

Kajian Perencanaan Sertifikasi Militer Pesawat Tanpa Awak LSU-05NG dengan Metode WBS dan CPM

Abdul Rohman^{1*)}, Abdul Aziz¹, Awang Rahmadi N¹, Hartono¹, Nurul Lailatul Muzayadah¹,
Danartomo Kusumoaji¹, Ryaas Luqman^{2*)}

¹Pusat Teknologi Penerbangan-LAPAN

²Sekolah Tinggi Teknologi Kerdigantaraan-STTKD Yogyakarta

^{*)}E-mail: abdul.rohman@lapan.go.id

ABSTRAK – Di dalam perencanaan sebuah proyek ketepatan waktu, biaya, kualitas adalah hal terpenting dan mendapat perhatian lebih sebelum proyek tersebut dikerjakan. Masalah akan muncul ketika perencanaan dan pengendalian proyek tidak memperhatikan pemetaan jalur kritis dari suatu kegiatan. Sertifikasi Pesawat Terbang Berawak atau Pesawat Terbang Tanpa Awak merupakan hal yang diwajibkan dalam regulasi penerbangan. Hal ini untuk menjamin keselamatan dan keamanan dalam penerbangan. Untuk mensertifikasi sebuah pesawat atau UAV akan memakan waktu yang lama. Semakin lama waktu dalam menyelesaikan sertifikasi akan membawa dampak bagi instansi yang mengajukan. Pada tahun ini, Pusat Teknologi Penerbangan sedang mengembangkan LSU-05 NG dengan target akhir mendapatkan sertifikat produk. Selama ini Pusat Teknologi Penerbangan sebagai lembaga riset pengembangan pesawat salah satunya Pesawat Terbang Tanpa Awak, belum memiliki perencanaan sertifikasi untuk kegiatan sertifikasi produknya. Kajian perencanaan sertifikasi sangat diperlukan sebagai strategi untuk mencapai efisiensi dan efektivitas waktu dan anggaran. Pada penelitian ini digunakan metode *Work Breakdown Structure* (WBS) dan *Critical Path Method* (CPM) yang dapat membantu *Program Manager* dalam merencanakan dan mengendalikan proses sertifikasi. Metode ini dapat membantu menentukan kegiatan kritis dan mengetahui estimasi waktu penyelesaian proses sertifikasi. Hasil akhir yang didapatkan dalam penelitian ini adalah didapatkannya kerangka kerja konseptual, efisiensi waktu dan jalur kritis proses sertifikasi. Penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai acuan untuk membantu Pusat Teknologi Penerbangan dalam mensertifikasi Pesawat Terbang Tanpa Awak hasil pengembangannya.

Kata kunci: Sertifikasi, WBS, CPM, LSU-05 NG

ABSTRACT- In planning a project, timing, costs, and quality is the most important thing and get more attention before the project is conducted. Problems will arise when project planning and control do not pay attention to mapping the critical paths of an activity. Aircraft or unmanned aircraft certification is mandatory in aviation regulation. This is to ensure safety and security in flight. To certify an aircraft or UAV will take a long time. The longer the completion time for certification will have an impact on the submitting agency. This year, The Aeronautics Technology Centre is developing LSU-05 NG with the final goal of getting a product certificate. So far, The Aeronautics Technology Centre as an aircraft development research institute, one of which is Unmanned Aircraft, does not yet have certification plans for its product certification activities. The study of certification planning is very much needed as a strategy to achieve time and budget efficiency and effectiveness. In this study, the Work Breakdown Structure (WBS) and Critical Path Method (CPM) methods are used to assist the Program Manager in planning and controlling the certification process. This method can help determine critical activities and determine the estimated time to complete the certification process. The final result obtained in this study is to obtain a conceptual framework, time efficiency and critical path of the certification process. This research is

expected to be used as a reference to assist the Aeronautics Technology Centre in certifying unmanned aircraft as a result of its development.

Keywords: *Certification, WBS, CPM, LSU-05 NG*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sertifikasi adalah proses penilaian dan pemeriksaan oleh lembaga berwenang kepada Organisasi/Personil/Produk untuk kemudian dibuktikan secara tertulis dengan penerbitan sertifikat. Keharusan sertifikasi bagi pesawat-pesawat terbang dimaksudkan sebagai usaha penanggulangan dini kecelakaan penerbangan. Hal ini sejalan dengan amanat Undang-Undang RI Nomor 1 Tahun 2009 pasal 13 ayat 1 yakni pesawat udara, mesin pesawat udara, dan baling-baling pesawat terbang yang akan dibuat untuk digunakan secara sah (*eligible*) harus memiliki rancang bangun. Selanjutnya rancang bangun pesawat udara, mesin pesawat udara, dan baling-baling pesawat terbang sebagaimana dimaksud pada ayat 1 harus mendapat surat persetujuan setelah dilakukan pemeriksaan dan pengujian sesuai dengan standar kelaikudaraan. Pemeriksaan dan pengujian yang dimaksud adalah proses sertifikasi. Sertifikasi ini juga sebagai tanda bahwa pesawat yang dikembangkan sudah memenuhi standar dan layak untuk diproduksi.

