

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Pada sub bab ini berisi data-data yang telah dikumpulkan dalam penelitian. Data-data tersebut diperoleh dari hasil pengamatan maupun wawancara dengan pihak-pihak yang terkait di perusahaan dalam menjalankan proyek-proyek yang sejenis sebagai bahan acuan untuk perencanaan penjadwalan proyek pembangunan kantor gedung PT Jasatama. Data tersebut meliputi data primer yang diperoleh langsung melalui observasi serta data sekunder yang diberikan oleh pihak perusahaan.

4.1.1 Data Kegiatan Proyek.

Data kegiatan proyek dalam hal ini adalah penjelasan dan identifikasi kegiatan pembangunan gedung kantor PT. Gresik Jasatama.. Berikut adalah kegiatan-kegiatan proyek pembangunan gedung kantor PT. Gresik Jasatama :

a. Pekerjaan Persiapan.

Pekerjaan ini merupakan awal dari kegiatan proyek, lingkup pekerjaan persiapan meliputi :

1. Peninjauan lokasi kegiatan dan penelitian bersama.
2. Air dan daya listrik.
3. Saluran pembuangan.
4. Kantor kontraktir, los dan halaman kerja, gudang dan fasilitas lain.
5. Direksi keat dan keamanan.
6. Dinding dan fasilitas pengaman sementara.
7. Papan nama proyek.
8. Pekerjaan pembongkaran.

9. Pembersihan lokasi.
10. Pengukuran reil dan elevasi.
11. Pekerjaan pemasangan papan bangunan (Bouplank).

b. Pekerjaan Tanah.

Pekerjaan tanah adalah pekerjaan dasar dari struktur bangunan yang akan dikerjakan, lingkup pekerjaan tanah meliputi :

1. Pekerjaan urukan dan pembentukan permukaan tanah (Grading).

Sebelum pembangunan, permukaan tanah dibentuk (*levelling*) menurut rencana pengerukan dan pengurukan (*cut and fill*), sehingga diperoleh ketinggian permukaan seperti yang ditentukan dalam gambar pelaksanaan. Pekerjaan tanah (*grading*) dan pengerukan/ pengurukan (*cut and fill*) harus dilakukan dengan peralatan-peralatan yang memadai dan dilaksanakan menurut ketentuan-ketentuan teknis yang berlaku.

2. Pekerjaan galian tanah.

Pekerjaan ini meliputi galian tanah untuk pondasi, sloof, saluran-saluran air dan lain-lain seperti ditunjukkan dalam gambar kerja. Penggalian harus dikerjakan sesuai dengan ukuran yang tercantum dalam gambar baik kedalaman, kemiringan maupun panjang dan lebarnya. Parit-parit pondasi dan lubang galian lainnya harus diusahakan selalu dalam keadaan kering (bebas air), untuk itu harus disediakan pompa-pompa air yang siap pakai dengan daya dan jumlah yang bisa menjamin kelancaran pekerjaan.

3. Urug kembali bekas galian.

Pekerjaan ini meliputi pengurukan kembali bekas galian untuk pasangan pondasi dan peninggian/ pembentukan tanah. Urugan harus dilakukan selapis demi selapis dengan ketebalan tidak lebih dari 20cm untuk setiap lapisan dan ditimbris sampai padat. Tanah urugan yang terlalu

kering harus dibasahi dengan air, sedang tanah yang terlalu basah harus dihampar agar cepat kering.

4. Urugkan pasir

Urugan pasir dilaksanakan untuk dinding penahan tanah, saluran-saluran, kanstin, bak-bak kontrol dan di bawah pasangan. Urugan tersebut harus dipadatkan dengan stamper dan disiram dengan air. Ukuran dari ketinggian urugan pasir yang tercantum dalam gambar adalah ukuran jadi (sesudah dalam keadaan padat).

c. Pekerjaan pasangan.

Dalam proyek ini pekerjaan pasangan mencakup segala kegiatan pasang, antara lain:

1. Pekerjaan pasangan pondasi batu kali.

Pekerjaan pondasi batu kali adalah semua pekerjaan pondasi batu kali yang ditentukan sesuai dengan spesifikasi dan gambar rencana meliputi: elevasi, kelandaian dan ukuran, termasuk dalam pekerjaan ini adalah pengadaan tenaga kerja, pengadaaa peralatan yang diper-gunakan untuk menyelesaikan pekerjaan ini. Yang termasuk pekerjaan pondasi ialah :

- a. Pembuatan pondasi batu kosong (aanstampeng)
- b. Pembuatan pondasi batu kali 1:5 atau sesuai Gambar Kerja
- c. Pemasangan semua stek dan angker yang diperlukan sesuai Gambar Kerja.

2. Pekerjaan pasangan bata ringan.

Pekerjaan ini mencakup seluruh pekerjaan dinding masif yang terbuat dari blok beton/ bata ringan AAC (Autclaved Aerated Concrete) yang ringan dan kuat melalui proses aerasi homogen yang terkendali yang juga dikenal sebata bata ringan sebagai pengganti batubata, yang memberikan keakuratan, kekuatan, ekonomis, kemudahan dan kecepatan

pemasangan pada area sesuai gambar kerja, Lingkup pekerjaan meliputi :
penyediaan bahan, tenaga dan peralatan untuk pekerjaan ini.

3. Pekerjaan pasangan glass block.

Pekerjaan ini mencakup kegiatan pengadaan dan pemasangan gelas block seperti ditunjukkan oleh gambar, meliputi penyediaan bahan, tenaga kerja dan peralatannya.

d. Pekerjaan plesteran dan acian.

Pekerjaan mencakup plesteran untuk penyelesaian atau penutup permukaan dinding/ tembok bata ringan dan bidang-bidang beton, meliputi penyediaan bahan, tenaga kerja dan peralatannya.

e. Pekerjaan beton.

Pekerjaan beton adalah semua pekerjaan konstruksi beton yang ditentukan sesuai spesifikasi dan gambar rencana, meliputi : pengadaan tenaga kerja, pengadaaa peralatan yang diper-gunakan untuk menyelesaikan pekerjaan ini. Pada setiap tahapan pekerjaan beton, yakni perencanaan, pelaksanaan dan pemeliharannya berlaku ketentuan-ketentuan yang tercantum dalam Peraturan Beton Bertulang Indonesia, yaitu SK-SNI 03-2847 Th.2003 dan SK-SNI 7394 Th.2008. Hal-Hal yang belum diatur dalam ketentuan-ketentuan yang tercantum dalam SK-SNI, maka dipakai standar ACI, ASTM dan AASTHO. Jenis mutu beton yang digunakan pada masing-masing bagian pekerjaan yang tercantum dalam gambar rencana harus sesuai dengan spesifikasi teknis ini atau sesuai dengan petunjuk Direksi. Jika tidak ditentukan, maka mutu beton yang dipakai adalah sebagai berikut :

K 300 : Digunakan untuk plat konvensional, balok dan kolom

K 175 : digunakan untuk konstruksi-konstruksi sekunder lainnya yang tidak mendukung beban berat, mencakup seluruh pekerjaan beton non struktural seperti : kolom praktis, rabat beton dan beton non struktural lain yang disebutkan.

f. Pekerjaan rangka atap.

