

Implementasi Metodologi PERT Pada Rancang Bangun Pesawat LSU 05 - NG

Abdul Aziz¹, Abdul Rohman¹, Irma Rismayanti¹, Hartono¹, Nurul Lailatul Muzayadah^{1 *},
Danartomo Kusumo Aji¹

¹Pusat Teknologi Penerbangan-LAPAN

^{*}E-mail: nurul.lailatul@lapan.go.id

ABSTRAK – Pusat Teknologi Penerbangan (Pustekbang) – LAPAN merupakan pusat yang bergerak dalam riset penerbangan. Pustekbang saat ini fokus dalam mengembangkan pesawat terbang tanpa awak yang dinamakan *Lapan Surveillance UAV* (LSU). Salah satu proyek yang sedang dikerjakan oleh Pustekbang adalah proyek pengembangan LSU-05 NG. Pesawat terbang tanpa awak yang dikembangkan Pustekbang sering mengalami kendala dalam melakukan perencanaan dalam menjadwalkan kegiatan proses pembuatan produk pesawat. Ini berpengaruh kepada meningkatnya biaya dan waktu yang digunakan. Manajemen proyek merupakan strategi yang dilakukan dalam mencapai efisiensi dan efektifitas suatu perusahaan atau lembaga. Manajemen proyek dapat pula digunakan untuk memperkirakan adanya percepatan proyek (*crasing*) pada Rancang Bangun pesawat LSU-05 NG. Perencanaan proyek dapat disusun dengan metode *Critical Path Method* (CPM) dan *Program Evaluation and Review Technique* (PERT). Dengan penyusunan manajemen proyek yang baik, maka dapat meminimalisir kerugian biaya dan waktu akibat kemungkinan keterlambatan proyek. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui fase kritis dalam proyek LSU-05 NG menggunakan dua metode CPM dan PERT sehingga dapat memetakan masalah, dan mencegah keterlambatan proyek. Jalur Kritis Metode CPM adalah A-C-E-F-G-K-L dengan durasi pekerjaan adalah 247 Hari. Adapun dengan Metode PERT Probabilitas pekerjaan terjadi pada 250 hari = 19.85 %, Untuk probabilitas pekerjaan terjadi pada 99 % = 265 hari.

Kata kunci: *Certification Plan*, PERT, CPM, Manajemen Proyek, Fase Kritis, LSU-05 NG

ABSTRACT – The Aeronautics Technology Center – LAPAN is institution focused in aeronautics research. Pustekbang is currently developing an unmanned aircraft called LSU. One of the project from Pustekbang is developing LSU-05 NG. Unmanned aircraft that developed by Pustekbang often has problems in the schedule planning of LSU 05 NG development. Project management is a strategy that needs to be done in achieving the efficiency and effectiveness of a company or institution. Project management can also be used to estimate the acceleration of the project (crasing). The planning project can be arranged with Program Evaluation and Review Technique (PERT) method. The preparation of a good project management can estimate the time and cost required to run the project. The purpose of research is to know the critical phase of LSU-05 Project using CPM and PERT, making it easier to map problems, and prevent project delays. The result of research Critical Pathway CPM method is A-C-E-F-G-K-L with a duration of work 247 Days. PERT Method The probability of work for 250 days = 19.85%, for the probability of work 99% = 265 days.

Keyword: *Certification Plan*, PERT, Project Management, Critical Phase, LSU-05 NG

1. PENDAHULUAN

Lembaga Antariksa dan Penerbangan Nasional (LAPAN) merupakan salah satu lembaga penelitian dan pengembangan di bidang teknologi kedirgantaraan. Salah satu proyek penelitian LAPAN yaitu pembuatan *Lapan Surveillance UAV* (LSU). Ketika pesawat LSU tersebut akan diproduksi maka perlu dilakukannya proses sertifikasi sehingga pesawat terbang tersebut dapat difungsikan dengan baik/laik terbang. Ada beberapa tipe pesawat LSU yang dijadikan wahana untuk disertifikasi yaitu, LSU 01, 02, 03, 04,05, LSU 02 NGLD dan LSU 05 NG. Salah satu pesawat LSU yang sudah disertifikasi adalah LSU-03 M3 pesawat ini telah disertifikasi IMAA dan pesawat yang akan disertifikasi adalah pesawat LSU-05-NG. Manajemen proyek merupakan proses merencanakan, mengorganisasikan, memimpin, dan mengendalikan kegiatan anggota organisasi serta sumber daya lainnya sehingga dapat mencapai sasaran organisasi telah ditentukan sebelumnya. Tujuan dari manajemen proyek adalah untuk dapat mengelola fungsi-fungsi manajemen hingga diperoleh hasil optimum sesuai dengan persyaratan yang ada dan telah ditetapkan serta untuk dapat mengelola sumber daya yang seefisien dan seefektif mungkin. Terdapat empat fungsi manajemen proyek yaitu fungsi perencanaan, fungsi organisasi, fungsi pelaksanaan, fungsi pengendalian. Manajemen proyek dapat pula digunakan untuk memperkirakan adanya percepatan proyek (*crasing*) pada rancang bangun LSU 05-NG. Perencanaan proyek dapat disusun dengan metode *Program Evaluation and Review Technique* (PERT). Dengan penyusunan manajemen proyek yang baik, maka dapat meminimalisir kerugian biaya dan waktu akibat kemungkinan keterlambatan proyek. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui fase kritis dalam proyek LSU-05 NG.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Manajemen Proyek

