari kotoran-kotoran, kayu dan akar-akar, rumput serta bahan-bahan lainnya yang dapat mengurangi dari pada kualitas penyemprotan dengan menggunakan alat *Air Compressor*.
- Asphalt* dan minyak tanah diangkut ke lapangan dengan menggunakan *Dump Truck* kemudian dicampur dan dipanaskan dengan menggunakan alat *Asphalt Sprayer*.
- Alat yang digunakan untuk pelaksanaan *Prime Coat* adalah *Dump Truck* dan *Asphalt Sprayer*.

3. Lapis HRS-Base

Metode kerja HRS-Base yaitu:

- Wheel Loader* memuat agregat dan aspal kedalam *cold bin AMP*
- Agregat dan aspal dicampur dan dipanaskan dengan *AMP* untuk dimuat langsung ke atas *dump truck* dan diangkut ke lokasi pekerjaan
- Sebelum penghamparan campuran aspal, permukaan yang akan dilapisi terlebih dahulu dibersihkan dari bahan yang mengganggu dan tidak dikehendaki, yakni dengan tenaga manusia atau mekanis (*Compressor*).

4. Permukaan jalan yang akan dilapisi HRS-Base diukur dan diberi garis putih yang berfungsi sebagai tanda agar pada saat penghamparan dilakukan tidak miring.
5. Campuran HRS-Base dihampar dengan *Finisher* dan dipadatkan dengan *Tandem Roller* dan *Tyre Roller*
6. Pemadatan dimulai dari tepi, berangsur-angsur ketengah dengan arah sejajar as jalan dan jejak roda saling menutup pada lebar yang cukup (*overlapping*). Untuk mencegah lekatnya ban aspal dengan roda *roller*, maka roda tersebut harus dibasahi dengan air.

Tentunya yang dimaksud produksi hasil kerja adalah sejumlah kuantitas pekerjaan yang memenuhi persyaratan yang diminta, artinya kuantitas yang tidak memenuhi syarat tidak dihitung. Secara umum produktifitas kerja alat, per satuan waktu (jam) dipengaruhi oleh banyak hal yaitu :

1. Kapasitas alat dari pabrik
Semakin besar kapasitas alat maka semakin besar pula produktifitasnya, bukan berarti biayanya kecil, karena masih dipengaruhi oleh biaya alat, umumnya lebih besar dibandingkan biaya alat dengan tipe yang lebih kecil.
2. Kondisi medan dan cuaca
Kapasitas yang disebut oleh pabrik pembuat alat adalah kondisi yang ideal. Sehingga, bila kondisi medan kerja sulit, maka produktifitasnya akan menurun begitu juga kondisi cuaca yang jelek menyebabkan alat tidak dapat bekerja sepenuhnya.
3. Kemampuan dan motifasi operator
Bila kemampuan operator rendah, maka alat tidak dapat dihasilkan secara optimal, sehingga produktifitasnya menurun. Begitu juga bila motifasi operatornya rendah maupun kemampuannya tinggi tetap saja akan menurunkan produktifitas alat, karena operator yang bersangkutan tidak melakukan pekerjaannya dengan sungguh-sungguh. Oleh karena itu, dua faktor tersebut harus diperhatikan.
4. Manajemen
Manajemen yang lemah dapat memberikan dampak turunny motifasi para operator, atau menyebabkan terjadinya idle time alat yang tinggi, dimana keduanya menyebabkan turunny produktifitas alat.
5. Komposisi alat
Untuk pekerjaan yang dilaksanakan oleh lebih dari satu alat, komposisi alat yang kurang tepat dapat menyebabkan turunny produktifitas karena produktifitas kelompok sangat dipengaruhi oleh jumlah komposisi dari anggota alat.

Menurut *Peurifoy, R.L* apabila akan menghitung suatu biaya pekerjaan yang dominan menggunakan alat-alat berat maka harus diketahui terlebih dahulu berapa produktifitas dari alat yang terlibat dalam setiap item pekerjaan tersebut.

A. OPTIMASI KINERJA ALAT BERAT

Optimasi secara umum adalah untuk memaksimalkan atau mengoptimalkan sesuatu hal yang bertujuan untuk mengelola sesuatu yang dikerjakan. Menurut definisi, optimasi adalah "proses produksi lebih efisien (lebih kecil dan / atau lebih cepat) program melalui seleksi dan desain struktur data, algoritma, dan urutan instruksi dan lain-lainnya. Sedangkan kinerja menurut "Bernardin dan Russel, 1993" adalah catatan tentang hasil-hasil yang diperoleh dari fungsi-fungsi pekerjaan atau kegiatan tertentu selama kurun waktu tertentu. Jadi optimasi kinerja alat yaitu memaksimalkan pengelolaan suatu hasil pekerjaan atau kegiatan tertentu selama kurun waktu tertentu.

B. TEKNIK ANALISIS UNTUK MENGUKUR EFISIENSI DAN EFEKTIVITAS PENGGUNAAN ALAT BERAT

Dengan membandingkan rencana penggunaan masukan dalam hal ini hasil analisis penelitian alat-alat berat dengan penggunaan alat-alat berat yang direalisasikan di lapangan. Adapun untuk mencari tingkat efisiensi dan efektifnya penggunaan alat-alat berat adalah :

- a. Jika untuk menyelesaikan tugas, cara A membutuhkan waktu 1 jam sedang cara B membutuhkan waktu 2 jam, maka cara A lebih efisien dari cara B. Dengan kata lain tugas tersebut dapat selesai menggunakan cara dengan benar atau efisiensi.
- b. Jika sebuah pekerjaan dapat selesai dengan pemilihan cara-cara yang sudah ditentukan, maka cara tersebut adalah benar atau efektif.

Penyelesaian yang efektif belum tentu efisien begitu juga sebaliknya. Yang efektif bisa saja membutuhkan sumber daya yang sangat besar sedangkan yang efisien itu dapat memakan waktu yang lama. Sehingga sebisa mungkin efektivitas dan efisien bisa mencapai tingkat optimum untuk kedua-duanya.

C. ANALISIS PERHITUNGAN KAPASITAS PRODUKSI ALAT BERAT YANG DIGUNAKAN DI LAPANGAN.

Persamaan untuk menghitung analisis optimasi kinerja alat berat pada tulisan ini menggunakan formula Bina Marga yang digunakan pada perhitungan proyek konstruksi jalan. Adapun perhitungan analisisnya adalah :

a. Kapasitas Produksi Alat Berat

1. Wheel Loader

Untuk mengetahui kapasitas produksi alat ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kapasitas Produksi : } Q = \frac{V \times F_b \times F_a \times 60}{F_k \times T_{s1}} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

- Q = Produksi perjam (m³/jam)
- V = Kapasitas *bucket* (m³)
- F_b = Faktor *bucket*
- F_a = Faktor efisiensi alat
- F_k = Faktor kembang material (padat - lepas)
- T_{s1} = Waktu siklus

2. Motor Grader

Untuk mengetahui kapasitas produksi alat ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

Kapasitas Produksi/jam

$$= \frac{L_h \times b \times t \times F_a \times 60}{n \times T_{s3}} \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{Koef. Alat/m}^3 = \frac{1}{Q_1} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana :

- L_h = Panjang operasi greder sekali jalan (m)
- b = Lebar efektif kerja *blede* (m)
- t = Tebal lapis agregat padat (m)
- L_a = Panjang hamparan (m)
- F_a = Faktor efisiensi alat
- n = Jumlah lintasan
- T₃ = Waktu siklus (T₁ + T₂)

Ket: Untuk koefisien Alat/m³ maka semua rumus untuk alat berat yang akan dipakai sama.

