

## **OPTIMASI WAKTU PROYEK DENGAN PENAMBAHAN JAM KERJA DENGAN PRECEDENCE DIAGRAM METHOD (Studi Kasus Proyek Rumah Susun Sederhana Sewa Pekanbaru)**

**Desi Yasri**

Jurusan Teknik Sipil Sekolah Tinggi Teknologi Pekanbaru

Jalan Dirgantara No. 4 Arengka Raya Pekanbaru

E-mail : [dcy.r79@gmail.com](mailto:dcy.r79@gmail.com)

### **Abstrak**

Ketidakpastian dalam pelaksanaan proyek konstruksi dapat menimbulkan resiko keterlambatan penyelesaian pelaksanaan proyek. Keterlambatan pekerjaan proyek dapat diantisipasi dengan melakukan percepatan. Percepatan penyelesaian proyek harus dilakukan dengan perencanaan yang baik. Alternatif yang tepat dan biasa digunakan untuk proyek dengan keterbatasan tenaga kerja guna menunjang percepatan aktivitas adalah dengan menambah jam kerja. Perhitungan dimulai dengan mencari lintasan kritis menggunakan *Precedence Diagram Method* (PDM) kemudian dilakukan *crashing* kegiatan yang berada pada lintasan kritis. Percepatan waktu proyek pada pekerjaan yang terdapat pada jalur kritis dilakukan dengan menambahkan 1 jam, 2 jam, hingga 3 jam dari jam kerja normal, sesuai dengan Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia No. KEP. 102/MEN/VI/2004 Pasal 3 tentang waktu kerja lembur. Penambahan jam kerja maksimum dari jam kerja normal dapat mempersingkat total waktu pelaksanaan dari 245 hari kerja menjadi 195 hari kerja dan mengakibatkan terdapat 2 jalur kritis proyek.

Kata Kunci: Lintasan kritis, percepatan, *precedence diagram method*

### **Abstract**

*Uncertainties in the implementation of construction projects can give rise to the risk of delay in project completion. Delays in project activities can be anticipated by crashing project completion. Crashing on project activities should be done with good planning. The right alternative and commonly used for projects with limited manpower to support the acceleration of activity is to increase working hours. Calculation begins with finding the critical path using the Precedence Diagram Method (PDM) is then carried out activities that were crashing on the critical path. Crashing on activities' duration of projects, that are on the critical path, is made by adding 1 hour, 2 hours, up to 3 hours, after normal working hours, according to Keputusan Menteri Tenaga Kerja Dan Transmigrasi Republik Indonesia No. KEP. 102 / MEN / VI / 2004. The addition of maximum overtime can shorten total execution time of 245 working days to 195 days of work and resulted 2 critical path on project.*

*Keywords : critical path, crashing, precedence diagram method*

## A. PENDAHULUAN

Sebuah proyek konstruksi dengan segala sifat dan karakteristiknya yang sangat unik, mempunyai hubungan antar aktivitas yang kompleks dan ketergantungan yang tinggi terhadap kondisi internal dan eksternal sehingga durasi aktivitas mempunyai tingkat ketidakpastian yang tinggi. Ketidakpastian dalam pelaksanaan proyek konstruksi dapat menimbulkan resiko berupa bertambahnya waktu pelaksanaan, kualitas tidak sesuai yang diharapkan maupun pembengkakan pada biaya pelaksanaan. Penyebab keterlambatan umumnya diakibatkan perubahan kondisi lokasi, perubahan disain, pengaruh cuaca, kurang terpenuhinya kebutuhan pekerja, material atau peralatan, kesalahan perencanaan atau spesifikasi, dan pengaruh keterlibatan pemilik proyek (*Owner*). Keterlambatan pekerjaan proyek dapat diantisipasi dengan melakukan percepatan dalam pelaksanaannya. Percepatan dapat dilakukan dengan:

1. Penambahan jam kerja (lembur)
2. Pembagian giliran kerja
3. Penambahan tenaga kerja
4. Penambahan/penggantian peralatan
5. Penggantian/perbaikan metode kerja
6. Konsentrasi pada aktivitas tertentu
7. Kombinasi dari alternatif yang ada

Percepatan penyelesaian proyek harus dilakukan dengan perencanaan yang baik. Dengan adanya keterbatasan tenaga kerja, maka alternatif yang biasa digunakan untuk menunjang percepatan aktivitas adalah dengan menambah jam kerja, sehingga berpengaruh pada biaya total proyek.

