

ANALISIS PENAMBAHAN KELOMPOK KERJA DAN JAM KERJA (LEMBUR) TERHADAP WAKTU PENYELESAIAN ITEM PEKERJAAN DAN BIAYA ITEM PEKERJAAN

Ridho Abner Malelak¹, Gregorius Paus Usboko^{2*}, Sri Santi Seran², Laurensius Lulu²

¹Mahasiswa Program Studi Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandira

²Program Studi Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandira

email:gregoriususboko2505@gmail.com

Abstrak: Mengatasi masalah keterlambatan waktu dibutuhkan penanganan menggunakan metode-metode atau alternatif yang sudah terbukti seperti penambahan kelompok kerja atau penambahan jam kerja. Penambahan jam kerja dan tenaga kerja biasanya digunakan sebagai sebuah Solusi dalam mempercepat waktu penyelesaian sebuah proyek karena dengan penambahan jam kerja, waktu yang dapat digunakan untuk bekerja bertambah sehingga produksi yang dihasilkan meningkat dan waktu penyelesaian. Menambahkan kelompok kerja dan jam kerja pada item pekerjaan yang dipilih dari lintasan kritis yaitu Lapis Pondasi Agregat kelas A, Laston Lapis Aus dan Struktur Beton Fc 15 mpa menghasilkan produksi minimum yang baru sehingga waktu penyelesaian dari ketiga item pekerjaan berkurang, tetapi juga meningkatkan biaya yang diperlukan dalam menyelesaikan item pekerjaan. Penambahan Jam Kerja (Lembur) pada ketiga item pekerjaan dilintasan kritis jam pertama durasi penyelesaian berkurang sebesar 12,5% pada durasi penyelesaian item pekerjaan, jam ke-2 sebesar 22,22% pada item pekerjaan, jam ke-3 sebesar 30% pada item pekerjaan. Sedangkan biaya Lapis Pondasi Agregat Kelas A jam kerja ke-1 biaya menjadi sebesar 0,15%, jam ke-2 sebesar 0,31%, pada jam ke-3 sebesar 0,31%. Pada item pekerjaan Laston Lapis Aus biaya jam ke-1 sebesar 0,08%, Jam ke-2 0,16% dan ke-3 sebesar 0,16%. Pada item pekerjaan struktur Beton fc 15 Mpa jam kerja ke-1 sebesar 2,01%, jam ke-2 sebesar 4,01% dan jam ke-3 sebesar 4,01%. Penambahan kelompok tenaga kerja item pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Kelas A durasi berkurang 32%, item pekerjaan Laston Lapis Aus 13%, dan pada item pekerjaan Struktur Beton Fc 15 Mpa 50%. Biaya item pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Kelas A naik sebesar 0,37 %, item pekerjaan Laston Lapis Aus yang kenaikan 8,03% dan item pekerjaan Struktur Beton fc 15 Mpa tidak mengalami kenaikan.

Kata Kunci : Kelompok kerja, Jam kerja, Biaya, Durasi, Item Pekerjaan

ABSTRACT

Abstract: Overcoming the problem of time delays requires handling using proven methods or alternatives such as adding work groups or adding working hours. Adding working hours and labor is usually used as a solution to speed up the completion time of a project because by adding working hours, the time that can be used to work increases so that the resulting production increases and the completion time. Adding working groups and working hours to the selected work items from the critical path, namely Class A Aggregate Foundation Layer, Wearing Layer Laston and Fc 15 mpa Concrete Structure produces a new minimum production so that the completion time of the three work items is reduced, but also increases the costs required to complete the work items. Adding Working Hours (Overtime) to the three work items on the critical path, the first hour of completion duration is reduced by 12.5% in the completion duration of the work item, the 2nd hour by 22.22% in the work item, the 3rd hour by 30% in the work item. While the cost of Class A Aggregate Foundation Layer, the 1st working hour cost is 0.15%, the 2nd hour is 0.31%, the 3rd hour is 0.31%. In the Wear Layer Laston work item, the cost is 0.08% in the 2nd hour, 0.16% in the 3rd hour and 0.16%. In the fc 15 Mpa Concrete structure work item, the 1st working hour is 2.01%, the 2nd hour is 4.01% and the 3rd hour is 4.01%. The addition of labor groups for the Class A Aggregate Foundation Layer work item, the duration is reduced by 32%, the Wear Layer Laston work item is 13%, and in the Fc 15 Mpa Concrete Structure work item is 50%. The cost of the Class A Aggregate Foundation Layer work item increased by 0.37%, the Wearing Layer Laston work item increased by 8.03% and the fc 15 Mpa Concrete Structure work item did not experience an increase..

Keywords: : Workgroup, Working hours, Cost, Duration, Work Item

1. PENDAHULUAN

Pelaksanaan suatu proyek konstruksi terdapat banyak faktor yang memegang peranan penting dan menjadi kunci dari keberhasilan pelaksanaannya. Faktor-faktor tersebut dapat mempengaruhi waktu pelaksanaan proyek secara keseluruhan, hal ini juga berlaku pada proyek konstruksi Jalan, sehingga pengelolaan waktu menjadi suatu aspek penting dalam keberhasilan sebuah proyek konstruksi. Seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan infrastruktur Jalan yang berkualitas maka pengelolaan waktu menjadi semakin penting karena menjadi kunci utama dalam memastikan proyek diselesaikan tepat waktu sesuai dengan rencana yang sudah dibuat.

Hal-hal tak terduga seperti perubahan cuaca, keterbatasan sumber daya dan lain sebagainya dapat menjadi tantangan dalam menjaga agar proyek berjalan sesuai jadwal rencana. Keterlambatan pada proyek konstruksi jalan tidak hanya berdampak pada biaya tambahan akibat perpanjangan waktu tetapi juga dapat mengganggu aktivitas lalu lintas pada daerah tersebut.

Penambahan jam kerja biasanya digunakan sebagai sebuah Solusi dalam mempercepat waktu penyelesaian sebuah proyek karena dengan penambahan jam kerja, waktu yang dapat digunakan untuk bekerja bertambah sehingga produksi yang dihasilkan meningkat dan waktu penyelesaian.

Penambahan kelompok kerja juga dapat menjadi Solusi untuk mempercepat waktu penyelesaian proyek karena dengan lebih banyak tenaga kerja dapat meningkatkan produksi sehingga lebih banyak pekerjaan yang dapat diselesaikan.

Penambahan jam kerja dan kelompok kerja juga berdampak pada biaya item pekerjaan yang dilakukan penambahan dan efisiensi pekerjaan sehingga perlu dilakukan Analisa terlebih dahulu sebelum dilakukan penambahan jam kerja dan kelompok kerja.

Penelitian ini menggunakan data Proyek peningkatan Jalan Panda-Demondei-Danibao yang terletak dikecamatan Wotan Ulumando, Kabupaten Flores Timur, Provinsi Nusa Tenggara Timur dengan nilai kontrak sebesar Rp. 28.116.090.000 tahun anggaran 2023, Nomor kontrak: HK.02.03.Bb10.8.5/212.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan data dari Proyek Peningkatan Jalan Pandai-Demondei-Danibao yang terletak di Kecamatan Wotan Ulumando, Kabupaten Flores Timur dengan nilai kontrak sebesar Rp. 28.116.090.000. Data yang digunakan pada penelitian ini didapat dari Instansi terkait dengan proyek yang menjadi objek penelitian ini yaitu PT. Adisti Indah. Adapun data yang diperoleh dari instansi adalah :

1. Data kuantitas dan harga
2. Jadwal waktu pelaksanaan (Kurva S)
3. Data sewa peralatan kerja
4. Data harga dasar satuan upah
5. Nilai kontrak

2.1 Koefisien atau Kuantitas Item Pekerjaan

Koefisien atau kuantitas adalah banyaknya sumber daya (tenaga kerja, peralatan dan material) yang digunakan untuk menyelesaikan satu satuan pekerjaan (Lulu,2003). Koefisien biasanya digunakan untuk merencanakan sumber daya, menghitung biaya, merencanakan dan menentukan jadwal.

2.2 Koefisien Tenaga Kerja

Koefisien tenaga kerja adalah jumlah penggunaan waktu tiap-tiap unsur tenaga kerja untuk menyelesaikan satu satuan item pekerjaan (Lulu,2003). Koefisien tenaga kerja biasanya digunakan untuk menentukan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan dalam menyelesaikan satu volume item pekerjaan tertentu.

Koefisien tenaga kerja dapat dihitung menggunakan rumus :

$$Ktk = \frac{1}{Qtk} \times Jtk \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

Ktk = Koefisien tenaga kerja (Jam, Hari)

Qtk = Produksi tenaga kerja (m²/jam, m³/jam)

Jtk = Jumlah tenaga kerja (Orang)

2.3 Koefisien Peralatan

Koefisien peralatan adalah jumlah penggunaan waktu tiap-tiap unsur peralatan untuk menyelesaikan satu satuan item pekerjaan (Lulu,2003).