Sertifikat pesawat terbang dikeluarkan oleh badan pengawas kelaikan udara, dimana di Indonesia badan ini disebut Direktorat Kelaikudaraan dan Pengoperasian Pesawat Udara (DKPPU). Di Amerika Serikat (AS), badan yang dimaksud adalah *Federal Aviation Authorization* (FAA), di Inggris: *Civil Aviation Authority* (CAA) dan di Jerman: *Luftfahrt Bundes Amt* (LBA). Untuk saat ini sertifikasi pesawat tanpa awak hanya dapat dilakukan oleh *Indonesian Military Airworthiness Authority* (IMAA). Ini dikarenakan DKPPU belum mempunyai pengalaman mensertifikasi pesawat tanpa awak dan lebih fokus ke sertifikasi pesawat transportasi.

Pusat Teknologi Penerbangan (Pustekbang)-LAPAN merupakan salah satu lembaga penelitian dan pengembangan di bidang teknologi kedirgantaraan milik pemerintah. Salah satu proyek penelitian Pustekbang yaitu pembuatan *Lapan Surveillance UAV* (LSU). Ada beberapa tipe pesawat LSU yang sudah dikembangkan yaitu, *LSU 01*, *LSU 02*, *LSU 03* dan *LSU 05*. Dari semua varian LSU, belum pernah ada yang disertifikasi. Ini dikarenakan LSU masih dalam proses *research and development* serta keterbatasan dana. Saat ini Pustekbang sedang melanjutkan pengembangan LSU05 menjadi LSU05NG. Target dari pengembangan ini adalah terbitnya sertifikat produk untuk LSU05NG.

Dengan adanya target terbitnya sertifikat produk untuk LSU05NG, maka diperlukan kajian pembuatan perencanaan sertifikasi (*Certification Plan*). Ini diperkuat dengan belum adanya pengalaman Pustekbang dalam mengajukan sertifikasi kepada otoritas. Manajemen yang baik terkait dengan manajemen aktivitas seperti penjadwalan, pengelolaan *human resources* yang mana akan berujung pada estimasi waktu yang diperlukan dalam menjalankan sertifikasi sehingga dapat meminimalisir kerugian akibat keterlambatan sertifikasi.

1.2 Permasalahan

Permasalahan yang diangkat dari penelitian ini, yaitu:

- a. Proses sertifikasi yang memakan waktu yang lama
- b. Pustekbang belum memiliki kajian proses sertifikasi

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah didapatkannya kerangka kerja konseptual, efisiensi waktu dan jalur kritis proses sertifikasi. Penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai acuan untuk membantu Pusat Teknologi Penerbangan dalam mensertifikasi Pesawat Terbang Tanpa Awak hasil pengembangannya.

1.4 Metodologi

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan metode *Work Breakdown Structure (WBS)* dan *Critical Path Method (CPM)*.

2. LANDASAN TEORI

2.1. Sertifikasi

Merujuk pada Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 26 Tahun 2009 Kelaikudaraan adalah terpenuhinya persyaratan desain tipe pesawat udara dan dalam kondisi aman untuk beroperasi. Peraturan Menteri ini mengatur tentang Sanksi Administratif Terhadap Pelanggaran Peraturan Perundang-Undangan di Bidang Keselamatan Penerbangan. Pengertian kelaikudaraan ini sejalan dengan pengertian kelaikudaraan pada Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2009 tentang Keselamatan Penerbangan pasal 1 angka 10. Kemudian sebagai bukti terpenuhinya syarat tersebut maka harus didukung dengan adanya sertifikat kelaikudaraan dan jenis izin yang mendukung.

Menurut Undang-Undang No 20 Tahun 2014 tentang Standarisasi dan Penilaian Kesesuaian, sertifikasi adalah rangkaian kegiatan Penilaian Kesesuaian yang berkaitan dengan pemberian jaminan tertulis bahwa Barang, Jasa, Sistem, Proses, atau Personal telah memenuhi Standar dan/atau regulasi.

Sertifikasi pesawat terbang merupakan prasyarat atau tahap awal dan urutan kerja yang harus dipenuhi dan dilakukan sebelum pesawat tersebut diproduksi masal sehingga pesawat terbang tersebut dapat difungsikan dengan baik dan dinyatakan laik terbang. Dalam mencakup keselamatan dan keamanan penerbangan sesuai dengan amanat Undang-undang No. 1 tahun 2009 tentang keselamatan penerbangan dibagi menjadi 4 pilar dalam membuat dan menjalankan operasi pesawat yang perlu dipenuhi dalam menjalankan Undang-undang ini yaitu desain, produksi, operasi dan *maintenance*.