## B. TINJAUAN PUSTAKA

### 1. Jaringan Kerja

Penjadwalan adalah kegiatan untuk menentukan waktu yang dibutuhkan, urutan kegiatan serta menentukan waktu selesai proyek. Penjadwalan merefleksikan perencanaan, oleh karena itu perencanaan harus dilakukan lebih dahulu. Metode menyusun jadwal yang terkenal adalah analisis jaringan kerja (*network analysis*), yang menggambarkan hubungan ketergantungan antara bagian-bagian pekerjaan yang digambarkan atau divisualisasikan dalam diagram *network*. Diagram tersebut memperlihatkan bagian-bagian pekerjaan yang harus didahulukan dan harus diselesaikan sebelum melakukan pekerjaan berikutnya. Pekerjaan yang harus mendahului atau didahului oleh pekerjaan lain diidentifikasi dalam kaitannya dengan waktu. Jaringan kerja ini sangat berguna untuk perencanaan dan pengendalian proyek dari segi waktu.

Sistematika dari proses penyusunan jaringan kerja adalah sebagai berikut (Soeharto I, 1999) :

- a. Mengkaji dan mengidentifikasi lingkup proyek, menguraikan, memecahkannya menjadi kegiatan-kegiatan atau kelompok kegiatan yang merupakan komponen proyek.
- b. Menyusun komponen-komponen proyek, menjadi mata rantai dengan urutan yang sesuai logika ketergantungan.

- c. Memberikan perkiraan kurun waktu bagi masing-masing kegiatan yang dihasilkan dari penguraian lingkup proyek.
- d. Mengidentifikasi jalur kritis (*critical path*) dan float pada jaringan kerja.

Menurut Heizer dan Render (2005), ada dua pendekatan untuk menggambarkan jaringan proyek, yaitu kegiatan-pada-titik (*activity-on-node – AON*) dan kegiatan-pada-panah (*activity-on-arrow – AOA*). Pada pendekatan AON, titik menunjukkan kegiatan, sedangkan pada AOA, panah menunjukkan kegiatan. Gambar berikut mengilustrasikan kedua pendekatan tersebut.



Keterangan :

- i = Peristiwa awal (*start event*)
- j = Peristiwa akhir (*finish event*)
- EET = Waktu awal peristiwa (*early event time*)
- LET = Waktu akhir peristiwa (*late event time*)
- Durasi = Waktu penyelesaian aktivitas

**Gambar 1.** Visualisasi *activity on arrow*

Early Start	Duration	Early Finish
Task Name		
Late Start	Slack	Late Finish

**Gambar 2.** Node diagram *precedence*

## 2. *Precedence Diagram Method (PDM)*

*Precedence Diagram Method (PDM)* merupakan jenis perencanaan jaringan kerja (*network planning*) yang menggunakan pendekatan aktivitas pada node (*Activity on Node*) yang dihubungkan dengan anak panah (*Arrow*) pada setiap pola hubungan antar aktivitas yang terdapat pada proyek.

- a. Penyusunan diagram preseden

Penyusunan jaringan kerja dengan menggunakan Metode Preseden Diagram terdapat empat hubungan ketergantungan antara kegiatan satu dengan lainnya yang disebut sebagai konstrain. Satu konstrain hanya menghubungkan dua node, karena setiap node memiliki dua ujung yaitu ujung awal dan ujung akhir. Keempat konstrain itu adalah konstrain dari awal ke awal (SS), awal ke akhir (SF), akhir ke akhir (FF), dan akhir ke awal (FS).

Setelah diketahui hubungan ketergantungan antar kegiatan dan durasi tiap kegiatan maka dapat disusun gambar Diagram Preseden. Setelah durasi dan ketergantungan

untuk masing-masing kegiatan dimasukkan, maka akan diperoleh jaringan kerja berupa diagram preseden yang lengkap berisikan waktu mulai paling cepat (ES), waktu selesai paling awal (EF), waktu mulai paling lambat (LS), dan waktu selesai paling lambat (LF) dari satu kegiatan.

1). Perhitungan Maju

Perhitungan maju dilakukan untuk mendapatkan *Earliest Start* (ES) dan *Earliest Finish* (EF), jika ada lebih dari satu anak panah yang masuk dalam kegiatan maka diambil yang terbesar.

Rumus menghitung besar ES dan EF adalah sebagai berikut :

$$ES = EF - \text{Durasi} \quad (1)$$

$$EF = ES + \text{Durasi} \quad (2)$$

2). Perhitungan Mundur

Perhitungan mundur dilakukan untuk mendapatkan *Latest Start* (LS) dan *Latest Finish* (LF), jika lebih dari satu anak panah yang keluar dari kegiatan maka diambil yang terkecil.

