

1. Penetapan tujuan (Goal setting)
2. Perencanaan (Planning)
3. Staffing
4. Directing
5. Supervising
6. Pengendalian (Controlling)

Pada tahap perencanaan, dibuat berbagai rencana menyangkut policy, prosedur, standar, metode, anggaran, dan schedule pekerjaan. Pada manajemen proyek, schedule sangat menentukan sukses tidaknya sebuah proyek, disamping faktor-faktor lainnya. Dengan schedule, dapat dilihat kapan proyek tersebut diharapkan mulai, dan kapan diperkirakan akan selesai.

Jadual pengendali proyek yang umum dipakai di berbagai proyek saat ini adalah diagram balok (Bar-Chart). Diagram balok dapat menggambarkan status proyek pada suatu saat, meskipun sangat sederhana. Berdasar Bar-chart pula, meskipun juga secara sederhana, dapat dibuat gambaran kebutuhan penggunaan sumber daya sepanjang pelaksanaan proyek, dan kemajuan yang berhasil dicapai selama waktu tertentu (biasa ditulis dalam kurva-S).

Berdasar pengaiaman, ternyata Bar-Chart banyak mempunyai kelemahan. Bar-Chart kurang dapat memberi gambaran mengenai ketergantungan antara satu kegiatan dengan kegiatan lain. Selain itu, Bar-Chart tidak dapat menampilkan hubungan antara progress di proyek, sumber daya, dan lokasi kemajuan.

Sebuah proyek biasanya mempunyai jumlah paket yang cukup banyak dalam satu tahun anggaran. Setiap periode harus mempunyai sistem pelaporan yang bertujuan untuk memberi informasi tentang keadaan proyek, sumberdaya, dan lokasinya. Bentuk informasi dibuat sesederhana mungkin agar mudah dimengerti dan dapat digunakan untuk mengambil keputusan dalam rangka pengendalian proyek. Hal-hal tersebut sulit dipenuhi oleh Bar-Chart karena keterbatasannya.

Serangkaian uraian di atas mendorong penulis untuk mencari pemecahannya. Hal itu juga yang mendasari pemakaian metode Linier dalam kasus ini, sehingga penulis mengambil judul : **"Optimasi Penjadualan Pekerjaan Pembangunan Jembatan Dengan Metode Penjadualan Linier"**.

1. 2. Permasalahan.

Dalam melaksanakan pembangunan suatu proyek perlu dibuat rekaman atau laporan secara periodik yang bertujuan untuk memberikan informasi tentang keadaan proyek, kemajuan proyek, lokasi kemajuan, dan sumberdaya yang masih tersedia. Bentuk informasi harus dibuat sesederhana mungkin agar mudah dimengerti dan dapat digunakan untuk mengambil keputusan dalam rangka pengendalian proyek. Sedangkan perencanaan dan pengendalian waktu dari suatu proyek merupakan hal penting agar proyek dapat diselesaikan sesuai dengan jangka waktu yang direncanakan. Bahkan kalau bisa dapat diselesaikan lebih cepat dari waktu perencanaan tanpa mengurangi kualitas proyek.

6. Penggunaan program komputer hanya merupakan alat bantu pengolahan data, sehingga bukan merupakan fokus dari studi kasus ini.
7. Yang dimaksud optimasi adalah optimasi waktu bukan optimasi biaya.

1. 5. Tujuan Studi.

1. Pemakaian/pengembangan Metode Penjadualan Linier pada penjadualan pelaksanaan suatu proyek jembatan.
2. Meninjau penerapan Metode Penjadualan Linier pada proyek pembangunan jembatan untuk mendapatkan minimasi waktu pelaksanaan.

1. 6. Manfaat Studi.

Studi tentang LSM ini diharapkan dapat menjadi alternatif untuk penjadualan waktu pelaksanaan proyek, karena sekaligus dapat menunjukkan hubungan antara kemajuan proyek, lokasi kemajuan, dan sumber daya.

1. 7. Batasan Istilah.

Optimasi adalah suatu proses untuk mendapatkan sesuatu yang tertinggi atau terendah dari suatu batasan yang disyaratkan. (Victor G. Haajek, 1984)

Pada Tugas Akhir ini yang dimaksud optimasi adalah waktu yang tercepat untuk penyelesaian pekerjaan.

Penjadualan adalah pengukuran (plotting) kegiatan-kegiatan pelaksanaan terhadap unsur waktu sepanjang waktu yang diperlukan untuk penyelesaian sekumpulan kegiatan. (Imam Sukoto, 1987)

dianggap bahwa hari hujan adalah hari tidak produktif dan hal ini harus dengan jelas diperhitungkan di dalam penjadwalan pelaksanaan pekerjaan.

Keadaan cuaca yang mempengaruhi lamanya penyelesaian pekerjaan adalah :

- a. Saat Hujan.
- b. Panas yang sangat terik.
- c. Saat Turun Salju.

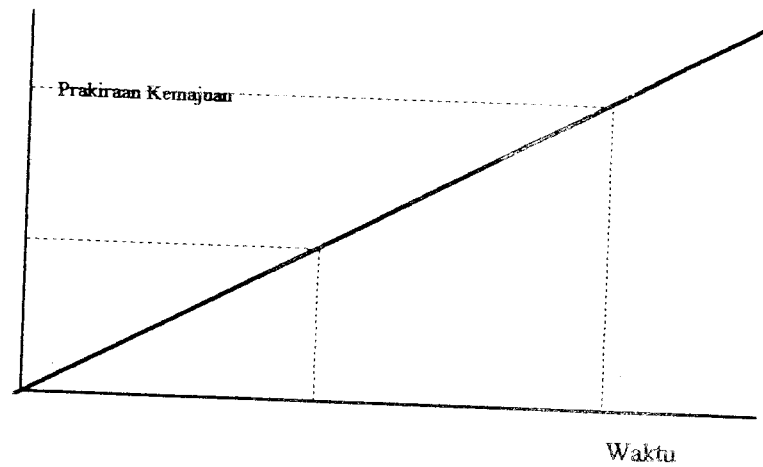
2. Hari Raya Nasional dan Hari Libur.

Satu minggu menurut peraturan pemerintah adalah 6 hari kerja dan dalam sehari 7 jam kerja dengan maksimum 42 jam per minggu, selebihnya dihitung sebagai kerja lembur. Hari Sabtu dan Minggu adalah hari libur yang perlu diberikan kepada para pekerja untuk istirahat. Apabila dipandang perlu bekerja secara kontinu sepanjang bulan, maka pemberian libur dilakukan secara bergilir dengan 2 hari minggu libur total. Hari raya nasional ditetapkan menteri agama dan berjumlah 14 hari per tahun.