3. Water Tank Truck

Kapasitas Produksi/jam (Q₄) :

$$= \frac{v \times n \times F_a}{W_c} \dots\dots\dots (4)$$

Dimana :

v = Volume air tangki (m³)

W_c = Kebutuhan air/m³ permukaan padat (M³)

n = Pengisian tangki/jam

F_a = Faktor efisiensi alat

4. *Vibrator Roller*

Kapasitas Produksi/jam (Q₅) :

$$= \frac{(v \times 1000) \times b \times t \times F_a}{n} \dots\dots\dots (5)$$

Dimana :

v = Kecepatan rata-rata (Km/jam)

b = Lebar efektif (m)

n = Jumlah lintasan

t = Tebal lapis agregat padat (m)

F_a = Faktor efisiensi alat

5. *Air Compressor*

Kapasitas Produksi/jam (Q₂)

$$= v \times A_p \dots\dots\dots (6)$$

Dimana :

v = Kapasitas Alat (m²/jam)

A_p = Aplikasi resap pengikat rata-rata dalam spesifikasi (litr/m²)

6. *Asphalt Mixing Plant*

Kapasitas Produksi/jam (Q₂)

$$= \frac{v \times F_a}{D_1} \dots\dots\dots (7)$$

Dimana :

v = Kapasitas produksi (ton/jam)

F_a = Faktor efisien alat

D₁ = Berat jenis bahan HRS-Base

7. *Tandem Roller dan Pneumatic Tire Roller*

Kapasitas Produksi/jam (Q₆) :

$$= \frac{(V - 1000) \times b \times t \times Fa}{n} \dots\dots\dots (8)$$

Dimana :

Q = Produksi perjam (m³/jam)

V = Kecepatan Kerja (m³/jam)

b = Lebar pemadatan efektif (m³)

n = Jumlah lintasan

t = Tebal hamparan (m)

Fa = Faktor efisiensi alat

8. *Dump Truck*

Kapasitas Produksi (Q) :

$$= \frac{V \times F_a \times 60}{F_k \times Ts_2} \dots\dots\dots (9)$$

Dimana :

V = Kapasitas bak (m^3)

F_a = Faktor efisiensi alat

F_k = Faktor kembang material

Ts₂ = waktu siklus (ΣT)

t₁ = Waktu tempuh isi (menit)

t₂ = Waktu tempuh kosong (menit)

t₃ = Lain-lain termasuk menurunkan agregat (menit)

9. Asphalt Sprayer

Kapasitas Produksi/jam (Q₁)

$$= \frac{V \times Fa}{T_s} \dots\dots\dots (10)$$

Dimana:

Q = Produksi perjam (m^3 /jam)

V = Kapasitas alat (liter)

T_s = Waktu siklus (termasuk proses pemanasan) (jam)

F_a = Faktor efisiensi alat

10. Asphalt Finisher

Kapasitas Produksi/jam (Q₁)

$$= \frac{V \times Fa}{D_1 \times t} \dots\dots\dots (11)$$

Dimana:

Q = Produksi perjam (m^3 /jam)

V = Kapasitas produksi (ton/jam)

D₁ = Berat jenis bahan HRS-Base

F_a = Faktor efisiensi alat

t = Tebal lapis padat (m)

b. Waktu Pelaksanaan dan Menentukan Durasi

$$W = \frac{V}{Q} \dots\dots\dots (12)$$

Dimana :

W = Waktu Pelaksanaan

Q = Kapasitas Produksi/jam (m^3 /jam)

V = Volume pekerjaan (m^3)

Menentukan Durasi :

$$D = \frac{W_p + W_o + 4.W_{pm}}{6} \dots\dots\dots (13)$$

Dimana :

D = Durasi

W_p = Waktu Pesimis

W_o = Waktu optimis

W_{pm} = Waktu paling mungkin

c. Kebutuhan Alat yang akan digunakan

$$\text{Jumlah alat} = \frac{\text{Target produktifitas}}{Q} \dots\dots\dots (14)$$

$$\text{Target Produktifitas} = \frac{V}{W} \dots\dots\dots (15)$$

$$\text{Waktu efektif (W)} = W_p \times K \times F \dots\dots\dots (16)$$

Dimana :

Q = Produksi perjam (m^3/jam)

V = Kecepatan kerja (m^3/jam)

W_p = Waktu pelaksanaan

K = Jumlah jam kerja per hari

F = Faktor cuaca

METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian pada Proyek Peningkatan jalan dan Jembatan Provinsi Sulawesi Tenggara paket Pekerjaan Pembangunan Jalan Kawasan Abeli-Poasia terletak di Kelurahan Lapulu, Kecamatan Abeli. Penelitian ini rencananya dilaksanakan selama 3 (tiga) bulan, dengan tahapan kegiatan meliputi: proposal, pengumpulan data, analisis data, pembuatan laporan, seminar hasil dan ujian akhir. Sumber data yang diperoleh dalam penelitian ini adalah Data Primer adalah data yang diperoleh secara langsung di lapangan. Data yang dimaksud meliputi pengukuran langsung di lapangan, pengamatan langsung terhadap alat berat yang akan digunakan. Data sekunder adalah data-data yang diperoleh dari instansi terkait sesuai dengan lingkup penelitian yang berupa data-data pendukung baik itu yang termuat dalam kontrak maupun keterangan dari Direksi Teknik dan Konsultan Pengawas lapangan pada proyek Peningkatan jalan M.Umirtum seperti; *Time scedule* proyek, volume pekerjaan, jenis pekerjaan.

Teknik analisis data merupakan cara pengolahan terhadap data-data yang telah dikumpulkan. Analisis yang digunakan pada penelitian ini, yaitu analisis yang mengenai tentang produktifitas alat berat pada pekerjaan sipil serta perhitungan waktu dengan menggunakan metode *Network Planning* dengan langkah-langkah analisis data ini adalah sebagai berikut :

1. Studi pustaka dari berbagai buku literatur yang berhubungan dengan alat berat, kemudian merangkum teori yang saling berhubungan antara manajemen alat berat.
2. Menganalisis data-data yang telah terkumpul baik itu data primer maupun data sekunder untuk dimasukkan kedalam perhitungan kapasitas alat dimana dalam menganalisis data yaitu dengan cara :
 - a. Penentuan lokasi pada masing-masing pekerjaan, ini dilakukan untuk mempermudah dalam menganalisis alat-alat berat yang bekerja
 - b. Analisa produksi dan kapasitas alat, dimana dalam analisa ini peneliti menghitung produksi setiap alat yang bekerja dan menghitung berapa kemampuan alat dalam setiap jenis pekerjaan yang dikerjakan.
 - c. Analisa kebutuhan alat, dalam analisa ini dihitung berapa jumlah alat yang dipakai untuk memenuhi kebutuhan setiap pekerjaan berdasarkan analisa produksi dan kapasitas alat.
 - d. Setelah diketahui jumlah alat yang digunakan setiap pekerjaan, maka dihitung berapa total waktu keseluruhan setiap pekerjaan dengan jumlah alat hasil analisa.
 - e. Berdasarkan total waktu yang digunakan, maka dibuat diagram *Network Planning* untuk mengatur penggunaan alat disetiap pekerjaan yang lebih efisien dan efektif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisa Produksi Alat Berat yang digunakan di Lapangan Pekerjaan Perkerasan Berbutir

1. Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Kelas B (Base-B)

Pada pekerjaan lapis pondasi agregat kelas B (base-B) merupakan pekerjaan yang menggunakan material sebagai bahan utama yang dibentuk berdasarkan volume yang telah ditentukan.