Rumus menghitung besar LS dan LF adalah sebagai berikut :

$$LS = LF - \text{Durasi} \quad (3)$$

$$LF = LS + \text{Durasi} \quad (4)$$

3). Perhitungan Total Float

Arianto, (2010) menyatakan bahwa *Float* adalah sejumlah waktu yang tersedia dalam suatu kegiatan sehingga kegiatan tersebut dapat ditunda atau diperlambat dengan sengaja atau tidak, tanpa menyebabkan keterlambatan penyelesaian proyek. Ada dua jenis float, yaitu :

a). *Total float* : sejumlah waktu yang tersedia untuk penundaan suatu kegiatan tanpa memengaruhi penyelesaian proyek secara keseluruhan.

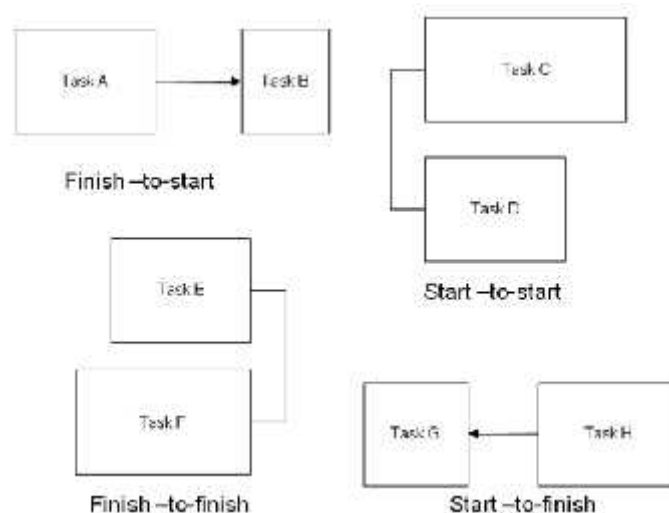
$$\text{Total Float (TF)} = LF - EF \quad (5)$$

b). *Free float* : sejumlah waktu yang tersedia untuk penundaan suatu kegiatan tanpa memengaruhi dimulainya kegiatan yang langsung mengikutinya.

Terdapat 4 macam hubungan logis/ konstrain yang bervariasi pada PDM (Soeharto,1999), yaitu

- 1). *Finish to start*, yaitu hubungan yang menunjukkan bahwa mulainya (*start*) kegiatan berikutnya tergantung pada selesainya (*finish*) kegiatan sebelumnya
- 2). *Start to start*, yaitu hubungan yang menunjukkan bahwa mulainya (*start*) kegiatan berikutnya tergantung pada mulainya (*start*) kegiatan sebelumnya
- 3). *Finish to finish*, yaitu hubungan yang menunjukkan bahwa selesainya (*finish*) kegiatan berikutnya tergantung pada selesainya (*finish*) kegiatan sebelumnya.
- 4). *Start to finish*, yaitu hubungan yang menunjukkan bahwa selesainya (*finish*) kegiatan berikutnya tergantung pada mulainya (*start*) kegiatan sebelumnya.

Secara grafik dapat diwakili dalam bentuk gambar 3.



**Gambar 3.** PDM node relationships

b. Identifikasi Float dan Jalur Kritis

Lintasan kritis metode PDM didapat setelah perhitungan maju dan perhitungan mundur selesai dilaksanakan. Lintasan kritis ditandai oleh beberapa keadaan, yaitu :  $ES = LS$ , atau  $EF = LF$ , atau  $LF - ES = \text{Durasi kegiatan}$ , atau  $TF = 0$ . Dengan melihat diagram preseden dan total float dari masing-masing kegiatan dapat diketahui jalur kritis dan kegiatan-kegiatan kritisnya.

Menurut Badri (1997) lintasan kritis (Critical Path) melalui aktivitas-aktivitas yang jumlah waktu pelaksanaannya paling lama. Jadi, lintasan kritis adalah lintasan yang paling menentukan waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan, digambar dengan anak panah tebal. Manfaat yang didapat jika mengetahui lintasan kritis adalah sebagai berikut :

- 1). Penundaan pekerjaan pada lintasan kritis menyebabkan seluruh pekerjaan proyek tertunda penyelesaiannya.
- 2). Proyek dapat dipercepat penyelesaiannya, bila pekerjaan-pekerjaan yang ada pada lintasan kritis dapat dipercepat.
- 3). Pengawasan atau kontrol dapat dikontrol melalui penyelesaian jalur kritis yang tepat dalam penyelesaiannya dan kemungkinan di *trade off* (pertukaran waktu dengan biaya yang efisien) dan crash program (diselesaikan dengan waktu yang optimum dipercepat dengan biaya yang bertambah pula) atau dipersingkat waktunya dengan tambahan biaya lembur.
- 4). *Time slack* atau kelonggaran waktu terdapat pada pekerjaan yang tidak melalui lintasan kritis. Ini memungkinkan bagi manajer/pimpro untuk memindahkan tenaga kerja, alat, dan biaya ke pekerjaan-pekerjaan di lintasan kritis agar efektif dan efisien.