3. Panjangnya Waktu Penyelesaian Pekerjaan

Pengaruh jangka waktu pekerjaan pada penjadualan ini mudah dimengerti karena bagaimanapun keleluasaan yang terdapat dalam memperhitungkan waktu penyelesaian masing-masing pekerjaan dapat membuat lebih sederhana. Sudah barang tentu panjang waktu ini adalah relatif. Ada jenis-jenis pekerjaan yang

Lokasi

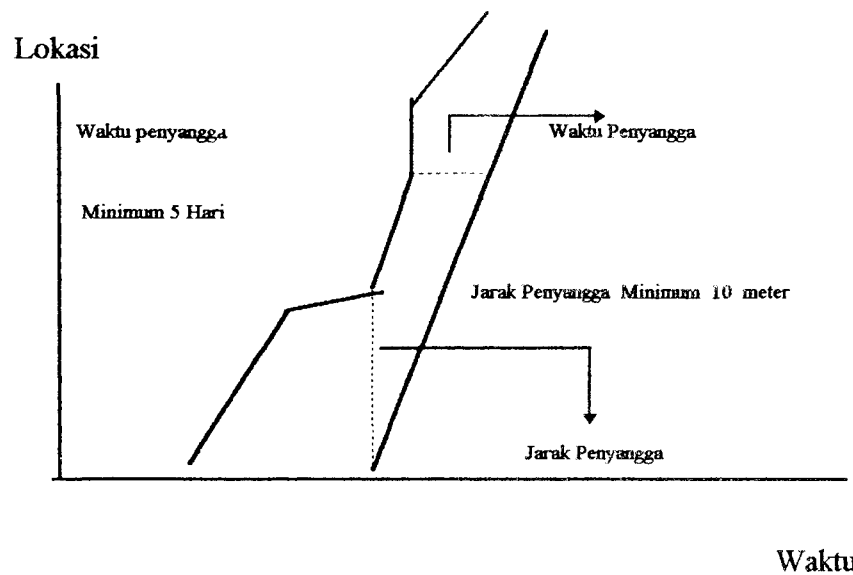


Gambar 2.4 Penggambaran Garis Kemajuan Kegiatan

2.2.1. Interupsi dan Restraint

Interupsi terjadi bila $r_{ij} = 0$, artinya ada kegiatan tetapi tingkat produktivitas nol, misalnya saat perbaikan alat. Ketika perbaikan alat dilakukan, diperlukan waktu untuk memperbaiki, tetapi secara keseluruhan tingkat produktivitas kegiatan (proyek) adalah nol. Pada Gambar 2.5a, menunjukkan diagram sewaktu interupsi terjadi.

Restraint adalah suatu aktivitas yang tergantung pada keterbatasan sumber daya dan hanya bisa dimulai apabila aktivitas sebelumnya telah selesai. Pada restraint kadang-kadang perlu interupsi guna mobilisasi peralatan. Dari Gambar 2.5b terlihat bahwa aktivitas 3 tergantung dari selesainya aktivitas 1 dan terjadi interupsi.



Gambar 2.6. Diagram Kegiatan Menerus Diantara Kegiatan i dan $i+j$

Pada proyek jembatan, pekerjaan mobilisasi, galian tanah, pondasi, urugan tanah dan lain-lain merupakan kegiatan yang menerus dan berurutan. Demikian juga antar kegiatan tersebut memerlukan jarak waktu (selang) ataupun lokasi antar kegiatan. Misalnya, pekerjaan galian tanah pada suatu lokasi tertentu akan diikuti oleh kegiatan pondasi di atasnya. Kegiatan pondasi baru dapat dilakukan bila kegiatan pekerjaan galian selesai begitu pula dengan lokasi untuk memulainya.

Penyangga juga digunakan untuk mengidentifikasi kegiatan-kegiatan yang kritis. Suatu kegiatan kritis dalam Metode Penjadualan Linier mempunyai penyangga minimal baik pada awal maupun akhir kegiatan.

2.2.3. Sumber Daya.

dilakukan, maka diperlukan perhatian tersendiri. Hal ini mengingat bahwa apabila terjadi cuaca buruk ataupun banyak hari libur maka pekerjaan akan terjadi keterlambatan. Sebaliknya apabila ternyata cuaca baik sedangkan hari libur (selain hari minggu) jarang maka kegiatan berdampak lebih cepat, yang pada akhirnya diperlukan pergeseran hari kerja baik ke depan maupun ke belakang dalam jadwal berdasarkan hari kalender tersebut. Dalam beberapa kasus, analisis jadwal kerja berdasarkan hari kalender dalam jangka pendek akan lebih menguntungkan bagi proyek jika waktu penyangga yang tersedia cukup besar.

2. 2. 5. Kemajuan Proyek.

Kemajuan suatu proyek merupakan hasil yang diperoleh dalam melaksanakan pekerjaan dari proyek tersebut pada suatu saat. Membuat kemajuan pekerjaan secara periodik bertujuan untuk mengetahui apakah pelaksanaan pekerjaan masih sesuai dengan jadwal yang dipakai sebagai pedoman, sehingga jika terjadi penyimpangan bisa dilakukan penyesuaian yang diperlukan.

Penentuan tingkat kemajuan proyek pada suatu waktu merupakan persyaratan yang biasanya ditentukan dalam dokumen kontrak, berbentuk kurva-S, dengan sumbu vertikal menggambarkan bobot kumulatif biaya pekerjaan terhadap biaya keseluruhan dan pada sumbu horisontal menunjukkan waktu pekerjaan/proyek. Pembuatan laporan kemajuan dengan menggunakan Metode Penjadualan Linier ini dilakukan dengan memplotkan pelaksanaan suatu kegiatan yang telah diselesaikan dari suatu lokasi ke lokasi selanjutnya terhadap waktu. Selanjutnya prosentase bobot pekerjaan pada

masing-masing lokasi terhadap biaya kegiatan tersebut dihitung dan langsung dituliskan besarnya pada gambar. Dengan cara yang sama perhitungan dilakukan pada kegiatan lainnya dan bobot pekerjaan yang telah diselesaikan pada masing-masing pekerjaan dijumlahkan secara kumulatif persatuan waktu (hari, minggu dan bulan). Kemudian ditotalkan secara keseluruhan dan diplotkan dalam diagram.

Jadi pada tanggal tertentu selama berlangsungnya proyek, hari-hari kerja atau hari-hari kalender dapat ditandai dengan simbol bergerak atau dengan sebuah garis, pita, yang diberi strip vertikal di sepanjang diagram.

Selama proyek masih mengikuti jadwal yang layak serta sepanjang waktu yang telah terbuang dapat dikejar kembali, maka tidak perlu menggambar lagi diagram jadwal tersebut. Namun demikian, bila waktu yang terbuang tersebut dianggap tidak dapat dikejar kembali, maka perlu dibuat diagram baru. Mengingat diagram Penjadualan Linier ini cukup sederhana, maka proses penjadualan ulang yang dilakukan tidak menyita waktu yang berlebihan. Bahkan bila telah tersedia format berkala, hal ini merupakan efisiensi yang layak dilakukan.

2. 4. Prosedur Penjadualan.