Keharusan sertifikasi bagi pesawat-pesawat terbang dimaksudkan sebagai usaha penanggulangan dini kecelakaan penerbangan. Sertifikasi pesawat adalah suatu proses yang harus dilewati oleh pesawat terbang untuk penentuan laik/tidak laik terbang, yang berupa pengujian pesawat beserta dokumen. Proses sertifikasi yang dilaksanakan oleh Badan Pemerintah yang bertanggung jawab mengenai masalah penerbangan wajib oleh setiap pesawat yang baru didesain dan diproduksi untuk pertama kali. Keharusan sertifikasi bagi pesawat-pesawat terbang dimaksudkan sebagai usaha penanggulangan dini kecelakaan penerbangan.

Menurut UU No. 1 Tahun 2009 Pasal 19 Ayat 1 setiap badan hukum Indonesia yang melakukan kegiatan produksi/perakitan pesawat, mesin pesawat udara dan baling-baling pesawat udara wajib memiliki sertifikat produksi. Sedangkan Pasal 19 ayat 2 pasal ini mengatur lebih jauh untuk

memperoleh sertifikat sebagaimana dimaksud pada ayat 1 badan hukum Indonesia harus memenuhi persyaratan yaitu:

- a. Memiliki sertifikat (*Type-Certificate*) atau memiliki lisensi produksi pembuatan berdasarkan perjanjian dengan pihak lain.
- b. Fasilitas dan peralatan produksi
- c. Struktur organisasi sekurang-kurangnya memiliki bidang produksi dan kendali mutu.
- d. Porsenel produksi dan kendali mutu yang kompeten.
- e. Sistem jaminan kendali mutu.
- f. Sistem pemeriksaan produk dan pengujian produksi.

Pada prinsipnya, prosedur sertifikasi untuk melaksanakan proses desain, manufaktur dan uji terbang dalam rangka kelaikan penerbangan bagi setiap negara yang menghasilkan produk aeronautika yang aman. Hal ini disebabkan karena masalah keselamatan penerbangan merupakan suatu tuntutan manusiawi yang bersifat universal. Oleh karenanya, setiap pesawat tanpa awak yang diproduksi harus memiliki sertifikat laik terbang sebagai upaya pemenuhan jaminan keselamatan penerbangan.

2.2. Manajemen Proyek

Manajemen proyek adalah aplikasi pengetahuan, keahlian, peralatan dan teknik untuk kegiatan proyek yang sesuai dengan kebutuhan proyek. Manajemen proyek merupakan suatu cara untuk menyelesaikan masalah yang harus dipaparkan oleh *user*, kebutuhan *user* harus terlihat jelas dan harus terjadi komunikasi yang baik agar kebutuhan *user* bisa diketahui. Manajemen proyek memiliki peran khusus dalam struktur organisasi tradisional yang sangat birokratis dan tidak dapat dengan cepat merespon perubahan lingkungan.

2.3. *Work Breakdown Structure (WBS)*

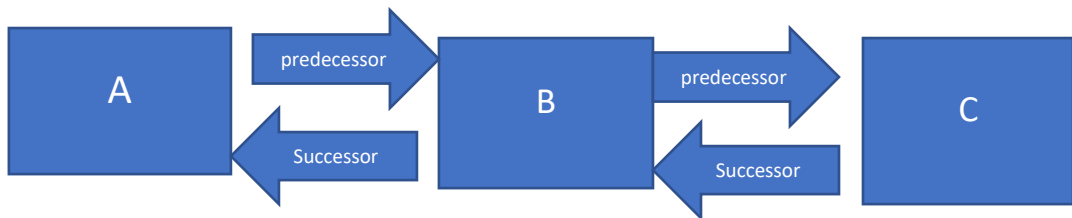
WBS adalah suatu metode pengorganisasian proyek menjadi struktur pelaporan hierarkis. WBS digunakan untuk melakukan *breakdown* atau memecah tiap proses pekerjaan menjadi lebih detail. Hal ini dimaksudkan agar proses perencanaan proyek memiliki tingkat keakuratan yang lebih baik. Proyek kemudian diuraikan menjadi bagian-bagian dengan mengikuti pola struktur dan hirarki tertentu menjadi item-item pekerjaan yang cukup terperinci, yang disebut sebagai *Work Breakdown Structure*. Semakin sering kita melakukan *breakdown*, maka semakin detail perencanaan yang akan dibuat.

