

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil dan pembahasan berdasarkan data yang diperoleh dari pelaksanaan jaringan irigasi yang dilakukan oleh CV.X yang kemudian diolah dengan metode *Network Planning* yaitu CPM (*Critical Path Method*) menggunakan MS.Excel. Proyek oleh CV.X ini mempunyai rencana pelaksanaan dimulai dari tanggal 24 Mei 2019 sampai dengan 20 Oktober 2019 yang memiliki kontrak durasi 150 hari.

#### **4.1 Menyusun Jaringan Pekerjaan Menggunakan *Network Planning* (CPM)**

##### **4.1.1 Data Kebutuhan dan Ketersediaan Sumber Daya**

Data kebutuhan dan ketersediaan sumber daya merupakan data alokasi sumber daya manusia yang diperlukan dalam setiap pekerjaan per harinya dengan total 15 pekerja. Data penggunaan dan ketersediaan sumber daya tersebut setiap aktivitas dari pekerjaan dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.1.1 Data kebutuhan dan ketersediaan sumber daya.

No	Nama Kegiatan	Jumlah Sumber Daya Tenaga Kerja
<b>I</b>	<b>Pekerjaan Persiapan</b>	
1	Uitzet Saluran Irigasi	5 Pekerja
<b>II</b>	<b>Pekerjaan Tanah</b>	
1	Galian Tanah	10 Pekerja
<b>III</b>	<b>Pekerjaan Pemasangan dan Beton</b>	
1	Pengadaan LPC	5 pekerja
2	Pekerjaan Trucuk Bambu	5 pekerja
3	Pekerjaan Pemasangan Gedek	5 pekerja
4	Pemasangan LPC	5 pekerja
5	Pembetonan Lantai	5 pekerja
6	Pembetonan Plat	5 pekerja
7	Pekerjaan Sloof	5 pekerja
8	Acian Beton	5 pekerja
9	Pengadaan Box Culvert	5 pekerja
10	Pekerjaan Pemasangan Trucuk Bambu	5 pekerja
11	Pekerjaan Beton Bertulang Plat Bawah	5 pekerja
12	Pemasangan Box Culvert	5 pekerja
13	Pekerjaan Beton Bertulang Plat Atas	5 pekerja
<b>IV</b>	<b>Pekerjaan Lain-Lain</b>	
1	Pekerjaan Finishing	10 Pekerja

#### 4.1.2 Pengelompokkan Aktivitas Pekerjaan Beserta Durasi Kegiatan

Untuk membuat diagram *network planning* (CPM) maka terlebih dahulu harus diketahui lingkup aktivitas pekerjaan yang dilakukan. Secara rinci kegiatan-kegiatan yang menjadi komponen proyek pembangunan jaringan irigasi

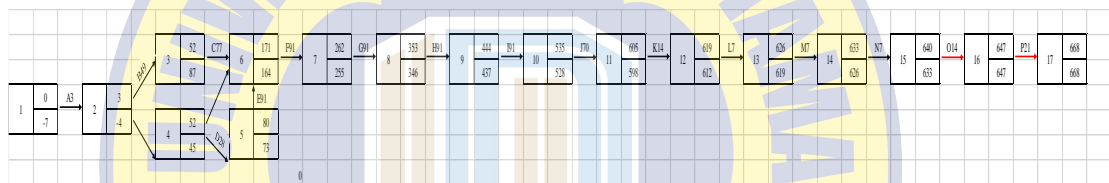
untuk setiap unit pekerjaan beserta durasinya dapat dikelompokkan pada tabel berikut :

Tabel 4.1.2 Pengelompokkan aktivitas pekerjaan dan durasi kegiatan.

No	Uraian Kegiatan	Kode Kegiatan	Kegiatan Pendahulu	Waktu (Hari)
<b>I</b>	<b>Pekerjaan Persiapan</b>			
1	Uitzet Saluran Irigasi	A		3
<b>II</b>	<b>Pekerjaan Tanah</b>			
2	Galian Tanah	B	A	49
<b>III</b>	<b>Pekerjaan Pemasangan dan Beton</b>			
3	Pengadaan LPC	C	B	77
4	Pekerjaan Trucuk Bambu	D	B	28
5	Pekerjaan Pemasangan Gedek	E	D	91
6	Pemasangan LPC	F	C,D,E	91
7	Pembetonan Lantai	G	F	91
8	Pembetonan Plat	H	G	91
9	Pekerjaan Sloof	I	H	91
10	Acian Beton	J	I	70
11	Pengadaan Box Culvert	K	J	14
12	Pekerjaan Pemasangan Trucuk Bambu	L	K	7
13	Pekerjaan Beton Bertulang Plat Bawah	M	L	7
14	Pemasangan Box Culvert	N	M	7
15	Pekerjaan Beton Bertulang Plat Atas	O	N	14
<b>IV</b>	<b>Pekerjaan Lain-Lain</b>			
16	Pekerjaan Finishing	P	O	21