Perencanaan penjadualan proyek pada dasarnya merupakan simulasi proyek. Demikian pula terhadap perencanaan Penjadualan Linier, hanya saja pada penentuan waktu penyelesaian tiap kegiatan dinyatakan dalam fungsi sumber daya.

Tahap penjadualan yang dimaksudkan pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut (Supriyatna, 1996)[6, p. 26] :

Keterangan :

$j = 1, 2, 3, \dots, m$

$S_{(i,j)}^{(a)}$ = Waktu mulai kegiatan i lokasi j dengan menggunakan sumber daya a

$S_{(i-1,j+1)}^{(b)*}$ = Waktu mulai kegiatan yang mendahului i ($i-1$) pada lokasi sesudah j ($j+1$) paling cepat dengan menggunakan sumber daya a

$$b(a)_{(i-1)} = b^* \dots\dots\dots(13)$$

Keterangan :

$b(a)_{(i-1)}$ = Ketergantungan kegiatan i yang menggunakan sumber daya a terhadap sumber daya yang digunakan kegiatan $i - 1$ yakni b

b^* = Sumber daya b pada kegiatan $i - 1$ yang menentukan waktu mulai paling cepat kegiatan i

Waktu keseluruhan proyek adalah T diambil dari harga minimum $f_{(n,m)}^n$, dimana $f_{(n,m)}^n$ merupakan waktu selesainya kegiatan n , lokasi m . Setelah harga minimum diperoleh, maka dapat ditentukan waktu keseluruhan lokasi pada kegiatan tersebut yang menggunakan sumber daya tertentu serta dipengaruhi oleh alternatif sumber daya tertentu atau $b(a)_{(i-1)}$ pada kegiatan sebelumnya. Langkah tersebut diulangi sampai kegiatan awal sehingga didapatkan waktu optimal untuk penyelesaian proyek.

2. Kepala jembatan.
3. Pilar jembatan.
4. Kepala tiang.
5. Dinding penahan tanah.

3.3.2. Elemen Bangunan Atas.

Elemen bangunan atas terdiri dari :

1. Gelagar/ rangka jembatan.
2. Lantai jembatan
3. Sistem perletakan jembatan
4. Bangunan pelengkap dan pengaman jembatan.

3.4. Jenis Beban.

Beban-beban yang harus diperhitungkan pada proses pembuatan jembatan adalah

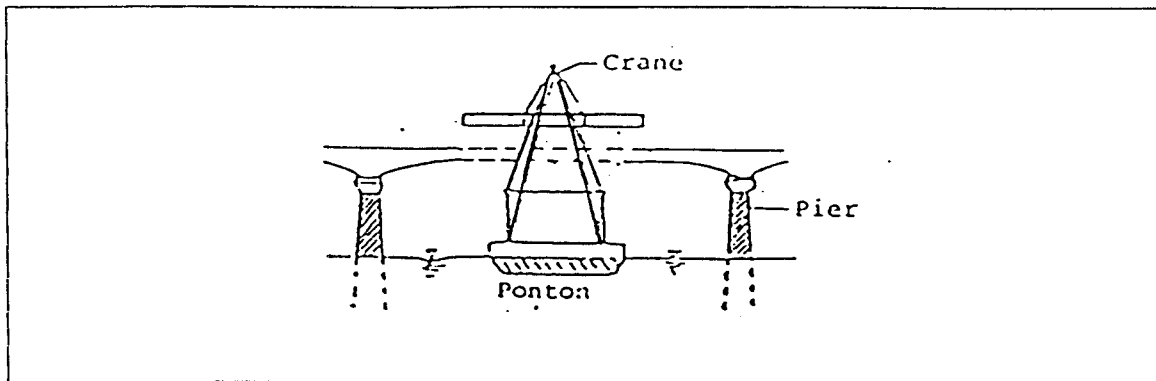
:

3.4.1. Beban Primer.

Beban Primer adalah beban utama yang harus diperhitungkan dalam perencanaan pembuatan jembatan. Beban primer terdiri dari :

- a. **Beban mati**, yaitu beban yang bekerja pada jembatan secara tetap/terus menerus sepanjang umur teknis jembatan.

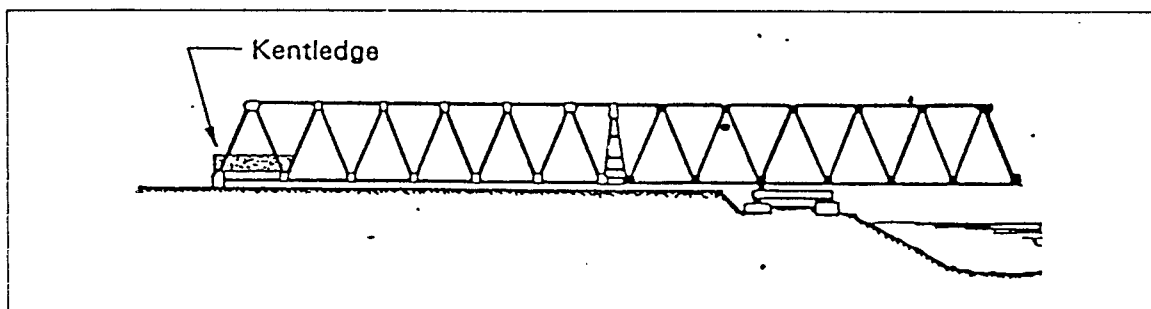
Beban mati ini berasal dari berat sendiri komponen jembatan bagian atas, yang meliputi berat gelagar , lantai kendaraan, aspal, trotoar, dan tiang sandaran.



Gambar 3.7 Metode Pelaksanaan dengan Ponton

3. 5. 3. Metode Peluncuran.

Metoda ini digunakan bila metoda ponton atau perancah sulit dilaksanakan. Metode ini memerlukan lokasi yang luas untuk merakit rangka yang akan dipasang maupun rangka angker dan beban pemberat. Rangka angker dihubungkan dengan rangka utama oleh rangka penghubung ("link set").



Gambar 3.8 Metode Pelaksanaan dengan Peluncuran

3. 5. 4. Metode Kantilever.

Metoda ini sangat efektif dilaksanakan untuk jembatan yang tidak mungkin/sulit dipasang perancah. Metoda ini dapat dilakukan dari satu sisi atau dilaksanakan dari dua sisi jembatan secara bersamaan, sehingga bagian tengah akan dipasang terakhir. Metoda satu arah jarang dilakukan, mengingat momen yang harus ditahan oleh rangka atau struktur di pangkal jembatan cukup besar. Pemasangan dilakukan bagian perbagian yang dimulai dari satu pangkal jembatan atau pilar ke arah pangkal jembatan atau pilar lain dengan memasang komponen bagian tersebut. Metode ini dapat dilakukan untuk jembatan rangka baja, balok box baja maupun balok box beton.