Metode pelaksanaan:

- Material dimuat ke *dump truck* dengan menggunakan *wheel loader*
- Material kemudian diangkut ke lapangan menggunakan *dump truck*
- Hasil campuran material dihampar menggunakan *motor grader*
- Untuk memadatkan digunakan *vibrator roller*
- Permukaan material disiram air menggunakan *water tank truck*

Data Pelaksanaan/Volume pekerjaan:

- Sta. 0+000 - 1+000 (1.000 km) = 450,00 m³
- Sta. 0+000 - 2+100 (1.100 km) = 450,00 m³

Data Pekerjaan :

- Perkiraan kuantitas volume (V) = 900,00 m³

Asumsi :

- Menggunakan alat berat (cara mekanis)
- Kondisi existing : jalan sedang
- Tebal lapis agregat padat (0,15 m)
- Faktor kembang material padat - lepas (Fk = 1,20)
- Jam kerja efektif per-hari (Tk = 7,00 jam)
- Proporsi Campuran :
 - Agregat kasar (Ak = 45,00 %)
 - Agregat halus (Ah = 35,00 %)
 - Sirtu (St = 20,00 %)

Pemakaian Bahan :

- Agregat kasar = 0,5400 m³
- Agregat halus = 0,4200 m³
- Sirtu = 0,2400 m³

Pemakaian Alat :

1. *Dump Truck* (alat untuk mengangkut agregat ke lapangan)

Sta. 0+000 - Sta. 1+000

- Kapasitas bak (V = 12,00 m³)
- Faktor efisiensi alat (Fa = 0,83 m)
- Jarak dari lokasi pengambilan material - lokasi penghamparan = 20 km
- Kecepatan rata-rata bermuatan (v1 = 45 Km/jam)
- Kecepatan rata-rata kosong (v2 = 60 Km/jam)
- Waktu siklus (T_{s3}) = T1 + T2 + T3 + T4
= 73,37 Menit

Waktu memuat :

$$= v : Q2 \times 60 \text{ (T1 = 25,70 Menit)}$$

Waktu tempuh isi

$$= (L : v1) \times 60 \text{ (T2 = 26,67 Menit)}$$

Waktu tempuh kosong

$$= (L : v2) \times 60 \text{ (T3 = 20,00 Menit)}$$

Lain-lain termasuk menurunkan agregat
(T4 = 1,00)

- Kap. Prod./jam (Q1)

$$= \frac{V \times Fa \times 60}{Fk \times Ts \ 3}$$

$$\frac{12 \times 0,83 \times 60}{1,2 \times 73,37} = 6,78 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\begin{aligned} \text{- Kap.Prod./hari} &= Q_1 \times T_k \\ &= 6,78 \times 7 \\ &= 47,46 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- 1 unit Dump Truk 10 roda muatan } 12 \text{ m}^3, \text{ sebanyak} \\ = \frac{\text{Kap.Prod./hari}}{12 \text{ m}^3} = \frac{47,46}{12} = 4 \text{ ret/hari} \end{aligned}$$

- Mis : 4 unit *Dump Truck* 10 roda masing-masing muatan 12 m³, sebanyak = 1 ret/hari

(Optimasi Penggunaan Alat Berat)

$$\bullet \text{ Total hari kerja alat (Ttot) } = \frac{V}{\text{Kap.} \frac{\text{Prod}}{\text{hari}}}$$

$$= 10 \text{ hari}$$

• Jika digunakan *Dump Truck* sebanyak 4 unit maka akan selesai selama 3 hari.

Sta. 1+000 – Sta. 2+100

- Kapasitas bak (V = 12,00 m³)
- Faktor efisiensi alat (Fa = 0,83 m)
- Jarak dari lokasi pengambilan material - lokasi penghampanan = 21 km
- Kecepatan rata-rata bermuatan (v1 = 45 Km/jam)
- Kecepatan rata-rata kosong (v2 = 60 Km/jam)
- Waktu siklus (Ts3) = T1 + T2 + T3 + T4 = 74,70 Menit

Waktu memuat :

$$= v : Q2 \times 60 \text{ (T1 = 25,70 Menit)}$$

Waktu tempuh isi :

$$= (L : v1) \times 60 \text{ (T2 = 28,00 Menit)}$$

Waktu tempuh kosong :

$$= (L : v2) \times 60 \text{ (T3 = 21,00 Menit)}$$

Lain-lain termasuk menurunkan agregat :

$$\text{(T4 = 1,00)}$$

$$\begin{aligned} \text{- Kap. Prod./jam (Q1) } &= \frac{V \times Fa \times 60}{Fk \times Ts \ 3} \\ &= \frac{12 \times 0,83 \times 60}{1,20 \times 74,70} \\ &= 6,67 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- Kap.Prod./hari} &= Q_1 \times T_k \\ &= 6,67 \times 7 \\ &= 46,69 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- 1 unit Dump Truk 10 roda muatan } 12 \text{ m}^3, \text{ sebanyak} \\ = \frac{46,69}{12} = 4 \text{ ret/hari} \end{aligned}$$

- Mis : 4 unit *Dump Truck* 10 roda masing-masing muatan 12 m³, sebanyak = 1 ret/hari

(Optimasi Penggunaan Alat Berat)

• Total hari kerja alat (Ttot) = $\frac{V}{46,69}$
= 10 hari

- Jika digunakan Dump Truk sebanyak 4 unit maka akan selesai selama 3 hari.