### 4.1.3 Menentukan Diagram *Network*

Penentuan waktu penyelesaian suatu proyek pada diagram jaringan dapat dihitung melalui dua cara yaitu menggunakan perhitungan maju (*forward pass*) dari kegiatan awal sampai kegiatan akhir dan menggunakan perhitungan mundur (*backward pass*) mulai kegiatan akhir kembali ke kegiatan awal. Hubungan antar aktivitas tersebut dapat digambarkan dengan sebuah jaringan kerja (*Network Planning*). Penggambaran *Network Planning* dapat dilakukan dengan memperhatikan hubungan antar aktivitas, sehingga *Network Planning* yang terbentuk adalah sebagai berikut :



Gambar 4.1.3 *Network Planning* pada proyek perencanaan pembangunan irigasi menggunakan CPM.

### 4.1.4 Rumusan Perhitungan Menggunakan Metode *Network Planning* (CPM)

Dalam proses identifikasi jalur kritis pada diagram *network* dalam metode CPM, ada beberapa terminologi dan rumus-rumus perhitungan yang digunakan antara lain :

### 1. Perhitungan Maju (*Forward Pass*)

Melakukan perhitungan maju (*forward pass*) dari kegiatan awal sampai kegiatan akhir dengan menentukan nilai *earliest start* (ES) dan *earliest finish* (EF) pada tiap-tiap kegiatan. *Forward pass* dilakukan dari awal jaringan menuju akhir jaringan. Nilai EF merupakan waktu paling awal suatu aktivitas dapat mulai. Waktu paling cepat dimulainya aktivitas pada kegiatan A1 dianggap 0 karena kegiatan tersebut tidak memiliki kegiatan *predecessor*. Aturan pada *forward pass* adalah kecuali kegiatan pertama, kegiatan baru dapat dimulai bila kegiatan sebelumnya (*predecessor*) telah selesai dilakukan. Waktu mulai paling awal kegiatan berikutnya pada percabangan jaringan diambil dari waktu awal terbesar dari kegiatan berikutnya (Heizer dan Render, 2009). Cara perhitungan maju (*forward pass*) yaitu  $EF = ES + t$ .

### 2. Perhitungan Mundur (*Backward Pass*)

Meskipun *forward pass* memungkinkan kita menentukan waktu penyelesaian proyek paling awal, teknik ini tidak mengidentifikasi jalur kritisnya. Untuk mengidentifikasi jalur kritis, maka perlu melakukan *backward pass* untuk menentukan nilai LS dan LF untuk semua aktivitas. Melakukan perhitungan mundur (*backward pass*) mulai kegiatan akhir kembali ke kegiatan awal dengan menentukan nilai *latest start* (LS) dan *latest finish* (LF) pada tiap-tiap kegiatan. (Heizer dan Render, 2009). Cara perhitungan mundur (*backward pass*) yaitu  $LS = LF - t$ . Maka :