Manajemen proyek merupakan proses merencanakan, mengorganisasikan, memimpin, dan mengendalikan kegiatan anggota organisasi serta sumber daya lainnya sehingga dapat mencapai sasaran organisasi telah ditentukan sebelumnya. Tujuan dari manajemen proyek adalah untuk dapat mengelola fungsi-fungsi manajemen hingga diperoleh hasil optimum sesuai dengan persyaratan yang ada dan telah ditetapkan serta untuk dapat mengelola sumber daya yang seefisien dan seefektif mungkin. Terdapat empat fungsi manajemen proyek yaitu fungsi perencanaan, fungsi organisasi, fungsi pelaksanaan, fungsi pengendalian.

Fungsi perencanaan (*Planning*) ialah bertujuan dalam pengambilan keputusan yang mengelola data dan informasi yang dipilih untuk dilakukan di masa mendatang, seperti menyusun rencana jangka panjang dan jangka pendek, dan lain-lain. Fungsi Organisasi (*Organizing*) untuk mempersatukan kumpulan kegiatan manusia, yang memiliki aktivitas masing-masing dan saling berhubungan, dan berinteraksi dengan lingkungannya dalam rangka mencapai tujuan organisasi. Fungsi pelaksanaan berguna dalam menyelaraskan pelaku organisasi terkait dalam melaksanakan proyek, sedangkan fungsi pengarahan (*controlling*) mengukur kualitas proyek serta memberikan evaluasi dan perbaikan.

2.1.1 *Work Breakdown Structure (WBS)*

Work Breakdown Structure (WBS) merupakan sebuah cara yang digunakan untuk mendefinisikan dan mengelompokkan tugas-tugas dari sebuah proyek menjadi bagian-bagian kecil sehingga mudah diatur. Dalam WBS terdaftar setiap pekerjaan, setiap sub-pekerjaan, setiap tonggak penting dari proyek (*milestone*) dan produk atau jasa yang akan diserahkan (*deliverables*). WBS merupakan suatu daftar yang bersifat *top down* dan secara hirarkis menerangkan komponen-komponen yang harus dibangun dan pekerjaan yang berkaitan dengannya. Struktur dalam WBS mendefinisikan tugas-tugas yang dapat diselesaikan secara terpisah dari tugas-tugas lain, memudahkan alokasi sumber daya, penyerahan tanggung jawab, pengukuran dan pengendalian proyek. WBS disusun berdasarkan dasar pembelajaran seluruh dokumen proyek yang meliputi kontrak, gambar-gambar, dan spesifikasi. Proyek kemudian diuraikan menjadi bagian-bagian dengan mengikuti pola struktur dan hirarki tertentu menjadi item-item pekerjaan yang cukup terperinci.

2.1.2 *Critical Path Method (CPM)*

CPM atau metode jalur kritis yaitu jalur yang memiliki rangkaian komponen-komponen kegiatan dengan total jumlah waktu terlama dan menunjukkan kurun waktu penyelesaian proyek yang tercepat. Jadi, jalur kritis terdiri dari rangkaian kegiatan kritis, dimulai dari kegiatan pertama sampai pada kegiatan akhir proyek. Makna jalur kritis penting bagi pelaksana proyek, karena pada jalur ini terletak pada kegiatan yang bila pelaksanaannya terlambat akan menyebabkan keterlambatan proyek secara keseluruhan. Terkadang dapat dijumpai lebih dari satu jalur kritis dalam jaringan kerja. Beberapa istilah yang digunakan dalam metode CPM ini adalah:

a. *Earliest Start Time (ES)*

ES merupakan waktu tercepat suatu kegiatan/aktivitas dapat dimulai, dengan memperhatikan waktu kegiatan dan persyaratan pada urutan pengerjaan kegiatan.

b. *Latest Start Time (LS)*

LS merupakan waktu paling lambat untuk memulai suatu kegiatan.

c. *Earliest Finish Time (EF)*

EF merupakan waktu tercepat kegiatan dapat diselesaikan.

d. *Latest Finish Time (LF)*

LF merupakan waktu paling lambat dalam menyelesaikan suatu kegiatan. Pada CPM dikenal istilah *critical path* atau jalur kritis yang bertujuan untuk mengetahui kegiatan yang memiliki tingkat kepekaan tinggi terhadap keterlambatan pelaksanaan, sehingga dapat menentukan tingkat prioritas kebijakan dalam penyelenggaraan proyek.