2. Wheel Loader

- Kapasitas bucket (v = 1,50 m³)
- Faktor bucket (Fb = 0,90 m³)
- Faktor efisiensi alat (Fa = 0,83)
- Waktu siklus (Ts1 = T1 + T2)

= 2,0 Menit

Mencampur : (T1 = 1,50 Menit)

Memuat dan Lain - lain :

(T2 = 0,50 Menit)

- Kap. Prod./jam (Q2) :

$$= \frac{V \times fb \times Fa \times 60}{Fk \times Ts1}$$

$$Q2 = \frac{1,5 \times 0,9 \times 0,83 \times 60}{1,2 \times 2}$$

= 28,012 m³/jam

- Kap.Prod./hari = Q2 x Tk = 196.087 m³/hari

(Optimasi Penggunaan Alat Berat)

Total hari kerja alat (Ttot) = $\frac{V}{Kap.Prod./hari}$ = $\frac{V}{196,07}$ = 5 hari

3. Motor Grader

- Panjang operasi grader sekali jalan (Lh = 50,00 m)
- Lebar efektif kerja blade (b = 2,40 m)
- Faktor efisiensi alat (Fa = 0,83)
- Kecepatan rata - rata alat (v = 4,00 Km/jam)
- Jumlah lintasan (n = 6,00)
- Waktu siklus (Ts1 = T1 + T2)

= 1,75 Menit

Peralatan 1 kali lintasan :

(T1 = 0,75 Menit)

Lain - lain (T2 = 1,00 Menit)

Kapasitas Produksi/jam (Q3)

$$= \left(\frac{L_s \times 60}{V \times 1000} \right) = 0,75$$

$$= \frac{Lh \times b \times v \times Fa \times 60}{n \times Ts}$$

Q3 =

$$\frac{50 \times 2,4 \times 15 \times 0,83 \times 60}{6 \times 1,75}$$

$$= 85,37 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\circ \text{ Kap. Prod./hari} = Q3 \times T_k = 597,59 \text{ m}^3/\text{hari}$$

(**Optimasi Penggunaan Alat Berat**)

$$- \text{ Total hari kerja alat (Ttot)} = \frac{V}{597,59} = 2 \text{ hari}$$

4. Vibrator Roller

- Kecepatan rata - rata alat (v = 3,00 Km/jam)
- Lebar efektif pemadatan (b = 1,20 m)
- Jumlah lintasan (n = 8,00)
- Faktor efisiensi alat (Fa = 0,83)
- Kap. Prod./jam (Q4)

$$Q4 = \frac{V \times 1000 \times t \times b \times Fa}{8}$$

$$= \frac{3 \times 1000 \times 15 \times 1,2 \times 0,83}{8}$$

$$= 56,025 \text{ m}^3$$

$$- \text{ Kap. Prod./hari} = Q4 \times T_k = 392,175 \text{ m}^3/\text{hari}$$

(**Optimasi Penggunaan Alat Berat**)

$$- \text{ Total hari kerja alat (Ttot)} = \frac{V}{\text{Kap. Prod./hari}} = 3 \text{ hari}$$

5. Water Tank Truck

- Volume air tangki (v = 4,00 m³)
- Kebutuhan air/M³ permukaan padat (Wc = 0,07 m³)
- Pengisian tangki/jam (n = 1,00 Kali)
- Faktor efisiensi alat (Fa = 0,83)
- Kap. Prod./jam (Q5)

$$Q5 = \frac{V \times n \times Fa}{4 \times Wc \times 0,83}$$

$$= \frac{4 \times 1 \times 0,83}{0,07}$$

$$= 47,43 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$- \text{ Kap. Prod./hari} = 47,43 \times T_k = 332,01 \text{ m}^3/\text{hari}$$

(**Optimasi Penggunaan Alat Berat**)

$$- \text{ Total hari kerja alat (Ttot)} = \frac{900}{332,01} = 3 \text{ hari}$$

Menentukan Durasi :

$$D = \frac{Wp + Wo + 4 \cdot Wpm}{6}$$

- Dimana: D = Durasi
 Wp = Waktu Pesimis
 Wo = Waktu Optimis
 Wpm = Waktu paling mungkin

Diambil :

- Wp = 7 hari
- Wo = 10 hari (memperhatikan waktu pesimis pelaksanaan Base-B)
- Wpm = 16 hari (memperhitungkan cuaca dan faktor lain).

$$D = \frac{7 + 10 + 4 \cdot 16}{6} = 13,5 \text{ hari} = 14 \text{ hari}$$

2. Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Kelas A (Base- A)

Pada pekerjaan lapis pondasi agregat kelas A (base-A) merupakan pekerjaan yang menggunakan material sebagai bahan utama yang dibentuk berdasarkan volume yang telah ditentukan. Pekerjaan ini dilakukan setelah pekerjaan base B selesai. Metode pelaksanaannya sama dengan pekerjaan lapis pondasi agregat kelas B (Base-B).

Data pekerjaan : - Perkiraan kuantitas volume (V) = 790,90 m³

Asumsi :

- Menggunakan alat berat (cara mekanis)
- Kondisi existing : jalan sedang
- Tebal lapis agregat padat (0,15 m)
- Faktor kembang material padat - gembur (Fk = 1,20)
- Jam kerja efektif per-hari (Tk = 7,00 jam)
- Proposi Campuran :
 - Agregat kasar (Ak = 45,00 %)
 - Agregat halus (Ah = 55,00 %)

Pemakaian :

Bahan

- Agregat kasar = Ak x 1 m³ x Fk = 0,5400 m³
- Agregat halus = Ah x 1 m³ x Fk = 0,6600 m³

Alat :

1. Dump Truck

Sta. 0+000 - Sta. 1+000

- Kapasitas bak (v = 12,00 m³)
- Faktor efisiensi alat (Fa = 0,83 m)
- Jarak dari lokasi pengambilan material - lokasi penghamparan = 20 km
- Kecepatan rata-rata bermuatan (v1 = 45 Km/jam)
- Kecepatan rata-rata kosong (v2 = 60 Km/jam)
- Waktu siklus Ts3 = T1 + T2 + T3 + T4 = 73,37 Menit
 - o Waktu memuat = v : Q2 x 60 (T1 = 25,70 Menit)
 - o Waktu tempuh isi = (L : v1) x 60 (T2 = 26,67 Menit)
 - o Waktu tempuh kosong = (L : v2) x 60 (T3 = 20,00 Menit)
 - o Lain-lain termasuk menurunkan agregat (T4 = 1,00)
- Kap. Prod./jam (Q1)
$$Q1 = \frac{V \times Fa \times 60}{Ts3}$$
$$= \frac{6,78 \text{ m}^3/\text{jam}}{73,37} = 0,092 \text{ m}^3/\text{jam}$$
- Kap.Prod./hari = 0,092 x 7 x 60 = 38,52 m³/hari
- 1 unit Dump Truk 10 roda muatan 12 m³ sebanyak = kap.Prod./hari : 12 m³ = 4 ret/hari
- Mis : 4 unit Dump Truck 10 roda masing-masing muatan 12 m³, sebanyak = 1 ret/hari

(**Optimasi Penggunaan Alat Berat**)

- Total hari kerja alat (Ttot) = $\frac{V}{Q1} = 10 \text{ hari}$

-Jika digunakan *Dump Truk* sebanyak 4 unit maka akan selesai selama 3 hari.

