

## ANALISIS PENJADWALAN ULANG PROYEK RUMAH SUSUN TIGA LANTAI DI AKADEMI ANGKATAN LAUT (AAL) SURABAYA DENGAN MENGGUNAKAN METODE PERT

Muhamad Aim<sup>1</sup>, Waspada Tedja Bhirawa<sup>2</sup>, Basuki Arianto<sup>3</sup>, I.D.K Kerta Widana<sup>4</sup>,  
Syamsunasir<sup>5</sup>, Kurniawan<sup>6</sup>, Tia Dikatama Tsania<sup>7</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup>Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma;  
<sup>5,6,7</sup>*National Air And Space Power Of Indonesia*  
<sup>1,2,3,4</sup>Tedjabhirawa1@gmail.com; <sup>5,6,7</sup>ikeo.santai@gmail.com;

**Abstrak** — Penelitian ini bertujuan untuk memberikan gambaran proses pembangunan rumah susun bertingkat. Proyek pembangunan rumah susun tiga lantai di kota X mengalami masalah keterlambatan dibandingkan dengan jadwal yang telah ditetapkan. Kekurangan sumber daya alam menjadi salah satu penyebab keterlambatan proyek ini. Keterlambatan pasokan material mengakibatkan banyaknya pekerja yang menunggu. Penelitian ini menggunakan metode CPM (*Critical Path Method*) dan PERT (*Program Evaluation Review Technique*) untuk merencanakan, menjadwalkan, dan mengendalikan proyek. Pendekatan tersebut digunakan untuk menentukan lintasan, mengidentifikasi aktivitas penting, menghitung durasi, dan memperkirakan waktu penyelesaian. Hasil analisis menunjukkan bahwa jadwal awal adalah 411 hari dan progres saat ini adalah 72% atau sekitar 296 hari, setelah dilakukan perhitungan ulang terdapat 12 aktivitas kritis yang terlewat, sehingga proyek diperkirakan selesai dalam waktu 306 hari. Penjadwalan awal yang terlalu optimis perlu dilakukan penyesuaian. Jam kerja proyek adalah pukul 08.00 WIB sampai dengan 17.00 WIB setiap hari. Penelitian ini menyarankan agar dilakukan penjadwalan ulang agar proyek selesai tepat waktu dan efisien.

**Kata Kunci:** CPM (*Critical Path Method*), PERT (*Program Evaluation Review Technique*), *Critical Path*, Perencanaan Jaringan

**Abstrak** — *This study aims to provide an overview of the construction process of a multi-storey apartment building. The construction project of a three-storey apartment building in city X experienced delays compared to the predetermined schedule. Lack of natural resources is one of the causes of the delay in this project. Delays in material supplies resulted in many workers waiting. This study uses the CPM (Critical Path Method) and PERT (Program Evaluation Review Technique) methods to plan, schedule, and control the project. This approach is used to determine the path, identify important activities, calculate the duration, and estimate the completion time. The results of the analysis show that the initial schedule is 411 days and the current progress is 72% or around 296 days, after recalculation there are 12 critical activities that have been missed, so the project is estimated to be completed in 306 days. The initial scheduling that is too optimistic needs to be adjusted. The project working hours are from 08.00 WIB to 17.00 WIB every day. This study recommends that rescheduling be carried out so that the project is completed on time and efficiently.*

**Keywords:** CPM (*Critical Path Method*), PERT (*Program Evaluation Review Technique*), *Critical Path*, *Network Planning*.

## 1. PENDAHULUAN

Pembangunan asrama rumah susun tiga lantai taruna Akademi Angkatan Laut (AAL) di Morokrembangan Surabaya di bangun dengan tujuan meningkatkan kesejahteraan bagi para prajurit TNI dan mengatasi permasalahan kelangkaan tanah di pemukiman kota yang padat penduduk. Analisis penjadwalan ulang berkaitan dengan kebutuhan untuk mengoptimalkan efisiensi dalam manajemen proyek, terutama dalam kondisi ketidakpastian atau perubahan. Proyek besar dan kompleks seperti proyek militer atau konstruksi, di mana banyak aktivitas yang saling terkait dengan berbagai durasi yang sulit diprediksi. Pendekatan probabilistik diharapkan dapat mengestimasi waktu yang dibutuhkan untuk setiap aktivitas proyek, yang membantu dalam mengidentifikasi dan mengelola ketidakpastian waktu penyelesaian. Penjadwalan ulang proyek untuk mendeteksi beberapa masalah yaitu ketidakakuratan estimasi waktu (optimis, pesimis, dan kemungkinan besar). Pengaruh dari ketidakakuratan dapat mempersulit perencanaan dan membuat estimasi waktu kurang efektif, sehingga penjadwalan ulang dilakukan karena kurangnya konsistensi dan fokus pada jalur kritis. Pada proses penjadwalan ulang, akan dicari faktor-faktor apa saja yang menyebabkan terjadinya keterlambatan. Penyesuaian sumber daya, atau perubahan prioritas yang mempengaruhi *timeline* dan jadwal proyek. Proyek pembangunan rusun rumah susun tiga lantai taruna AAL memiliki jadwal ketat dalam penyelesaiannya. Pada jadwal yang sudah ditentukan mengalami keterlambatan yang mengakibatkan kemunduran jadwal yang telah ditentukan. Tim manajer proyek mulai melakukan analisis untuk memperkirakan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan yang terunda. Estimasi waktu dipertimbangkan berdasarkan kemungkinan apa penyebab dari keterlambatan tersebut. Tujuan dari penelitian ini antara lain mengetahui faktor apa saja yang dapat mengidentifikasi aktivitas kritis sehingga berpengaruh