Koefisien peralatan dapat dihitung menggunakan rumus :

$$Kp = \frac{1}{Qp} \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan :

Kp = Koefisien peralatan (Jam)

Qp = Produksi peralatan (m^2/jam , m^3/jam)

2.4 Koefisien Material

Koefisien material adalah banyaknya tiap-tiap unsur material yang digunakan untuk menyelesaikan satu satuan item pekerjaan [1]. Koefisien material dapat dihitung menggunakan rumus :

$$K_m = K_r + F_a \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan :

K_m = Koefisien atau kuantitas material

K_r = Kebutuhan rill/satuan item pekerjaan

F_a = Faktor yang hilang dalam Analisa

2.5 Biaya Item Pekerjaan

Biaya item pekerjaan adalah biaya yang digunakan untuk menyelesaikan masing-masing item pekerjaan dan diperoleh dari hasil perkalian antara volume dan Analisa harga satuan item pekerjaan [1].

Biaya item pekerjaan dapat dihitung dengan rumus :

$$X_i = V_i \cdot A_i \dots \dots \dots (4)$$

Dimana :

X_i = Biaya item pekerjaan

V_i = Volume item pekerjaan ke-i

A_i = Analisa harga satuan ke-i

2.6 Analisa Harga Satuan Item Pekerjaan

Analisa harga satuan item pekerjaan adalah perhitungan biaya tiap-tiap item pekerjaan berdasarkan penjumlahan seluruh biaya sumber daya (tenaga kerja, material, dan peralatan) yang digunakan untuk satu satuan volume item pekerjaan [1].

Analisa harga satuan item pekerjaan dapat dihitung dengan rumus :

$$A_i = T_i + M_i + P_i \dots \dots \dots (5)$$

Dimana :

A_i = Analisa harga satuan item pekerjaan

T_i = Biaya tenaga kerja pada item pekerjaan ke-i

M_i = Biaya material pada item pekerjaan ke-i

P_i = Biaya peralatan pada item pekerjaan ke-i

2.7 Biaya Unsur Tenaga Kerja

Biaya unsur tenaga kerja adalah biaya yang digunakan untuk membayar unsur tenaga kerja yang bersangkutan dalam menyelesaikan satu satuan item pekerjaan dan diperoleh dari hasil perkalian antara koefisien dan harga satuan [1].

Biaya unsur tenaga kerja dapat dihitung dengan rumus :

$$T_{ij} = K_{Tij} \cdot H_{Tij} \dots \dots \dots (6)$$

Dimana :

T_{ij} = Biaya unsur tenaga kerja ke-j pada item pekerjaan-i

K_{Tij} = Koefisien tenaga kerja ke-j pada item pekerjaan ke-i

H_{Tij} = Harga satuan tenaga kerja ke-j

2.8 Biaya Unsur Material

Biaya unsur material adalah biaya yang digunakan untuk membayar unsur material yang bersangkutan dalam menyelesaikan satu satuan item pekerjaan dan diperoleh dari hasil perkalian antara koefisien dan harga satuannya [1].

Biaya unsur tenaga kerja dapat dihitung dengan rumus :

$$M_{ij} = K_{Mij} \cdot H_{Mij} \dots \dots \dots (7)$$

Dimana :

M_{ij} = Biaya unsur material

K_{Mij} = Koefisien material ke-j pada item pekerjaan ke-i

H_{Mij} = harga satuan material ke-j

2.9 Biaya Unsur Peralatan

Biaya unsur peralatan adalah biaya yang digunakan untuk membayar unsur peralatan yang bersangkutan dalam menyelesaikan satu satuan item pekerjaan dan diperoleh dari hasil perkalian antara koefisien dan harga satuannya [1].

Biaya unsur peralatan dapat dihitung dengan rumus :

$$P_{ij} = K_{Pij} \cdot H_{Pij} \dots \dots \dots (8)$$

Dimana :

P_{ij} = Biaya unsur peralatan

K_{Pij} = Koefisien peralatan ke-j pada item pekerjaan ke-i

H_{Pij} = Harga satuan peralatan ke-j

2.10 Waktu Penyelesaian

Waktu penyelesaian yang dimaksud adalah banyaknya waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu satuan item pekerjaan dan diperoleh dari hasil perbandingan antara volume dengan produksi minimum [1].

Waktu penyelesaian dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$W = \frac{V}{Q_{min}} \dots \dots \dots (9)$$

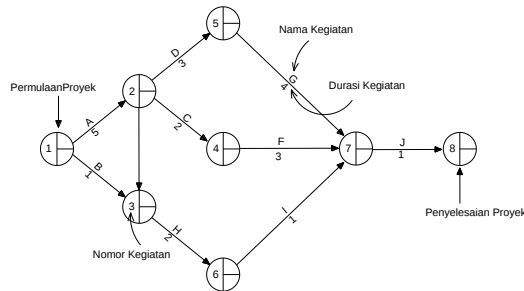
Dimana :

W = Waktu penyelesaian

V = Volume item pekerjaan
Qmin = Produksi minimum

2.11 Network Diagram

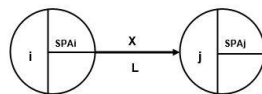
Network Diagram adalah visualisasi proyek berdasarkan *Network Planning*. Network Diagram merupakan jaringan kerja yang berisi lintasan-lintasan kegiatan, dan urutan-urutan peristiwa yang ada selama penyelenggaraan proyek [2].



Gambar 1. Network Diagram

2.12 Analisa Waktu Dalam Network Diagram

2.12.1 Menghitung Saat Paling Awal (SPA)



Gambar 2. Perhitungan SPA

Sumber: Buku Prinsip-prinsip Network Planning

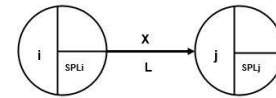
Tabel 1. Rumus Perhitungan SPA

Rumus	Penggunaan Rumus
$SPA_j = SPA_i + L$	Untuk sebuah kegiatan menuju ke sebuah peristiwa
$SPA_j = (SPA_{in} + L_n)$ maks	Untuk beberapa kegiatan menuju ke sebuah peristiwa

Sumber: Buku Prinsip-prinsip Network Planning

Pada perhitungan network diagram saat paling awal (SPA) peristiwa pertama sama dengan nol dan perhitungan dilakukan secara maju.

2.12.2 Menghitung Saat Paling Lambat (SPL)



Gambar 3. Perhitungan saat paling lambat

Sumber: Buku Prinsip-prinsip Network Planning

Tabel 2. Rumus Perhitungan SPL

Rumus	Penggunaan Rumus
$SPL_i = SPL_j - L$	Untuk sebuah kegiatan menuju ke sebuah peristiwa
$SPL_i = (SPL_{jn} - L_n)$ min	Untuk beberapa kegiatan menuju ke sebuah peristiwa

Sumber: Buku Prinsip-prinsip Network Planning

Pada perhitungan saat paling lambat (SPL) perhitungan dilakukan terbalik dari SPA atau dilakukan perhitungan mundur dengan SPL paling akhir sama dengan SPAnya. SPL peristiwa pertama Sama dengan SPA yaitu nol, berfungsi sebagai control dari perhitungan.

2.12.3 Peristiwa Kritis, Kegiatan Kritis dan Lintasan Kritis

Pada network diagram dikenal beberapa istilah yaitu peristiwa kritis, kegiatan kritis dan lintasan kritis Dimana dapat diartikan sebagai berikut :

1. Peristiwa kritis adalah peristiwa yang SPAnya sama dengan SPL atau tidak memiliki tenggang waktu kegiatan.
2. Kegiatan kritis adalah kegiatan yang tidak diperbolehkan terlambat atau tidak memiliki tenggang waktu saat mulai dimana kegiatan harus dimulai dan selesai sesuai dengan lama waktu yang sudah ditentukan.
3. Lintasan kritis adalah lintasan yang terdiri dari peristiwa-peristiwa kritis, kegiatan-kegiatan kritis, *dummy* (bila terdapat) dan memiliki masa pelaksanaan paling lama dari semua lintasan yang ada sehingga umur lintasan kritis sama dengan umur proyek.

2.13 Produksi Tenaga Kerja

Produksi tenaga kerja adalah banyaknya pekerjaan yang dapat diselesaikan oleh satu kelompok tenaga kerja dalam satu satuan waktu tertentu [1].

Produksi tenaga kerja dapat dihitung dengan rumus :

$$Q_{tk} = 1/K_{tk} \cdot J_{tk} \dots \dots \dots (10)$$

Dimana :

Q_{tk} = Produksi tenaga kerja

K_{tk} = Kuantitas tenaga kerja

J_{tk} = Jumlah tenaga kerja

2.14 Produksi Peralatan

Produksi alat adalah banyaknya pekerjaan yang dapat diselesaikan oleh alat dalam satuan waktu tertentu [1].