Sta. 1+000 - Sta. 2+100

- Kapasitas bak (v = 12,00 m³)
- Faktor efisiensi alat (Fa = 0,83 m)
- Jarak dari lokasi pengambilan material - lokasi penghamparan = 21 km
- Kecepatan rata-rata bermuatan (v1 = 45 Km/jam)
- Kecepatan rata-rata kosong (v2 = 60 Km/jam)
- Waktu siklus Ts2 = T1 + T2 + T3 + T4 = 75,70 Menit

- o Waktu memuat = $v : Q2 \times 60$ ($T1 = 25,70$ Menit)
- o Waktu tempuh isi = $(L : v1) \times 60$ ($T2 = 28,00$ Menit)
- o Waktu tempuh kosong = $(L : v2) \times 60$ ($T3 = 21,00$ Menit)
- o Lain-lain termasuk menurunkan agregat ($T4 = 1,00$)

$$\begin{aligned}
 \text{- Kap. Prod./jam (Q1)} &= \frac{V \times Fa \times 60}{Fk \times Ts} \\
 Q1 &= \frac{12 \times 0,83 \times 60}{1,2 \times 75,70} \\
 &= 6,58 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

$$\text{- Kap. Prod./hari} = 6,58 \times 7,0 = 46,06 \text{ m}^3/\text{hari}$$

-1 unit Dump Truk 10 roda muatan 12 m^3 , sebanyak = $\text{kap.Prod./hari} : 12 \text{ m}^3 = 4 \text{ ret/hari}$
 Mis : 4 unit Dump Truck 10 roda masing-masing muatan 12 m^3 , sebanyak = 1 ret/hari

(Optimasi Penggunaan Alat Berat)

$$\text{- Total hari kerja alat (Ttot)} = \frac{V}{\text{Kap.Prod./hari}} = \frac{V}{46,06} = 10 \text{ hari}$$

-Jika digunakan *Dump Truck* sebanyak 4 unit maka akan selesai selama 3 hari.

2. Wheel Loader

- Kapasitas *bucket* ($v = 1,50 \text{ m}^3$)
- Faktor *bucket* ($Fb = 0,90 \text{ m}^3$)
- Faktor efisiensi alat ($Fa = 0,83$)
- Waktu siklus ($Ts1 = T1 + T2$) = 2,00 Menit
 - o Mencampur ($T1 = 1,50$ Menit)
 - o Memuat dan Lain - lain ($T2 = 0,50$ Menit)
- Kap. Prod./jam (Q2)

$$\begin{aligned}
 Q2 &= \frac{V \times Fb \times Fa \times 60}{Fk \times Ts1} \\
 &= \frac{1,5 \times 0,90 \times 0,83 \times 60}{1,20 \times 2,00} \\
 &= 28,012 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

$$\text{-Kap.Prod./hari} = Q2 \times Tk = 196,084 \text{ m}^3/\text{hari}$$

(Optimasi Penggunaan Alat Berat)

$$\text{- Total hari kerja alat (Ttot)} = \frac{V}{\text{Kap.Prod./hari}} = 5 \text{ hari}$$

3. Motor Grader

- Panjang operasi greder sekali jalan ($Lh = 50,00 \text{ m}$)
- Lebar efektif kerja *blede* ($b = 2,40 \text{ m}$)
- Faktor efisiensi alat ($Fa = 0,83$)
- Kecepatan rata - rata alat ($v = 4,00 \text{ Km/jam}$)
- Jumlah lintasan ($n = 6,00$)
- Waktu siklus ($Ts1 = T1 + T2$) = 1,75 Menit
 - o Peralatan 1 kali lintasan ($T1 = 0,75$ Menit)

$$= \left(\frac{Lh \times 60}{v \times 1000} \right) = 0,75 \text{ menit}$$
 - o Lain - lain ($T2 = 1,00$ Menit)

$$\text{- Kap. Prod./jam (Q3)} = \frac{Lh \times b \times t \times Fa \times 60}{n \times Ts}$$

$$Q3 = \frac{50 \times 2,40 \times 0,15 \times Fa \times 60}{n \times Ts}$$

$$= 85,37 \text{ m}^3/\text{jam}$$

- Kap. Prod./hari = $Q3 \times Tk = 597,59 \text{ m}^3/\text{hari}$

(**Optimasi Penggunaan Alat Berat**)

- Total hari kerja alat (T_{tot}) = $\frac{V}{Kap. Prod./hari} = 2 \text{ hari}$

4. Vibrator Roller

- Kecepatan rata - rata alat ($v = 3,00 \text{ Km}/\text{jam}$)

- Lebar efektif pemadatan ($b = 1,20 \text{ m}$)

- Jumlah lintasan ($n = 8,00$)

- Faktor efisiensi alat ($Fa = 0,83$)

- Kap. Prod./jam ($Q4$)

$$Q4 = \frac{V \times 1000 \times b \times t \times Fa}{n}$$

$$= 56,025 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\frac{3 \times 1000 \times 1,2 \times 15 \times 0,83}{8,00}$$

Kap. Prod./hari = $Q4 \times Tk = 392,175 \text{ m}^3/\text{hari}$

(**Optimasi Penggunaan Alat Berat**)

- Total hari kerja alat (T_{tot}) = $\frac{V}{Kap. Prod./hari} = 3 \text{ hari}$

5. Water Tank Truck

- Volume air tangki ($v = 4,00 \text{ m}^3$)

- Kebutuhan air/ M^3 permukaan padat ($Wc = 0,07 \text{ m}^3$)

- Pengisian tangki/jam ($n = 1,00 \text{ Kali}$)

- Faktor efisiensi alat ($Fa = 0,83$)

- Kap. Prod./jam ($Q5$)

$$Q5 = \frac{V \times n \times Fa}{\frac{Wc}{4 \times 1 \times 0,83}}$$

$$= 47,43 \text{ m}^3/\text{jam}$$

- Kap. Prod./hari = $Q5 \times Tk = 332,01 \text{ m}^3/\text{hari}$

(**Optimasi Penggunaan Alat Berat**)

- Total hari kerja alat (T_{tot}) = $\frac{900}{332,01} = 3 \text{ hari}$

Menentukan Durasi :

$$D = \frac{Wp + Wo + 4 \cdot Wpm}{6}$$

Dimana: D = Durasi

Wp = Waktu Pesimis

Wo = Waktu Optimis

Wpm = Waktu paling mungkin

Diambil :

- Wp = 7 hari

- W_o = 15 hari (memperhatikan waktu pesimis pelaksanaan *Base-A*)
- W_{pm} = 21 hari (memperhitungkan cuaca dan faktor lain).

$$D = \frac{7+10+4 \cdot 16}{6} = 16,5 \text{ hari} = 17 \text{ hari}$$

B. Pekerjaan Lapis Resap Pengikat (*Prime Coat*)

Pekerjaan lapis resap pengikat (*Prime Coat*) merupakan pekerjaan yang dilakukan sebelum proses pengaspalan dimulai guna agar material dari lapisan pondasi melekat sesuai prosedur kerja.