Pemasangan dengan sistem kantilever ini yang harus diperhatikan adalah gaya yang timbul pada batang saat pemasangan akan berlawanan dengan gaya yang diterima setelah pemasangan selesai. Pada saat pemasangan rangka, batang atas akan mengalami tarik dan batang bawah mengalami desak, sedangkan setelah selesai pemasangan batang atas menjadi batang desak dan batang bawah menjadi batang tarik. Demikian juga halnya dengan momen yang terjadi pada pangkal kepala jembatan beton harus diperhitungkan terhadap berat sendiri serta beban alat dan pekerja.

yang paling baik diantara alternatif-alternatif yang layak (feasible) dengan menggunakan fungsi linier.

Dalam melaksanakan proyek pembangunan jembatan, ada tiga faktor yang menjadi ukuran keberhasilan proyek konstruksi tersebut, yaitu biaya, waktu dan mutu. Pengalaman selama ini menunjukkan bahwa pemborosan biaya dan waktu bukan hanya disebabkan oleh kesalahan pada saat pelaksanaan, tetapi lebih banyak disebabkan oleh ketidaktepatan dalam mengambil keputusan pada tahap perencanaan. Oleh karena itu merencanakan waktu pelaksanaan merupakan hal yang penting.

Perencanaan waktu pelaksanaan tersebut harus dipadukan dengan penyediaan sumber daya selama pelaksanaan. Semua faktor-faktor itu direncanakan secara cermat dan hasilnya ditulis dalam bentuk gambar, diagram atau petunjuk untuk dikomunikasikan kepada semua pihak yang terlibat dalam proyek sebagai pedoman pelaksanaan pengendalian.

4.2. Pembagian Lokasi Pekerjaan.

Sebelum melakukan perencanaan pembagian jumlah lokasi pekerjaan, terlebih dahulu kita buat kesepakatan-kesepakatan (asumsi) yang nantinya kita pakai sebagai pedoman. Asumsi-asumsi yang dimaksud pada perencanaan pembangunan jembatan dengan metode linier ini adalah :

1. Kegiatan kita laksanakan sesuai dengan urutan kegiatan yang logis di lapangan
(sesuai dengan data terlampir)

2. Kegiatan mobilisasi tidak termasuk dalam kegiatan yang direncanakan penjadualannya.
3. Pekerjaan perkerasan (AC dan ATB, pondasi A) tidak termasuk dalam pekerjaan yang direncanakan penjadualannya.
4. Pekerjaan harian tidak termasuk dalam kegiatan yang direncanakan penjadualannya.

Pembagian lokasi pekerjaan pada penjadualan linier ini berkaitan dengan ketelitian informasi mengenai volume pekerjaan, jumlah sumber daya yang dipakai dan pembagian jumlah lokasi pekerjaan itu sendiri. Pada kasus ini, lokasi dibagi menjadi 6 dan 12 lokasi.

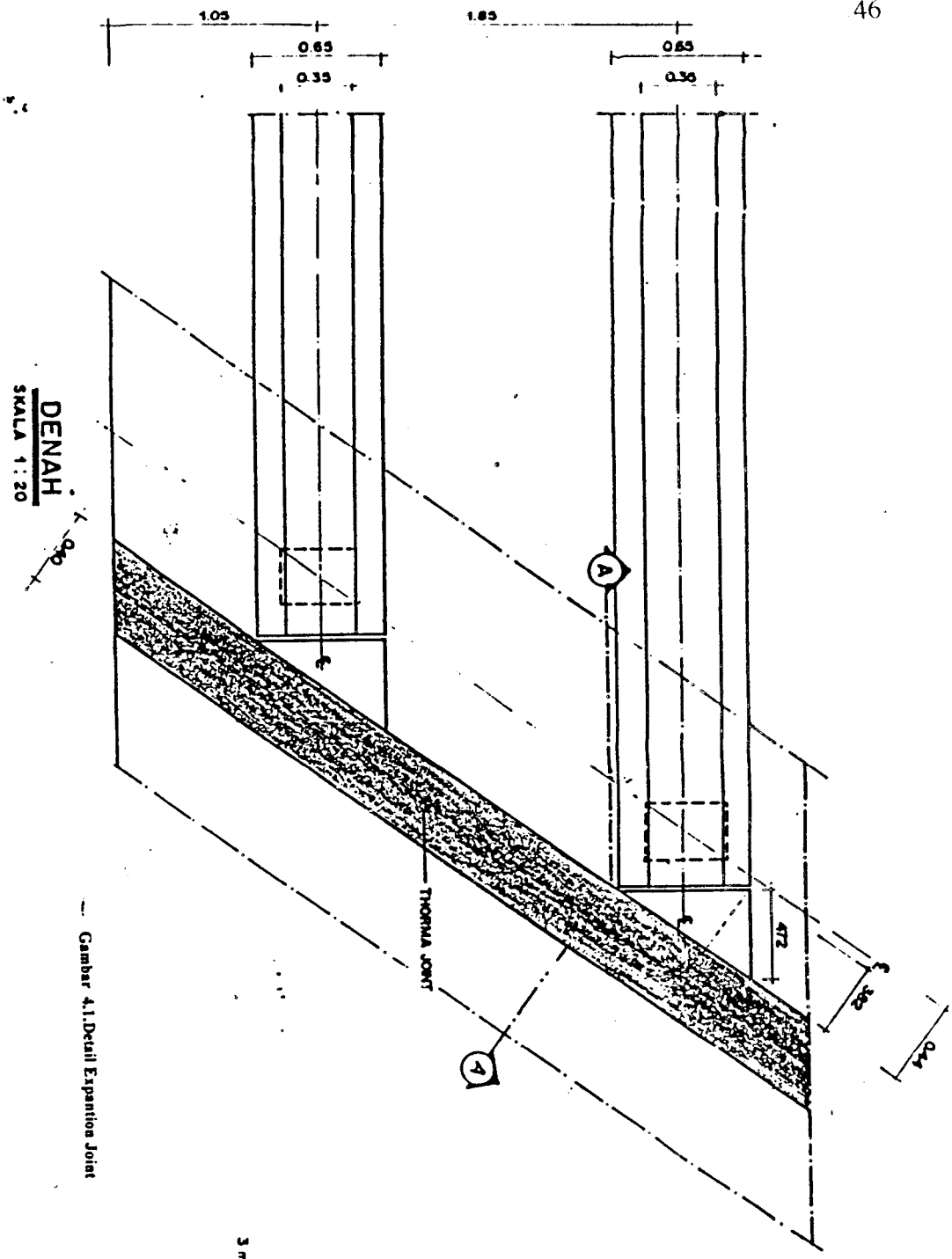
4.3. Pembagian Volume Pekerjaan.

Volume pekerjaan dihitung sesuai dengan jumlah lokasinya. Jumlah volume tetap, tetapi pembagiannya disesuaikan dengan jumlah lokasi pekerjaan. Pembagian lokasi pekerjaan dapat dilaksanakan secara acak, meskipun harus tetap bergantung pada keadaan logis di lapangan.