terhadap jadwal keseluruhan proyek setelah terjadi perubahan atau keterlambatan, menghitung perkiraan waktu dalam penyelesaian proyek setelah penjadwalan ulang dilakukan, terutama dibawah kondisi ketidakpastian waktu penyelesaian setiap aktivitas, dan menilai hasil dari penerapan metode PERT dan untuk mengetahui tingkat efektifitas setelah penjadwalan ulang tersebut dilakukan.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1. Pengumpulan data

Teknik identifikasi masalah dengan cara pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian analisis penjadwalan ulang proyek rumah susun 3 lantai dengan metode PERT di Kota X sebagai berikut:

- Observasi Langsung. Observasi dilakukan dengan pengamatan langsung dilokasi proyek rumah susun 3 lantai untuk memperoleh informasi terkait kegiatan dan proses pengerjaan setiap lantai. Pengamatan ini bertujuan untuk mengetahui kondisi proyek secara aktual, termasuk kendala yang dihadapi selama proses konstruksi.
- Wawancara. Wawancara dilakukan dengan pihak-pihak yang berwenang, seperti kontraktor utama proyek, untuk mendapatkan data spesifik mengenai jadwal pelaksanaan proyek, hambatan yang terjadi, serta upaya penjadwalan ulang. Narasumber yang diwawancarai meliputi manajer proyek dan tim teknis yang terlibat langsung dalam pelaksanaan proyek.
- Studi Pustaka. Pengumpulan data sekunder dilakukan melalui kajian dokumen yang terkait dengan proyek tersebut, seperti laporan kemajuan proyek, dokumen perencanaan, dan hasil penelitian terdahulu. Studi pustaka ini bertujuan untuk membandingkan penjadwalan sebelumnya dan analisis penjadwalan ulang berdasarkan metode PERT.
- Data Primer

Berikut data primer yang dibutuhkan dalam penelitian ini:

- Jadwal kegiatan proyek
- Data tenaga kerja
- Data peralatan di proyek
- Data Sekunder  
Berikut data primer yang dibutuhkan dalam penelitian ini:
  - Studi kepustakaan
  - Laporan kegiatan internal proyek
  - Struktur organisasi proyek

## 2.2. Pengolahan data

Penelitian ini akan dilakukan untuk mencari factor yang dapat mengidentifikasi aktifitas kritis, menerapkan metode PERT untuk mendapatkan perkiraan waktu dalam penyelesaian proyek setelah penjadwalan ulang dilakukan, menghitung keakuratan penerapan metode PERT dalam rangka mempercepat pelaksanaan proyek dengan metode:

- Analisis dan pembahasan. Objek penelitian dalam analisis penjadwalan ulang proyek rumah susun 3 lantai dengan metode PERT di Kota X adalah terkait dengan variabel penjadwalan proyek. Subvariabel yang dijelaskan meliputi manajemen proyek, estimasi waktu, dan estimasi biaya. Instrumen penelitian digunakan untuk mengukur efektivitas penjadwalan ulang dalam mencapai optimasi waktu dan biaya proyek, dengan fokus pada penerapan metode PERT dalam perencanaan dan pengendalian proyek. Informasi yang terkumpul akan diolah dan dianalisis menggunakan langkah sebagai berikut:
  - Metode analisis deskriptif. Metode ini bertujuan untuk menggambarkan kondisi aktual pengerjaan proyek rumah susun 3 lantai. Dengan analisis ini, peneliti dapat memperoleh gambaran yang mendalam dan objektif terkait tahapan dan kendala dalam proses konstruksi.
  - Metode estimasi waktu. Metode ini menggunakan tiga jenis estimasi waktu yaitu estimasi waktu yang

tercepat (optimis), estimasi waktu yang paling mungkin, dan estimasi waktu yang terlama (optimis).

## 3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Aktivitas Pekerjaan

Untuk mengidentifikasi kegiatan, maka tiap pekerjaan harus ditampilkan terlebih dahulu sehingga seluruh pekerjaan proyek lebih terlihat dan lebih mudah dalam mengatur pelaksanaan kegiatan. Berikut ini adalah data aktivitas kegiatan yang berjalan.