Metode pelaksanaan:

- Aspal dan minyak *Flux* dicampur dan dipanaskan sehingga menjadi campuran aspal cair.
- Permukaan yang akan dilapisi harus dibersihkan dari debu dan kotoran yang akan menghambat melekatnya campuran aspal dengan *Air compressor*.
- Campuran aspal cair disemprotkan dengan menggunakan *asphalt sprayer* keatas permukaan yang akan dilapisi
- Angkutan aspal dan minyak flux menggunakan *dup truck*

Data Pekerjaan : - Perkiraan kuantitas volume (V) = 8.120,00 liter

- Kondisi existing jalan sedang

Asumsi :

- Menggunakan alat berat (cara mekanis)
- Jam kerja efektif per-hari ($T_k = 7,00 \text{ jam} = 420 \text{ menit}$)
- Faktor kehilangan bahan ($F_h = 1,10$)
- Komposisi campuran :
 - o Agregat AC - 10 atau AC - 20 ($A_s = 56 \%$)
 - o Kerosene ($K = 44 \%$)

-Berat jenis bahan :

- o Agregat AC - 10 atau AC - 20 ($D_1 = 1,03 \text{ Kg/Liter}$)
- o Minyak Flux/pencair ($D_2 = 0,80$)

-Bahan dasar (aspal dan minyak pencair) semuanya diterima di lapangan
Pemakaian :

Bahan

Untuk mendapatkan 1 liter resap pengikat diperlukan :

(1 liter x F_h) = PC 1,10 liter

Aspal = $A_s \times PC \times D_1 = 0,6535 \text{ Kg}$

Kerosene = $K \times PC = 0,4840 \text{ liter}$

Alat :

1. *Asphalt Sprayer*

- Kapasitas Alat ($v = 800,00 \text{ liter}$)
- Faktor efisiensi alat ($F_a = 0,83$)
- Waktu siklus termasuk proses pemanasan ($T_s = 2,00 \text{ jam}$)
- Kap. Prod./jam (Q_1)

$$Q_1 = \frac{V \times F_a}{T_s} = \frac{0,83 \times 0,83}{2}$$

$$= 332,00 \text{ Liter/jam}$$

- Kap.Prod./hari = $Q_1 \times T_k = 2.324,00 \text{ liter/hari}$

(*Optimasi Penggunaan Alat Berat*)

- Total hari kerja alat (T_{tot}) = $\frac{V}{\text{Kap.Prod./hari}} = \frac{8.120,00}{2.324,00} = 4 \text{ hari}$

2. *Air Compressor*

- Kapasitas Alat ($v = 400,00 \text{ m}^3/\text{jam}$)
- Aplikasi resap pengikat rata-rata (spesifikasi) = ($A_p = 0,80 \text{ liter/m}^2$)

- Kap. Prod./jam (Q2) = (v x Ap)
Q2 = 320,00 liter /jam

(Optmisi Penggunaan)

Sesuai spesifikasinya atau sama dengan kerja alat *Asphalt Sprayer*

3. Dump Truck

Sebagai alat pengangkut bahan dilokasi pekerjaan, *dump truck* melayani alat *Asphalt Sprayer*

- Kap. Prod./jam (Q3) = *Asphalt Sprayer*
Q3 = 332,00 liter/jam
- Koef. Alat / liter = $\frac{1}{Q_3}$
= $\frac{1}{332,0}$
= 0,003 jam

Menentukan Durasi :

$$D = \frac{Wp + Wo + 4 \cdot Wpm}{6}$$

Dimana: D = Durasi
Wp = Waktu Pesimis
Wo = Waktu Optimis
Wpm = Waktu paling mungkin

Diambil :

- Wp = 7 hari
- Wo = 10 hari (memperhatikan waktu pesimis *prime coat*)
- Wpm = 14 hari (memperhitungkan cuaca dan faktor lain).

$$D = \frac{7 + 10 + 4 \cdot 14}{6} = 12,167 \text{ hari} = 12 \text{ hari}$$

C. Pekerjaan Lapis Pondasi (HRS - Base)

Pekerjaan lapis pondasi (*HRS - Base*) merupakan pekerjaan lapis permukaan dengan menggunakan material-material yang telah ditentukan.

Metode pelaksanaan:

- Wheel loader* memuat agregat dan aspal ke dalam *cold bin AMP*
- Agregat dan aspal dicampur dan dipanaskan ke dalam *AMP* untuk dimuat langsung ke dalam *dump truck* dan dimuat langsung ke lapangan
- Penghamparan *HRS-Base* dengan menggunakan *asphalt finisher*
- Setelah material dihamparkan kemudian digilas dengan *tandem roller* dengan beberapa kali lintasan dan dilanjutkan lagi dengan pemadatan *tyre roller* yang juga dilakukan dengan beberapa kali lintasan.
- Untuk memudahkan dan menghasilkan kepadatan yang maksimum maka dilakukan penyiraman air dengan menggunakan *water tank truck*.
- Selama pemadatan, sekelompok pekerja akan merapikan tepi hamparan dengan menggunakan alat bantu.

Data Pekerjaan : - Perkiraan kuantitas volume (V) = 609,00 m³

Asumsi :

- Menggunakan alat berat (cara mekanis)
- Lokasi pekerjaan sepanjang jalan.
- Tebal lapis (*HRS-Base*) padat (6 cm)
- Jam kerja efektif per-hari (Tk = 7,00 jam = 420 menit)
- Faktor kehilangan material :
Agregat (Fh1 = 1,10)
Aspal (Fh2 = 1,05)
- Komposisi campuran *HRS-Base* :
Coarse Agregat (CA = 48,50 %)
Fine agregat (FA = 39,50 %)

Fraksi Filler (FF = 5,50 %)
 Asphalt Minimal 6 % (As 6,50 %)

- Berat jenis bahan :
 HRS-Base (D1 = 2,30 ton/m³)
 Coarse agregat dan fine agregat (D2 = 1,80 ton/m³)
 Fraksi filler (D3 = 2,00 ton/m³)
 Asphalt (D4 = 1,03 ton/m³)

Pemakaian :

Bahan :

- Agregat kasar = (CA x (D1 x 1m³) x Fh1) : D2 = 0,6817 m³
- Agregat halus = (FA x (D1 x 1m³) x Fh1) : D2 = 0,5552 m³
- Filler = (FF x (D1 x 1m³) x Fh1) x 1000 = 139,1500 Kg
- Aspal = (AS x (D1 x 1m³) x Fh2) x 1000 = 156,9750 Kg

Alat :

1. Asphalt Mixing Plant (AMP)

- Kapasitas Produksi (v = 50,00 ton/jam)
- Faktor efisiensi alat (Fa = 0,83)
- Kap. Prod./jam (Q1)

$$Q1 = \frac{V \times Fb}{D1}$$

$$Q1 = \frac{50 \times 0,83}{2,3}$$

$$= 18,04 \text{ m}^3/\text{jam}$$

- Kap.Prod./hari = Q1 x Tk = 126,28 m³/hari

(Optimasi Penggunaan Alat Berat)

- Total hari kerja alat (Ttot) = $\frac{V}{\text{Kap.Prod./hari}} = \frac{609,0}{126,28} = 5 \text{ hari}$

2. Dump Truck

- Kapasitas bak (v = 8,00 ton)
- Faktor efisiensi alat (Fa = 0,83)
- Kecepatan rata-rata bermuatan (v1 = 40 Km/jam)
- Kecepatan rata-rata kosong (v2 = 50 Km/jam)
- Kapasitas AMP / batch (Q2b = 0,50 ton)
- Waktu menyiapkan 1 batch ATB (Tb = 1,00 menit)
- Waktu siklus Ts2 = T1 + T2 + T3 + T4 = 71,50 Menit

a. Mengisi bak
 = (v : Q2b) x Tb (T1 = 16,00 Menit)

b. Angkut
 = (L : v1) x 60 (T2 = 22,50 Menit)

c. Tunggu + dump + putar (T3 = 15,00 Menit)

d. Kembali = (L : v2) x 60 (T4 = 18,00)

- Kap. Prod./jam (Q2)

$$Q2 = \frac{V \times Fa \times 60}{D1 \times Ts2}$$

$$Q2 = \frac{8 \times 0,83 \times 60}{2,3 \times 71,50}$$

$$= 2,423 \text{ m}^3/\text{jam}$$

- Kap.Prod./hari = Q2 x Tk = 16,958 m³/hari

- 1 unit Truk 10 roda muatan 12 m³, sebanyak = $\frac{16,958}{12} = 2 \text{ hari}$

(Optimasi Penggunaan Alat Berat)

- Total hari kerja alat 1 unit (T_{tot}) = $\frac{609,00}{16,958} = 35 \text{ hari}$
- Jika digunakan Dump Truk sebanyak 7 unit sehari maka akan selesai selama 5 hari.