Pekerjaan rangka atap mencakup semua pekerjaan konstruksi atap seperti ditunjukkan dalam gambar. Pekerjaan meliputi penyediaan bahan, tenaga dan peralatan yang diperlukan.

g. Pekerjaan penutup atap.

Pekerjaan penutup atap mencakup semua pekerjaan penutup atap seperti ditunjukkan dalam gambar. Pekerjaan meliputi penyediaan bahan, tenaga dan peralatan yang diperlukan.

h. Pekerjaan lantai.

Bagian ini mencakup semua pekerjaan penutup lantai bangunan, seperti yang tercantum dalam gambar, meliputi penyediaan bahan, tenaga dan peralatan untuk pekerjaan ini. Pemasangan keramik lantai sebaiknya pada tahap akhir, untuk menghindari kerusakan akibat pekerjaan yang belum selesai. Permukaan lantai yang akan dipasang keramik harus bersih, cukup kering dan rata air.

i. Pekerjaan plafon.

Pekerjaan plafond mencakup semua pekerjaan rangka plafond dan penutup plafond seperti ditunjukkan dalam gambar. Pekerjaan meliputi penyediaan bahan, tenaga dan peralatan yang diperlukan.

j. Pekerjaan pengecatan.

Pekerjaan ini mencakup semua pekerjaan yang berhubungan dan seharusnya dilaksanakan dalam pengecatan yang dicat adalah semua permukaan baja/ besi, plesteran tembok, plafond, beton, dan permukaan-permukaan lain yang disebut dalam gambar. Pekerjaan ini meliputi penyediaan bahan, tenaga dan semua peralatan yang diperlukan untuk pekerjaan ini. Untuk semua bahan pelaksanaannya harus mentaati PUBB 1973 NI-3.

k. Pekerjaan kusen pintu dan jendela.

Bagian ini mencakup semua pekerjaan alumunium terdiri dari pintu, jendela dan bovenlight dan sun screen, pembuatan daun pintu alumunium

dan flush door (pintu rangka kayu dengan pelapis multipleks dan HPL) untuk single atau double ruangan maupun toilet,serta pintu-pintu yang terbuat dari besi (*iron mongery/steel door*), meliputi : pintu besi (stell door) dan pintu besi shaft.

l. Pekerjaan partisi.

Pekerjaan partisi gypsum mencakup semua pekerjaan rangka partisi dan penutup dinding gypsum seperti ditunjukkan dalam gambar. Pekerjaan meliputi penyediaan bahan, tenaga dan peralatan yang diperlukan.

m. Pekerjaan Sanitair.

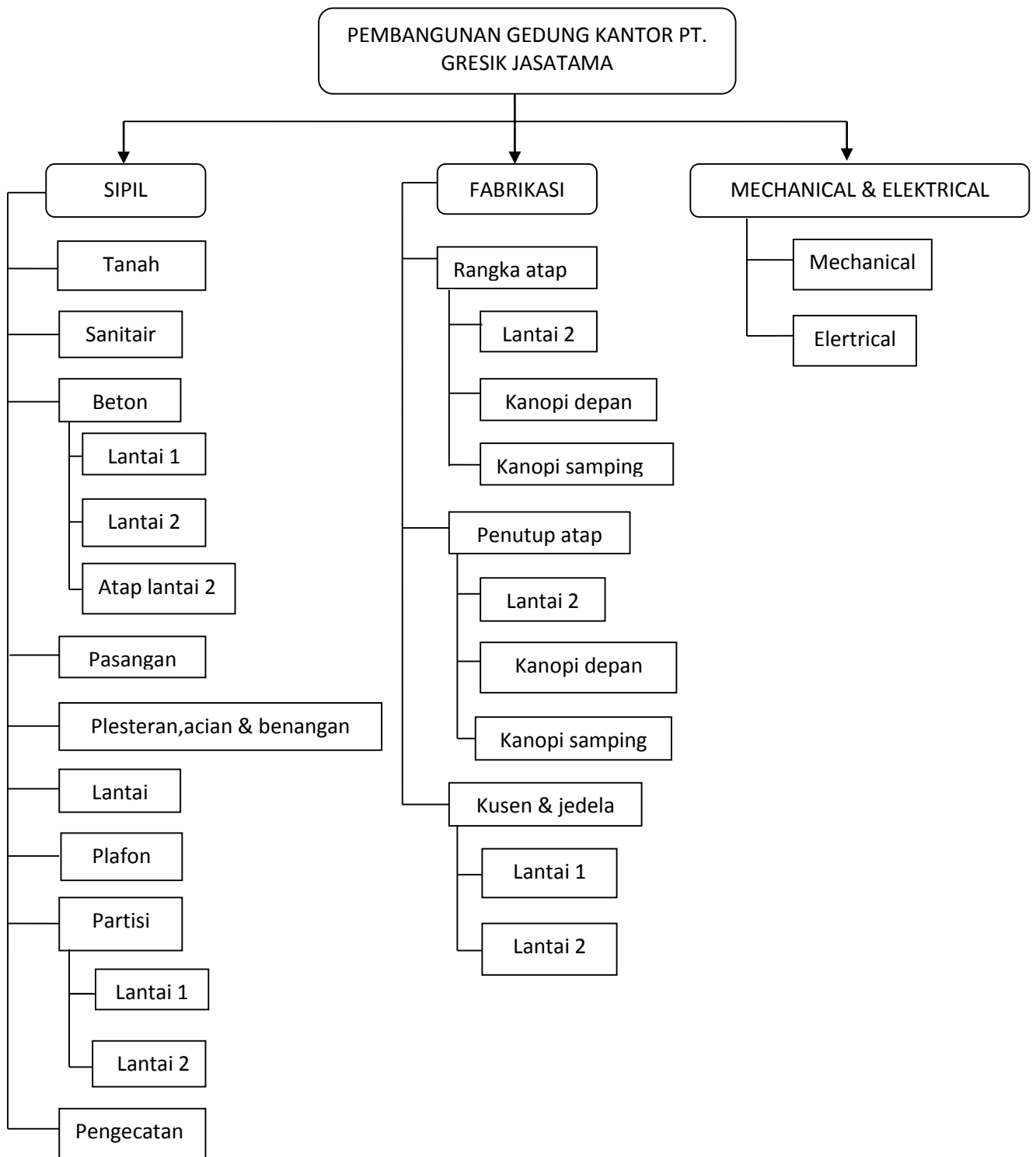
Bagian ini mencakup semua pekerjaan sanitair dan yang berhubungan seperti ditunjukkan dalam gambar, meliputi penyediaan bahan, tenaga dan alat yang diperlukan.

n. Pekerjaan Mechanical dan Electrical.

Pekerjaan Mechanical dan Elektrical yang dimaksud disini adalah pekerjaan Pengadaan, Pemasangan (Instalasi) dan Pengujian System secara keseluruhan sesuai dengan gambar dan Rencana Kerja dan Syarat–syarat sehingga dapat bekerja dan berfungsi dengan baik.