## 1) Hitungan Maju

- Kegiatan Persiapan

- Uitzet saluran irigasi (A) Durasi 3 hari

$$ES (A) = 0$$

$$EF (A) = ES(A) + D = 0 + 3 = 3$$

- Kegiatan Pekerjaan Tanah

- Galian Tanah (B) Durasi 49 hari

$$ES (A) = 3$$

$$EF (B) = ES (A) + D = 3 + 49 = 52$$

- Kegiatan Pemasangan dan Beton

- Pengadaan LPC (C) Durasi 77 hari

$$ES (B) = 52$$

$$EF (C) = ES (B) + D = 52 + 77 = 129$$

- Pekerjaan Trucuk Bambu (D) Durasi 28 hari

$$ES (B) = 52$$

$$EF (D) = ES (B) + D = 52 + 28 = 80$$

- Pekerjaan Pemasangan Gedek Durasi 91 hari

$$ES (D) = 80$$

$$EF (E) = ES (D) + D = 80 + 91 = 171$$

- Pekerjaan Pemasangan LPC Durasi 91 hari

$$ES (C,D,E) = 129, 80, 171$$

diambil dari jumlah terbesar antara  $ES (B) + EF (C)$  ,  $ES (B) + EF$

(D) dan  $ES (D) + EF (E)$ ,

maka EF (F) = 171

- Pambetonan Lantai Durasi 91 hari

ES (F) = 171

EF (G) = ES(F) + D = 262

- Pambetonan Plat Durasi 91 hari

ES (G) = 262

EF (H) = ES (G) + D = 353

- Pekerjaan *Sloof* Durasi 91 hari

ES (H) = 353

EF (I) = ES(H) + D = 444

- Pekerjaan Acian Beton Durasi 70 hari

ES (I) = 444

EF (J) = ES (I) + D = 535

- Pengadaan *Box Culvert* Durasi 14 hari

ES (J) = 535

EF (K) = ES (J) + D = 605

- Pekerjaan Pemasangan Trucuk Bambu Durasi 7 hari

ES (K) = 605

EF (L) = ES (K) + D = 619

- Pekerjaan Beton Bertulang Plat Bawah Durasi 7 hari

ES (L) = 619

EF (M) = ES (L) + D = 626

- Pemasangan *Box Culvert* Durasi 7 hari

$$ES (M) = 626$$

$$EF (N) = ES (M) + D = 633$$

- Pekerjaan Beton Bertulang Plat Atas Durasi 14 hari

$$ES (N) = 633$$

$$EF (O) = ES (N) + D = 647$$

- Pekerjaan Lain-Lain

- Pekerjaan *Finishing* Durasi 21 hari

$$ES (O) = 647$$

$$EF (P) = ES (O) + D = 668$$

- 2) Selanjutnya untuk perhitungan *backward pass* :