NO	AKTIVITAS PEKERJAAN
1	Start
2	Pekerjaan Pendahuluan
3	Pekerjaan Pondasi Tiang Pancang
4	Pekerjaan Tanah
5	Pekerjaan Struktur Pile Cap & Tie Beam
6	Pekerjaan Struktur Lantai Dasar
7	Pekerjaan Struktur Lantai 2
8	Pekerjaan Struktur Lantai 3
9	Pekerjaan Struktur Lantai Atap
10	Pekerjaan Struktur Lantai Atap Tangga
11	Pekerjaan Struktur TOPI-TOPI
12	Pekerjaan Struktur Rangka Atap Baja
13	Pekerjaan Arsitektur Lantai 1
14	Pekerjaan Arsitektur Lantai 2
15	Pekerjaan Arsitektur Lantai 3
16	Pekerjaan Arsitektur Lantai Atap
17	Pekerjaan Fasade
18	Pekerjaan INSTALASI Listrik
19	Pekerjaan Tata Udara
20	Pekerjaan Penangkal Petir
21	Pekerjaan Data
22	Pekerjaan Cctv
23	Pekerjaan Matv
24	Pekerjaan Tata Suara
25	Pekerjaan Fire Alarm Dan Pemadam
26	Pekerjaan Instalasi Hydran
27	Pekerjaan Plumbing
28	Testing & Commissioning Pekerjaan Mekanikal, Elektrikal, Plumbing
29	Pekerjaan Taman / Fasilitas Luar Gedung
30	Pekerjaan Tempat Jemur
31	Pekerjaan Selasar Penghubung
32	Pekerjaan Pagar Luar Gedung
33	Pekerjaan Overlay
34	Pekerjaan Mebelair
35	Finish

Tabel 1 Aktivitas Pekerjaan

Dalam proyek pekerjaan pembangunan rusun tiga Lantai di kota X dibagi dalam beberapa bagian, berikut ini adalah tabel yang berisikan kegiatan apa saja yang dilaksanakan selama proyek yang telah direncanakan. Pada tabel dibawah akan terlihat pekerjaan apa saja yang dilakukan beserta durasi pelaksanaannya.

KODE	KETERANGAN	PRECEDING ACTIVITY	Durasi(hari)
1	Start		
2	Pekerjaan Pendahuluan	1	91
3	Pekerjaan Pondasi Tiang Pancang	1	70
4	Pekerjaan Tanah	3	21
5	Pekerjaan Struktur Pile Cap & Tie Beam	3	42
6	Pekerjaan Struktur Lantai Dasar	5,4	70
7	Pekerjaan Struktur Lantai 2	6	30
8	Pekerjaan Struktur Lantai 3	7	42
9	Pekerjaan Struktur Lantai Atap	6	21
10	Pekerjaan Struktur Lantai Atap Tangga	6	14
11	Pekerjaan Struktur Topi-Topi	6	21
12	Pekerjaan Struktur Rangka Atap Baja	8,9;10;11	14
13	Pekerjaan Arsitektur Lantai 1	5	21
14	Pekerjaan Arsitektur Lantai 2	6	14
15	Pekerjaan Arsitektur Lantai 3	12	14
16	Pekerjaan Arsitektur Lantai Atap	13	40
17	Pekerjaan Fasade	13	14
18	Pekerjaan Instalasi Listrik	6	50
19	Pekerjaan Tata Udara	5	70
20	Pekerjaan Penangkal Petir	12	7
21	Pekerjaan Data	17	14
22	Pekerjaan Cctv	16	7
23	Pekerjaan Matv	16	7
24	Pekerjaan Tata Suara	16	7
25	Pekerjaan Fire Alarm Dan Pemadam	13	14
26	Pekerjaan Instalasi Hydran	16	21
27	Pekerjaan Plumbing	13	17
28	Testing & Commissioning Pekerjaan Mekanikal, Elektrikal, Plumbing	27;18;19;20;21;22;23;24;25;26;15	7
29	Pekerjaan Taman / Fasilitas Luar Gedung	4	79
30	Pekerjaan Tempat Jemur	4	77
31	Pekerjaan Selasar Penghubung	4	105
32	Pekerjaan Pagar Luar Gedung	4	91
33	Pekerjaan Overlay	31	7
34	Pekerjaan Mebelair	14	14
35	Finish	33;34;1;29;30;28;32	

Tabel 2 Time Schedule Proyek Pembangunan Rusun 3 Lantai di AAL

### 3.2. Data waktu kegiatan PERT

Data yang diperoleh dari proyek konstruksi rusun tiga Lantai kemudian diolah menggunakan metode *Program Evaluation Review Technique* (pertama). Suatu proyek, estimasi ketidakpastian diperlukan untuk menghindari faktor seperti cuaca, sumber daya, kondisi lingkungan, dan lain-lain. Metode PERT ini dilakukan dengan mengestimasi durasi setiap aktivitas yang dibagi menjadi 3, yaitu waktu optimis ( $t_a$ ), waktu realis ( $t_m$ ), dan waktu pesimis ( $t_b$ ). Waktu optimis ( $t_a$ ) meru pakan waktu tercepat yang dapat dilakukan untuk menyelesaikan suatu aktivitas pada proek. Waktu realis ( $t_m$ ) merupakan waktu normal yang ditempuh suatu aktivitas untuk menyelesaikan pekerjaannya. Waktu psimis ( $t_b$ ) adalah waktu paling lambat dari suatu aktivitas untuk menyelesaikan aktivitasnya. Ketiga estimasi tersebut merupakan estimasi yang dibuat oleh pelaksana proyek sehingga dapat meminimalisir terjadinya keterlambatan. Langkah setelah rmenentukan nilai  $t_a$ ,  $t_m$ ,  $t_b$  adalah menghitung nilai  $t_e$  (*expected time*) dan variansi ( $\sigma^2$ ). nilai  $t_e$  merupakan waktu yang diharapkan oleh pelaksana proyek dalam menyelesaikan pekerjaannya. Variansi merupak an ukuran risiko terkecil yang menggambar kan penyimpangan yang harus ditanggung oleh pelaksana proyek. Nilai-nilai tersebut berfungsi untuk mengurangi terjadinya penundaan pekerjaan yang ber dampak pada keterlambatan dalam menye lesaikan proyek.