3. Asphalt Finisher

- Kapasitas produksi ($V = 40,00 \text{ ton/jam}$)
- Faktor efisiensi alat ($Fa = 0,83$)
- Kap. Prod./jam ($Q3$)

$$Q3 = \frac{V \times Fa}{Dl}$$

$$= \frac{40 \times 0,83}{2,3}$$

$$= 14,43 \text{ m}^3$$

- Kap.Prod./hari = $Q3 \times Tk = 101,01 \text{ m}^3/\text{hari}$

(Optimasi Penggunaan Alat Berat)

- Total hari kerja alat (T_{tot}) = $\frac{609,00}{101,01} = 6 \text{ hari}$

4. Alat Tandem Roller

- Kecepatan rata-rata alat ($v = 3,50 \text{ Km/jam}$)
- Lebar efektif pemadatan ($b = 1,20 \text{ m}$)
- Jumlah lintasan ($n = 8,00 \text{ lintasan}$)
- Faktor efisiensi alat ($Fa = 0,83$)
- Kap. Prod./jam ($Q4$)

$$Q4 = \frac{(V \times 1000) \times b \times t \times Fa}{n}$$

$$= \frac{(3,50 \times 1000) \times 1,20 \times 6 \times 0,83}{8}$$

$$= 26,145 \text{ m}^3$$

- Kap.Prod./hari = $Q4 \times Tk = 183,015 \text{ m}^3/\text{hari}$

(Optimasi Penggunaan Alat Berat)

- Total hari kerja alat (T_{tot}) = $\frac{609,0}{183,015} = 4 \text{ hari}$

5. Alat Pneumatic Tire Roller

- Kecepatan rata - rata alat ($v = 5,00 \text{ Km/jam}$)
- Lebar efektif pemadatan ($b = 1,50 \text{ m}$)
- Jumlah lintasan ($n = 8,00$)
- Faktor efisiensi alat ($Fa = 0,75$)

- Kap. Prod./jam ($Q5$)

$$Q5 = \frac{(V \times 1000) \times b \times t \times Fa}{n}$$

$$= \frac{(5 \times 1000) \times 1,5 \times 15 \times 0,83}{8}$$

$$= 38,75 \text{ m}^3$$

- Kap.Prod./hari = $Q5 \times Tk = 271,254 \text{ m}^3/\text{hari}$

(Optimasi Penggunaan Alat Berat)

- Total hari kerja alat (T_{tot}) = $\frac{609,0}{271,254} = 3 \text{ hari}$

6. Generatorset (Genset)

- Kapasitas produksi = AMP

Menentukan Durasi :

$$D = \frac{Wp + Wo + 4 \cdot Wpm}{6}$$

Dimana: D = Durasi
Wp = Waktu Pesimis
Wo = Waktu Optimis
Wpm = Waktu paling mungkin

Diambil :

- Wp = 7 hari
- Wo = 10 hari (memperhatikan waktu pesimis prime coat)
- Wpm = 21 hari (memperhitungkan cuaca dan faktor lain).

$$D = \frac{7 + 10 + 4 \cdot 21}{6} = 16,83 \text{ hari} = 17 \text{ hari}$$

B. Kebutuhan Alat

1. Pekerjaan Pondasi Agregat Base-B

- a. Volume (V) = 900 m³
- b. Waktu pelaksanaan = 7 hari
- c. Jam kerja efektif/hari = 7,00 jam
- d. Faktor cuaca = 1,00
- Waktu efektif = 7 × 7 × 1 = 49 jam

$$\begin{aligned} \text{Target produktifitas} &= \frac{V}{\text{Waktu Efektif}} \\ &= \frac{900}{49} \\ &= 18,36 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Alat yang digunakan :

- a. *Wheel Loader* = $\frac{18,36}{28,01} = 0,65$
= 1 unit
- b. *Dump Truck* = $\frac{18,36}{6,78} = 2,707$
= 3 unit
- c. *Motor Grader* = $\frac{18,36}{85,37} = 0,215$
= 1 unit
- d. *Vibrator Roller* = $\frac{18,36}{56,02} = 0,327$
= 1 unit
- e. *Water tank truck* = $\frac{18,36}{47,43} = 0,387$
= 1 unit

B. Pekerjaan Pondasi Agregat Base-A

- a. Volume (V) = 790,90 m³
- b. Waktu pelaksanaan = 7 hari

- c. Jam kerja efektif/hari = 7,00 jam
 d. Faktor cuaca = 1,00
 Waktu efektif = $7 \times 7 \times 1$ = 49 jam

$$\begin{aligned} \text{Target produktifitas} &= \frac{V}{\text{Waktu Efektif}} \\ &= \frac{900}{49} \\ &= 16,14 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Alat yang digunakan :

- a. *Wheel Loader* = $\frac{16,14}{28,01}$ = 0,57
 = 1 unit
 b. *Dump Truck* = $\frac{16,14}{6,78}$ = 2,38
 = 3 unit
 c. *Motor Grader* = $\frac{16,14}{85,37}$ = 0,189
 = 1 unit
 d. *Vibrator Roller* = $\frac{16,14}{56,02}$ = 0,288
 = 1 unit
 e. *Water tank truck* = $\frac{16,14}{47,43}$ = 0,340
 = 1 unit

C. Lapis resap pengikat (*prime coat*)

- a. Volume (V) = 8.120,00 m³
 b. Waktu pelaksanaan = 7 hari
 c. Jam kerja efektif/hari = 7,00 jam
 d. Faktor cuaca = 1,00
 Waktu efektif = $7 \times 7 \times 1$ = 49 jam

$$\begin{aligned} \text{Target produktifitas} &= \frac{V}{\text{Waktu Efektif}} \\ &= \frac{900}{49} \\ &= 165,714 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Alat yang digunakan :