2.1.3 *Program Evaluation and Review Technique (PERT)*

Metode PERT (*Program Evaluation Review Technique*) adalah suatu metode yang digunakan dalam evaluasi suatu proyek yang bertujuan untuk mengurangi sebanyak mungkin adanya penundaan, konflik, maupun gangguan terhadap kegiatan suatu proyek, termasuk di dalamnya melakukan koordinasi dan sinkronisasi dengan berbagai bagian dari keseluruhan pekerjaan agar dapat dilakukan percepatan terhadap penyelesaian suatu proyek.

PERT dapat melakukan penjadwalan, mengatur dan mengkoordinasikan bagian-bagian kegiatan dalam suatu proyek. Metode PERT mencakup tiga perkiraan waktu, waktu *pesimistic* (t_p), adalah waktu paling panjang yang mungkin diperlukan suatu kegiatan. Waktu perkiraan paling mungkin atau *most likely* (t_m), adalah waktu penyelesaian proyek yang paling memungkinkan, atau memiliki probabilitas paling tinggi. Waktu *Optimistic* (t_o), adalah waktu tercepat yang dapat dilakukan untuk melaksanakan kegiatan suatu proyek. Setelah menentukan ketiga perkiraan waktu tersebut, maka kita dapat menentukan waktu kegiatan yang diharapkan (*Expected Time*) dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Expected Time} = \text{optimistic} + (4 \times \text{most likely}) + \text{pesimistic} \quad (1)$$

6

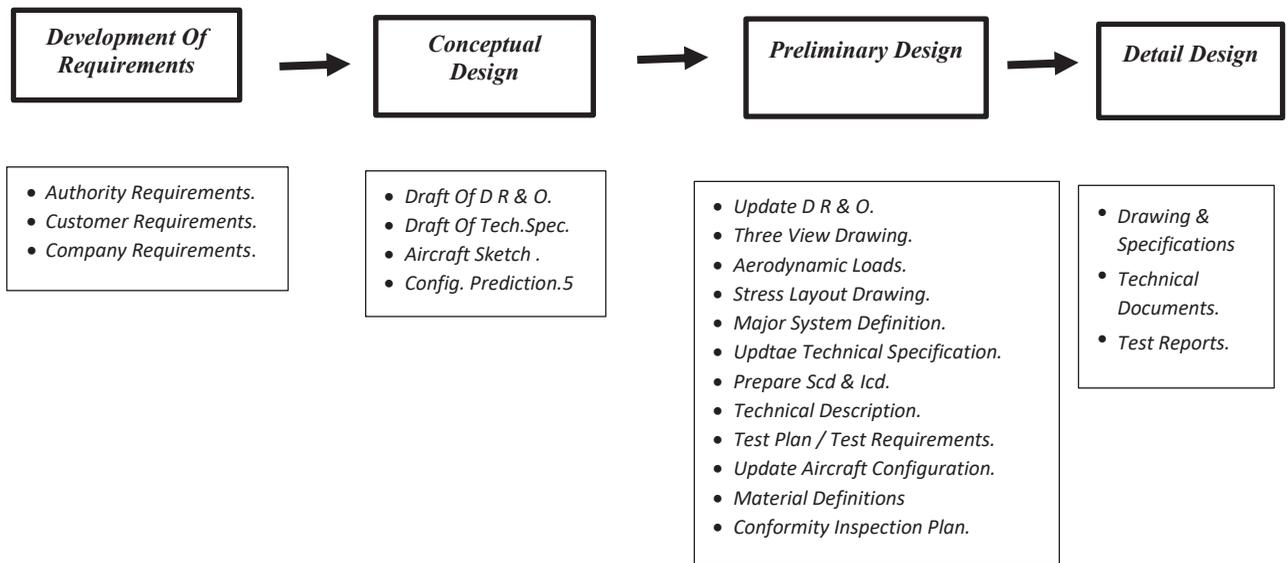
Dalam menentukan perkiraan waktu proyek dapat dihitung dengan menggunakan perhitungan probabilitas dan diselesaikan dengan tabel normalitas.

$$Z = \frac{x - \mu}{\sigma} \quad (2)$$

Dengan keterangan bahwa x merupakan jumlah waktu pelaksanaan proyek yang diharapkan, μ merupakan rata-rata proyek dapat terselesaikan, dan σ merupakan standar deviasi.