Produksi alat dapat dihitung dengan rumus :

$$Q_p = \frac{1}{K_p} \dots \dots \dots (11)$$

Keterangan :

Q_p = Produksi peralatan

K_p = Koefisien peralatan

Rumus diatas digunakan jika koefisien dari alat telah diketahui, tetapi jika koefisien dari alat belum diketahui maka produksi alat dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Q_p = q \cdot \frac{1}{ws} \cdot E \cdot f \dots \dots \dots (12)$$

Dimana :

Q_p = Produksi peralatan

q = Kapasitas alat

ws = Waktu siklus

E = Efisiensi

F = Faktor koreksi tanah

2.15 Produksi Minimum

Produksi minimum adalah produksi yang paling kecil dari tenaga kerja dan alat yang bekerja Bersama-sama dalam satu satuan item pekerjaan. Pada pelaksanaan konstruksi tenaga kerja dan alat tdak bekerja secara individu melainkan secara berkelompok untuk menyelesaikan pekerjaan. Bekerja berkelompok atau Bersama-sama yaitu bekerja diwaktu yang sama, menghasilkan jumlah pekerjaan atau produksi yang sama. Tetapi pada dasarnya produksi masing-masing individu (tenaga kerja dan alat) berbeda, sehingga besarnya produksi yang paling mungkin dilakukan secara Bersama adalah yang paling kecil atau minimum [1].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

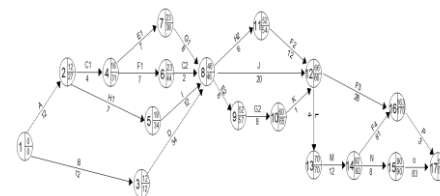
3.1 Network Diagram

Watku penyelesaian pada network diagram berdasakan laporan harian.

Tabel 2. Nama kegiatan Item Pekerjaan

Nama	Kegiatan	Volume	WP (Hari)
Devisi I	A	-	12.00
Devisi II	B	-	12.00
Galian Salran Dan Selokan Drainase	C1	1,044.78	4.00
	C2	805.22	2.00
Penyiapan Badan Jalan	D	63,900.00	34.00
Pasngan Batu Dengan Mortar	E1	610.02	7.00
	E2	439.98	6.00
Pasangan Batu	F1	234.62	7.00
	F2	398.04	12.00
	F3	938.47	28.00
	F4	2,714.87	81.00
Pekerjaan Baja Tulanngan Polos	G1	1,511.50	8.00
	G2	1,511.50	8.00
Galian Biasa	H1	1,814.81	7.00
	H2	1,685.19	6.00
Galian Batu	I	1,100.00	12.00
Lapis Pondasi Agregat A	J	10,650.00	20.00
Struktur Beton fc 20 Mpa	K	22.00	1.00
Lapis Resap Pengikat Aspal Cair	L	35,500.00	4.00
Laston Lapis Aus	M	4,083.00	12.00
Tibunan Pilihan Dari Sumber Galian	N	4,725.00	8.00
Struktur Beton fc 15 Mpa	O	4,272.00	83.00
Marka Jalan	P	854.00	3.00

Sumber: Hasil Perhitungan



Gambar 4. Network Diagram

Sumber : Hasil Analisis

1. Perhitungan SPA

Tabel 3. Perhitungan SPA

NO	SPA	Rumus	Perhitungan
1	SPA2	SPA1 + LA	0 + 12 = 12
2	SPA3	SPA1 + LB	0 + 12 = 12
3	SPA4	SPA2 + LC1	12 + 4 = 16
4	SPA5	SPA2 + LH1	12 + 7 = 19
5	SPA6	SPA4 + LF1	16 + 7 = 23
6	SPA7	SPA4 + LE1	16 + 7 = 23
7	SPA8	SPA3 + LD	12 + 34 = 46
		SPA5 + LI	19 + 12 = 31
		SPA6 + LC2	23 + 2 = 25
		SPA7 + LG1	23 + 8 = 31
8	SPA9	SPA8 + LE2	46 + 6 = 52
9	SPA10	SPA9 + LG2	52 + 8 = 60
10	SPA11	SPA8 + LH2	46 + 6 = 52
11	SPA12	SPA8 + LJ	46 + 20 = 66
		SPA10 + LK	60 + 1 = 61
		SPA11 + LF2	52 + 12 = 64
12	SPA13	SPA12 + LL	6 + 4 = 70
13	SPA14	SPA13 + LM	70 + 12 = 82
14	SPA15	SPA14 + LN	82 + 8 = 90
15	SPA16	SPA12 + LF3	66 + 28 = 94
		SPA14 + LF4	82 + 81 = 163
16	SPA17	SPA15 + LO	90 + 83 = 173
		SPA16 + LP	163 + 4 = 167

Sumber: Hasil perhitungan

2. Perhitungan SPL

Tabel 4. Perhitungn SPL

NO	SPL	Rumus	Perhitungan
1	SPL17	$SPL17 = SPA17$	$173 = 173$
2	SPL16	$SPL17 - LP$	$173 - 3 = 170$
3	SPL15	$SPL17 - LO$	$173 - 83 = 90$
4	SPL14	$SPL15 - LO$ $SPL16 - LF4$	$90 - 8 = 82$ $170 - 81 = 89$
5	SPL13	$SPL14 - LM$	$82 - 12 = 70$
6	SPL12	$SPL13 - LL$ $SPL16 - LF3$	$70 - 4 = 66$ $170 - 28 = 142$
7	SPL11	$SPL12 - LF2$	$66 - 12 = 54$
8	SPL10	$SPL12 - LK$	$66 - 1 = 65$
9	SPL9	$SPL10 - LG2$	$65 - 8 = 57$
10	SPL8	$SPL9 - LE2$ $SPL11 - LH2$ $SPL12 - LJ$	$57 - 6 = 51$ $54 - 6 = 48$ $66 - 20 = 46$
11	SPL7	$SPL8 - LG1$	$46 - 8 = 38$
12	SPL6	$SPL8 - LC2$	$46 - 2 = 44$
13	SPL5	$SPL8 - LI$	$46 - 12 = 34$
14	SPL4	$SPL7 - LE1$ $SPL6 - LF1$	$38 - 7 = 31$ $44 - 7 = 37$
15	SPL3	$SPL8 - LD$	$46 - 34 = 12$
16	SPL2	$SPL4 - LC1$ $SPL5 - LB$	$31 - 4 = 27$ $34 - 7 = 27$
17	SPL1	$SPL2 - LA$ $SPL3 - LB$	$27 - 12 = 15$ $12 - 12 = 0$

Sumber: Hasil Perhitungan

3.1.1 Lintasan Kritis

Dari perhitungan Network diagram diperoleh lintasan kritis yaitu : peristiwa 1 - kegiatan B - peristiwa 3 - kegiatan D - peristiwa 8 - kegiatan j - peristiwa 12 - kegiatan L - peristiwa 13 kegiatan M – peristiwa 14 kegiatan N – peristiwa 15 – kegiatan O – peristiwa 17. Lintasan kritis diperoleh dari pekerjaan devisi I, item pekerjaan penyiapan badan jalan, lapis pondasi agregat kelas A, lapis resap pengikat-Aspal cair, Laston lapis aus, timbunan pilihan dari sumber galian dan pekerjaan struktur beton fc 15 Mpa. Sehingga diperoleh waktu kritis :
 $12 \quad 34 + 20 + 4 + 12 + 8 + 83 = 173 \text{ Hari}$

3.2 Analisis Penambahan Kelompok Tenaga Kerja

Analisis penambahan Kelompok tenaga kerja yaitu penambahan satu kelompok tenaga kerja kedalam item pekerjaan yang berada di lintasan kritis guna mencari durasi dan biaya baru.

Penambahan kelompok kerja juga dapat menjadi Solusi untuk mempercepat waktu penyelesaian karena dengan lebih banyak tenaga kerja dapat meningkatkan produksi sehingga lebih banyak pekerjaan yang dapat diselesaikan.