Sebagai contoh pembagian volume pekerjaan untuk pekerjaan Expansion Joint dengan pembagian 6 lokasi pada jembatan dengan bentang 76 meter adalah sebagai berikut:

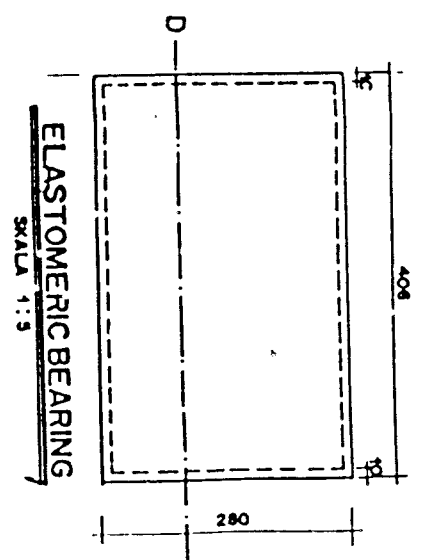
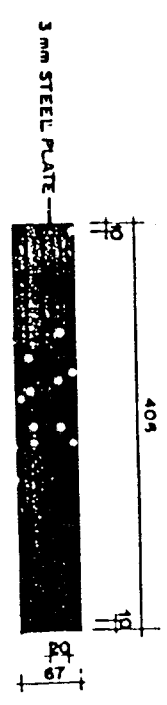
Pada pekerjaan Expansion joint volume pekerjaan pada lokasi 1 adalah 0 (nol) karena pada lokasi tersebut tidak ada pekerjaan Expansion joint. Pekerjaan Expansion joint hanya ada pada lokasi 2 sampai lokasi 5.





DENAH
SKALA 1:20

Gambar 4.1. Detail Expansion Joint



TABEL 4.1 PEMBAGIAN VOLUME PEKERJAAN 6 LOKASI

No	URAIAN PEKERJAAN	SAT	VOL	LOKASI					
				1	2	3	4	5	6
I	PEKERJAAN TANAH								
2.1	Urugan Biasa	m ³	538		53.8	215.2	215	54	
2.2	Urugan Terpilih	m ³	189		18.6	75.6	75.6	19.2	
2.4	Galian Konstruksi 0- 2 m	m ³	100		14	41	33	10	
2.5	Galian Konstruksi 2 - 4 m	m ³	360		38	144	143	35	
2.6	Galian Konstruksi > 4 m	m ³	510		53	204	207	51	
II	PEKERJAAN STRUKTUR								
5.1	Beton K- 350 pada Elevasi	m ³	88		8.8	35.2	35.2	8.8	
5.2	Beton K- 225 pada Elevasi	m ³	50		6	20	21	6	
5.4	Beton K- 225 di Bawah Air	m ³	57		5.5	22.7	22.8	5.5	
5.5	Beton K- 225 pada Pondasi	m ³	162		16.1	64.9	64.8	16.1	
5.6	Beton K-175 pada Pondasi	m ³	33		3.31	13.2	14.2	3.31	
5.7	Beton Cyclop K-175 pada Pondasi	m ³	229		22.9	91.6	91.6	22.9	
5.8	Beton K-175	m ³	40		5	17	14	5	
5.10	Pembesian Tulangan Polos	Kg	8240		824	329	329	824	
5.11	Pembesian Tulangan Ulir	Kg	3196		3196	127	127	3196	
5.14	Beton Pracetak T. Pancang Terpasang	bh	15		1	5.5	6	2.5	
5.15	Pasangan Batu	m ³	774.5	128.8	166.5	110.7	110.7	143.7	113.7
5.16	Pipa Besi Galvanis Dia. 3"	m'	24		2.4	9.6	9.6	2.4	
5.17	Pipa Besi Galvanis Dia. 4"	m'	100		9	40	41	11	
5.18	Besi Siku 50 x 50 x 4 mm	m'	54		5.4	21.6	21.6	5.4	
5.19	Expantion Joint	m'	54		5.4	21.6	21.6	5.4	

Keterangan : Hasil Olahan

TABEL 4.2. PEMBAGIAN VOLUME PEKERJAAN 12 LOKASI

No	URAIAN PEKERJAAN	SA	VOL	LOKASI											
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	PEKERJAAN TANAH														
2.1	Urugan Biasa	m ³	538				53.	10	10	10	10	54			
2.2	Urugan Terpilih	m ³	189				18.	37.	38	37.	38.	19.			
2.4	Galian Konstruksi 0- 2 m	m ³	100				14	24	19	21	12	10			
2.5	Galian Konstruksi 2 - 4 m	m ³	360				38	70	74	73	70	35			
2.6	Galian Konstruksi > 4 m	m ³	510				53	10	10	10	98	51			
II	PEKERJAAN STRUKTUR														
5.1	Beton K- 350 pada Elevasi	m ³	88				8.8	17.	17.	17.	17.	8.8			
5.2	Beton K- 225 pada Elevasi	m ³	50				6	11	9	12	9	6			
5.4	Beton K- 225 di Bawah Air	m ³	57				5.5	9.4	13.	11.	11.	5.7			
5.5	Beton K- 225 pada Pondasi	m ³	162				16.	31.	33.	34.	30.	16.			
5.6	Beton K-175 pada Pondasi	m ³	33				3.3	6.4	6.8	6.6	7.6	4.3			
5.7	Beton Cyclop K-175 pd Pondasi	m ³	22				22.	44.	46.	47.	44	22.			
5.8	Beton K-175	m ³	40				5	9	8	6	8	4			
5.10	Pembesian Tulangan Polos	Kg	824				82	16	16	17	15	82			
5.11	Pembesian Tulangan Ulir	Kg	319				31	63	63	63	63	31			
5.14	Beton Pracetak T. Pancang terpasang	bh	15				1	2.5	3	3	3	2.5			
5.15	Pasangan Batu	m ³	775	52.	76.	68.	98.	54.	56.	53.	57.	76.	67.	72.	40.
5.16	Pipa Galvanis Dia 3"	m'	24				2.4	4.8	4.8	4.8	4.8	2.4			
5.17	Pipa Galvanis Dia 4"	m'	100				9	21	19	22	18	11			
5.18	Besi Siku 50 x 50 x 4 mm	m'	54				5.4	10.	10.	10.	10.	5.4			
5.19	Expantion Joint	m'	54				5.4	10.	10.	10.	10.	5.4			

Keterangan : Hasil Olahan

4.4. Penentuan Kebutuhan Jam Kerja

Dalam melaksanakan suatu pekerjaan selain membutuhkan metode yang tepat juga memerlukan adanya sumber daya yang memadai.

Ada beberapa cara untuk menentukan kebutuhan jam kerja yang dibutuhkan. Misalnya, semua pekerjaan dapat dimulai secepat mungkin dan sumber daya disesuaikan dengan keperluan itu. Tetapi pelaksanaan yang demikian ini dapat merupakan suatu pemborosan. Pendekatan yang lain adalah dengan cara membuat suatu batas sumber daya yang kita tetapkan sendiri, dengan harapan dapat menghasilkan optimasi yang kita inginkan.