2.2 Desain Pesawat

Desain pesawat merupakan salah satu disiplin ilmu yang berbeda dari ilmu-ilmu yang bersifat analisis seperti aerodinamika, struktur, kontrol, dan propulsi. Namun, setidaknya desainer pesawat harus mengetahui secara umum ilmu-ilmu analisis tersebut. Pekerjaan pokok yang dilakukan oleh desainer adalah melakukan “desain”, yaitu membuat deskripsi geometri pesawat berdasarkan pertimbangan-pertimbangan untuk selanjutnya masuk dalam proses manufaktur. Oleh karena itu, produk yang dihasilkan seorang desainer adalah gambar *layout* baik menggunakan tangan maupun *Computer-aided design* (CAD). Desain bukan hanya sekedar proses menggambar *layout*, tapi juga proses analisa untuk menentukan desainnya harus seperti apa, dan bagaimana caranya agar desain menjadi lebih baik. Ada tiga tahap untuk mendesain sebuah pesawat yaitu: *conceptual design*, *preliminary design*, dan *detail design*. Berikut merupakan Gambar 2.1 merupakan Proses Rancang Bangun Desain Pesawat Udara.



Gambar 2.1 Proses Rancang Bangun Desain Pesawat Udara

2.2.1 Development of Requirements

Terdiri dari persyaratan dari pihak berwenang, pelanggan, dan perusahaan dalam membuat produk penerbangan. Adapun pihak berwenang adalah DGCA, yang memiliki wewenang dalam menentukan *requirement* pembuatan produk penerbangan sipil. Perusahaan manufaktur pesawat terbang juga memiliki kualifikasi standar yang ditetapkan DGCA. Dengan pertimbangan dari pihak berwenang, pelanggan, dan perusahaan didapatkanlah suatu produk penerbangan.

2.2.2 Conceptual Design

Conceptual design merupakan tahap pertama dalam desain pesawat. Dalam tahap ini, desainer menyertakan sketsa berbagai konfigurasi pesawat sebagai bahan pertimbangan agar memenuhi spesifikasi yang dibutuhkan seperti aerodinamika, propulsi, performa, struktur, dan kontrol. Aspek fundamental seperti bentuk badan pesawat, konfigurasi sayap, dan ukuran mesin ditentukan dalam tahap ini. Kendala-kendala untuk merancang seperti yang disebutkan di atas semua diperhitungkan pada tahap ini juga. Produk akhir dari konseptual desain adalah terkaan sketsa berupa konsep tata letak konfigurasi pesawat. Dalam Fase *Conceptual Design* banyak terjadi perubahan dan revisi, sehingga memerlukan penomoran revisi yang sudah ada dalam design standar.

2.2.3 Preliminary Design

Desain pada tahap konseptual selanjutnya akan direvisi dan dimodelkan dalam bentuk parameter-parameter. Dalam tahap ini, akan dilakukan pengujian aerodinamika model, baik menggunakan *wind tunnel* maupun *computational fluid dynamic*. Analisa mayor terhadap struktur dan konfigurasi sistem

juga dilakukan pada tahap ini. Produk akhir dari *preliminary design* adalah perbaikan sketsa disertai dengan dimensi geometri pesawat dan parameter-parameter. Dalam fase *preliminary design* juga akan banyak terjadi perubahan dan revisi, sehingga memerlukan penomoran revisi yang sudah ada dalam desain standar.

2.2.4 Detail Design

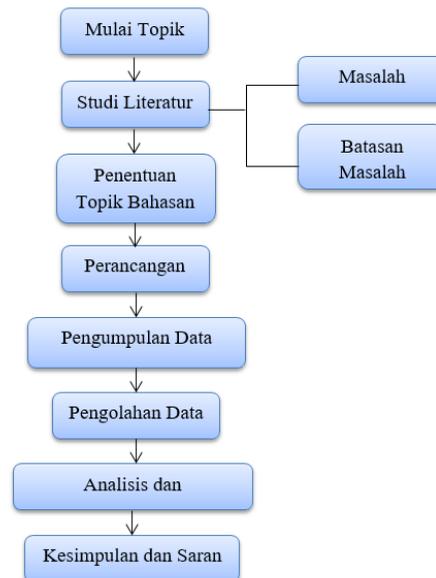
Pada tahap ini, desain harus sudah siap masuk dalam tahap manufaktur. Misalkan pada konseptual dan preliminary desain, desainer hanya mendesain sayap berupa geometrinya saja secara umum. Maka pada detail *design*, desainer merinci desain sayap ke dalam beberapa bagian seperti *ribs*, *spars*, dan *skins* masing-masing bagian tersebut harus didesain dan dianalisa secara terpisah. Hal lain yang penting dalam tahap ini adalah *production design*. Seorang yang ahli harus mampu menentukan bagaimana pesawat akan dimanufaktur, dimulai dari penyusunan part-part kecil (*sub assembly*) sampai dengan penyusunan part secara utuh (*final assembly*). Desainer pada tahap ini juga harus menentukan langkah manufaktur termudah, terekonomis, dan terefesien. Dalam fase *detail design* juga akan terjadi banyak revisi dalam melakukan desain produk aeronautika. Dokumen yang siap untuk sertifikasi adalah dokumen yang telah sempurna, dan siap untuk disajikan ke *authority* dengan kesiapan *engineering design* untuk mempertanggung jawabkan produk *design* sesuai dengan kemampuan dan kepercayaan diri bahwa *design* produknya dapat digunakan secara aman, dan selamat dan mengacu pada standar FAR 23/CASR 23 tentang *airworthiness standart normal*, *utility*, *acrobatic*, and *commuter category airplane* Standar untuk pembuatan design pesawat terbang menggunakan FAR 23 terbaru/CASR 23. Adapun standar Organisasi yang menjamin bahwa pembuatan design pesawat sesuai standar adalah Organisasi *Design Organization Approval (DOA)* yang sesuai dengan CASR Part 21.