4.1.2 Work Breakdown Structure (WBS)

Work Breakdown Structure (WBS) adalah Pengelompokan/identifikasi aktivitas-aktivitas proyek yang harus dikerjakan dan ditentukan berdasarkan gambar volume pekerjaan, dan ruang lingkup pekerjaan. WBS menunjukkan aktivitas-aktivitas proyek secara keseluruhan, yang digunakan sebagai dasar penentuan volume, durasi aktivitas, biaya proyek dan juga digunakan sebagai pedoman penjadwalan. Dalam proses ini dihasilkan ruang lingkup proyek dari level tertinggi hingga level terkecil. Bagan WBS proyek pembangunan gedung kantor PT. Gresik Jasatama secara umum dapat dilihat pada gambar 4.1



Gambar 4.1 Work Breakdown Structure (WBS) Proyek pembangunan kantor PT. Gresik Jasatama.

Sumber : CV. Mukti Jaya Abadi

4.1.3. Data Volume Pekerjaan (*Bill of Quantity*)

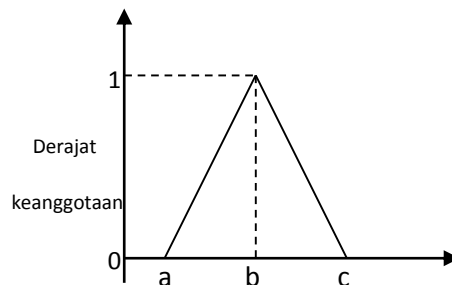
Volume pekerjaan (*Bill of Quantity*) merupakan uraian pekerjaan yang terdapat dalam dokumen-dokumen penawaran dan kontrak, berisi mengenai urutan-uraian jenis pekerjaan, volume dan harga satuan yang dipakai untuk menghitung biaya pekerjaan. Dari volume ini dan di sesuaikan dengan gambar kerja, akan diperoleh durasi pekerjaan. Berikut Volume pekerjaan (*Bill of Quantity*) : (lampiran 2)

4.1.4 Data hubungan antar pekerjaan.

Hubungan keterkaitan pekerjaan diperoleh dari logika ketergantungan yang disebabkan oleh sifat kegiatan itu sendiri, dengan memperhatikan kegiatan apa yang dimulai terlebih dahulu (predecessor), kegiatan apa yang mengikuti (successor) dan adakah kegiatan yang bisa dilakukan secara bersamaan / sejajar untuk menghemat waktu. Disamping itu juga hubungan antar pekerjaan memiliki ketergantungan yang disebabkan oleh sifat kegiatan itu sendiri dikarenakan pekerjaan tersebut tidak dapat dimulai tanpa adanya *input* berupa hasil pengerjaan pekerjaan sebelumnya.

Secara garis besar pada proyek ini terdapat saling ketergantungan antara kelompok pekerjaan yang satu dengan yang lainnya, beberapa diantaranya merupakan pekerjaan tipikal dan saling tumpang tindih (*overlapping*). Dalam pelaksanaannya suatu kegiatan dapat dikerjakan tanpa harus menunggu kegiatan sebelumnya diselesaikan.

Durasi kegiatan dinyatakan dalam TFN (Triangular Fuzzy Number) seperti terlihat pada gambar 4.2. Nilai a dikenal sebagai durasi terpendek yang mungkin (*most optimistic time*), b adalah durasi paling lama (*most pessimistic time*) dan d adalah durasi yang paling mungkin (*most likely time*).



Gambar 4.2 Kurva Segitiga

Berikut adalah nilai waktu kendor untuk data kegiatan dan keterkaitan antar kegiatan proyek pembangunan kantor gedung PT. Gresik Jasatama :

Tabel 4.1 Nilai waktu kendor dan hubungan antar pekerjaan proyek pembangunan gedung kantor PT. Gresik Jasatama.

Kegiatan	Aktivitas	Waktu fuzzy			Kegiatan pendahulu
		a	b	c	
A.	PEKERJAAN PENDAHULUAN	6	8	10	
B.	PEKERJAAN TANAH	12	18	23	A
C.	PEKERJAAN PASANGAN	18	25	32	B
D.	PEKERJAAN PLESTERAN, ACIAN DAN BENANGAN	45	64	83	C,M
E.	PEKERJAAN BETON				
	E.1. BETON LANTAI 1	8	11	15	B
	E.2. BETON LANTAI 2	5	8	11	E1
	E.3. BETON ATAP LANTAI 2	13	19	25	E2
F.	PEKERJAAN RANGKA ATAP				
	F.1. RANGKA PENUTUP ATAP LT.2	23	33	43	E3
	F.2. RANGKA ATAP KANOPI DEPAN	1	2	3	E2
	F.3. RANGKA ATAP KANOPI SAMPING	1	2	3	E2
G.	PEKERJAAN PENUTUP ATAP DAN LISPLANK				
	G.1. PENUTUP ATAP LANTAI 2	6	8	10	F1
	G.2. PENUTUP ATAP KANOPI DEPAN	1	2	3	F1,F2
	G.3. PENUTUP ATAP KANOPI SAMPING	1	2	3	F1,F2
H.	PEKERJAAN LANTAI	19	28	36	G1
I.	PEKERJAAN PLAFOND	4	6	8	G1
J.	PEKERJAAN PENGECATAN	17	24	31	D,I,K1,K2,L1,L2
K.	PEKERJAAN KUSEN PINTU DAN JENDELA				
	K.1. PINTU DAN JENDELA LANTAI 1	12	17	23	E2
	K.2. PINTU DAN JENDELA LANTAI 2	13	18	23	E3
L.	PEKERJAAN PARTISI				
	L.1. PARTISI LANTAI 1	5	7	8	H
	L.2. PARTISI LANTAI 2	3	5	7	H
M.	PEKERJAAN SANITAIR	15	21	28	B
N.	PEKERJAAN MEKANIKAL DAN LECTRICAL	5	7	9	N

Sumber : CV. Mukti Jaya Abadi.