WBS menyediakan sebuah struktur hirarki yang bertindak sebagai jembatan atau penghubung antara ruang lingkup proyek dan rencana rinci proyek yang akan dibuat dengan menggunakan sebuah *software project management*. Salah satu software yang biasa digunakan untuk membuat WBS yaitu *Microsoft Project*. WBS mengurai atau membagi proyek ke dalam komponen lebih kecil dan lebih mudah diatur yang biasa disebut *work packages*.

2.4. Penyusunan Diagram Kerja

Hal pertama yang harus dipahami dalam menyusun diagram jaringan kerja adalah memahami hubungan ketergantungan antar proses. Maksudnya adalah apakah suatu proses tertentu baru dapat dimulai ketika proses pendahulunya telah selesai dilaksanakan, atau proses tersebut dapat dilakukan ketika proses sebelumnya belum selesai dilaksanakan.

Dalam penyusunan diagram jaringan kerja, dua hal yang perlu dipahami adalah istilah *predecessor* dan *successor*. *Predecessor* adalah tugas yang pertama kali muncul (tugas sebelumnya) dan *successor* adalah tugas yang mengikutinya (tugas sesudahnya).



Gambar 2.1 *Predecessor dan Successor*

2.5. *Critical Path Method (CPM)*

Jalur Kritis (*Critical Path Method*) yakni metode untuk merencanakan dan mengendalikan proyek-proyek, merupakan sistem yang paling banyak dipergunakan diantara semua sistem lain yang memakai prinsip pembentukan jaringan. CPM adalah suatu teknik perencanaan dan pengendalian yang dipergunakan dalam proyek yang mempunyai data biaya dari masa lampau (*past cost data*). CPM dipergunakan dengan tujuan agar biaya penyelesaian suatu proyek dapat ditekan serendah mungkin dalam arti yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan dipersempit, dan biaya yang dikeluarkan untuk mempercepat selesainya pekerjaan itu ditekan serendah mungkin. Beberapa istilah yang digunakan dalam metode CPM adalah:

- Earliest Start (ES)*, yaitu waktu paling awal suatu kegiatan dapat dimulai, dengan memperhitungkan waktu kegiatan yang diharapkan dan persyaratan urutan kegiatan.
- Latest Start (LS)*, yaitu waktu paling lambat untuk dapat memulai suatu kegiatan tanpa penundaan keseluruhan proyek.
- Earliest Finish (EF)*, yaitu waktu paling awal suatu kegiatan dapat diselesaikan.
- Latest Finish (LF)*, yaitu waktu paling lambat untuk dapat menyelesaikan suatu kegiatan tanpa penundaan penyelesaian proyek secara keseluruhan.

Pada CPM dikenal istilah *critical path* atau jalur kritis yang bertujuan untuk mengetahui kegiatan kegiatan yang memiliki tingkat kepekaan tinggi terhadap keterlambatan pelaksanaan, sehingga dapat menentukan tingkat prioritas kebijakan dalam penyelenggaraan proyek. Bentuk CPM tersebut dapat memberikan informasi terkait dengan kegiatan yang dilaksanakan terlebih dahulu atau sesudahnya, dan durasi kegiatan.

Pada CPM dikenal pula istilah *slack time*, yaitu waktu penundaan suatu kegiatan tanpa mengubah jangka waktu proyek secara keseluruhan. *Slack time* didapatkan dengan menggunakan rumus berikut:

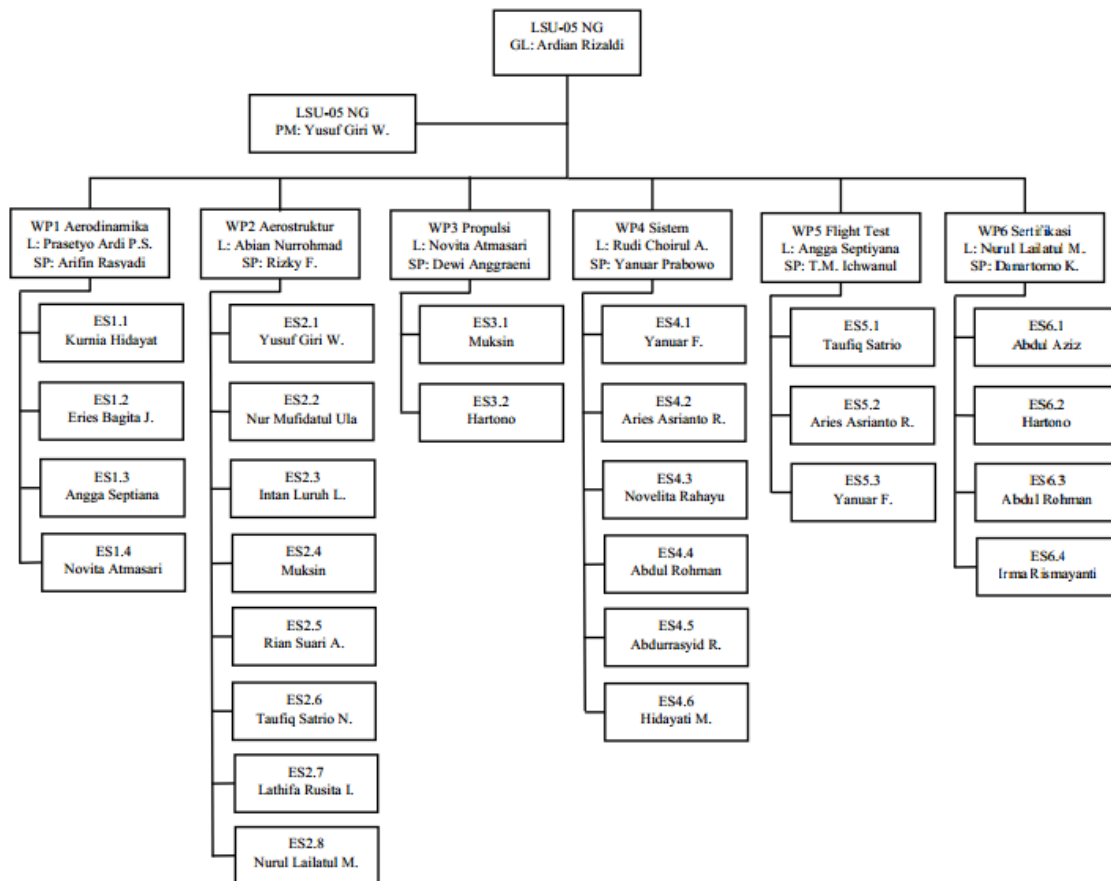
$$\text{Slack Time} = \text{LS} - \text{ES} \text{ atau } \text{Slack Time} = \text{LF} - \text{EF}$$

Jaringan yang telah dibuat pada CPM dapat direfleksikan sebagai dasar penjadwalan proyek. Penjadwalan proyek biasa dibuat dalam bentuk grafik *Gantt chart*. CPM merupakan analisa jaringan kerja yang berusaha mengoptimalkan biaya total proyek melalui pengurangan atau percepatan waktu penyelesaian total proyek yang bersangkutan.

3. FAKTA DAN DATA

LSU 05-NG memiliki jumlah personel sebanyak 33 orang terdiri dari PNS angkatan 2018 dan CPNS 2019. LSU 05-NG dipimpin oleh seorang *Group Leader* (GL) atau *Project Director* dengan dibantu oleh *Program Manager* (PM). Tugas dari PM sendiri adalah mengatur lancarnya kegiatan dan keuangan yang ada di LSU05NG. Sedangkan *Group Leader* bertugas sebagai pengatur kegiatan teknis dibawahnya agar berjalan lancar.

Sisa personel lain disebar kedalam 6 panel yaitu panel aerodinamika, *Flight Test and Performance*, sistem dan avionik, struktur, propulsi dan sertifikasi. Panel ini didasarkan kepada pengalaman. Ada beberapa personel terlibat dalam 2 kegiatan panel karena keterbatasan sumber daya manusia. Gambar 3.1 menunjukkan struktur organisasi dari proyek LSU 05-NG.