Menurut Ervianto (2004) kelebihan *Precedence Diagram Method* (PDM) dibandingkan dengan CPM adalah PDM tidak memerlukan kegiatan fiktif/*dummy* sehingga pembuatan jaringan menjadi lebih sederhana. Hal ini dikarenakan hubungan overlapping yang berbeda dapat dibuat tanpa menambah jumlah kegiatan.

### 3. Percepatan (*crashing*)

#### a. Durasi Normal

Durasi berkaitan erat dengan alokasi sumber daya manusia, peralatan, biaya, dan lain-lain. Dalam praktek di lapangan, durasi ditetapkan berdasarkan pengalaman dan perkiraan subjektif dari perencana atau kontraktor. Salah satu hal penting dari jadwal penyelesaian proyek adalah banyaknya waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek yang bersangkutan. Oleh karena itu durasi dinyatakan dalam satu interval waktu dengan batas bawah merupakan nilai durasi tercepat yang sudah tidak mungkin lagi dilakukan dalam penyelesaian suatu aktivitas dan batas atas adalah nilai durasi yang paling lama yang tidak mungkin lagi untuk diambil dalam penyelesaian suatu aktivitas.

Durasi normal dapat ditentukan dari banyaknya tenaga kerja yang ada di lapangan dan produktivitas kerja yang dapat dihasilkan satuan hari. Tenaga kerja yang diperlukan dalam pelaksanaan proyek konstruksi sangat tergantung pada banyak faktor seperti jenis dan volume konstruksi, tingkat keahlian, peralatan yang digunakan dan kondisi di lapangan.

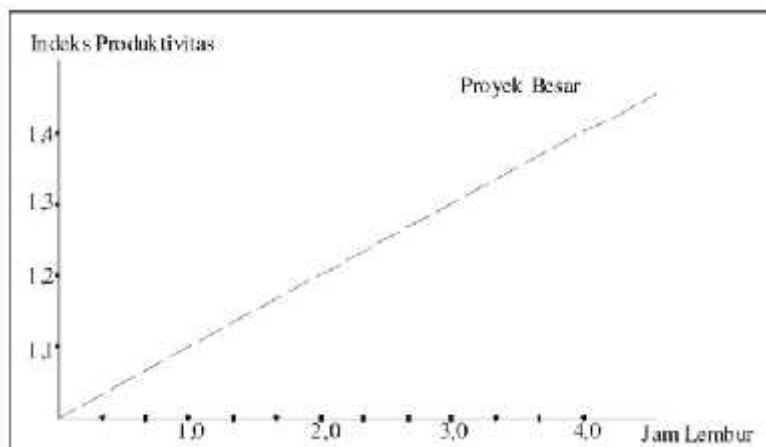
$$\text{Durasi normal} = \frac{\text{volume}}{\text{produktifitas harian}} \quad (6)$$

$$\text{Produktivitas tiap jam} = \frac{\text{produktifitas harian}}{8 \text{ jam}} \quad (7)$$

#### b. Percepat waktu proyek (*crashing project*)

*Crashing* adalah suatu proses yang disengaja, sistematis, dan analitik dengan cara melakukan pengujian dari semua kegiatan dalam suatu proyek yang dipusatkan pada kegiatan yang berada pada jalur kritis (Ervianto, 2004). Salah satu strategi percepatan waktu penyelesaian proyek adalah dengan menambah jam kerja para pekerja. Penambahan jam kerja ini sangat sering dilakukan karena dapat memberdayakan sumber daya yang ada dilapangan dan cukup mengefisiensikan tambahan biaya yang akan dikeluarkan oleh kontraktor. Keputusan Menteri Tenaga Kerja Dan Transmigrasi Republik Indonesia No. KEP. 102/MEN/VI/2004 Tentang Waktu Kerja Lembur Dan Upah Kerja Lembur Pasal 3 menyatakan bahwa Waktu kerja lembur hanya dapat dilakukan paling banyak 3 (tiga) jam dalam 1 (satu) hari dan 14 (empat belas) jam dalam 1 (satu) minggu.

Secara umum, produktifitas merupakan perbandingan antara output dan input produktivitas terindikasi akan mengalami penurunan apabila dilakukan kerja lembur. Penurunan ini disebabkan oleh penurunan kondisi fisik akibat kelelahan dan keterbatasan pandangan pekerja pada malam hari. Penurunan produktivitas yang terjadi dapat dilihat pada gambar 4.