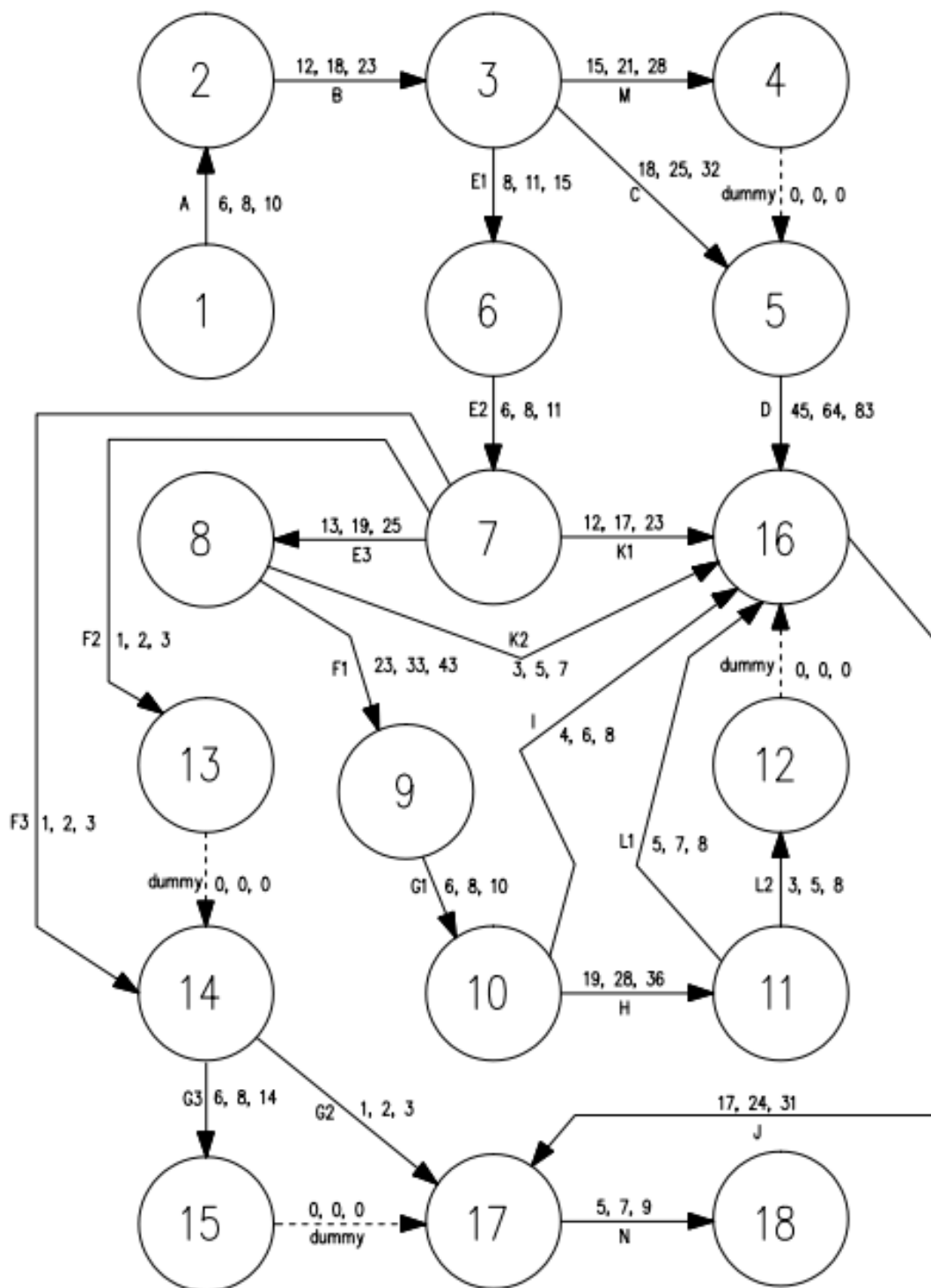
4.2 Pengolahan Data

Pengolahan data yang dilakukan bertujuan untuk mengoptimalkan jadwal pelaksanaan proyek agar proyek dapat selesai secara keseluruhan tepat pada waktunya, dengan hasil yang diharapkan.

4.2.1 jaringan kerja (diagram network)

Untuk membentuk suatu diagram jaringan kerja dengan metode CPM maka dibutuhkan hubungan ketergantungan antar pekerjaan yang satu dengan pekerjaan lainnya dimana hubungan pekerjaan tersebut merupakan kendala (*constraints*) yang dapat mempengaruhi kemampuan sumber daya untuk melaksanakan proyek. Dalam kasus proyek pembangunan gedung kantor PT. Gresik Jasatama, ada beberapa penjadwalan kegiatan pada pekerjaan tipikal ditempatkan tumpang tindih, beberapa diantaranya adalah pada pekerjaan beton yang belum selesai 100% sudah harus dimulai dengan pekerjaan pasangan, hal ini akan mempengaruhi dalam penyusunan jaringan kerja.

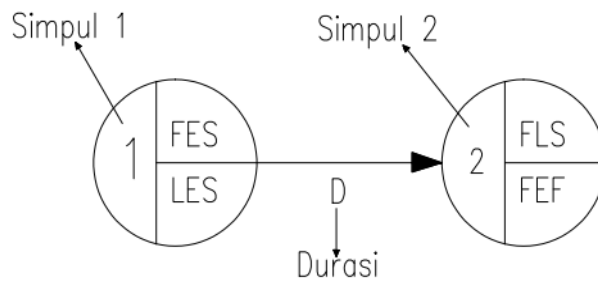
Dari data diatas kemudian digambarkan dalam jaringan aktivitas seperti gambar 4.1 dibawah ini :



Gambar 4.3 Jaringan kerja proyek pembangunan gedung kantor PT. Gresik Jasatama.

4.2.2 Penggunaan waktu fuzzy tiap aktivitas.

Untuk mencari jalur kritis, sebelumnya harus dicari parameter-parameter waktu dari tiap kegiatan. Parameter waktu tersebut adalah :



Gambar 4.4 Parameter waktu kegiatan.

1. FES (*Fuzzy Early Start*)

Waktu mulai paling awal suatu kegiatan dapat dilaksanakan

2. FEF (*Fuzzy Early Finish*)

Waktu selesai paling awal dari suatu kegiatan

3. FLS (*Fuzzy Late Start*)

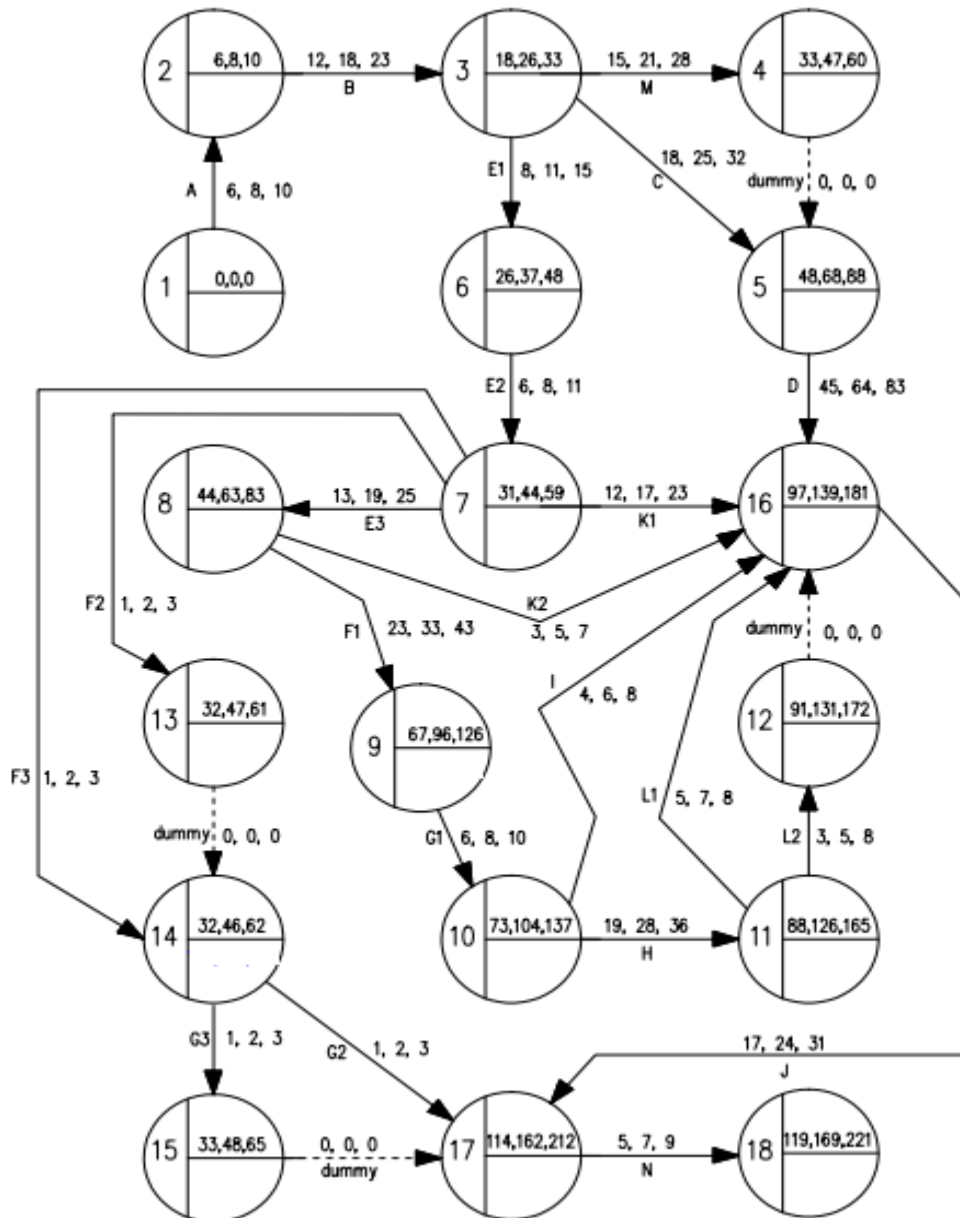
Waktu paling akhir suatu kegiatan boleh dimulai, yaitu waktu paling akhir kegiatan boleh dimulai tanpa memperlambat proyek secara keseluruhan