Sebagai contoh yaitu melakukan perhitungan pada aktivitas didapat nilai  $t_a$ ,  $t_m$ ,  $t_b$  berturut-turut adalah 1,2 dan 3 sehingga dalam menentukan nilai yang diharapkan atau  $t_e$  dapat dihitung dengan caraLangkah yang dilakukan setelah meng hitung nilai  $t_e$  adalah menentukan nilai variansi ( $\sigma^2$ ) yaitu dengan cara:

$$t_e = \frac{t_a + (4 \times t_m) + t_b}{6}$$

$$t_e = \frac{1 + (4 \times 2) + 3}{6}$$

$$t_e = 2 \text{ hari}$$

$$\sigma^2 = \left(\frac{t_b - t_a}{6}\right)^2$$

$$\sigma^2 = \left(\frac{3 - 1}{6}\right)^2$$

$$\sigma^2 = 0,1111$$

### 3.3. Rekapitulasi Nilai $t_e$ dan Variansi

Rekapitulasi nilai *Total Error (TE)* dan varians dalam penelitian ini dilakukan untuk mengukur tingkat kesalahan serta sebaran data terhadap nilai rata-rata. Perhitungan TE diperoleh dengan membandingkan nilai aktual dengan nilai prediksi, sehingga mencerminkan akurasi model yang digunakan.

