

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **1.1 Hasil Penelitian**

##### **4.1.1 Latar Belakang Proyek**

Irigasi adalah usaha penyediaan dan pengaturan air untuk menunjang pertanian yang jenisnya meliputi irigasi air permukaan, irigasi air bawah tanah, irigasi pompa dan irigasi rawa. Irigasi berarti mengalirkan air secara buatan dari sumber air yang tersedia kepada sebidang lahan untuk memenuhi kebutuhan tanaman dan meningkatkan efektivitas pemanfaatan air irigasi. Dengan adanya pembangunan irigasi, dapat bermanfaat bagi para petani agar hasil panen normal. Dalam rangka peningkatan kualitas pertanian, diperlukan rehabilitasi suplesi di Ds. Kedung Kandang, Kab. Malang agar mutu, kualitas, dan kuantitas pada tanaman terutama padi tidak menurun.

##### **4.1.2 Penyusunan Diagram Jaringan Kerja dan Jalur Kritis**

Untuk menentukan waktu dan biaya menggunakan metode PDM dan PERT, maka terlebih dahulu membuat diagram jaringan kerja dari data pada Lampiran 1. Pada skripsi ini akan ditunjukkan perhitungan menggunakan data normal dengan salah satu metode, yaitu metode PDM. Kemudian menentukan perhitungan sesudah dipercepat menggunakan metode PDM dan metode PERT. Perhitungan tersebut yaitu perhitungan maju dan perhitungan mundur untuk memperoleh lintasan dan kegiatan-kegiatan kritis.

##### **4.1.3 Perhitungan sebelum dipercepat**

Berikut merupakan perhitungan normal (waktu sebelum *crash program*) dengan data pada Lampiran 2 menggunakan metode PDM.

➤ Perhitungan maju

- Kegiatan E

$$ES (5) = 0$$

$$EF (5) = 0 + 30 = 30$$

- Kegiatan D

$$ES (4) = 0 + 6 = 6$$

$$EF (4) = 6 + 30 = 36$$

- Kegiatan Q

$$ES (17) = 0 + 6 = 6$$

$$EF (17) = 6 + 138 = 144$$

- Kegiatan B

$$ES (2) = 6 + 6 = 12$$

$$EF (2) = 12 + 30 = 42$$

➤ Perhitungan mundur

- Kegiatan U

$$LF(21) = 146$$

$$LS(21) = 128$$

- Kegiatan M

$$LF(13) = 146 - 12 = 134$$

$$LS(13) = 134 - 66 = 68$$

- Kegiatan S

$$LF(19) = 128 - 6 + 24 = 146$$

$$LS(19) = 146 - 24 = 122$$

- Kegiatan L

$$LF(12) = 68 - 12 + 78 = 134$$

$$LS(12) = 134 - 78 = 56$$

Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat pada Lampiran 3. Dari perhitungan tersebut didapatkan nilai ES, LS, EF, dan LF seperti pada Tabel 4.1 berikut:

Tabel 4.1 Nilai ES, EF, LS, LF

No	Kode Kegiatan	Waktu (D)	Maju		Mundur	
			ES	EF	LS	LF
1	A	30	30	60	32	62
2	B	30	12	42	14	44
3	C	30	24	54	25	55
4	D	30	6	36	7	37
5	E	30	0	30	0	30
6	F	72	31	103	31	103
7	G	72	37	109	37	109
8	H	72	49	121	50	122
9	I	72	55	127	56	128
10	J	66	43	109	44	110
11	K	78	49	127	50	128
12	L	78	55	133	56	134
13	M	66	67	133	68	134
14	N	54	43	97	43	97
15	O	54	55	109	55	109
16	P	66	55	121	55	121
17	Q	138	6	144	6	144
18	R	36	12	48	12	48
19	S	24	122	146	122	146
20	T	30	24	54	24	54
21	U	18	128	146	128	146

Dari Tabel 4.1, dapat dibentuk diagram jaringan kerja lengkap seperti pada Lampiran 4 yang meliputi: konstrain, ES, EF, LS, dan LF pada setiap kegiatan. Kemudian untuk menentukan jalur kritis, sesuaikan dengan sifat-sifat yang ada pada Subbab 2.7.6 atau dilakukan perhitungan *float* seperti pada Tabel 4.2 berikut:

Tabel 4.2 Jalur Kritis PDM Sebelum Dipercepat

No	Kode Kegiatan	Waktu (D)	Maju		Mundur		Float	Ket
			ES	EF	LS	LF		
1	A	30	30	60	32	62	2	TK
2	B	30	12	42	14	44	2	TK
3	C	30	24	54	25	55	1	TK
4	D	30	6	36	7	37	1	TK
5	E	30	0	30	0	30	0	K
6	F	72	31	103	31	103	0	K
7	G	72	37	109	37	109	0	K
8	H	72	49	121	50	122	1	TK
9	I	72	55	127	56	128	1	TK
10	J	66	43	109	44	110	1	TK
11	K	78	49	127	50	128	1	TK
12	L	78	55	133	56	134	1	TK
13	M	66	67	133	68	134	1	TK
14	N	54	43	97	43	97	0	K
15	O	54	55	109	55	109	0	K
16	P	66	55	121	55	121	0	K
17	Q	138	6	144	6	144	0	K
18	R	36	12	48	12	48	0	K
19	S	24	122	146	122	146	0	K
20	T	30	24	54	24	54	0	K
21	U	18	128	146	128	146	0	K

K: Kritis

TK: Tidak Kritis

Berdasarkan Tabel 4.2 di atas dan diagram jaringan kerja pada Lampiran 4, diperoleh jalur kritis sejumlah tiga, yaitu:

E – F – G – N – O – S – U

E – F – G – N – P – S – U

E – Q – R – T – P – S – U

Sehingga, dapat disimpulkan bahwa kegiatan proyek konstruksi tidak optimal karena memiliki lebih dari satu jalur kritis.

#### 4.1.4 Perhitungan sesudah dipercepat

##### 4.1.4.1 Metode PDM

Metode ini mengacu pada Subbab 2.7 yang menggunakan satu angka estimasi yang diperoleh dari instansi. Data yang akan digunakan dapat dilihat pada Lampiran 5 dan berikut merupakan perhitungan maju dan perhitungan mundur metode PDM.

###### ➤ Perhitungan maju

- kegiatan E

$$ES (5) = 0$$

$$EF (5) = 0 + 21 = 21$$

- kegiatan D

$$ES (4) = 0 + 6 = 6$$

$$EF (4) = 6 + 24 = 30$$

- kegiatan F

$$ES (6) = 0 + 18 = 18$$

$$EF (6) = 18 + 60 = 78$$

- kegiatan Q

$$ES (17) = 0 + 6 = 6$$

$$EF (17) = 6 + 120 = 126$$

###### ➤ Perhitungan mundur

- Kegiatan U

$$LF (21) = 123$$

$$LS (21) = 111$$

- Kegiatan M

$$LF (13) = 111 - 7 = 104$$

$$LS (13) = 104 - 48 = 56$$

- Kegiatan S

$$LF (19) = 111 - 6 + 20 = 125$$

$$LS (19) = 125 - 20 = 105$$

- Kegiatan L

$$LF (12) = 56 - 6 + 62 = 112$$

$$LS (12) = 112 - 62 = 50$$

Untuk lebih jelasnya, perhitungan maju dan mundur dapat dilihat pada Lampiran 6. Dari perhitungan tersebut didapatkan nilai ES, LS, EF, dan LF seperti pada Tabel 4.3 berikut:

Tabel 4.3 Perhitungan Maju dan Mundur

No	Kode Kegiatan	Waktu (D)	Maju		Mundur	
			ES	EF	LS	LF
1	A	20	30	50	40	60
2	B	14	12	26	22	36
3	C	20	28	48	34	54
4	D	24	6	30	16	40
5	E	21	0	21	0	21

No	Kode Kegiatan	Waktu (D)	Maju		Mundur	
			ES	EF	LS	LF
6	F	60	18	78	18	78
7	G	60	24	84	24	84
8	H	60	36	96	44	104
9	I	58	44	102	50	108
10	J	58	30	88	30	88
15	O	45	42	87	50	95
16	P	50	49	99	57	107
17	Q	120	6	126	26	146
18	R	18	12	30	32	50
19	S	20	97	117	105	125
20	T	20	16	36	36	56
21	U	12	111	123	111	123

➤ **Menentukan jalur kritis**

Nilai ES, EF, LS, dan LF dimasukkan ke dalam diagram jaringan kerja lengkap dengan konstrain tiap kegiatan yang dapat dilihat pada Lampiran 7, sehingga jalur kritis dapat ditentukan dengan menghubungkan kegiatan-kegiatan yang memenuhi tiga syarat jalur kritis atau dapat ditentukan dengan menghitung nilai *float* seperti pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Jalur Kritis PDM Sesudah Dipercepat