**Gambar 4.** Grafik indikasi menurunnya produktivitas karena kerja lembur  
(Sumber : Soeharto I, 1999)

Dari gambar 4, besaran untuk produktivitas harian akibat kerja lembur dapat dihitung dengan rumus:

$$= ( (a \times b) + 8 ) \times \text{prod. tiap jam} \quad (8)$$

dimana:

a = jumlah jam kerja lembur

b = koefisien penurunan produktivitas kerja lembur

dari formula (6),(7),(8) di atas dengan beban kerja/ volume yang sama dapat disimpulkan:

volume = produktivitas harian x durasi normal  
 volume = (Produktivitas harian akibat kerja lembur + produktivitas harian) x durasi lembur

dan dapat disederhanakan menjadi:

$$\text{Durasi lembur} = \frac{\text{produktivitas tiap jam} \times 8 \text{ jam}}{\text{produktivitas tiap jam} \times (8 \text{ jam} + \sum (a \times b))} \times \text{durasi normal} \quad (9)$$

atau

$$\text{Durasi lembur} = \frac{8 \text{ jam}}{(8 \text{ jam} + \sum (a \times b))} \times \text{durasi normal} \quad (10)$$

### C. DATA DAN ANALISIS DATA

Data-data yang diperlukan berupa kurva S dan kondisi yang ada di lapangan padaprojek yang akan dilakukan sebagai tempat penelitian yaitu:

1. Dalam 1 hari, aktivitas normal 8 jam dan 1 jam istirahat ( 08.00 – 17.00 WIB), sedangkan kerja lembur dilakukan setelah waktu kerja normal ( 18.00 – 21.00), yaitu 3 jam/hari.
2. Jumlah regu yang digunakan adalah tetap, yaitu sama dengan jumlah regu pada saat kerja normal.
3. Produktivitas untuk kerja lembur diperhitungkan akan terjadi penurunan sebesar 10% setiap jamnya dari produktivitas normal/ 1jam sebelumnya.

Dari data-data yang diperoleh dapat disusun langkah-langkah yang akan ditempuh pada penelitian ini, yaitu:

1. Membuat tabel logika ketergantungan untuk setiap item pekerjaan sesuai dengan data yang ada.
2. Membuat diagram jaringan kerja dengan menggunakan Precedence Diagram Method (PDM)
3. Identifikasi Float dan Jalur Kritis.
4. Melakukan perhitungan percepatan waktu proyek pada pekerjaan yang terdapat pada jalur kritis dengan melakukan penambahan 1 jam, 2jam, hingga 3 jam, jam lembur maksimum yang diizinkan menurut peraturan ketenagakerjaan, dari jam kerja normal.

#### D. HASIL DAN PEMBAHASAN

Jenis dan durasi penyelesaian per item pekerjaan serta logika ketergantungan tiap pekerjaan terhadap pekerjaan lainnya pada proyek Rumah Susun Sederhana Sewa Pekanbaru tersusun pada tabel 1.

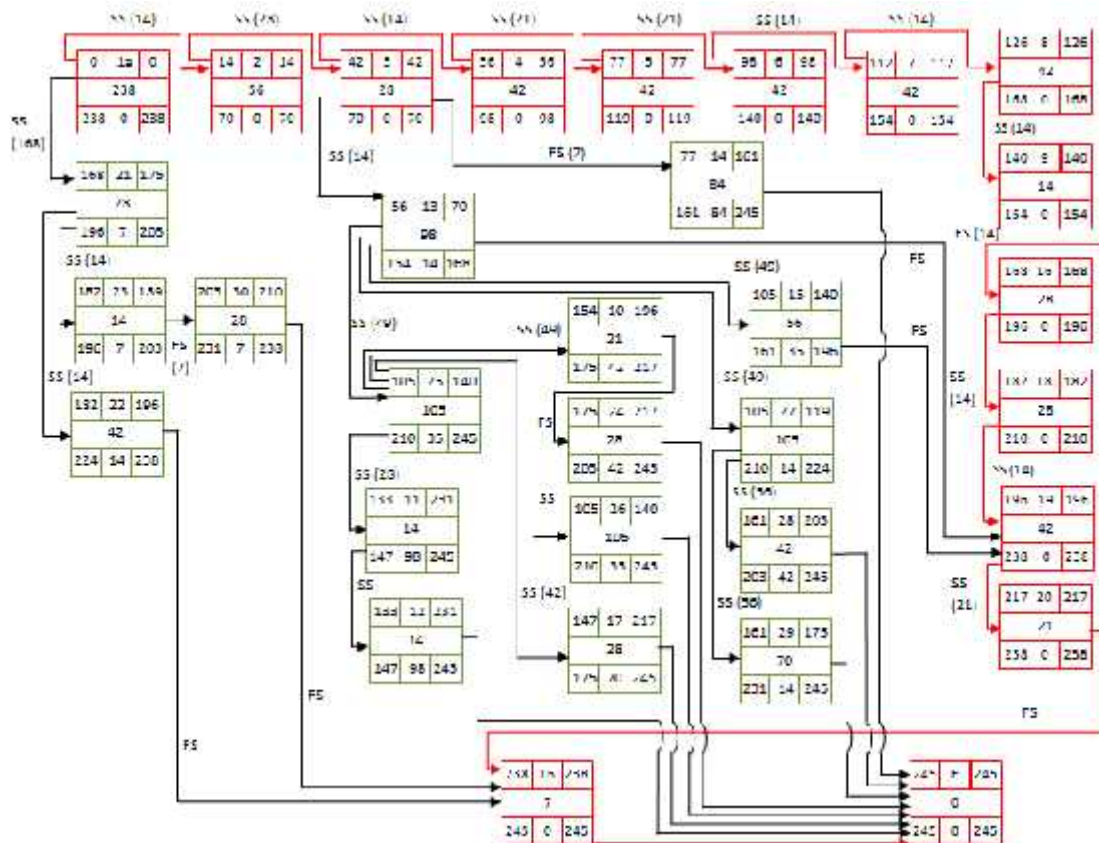
Dari data tersebut dan perhitungan dengan menggunakan formula (1), (2), (3), (4), (5), keseluruhan aktivitas proyek dapat digambarkan dalam bentuk diagram PDM pada gambar 5.