Hasil perhitungan/penentuan kebutuhan jam kerja untuk jenis pekerjaan dikaitkan dengan pembagian lokasi tertera pada tabel 4.4 dan tabel 4.5., dimana hasil hitungan tersebut didasarkan pada produktifitas sumber daya seperti yang terlihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3. Produktivitas Sumber Daya

No	URAIAN PEKERJAAN	SAT	VOL	PRDUKTIFITAS PER-JAM	PRODUKTIFITAS PER-HARI	KETERANGAN SUMBER DAYA
I	PEKERJAAN TANAH					
2.1	Urugan Biasa	m ³	538	0.99	6.93	14 pekerja dan 1 gugus alat
2.2	Urugan Terpilih	m ³	189	0.99	6.93	14 pkerja dan 1 gugus alat
2.4	Galian Konstruksi 0- 2 m	m ³	100	0.60	4.2	14 pekerja dan 1 gugus alat
2.5	Galian Konstruksi 2 - 4 m	m ³	360	0.6	4.2	14 pekerja dan 1 gugus alat
2.6	Galian Konstruksi > 4 m	m ³	510	0.6	4.2	14 pekerja dan 1 gugus alat
II	PEKERJAAN STRUKTUR					
5.1	Beton K- 350 pada Elevasi	m ³	88	0.06	0.42	36 pekerja dan 1 gugus alat
5.2	Beton K- 225 pada Elevasi	m ³	50	0.06	0.42	36 pekerja dan 1 gugus alat
5.3	Beton K- 225 di Bawah Air	m ³	57	0.06	0.42	36 pekerja dan 1 gugus alat
5.4	Beton K- 225 pada Pondasi	m ³	162	0.06	0.42	36 pekerja dan 1 gugus alat
5.5	Beton K-175 pada Pondasi	m ³	33	0.06	0.42	36 pekerja dan 1 gugus alat
5.6	Beton Cyclop K-175 pada Pondasi	m ³	229	0.06	0.42	36 pekerja dan 1 gugus alat
5.7	Beton K-175	m ³	40	0.06	0.42	36 pekerja dan 1 gugus alat
5.9	Pembesian Tulangan Polos	Kg	8240	8.33	58.31	30 pekerja
5.10	Pembesian Tulangan Ulir	Kg	31960	8.33	58.31	30 pekerja
5.13	Beton Pracetak T.Pancang	bh	15	01	0.07	5 pekerja dan 1 gugus alat
5.14	Pasangan Batu	m ³	774.5	2	14	15 Pekerja
5.16	Pipa Besi Galvanis Dia. 3"	m'	24	0.5	3.5	3 pekerja
5.17	Pipa Besi Galvanis Dia. 4"	m'	100	0.5	3.5	3 pekerja
5.18	Besi Siku 50 x 50 x 4 mm	m'	54	0.5	3.5	3 pekerja dan 1 gugus alat
5.19	Expantion Joint	m'	54	0.5	3.5	3 pekerja dan 1 gugus alat

Sumber : PT. Bangun Makmur Utama (Kontraktor)

Contoh perhitungan produktivitas tenaga kerja pada pekerjaan beton pracetak pada tiang pancang terpasang dapat dilihat pada penjelasan berikut ini :

Peralatan yang dipakai :

1. Crane On Wheel untuk mengangkat dan menurunkan beton pada posisinya dengan kapasitas 40 ton..
2. Flat bed truck untuk mengangkat gelagar pracetak dengan kapasitas 10-15 ton.
3. Compactor untuk pembersihan dan membantu pelaksanaan grouting.
4. Alat stressing dan grouting.

Perhitungan produktivitas alat :

1. Crane On Wheel : $1.00/7.00 = 0.14$ bh/jam
2. Flat bed Truck : $1.00/16.0 = 0.06$ bh/jam
3. Alat sressing : $1.00/40.0 = 0.03$ bh/jam

Perhitungan tenaga kerja :

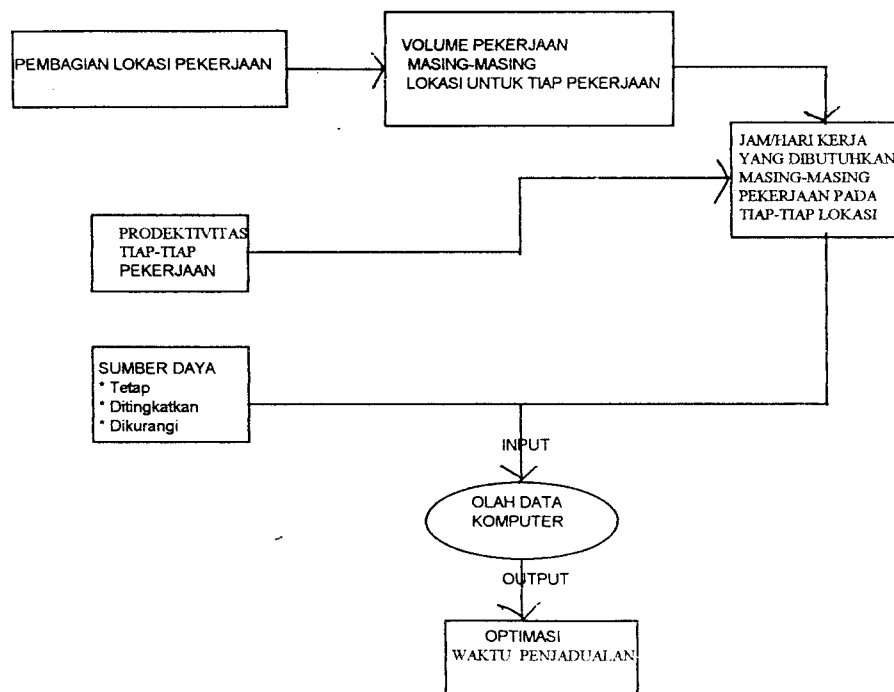
1. Mandor : $1.00/1000 = 0.001$ bh/jam
2. Pekerja : $1.00/1000 = 0.001$ bh/jam