No	Kode Kegiatan	Waktu (D)	Maju		Mundur		<i>Float</i>	Ket
			ES	EF	LS	LF		
1	A	20	30	50	40	60	10	TK
2	B	14	12	26	22	36	10	TK
3	C	20	28	48	34	54	6	TK
4	D	24	6	30	16	40	10	TK
5	E	21	0	21	0	21	0	K
6	F	60	18	78	18	78	0	K
7	G	60	24	84	24	84	0	K
8	H	60	36	96	44	104	8	TK
9	I	58	44	102	50	108	6	TK
10	J	58	30	88	30	88	0	K
11	K	72	34	106	34	106	0	K

No	Kode Kegiatan	Waktu (D)	Maju		Mundur		Float	Ket
			ES	EF	LS	LF		
12	L	62	50	112	50	112	0	K
13	M	48	56	104	56	104	0	K
15	O	45	42	87	50	95	8	TK
16	P	50	49	99	57	107	8	TK
17	Q	120	6	126	26	146	20	TK
18	R	18	12	30	32	50	20	TK
19	S	20	97	117	105	125	8	TK
20	T	20	16	36	36	56	20	TK
21	U	12	111	123	111	123	0	K

K: Kritis

TK: Tidak Kritis

Dari Tabel 4.4 di atas, diperoleh waktu penyelesaian 123 hari dan jalur kritis sebagai berikut:

E – F – G – J – K – L – M – U

#### 4.1.4.2 Metode PERT

Metode PERT mengacu pada Subbab 2.8 yang menggunakan tiga angka estimasi yaitu  $a$ ,  $m$ , dan  $b$ . Dimana nilai  $a$  dan  $b$  diperoleh dari hasil wawancara dengan pihak instansi, sedangkan  $m$  diperoleh dari data asli instansi. Data yang akan diolah menggunakan metode ini dapat dilihat pada Lampiran 8. Sebelum membuat diagram jaringan kerja, terlebih dahulu harus menentukan nilai kurun waktu yang diharapkan ( $te$ ) untuk masing-masing kegiatan dengan Persamaan (2.1), sehingga diperoleh seperti pada Tabel 4.5 berikut:

Tabel 4.5 Menentukan Nilai  $te$

Kode Kegiatan	Kegiatan (i,j)	Kegiatan Mendahului	$a$	$m$	$b$	$te$
A	(7,16)	C,D,T	20	30	35	29,17
B	(2,3)	E	14	30	30	27,33
C	(2,7)	E	20	30	33	28,83
D	(2,4)	E	24	30	32	29,33
E	(1,2)	-	21	30	36	29,5
F	(7,12)	C,D,T	60	72	74	70,33
G	(7,11)	C,D,T	60	72	73	70,17
H	(7,13)	C,D,T	60	72	73	70,17

Kode Kegiatan	Kegiatan (i,j)	Kegiatan Mendahului	<i>a</i>	<i>m</i>	<i>b</i>	<i>te</i>
I	(5,8)	B,D,R	58	72	73	69,83
J	(7,15)	C,D,T	58	66	68	65
L	(5,18)	B,D,R	62	78	79	75,5
M	(5,19)	B,D,R	48	66	72	64
N	(5,17)	B,D,R	40	54	55	51,83
O	(5,9)	B,D,R	45	54	56	52,83
P	(7,10)	C,D,T	50	66	72	64,33
Q	(1,20)	-	120	138	140	135,33
R	(2,5)	E	18	36	38	33,33
S	(17,20)	N,O	20	24	26	23,67
T	(2,6)	E	20	30	30	28,33
U	(17,19)	N,O	12	18	20	17,33

Dari Tabel 4.5, dapat digambarkan diagram jaringan kerja seperti pada Lampiran 9. Kemudian untuk menentukan jalur kritis, dapat dilakukan perhitungan maju dan perhitungan mundur seperti berikut:

➤ **Perhitungan maju**

- ES(1)=0
- ES(2)= 0 + 29,5= 29,5
- ES(3)= 29,5 + 27,33 = 56,83
- ES(4)= 29,5 + 29,33 = 58,83

➤ **Perhitungan mundur**

- LF(20)=139,33
- LF(19)= 139,33 – 0 = 139,33
- LF(18)= 139,33 – 0 = 139,33
- LF(17)= 139,33 – 23,67 = 115,66
- LF(16)= 139,33 – 0 = 139,33
- LF(15)= 139,33 – 0 = 139,33
- LF(14)= 139,33 – 0 = 139,33
- LF(13)= 139,33 – 0 = 139,33
- LF(12)= 139,33 – 0 = 139,33
- LF(11)= 139,33 – 0 = 139,33
- LF(10)= 139,33 – 0 = 139,33
- LF(9)= 139,33 – 0 = 139,33
- LF(8)= 139,33 – 0 = 139,33
- LF(7)= 139,33 – 0 = 139,33
- LF(6)= 139,33 – 0 = 139,33
- LF(5)= 139,33 – 0 = 139,33
- LF(4)= 139,33 – 0 = 139,33
- LF(3)= 139,33 – 0 = 139,33
- LF(2)= 139,33 – 0 = 139,33
- LF(1)= 139,33 – 0 = 139,33