- Pekerjaan Lain-Lain

- Pekerjaan *Finishing* Durasi 21 hari

$$LF (P) = 668$$

- Kegiatan Pemasangan dan Beton

- Pekerjaan Beton Bertulang Plat Atas Durasi 14 hari

$$LF (P) = 668$$

$$LS (O) = LF (P) - t = 647$$

- Pemasangan *Box Culvert* Durasi 7 hari

$$LF (O) = 647$$

$$LS (N) = LF (O) - t = 633$$

- Pekerjaan Beton Bertulang Plat Bawah Durasi 7 hari

$$LF (N) = 633$$

$$LS (M) = LF (N) - t = 626$$



- Pekerjaan Pemasangan Trucuk Bambu Durasi 7 hari

$$LF (M) = 626$$

$$LS (L) = LF (M) - t = 619$$

- Pengadaan *Box Culvert* Durasi 14 hari

$$LF (L) = 619$$

$$LS (K) = LF (L) - t = 612$$

- Pekerjaan Acian Beton Durasi 70 hari

$$LF (K) = 612$$

$$LS (J) = LF (K) - t = 598$$

- Pekerjaan *Sloof* Durasi 91 hari

$$LF (J) = 598$$

$$LS (I) = LF (J) - t = 528$$

- Pembetonan Plat Durasi 91 hari

$$LF (I) = 528$$

$$LS (H) = LF (I) - t = 437$$

- Pembetonan Lantai Durasi 91 hari

$$LF (H) = 437$$

$$LS (G) = LF (H) - t = 346$$

- Pekerjaan Pemasangan LPC Durasi 91 hari

$$LF (G) = 346$$

$$LS (F) = LF (G) - t = 255$$

- Pekerjaan Pemasangan Gedek Durasi 91 hari

$$LF (F) = 255$$

$$LS (E) = LF (F) - t = 164$$

- Pekerjaan Trucuk Bambu Durasi 28 hari

$$LF (E) = 164$$

$$LS (D) = LF (E) - t = 73$$

- Pengadaan LPC Durasi 77 hari

$$LF (D) = 73, LF (E) = 164$$

Diambil dari jumlah terkecil antara  $LF (D) - t$ , dan  $LF (E) - t$ ,

$$\text{Maka } LS (C) = LF (D) - t = 45$$

- Kegiatan Pekerjaan Tanah

- Galian Tanah Durasi 49 hari

$$LF (E) = 164$$

$$LS (B) = LF (E) - t = 87$$

- Kegiatan Persiapan

- Uitzet saluran irigasi durasi 3 hari

$$LF (B) = 87, LF (C) = 45$$

Diambil dari jumlah terkecil antara  $LF (B) - t$ ,  $LF (C) - t$ ,

$$\text{Maka } LS (A) = LF (C) - t = -4$$

Berdasarkan perhitungan menggunakan metode *Network Planning* (CPM) seperti pada gambar 4.1.3 terdapat 2 kegiatan kritis dan ini berarti kegiatan-kegiatan tersebut adalah kegiatan (O) pekerjaan beton bertulang plat atas dengan durasi 14 hari dan kegiatan (P) pekerjaan *finishing* dengan durasi 21 hari. Maka untuk mencari hasil dari keseluruhan jalur kritis adalah :

- Durasi kegiatan (O) dan (P) =  $14 + 21 = 35$  hari jalur kritis.

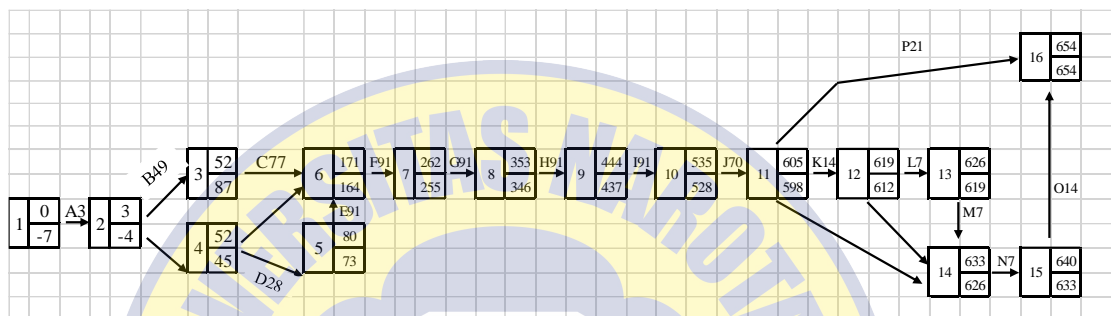
## 4.2 Penyelesaian Hasil Jalur Kritis Setelah Penambahan Aktivitas

Tabel 4.2 Penyelesaian hasil jalur kritis setelah penambahan aktivitas.

No	Uraian Kegiatan	Kode Kegiatan	Kegiatan Pendahulu	Waktu (Hari)
<b>I</b>	<b>Pekerjaan Persiapan</b>			
1	Uitzet Saluran Irigasi	A		3
<b>II</b>	<b>Pekerjaan Tanah</b>			
2	Galian Tanah	B	A	49
<b>III</b>	<b>Pekerjaan Pemasangan dan Beton</b>			
3	Pengadaan LPC	C	B	77
4	Pekerjaan Trucuk Bambu	D	B	28
5	Pekerjaan Pemasangan Gedek	E	D	91
6	Pemasangan LPC	F	C,D,E	91
7	Pembetonan Lantai	G	F	91
8	Pembetonan Plat	H	G	91
9	Pekerjaan Sloof	I	H	91
10	Acian Beton	J	I	70
11	Pengadaan Box Culvert	K	J	14
12	Pekerjaan Pemasangan Trucuk Bambu	L	K	7
13	Pekerjaan Beton Bertulang Plat Bawah	M	L	7
14	Pemasangan Box Culvert	N	J,K,L	7
15	Pekerjaan Beton Bertulang Plat Atas	O	N	14
<b>IV</b>	<b>Pekerjaan Lain-Lain</b>			
16	Pekerjaan Finishing	P	J,O	21

Untuk dapat menghindari adanya jalur kritis pada kegiatan aktivitas perencanaan sebelumnya, maka perlu adanya penambahan aktivitas pada kegiatan

pendahuluan dari kegiatan N yang sebelumnya hanya memiliki kegiatan pendahuluan M dan kegiatan P yang sebelumnya hanya memiliki kegiatan pendahuluan O. Setelah penambahan aktivitas pada kegiatan pendahuluan dari N (J,K,L) dan kegiatan pendahuluan dari P (J,O) akan didapatkan perubahan diagram *network* seperti pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 hasil *Network Planning* setelah penambahan aktivitas menggunakan CPM.