No	Aktivitas Pekerjaan	Predecessor	Waktu (Minggu)			Rata-Rata (Waktu Yang diperlukan)	Varians (S)
			Tercepat (A)	Normal (M)	Tertama (B)		
1	Start		0	0	0	0	0
2	Pekerjaan Pendahuluan	1	86	91	96	91,00	16,67
3	Pekerjaan Pondasi Tiang Pancang	1	70	70	70	70,00	0
4	Pekerjaan Tanah	3	18	21	24	21,00	6,00
5	Pekerjaan Struktur Pile Cap & Tie Beam	3	42	42	42	42,00	0
6	Pekerjaan Struktur Lantai Dasar	5,4	70	70	70	70,00	0
7	Pekerjaan Struktur Lantai 2	6	30	30	30	30,00	0
8	Pekerjaan Struktur Lantai 3	7	35	42	49	42,00	32,67
9	Pekerjaan Struktur Lantai Atap	6	18	21	24	21,00	6,00
10	Pekerjaan Struktur	6	11	14	17	14,00	6,00
11	Lantai Atap						
12	Pekerjaan Pendahuluan						
13	Pekerjaan Pondasi Tiang Pancang						
14	Pekerjaan Tanah						
15	Pekerjaan Struktur Pile Cap & Tie Beam						
16	Pekerjaan Struktur Lantai Dasar						
17	Pekerjaan Struktur Lantai 2						
18	Pekerjaan Struktur Lantai 3						
19	Pekerjaan Struktur Lantai Atap						
20	Pekerjaan Struktur						
21	Lantai Atap						
22	Pekerjaan Pendahuluan						
23	Pekerjaan Pondasi Tiang Pancang						
24	Pekerjaan Tanah						
25	Pekerjaan Struktur Pile Cap & Tie Beam						
26	Pekerjaan Struktur Lantai Dasar						
27	Pekerjaan Struktur Lantai 2						
28	Pekerjaan Struktur Lantai 3						
29	Pekerjaan Struktur Lantai Atap						
30	Pekerjaan Struktur						
31	Lantai Atap						
32	Pekerjaan Pendahuluan						
33	Pekerjaan Pondasi Tiang Pancang						
34	Pekerjaan Tanah						
35	Pekerjaan Struktur Pile Cap & Tie Beam						
36	Pekerjaan Struktur Lantai Dasar						
37	Pekerjaan Struktur Lantai 2						
38	Pekerjaan Struktur Lantai 3						
39	Pekerjaan Struktur Lantai Atap						
40	Pekerjaan Struktur						
41	Lantai Atap						
42	Pekerjaan Pendahuluan						
43	Pekerjaan Pondasi Tiang Pancang						
44	Pekerjaan Tanah						
45	Pekerjaan Struktur Pile Cap & Tie Beam						
46	Pekerjaan Struktur Lantai Dasar						
47	Pekerjaan Struktur Lantai 2						
48	Pekerjaan Struktur Lantai 3						
49	Pekerjaan Struktur Lantai Atap						
50	Pekerjaan Struktur						
51	Lantai Atap						
52	Pekerjaan Pendahuluan						
53	Pekerjaan Pondasi Tiang Pancang						
54	Pekerjaan Tanah						
55	Pekerjaan Struktur Pile Cap & Tie Beam						
56	Pekerjaan Struktur Lantai Dasar						
57	Pekerjaan Struktur Lantai 2						
58	Pekerjaan Struktur Lantai 3						
59	Pekerjaan Struktur Lantai Atap						
60	Pekerjaan Struktur						
61	Lantai Atap						
62	Pekerjaan Pendahuluan						
63	Pekerjaan Pondasi Tiang Pancang						
64	Pekerjaan Tanah						
65	Pekerjaan Struktur Pile Cap & Tie Beam						
66	Pekerjaan Struktur Lantai Dasar						
67	Pekerjaan Struktur Lantai 2						
68	Pekerjaan Struktur Lantai 3						
69	Pekerjaan Struktur Lantai Atap						
70	Pekerjaan Struktur						
71	Lantai Atap						
72	Pekerjaan Pendahuluan						
73	Pekerjaan Pondasi Tiang Pancang						
74	Pekerjaan Tanah						
75	Pekerjaan Struktur Pile Cap & Tie Beam						
76	Pekerjaan Struktur Lantai Dasar						
77	Pekerjaan Struktur Lantai 2						
78	Pekerjaan Struktur Lantai 3						
79	Pekerjaan Struktur Lantai Atap						
80	Pekerjaan Struktur						
81	Lantai Atap						
82	Pekerjaan Pendahuluan						
83	Pekerjaan Pondasi Tiang Pancang						
84	Pekerjaan Tanah						
85	Pekerjaan Struktur Pile Cap & Tie Beam						
86	Pekerjaan Struktur Lantai Dasar						
87	Pekerjaan Struktur Lantai 2						
88	Pekerjaan Struktur Lantai 3						
89	Pekerjaan Struktur Lantai Atap						
90	Pekerjaan Struktur						
91	Lantai Atap						
92	Pekerjaan Pendahuluan						
93	Pekerjaan Pondasi Tiang Pancang						
94	Pekerjaan Tanah						
95	Pekerjaan Struktur Pile Cap & Tie Beam						
96	Pekerjaan Struktur Lantai Dasar						
97	Pekerjaan Struktur Lantai 2						
98	Pekerjaan Struktur Lantai 3						
99	Pekerjaan Struktur Lantai Atap						
100	Pekerjaan Struktur						
101	Lantai Atap						
102	Pekerjaan Pendahuluan						
103	Pekerjaan Pondasi Tiang Pancang						
104	Pekerjaan Tanah						
105	Pekerjaan Struktur Pile Cap & Tie Beam						
106	Pekerjaan Struktur Lantai Dasar						
107	Pekerjaan Struktur Lantai 2						
108	Pekerjaan Struktur Lantai 3						
109	Pekerjaan Struktur Lantai Atap						
110	Pekerjaan Struktur						
111	Lantai Atap						
112	Pekerjaan Pendahuluan						
113	Pekerjaan Pondasi Tiang Pancang						
114	Pekerjaan Tanah						
115	Pekerjaan Struktur Pile Cap & Tie Beam						
116	Pekerjaan Struktur Lantai Dasar						
117	Pekerjaan Struktur Lantai 2						
118	Pekerjaan Struktur Lantai 3						
119	Pekerjaan Struktur Lantai Atap						
120	Pekerjaan Struktur						
121	Lantai Atap						
122	Pekerjaan Pendahuluan						
123	Pekerjaan Pondasi Tiang Pancang						
124	Pekerjaan Tanah						
125	Pekerjaan Struktur Pile Cap & Tie Beam						
126	Pekerjaan Struktur Lantai Dasar						
127	Pekerjaan Struktur Lantai 2						
128	Pekerjaan Struktur Lantai 3						
129	Pekerjaan Struktur Lantai Atap						
130	Pekerjaan Struktur						
131	Lantai Atap						
132	Pekerjaan Pendahuluan						
133	Pekerjaan Pondasi Tiang Pancang						
134	Pekerjaan Tanah						
135	Pekerjaan Struktur Pile Cap & Tie Beam						
136	Pekerjaan Struktur Lantai Dasar						
137	Pekerjaan Struktur Lantai 2						
138	Pekerjaan Struktur Lantai 3						
139	Pekerjaan Struktur Lantai Atap						
140	Pekerjaan Struktur						
141	Lantai Atap						
142	Pekerjaan Pendahuluan						
143	Pekerjaan Pondasi Tiang Pancang						
144	Pekerjaan Tanah						
145	Pekerjaan Struktur Pile Cap & Tie Beam						
146	Pekerjaan Struktur Lantai Dasar						
147	Pekerjaan Struktur Lantai 2						
148	Pekerjaan Struktur Lantai 3						
149	Pekerjaan Struktur Lantai Atap						
150	Pekerjaan Struktur						
151	Lantai Atap						
152	Pekerjaan Pendahuluan						
153	Pekerjaan Pondasi Tiang Pancang						
154	Pekerjaan Tanah						
155	Pekerjaan Struktur Pile Cap & Tie Beam						
156	Pekerjaan Struktur Lantai Dasar						
157	Pekerjaan Struktur Lantai 2						
158	Pekerjaan Struktur Lantai 3						
159	Pekerjaan Struktur Lantai Atap						
160	Pekerjaan Struktur						
161	Lantai Atap						
162	Pekerjaan Pendahuluan						
163	Pekerjaan Pondasi Tiang Pancang						
164	Pekerjaan Tanah						
165	Pekerjaan Struktur Pile Cap & Tie Beam						
166	Pekerjaan Struktur Lantai Dasar						
167	Pekerjaan Struktur Lantai 2						
168	Pekerjaan Struktur Lantai 3						
169	Pekerjaan Struktur Lantai Atap						
170	Pekerjaan Struktur						
171	Lantai Atap						
172	Pekerjaan Pendahuluan						
173	Pekerjaan Pondasi Tiang Pancang						
174	Pekerjaan Tanah						
175	Pekerjaan Struktur Pile Cap & Tie Beam						
176	Pekerjaan Struktur Lantai Dasar						
177	Pekerjaan Struktur Lantai 2						
178	Pekerjaan Struktur Lantai 3						
179	Pekerjaan Struktur Lantai Atap						
180	Pekerjaan Struktur						
181	Lantai Atap						
182	Pekerjaan Pendahuluan						
183	Pekerjaan Pondasi Tiang Pancang						
184	Pekerjaan Tanah						
185	Pekerjaan Struktur Pile Cap & Tie Beam						
186	Pekerjaan Struktur Lantai Dasar						
187	Pekerjaan Struktur Lantai 2						
188	Pekerjaan Struktur Lantai 3						
189	Pekerjaan Struktur Lantai Atap						
190	Pekerjaan Struktur						
191	Lantai Atap						
192	Pekerjaan Pendahuluan						
193	Pekerjaan Pondasi Tiang Pancang						
194	Pekerjaan Tanah						
1							