Untuk lebih jelasnya, perhitungan maju dan mundur dapat dilihat pada Lampiran 10. Sehingga, jalur kritis dapat diketahui melalui perhitungan *slack* dengan Persamaan (2.2) seperti pada Tabel 4.6 berikut:

Tabel 4.6 Perhitungan Maju, Mundur dan *slack*

Kegiatan (i)	ES	LF	<i>Slack</i>
1	0	0	0
2	29,5	29,5	0

Kegiatan (i)	ES	LF	Slack
3	56,83	62,833	6
4	58,83	62	3,17
5	62,83	62,83	0
6	57,83	62	4,17
7	58,83	62	3,17
8	132,66	138,33	5,67
9	115,66	115,66	0
10	122,66	139,33	16,67
11	129	139,33	10,33
12	129,16	139,33	10,17
13	129	139,33	10,33
14	135,66	139,33	3,67
15	123,83	139,33	15,5
16	135,66	139,33	3,67
17	115,66	115,66	0
18	138,33	139,33	1
19	132,99	139,33	6,34
20	139,33	139,33	0

Dari Tabel 4.6 di atas, terlihat bahwa jalur kritis terdiri rangkaian kegiatan 1 – 2 – 5 – 9 – 17 – 20 dengan waktu penyelesaian total  $139,33 \approx 140$  hari.

➤ **Menghitung variansi dan deviasi standar pada jalur kritis**

Untuk menentukan angka probabilitas, terlebih dahulu menghitung rumus normal standar ( $z$ ) pada jalur kritis. Berikut merupakan perhitungan nilai deviasi standar ( $S(te)$ ) dan Variansi ( $Var(te)$ ) pada setiap kegiatan yang akan digunakan untuk menghitung nilai  $z$ .

Tabel 4.7 Variansi Kegiatan dan Deviasi Standar

Kode Kegiatan	Kegiatan (i,j)	$te$	$S(te)$	$Var(te)$ ( $\sigma^2$ )
A	(7,16)	29,17	2,5	6,25
B	(2,3)	27,33	2,67	7,11
C	(2,7)	28,83	2,17	4,69
D	(2,4)	29,33	1,33	1,78
E	(1,2)	29,5	2,5	6,25
F	(7,12)	70,33	2,33	5,44



Kode Kegiatan	Kegiatan (i,j)	$te$	$S(te)$	$Var (te)$ ( $\sigma^2$ )
G	(7,11)	70,17	2,17	4,69
H	(7,13)	70,17	2,17	4,69
I	(5,8)	69,83	2,5	6,25
J	(7,15)	65	1,67	2,78
K	(7,14)	77,33	1,33	1,78
L	(5,18)	75,5	2,83	8,03
M	(5,19)	64	4	16
N	(5,17)	51,83	2,5	6,25
O	(5,9)	52,83	1,83	3,36
P	(7,10)	64,33	3,67	13,44
Q	(1,20)	135,33	3,33	11,11
R	(2,5)	33,33	3,33	11,11
S	(17,20)	23,67	1	1
T	(2,6)	28,33	1,67	2,78
U	(17,19)	17,33	1,33	1,78

Dari perhitungan sebelumnya pada metode PDM sebelum dipercepat diperoleh waktu normal yaitu 146 hari. Pada metode PERT dinotasikan sebagai  $T(d)$ . Kemudian untuk menentukan  $te$  total dan variansi total pada jalur kritis adalah sebagai berikut:

$$te \text{ total} = 29,5 + 33,33 + 52,83 + 0 + 23,67 = 139,33 \approx 140 \text{ hari}$$

$$Var (te) \rightarrow \sigma^2 = 6,25 + 11,11 + 3,36 + 0 + 1 = 21,72$$

$$\text{Maka deviasi standar } (\sigma) = \sqrt{21,72} = 4,66$$

Berdasarkan Persamaan (2.5), diperoleh nilai  $z$  yaitu:

$$P[Z \leq z] \rightarrow z = \frac{146 - 140}{4,66} = \frac{6}{4,66} = 1,29$$

Dengan menggunakan Tabel distribusi normal baku pada Lampiran 11 diperoleh probabilitas waktu penyelesaian proyek konstruksi sebesar 0,90. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa probabilitas proyek akan selesai pada target yang dijadwalkan ( $T(d)$ ) = 146 sebesar 90 %.