3.2.1 Perubahan Produksi Minimum Akibat Penambahan Kelompok Kerja

Produksi minimum baru akibat menambahkan kelompok tenaga kerja dapat dihitung sebagai berikut :

Item pekerjaan = Struktur Beton Fc 15 Mpa
Volume = 4.272,00 Ton
Q min. kelompok TK = 51,26 M3/Hari
Qmin. Akibat + = 51,26 M3/Hari
Qmin. Total = Qmin. kelompok TK + Qmin. Tambahan
= 51,26 + 51,26
= 102,53 /Hari

Tabel 5. Perhitungan Perubahan Produksi Akibat Penambahan Kelompok Tenaga Kerja

No	Item Pekerjaan	Volume	satuan	Qmin/Hari	
				Normal	Baru
2	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	10,650.00	M3	538.46	795.45
3	Laston Lapis Aus	4,083.00	TON	348.26	400.00
4	Struktur Beton fc 15 Mpa	4,272.00	M3	51.26	102.53

Sumber: Hasil Perhitungan

3.2.2 Waktu Penyelesaian Item pekerjaan Baru

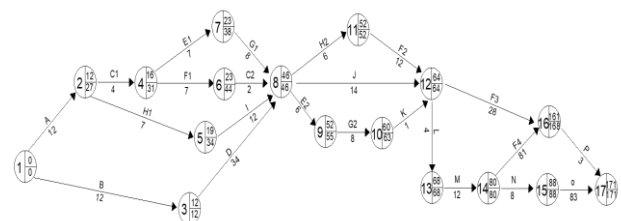
WP Baru = Volume / Qmin. Total
= 4.083,00 / 400,00
= 10,21 hari = 11 Hari

Tabel 6. Perhitungan Waktu Penyelesaian Baru Akibat Penambahan Kelompok TK

No	Item Pekerjaan	Volume	satuan	Qmin/Hari		Waktu Penyelesaian (Hari)		
				Normal	Baru	Normal	Baru	Baru
2	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	10,650.00	M3	538.46	795.45	19.78	13.39	14.00
3	Laston Lapis Aus	4,083.00	TON	348.26	400.00	11.72	10.21	11.00
4	Struktur Beton fc 15 Mpa	4,272.00	M3	51.26	102.53	83.33	41.67	42.00

Sumber: Hasil Perhitungan

3.4.3. Waktu penyelesaian Proyek Akibat Penambahan pada Item Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Kelas A



Gambar 5. Network Diagram Akibat penambahan Pada Item Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Kelas A

Sumber : Hasil Analisis

Tabel 7. Perhitungan SPA

NO	SPA	Rumus	Perhitungan
1	SPA2	SPA1 + LA	$0 + 12 = 12$
2	SPA3	SPA1 + LB	$0 + 12 = 12$
3	SPA4	SPA2 + LC1	$12 + 4 = 16$
4	SPA5	SPA2 + LH1	$12 + 7 = 19$
5	SPA6	SPA4 + LF1	$16 + 7 = 23$
6	SPA7	SPA4 + LE1	$16 + 7 = 23$
7	SPA8	SPA3 + LD	$12 + 34 = 46$
		SPA5 + LI	$19 + 12 = 31$
		SPA6 + LC2	$23 + 2 = 25$
		SPA7 + LG1	$23 + 8 = 31$
8	SPA9	SPA8 + LE2	$46 + 6 = 52$
9	SPA10	SPA9 + LG2	$52 + 8 = 60$
10	SPA11	SPA8 + LH2	$46 + 6 = 52$
11	SPA12	SPA8 + LJ	$46 + 14 = 60$
		SPA10 + LK	$60 + 1 = 61$
		SPA11 + LF2	$52 + 12 = 64$
12	SPA13	SPA12 + LL	$64 + 4 = 68$
13	SPA14	SPA13 + LM	$68 + 12 = 80$
14	SPA15	SPA14 + LN	$80 + 8 = 88$
15	SPA16	SPA12 + LF3	$64 + 28 = 92$
		SPA14 + LF4	$80 + 81 = 161$
16	SPA17	SPA15 + LO	$88 + 83 = 171$
		SPA16 + LP	$161 + 3 = 164$

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 9. Perhitungan SPA

NO	SPA	Rumus	Perhitungan
1	SPA2	SPA1 + LA	$0 + 12 = 12$
2	SPA3	SPA1 + LB	$0 + 12 = 12$
3	SPA4	SPA2 + LC1	$12 + 4 = 16$
4	SPA5	SPA2 + LH1	$12 + 7 = 19$
5	SPA6	SPA4 + LF1	$16 + 7 = 23$
6	SPA7	SPA4 + LE1	$16 + 7 = 23$
7	SPA8	SPA3 + LD	$12 + 34 = 46$
		SPA5 + LI	$19 + 12 = 31$
		SPA6 + LC2	$23 + 2 = 25$
		SPA7 + LG1	$23 + 8 = 31$
8	SPA9	SPA8 + LE2	$46 + 6 = 52$
9	SPA10	SPA9 + LG2	$52 + 8 = 60$
10	SPA11	SPA8 + LH2	$46 + 6 = 52$
11	SPA12	SPA8 + LJ	$46 + 20 = 66$
		SPA10 + LK	$60 + 1 = 61$
		SPA11 + LF2	$52 + 12 = 64$
12	SPA13	SPA12 + LL	$6 + 4 = 70$
13	SPA14	SPA13 + LM	$70 + 11 = 81$
14	SPA15	SPA14 + LN	$81 + 8 = 89$
15	SPA16	SPA12 + LF3	$66 + 28 = 94$
		SPA14 + LF4	$81 + 81 = 162$
16	SPA17	SPA15 + LO	$89 + 83 = 172$
		SPA16 + LP	$162 + 3 = 165$

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 8. Perhitungan SPA

NO	SPL	Rumus	Perhitungan
1	SPL17	SPL17 = SPA17	$171 = 171$
2	SPL16	SPL17 - LP	$171 - 3 = 168$
3	SPL15	SPL17 - LO	$171 - 83 = 88$
4	SPL14	SPL15 - LO	$88 - 8 = 80$
		SPL16 - LF4	$168 - 81 = 87$
5	SPL13	SPL14 - LM	$80 - 12 = 68$
6	SPL12	SPL13 - LL	$68 - 4 = 64$
		SPL16 - LF3	$168 - 28 = 140$
7	SPL11	SPL12 - LF2	$64 - 12 = 52$
8	SPL10	SPL12 - LK	$64 - 1 = 63$
9	SPL9	SPL10 - LG2	$63 - 8 = 55$
10	SPL8	SPL9 - LE2	$55 - 6 = 49$
		SPL11 - LH2	$52 - 6 = 46$
		SPL12 - LJ	$64 - 12 = 52$
11	SPL7	SPL8 - LG1	$46 - 8 = 38$
12	SPL6	SPL8 - LC2	$46 - 2 = 44$
13	SPL5	SPL8 - LI	$46 - 12 = 34$
14	SPL4	SPL7 - LE1	$38 - 7 = 31$
		SPL6 - LF1	$44 - 7 = 37$
15	SPL3	SPL8 - LD	$46 - 34 = 12$
16	SPL2	SPL4 - LC1	$31 - 4 = 27$
		SPL5 - LB	$34 - 7 = 27$
17	SPL1	SPL2 - LA	$27 - 12 = 15$
		SPL3 - LB	$12 - 12 = 0$

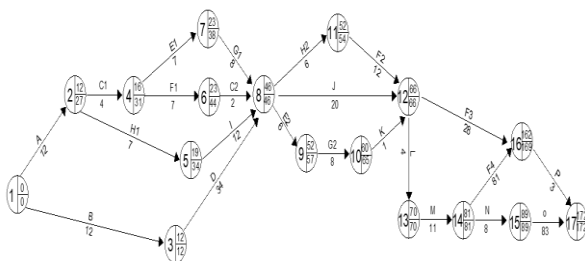
Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 10. Perhitungan SPA

NO	SPL	Rumus	Perhitungan
1	SPL17	SPL17 = SPA17	$172 = 172$
2	SPL16	SPL17 - LP	$172 - 3 = 169$
3	SPL15	SPL17 - LO	$172 - 83 = 89$
4	SPL14	SPL15 - LO	$89 - 8 = 80$
		SPL16 - LF4	$169 - 81 = 88$
5	SPL13	SPL14 - LM	$81 - 11 = 70$
6	SPL12	SPL13 - LL	$70 - 4 = 66$
		SPL16 - LF3	$170 - 28 = 142$
7	SPL11	SPL12 - LF2	$66 - 12 = 54$
8	SPL10	SPL12 - LK	$66 - 1 = 65$
9	SPL9	SPL10 - LG2	$65 - 8 = 57$
10	SPL8	SPL9 - LE2	$57 - 6 = 51$
		SPL11 - LH2	$54 - 6 = 48$
		SPL12 - LJ	$66 - 20 = 46$
11	SPL7	SPL8 - LG1	$46 - 8 = 38$
12	SPL6	SPL8 - LC2	$46 - 2 = 44$
13	SPL5	SPL8 - LI	$46 - 12 = 34$
14	SPL4	SPL7 - LE1	$38 - 7 = 31$
		SPL6 - LF1	$44 - 7 = 37$
15	SPL3	SPL8 - LD	$46 - 34 = 12$
16	SPL2	SPL4 - LC1	$31 - 4 = 27$
		SPL5 - LB	$34 - 7 = 27$
17	SPL1	SPL2 - LA	$27 - 12 = 15$
		SPL3 - LB	$12 - 12 = 0$