Tabel 4.4. Kebutuhan Jam Kerja 6 Lokasi

No	URAIAN PEKERJAAN	Lokasi						Jumlah Sumber Daya				
		1	2	3	4	5	6	r(1)	r(2)	r(3)	r(4)	
I	PEKERJAANTANAH											
2.1	Urugan Biasa		55	218	218	55		15*	20			
2.2	Urugan Terpilih		19	76	77	20		15*	10	8	6	
2.4	Galian Konstruksi 0- 2 m		24	72	55	17		15*	18	20		
2.5	Galian Konstruksi 2 - 4 m		64	240	239	59		15*	13	10		
2.6	Galian Konstruksi > 4 m		84	340	337	85		15*	18	20	22	
II	PEKERJAAN STRUKTUR											
5.1	Beton K- 350 pada Elevasi		147	587	587	147		37*	34	30	25	
5.2	Beton K- 225 pada Elevasi		100	334	350	100		37*	40	44		
5.4	Beton K- 225 di Bawah Air		92	364	382	95		37*	35	30	25	
5.5	Beton K- 225 pada Pondasi		269	1082	1080	270		37*	41	44		
5.6	Beton K-175 pada Pondasi		56	220	237	72		37*	34	30	25	
5.7	Beton Cyclop K-175 pada Pondasi		382	1526.6	1527	382		37*	40	44	46	
5.8	Beton K-175		84	259	234	67		37*	34	30		
5.10	Pembesian Tulangan Polos		99	396	396	99		30	32	34	36	
5.11	Pembesian Tulangan Ulir		384	1535	1535	384		30	35	40	44	
5.14	Beton Pracetak T.Pancang Terpasang		1000	5250	6000	2250		6	30	37	45	
5.15	Pasangan Batu	65	84	56	56	72	57	4	6	8		
5.16	Pipa Besi Galvanis Dia. 3"		5	20	20	5		3	1			
5.17	Pipa Besi Galvanis Dia. 4"		18	80	30	22		3	4	5		
5.18	Besi Siku 50 x 50 x 4 mm		11	44	44	11		4	2			
5.19	Expantica Joint		11	44	44	11		4	2			

4.5. Hasil Perhitungan Dengan Program Komputer

Hasil perhitungan optimasi penjadualan dengan program komputer dapat dicermati pada tabel-tabel di bawah ini. Tabel 4.6 adalah tabel perhitungan optimasi untuk pembagian 6 lokasi, dan Tabel 4.7 adalah tabel optimasi untuk 12 lokasi. Perhitungan yang dipakai adalah perhitungan linier seperti yang diterangkan pada bab 3.



Gambar 4. 2. Bagan Alir Perhitungan

Lintasan Kegiatan	14				15				16				17				18				19				20			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Alternatif	30	35	40	44	6	30	37	45	68,2	71,1	72,5	75,3	74,0	75,3	74,0	75,3	75,3	75,3	75,3	75,3	76,4	78,7	76,4	78,7	76,9	81,2	78,4	78,4
Sumber daya	29,4	29,4	29,4	29,4	30,7	30,7	30,7	30,7	69,6	72,0	73,2	75,3	74,0	75,3	74,0	75,3	75,3	75,3	75,3	75,3	76,4	78,7	76,4	78,7	76,9	81,2	78,4	78,4
	29,4	29,4	29,4	29,4	30,7	30,7	30,7	30,7	70,9	72,8	73,8	75,3	74,0	75,3	74,0	75,3	75,3	75,3	75,3	75,3	76,4	78,7	76,4	78,7	76,9	81,2	78,4	78,4
	31,3	31,0	30,8	30,1	54,5	35,4	34,5	33,8	72,7	74,0	74,7	75,5	74,7	76,2	76,2	76,2	76,2	76,2	76,2	76,2	77,7	78,1	79,9	79,1	77,7	81,6	79,2	79,2
	34,9	34,1	33,5	33,2	108,	46,1	43,2	41,0	73,7	74,7	75,2	76,0	76,2	78,2	77,7	78,1	79,9	79,2	80,7	80,8	83,2	82,4	80,8	83,2	82,4	82,4	82,4	82,4
Waktu Mulai	38,6	37,3	36,3	35,7	179,	60,4	54,8	50,5	74,7	75,4	75,7	76,4	77,6	80,0	79,0	79,2	80,7	80,8	83,2	82,4	83,9	83,9	83,9	83,9	83,9	83,9	83,9	83,9
Paling Dini	42,2	40,4	39,0	38,1	250,	74,7	66,4	60,0	75,7	76,0	76,2	76,9	79,0	82,1	80,6	80,4	81,5	82,4	83,9	84,7	85,5	85,5	85,5	85,5	85,5	85,5	85,5	85,5
	45,9	43,5	41,8	40,6	322,	89,0	78,0	69,6	76,7	76,7	76,7	77,4	80,4	83,8	81,9	81,5	82,3	83,9	84,7	85,5	86,3	86,3	86,3	86,3	86,3	86,3	86,3	86,3
	47,7	45,1	43,1	41,9	375,	99,7	86,7	76,7	78,1	77,6	77,4	77,6	81,2	84,8	82,7	82,1	82,6	84,7	85,1	86,3	86,3	86,3	86,3	86,3	86,3	86,3	86,3	86,3
	47,7	45,1	43,1	41,9	375,	99,7	86,7	76,7	79,3	78,4	78,0	77,6	81,2	84,8	82,7	82,1	82,6	84,7	85,1	86,3	86,3	86,3	86,3	86,3	86,3	86,3	86,3	86,3
	47,7	45,1	43,1	41,9	375,	99,7	86,7	76,7	80,6	79,3	78,7	77,6	81,2	84,8	82,7	82,1	82,6	84,7	85,1	86,3	86,3	86,3	86,3	86,3	86,3	86,3	86,3	86,3
	47,7	45,1	43,1	41,9	375,	99,7	86,7	76,7	81,4	79,8	79,0	77,6	81,2	84,8	82,7	82,1	82,6	84,7	85,1	86,3	86,3	86,3	86,3	86,3	86,3	86,3	86,3	86,3

Tabel 4.7. 6 Lokasi

Lintasan Kegiatan	2				3				4				5				6				7			
	1	2	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2
Alternatif	15	20	15	10	8	3,8	3,8	3,8	15	18	20	15	13	10	15	18	20	22	37	34	30	25	37	40
Sumber daya	0,0	0,0	0,3	4,0	4,1	7,0	5,5	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7
	0,5	0,3	4,0	4,0	4,1	7,0	5,5	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7
Waktu Mulai	2,6	1,1	4,7	5,1	5,5	8,8	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2
Paling Dini	4,7	3,9	5,4	6,2	6,8	10,6	6,8	6,7	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6
	5,1	4,0	5,6	6,5	7,2	11,1	6,9	6,8	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7
	5,2	4,0	5,6	6,5	7,2	11,1	6,9	6,8	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7