2.2.5 Produksi

Sesuai dengan ketentuan yang berlaku di dunia penerbangan, setiap pesawat yang diproduksi harus melalui proses sertifikasi terlebih dahulu. Setelah menjalani proses tersebut, pihak *manufacturer* antara lain akan memperoleh: *type certificate of registration*, *certificate of engine service ability* dan *certificate of airwothiness* (sertifikat kelaikan udara). Jika suatu pesawat tidak menjalani proses sertifikasi sehingga tidak memperoleh sertifikat kelaikan udara (*certificate of airwothiness*) dari *Director General of Civil Aviation (DGCA)* negaranya atau negara di mana pesawat tersebut akan dioperasikan, maka pesawat tersebut dilarang terbang demi keselamatan penerbangan. Dengan memiliki sertifikat ini berarti kondisi pesawat yang bersangkutan adalah laik udara. Kondisi demikian antara lain didasarkan atas tiga hal: Pertama, desain dan proses produksi yang dapat dipertanggung jawabkan, dalam arti produk yang bersangkutan harus memenuhi konfigurasi sebagaimana telah ditentukan oleh desain. Konfigurasi yang telah diimplementasikan pada pesawat merupakan konfigurasi riel di mana konfigurasi riel ini harus sesuai dengan konfigurasi dasar (*basic configuration*). Pelaksanaan konfigurasi itu sendiri dikontrol sedemikian rupa oleh Inspektur QA (*Quality Assurance*) sehingga status akhir dari pesawat sudah dapat ditentukan. Apabila terjadi kelainan, maka hal ini akan tercatat dalam suatu *record document* yang baik. Selanjutnya melalui *record* ini, setiap kualitas dapat diketahui tingkat keandalannya.

2.3 Metodologi Penelitian

Berikut merupakan diagram alir pada penelitian pembuatan *certification plan* pesawat tanpa awak, dapat dilihat pada Gambar 2.2.

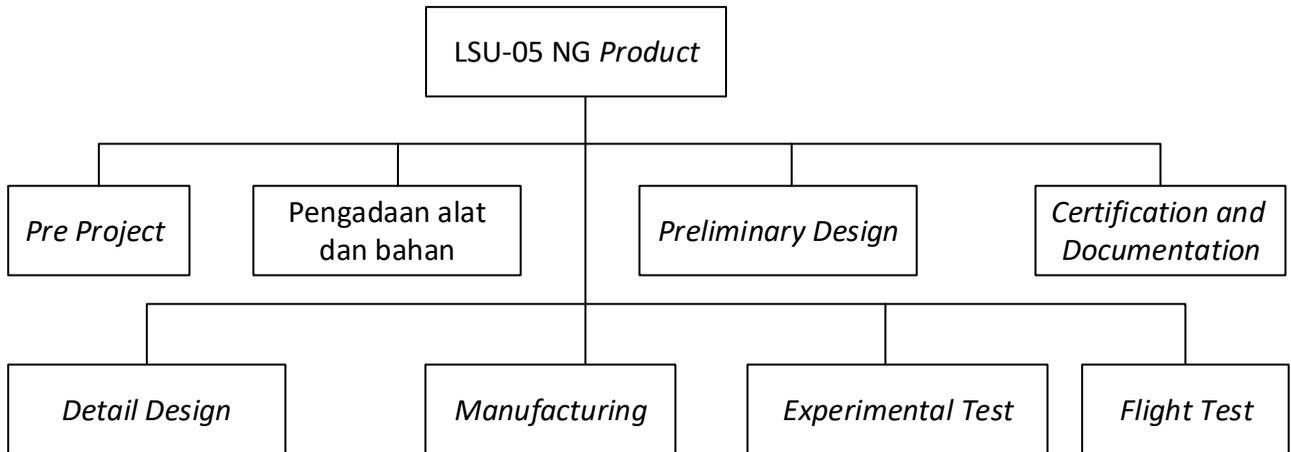


Gambar 2.2 Metodologi Penelitian pesawat tanpa awak

- Adapun tahap dalam pengolahan data adalah identifikasi aktivitas proyek dengan menggunakan *Work Breakdown Structure* (WBS) sederhana.
- Pembuatan alur aktivitas menggunakan precedence diagram. Untuk menentukan waktu dan biaya pelaksanaan proyek yang efisien digunakan metode PERT, dan CPM.