**Tabel 1.** Logika ketergantungan aktivitas proyek

ID	Jenis Pekerjaan	Durasi (Hari)	Aktivitas Pengikut
(1)	(2)	(3)	(4)
1	Pekerjaan Persiapan		
	a. Mobilisasi dan pembersihan lapangan	238	2,21
	b. Koreksi pekerjaan dan demobilisasi	7	-
2	Pondasi, <i>Pile Cap &amp; Tie Beam</i>	56	3
3	Struktur Lantai Dasar	28	4,13,14
4	Struktur Lantai 2 Elev. +3.15	42	5
5	Struktur Lantai 3 Elev. +5.95	42	6
6	Struktur Lantai 4 Elev. +8.75	42	7
7	Struktur Lantai 5 Elev. +11.55	42	8
8	Struktur Atap Elv.+14.55 ; +14.27	42	9
9	Atap Baja Ringan	14	16
10	<i>Ground Tank</i> + Rumah Pompa	21	24
11	Pekerjaan <i>Septic TankBiotech</i> 2 (Dua) Buah	14	12
12	Pekerjaan Sumur Resapan 2 (Dua) Buah	14	-
13	Pekerjaan Pasangan Dan Plesteran	98	15,19,25,27
14	Pekerjaan Lantai	84	-
15	Pekerjaan Kusen Pintu / Jendela + Assesories	56	19
16	Pekerjaan Penutup Atap	28	18
17	Pekerjaan Sanitair	28	-
18	Pekerjaan Plafond	28	19
19	Pekerjaan Pengecatan	42	20
20	Pekerjaan Cerobong Sampah	21	1b



(1)	(2)	(3)	(4)
21	Pek. Perkerasan Di Dalam & Keliling Bagian Luar Bangunan	28	22,23
22	Pekerjaan Drainase Di Dalam & Keliling Bagian Luar Bangunan	42	1b
23	Pekerjaan <i>Entrance</i>	14	30
24	Pekerjaan <i>Ground Tank</i> Dan R. Pompa Di Luar Bangunan	28	-
25	Pekerjaan Instalasi <i>Plumbing</i>	105	10,11,17,26
26	Pekerjaan Pemadam Kebakaran	105	-
27	Pekerjaan Instalasi Elektrikal	105	28,29
28	Pekerjaan Instalasi Elektronik	56	-
29	Pekerjaan Luar Bangunan	70	-
30	Pekerjaan Perkerasan Di Jalan Masuk Ke <i>Entrance</i>	28	1b



**Gambar 5.** Diagram jaringan kerja dengan metode PDM

Dalam percepatan proyek untuk alternatif penambahan jam kerja ini hanya berlaku pada kegiatan-kegiatan yang berada pada lintasan kritis karena kegiatan pada lintasan kritis adalah kegiatan yang tidak boleh tertunda.

Contoh perhitungan durasi lembur dengan menggunakan persamaan (10) untuk aktivitas 1a :

1. Untuk 1 jam lembur per hari

$$\text{Durasi lembur} = \frac{8 \text{ jam}}{(8 \text{ jam} + 1 \times 0,9)} \times 238 = 213,93 \cong 214 \text{ hari}$$

2. Untuk 2 jam lembur per hari

$$\text{Durasi lembur} = \frac{8 \text{ jam}}{(8 \text{ jam} + 1 \times 0,9 + 1 \times 0,8)} \times 238 = 196,29 \cong 197 \text{ hari}$$

3. Untuk 3 jam lembur per hari

$$\text{Durasi lembur} = \frac{8 \text{ jam}}{(8 \text{ jam} + 1 \times 0,9 + 1 \times 0,8 + 1 \times 0,7)} \times 238 = 183,08 \cong 184 \text{ hari}$$

Untuk perhitungan durasi lembur kegiatan kritis lainnya dapat disajikan dalam tabel 2.