- b. *Asphalt Sprayer* = $\frac{165,714}{332,00}$ = 0,499
 = 1 unit
 c. *Air Compressor* = $\frac{165,714}{332,00}$ = 0,499

$$d. \text{ Dump truck} = \frac{165,714}{332,00} = 0,499$$

$$= 1 \text{ unit}$$

$$e. \text{ Water tank truck} = \frac{165,714}{332,00} = 0,499$$

$$= 1 \text{ unit}$$

D. Lapis HRS-Base

$$a. \text{ Volume (V)} = 609,00 \text{ m}^3$$

$$b. \text{ Waktu pelaksanaan} = 7 \text{ hari}$$

$$c. \text{ Jam kerja efektif/hari} = 7,00 \text{ jam}$$

$$d. \text{ Faktor cuaca} = 1,00$$

$$\text{Waktu efektif} = 7 \times 7 \times 1 = 49 \text{ jam}$$

$$\text{Target produktifitas} = \frac{V}{\text{Waktu Efektif}} = \frac{609}{49}$$

$$= 12,42 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Alat yang digunakan :

$$a. \text{ Whull Loader} = \frac{12,42}{28,01} = 0,443$$

$$= 1 \text{ unit}$$

$$b. \text{ AMP} = \frac{12,42}{18,04} = 0,688$$

$$= 1 \text{ unit}$$

$$c. \text{ Dump Truck} = \frac{12,42}{2,42} = 6,21$$

$$= 7 \text{ unit}$$

$$d. \text{ Asphalt Finisher} = \frac{12,42}{14,43} = 0,861$$

$$= 1 \text{ unit}$$

$$e. \text{ Tandem Roller} = \frac{12,42}{26,14} = 0,4753$$

$$= 1 \text{ unit}$$

$$f. \text{ Tyre Roller} = \frac{12,42}{38,75} = 0,320$$

$$= 1 \text{ unit}$$

$$g. \text{ Water tank truck} = \frac{12,42}{47,43} = 0,262$$

$$= 1 \text{ unit}$$

Untuk lebih detailnya penulis menyajikan dalam bentuk tabel berikut ini:

Tabel 6.1 Perhitungan Kebutuhan Peralatan

No.	Uraian Pekerjaan	Sat.	Vol. Pek	Jenis Peralatan	Kap. Prod.	Waktu kerja		Kebutuhan Peralatan (Unit)
						Total hari kerja	Durasi (Hari)	
A.	Sta. 0+000 - Sta. 1+000							
A.1	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	M3	400				14	
				Wheel loader	196,09	5		1
				Dump Truck	47,46	10		3
				Motor grader	597,59	2		1
				Vibrator roller	392,18	3		1
				water tank truck	332,01	3		1
A.2	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	M3	400				17	
				Wheel loader	196,08	5		1
				Dump Truck	47,46	10		3
				Motor grader	597,59	2		1
				Vibrator roller	392,18	3		1
				water tank truck	332,01	3		1
A.3	Lapis Resap Pengikat	Liter	8.120				12	
				Asphalt Sprayer	332,00	4		1
				Air Compressor	332,00	4		1
				Dump Truck	332,00	1		1
A.4	HRS-Base	M3	609				17	
				Wheel loader	196,08	5		1
				Asphalt Mixing Plant	126,28	5		1
				Dump Truck	16,96	35		7
				Asphalt Finisher	101,01	6		1
				Tandem Roller	183,02	4		1
				Tyre Roller	271,25	3		1

B. Sta. 1+000 - Sta. 2+100								
B.1	Lapis Pondasi Agregat	M3	400				14	
	Kelas B			Wheel loader	196,09	5		1
				Dump Truck	46,69	10		3
				Motor grader	597,59	2		1
				Vibrator roller	392,18	3		1
				water tank truck	332,01	3		1
B.2	Lapis Pondasi Agregat	M3	490,90				17	
	Kelas A			Wheel loader	196,08	5		1
				Dump Truck	46,06	10		3
				Motor grader	597,59	2		1
				Vibrator roller	392,18	3		1
				water tank truck	332,01	3		1
B.4	<i>HRS-Base</i>	M3	609,00				17	
				Wheel loader	196,08	5		1
				Asphalt Mixing Plant	126,28	5		1
				Dump Truck	16,96	35		7
				Asphalt Finisher	101,01	6		1
				Tandem Roller	183,02	4		1
	Pneumatic Tyre Roller	271,25	3		1			

KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

Dari hasil analisis pada bab sebelumnya, maka penulis mengambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Jumlah alat berat yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek peningkatan jalan M.Umirtum yaitu : AMP 1 Unit, Dump Truck truck 7 Unit, Wheel Loader 1 Unit, Motor Grader 1 Unit, Vibrator Roller 1 Unit, Tandem Roller 1 Unit, Tyre Roller 1 Unit, Air Compressor 1Unit, Asphalt Sprayer 1 Unit, Asphalt Finisher 1 Unit, Water Tank Truck 1 Unit
2. Dengan mempergunakan *Diagram Network Planning*, maka didapatkan hasil yang lebih efisien dalam pemanfaatan waktu dimana terjadi selisih perbedaan waktu sebanyak 19 hari kerja.

3. Sesuai dengan kondisi ril hasil analisis, maka waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan ini yaitu 44 hari kalender, sedangkan kondisi aktual di lapangan sesuai kontrak yaitu 63 hari kalender.

SARAN

Dari uraian diatas, maka penulis mengemukakan saran sebagai berikut:

1. Dalam pelaksanaan suatu pekerjaan proyek, perlu diadakan perhitungan jadwal pelaksanaan yang se-efisien mungkin baik dari segi peralatan, bahan, maupun tenaga. Hal ini dimaksudkan untuk mengurangi pemakaian biaya yang berlebihan.
2. Pelaksanaan pekerjaan yang sesuai dengan persyaratan yang telah ditetapkan oleh Direktorat Jendral Bina Marga, harus benar-benar diterapkan pada pelaksanaan proyek. Dengan demikian diperoleh hasil pelaksanaan yang akurat dengan mutu dan kualitas yang terjamin.
3. Agar perencanaan ini lebih baik, maka penulis mengharapkan peneliti lain dapat meneliti dengan metode-metode yang baru sehingga kita dapat membandingkan metode ini dengan metode yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1985. *Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan dengan Menggunakan Alat Berat (Analisa E1)*
- Asiyanto. 2005. *Metode Konstruksi Proyek Jalan*, Penerbit Nova, Jakarta.
- Dalimin. 1985. "Pelaksanaan Pembangunan Jalan (*High Way Engineering*) Pengaspalan", Lestari, Jakarta.
- Hadisudarto. 1982. "*Management Peralatan*", Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Igig, Soemardikatmodjo. 2003. *Alat-alat Berat*.
- Lilis, Satriani. 2010. "*Manajemen Pelaksanaan Peningkatan Jalan dengan ATB*", Universitas HALUOLEO
- Manual Peralatan P.T. Waskita Karya.
- Peurifoy, P.E. R. L dan W.B. Ledbetter, P.E. 1988. "Perencanaan Peralatan dan Metode Konstruksi, Jilid I", Badan Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Rochmanhadi. 1985. "Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Dengan Menggunakan Alat-Alat Berat", Penerbit Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Rostiyanti, S.F, 2007. "Mata Kuliah Alat-Alat Berat", Penerbit PT. Rineka Cipta, Jakarta.
- Soegeng Djojowiriono. 2005. "*Manajemen Konstruksi*", Biro Penerbit Teknik Sipil Universitas Gajah Mada.
- Soekoto. 1973. "Mempersiapkan Lapisan Dasar Konstruksi Series Rencana dan Pelaksanaan Konstruksi Aspal Untuk Jalan Raya dan Landasan Terbang", Badan Penerbit Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Tanggapili, Bais. 2005. *Tinjauan Kapasitas Produksi Peralatan pada Paket Rehabilitasi Jalan A.Yani Kabupaten Konawe*.