Sumber: Hasil Perhitungan

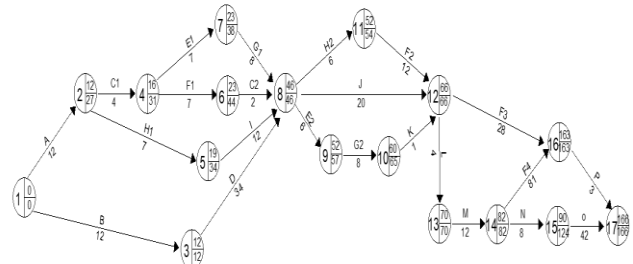
3.4.4. Waktu penyelesaian Proyek Akibat Penambahan pada Item Pekerjaan Laston Lapis Aus



Gambar 6. Network Diagram Akibat penambahan Pada Item Pekerjaan Laston Lapis Aus

Sumber : Hasil Analisis

3.4.5. Waktu penyelesaian Proyek Akibat Penambahan pada Item Struktur Beton Fc 15 Mpa



Gambar 7. Network Diagram Akibat penambahan Pada Item Pekerjaan Laston Lapis Aus

Sumber : Hasil Analisis

Tabel 11. Perhitungan SPA

NO	SPA	Rumus	Perhitungan
1	SPA2	SPA1 + LA	0 + 12 = 12
2	SPA3	SPA1 + LB	0 + 12 = 12
3	SPA4	SPA2 + LC1	12 + 4 = 16
4	SPA5	SPA2 + LH1	12 + 7 = 19
5	SPA6	SPA4 + LF1	16 + 7 = 23
6	SPA7	SPA4 + LE1	16 + 7 = 23
7	SPA8	SPA3 + LD	12 + 34 = 46
		SPA5 + LI	19 + 12 = 31
		SPA6 + LC2	23 + 2 = 25
		SPA7 + LG1	23 + 8 = 31
8	SPA9	SPA8 + LE2	46 + 6 = 52
9	SPA10	SPA9 + LG2	52 + 8 = 60
10	SPA11	SPA8 + LH2	46 + 6 = 52
11	SPA12	SPA8 + LJ	46 + 20 = 66
		SPA10 + LK	60 + 1 = 61
		SPA11 + LF2	52 + 12 = 64
12	SPA13	SPA12 + LL	6 + 4 = 70
13	SPA14	SPA13 + LM	70 + 12 = 82
14	SPA15	SPA14 + LN	82 + 8 = 90
15	SPA16	SPA12 + LF3	66 + 28 = 94
		SPA14 + LF4	82 + 81 = 163
16	SPA17	SPA15 + LO	90 + 42 = 132
		SPA16 + LP	163 + 3 = 166

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 12. Perhitungan SPL

NO	SPL	Rumus	Perhitungan
1	SPL17	SPL17 = SPA17	166 = 166
2	SPL16	SPL17 - LP	166 - 3 = 163
3	SPL15	SPL17 - LO	166 - 42 = 124
4	SPL14	SPL15 - LO	124 - 8 = 116
		SPL16 - LF4	163 - 81 = 82
5	SPL13	SPL14 - LM	82 - 12 = 70
6	SPL12	SPL13 - LL	70 - 4 = 66
		SPL16 - LF3	170 - 28 = 142
7	SPL11	SPL12 - LF2	66 - 12 = 54
8	SPL10	SPL12 - LK	66 - 1 = 65
9	SPL9	SPL10 - LG2	65 - 8 = 57
10	SPL8	SPL9 - LE2	57 - 6 = 51
		SPL11 - LH2	54 - 6 = 48
		SPL12 - LJ	66 - 20 = 46
11	SPL7	SPL8 - LG1	46 - 8 = 38
12	SPL6	SPL8 - LC2	46 - 2 = 44
13	SPL5	SPL8 - LI	46 - 12 = 34
14	SPL4	SPL7 - LE1	38 - 7 = 31
		SPL6 - LF1	44 - 7 = 37
15	SPL3	SPL8 - LD	46 - 34 = 12
16	SPL2	SPL4 - LC1	31 - 4 = 27
		SPL5 - LB	34 - 7 = 27
17	SPL1	SPL2 - LA	27 - 12 = 15
		SPL3 - LB	12 - 12 = 0

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 13. Pengurangan Durasi Total Proyek Akibat Penambahan Kelompok Tenaga Kerja

No	Item Pekerjaan	Volume	satuan	Waktu Penyelesaian		pengurangan pada durasi Total
				Normal	Baru	
2	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	10,650.00	M3	19.78	13.39	171.00
3	Laston Lapis Aus	4,083.00	TON	11.72	10.21	172.00
3	Struktur Beton fc 15 Mpa	4,272.00	M3	83.33	41.67	166.00

Sumber: Hasil Perhitungan

3.2.3 Biaya Unsur Baru Akibat Penambahan Kelompok Tenaga kerja

Biaya yang baru adalah hasil penjumlahan dari biaya normal ditambah biaya akibat penambahan kelompok tenaga kerja. Tetapi dikarenakan produksi pada item pekerjaan berubah maka perlu dihitung Kembali koefisien dari unsur kelompok kerja yang ditambahkan.

Tabel 14. Koefisien Baru

Lapis Pondasi Agregat Kelas A				Laston Lapis Aus			
Produksi minimum baru =				Produksi minimum baru =			
113.64				57.14			
No	Komponen	Jumlah	Koefisien Baru	No	Komponen	Jumlah	Koefisien Baru
A	Tenaga kerja			A	Tenaga kerja		
	Pekerja	16	0.1408		Pekerja	20	0.3500
	Mandor	2	0.0176		Mandor	2	0.0350
B	Peralatan			B	Peralatan		
	Vibratory Roller	2	0.0176		AMP	2	0.0350
					Genset	2	0.0350

Sumber: Hasil Perhitungan

Dikarenakan produksi minimum yang baru pada item pekerjaan lapis pondasi agregat kelas A dan laston lapis aus bukan berasal dari unsur kelompok kerja yang ditambahkan sehingga perlu dihitung Kembali koefisiennya, sedangkan pada item pekerjaan Struktur beton fc 15 mpa produksi minimum berasal dari unsur kelompok kerja yang ditambahkan sehingga koefisien tidak dihitung ulang.

Tabel 15. Perhitungan Biaya Unsur Baru Pada Item Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat kelas A

Item Pekerjaan		= Lapis Pondasi Agregat Kelas A			
No	Komponen	satuan	Koefisien	Harga satuan	Biaya (Rp)
A	Tenaga kerja				
	Pekerja	Jam	0.1408	12,142.86	1,709.71
	Mandor	Jam	0.0176	16,785.71	295.43
B	Material				
	Agregat A	M3	1.0500	357,406.67	375,277.00
C	Peralatan				
	Wheel Loader	Jam	0.0088	480,358.25	4,227.15
	Dump Truck	Jam	0.2395	361,769.98	86,643.91
	Motor Grader	Jam	0.0012	438,808.07	526.57
	Vibratory Roller	Jam	0.0176	267,860.08	4,714.34
	Alat bantu	Ls	1.0000	500.00	500.00

Sumber: Hasil Perhitungan

3.2.4 Analisa Harga Satuan Baru Akibat penambahan Kelompok Tenaga Kerja

Tabel 16. Perhitungan Analisa Harga Satuan Baru Akibat Penambahan Kelompok Tenaga Kerja

Item Pekerjaan		= Lapis Pondasi Agregat Kelas A			
No	Komponen	satuan	Koefisien	Harga satuan	Biaya (Rp)
A	Tenaga kerja				
	Pekerja	Jam	0.1408	12,142.86	1,709.71
	Mandor	Jam	0.0176	16,785.71	295.43
B	Material				
	Agregat A	M3	1.0500	357,406.67	375,277.00
C	Peralatan				
	Wheel Loader	Jam	0.0088	480,358.25	4,227.15
	Dump Truck	Jam	0.2395	361,769.98	86,643.91
	Motor Grader	Jam	0.0012	438,808.07	526.57
	Vibratory Roller	Jam	0.0176	267,860.08	4,714.34
	Alat bantu	Ls	1.0000	500.00	500.00
Total					473,894.11
Overhead dan Profit					47,389.41
Total biaya					521,283.53

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 17. Biaya Baru Akibat Penambahan Kelompok Tenaga Kerja

No	Item Pekerjaan	Volume	satuan	AHS Item Pekerjaan (Rp.)
2	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	10,650.00	M3	521,283.53
3	Laston Lapis Aus	4,083.00	TON	2,278,860.76
3	Struktur Beton fc 15 Mpa	4,272.00	M3	1,100,405.74

Sumber:Hasil
Perhitungan

Tabel 17 menunjukan Aalisa harga satuan item pekerjaan yang baru dari ketiga item pekerjaan setelah ditambahkan kelompok tenaga kerja untuk mengurangi durasi atau waktu penyelesaian item pekerjaan dua diantaranya mengalami kenaikan sementara item pekerjaan struktur beton fc 15 mpa tetap.