4. FLF (*Fuzzy Late Finish*)

Waktu paling akhir kegiatan boleh selesai tanpa memperlambat penyelesaian proyek.

4.2.2.1 Fuzzy Forward Pass (Perhitungan maju).

Perhitungan maju adalah perhitungan yang dimulai dari node start (awal) dan bergerak ke end (akhir) untuk menghitung *Fuzzy Early Start* (FES) dan *Fuzzy Early Finish* (FEF).



Gambar 4.5 Jaringan kerja proyek pembangunan gedung kantor PT. Gresik Jasatama perhitungan maju.

Dari jaringan kerja diatas dapat dilakukan perhitungan maju sebagai mana berikut:

$$FES_x = \max (FEF_p)$$

$$FEF_x = FES_x (+) FD_x$$

Bila $FES_a = 0$ (waktu mulai proyek), FES_b dapat dihitung yaitu

$$\begin{aligned} FES_b &= FES_a + FD_a \\ &= (0,0,0) + (6,8,10) \\ &= (0+6, 0+8, 0+10) \\ &= (6,8,10) \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama FES_c , FES_{e1} , FES_{e2} , FES_{e3} , FES_{f1} , FES_{f2} , FES_{g1} , FES_h , FES_i , FES_{k1} , FES_{k2} , FES_{l1} , FES_{l2} , dan FES_m dapat dihitung. Karena kegiatan pendahulu D lebih dari satu kegiatan maka FES_d dapat dicari dengan cara membandingkan kegiatan pendahulu tersebut, mana kegiatan yang memiliki nilai paling maksimum.

$$\begin{aligned} C &= (18, 26, 33) + (18, 25, 32) \\ &= (36, 51, 65) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M &= (18, 26, 33) + (15, 21, 28) \\ &= (33, 47, 61) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Max} (A, B) &= V [(36, 33) V (51,47) V (65,61)] \\ &= (36, 51, 65) \end{aligned}$$

$$\text{Jadi } FES_d = (36, 51, 65)$$

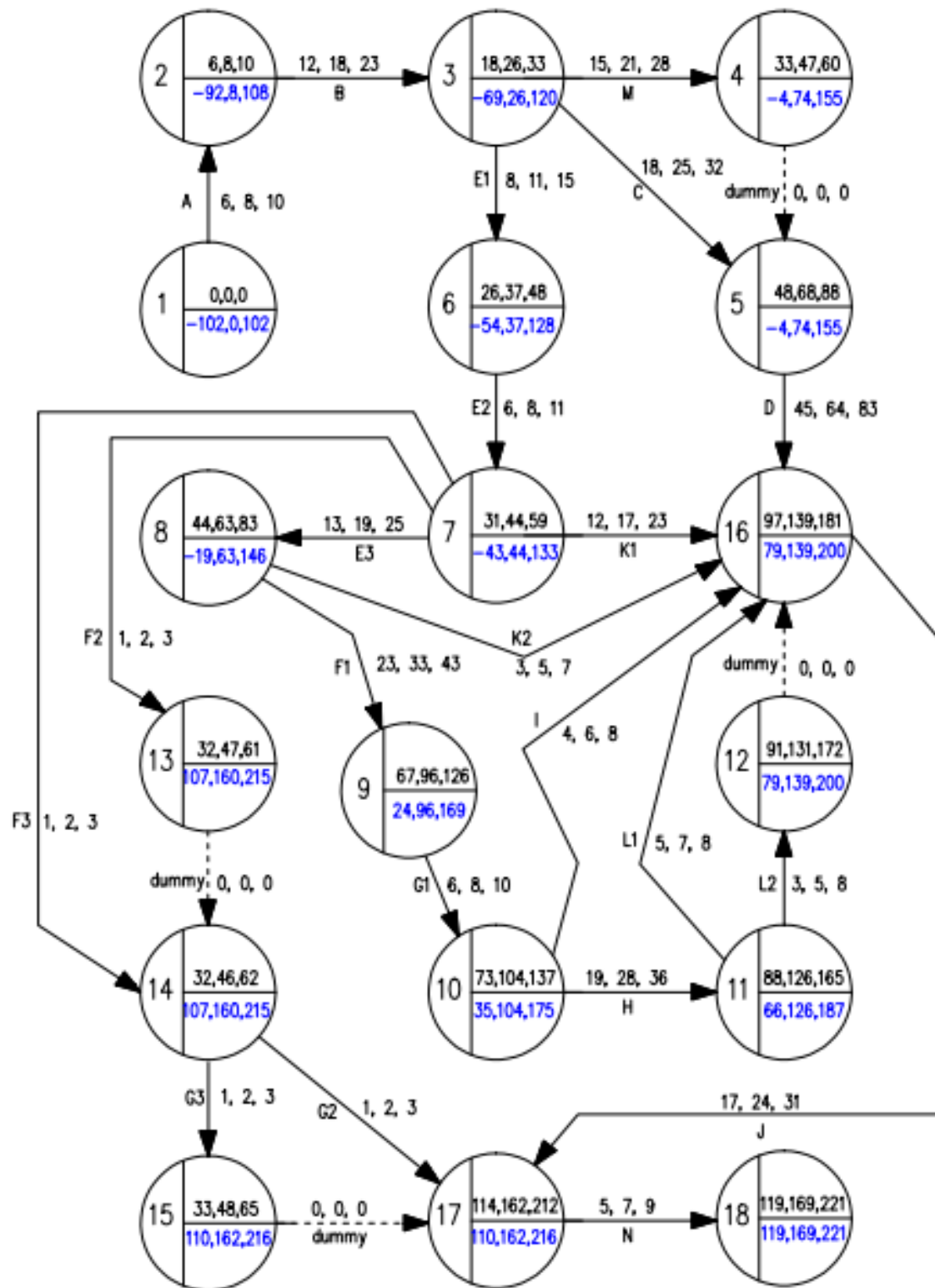
Dengan cara yang sama FES_d , FES_j , FES_{g2} , FES_{g3} dan FES_n dapat dihitung, Berikut adalah hasil perhitungan maju :

Tabel 4.2 Hasil perhitungan Fuzzy Forward Pass (Perhitungan maju) proyek pembangunan gedung kantor PT. Gresik Jasatama.