3. FAKTA DAN DATA

Dalam melakukan perencanaan manajemen proyek yang baik perlu diawali dengan melakukan identifikasi aktivitas yang dilakukan menggunakan *Work Breakdown Structure* (WBS) sederhana dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Work Breakdown Structure LSU 05-NG

3.1 Rencana Waktu Pelaksanaan Proyek

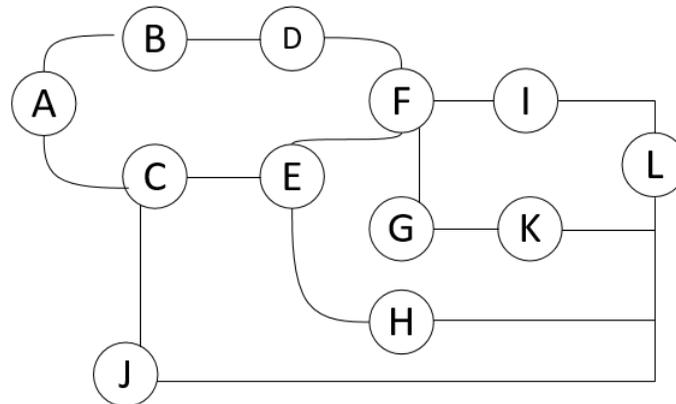
Gambar 3.2 merupakan *project schedule* LSU 05-NG dalam proses kegiatan proyek terjadi sepanjang 2019.



Gambar 3.2 Project Schedule LSU-05 NG (Dokumen Engineering LSU-05 NG)

4. ANALISIS

Setelah mendapatkan data kegiatan pembuatan pesawat LSU 05 NG, maka dibuatlah *precedence diagram* dengan jalur kritis (*critical path*) pada alur aktivitas A-B-D-F-G, yaitu selama 233 hari. Sedangkan untuk jalur lintasan aktivitas lainnya yaitu A-C-D-F-G K dilakukan selama 234 hari, dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Precedence Diagram LSU 05 NG

Tabel 4.1 Predecessor Aktivitas Proyek

Predecessor Aktivitas Proyek			
Aktivitas	Deskripsi Aktivitas	Jumlah Hari	Predecessor
A	<i>Pre Project</i> (Identifikasi masalah, analisis kebutuhan, pembuatan LSU-05 NG, pengadaan alat dan bahan)	20	-
B	Pembuatan <i>Design Requirements Objectives</i> (DRO) LSU-05 NG (<i>Conceptual Design</i>)	8	A
C	Perancangan <i>preliminary design</i> LSU-05 NG	30	A
D	<i>Conceptual Design</i> (<i>engineering design</i>) LSU-05 NG	15	B
E	Analisa dan kalkulasi <i>engineering design</i> LSU-05 NG	30	C
F	Detail <i>engineering design</i> LSU-05 NG (<i>drawing, technical documents, test reports, Iterasi Desain</i>)	40	D
G	<i>Manufacturing</i>	90	F
H	Persiapan Pengujian (bahan, seting alat, dll)	8	E
I	Pelaksanaan dan analisa hasil pengujian	30	F
J	<i>Certification and Documentation</i>	30	C
K	Evaluasi desain dan laporan akhir	7	G
L	Evaluasi dan Penetapan Desain	30	H,I,J,K

4.1 Critical Path Method (CPM)

Pada *Critical Path Method* (CPM) dapat dilakukan penentuan waktu-waktu tercepat dan waktu-waktu terlambat dalam menjalankan aktivitas. Pada Tabel 2 dapat menunjukkan jumlah *Earlier Start* (ES), *Earlier Finish* (EF), *Latest Start* (LS), *Latest Finish* (LF), dan *slack time*. Contoh perhitungan waktu *slack* yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Slack time A} &= \text{LS}_A - \text{ES}_A \\ &= 1 - 0 = 1 \end{aligned}$$

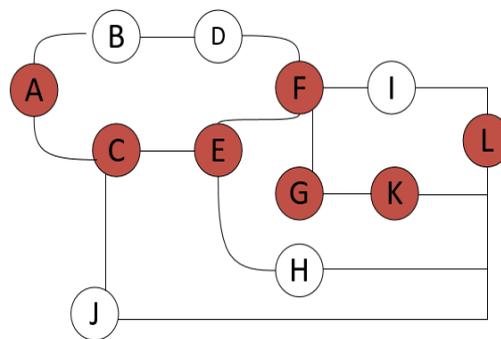
Tabel 4.2 Aktivitas ES EF LS LF Slack Time