3.2.5 Biaya Item Pekerjaan Akibat Penambahan Kelompok Kerja

Tabel 18. Biaya Item Pekerjaan Baru Akibat Penambahan Kelompok Tenaga Kerja

No	Item Pekerjaan	Volume	satuan	AHS Item Pekerjaan (Rp.)	Biaya Item Pekerjaan (Rp.)
2	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	10,650.00	M3	521,283.53	5,551,669,551.57
3	Laston Lapis Aus	4,083.00	TON	2,278,860.76	9,304,588,483.40
3	Struktur Beton fc 15 Mpa	4,272.00	M3	1,100,405.74	4,700,933,308.70

Sumber:Hasil Perhitungan

Dengan ananlisa harga satuan item pekerjaan yang baru biaya untuk menyelesaikan item pekerjaan bertambah hal ini dapat dilihat pada tabel dimana biaya untuk menyelesaikan item pekerjaan lapis pondasi agregat kelas A dan laston lapis aus mengalami peningkatan dari biaya awal dan item pekerjaan struktur beton fc 15 mpa tetap.

3.3 Analisis Penambahan Jam Kerja (Lembur)

Penambahan jam kerja (Lembur) Merupakan salah satu alternatif dalam mencari durasi baru dan biaya item pekerjaan baru pada proyek. penambahan jam kerja maksimal 3 jam setiap hari dengan interval penambahan jam kerja 1 jam.

Penerapan penambahan jam kerja dapat disimulasikan dengan jam kerja efektif 7 jam (Berdasarkan data RAB) akan menjadi 8 jam, 9 jam dan 10 jam sehingga produksi akan dihitung berdasarkan peningkatan jam yang ada.

3.3.1 Perubahan Produksi Minimum Akibat Penaambahan Jam Kerja (Lembur)

Dengan menambah jam kerja produksi minimum harian akan meningkat dikarenakan waktu kerja efektif yang bertambah.

Tabel 19. Perhitungan Produksi Minimum Akibat Penambahan Jam Kerja

NO.	ITEM PEKERJAAN	VOLUME/	KOEFISIEN	KEBUTUHAN SUMBERDAYA TOTAL	PRODUKSI (Unit/Jam)	PRODUKSI (Unit/Hari)
1	2	3	4	5 = 3x4	6 = (1)/5	7 = 6 x 24
	beton struktur FC. 15 Mpa	4,272.00				51.26
A	Tenaga kerja					
	Pekerja		1.0924	8.00	7.32	51.26
	Tukang		1.6396	12.00	7.32	51.26
	Mandor		0.1365	1.00	7.33	51.28
B	Peralatan					
	Concrete Mixer		0.1365	1.00	7.33	51.28
	Concrete Vibrator		0.8193	6.00	1.22	8.54
	Water Tang Truck		0.0382	0.28	26.18	183.25
	Produksi Minimum Jam normal					51.26
	Produksi Minimum Lembur Jam ke-1					7.32
	Produksi Minimum Lembur Jam ke-2					7.32
	Produksi Minimum Lembur Jam ke-3					7.32
	Total					73.23

Sumber:Hasil perhitungan

3.3.2 Waktu Penyelesaian Item Pekerjaan Baru Akibat Penambahan Jam Kerja

Waktu penyelesaian adalah banyaknya waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu satuan item pekerjaan dan diperoleh dari hasil perbandingan antara volume dengan produksi minimum. Setiap peningkatan produksi minimum akibat penambahan jam kerja akan mengurangi durasi atau waktu penyelesaian item pekerjaan.

Tabel 20. Waktu Penyelesaian Akibat Penambahan Jam Kerja

No	Item Pekerjaan	Durasi Normal	Durasi Baru (Hari)		
			Lembur 1	Lembur 2	Lembur 3
1	Lapis Pondasi Agregat kelas A	19.78	17.31	15.38	13.85
2	Laston Lapis Aus	11.72	10.26	9.12	8.21
3	Struktur Beton fc 15 Mpa	83.33	72.92	64.82	58.33

Sumber: Hasil perhitungan

3.3.3 Waktu penyelesaian Proyek Akibat Penambahan Jam Kerja

Dengan berubahnya waktu penyelesaian item pekerjaan yang ada di lintasan kritis tentunya waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan juga akan berubah

Tabel 21. Waktu Penyelesaian Total Akibat Penambahan Jam Kerja

No	Item Pekerjaan	Durasi Normal	pengurangan pada durasi Total		
			Lembur 1	Lembur 2	Lembur 3
1	Lapis Pondasi Agregat kelas A	19.78	170.53	168.60	167.07
2	Laston Lapis Aus	11.72	168.99	170.39	169.48
3	Struktur Beton fc 15 Mpa	83.33	169.07	154.48	148.00

Sumber: Hasil perhitungan

3.3.4 Biaya Unsur Akibat penambahan Jam Kerja

Upah yang diberikan karena adanya penambahan jam kerja (Lembur) di hitung berdasarkan Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor

KEP. 102/MEN/VI/2004, dimana untuk lembur jam pertama sebesar 1,5 dikalikan dengan upah sejam sedangkan untuk jam lembur kedua dan seterusnya sebesar 2 dikalikan upah sejam.

3.3.5 Analisa Harga Satuan Akibat penambahan Jam kerja (Lembur)

Analisa harga satuan dapat dihitung dengan menggunakan rumus (7).

Dengan berubahnya biaya unsur pada item pekerjaan akibat penambahan jam kerja (Lembur) maka Analisa harga satuan item pekerjaan pun akan berubah, perubahan tersebut dapat dilihat pada perhitungan dibawah.

Tabel 22. Analisa Harga Satuan Baru Akibat Penambahan Jam Kerja (Lembur) Jam ke-1

Lembur Item Pekerjaan		= Jam ke - 1 Laston Lapis Aus		Normal		Lembur	
No	Komponen	satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Biaya Unsur (Rp)	Harga Satuan (Rp)	Biaya Unsur (Rp)
A Tenaga kerja							
1	Pekerja	Jam	0.2008	12,142.86	2,438.29	24,285.72	4,876.57
2	Mandor	Jam	0.0201	16,785.71	337.39	33,571.42	674.79
B Material							
	Agg Pch Mesin 5-10 & 10-15	M3	0.2581	243,279.88	62,796.62	243,279.88	62,796.62
	Agg Pch Mesin 0 - 5	M3	0.1842	297,269.82	54,765.21	297,269.82	54,765.21
	Pasir Halus	M3	0.2807	160,800.00	45,132.23	160,800.00	45,132.23
	Semen	Kg	18.9520	1,600.00	30,323.20	1,600.00	30,323.20
	Aspal	Kg	80.3400	18,516.67	1,487,629.00	18,516.67	1,487,629.00
C Peralatan							
1	Wheel Loader	Jam	0.0054	480,358.25	2,593.93	480,358.25	2,593.93
2	AMP	Jam	0.0201	9,225,507.58	185,432.70	9,225,507.58	185,432.70
	Genet	Jam	0.0201	336,729.95	6,768.27	336,729.95	6,768.27
	Dump Truck	Jam	0.0518	390,449.50	20,225.28	390,449.50	20,225.28
	Asphalt Finisher	Jam	0.0172	310,687.07	5,343.82	310,687.07	5,343.82
	Tandem Roller	Jam	0.0175	459,217.95	8,036.31	459,217.95	8,036.31
	P. Tyre Roller	Jam	0.0115	489,465.21	5,628.85	489,465.21	5,628.85
3	Alat bantu	LS	1.0000	500.00	500.00	500.00	500.00
Total				= 1,917,951.11		1,919,338.95	
Overhead dan Profit						191,933.93	
Total biaya item pekerjaan						2,111,272.85	

Sumber: Hasil perhitungan

Tabel 23. Analisa Harga Satuan Baru Akibat Penambahan Jam Kerja (Lembur) Jam ke-2