Yang Menentukan

Lintasan Kegiatan	8				9				10				11				12				13							
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Alternatif	37	34	30	25	37	40	44	44	37	34	30	25	37	40	44	46	37	34	30	30	37	34	30	34	36	34	34	36
Sumber daya	16,2	16,2	16,1	16,0	17,0	17,1	17,2	17,2	24,0	23,4	23,8	23,5	23,8	23,8	23,8	23,9	23,8	23,9	23,0	23,2	23,8	23,9	23,0	23,2	23,8	23,9	23,0	23,2
Waktu Mulai	16,6	16,6	16,6	16,6	18,0	18,0	18,0	18,0	24,2	24,1	24,0	23,8	25,3	25,2	25,1	25,1	25,1	25,1	23,4	23,4	25,1	25,1	23,4	23,4	25,1	25,1	23,4	23,4
Paling Dini	18,0	18,0	18,3	18,6	22,2	21,8	21,6	21,6	25,1	25,1	25,1	25,1	26,2	26,4	26,4	26,4	26,2	26,4	26,2	26,4	26,2	26,4	26,2	26,4	26,2	26,4	26,2	26,4
	19,4	19,6	20,1	20,8	25,6	25,6	25,1	25,9	26,3	26,4	26,5	26,8	36,2	35,7	36,2	35,7	36,2	35,7	36,0	36,0	36,2	35,7	36,0	36,0	36,2	35,7	36,0	36,0
	19,8	20,0	20,6	21,4	27,4	26,5	25,9	25,9	26,3	26,4	26,5	26,8	38,6	37,4	36,2	35,7	38,6	37,4	36,2	36,0	38,6	37,4	36,2	36,0	38,6	37,4	36,2	36,0
Yang Menentukan	19,8	20,0	20,6	21,4	27,4	26,5	25,9	25,9	26,3	26,4	26,5	26,8	38,6	37,4	36,2	35,7	38,6	37,4	36,2	36,0	38,6	37,4	36,2	36,0	38,6	37,4	36,2	36,0

Lintasan Kegiatan	14				15				16				17				18				19				20							
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Alternatif	30	35	40	44	6	30	37	45	4	6	8	8	3	1	3	3	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Sumber daya	34,6	34,6	34,8	34,9	36,2	36,4	37,3	38,0	77,0	79,4	80,5	80,5	83,2	82,0	84,7	84,9	85,6	88,7	87,6	92,7	90,8	90,8	88,7	88,7	87,6	92,7	90,8	90,8				
Waktu Mulai	36,5	36,2	36,2	36,2	41,2	41,2	41,2	41,2	80,0	81,4	82,0	81,4	83,4	82,7	85,6	85,6	86,1	89,1	88,4	93,1	91,6	91,6	89,1	89,1	88,4	93,1	91,6	91,6				
Paling Dini	43,4	42,5	41,7	41,2	185,0	66,2	61,4	57,8	82,0	82,7	83,0	82,7	84,4	85,6	89,4	88,4	88,4	90,7	91,6	94,7	94,7	94,7	90,7	90,7	91,6	94,7	94,7	94,7				
	51,7	48,7	47,2	46,2	327,0	94,8	84,6	76,9	84,0	84,0	84,0	84,0	85,3	88,4	93,2	91,3	90,7	92,3	94,7	96,3	97,8	97,8	92,3	92,3	94,7	96,3	97,8	97,8				
Waktu Mulai	52,9	50,3	48,5	47,4	381,0	105,5	93,3	84,0	86,6	85,8	85,3	85,3	85,6	89,1	94,2	92,1	91,3	92,7	95,5	96,7	98,5	98,5	92,7	92,7	95,5	96,7	98,5	98,5				
Yang Menentukan	52,9	50,3	48,5	47,4	381,0	105,5	93,3	84,0	86,6	85,8	85,3	85,3	85,6	89,1	94,2	92,1	91,3	92,7	95,5	96,7	98,5	98,5	92,7	92,7	95,5	96,7	98,5	98,5				

Dari hasil perhitungan di atas, tampak bahwa pada kegiatan 1 (urugan biasa) lokasi 1, lokasi 2, dan lokasi 3, waktu yang didapat adalah 0. Hal ini disebabkan pada lokasi tersebut belum ada kegiatan urugan. Pada kegiatan-kegiatan selanjutnya, lokasi-lokasi tersebut menyesuaikan. Artinya, pada lokasi tersebut tidak ada kemajuan pekerjaan dan tidak ada penambahan waktu.

4.6. Analisa Sumber Daya

Peningkatan jumlah sumber daya pada sebuah proyek, secara otomatis akan mempercepat waktu pelaksanaan. Secara logika, jumlah sumber daya yang paling besar adalah alternatif terpilih dari program optimasi. Tetapi hal ini bukanlah merupakan pola baku. Terdapat faktor lain yang menjadi pertimbangan pemilihan alternatif terbaik. Contoh pada kasus ini ada pada kegiatan 17, yaitu pada pekerjaan pemasangan pipa Galvanis diameter 3 mm. Pada kegiatan ini, sumber daya terbesar adalah alternatif ke-1, dengan jumlah sumber daya 3 orang. Tetapi, alternatif 1 bukanlah alternatif terpilih, karena bila alternatif tersebut diambil, akan terjadi tumbukan/benturan kegiatan pada pekerjaan selanjutnya. Apabila benturan terjadi, berarti terdapat dua jenis kegiatan pada lokasi dan waktu yang sama. Tetapi, kemampuan pekerja juga perlu diperhitungkan. Misalnya pada pekerjaan pengurugan, tanah pekerja Kaliangkrik dan pekerja Wonosari mempunyai kecepatan dan kemampuan yang berbeda. Hal ini juga perlu diperhitungkan, meskipun tidak dibahas dalam Tugas Akhir ini.

Tabel berikut menerangkan secara singkat alternatif terpilih pada optimasi pembangunan jembatan. Hasil ini bukan merupakan hasil baku dari tiap-tiap

merupakan alternatif utama, dibandingkan alternatif kedua dengan 2 orang pekerja. Tetapi dengan adanya hasil akhir yang lebih kecil dari kegiatan sebelumnya, berarti terjadi benturan dengan kegiatan sesudahnya. Sehingga alternatif ke-2 merupakan alternatif terpilih, karena tidak terjadi tumbukan dengan kegiatan sebelum atau sesudahnya.

BAB V

KESIMPULAN

5. 1. Kesimpulan.

Tuntutan akan pengendalian yang memadai pada sebuah proyek merupakan hal mutlak. Faktor utama pengendalian adalah time schedule. Pemilihan penggunaan time schedule adalah langkah awal sebuah pengendalian. Penentuan penggunaan sebuah time schedule, selain didasarkan atas kapasitas pelaksana di lapangan dalam merealisasikan item-item pekerjaan, juga kemudahan dalam membaca jadual.

Kelambatan pekerjaan pada suatu proyek seakan-akan adalah hal biasa. Hal ini harus cepat-cepat diantisipasi. Alternatif penanganannya harus disikapi, misalnya dengan menambah sumber daya atau menambah jam kerja. Dengan metode “trial dan error”, kita dapat mencoba penanganan dari sisi penambahan sumber daya dengan memperhitungkan volume pekerjaan. Untuk mudahnya, pekerjaan kita bagi menjadi beberapa lokasi tanpa mengabaikan alternatif sumber daya dan pembagian volume. Setelah dikomputasi, dapat kita baca alternatif solusi yang kita inginkan. Cara kerja seperti itu terbungkus dalam sebuah metode, yang bernama metode Linier.