Aktivitas (ES, EF, LS, LF, Slack Time)					
Aktivitas	ES	EF	LS	LF	Slack Time
A	0	20	0	20	0
B	20	28	57	65	20
C	20	50	20	50	0
D	28	43	65	80	37
E	50	80	50	80	0
F	80	120	80	120	0
G	120	210	120	210	0
H	80	88	209	217	129
I	120	150	187	217	67
J	50	80	187	217	137
K	210	217	210	217	0
L	217	247	217	247	0

Setelah penentuan aktivitas menggunakan *Slack Time*, kita ambil pilihan waktu *slack timenya* menunjukkan nilai 0, di mana dengan nilai itu didapatkan fase kritis menggunakan metode CPM. Adapaun jalur kritis metode CPM, dapat dilihat pada Gambar 4.2 dan Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Jalur kritis Metode CPM

Aktivitas	Deskripsi Aktivitas	Jumlah Hari	Predecessor
A	<i>Pre Project</i> (Identifikasi masalah, analisis kebutuhan, pembuatan LSU-05 NG, pengadaan alat dan bahan)	20	-
C	Perancangan <i>preliminary design</i> LSU-05 NG	30	A
E	Analisa dan kalkulasi <i>engineering design</i> LSU-05 NG	30	C
F	Detail <i>engineering design</i> LSU-05 NG (<i>drawing, technical documents, test reports</i> , Iterasi desain)	40	D
G	<i>Manufacturing</i>	90	F
K	Evaluasi desain dan laporan akhir	7	G
L	Evaluasi dan Penetapan Desain	30	H,I,J,K

**Gambar 4.2 Jalur Kritis CPM**

4.2 PERT (Program Evaluation and Review Technique) Method

Selanjutnya, untuk menghitung rencana waktu pelaksanaan proyek yaitu dari segi teknik evaluasi dan review proyek atau PERT (*Program Evaluation and Review Technique*), waktu aktivitas dapat terbagi atas *pesimistic*(t_p), *mostlikely*(t_m) dan *Optimistic*(t_o). Pada Tabel 4 dapat dilihat jumlah waktu sesuai dengan metode PERT.

Tabel 4.4 Durasi Waktu metode PERT

Aktivitas	Prodecessor	Durasi (Waktu)		
		Tercepat	Normal	Terlambat
A		19	20	25
B	A	7	8	12
C	A	28	30	35
D	B	14	15	17
E	C	29	30	38
F	D	38	40	49
G	E	80	90	100
H	E	6	8	10
I	F	28	30	34
J	C	28	30	32
K	G	5	7	9
L	H,I,J,K	28	30	38

Selanjutnya dari Tabel 4.4 aktivitas metode PERT langsung dilakukan perhitungan *Experted duration*, dengan *variance*, dan juga *slack time* yang dapat dilihat pada Tabel 4.5.

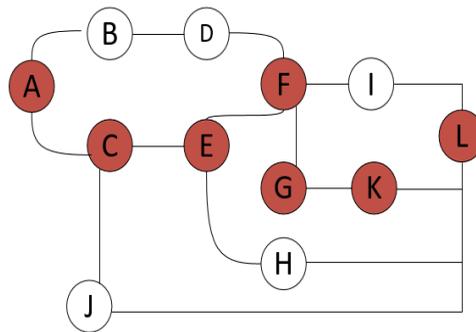
Tabel 4.5 *Experted Duration* dan *Slack Time* dalam Metode PERT

Aktivitas	Experted Duration	variance	ES	EF	LS	LF	Slack Time
A	20,66667	1	0	20	0	20	0
B	8,5	0,694444	20	28,5	58	66,5	20
C	30,5	1,361111	20	50,5	20	50,5	0
D	15,16667	0,25	28,5	43,67	66,5	81,67	38
E	31,16667	2,25	50,5	81,67	50,5	81,67	0
F	41,16667	3,361111	81,67	122,8	81,67	122,8	0
G	90	11,11111	122,8	153,8	122,8	153,8	0
H	8	0,444444	81,67	89,67	152,8	160,8	71,17
I	30,33333	1	122,8	153,2	130,5	160,8	7,667
J	30	0,444444	50,5	80,5	130,8	160,8	80,33
K	7	0,444444	153,8	160,8	153,8	160,8	0
L	31	2,777778	160,8	191,8	160,8	191,8	0

Dengan metode Pert dan CPM memiliki fase kritis yang sama yaitu pada jalur A-C-E-F-G-K-L. Dapat dilihat pada Gambar 4.3, dan Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Jalur Kritis Metode PERT

Aktivitas	Deskripsi Aktivitas	Jumlah Hari	Predecessor
A	<i>Pre Project</i> (Identifikasi masalah, analisis kebutuhan, pembuatan LSU-05 NG, pengadaan alat dan bahan)	20	-
C	Perancangan <i>preliminary design</i> LSU-05 NG	30	A
E	Analisa dan kalkulasi <i>engineering design</i> LSU-05 NG	30	C
F	Detail <i>engineering design</i> LSU-05 NG (<i>drawing, technical documents, test reports</i> , Iterasi desain)	40	D
G	<i>Manufacturing</i>	90	F
K	Evaluasi desain dan laporan akhir	7	G
L	Evaluasi dan Penetapan Desain	30	H,I,J,K