Lembur Item Pekerjaan		= Jam ke - 2 Laston Lapis Aus		Normal		Lembur	
No	Komponen	satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Biaya Unsur (Rp)	Harga Satuan (Rp)	Biaya Unsur (Rp)
A Tenaga kerja							
1	Pekerja	Jam	0.2008	12,142.86	2,438.29	24,285.72	4,876.57
2	Mandor	Jam	0.0201	16,785.71	337.39	33,571.42	674.79
B Material							
	Agg Pch Mesin 5-10 & 10-15	M3	0.2581	243,279.88	62,796.62	243,279.88	62,796.62
	Agg Pch Mesin 0 - 5	M3	0.1842	297,269.82	54,765.21	297,269.82	54,765.21
	Pasir Halus	M3	0.2807	160,800.00	45,132.23	160,800.00	45,132.23
	Semen	Kg	18.9520	1,600.00	30,323.20	1,600.00	30,323.20
	Aspal	Kg	80.3400	18,516.67	1,487,629.00	18,516.67	1,487,629.00
C Peralatan							
1	Wheel Loader	Jam	0.0054	480,358.25	2,593.93	480,358.25	2,593.93
2	AMP	Jam	0.0201	9,225,507.58	185,432.70	9,225,507.58	185,432.70
	Genet	Jam	0.0201	336,729.95	6,768.27	336,729.95	6,768.27
	Dump Truck	Jam	0.0518	390,449.50	20,225.28	390,449.50	20,225.28
	Asphalt Finisher	Jam	0.0172	310,687.07	5,343.82	310,687.07	5,343.82
	Tandem Roller	Jam	0.0175	459,217.95	8,036.31	459,217.95	8,036.31
	P. Tyre Roller	Jam	0.0115	489,465.21	5,628.85	489,465.21	5,628.85
3	Alat bantu	LS	1.0000	500.00	500.00	500.00	500.00
Total				1,917,951.11		1,920,726.79	
Overhead dan Profit						192,072.68	
Total biaya item pekerjaan						2,112,799.47	

Sumber: Hasil perhitungan

Tabel 24. Analisa Harga Satuan Baru Akibat Penambahan Jam Kerja (Lembur) Jam ke-3

Lembur Item Pekerjaan		= Jam ke - 3 Laston Lapis Aus		Normal		Lembur	
No	Komponen	satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Biaya Unsur (Rp)	Harga Satuan (Rp)	Biaya Unsur (Rp)
A Tenaga kerja							
1	Pekerja	Jam	0.2008	12,142.86	2,438.29	24,285.72	4,876.57
2	Mandor	Jam	0.0201	16,785.71	337.39	33,571.42	674.79
B Material							
	Agg Pch Mesin 5-10 & 10-15	M3	0.2581	243,279.88	62,796.62	243,279.88	62,796.62
	Agg Pch Mesin 0 - 5	M3	0.1842	297,269.82	54,765.21	297,269.82	54,765.21
	Pasir Halus	M3	0.2807	160,800.00	45,132.23	160,800.00	45,132.23
	Semen	Kg	18.9520	1,600.00	30,323.20	1,600.00	30,323.20
	Aspal	Kg	80.3400	18,516.67	1,487,629.00	18,516.67	1,487,629.00
C Peralatan							
1	Wheel Loader	Jam	0.0054	480,358.25	2,593.93	480,358.25	2,593.93
2	AMP	Jam	0.0201	9,225,507.58	185,432.70	9,225,507.58	185,432.70
	Genet	Jam	0.0201	336,729.95	6,768.27	336,729.95	6,768.27
	Dump Truck	Jam	0.0518	390,449.50	20,225.28	390,449.50	20,225.28
	Asphalt Finisher	Jam	0.0172	310,687.07	5,343.82	310,687.07	5,343.82
	Tandem Roller	Jam	0.0175	459,217.95	8,036.31	459,217.95	8,036.31
	P. Tyre Roller	Jam	0.0115	489,465.21	5,628.85	489,465.21	5,628.85
3	Alat bantu	LS	1.0000	500.00	500.00	500.00	500.00
Total				1,917,951.11		1,920,726.79	
Overhead dan Profit						192,072.68	
Total biaya item pekerjaan						2,112,799.47	

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 24. Rekapian Biaya Akibat Lembur

No	Item Pekerjaan	Lembur Jam ke-1 (Rp)	Biaya Lembur Jam ke-2 (Rp)	Biaya Lembur Jam ke-3 (Rp)
2	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	520,164.26	520,978.18	520,978.18
3	Laston Lapis Aus	2,111,272.85	2,112,799.47	2,112,799.47
3	Struktur Beton fc 15 Mpa	1,122,480.05	1,144,554.35	1,144,554.35

Sumber: Hasil Perhitungan

3.3.6 Biaya Item Pekerjaan Akibat Penambahan Jam kerja (Lembur)

Tabel 25. Biaya Item Pekerjaan Akibat Lembur

No	Item Pekerjaan	Biaya Normal (Rp)	Lembur Jam ke-1 (Rp)	Biaya Lembur Jam ke-2 (Rp)	Biaya Lembur Jam ke-3 (Rp)
2	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	5,531,300,477.77	5,539,749,380.96	5,548,417,644.17	5,548,417,644.17
3	Laston Lapis Aus	8,613,029,884.16	8,620,327,032.47	8,626,560,236.14	8,626,560,236.14
3	Struktur Beton fc 15 Mpa	4,700,867,476.56	4,795,234,756.44	4,889,536,204.18	4,889,536,204.18

Sumber: Hasil Perhitungan

Untuk mengurangi waktu penyelesaian pada item pekerjaan dilintasan kritis akan menambah biaya pada item pekerjaan tersebut.

3.4 Pembahasan

Dari hasil Analisa menggunakan kedua alternatif tersebut kemudian dapat diketahui berapa persen durasi dapat dikurangi pada item pekerjaan yang ada dilintasan kritis serta berapa persen pengikatan biaya item pekerjaan yang diperlukan untuk menambah kelompok tenaga kerja atau menambah jam kerja (Lembur).

3.4.1. Durasi Akibat Penambahan Jam Kerja

Tabel 26. Penurunan Durasi Pelaksanaan Akibat Penambahan Jam Kerja (lembur)

No	Item Pekerjaan	Durasi Normal (Hari)	Durasi Baru (Hari)			% - Terhadap Item Pekerjaan		
			Lembur 1	Lembur 2	Lembur 3	Lembur 1	Lembur 2	Lembur 3
1	Lapis Pondasi Agregat kelas A	19.78	17.31	15.38	13.85	12.5	22.22	30.00
2	Laston Lapis Aus	11.72	10.26	9.12	8.21	12.5	22.22	30.00
3	Struktur Beton fc 15 Mpa	83.33	72.92	64.82	58.33	12.5	22.22	30.00

Sumber: Hasil Perhitungan

Diketahui bahwa dengan penambahan jam kerja (Lembur) pada item pekerjaan Lapis

Pondasi Agregat kelas A jam pertama durasi penyelesaian berkurang sebesar 12,5% pada durasi penyelesaian item pekerjaan, jam ke-2 sebesar 22,22% pada item pekerjaan, jam ke-3 sebesar 30% pada item pekerjaan.

pada item pekerjaan Laston Lapis Aus Pada Jam pertama akan mengurangi durasi penyelesaian item pekerjaan sebesar 12,5%, jam kedua waktu penyelesaian item pekerjaan berkurang sebesar 22,22%, sedangkan jam ketiga sebesar 30% durasi penyelesaian item pekerjaan. Pada item pekerjaan Struktur Beton Fc 15 mpa penambahan jam kerja pertama dapat mengurangi durasi penyelesaian item pekerjaan sebesar 12,5%, jam kedua sebesar 22,22% pada durasi penyelesaian item pekerjaan, dan jam ketiga sebesar 30% pada durasi item pekerjaan.

3.4.2. Biaya Baru Akibat Penambahan Jam Kerja

Penambahan Jam kerja (Lembur) tidak hanya mengurangi durasi penyelesaian item pekerjaan dan proyek tetapi juga meningkatkan biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan item pekerjaan dan proyek.

Tabel 27. Penambahan Biaya Akibat Penambahan Jam Kerja (Lembur)

No	Item Pekerjaan	Biaya Normal (Rp)	Lembur Jam ke-1 (Rp)	Biaya Lembur Jam ke-2 (Rp)	Biaya Lembur Jam ke-3 (Rp)
2	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	5,531,300,477.77	5,539,749,380.96	5,548,417,644.17	5,548,417,644.17
3	Laston Lapis Aus	8,613,029,884.16	8,620,327,032.47	8,626,560,236.14	8,626,560,236.14
3	Struktur Beton fc 15 Mpa	4,700,867,476.56	4,795,234,756.44	4,889,536,204.18	4,889,536,204.18

Sumber:Hasil Perhitungan

Tabel 28. Penambahan Biaya Akibat Penambahan Jam Kerja (Lembur)

% + Terhadap Item Pekerjaan		
Lembur 1	Lembur 2	Lembur 3
0.15	0.31	0.31
0.08	0.16	0.16
2.01	4.01	4.01

Sumber:Hasil Perhitungan

3.4.3. Perubahan Durasi Akibat Penambahan Kelompok Kerja

Tabel 29. Pengurangan Durasi Akibat Penambahan Kelompok Kerja

No	Item Pekerjaan	Volume	satuan	Waktu Penyelesaian	
				Normal	Baru
2	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	10,650.00	M3	19.78	13.39
3	Laston Lapis Aus	4,083.00	TON	11.72	10.21
3	Struktur Beton fc 15 Mpa	4,272.00	M3	83.33	41.67

Sumber:Hasil Perhitungan

Dengan penambahan kelompok kerja waktu penyelesaian pada ketiga item pekerjaan yang dianalisis yaitu lapis pondasi agregat kelas A, laston lapis aus dan struktur beton fc 15 mpa

berkurang sehingga dihitung Kembali *network* diagram akibat penambahan kelompok kerja pada masing-masing item pekerjaan untuk memperoleh durasi proyek yang baru. Dari tabel diatas dapat dilihat berapa persen pengurangan durasi proyek akibat penambahan kelompok kerja pada masing-masing item pekerjaan.