Kegiatan	Aktivitas	Durasi				Kegiatan pendahulu	FES			FEF		
		a	b	c	C		a	b	c	a	b	c
A.	PEKERJAAN PENDAHULUAN	6	8	10	8		0	0	0	6	8	10
B.	PEKERJAAN TANAH	12	18	23	18	A	6	8	10	18	26	33
C.	PEKERJAAN PASANGAN	18	25	32	25	B	18	26	33	48	68	88
D.	PEKERJAAN PLESTERAN, ACIAN	45	64	83	64	C,M	48	68	88	97	139	181
E.	PEKERJAAN BETON											
E.1.	BETON LANTAI 1	8	11	15	11	B	18	26	33	26	37	48
E.2.	BETON LANTAI 2	5	8	11	8	E1	26	37	48	31	44	59
E.3.	BETON ATAP LANTAI 2	13	19	25	19	E2	31	44	59	44	63	83
F.	PEKERJAAN RANGKA ATAP											
F.1.	RANGKA PENUTUP ATAP LT.2	23	33	43	33	E3	44	63	83	67	96	126
F.2.	RANGKA ATAP KANOPI DEPAN	1	2	3	2	E2	31	44	59	32	46	62
F.3.	RANGKA ATAP KANOPI SAMPING	1	2	3	2	E2	31	44	59	32	46	62
G.	PEKERJAAN PENUTUP ATAP DAN LISPLANK											
G.1.	PENUTUP ATAP LANTAI 2	6	8	10	8	F1	67	96	126	73	104	137
G.2.	PENUTUP ATAP KANOPI DEPAN	1	2	3	2	F1,F2	32	46	62	114	162	212
G.3.	PENUTUP ATAP KANOPI SAMPING	1	2	3	2	F1,F2	32	46	62	114	162	212
H.	PEKERJAAN LANTAI	19	28	36	28	G1	73	104	137	92	132	173
I.	PEKERJAAN PLAFOND	4	6	8	6	G1	73	104	137	97	139	181
J.	PEKERJAAN PENGECATAN	17	24	31	24	D,I,K1,K2,L1,L2	97	139	181	114	162	212
K.	PEKERJAAN KUSEN PINTU DAN JENDELA											
K.1.	PINTU DAN JENDELA LANTAI 1	12	17	23	17	E2	31	44	59	97	139	181
K.2.	PINTU DAN JENDELA LANTAI 2	13	18	23	18	E3	44	63	83	97	139	181
L.	PEKERJAAN PARTISI											
L.1.	PARTISI LANTAI 1	5	7	8	7	H	92	132	173	97	139	181
L.2.	PARTISI LANTAI 2	3	5	7	5	H	92	132	173	97	139	181
M.	PEKERJAAN SANITAIR	15	21	28	21	B	18	26	33	48	68	88
N.	PEKERJAAN MEKANIKAL DAN LECTRICAL	5	7	9	7	N	114	162	212	119	169	221

4.2.2.2 Fuzzy Backward Pass (Perhitungan mundur).

Perhitungan mundur dilakukan untuk mencari menghitung *Fuzzy Late Start* (FLS) dan *Fuzzy late Finish* (FEF). Perhitungan dimulai dari kegiatan paling terakhir sampai dengan kegiatan awal.



Gambar 4.6 Jaringan kerja proyek pembangunan gedung kantor PT. Gresik Jasatama perhitungan mundur.

Dari jaringan kerja diatas dapat dilakukan perhitungan maju sebagai mana berikut:

$$FLF_x = \min (FLS_p).$$

$$FLS_x = FLF_x (-) FD_x.$$

FLS dari kegiatan terakhir proyek adalah sama dengan FES-nya, sehingga FD-nya adalah (0,0,0). FLS_m dapat dihitung yaitu :

$$\begin{aligned} FLS_m &= FLF_m - FD_m. \\ &= (114, 163, 213) - (5, 7, 9) \\ &= (114 - 9, 163 - 7, 213 - 5) \\ &= (105, 156, 208) \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama FLS_j, FLS_d, FLS_{g12}, FLSe₂, FLS_{b1}, dan FLS_{a2}, dapat dihitung. Karena FLS_{l1}, FLS_{l2} diawali oleh kegiatan yang sama, maka FLS_{l1}, FLS_{l2}, dapat dicari dengan cara membandingkan kegiatan yang mengawali L1 dan L2 kegiatan mana yang memiliki nilai paling minimum.

$$\begin{aligned} L1 &= (79, 139, 200) (5, 7, 8) \\ &= (79 - 8, 139 - 7, 200 - 5) \\ &= (71, 132, 195) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L2 &= (79, 139, 200) (3, 5, 7) \\ &= (79 - 7, 139 - 5, 200 - 3) \\ &= (72, 134, 197) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Min} (A, B) &= [\wedge (71, 72) \wedge (132, 134) \wedge (195, 197)] \\ &= (71, 132, 195) \end{aligned}$$

$$\text{Jadi FES}_d = (71, 132, 195)$$

Dengan cara yang sama juga (FLSf1 dan FLSk2), (FLSg2, FLSg3, (FLSc, FLSe1, dan FLSm) dan (FLSk1, FLSe3, FLSf2 dan, FLSf3) dibandingkan dan dicari nilai minimum sebagai FLS masing-masing kegiatan tersebut. Berikut adalah hasil perhitungan mundur :

Tabel 4.3 Hasil perhitunganFuzzy Backward Pass (Perhitungan mundur) proyek pembangunan gedung kantor PT. Gresik Jasatama.