Hasil keseluruhan jalur kritis dari penambahan kegiatan diatas adalah kegiatan P yang memiliki durasi 21 hari. Berdasarkan perencanaan penjadwalan yang dibuat oleh perusahaan sebelumnya dan dikaji ulang dengan menggunakan CPM yang memiliki durasi total 150 hari kalender dan memiliki 35 hari jalur kritis, maka setelah penambahan kegiatan pada kegiatan N dan P dan diolah menggunakan rumus yang sama, hasil yang diperoleh jalur kritisnya menjadi 21 hari saja dan dapat mempercepat 14 hari dengan total 136 hari dari perencanaan sebelumnya.

### 4.3 Urutan Pekerjaan

Untuk membuat perencanaan jadwal pelaksanaan pekerjaan, maka terlebih dahulu menjabarkan urutan pekerjaan yang telah diperoleh dari perusahaan beserta jenis pekerjaan, luasan area, dan jumlah material maupun satuannya. Konsep dilakukannya menampilkan urutan pekerjaan ini yaitu agar dapat memberikan informasi yang lengkap dan terperinci sesuai dengan tujuan proyek. Berikut adalah tabel urutan keseluruhan pekerjaan :

Tabel 4.3 Uraian pekerjaan.

NO.	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	KUANTITAS
<b>I.</b>	<b>PEKERJAAN PERSIAPAN</b>		
	Uitzet trase Saluran irigasi	M	254.50
<b>II.</b>	<b>PEKERJAAN TANAH</b>		
1	Galian tanah biasa pada saluran sedalam lebih kecil sama dengan 1 m	M3	97.00
<b>III.</b>	<b>PEKERJAAN PASANGAN DAN BETON</b>		
1	Pengadaan LPC 800 X 300 X 60 K -350	bh	1018.00
2	Pemasangan LPC 800 X 300 X 60 K -350	bh	1018.00
3	Beton Lantai t= 10 cm K -225	M3	22.91
4	Plat Beton uk. 6 x 30 cm	M3	9.16
5	Sloof uk 15 x 15 cm	M3	11.45
6	Acian Beton ( Sloof dan sambungan pracetak)	M2	285.04
7	Pekerjaan gedek guling ruas P.U-9a	M2	338.49
8	Pekerjaan trucuk bambu ori o 10 cm, P = 2 m	BH	148.00
9	Pengadaan Box Culvert Top Button 1000/50-1200 K-350 Gandar 10 ton	BH	3.00
10	Pemasangan Box Culvert Top	BH	6.00
11	Pekerjaan beton bertuang plat BAWAH Box Culvert t=10 cm (K-225)	M3	0.86
12	Pekerjaan beton bertuang plat ATAS Box Culvert t=15 cm (K-225)	M3	2.66
13	Pekerjaan trucuk bambu ori o 10 cm, P = 2 m	BH	16.00
<b>IV.</b>	<b>PEKERJAAN LAIN - LAIN</b>		
1	Pekerjaan Cat ( 1x Cat dasar , 2x Finishing Warna Biru )	M2	157.9

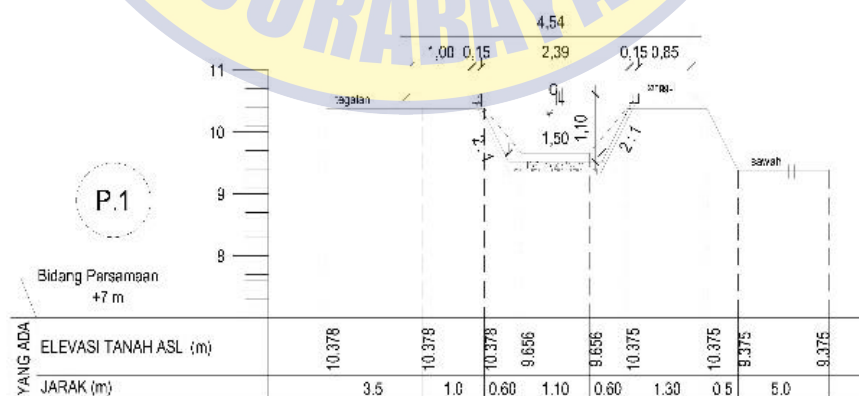
### 4.3.1 Pekerjaan Persiapan

Pada konstruksi jaringan irigasi di Sambogunung ini, dilakukan pengukuran atau uitzet di lokasi pekerjaan pengukuran yang dilakukan meliputi pengukuran dimensi panjang, lebar dan tinggi irigasi pengukuran ini dilakukan dengan menggunakan alat meteran, dan *theodolite* sehingga didapatkan hasil pengukuran sepanjang 254m yang akan mengacu terhadap gambar kerja.