3.4.4. Perubahan Biaya Akibat Penambahan Kelompok Kerja

Tabel 30. Perubahan Biaya Akibat Penambahan Kelompok Kerja

No	Item Pekerjaan	Biaya Normal (Rp)	Biaya Baru (Rp.)	% + Item Pek.
2	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	5,531,300,477.77	5,551,669,551.57	0.37
3	Laston Lapis Aus	8,613,029,884.16	9,304,588,483.40	8.03
3	Struktur Beton fc 15 Mpa	4,700,867,476.56	4,700,933,308.70	0.00

Sumber:Hasil Perhitungan

Persen peningkatan biaya item pekerjaan dan biaya item pekerjaan akibat penambahan kelompok kerja pada tiga item pekerjaan yang berada dilintasan kritis yaitu item pekerjaan lapis pondasi agregat kelas A, laston lapis aus dan struktur beton fc 15 mpa dapat dilihat pada tabel diatas.

4. KESIMPULAN

Dari hasil Analisa dan pembahasan yang ada pada bab sebelumnya maka Kesimpulan dapat diperoleh sebagai berikut :

1. Penambahan Jam Kerja (Lembur) pada item pekerjaan dilintasan kritis dapat mengurangi durasi atau waktu menyelesaikan item pekerjaan tetapi juga menambah biaya pada item pekerjaan yang dianalisis. Dengan penambahan jam kerja (lembur) pada ketiga item pekerjaan mengurangi durasi masing-masing jam pertama durasi penyelesaian berkurang sebesar 12,5% pada durasi penyelesaian item pekerjaan, jam ke-2 sebesar 22,22% pada item pekerjaan, jam ke-3 sebesar 30% pada item pekerjaan.

Akibat penambahan jam kerja (Lembur) biaya pada item pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Kelas A biaya normal item pekerjaan adalah sebesar Rp. 5,531,300,477.77 dan pada penambahan jam kerja ke-1 biaya menjadi Rp.5,539,749,380.96 atau sebesar 0,15% dari biaya item pekerjaan, jam ke-2 biaya proyek menjadi 5,548,417,644.17 atau sebesar 0,31% dari biaya item pekerjaan, pada jam ke-3 biaya proyek menjadi 5,548,417,644.17 atau sebesar 0,31% dari

biaya item pekerjaan, Pada item pekerjaan Laston Lapis Aus biaya item pekerjaan sebelum menambah jam kerja adalah sebesar Rp.8,613,029,884.16 dan setelah penambahan jam kerja jam ke-1 menjadi Rp.8,620,327,032.47 atau meningkat sebesar 0,08% dari biaya item pekerjaan normal. Jam ke-2 sebesar Rp.8,626,560,236.14 atau meningkat 0,16% dari biaya item pekerjaan dan ke-3 sebesar Rp. 8,626,650,236.14 atau meningkat sebesar 0,16% dari biaya item pekerjaan. Pada item pekerjaan struktur Beton fc 15 Mpa biaya normal item pekerjaan sebesar Rp.4,700,867,476.56, di penambahan jam kerja ke-1 biaya naik menjadi 4,795,234,756.44 atau sebesar 2,01% dari biaya item pekerjaan, jam ke-2 biaya item pekerjaan menjadi Rp.4,889,536,204.18 atau sebesar 4,01% dari biaya item pekerjaan dan jam ke-3 biaya item pekerjaan menjadi Rp.4,889,536,204.18 atau sebesar 4,01% dari biaya item pekerjaan.

2. Dari alternatif penambahan kelompok tenaga kerja pada tiga item pekerjaan yang ada dilintasan kritis yaitu Lapis Pondasi Agregat Kelas A, Laston Lapis Aus dan Struktur beton Fc 15 Mpa dan diperoleh durasi penyelesaian pada item pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Kelas A durasi awal penyelesaian item pekerjaan sebesar 20 hari berkurang menjadi 13 hari atau berkurang 32%, item pekerjaan Laston Lapis Aus yang semulanya 12 hari berkurang menjadi 11 hari atau 13%, dan pada item pekerjaan Struktur Beton Fc 15 Mpa durasi penyelesaian yang semulanya 84 hari berkurang menjadi 42 hari atau 50% waktu penyelesaian item pekerjaan.

Akibat penambahan kelompok kerja biaya item pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Kelas A yang biaya item pekerjaan semulanya Rp.5,531,300,477.77 naik menjadi Rp.5,551,669,551.57 atau naik sebesar 0,37 % dari biaya semula, item pekerjaan Laston Lapis Aus yang semulanya Rp.8,613,029,884.16 naik menjadi Rp.9,304,588,483.40 atau mengalami kenaikan 8,03% dari biaya normal sedangkan item pekerjaan Struktur Beton fc 15 Mpa tidak mengalami kenaikan biaya dikarenakan koefisien dari kelompok kerja pada item pekerjaan tersebut tidak

mengalami perubahan sehingga harga satuan tetap.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Lulu. (2003). Manajemen Penyelenggaraan Proyek. *Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandira*, 1-81.
- [2] Ali, T. H. (1995). *Prinsip-prinsip Network Planing*. Jakarta: Gramedia Pustaka.
- [3] Armalisda, A., Triana, D., & Sari, M. M. (2017). Program Studi Teknik Sipil Universitas Serang Raya. *Metode Crashing terhadap penambahan jam kerja optimum pada Proyek Konstruksi*, 1-18.
- [4] Arvianto, R., Handayani, F. S., & Setiono. (2017). Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret. *Optimasi Biaya dan Waktu dengan menggunakan Metode Time Cost Trade Off (Studi Kasus : Proyek Bangunan Rawat Inap Kelas III dan Parkir RSUD Dr. Moewardi Surakarta)*, 69-74.
- [5] Darmaningsi, K. A. (2022). Jurusan Teknik Sipil Program Studi D4 Manajemen Proyek Konstruksi Politeknik Negeri Bali. *Analisis Pengendalian Waktu Pada Proyek Peningkatan Jalan Sambirejo-Kletang, Sragen Jawa Tengah*, 1-79.
- [6] Izzah, N. (2017). Program Studi Teknik Industri Sekolah Tinggi Teknik Qomarudin Gresik. *Analisis pertukaran waktu dan Biaya menggunakan Metode Time Cost trade Off pada proyek pembangunan di PT. X*, 51-58.
- [7] Kurniawan, W. (2015). Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Institut Teknologi Sepuluh Nopember. *analisa Metode Time Cost Trade Off pada pelaksanaan Proyek Pembangunan Gedung The samator Surabaya*, 1-55.
- [8] Mar'aini, & Akbar, Y. R. (2022). Jurusan Manajemen Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Persada Bunda. *Penentuan Jalur Kritis Untuk Manajemen Proyek Sutdi kasus Pembangunan Jalan Selesen-Kota Baru-Bagan Jaya*, 6-13.

- [9] Mustaqim, A. M. (2017). Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang. *Studi Kinerja Waktu dan Biaya Proyek dengan menggunakan konsep nilai hasil (Erned Value Method) Studi Kasus: proyek pembangunan Gedung Sekolah Dasar Negeri 021 Samarinda kalimantan Timur*, 1-71.
- [10] Oetmo, W., Priyoto, & uhad. (2017). Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional VII Direktorat Jenderal Bina Marga Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. *Analisis waktu dan Biaya dengan menggunakan metode Crash Duration pada keterlambatan Poyek Pemangunan Jembatan Sehanyu Kabupaten Kapuas*, 8-22.
- [11] Sitanggang, N., Simamata, J., & luthan, P. L. (2019). *Pengantar Konsep Manajemen Proyek untuk Teknik*. Medan: Yayasan Kita Menulis.
- [12] Soeharto, I. (1995). *Manajemen Proyek (Dari Konseptual sampai Operasional) Jilid 1 Konsep, Studi Kelayakan dan Jaringan kerja*. Jakarta: Erlangga.