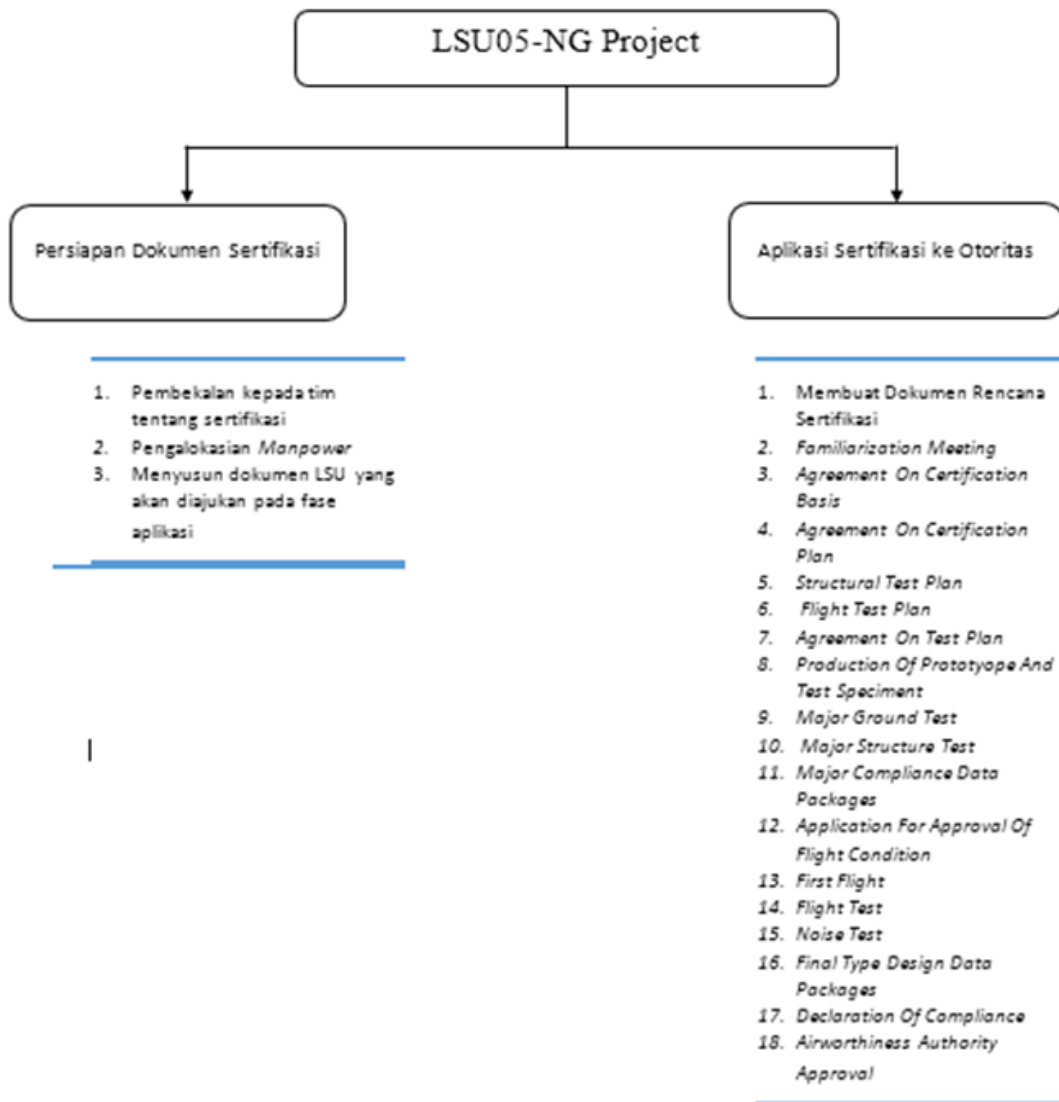


Gambar 3.1 Struktur Organisasi LSU 05-NG

4. ANALISIS

Sebelum melakukan pengajuan proses sertifikasi, diperlukan kajian perencanaan yang diawali dengan melakukan identifikasi aktivitas atau kegiatan yang akan dilakukan. Ruang lingkup aktivitas-aktivitas yang akan dilakukan dalam suatu proyek dapat digambarkan dalam suatu *Work Breakdown Structure* (WBS) sederhana sehingga didapatkan informasi yang merinci. Terdapat 21 aktivitas pada

kegiatan sertifikasi. Data ini didasarkan pada pendapat ahli yang berpengalaman menangani sertifikasi pesawat terbang berawak dan tidak berawak. Gambar 4 menunjukkan *Work Breakdown Structure* (WBS) sederhana dari aktivitas-aktivitas sertifikasi.



Gambar 4.1 *Work Breakdown Structure*

Pengalokasian sumber daya manusia merupakan bagian dari perencanaan sebuah proyek. Tabel 4.1 menjelaskan tentang alokasi SDM yang bertanggung jawab dari setiap kegiatan sehingga memudahkan untuk monitoring sertifikasi. selain itu dengan adanya alokasi SDM, akan mempermudah dalam pencapaian target karena tugas setiap orang sudah jelas sehingga mengefektifkan SDM yang ada.

Tabel 4.1 Alokasi SDM untuk sertifikasi

No	Deskripsi Kegiatan	PIC
1	Pembekalan kepada tim tentang sertifikasi	PM
2	Pengalokasian <i>Manpower & Dokumen Kesiapan Aplikasi (3D view drawing, Preliminary Data Packages, propose certification basis, propose certification plan)</i>	PM, GL, Panel Sertifikasi
3	Menyusun dokumen LSU yang akan diajukan pada fase aplikasi	Semua engineer
4	Membuat Dokumen Rencana Sertifikasi	PM, GL, Panel Sertifikasi
5	<i>Familiarization Meeting (TCBM)</i>	PM, GL, panel Sertifikasi
6	<i>Agreement on Certification Basis</i>	PM, GL, Panel Sertifikasi
7	<i>Agreement on Certification Plan</i>	Project Manager, GL Panel Sertifikasi
8	<i>Structural Test Plan</i>	PM, GL, panel Sertifikasi, panel Struktur
9	<i>Flight Test Plan</i>	PM, GL, panel Sertifikasi, panel Flight Test
10	<i>Agreement on Test Plan</i>	PM, GL Panel Sertifikasi
11	<i>Production of Prototype and Test Specimen</i>	PM, GL, panel Sertifikasi, panel Struktur
12	<i>Major Ground Test</i>	PM, GL, panel Sertifikasi, panel Struktur, panel Flight Test
13	<i>Major Structure Test</i>	PM, GL, Sertifikasi, panel Struktur
14	<i>Major Compliance Data Packages</i>	PM, GL, panel Sertifikasi
15	<i>Application for Approval of Flight Condition</i>	PM, GL, panel Sertifikasi