Kegiatan	Aktivitas	Durasi				Kegiatan pendahulu	FLS			FLF		
		a	b	c	C		a	b	c	a	b	c
A.	PEKERJAAN PENDAHULUAN	6	8	10	8		-102	0	102	-92	8	108
B.	PEKERJAAN TANAH	12	18	23	18	A	-92	8	108	-69	26	120
C.	PEKERJAAN PASANGAN	18	25	32	25	B	-69	26	120	-4	74	155
D.	PEKERJAAN PLESTERAN, ACIAN	45	64	83	64	C,M	-4	74	155	79	139	200
E.	PEKERJAAN BETON											
	E.1. BETON LANTAI 1	8	11	15	11	B	-69	26	120	-54	37	128
	E.2. BETON LANTAI 2	5	8	11	8	E1	-54	37	128	-43	44	133
	E.3. BETON ATAP LANTAI 2	13	19	25	19	E2	-43	44	133	-19	63	146
F.	PEKERJAAN RANGKA ATAP											
	F.1. RANGKA PENUTUP ATAP LT.2	23	33	43	33	E3	-19	63	146	24	96	169
	F.2. RANGKA ATAP KANOPI DEPAN	1	2	3	2	E2	-43	44	133	107	160	215
	F.3. RANGKA ATAP KANOPI SAMPING	1	2	3	2	E2	-43	44	133	107	160	215
G.	PEKERJAAN PENUTUP ATAP DAN LISPLANK											
	G.1. PENUTUP ATAP LANTAI 2	6	8	10	8	F1	24	96	169	35	104	175
	G.2. PENUTUP ATAP KANOPI DEPAN	1	2	3	2	F1,F2	107	160	215	110	162	216
	G.3. PENUTUP ATAP KANOPI SAMPING	1	2	3	2	F1,F2	107	160	215	110	162	216
H.	PEKERJAAN LANTAI	19	28	36	28	G1	35	104	175	71	132	195
I.	PEKERJAAN PLAFOND	4	6	8	6	G1	35	104	175	79	139	200
J.	PEKERJAAN PENGECATAN	17	24	31	24	D,I,K1,K2,L1,L2	79	139	200	110	162	216
K.	PEKERJAAN KUSEN PINTU DAN JENDELA											
	K.1. PINTU DAN JENDELA LANTAI 1	12	17	23	17	E2	-43	44	133	79	139	200
	K.2. PINTU DAN JENDELA LANTAI 2	13	18	23	18	E3	-19	63	146	79	139	200
L.	PEKERJAAN PARTISI											
	L.1. PARTISI LANTAI 1	5	7	8	7	H	71	132	195	79	139	200
	L.2. PARTISI LANTAI 2	3	5	7	5	H	92	132	173	96	137	200
M.	PEKERJAAN SANITAIR	15	21	28	21	B	-69	26	120	-4	74	155
N.	PEKERJAAN MEKANIKAL DAN LECTRICAL	5	7	9	7	N	110	162	216	119	169	221

4.2.2.3. Perhitungan Slack (Waktu ambang).

Ada tiga tipe waktu ambang yaitu waktu ambang total total float (TF), waktu ambang bebas atau free floats (FF), dan waktu ambang independen (IF) . Pada metode fuzzy, slack dapat dihitung dengan rumus (Gin-Shuh Liang,2004) :

$$TF_x = FLF_x - FD_x - FES_x$$

$$FF_x = FEF_x - FD_x - FES_x$$

$$1F_x = FEF_x - FD_x - FLS_x$$

Dimana notasi x menunjukkan suatu kegiatan, dan C = nilai centroid.

Sedangkan nilai centroid (C) dari sebuah TFN (a,b,c) dapat dihitung dengan rumus (N. Ravi Shankar,2010) :

$$C = \frac{a+b+c}{3}$$

$$TF_a = FLF_a - Fd_a - FES_a$$

$$= (-92, 8, 108) - (6, 8, 10) - (0, 0, 0)$$

$$= (92 - 10 - 0) - (8 - 8 - 0) - (10 - 6 - 0)$$

$$= (-102, 0, 102)$$

$$\text{Sehingga nilai centroidnya (C)} = \frac{-102 + 0 + 102}{3} = 0$$

$$FF_a = FEF_a - Fd_a - FES_a$$

$$= (6, 8, 10) - (6, 8, 10) - (0, 0, 0)$$

$$= (6 - 10 - 0) - (8 - 8 - 0) - (10 - 6 - 0)$$

$$= (-4, 0, 4)$$

$$\text{Sehingga nilai centroidnya (C)} = \frac{-4 + 0 + 4}{3} = 0$$

Dengan cara yang sama total float (TF), free float (FF) dan independen float (IF) dapat dihitung. Berikut adalah hasil perhitungan TF, FF, dan IF dari masing-masing kegiatan :

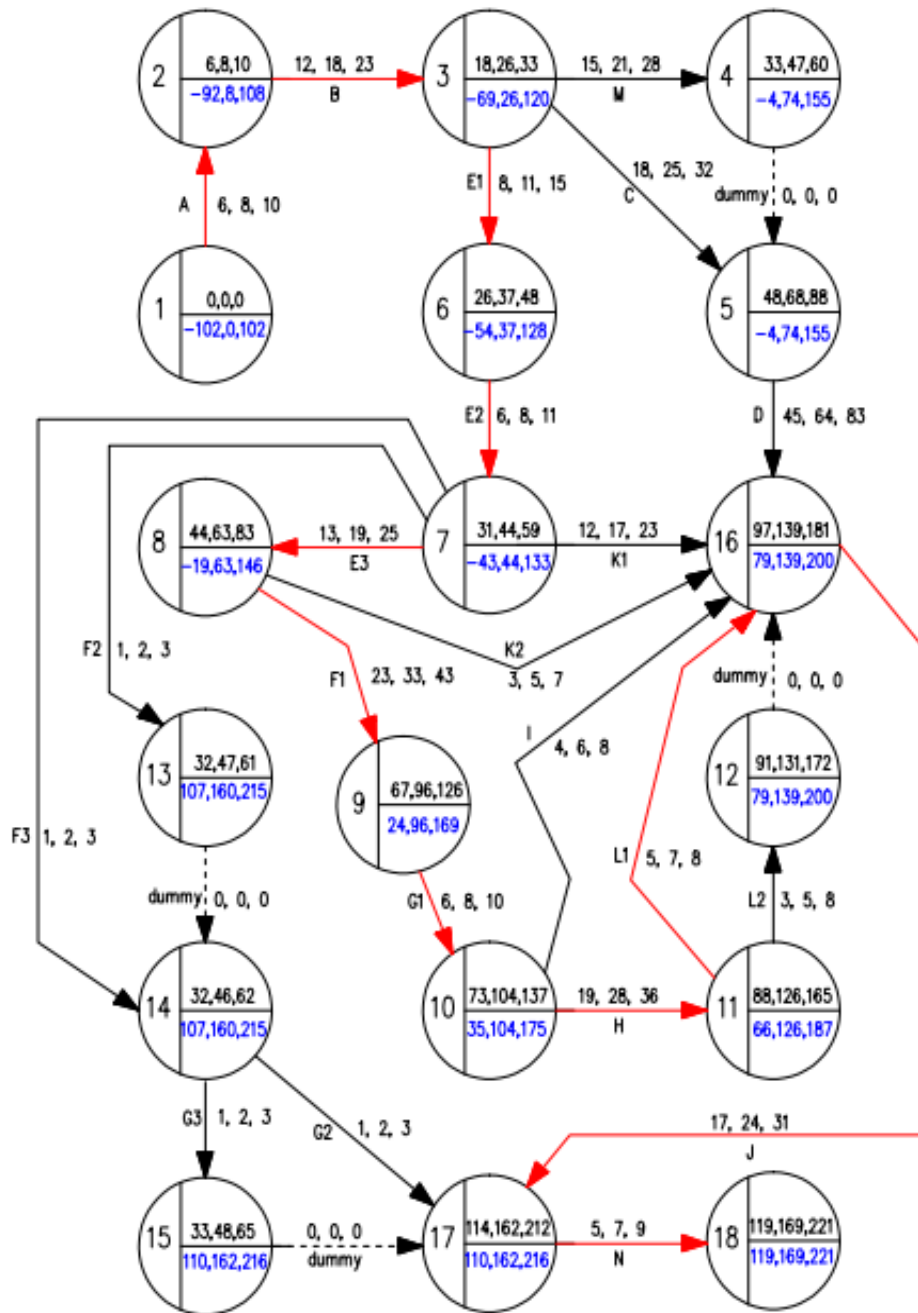
Tabel 4.4 Hasil perhitungan slack atau waktu ambang proyek pembangunan gedung kantor PT. Gresik Jasatama.