Dari tabel 3 didapatkan nilai  $t_e$  dan variansinya. Waktu yang diharapkan ( $t_e$ ) dipengaruhi oleh estimasi waktu optimis, waktu realistis dan waktu pesimis yang digabung menjadi satu waktu tunggal. Hal ini dilakukan agar mendapatkan waktu rata-rata yang diharapkan secara akurat. Variansi merupakan ketidak pastian atau kuadrat dari standar deviasi. Nilai variansi dipengaruhi oleh waktu optimis ( $t_a$ ) dan waktu pesimis ( $t_b$ ). Dapat dilihat bahwa semakin besar nilai variansi, maka semakin besar ukuran penyimpangan durasinya. Jalur kritis inilah yang digunakan untuk menentukan penjadwalan sesuai dengan durasi yang telah ditentukan menggunakan metode PERT.

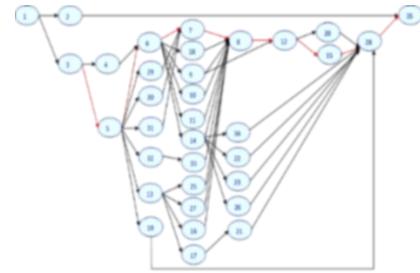
### 3.4. Pengolahan Data

Proses pengolahan data ini dilakukan secara sistematis agar hasil penelitian valid dan reliabel, serta dapat memberikan gambaran yang akurat mengenai fenomena yang diteliti.

### 3.5. Jaringan Kerja

Langkah selanjutnya setelah diketahui jalur kritis dan durasi kritisnya dari tabel 2 maka dilakukan perhitungan probabilitas proyek. Dalam menggunakan probabilitas PERT menggunakan asumsi bahwa suatu kegiatan secara statistik bersifat independen dan waktu selesainya proyek terdistribusi secara normal. Rata-rata selesainya proyek merupakan jumlah waktu dari kegiatan kritis, sedangkan varian lintasan kritis proyek merupakan jumlah varian kegiatan kritis. Melalui jaringan kerja yang efektif, diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi yang lebih luas serta membuka peluang bagi penelitian lanjutan di masa depan. Jaringan kerja dalam penelitian ini merujuk pada hubungan dan interaksi yang terbentuk antara individu, kelompok, atau organisasi dalam rangka mencapai tujuan tertentu. Jaringan kerja berperan penting dalam meningkatkan kolaborasi, efisiensi, serta

pertukaran informasi yang mendukung kelancaran proses penelitian.



Gambar 1 Jaringan Kerja

Berdasarkan perhitungan diagram jaringan dan jalur kritis gambar 4.3 dihasilkan bahwa jalur 1,3,5,6,7,8, 12,13,14,15, 28 dan 35 merupakan jalur kritis.  $1,3,5,6,7,8, 12,13,14, 15, 28, 35 = 411$  hari

### 3.6. Jalur Kritis

Dalam analisis jaringan kerja proyek menggunakan metode PERT, jalur kritis (*critical path*) merupakan serangkaian aktivitas dengan durasi terpanjang yang menentukan waktu penyelesaian keseluruhan proyek. Jalur ini terdiri dari aktivitas-aktivitas yang tidak memiliki kelonggaran waktu (*float/slack*) sehingga setiap keterlambatan pada aktivitas di jalur kritis akan berdampak langsung pada keterlambatan proyek secara keseluruhan:

No	Aktivitas	Tipe Aktivitas	Waktu (hari)			Kelonggaran Waktu (float)	Var (hari <sup>2</sup> )
			Tercepat (A)	Normal (M)	Terlama (B)		
1	Start		0	0	0	0	
3	Perencanaan Struktur Tiang Pondasi	1	70	70	70	70	0
5	Pembesian Struktur Atas Cangkang Atas	3	47	47	47	47	0
6	Pembesian Struktur Lantai 1	5,4	70	70	70	70	0
7	Pembesian Struktur Lantai 2	6	36	36	36	36	0
12	Pembesian Struktur Pangkalan Atas	10,1	11	14	17	14	0
13	Pembesian Lantai 1	12	70	70	70	70	0
28	Pembesian dan pemasangan struktur pondasi	10,1	38	38	38	38	0
29	Pembesian dan pemasangan struktur pondasi	4	70	70	70	70	0
35	Finish	35,3	71	38	11,67	19,5	

Tabel 4 Jalur Kritis

Dari tabel diatas kolom nomor 3,6,7,12,15, 28,29, dan 35 merupakan aktifitas kritis

### 3.7. Mempercepat proyek dengan metode Crashing.

Dalam upaya mempercepat penyelesaian proyek, metode crashing digunakan sebagai strategi untuk mengurangi durasi proyek dengan menambahkan sumber daya pada aktivitas-aktivitas di jalur kritis. Metode ini dilakukan dengan mempertimbangkan keseimbangan antara percepatan waktu dan biaya tambahan yang diperlukan.

NO	AKTIVITAS	PREDECESSOR	DURASI
1	Start		0
2	Pekerjaan Pendahuluan	1	91
3	Pekerjaan Pondasi Tiang Pancang	1	70
4	Pekerjaan Tanah	3	21
5	Pekerjaan Struktur Pile Cap & Tie Beam	3	42
6	Pekerjaan Struktur Lantai Dasar	5,4	50
7	Pekerjaan Struktur Lantai 2	6	30
8	Pekerjaan Struktur Lantai 3	7	30
9	Pekerjaan Struktur Lantai Atap	6	21
10	Pekerjaan Struktur Lantai Atap Tangga	6	14
11	Pekerjaan Struktur Topi-Topi	6	21
12	Pekerjaan Struktur Rangka Atap Baja	8,9,10,11	14
13	Pekerjaan Arsitektur Lantai 1	5	21
14	Pekerjaan Arsitektur Lantai 2	6	14
15	Pekerjaan Arsitektur Lantai 3	5	14
16	Pekerjaan Arsitektur Lantai Atap	13	40
17	Pekerjaan Fasad	13	14
18	Pekerjaan Instalasi Listrik	6	28
19	Pekerjaan Tata Udara	5	28
20	Pekerjaan Penanggalan Pintu	15	7
21	Pekerjaan Data	17	14
22	Pekerjaan CCTV	16	7
23	Pekerjaan Meja	16	7
24	Pekerjaan Tata Suara	16	7
25	Pekerjaan Fire Alarm Dan Pemadam	13	14
26	Pekerjaan Instalasi Hydran	16	21
27	Pekerjaan Plumbing	13	17
28	Testing & Commissioning Pekerjaan Mekanikal, Elektrikal, Plumbing	27,18,19,20,21,22,23,24,25,26,15	7
29	Pekerjaan Taman / Fasilitas Luar Gedung	4	79
30	Pekerjaan Tempai Jemur	4	77
31	Pekerjaan Botolan Penghubung	4	105
32	Pekerjaan Pagar Luar Gedung	4	91
33	Pekerjaan Overlay	31	7
34	Pekerjaan Mebelair	14	14
35	Finish	33,34,2,29,30,28,32	

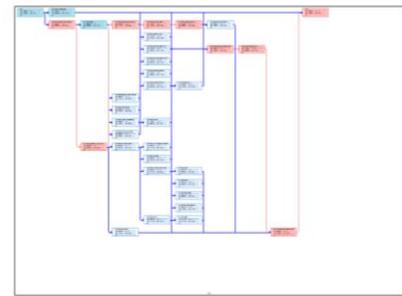
Tabel 5 Penjadwalan Ulang Proyek Pembangunan Rusun 3 Lantai di AAL

Dengan mengetahui jalur kritis, pengelolaan proyek dapat lebih optimal melalui alokasi sumber daya yang tepat, pemantauan ketat pada aktivitas penting, serta penerapan strategi percepatan jika diperlukan. Identifikasi jalur kritis ini juga membantu dalam mitigasi risiko keterlambatan, sehingga proyek dapat selesai sesuai jadwal yang telah ditetapkan.