Gambar 4.3.1 Pekerjaan Persiapan  
( Sumber : Dokumentasi Perusahaan )

### 4.3.2 Pekerjaan Galian Tanah



Gambar 4.3.2 Pekerjaan galian tanah sedalam 1m.

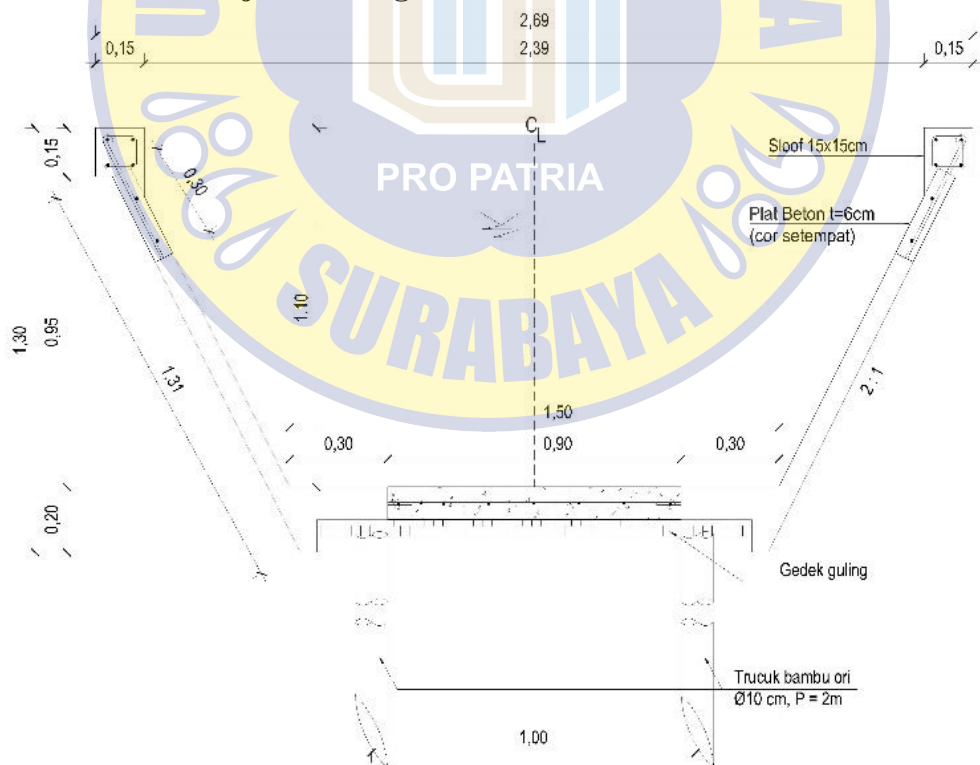
Pekerjaan galian tanah yaitu pekerjaan yang dilaksanakan dengan membuat lubang di tanah membentuk pola tertentu untuk keperluan fondasi bangunan.

Galian tanah yang dibuat pada saluran pekerjaan ini sepanjang 94 m<sup>3</sup>, kedalaman 1 m dan lebar 1,5 m.



Gambar 4.3.2 Pekerjaan Galian Tanah  
( Sumber : Dokumentasi Perusahaan )

#### 4.3.3 Pekerjaan Pemasangan dan Beton



Gambar 4.3.3 Pekerjaan Pemasangan dan Beton.

Ada beberapa urutan pekerjaan pada tahap pemasangan dan beton seperti pada gambar 4.3.3, antara lain :