16	<i>First Flight</i>	PM, GL, panel Sertifikasi, Sistem, panel Flight Test
17	<i>Flight Test</i>	PM, GL, panel Sertifikasi, panel Sistem, panel Flight Test
18	<i>Noise Test</i>	PM, GL, panel Sertifikasi, Panel Sistem, panel Flight Test
19	<i>Final Type Design Data Packages</i>	PM, GL, panel Sertifikasi
20	<i>Declaration of Compliance</i>	PM, GL, panel Sertifikasi
21	<i>Airworthiness Authority Approval</i>	PM, GL, panel Sertifikasi

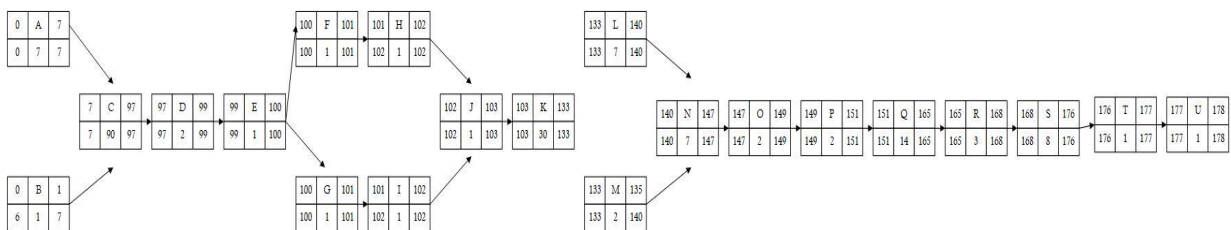
Setelah melakukan pemetaan personil dan tanggungjawabnya, langkah selanjutnya adalah memberikan perkiraan rentang waktu seperti yang tersaji pada Tabel 4.2. Dilanjutkan dengan menentukan aktivitas prioritas dengan menggunakan diagram jaringan kerja. Setelah selesai menentukan aktivitas prioritas, maka output yang didapat adalah *predecessor*.

Tabel 4.2 Predecessor kegiatan Sertifikasi

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan	Jumlah Hari	Predecessor
A	Pembekalan kepada tim tentang sertifikasi	7	-
B	Pengalokasian <i>Manpower & Dokumen Kesiapan Aplikasi (3D view drawing, Preliminary Data Packages, propose certification basis, propose certification plan)</i>	1	-
C	Menyusun dokumen LSU yang akan diajukan pada fase aplikasi	90	A, B
D	Membuat Dokumen Rencana Sertifikasi	2	C, A, B
E	<i>Familiarization Meeting (TCBM)</i>	1	D, C
F	<i>Agreement on Certification Basis</i>	1	E, D

G	<i>Agreement on Certification Plan</i>	1	E, D
H	<i>Structural Test Plan</i>	1	F, E
I	<i>Flight Test Plan</i>	1	I, E
J	<i>Agreement on Test Plan</i>	1	H, I
K	<i>Production of Prototype and Test Specimen</i>	30	J, H, I
L	<i>Major Ground Test</i>	7	K, J
M	<i>Major Structure Test</i>	2	K, J
N	<i>Major Compliance Data Packages</i>	7	L, M
O	<i>Application for Approval of Flight Condition</i>	2	N, M, L
P	<i>First Flight</i>	2	O, N
Q	<i>Flight Test</i>	14	P, O
R	<i>Noise Test</i>	3	Q, P
S	<i>Final Type Design Data Packages</i>	8	R, Q
T	<i>Declaration of Compliance</i>	1	S, R
U	<i>Airworthiness Authority Approval</i>	1	T, S

Pada Gambar 4.2 menunjukkan diagram jaringan kerja yang menjelaskan urutan dan hubungan setiap aktivitas pada proses sertifikasi. Diagram ini akan mempermudah tim untuk melihat langkah-langkah yang akan diambil dan penempatan setiap aktivitas. Dasar dari pembuatan jaringan kerja berdasarkan Tabel 4.2.