**Tabel 2.** Durasi normal dan durasi akibat lembur aktivitas proyek

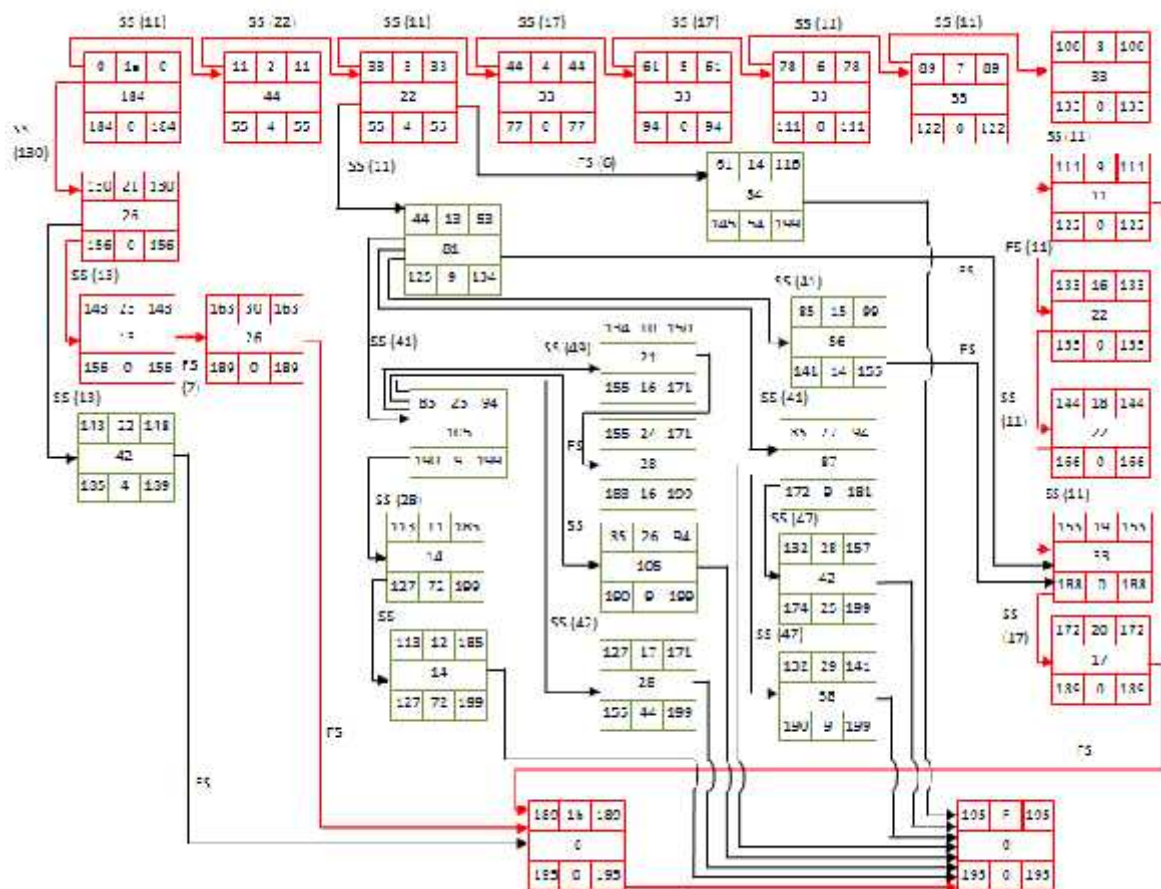
ID	Jenis Pekerjaan	Durasi Normal		Durasi Lembur		
		Hari	Jam	1 Jam	2 Jam	3 Jam
1	Pekerjaan Persiapan					
	a. Mobilisasi dan pembersihan lapangan	238	1904	214	197	184
	b. Demobilisasi dan Pemeliharaan	7	56	7	6	6
2	Pondasi, <i>Pile Cap &amp; Tie Beam</i>	56	448	51	47	44
3	Struktur Lantai Dasar	28	224	26	24	22
4	Struktur Lantai 2 Elev. +3.15	42	336	38	35	33
5	Struktur Lantai 3 Elev. +5.95	42	336	38	35	33
6	Struktur Lantai 4 Elev. +8.75	42	336	38	35	33
7	Struktur Lantai 5 Elev. +11.55	42	336	38	35	33
8	Struktur Atap Elv.+14.55 ; +14.27	42	336	38	35	33
9	Atap Baja Ringan	14	112	13	12	11
16	Pekerjaan Penutup Atap	28	224	26	24	22
18	Pekerjaan Plafond	28	224	26	24	22
19	Pekerjaan Pengecatan	42	336	38	35	33
20	Pekerjaan Cerobong Sampah	21	168	19	18	17