Kegiatan	Aktivitas	TF				FF				IF			
		a	b	c	C	a	b	c	C	a	b	c	C
A.	PEKERJAAN PENDAHULUAN	-102	0	102	0	-4	0	4	0	-106	0	106	0
B.	PEKERJAAN TANAH	-102	0	102	0	-15	0	15	0	-113	0	113	0
C.	PEKERJAAN PASANGAN	-68	23	119	24	-29	0	29	0	-116	0	116	0
D.	PEKERJAAN PLESTERAN, ACIAN	-68	23	119	24	-50	23	100	24	-140	0	140	0
E.	PEKERJAAN BETON												
	E.1. BETON LANTAI 1	-102	0	102	0	-22	0	22	0	-110	0	110	0
	E.2. BETON LANTAI 2	-102	0	102	0	-28	0	28	0	-108	0	108	0
	E.3. BETON ATAP LANTAI 2	-102	0	102	0	-39	0	39	0	-114	0	114	0
F.	PEKERJAAN RANGKA ATAP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	F.1. RANGKA PENUTUP ATAP LT.2	-102	0	102	0	-59	0	59	0	-122	0	122	0
	F.2. RANGKA ATAP KANOPI DEPAN	45	114	184	114	-30	-1	30	0	-104	-1	105	0
	F.3. RANGKA ATAP KANOPI SAMPING	45	114	183	114	-30	0	30	0	-105	0	104	0
G.	PEKERJAAN PENUTUP ATAP DAN LISPLANK												
	G.1. PENUTUP ATAP LANTAI 2	-102	0	102	0	-64	0	64	0	-107	0	107	0
	G.2. PENUTUP ATAP KANOPI DEPAN	45	114	183	114	49	114	179	114	-104	0	104	0
	G.3. PENUTUP ATAP KANOPI SAMPING	45	114	184	114	49	114	179	114	-104	0	104	0
H.	PEKERJAAN LANTAI	-102	0	102	0	-80	0	80	0	-119	0	119	0
I.	PEKERJAAN PLAFOND	-65	28	122	28	-47	28	104	28	-85	28	142	28
J.	PEKERJAAN PENGECATAN	-102	0	102	0	-98	0	98	0	-116	0	116	0
K.	PEKERJAAN KUSEN PINTU DAN JENDELA												
	K.1. PINTU DAN JENDELA LANTAI 1	-2	77	157	77	16	77	138	77	-59	77	213	77
	K.2. PINTU DAN JENDELA LANTAI 2	-28	57	143	57	-9	57	124	57	-72	57	187	57
L.	PEKERJAAN PARTISI												
	L.1. PARTISI LANTAI 1	-102	0	103	0	-84	0	84	0	-106	0	106	0
	L.2. PARTISI LANTAI 2	-84	0	104	7	-82	2	86	2	-82	2	86	2
M.	PEKERJAAN SANITAIR	-64	27	122	28	-24	4	32	4	-112	4	119	4
N.	PEKERJAAN MEKANIKAL DAN LECTRICAL	-102	0	102	0	-102	0	102	0	-106	0	106	0

4.2.3. Menentukan Lintasan Kritis.

Lintasan kritis merupakan lintasan pada aktifitas kegiatan yang tidak boleh terjadi keterlambatan, apabila terjadi keterlambatan maka umur proyek akan bertambah sebesar keterlambatan tersebut. Kegiatan ini adalah kegiatan yang memiliki slack atau total float (TF) 0, sehingga kegiatan ini harus memperoleh

perhatian khusus, dari pengolahan data diatas dapat digambarkan alur lintasan kerja sebagai berikut :



Gambar 4.7 Lintasan jaringan kerja proyek pembangunan gedung kantor PT. Gresik Jasatama

Dari alur kegiatan pada jaringan kerja diperoleh lintasan kerja sebagai berikut :

Tabel 4.5 Lintasan kerja proyek pembangunan gedung kantor PT. Gresik Jasatama.

NO	LINTASAN	SLACK
1	A - B - M - D - J - N	0 - 0 - 28 - 24 - 0 - 0
2	A - B - C - D - J - N	0 - 0 - 24 - 24 - 0 - 0
3	A - B - E1 - E2 - F3 - G3 - N	0 - 0 - 0 - 0 - 114 - 114 - 0
4	A - B - E1 - E2 - F3 - G2 - N	0 - 0 - 0 - 0 - 114 - 114 - 0
5	A - B - E1 - E2 - F2 - G3 - N	0 - 0 - 0 - 0 - 114 - 114 - 0
6	A - B - E1 - E2 - F2 - G2 - N	0 - 0 - 0 - 0 - 114 - 114 - 0
7	A - B - E1 - E2 - K1 - J - N	0 - 0 - 0 - 0 - 77 - 0 - 0
8	A - B - E1 - E2 - E3 - K2 - J - N	0 - 0 - 0 - 0 - 0 - 52 - 0 - 0
9	A - B - E1 - E2 - E3 - F1 - G1 - I - J - N	0 - 0 - 0 - 0 - 0 - 0 - 0 - 28 - 0 - 0
10	A - B - E1 - E2 - E3 - F1 - G1 - H - L1 - J - N	0 - 0 - 0 - 0 - 0 - 0 - 0 - 0 - 0 - 0
11	A - B - E1 - E2 - E3 - F1 - G1 - H - L2 - J - N	0 - 0 - 0 - 0 - 0 - 0 - 0 - 7 - 0 - 0

Jadi lintasan kritis dari proyek pembangunan kantor gedung PT. Gresik Jasatama adalah A – B – E1 – E2 – E3 – F1 – G1 – H – L1 – J – N. kegiatannya yaitu : Pekerjaan pendahuluan – pekerjaan tanah – pekerjaan beton lantai 1 – pekerjaan beton lantai 2 – pekerjaan beton atap lantai 2 - pekerjaan rangka penutup atap lantai 2 – pekerjaan penutup atap lantai 2 – pekerjaan lantai – pekerjaan partisi lantai 1 – pekerjaan pengecatan – pekerjaan mechanical dan electrical. Waktu pelaksanaannya adalah (119, 169, 221) dengan nilai defuzzyfikasi 170 hari.