Gambar 4.2 Diagram Jaringan Kerja

Dari Gambar 4.2 maka dapat dihitung nilai *Earlier Start (ES)*, *Earlier Finish (EF)*, *Latest Start (LS)*, *Latest Finish (LF)*, dan *Slack Time (ST)* yang disajikan dalam Tabel 4.3. Dari tabel 4.3 dapat disimpulkan estimasi waktu untuk kegiatan sertifikasi selama 178 hari atau kurang dari 26 minggu dengan total kelonggaran waktu selama 11 hari. Dari tabel tersebut juga dapat dilihat ada jalur kritis yaitu A-C-D-E-F-H-J-K-L-N-O-P-Q-R-S-T-U dan A-C-D-E-G-I- J-K-L-N-O-P-Q-R-S-T-U karena mempunyai nilai $ST=0$. Untuk kegiatan B dan M memiliki kelonggaran waktu masing-masing 6 dan 5 hari. Ini dikarenakan dua kegiatan ini dipengaruhi oleh kegiatan A dan L yang mempunyai waktu penyelesaian kegiatan yang lebih lama.

Tabel 4.3 Tabel Slack Time

Kegiatan	Jumlah Hari	ES	LS	EF	LF	ST
A	7	0	0	7	7	0
B	1	0	6	1	7	6
C	90	7	7	97	97	0
D	2	97	97	99	99	0
E	1	99	99	100	100	0
F	1	100	100	101	101	0
G	1	100	100	101	101	0
H	1	101	101	102	102	0
I	1	101	101	102	102	0
J	1	102	102	103	103	0
K	30	103	103	133	133	0
L	7	133	133	140	140	0
M	2	133	138	135	140	5
N	7	140	140	147	147	0
O	2	147	147	149	149	0
P	2	149	149	151	151	0
Q	14	151	151	165	165	0
R	3	165	165	168	168	0
S	8	168	168	176	176	0
T	1	176	176	177	177	0
U	1	177	177	178	178	0
TOTAL						11

5. PENUTUP

Dengan menyusun perencanaan kegiatan sertifikasi, akan mempermudah Pustekbang dalam melaksanakan proses sertifikasi untuk setiap produk Litkayasa. Dengan menggunakan *Work Breakdown Structure*, akan memudahkan setiap personil untuk mengetahui rangkaian kegiatan dan tugas tanggung jawabnya masing-masing sehingga kegiatan akan lebih terstruktur. Selain itu dengan menggunakan *Critical Path Method*, akan membantu *Program Manager* dan *Group Leader* untuk mengetahui estimasi waktu tercepat dan kelonggaran waktu yang mereka miliki sehingga akan

mengefisiensi waktu kegiatan. Dengan mengefisiensikan waktu maka akan menekan biaya yang harus dikeluarkan untuk proses sertifikasi produk.

Untuk makalah selanjutnya, akan dibahas nilai probabilitas kesuksesan kegiatan dengan menggunakan metode *Preview and Evaluation Review Method* (PERT) sebagai penyempurnaan dari makalah.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada Kepala Pusat Teknologi Penerbangan, dan Kepala Bidang Program dan Fasilitas Pusat Teknologi Penerbangan dan MPU atas fasilitas dan dukungan dalam penyusunan konseptual desain jaminan mutu serta segenap tim Program Kelaikan dan Sertifikasi yang telah membantu.

DAFTAR ACUAN

CS Aero Consultan, 2017, *Materi Training Sertifikasi*. Bandung.

Duncan, W. R. (1996). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*. Sylva: PMI Communication.

Hendarmin Djarab dan Mieke Komar Kantaatmadja, *Masalah Sertifikasi Pesawat Terbang IPTN*, Journal IAA VoL 5, Februari 1988.

Hughes, Bob & Mike Cotterell. 2002. *Software Project Management*. Edisi Ke-3. McGraw-Hill.London.

Husen, Abrar, 2009, *Manajemen Proyek*. Yogyakarta: Andi.

Kementerian Perhubungan RI, 2019, Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2009 Tentang Penerbangan sipil, 13 Juli 2019, Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 1, Jakarta.

Kementerian Perhubungan RI, 2009, Peraturan Menteri Perhubungan Nomor: KM 26 Tahun 2009 tentang Sanksi Administratif Terhadap Pelanggaran Peraturan Perundang-Undangan di Bidang Keselamatan Penerbangan, 26 Februari 2009, Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 2, Jakarta.

Kementerian Sekretariat Negara RI, 2016, Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2013 Tentang Standarisasi dan Penilaian Kesesuaian, 2014, Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2014 Nomor 9, Jakarta.

Levin, Richard I. & Kirkpatrick Charles A. 1972. *Perencanaan dan Pengawasan dengan PERT dan CPM*.Bhratara.Jakarta.

Marchewka, J. T., 2015. *Information Technology Project Management*. 5th Ed. Hoboken: John Wiley.

Pustekbang, 2019, *Program Manual LSU05NG*, Laporan Akhir DIPA Tahun Anggaran 2019, Deputi Bidang Penerbangan dan Antariksa, LAPAN, Desember 2019, Bogor.

Schwalbe, Kathy. 2004. *Information Technology Project Management*. Edisi Ke-4. Course Technology, Inc. Boston.