**Gambar 4.3 Jalur Kritis PERT**

4.3 Probabilitas durasi kerja

Tabel 7 menjelaskan probabilitas ketika proyek dilakukan lebih atau kurang dari waktu yang diharapkan (254 hari). Terlihat pada tabel bahwa kemungkinan proyek ini dikerjakan lebih cepat sangat kecil dibandingkan keterlambatan proyek. Jika mengambil durasi pelaksanaan yang memiliki tingkat keyakinan tinggi, misal 99%, maka durasi yang sesuai adalah 265 hari.

$$\mu = 254$$

$$\sigma = 4,722875772$$

$$Z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

Dengan keterangan bahwa x merupakan jumlah waktu pelaksanaan proyek yang diharapkan, μ merupakan rata-rata proyek dapat terselesaikan, dan σ merupakan standar deviasi.

Tabel 4.7 Tabel Probabilitas durasi kerja

Total Waktu Pelaksanaan (Hari)	Z	Probabilitas
250	-0,84694	19,85%
251	-0,63521	26,26%
252	-0,42347	33,60%
253	-0,21174	41,62%
254	0	50,00%
255	0,211735	58,38%
256	0,423471	66,40%
257	0,635206	73,74%
258	0,846942	80,15%
259	1,058677	85,51%
260	1,270412	89,80%
261	1,482148	93,08%
262	1,693883	95,49%
263	1,905619	97,17%
264	2,117354	98,29%
265	2,329089	99,01%
266	2,540825	99,45%
267	2,75256	99,70%

5. PENUTUP

Dengan penyusunan manajemen proyek yang baik, maka dapat meminimalisir kerugian biaya dan waktu akibat kemungkinan keterlambatan proyek. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui fase kritis dalam proses rancang bangun LSU-05 NG. Hasil dari penelitian menetapkan Jalur Kritis Metode CPM dan PERT adalah A-C-E-F-G-K-L, dimana jalur ini merupakan deskripsi aktivitas dari :

- *Pre Project* (Identifikasi masalah, analisis kebutuhan, pembuatan LSU-05 NG, pengadaan alat dan bahan)
- Perancangan *preliminary design* LSU-05 NG
- Analisa dan kalkulasi *engineering design* LSU-05 NG
- *Detail engineering design* LSU-05 NG (*drawing, technical documents, test reports*, Iterasi desain)
- *Manufacturing*
- Evaluasi desain dan laporan akhir
- Evaluasi dan Penetapan Desain

Total durasi pekerjaan 247 Hari. Adapun dengan Metode PERT Probabilitas pekerjaan terjadi pada 250 hari = 19.85 %, Untuk probablitas pekerjaan terjadi pada 99 % = 265 hari.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Bapak Agus Aribowo selaku Kepala Bidang Progfas dan Bapak Gunawan Prabowo selaku Kepala Pusat Teknologi Penerbangan-LAPAN yang telah mendukung kegiatan ini. Terimakasih juga kami ucapkan kepada Para Ahli Penulis Utama yang telah memberi masukan dalam penulisan makalah ini serta seluruh tim LSU-05 NG dan Tim Operasi dan Perawatan Pesawat Udara.

DAFTAR PUSTAKA

- Arianie, G.P. 2017, *Perencanaan Manajemen Proyek Dalam Meningkatkan Efisiensi Dan Efektifitas Sumber Daya Perusahaan (Studi Kasus : Qiscus Pte Ltd)*, Jurnal Teknik Industri Undip, Vol. 12, No. 3.
- Dimiyati, D. H., & Nurjaman, K. 2014, *Manajemen Proyek*, Pustaka Setia, Yogyakarta.
- Duncan, W. R. 1996, *A Guide to The Project Management Body of Knowledge. Sylva: PMI Communication*.
- E. Irwansyah, *Sistem Informasi Geografis : Prinsip Dasar dan Pengembangan Aplikasi*, 1st ed. Yogyakarta: Digibooks, 2013.
- Howe, Denis.2000. *Aircraft Conceptual Design Synthesis*.ISBN 1860583016.
- Materi Persentasi Badan Otoritas Sertifikasi untuk LAPAN.2017.PT CS Aero.
- Nagar, Mudita Dave. 2017.*Project Management techniques: PERT and CPM*.Asian Journal of Computer Science Engineering 2017; 2(2): 28-31.
- Nur Sahid, M. 2003. *Manajemen Konstruksi*. Surakarta.
- Rev, E. 2003, *Work Breakdown Structure*, U.S. Department of Energy, America.
- Soeharto, I. 1999, *Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional)*, Erlangga, Jakarta.