Perhitungan durasi dengan adanya penambahan jam kerja tidak hanya dilakukan pada jalur kritis awal saja, tetapi juga meliputi durasi tumpang tindih (*overlapping*) aktivitas kritis untuk memulai atau menyelesaikan aktivitas pengikutnya serta aktivitas jalur kritis baru yang merupakan dampak dari penambahan jam kerja jalur kritis awal. Hasil analisa dan perhitungan menunjukkan bahwa:

1. Total durasi normal penyelesaian proyek 245 hari dengan lintasan kritis berada pada aktivitas 1a, 1b,2,3,4,5,6,7,8,9,16,18,19,20
2. Lembur 1 jam pada jalur kritis 1a,1b,2,3,4,5,6,7,8,9,16,18,19,20 mengakibatkan peralihan lintasan kritis pada jalur 1a,2,3,13,27,29 dengan durasi akhir 227 hari

3. Lembur 1 jam berikutnya (2 jam lembur) pada jalur kritis 1a,1b,2,3,4,5,6,7,8,9,16,18,19,20 berikut aktivitas 13,27,29, agar peralihan lintasan kritis tidak terjadi kembali, mengakibatkan total durasi penyelesaian proyek menjadi 210 hari
4. Lembur 1 jam berikutnya (3 jam lembur) pada jalur kritis 1a,1b,2,3,4,5,6,7,8,9,16,18,19,20 berikut aktivitas 13,27,29(2 jam lembur), agar peralihan lintasan kritis tidak terjadi kembali pada aktivitas tersebut, mengakibatkan peralihan lintasan kritis pada jalur 1a,21,23,30 dengan total durasi penyelesaian proyek menjadi 199 hari
5. Lembur maksimum sudah dicapai oleh aktivitas 1a,1b,2,3,4,5,6,7,8,9,16,18,19,20, sehingga lembur yang efektif hanya dapat dilakukan pada aktivitas 21,23,30 selama 1 jam di tiap aktivitas sehingga berhasil mempersingkat total durasi menjadi 195 hari kerja.
6. Penambahan 3 jam kerja pada aktivitas 1a,1b,2,3,4,5,6,7,8,9,16,18,19,20, 2 jam kerja pada aktivitas 13,27,29 dan 1 jam kerja pada aktivitas 21,23,30 mengakibatkan terdapat 2 jalur kritis. Yaitu jalur aktivitas 1a,1b,2,3,4,5,6,7,8,9,16,18,19,20, dan jalur aktivitas 1a,1b,21,23,30.

Hasil perhitungan akhir, yaitu penambahan jam kerja maksimum (3 jam), dapat ditunjukkan pada diagram PDM (gambar 6).



**Gambar 6.** Diagram jaringan kerja dengan metode PDM setelah lembur diadakan

## **E. KESIMPULAN**

1. Total durasi normal penyelesaian proyek 245 hari dengan lintasan kritis berada pada aktivitas 1a, 1b, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 16, 18, 19, 20
2. Penambahan 3 jam kerja pada aktivitas 1a, 1b, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 16, 18, 19, 20, 2 jam kerja pada aktivitas 13, 27, 29 dan 1 jam kerja pada aktivitas 21, 23, 30 mengakibatkan terdapat 2 jalur kritis. Yaitu jalur aktivitas 1a, 1b, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 16, 18, 19, 20, dan jalur aktivitas 1a, 1b, 21, 23, 30.

## **Daftar Pustaka**

- Arianto A., 2010, *Eksplorasi Metode Bar Chart, Cpm, Pdm, Pert, Line Of Balance Dan Time Chainage Diagram Dalam Penjadwalan Proyek Konstruksi*, Thesis, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Badri S., 1997, *Dasar-dasar Network Planing*, PT Rineka Cipta, Jakarta.
- Ervianto W.I., 2004, *Manajemen Proyek Konstruksi*, Edisi Revisi, Andi, Yogyakarta.
- Heizer J. & Render B., 2005, *Operations Management : Manajemen Operasi*. Salemba Empat, Jakarta.
- Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia, 2004, *Keputusan menteri tenaga kerja dan transmigrasi republik indonesia tentang waktu kerja lembur dan upah kerja lembur. Nomor Kep. 102/Men/VI/2004*, Jakarta.
- Soeharto I., 1999, *Manajemen Proyek : Dari Konseptual Sampai Operasional*, Erlangga, Jakarta.