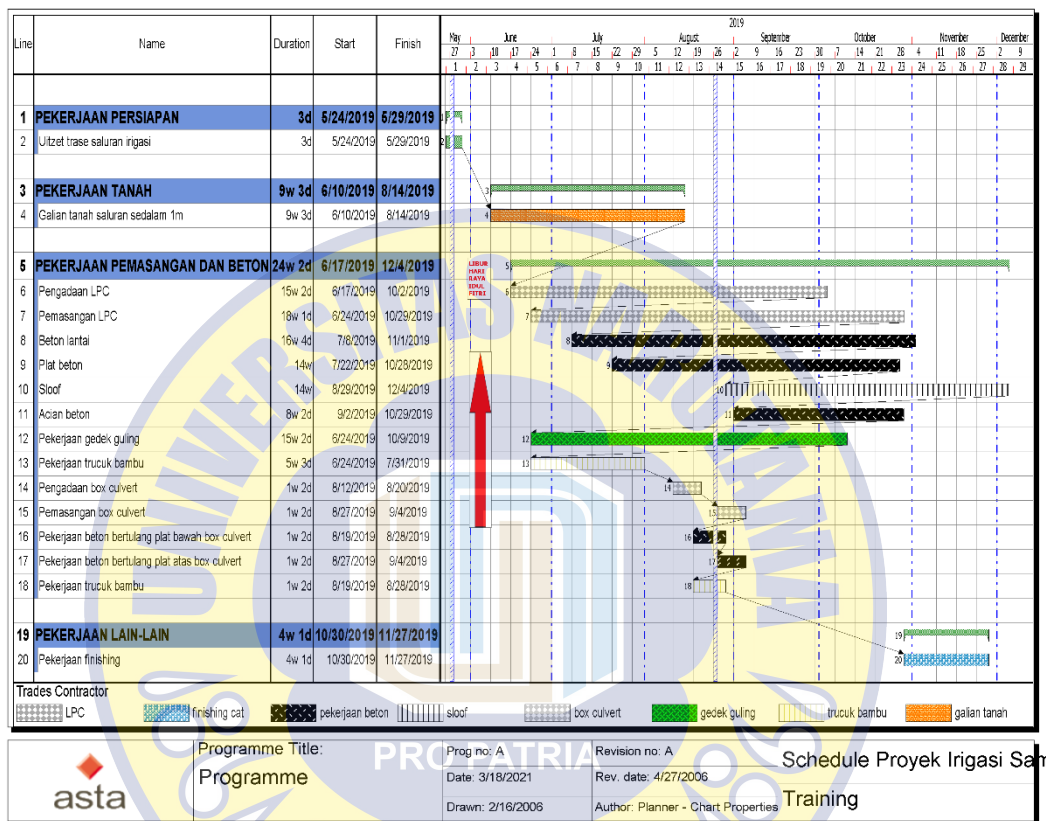
- Pengadaan LPC ukuran 800x300x60 K-350 sebanyak 1018 buah.
- Pemasangan LPC ukuran 800x300x60 sebanyak 1018 buah.
- Pembetonan lantai t = 10cm K-225 sepanjang 22,91 m<sup>3</sup>.
- Plat Beton ukuran 6x30 cm sepanjang 9,16 m<sup>3</sup>.
- Sloof ukuran 15x15 cm sepanjang 11,45 m<sup>3</sup>.
- Acian Beton (sloof dan sambungan pracetak) sepanjang 285,04 m<sup>2</sup>.
- Pekerjaan gedek guling sepanjang 388,49 m<sup>2</sup>.
- Pekerjaan trucuk bambu diameter 10 cm panjang 2m sebanyak 148 buah.
- Pengadaan box culvert top button 1000/50-1200 K-350 gandar 10 ton sebanyak 3 buah.
- Pemasangan box culvert sebanyak 6 buah.
- Pekerjaan beton bertulang plat bawah box culvert tinggi 10 cm K-225 sepanjang 0,86 m<sup>3</sup>.
- Pekerjaan beton bertulang plat atas box culvert tinggi 15cm K-225 sepanjang 2,66 m<sup>3</sup>.
- Pekerjaan trucuk bambu diameter 10 cm panjang 2 m sebanyak 16 buah.

#### **4.3.4 Pekerjaan Lain-Lain**

- Pekerjaan cat (1x cat dasar, 2x finishing warna biru) sepanjang 157,9 m<sup>2</sup>.



#### 4.4 Membuat Desain Perencanaan Jadwal Pekerjaan Menggunakan Asta PowerProject



Gambar 4.4 Desain model 4D BIM perencanaan.

Setelah menentukan diagram *network* pada perencanaan jadwal, maka tahap selanjutnya yaitu menerapkan desain model dari BIM. Karena 4D BIM merupakan urutan pekerjaan, luasan area, jumlah tenaga kerja, waktu dan lain-lain, maka desain yang didapatkan seperti pada gambar 4.4. Pada gambar tersebut terdapat jenis pekerjaan, urutan pekerjaan, durasi pekerjaan dan waktu mulai pekerjaan beserta tipe konstruksinya.