1	Start		0
3	Pekerjaan Pondasi Tiang Pancang	1	70
5	Pekerjaan Struktur Pile Cap & Tie Beam	3	42
6	Pekerjaan Struktur Lantai Dasar	5,4	50
7	Pekerjaan Struktur Lantai 2	6	30
12	Pekerjaan Struktur Rangka Atap Baja	8,9,10,11	14
15	Pekerjaan Arsitektur Lantai 3	12	15
28	Testing & Commissioning Pekerjaan Mekanikal, Elektrikal, Plumbing	27,18,19,20,21,22,23,24,25,26,15	7
29	Pekerjaan Taman / Fasilitas Luar Gedung	4	79
30	Finish	33,34,2,29,30,28,32	

Tabel 6 Jalur Kritis

- Jaringan kerja Penjadwalan ulang, Proses penjadwalan ulang dilakukan dengan mempertimbangkan hubungan antar aktivitas dalam jaringan kerja serta faktor-faktor seperti keterbatasan sumber daya, perubahan durasi aktivitas, dan kemungkinan penerapan metode percepatan seperti *crashing* atau *fast tracking*. Berdasarkan hasil analisis, beberapa aktivitas pada jalur kritis dan non-kritis mengalami penyesuaian waktu guna mengurangi risiko keterlambatan tanpa mengorbankan kualitas proyek.



Gambar 2 Diagram Jaringan dan Jalur Kritis

- Berdasarkan perhitungan diagram jaringan dan jalur kritis gambar 4.3 dihasilkan bahwa jalur 1,3,5,6,7,8, 12,13,14,15,28 dan 35 merupakan jalur kritis 1,3,5,6,7,8, 12,13,14,15, 28, 35 = 306 hari.

## 4. KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

### 4.1. Kesimpulan

- Faktor yang berpengaruh terhadap identifikasi aktivitas kritis yaitu mengenal biaya dan waktu, menentukan jalur kritis, menentukan durasi waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek, serta dapat memperkirakan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan aktivitas sesuai dengan jadwal yang ditentukan.

- Perhitungan PERT pada penjadwalan ulang ini tanpa menggunakan metode PERT pada pembangunan rusun tiga lantai menghasilkan waktu pelaksanaan proyek selama 411 hari dan menggunakan metode PERT selama 306 hari.

- Jika melihat perbandingan jadwal rencana menggunakan metode PERT dengan jadwal existing rencana proyek selisih 105 hari, sedangkan jadwal realisasi proyek selama 411 hari, kemungkinan proyek selesai pada target yang diinginkan yaitu 306 hari sebesar 100%. Hasil analisis ini memberikan beberapa saran tentang apa yang dapat dilakukan untuk mengatasi keterlambatan waktu sehingga dapat selesai sesuai dengan target waktu yang telah ditentukan.

### 4.2. Rekomendasi

- Implementasikan metode PERT secara menyeluruh dalam penjadwalan proyek guna mendapatkan estimasi waktu yang lebih realistis dan akurat.

- Fokus pada aktivitas jalur kritis, karena keterlambatan pada aktivitas ini akan berdampak langsung pada keterlambatan proyek secara keseluruhan.
- Optimalkan sumber daya pada aktivitas-aktivitas kritis dengan menambah tenaga kerja atau lembur bila diperlukan.
- Pantau secara berkala perkembangan proyek melalui sistem monitoring dan evaluasi mingguan atau bulanan.
- Evaluasi dan sesuaikan jadwal secara dinamis, terutama ketika terdapat deviasi dari jadwal awal.

## 5. REFERENSI

- [1]Cox, Andrew., Ireland, Paul., Lansdale, Chris., Sanderson, Joe., Watson, Glyn. 2022. *SupplyChain, Market, and Power*. London:Routledge.
- [2]Dipohusodo. 1995. *Manajemen Proyek dan Konstruksi*. Jilid 2. Yogyakarta: Badan Penerbit Kanisius.
- [3]Erviyanto, Wulfram I. 2005. *Manajemen Proyek Konstruksi Edisi Revisi*. Yogyakarta:Andi.
- [4]Erviyanto, Wulfram I.2010. *Implementasi Pembangunan Berkelanjutan Tinjauan Pada Tahap Konstruksi*. Yogyakarta:Andi.
- [5]Gray, Clifford F., Larson, Erik W. 2006. *Project Management:The Managerial Process*. Amerika Serikat:McGraw-Hill/Irwin.
- [6]Handoko, T. Hani. 1998. *Dasar-dasar Manajemen Produksi dan Operasi*. Edisi Satu.Cetakan Ketiga belas. Yogyakarta:BFFE. Yogyakarta.
- [7]Herzer, Jay., Render, Bany. 2005. *Operations Management*. Jakarta: Salemba Empat.
- [8]Kerzner, Harold. 2009. *Project Management. Twelfth Edition*. New Jersey:Wiley.
- [9]Lock, Dennis. 2007. *The Essentials of Project Management. Third Edition*. England:Gower Publishing Company.
- [10]Rani, HafnidarA.2016. *Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta: Deepublish.
- [11]Siswanto. 2007. *Perencanaan dan Pengendalian Proyek*. Jakarta:Sinar Grafika.
- [12]Soeharto, Iman. 1994. *Manajemen Proyek*. Jakarta:Penerbit Erlangga.
- [13]Soeharto, Iman. 1995. *Manajemen Proyek:Dari Konseptual Sampai Operasional*. Jakarta:Penerbit Erlangga.
- [14]Subagyo, Pangestu. 2000. *Manajemen Operasi*. Edisi Pertama. Yogyakarta:BPFE Yogyakarta.
- [15]Yamit, Zultan. 2000. *Manajemen Keuangan*.Yogyakarta:BPFE. Yogyakarta.