



Analisis efisiensi *manhours* pada pemeliharaan *structural integrity program* Pesawat C-130 Hercules menggunakan Metode *Critical Path*

Cyrilus Sukaca Budiono^{1,*}, Nengah Batara Sukmabuana²,
Fajar Khanif Rahmawati³, Suryo Ari Wibisono⁴

¹Program Studi Aeronautika, Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto
^{2,3}Program Studi Teknik Dirgantara, Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto
⁴Satuan Pemeliharaan Husen Sastranegara Cicendo Bandung

Article Info

Article history:

Received July 16, 2024
Accepted August 22, 2024
Published August 28, 2024

Keywords:

SIP
CPM
Hercules
Aircraft
Maintenance

ABSTRAK

Usia jam terbang dan kalender menentukan batasan waktu pesawat C-130 Hercules melakukan pemeliharaan tingkat berat seperti pemeliharaan SIP, WFDI, dan CWBR. Dari kondisi pemeliharaan tingkat berat tersebut menyebabkan terjadinya penumpukkan perawatan yang dimana terjadinya penumpukkan perawatan dengan puncaknya yaitu pada tahun 2023 sebanyak 11 pesawat masih dalam melakukan perawatan berat. Sehingga perlu adanya metode untuk mengurangi penumpukkan pemeliharaan berat tersebut. Pada tugas akhir ini yaitu menganalisis untuk mengetahui nilai total kebutuhan *manhours* dalam pemeliharaan SIP menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM) dan mengetahui nilai persentase efisiensi perbandingan. Dari hasil analisis dengan menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM) didapati total *manhours* yaitu sebesar 12180 *manhours* dengan nilai persentase efisiensi perbandingan sebesar 32,63%.



Corresponding Author:

Cyrilus Sukaca Budiono,
Program Studi Aeronautika,
Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto,
Jalan Majapahit, Blok R Lanud Adisutjipto Yogyakarta.
Email: *cyrilussukoco833@gmail.com

1. PENGANTAR

Pemeliharaan terjadwal pesawat terbang dibutuhkan untuk menjaga prestasi pesawat terbang dalam kondisi baik. Kondisi baik ini berupa pesawat terbang dalam kondisi *Airworthy*, *Reliability*, dan *Flight Safety*. Kondisi ini sesuai dengan tujuan dari pemeliharaan pesawat terbang. Penentuan jadwal pemeliharaan berdasarkan pada jam terbang, kalender, ataupun siklus terbang. Lamanya waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pemeliharaan pesawat terbang disebut dengan *down time*. Semakin pendek waktu *down time* maka semakin baik, tanpa mengurangi kualitas dari pemeliharaan pesawat terbang tersebut. Pesawat C-130 Hercules merupakan pesawat angkut TNI-AU untuk mendukung berbagai misi dengan tingkat operasional yang cukup tinggi. Tingginya pengoperasian pesawat ini maka akan semakin cepat pesawat Hercules ini diperlukan pemeliharaan. Selain itu dengan tingginya pengoperasian pesawat ini maka diperlukan waktu pemeliharaan yang *relative* lebih singkat. Pemeliharaan yang sudah berjalan ini

akan dianalisis waktu pelaksanaan pemeliharaan dengan studi kasus pada pemeliharaan *Structural Integrity Program* (SIP). Pemeliharaan SIP termasuk dalam pemeliharaan tingkat berat, dimana waktu yang dibutuhkan (*down time*) lebih dari tujuh hari. Sedangkan personil yang ditugaskan dalam proses pemeliharaan ini lebih dari dua puluh personil. Karena *down time* melebihi tujuh hari dan personil lebih dari dua puluh, maka Analisa waktu pemeliharaan ini menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM).

Di gunakannya metode CPM pada analisis ini dikarenakan metode CPM mampu membuat schedule yang berukuran besar pada suatu proyek menjadi schedule yang lebih kecil, memungkinkan identifikasi jalur kritis karena dengan mengetahui jalur ini tim pemeliharaan dapat fokus pada aktivitas yang tidak bisa ditunda tanpa mempengaruhi keseluruhan jadwal, memungkinkan pengalokasian sumber daya yang efisien dengan mengidentifikasi aktivitas yang bisa dilakukan secara paralel dan yang memerlukan urutan tertentu. Penelitian sebelumnya yang dijadikan referensi jurnal ini adalah penelitian dengan judul “Analisis Penumpukan Staggering Pemeliharaan Pesawat C-130 Hercules Di Sathar 15 Depohar 10” [2]. Penelitian tersebut membahas mengenai menghitung peramalan waktu penumpukan Staggering Pemeliharaan Pesawat C-130 Hercules Di Sathar 15 Depohar 10 yang disebabkan beberapa faktor seperti menunggu suku cadang, kemampuan Satuan Pemeliharaan 15 dalam melaksanakan pemeliharaan SIP sebanyak 3 pesawat per tahun, dan adanya pemeliharaan tingkat berat di luar negeri sebanyak 5 pesawat pada tahun 2017.

2. METODE PENELITIAN

Langkah awal dalam melaksanakan penelitian ini, diawali dengan mengumpulkan data-data yang diperlukan dalam menyelesaikan permasalahan dengan metoda CPM.[1] Data-data berupa jumlah personil yang terlibat (*manpower*), tugas-tugas pemeliharaan yang dikerjakan (*task card*), dan waktu penyelesaiannya (*manhours*) yang didapatkan dari data laporan Sathar 15 Depohar 10 dalam perawatan SIP. Data-data tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kemampuan personil dan waktu pengerjaannya

No	Nama Team	ManPower	Task Card	ManHours
1	JMU	10	11	186
2	PP	6	37	1615
3	LIST	4	11	502
4	FC	6	26	1165
5	EXT	6	13	7064
6	FS	5	4	252
7	INT	5	22	2122
8	STR	2	55	1850
9	SYS	1	12	869
10	PNE	6	1	0
11	NDI	5	24	422
12	FUEL	5	1	8
13	CAT	4	3	2024
Total		65	220	18.079

Nilai manhours yang disampaikan pada tabel 1 diatas, merupakan nilai yang dihitung pada saat pengerjaan langsung. Saat pengerjaan tidak ditemukan kendala-kendala yang signifikan. Oleh karena itu jika untuk pengerjaan selanjutnya yang dimungkinkan adanya kendala, maka dibutuhkan waktu estimasi penyelesaiannya, yang kemudian disebut *Estimate Work Hours* (EWS).

Penghitungan EWH merupakan perhitungan estimasi waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan yang dimana secara ideal besarnya *estimate work hours* dapat dihitung dengan membagikan nilai dari *manhours* (MH) dengan nilai *manpower* (MP). [4] Namun hal yang terjadi di

lapangan kerja terkadang belum dapat terjadi secara ideal dikarenakan beberapa kendala seperti mempersiapkan peralatan, terjadinya kerusakan ketika menggunakan peralatan, menunggu suku cadang, dan hal lainnya. Oleh karena itu, dalam perhitungan *estimate work hours* ini perlu dikalikan dengan nilai 2,5 yang dimana nilai 2,5 ini merupakan nilai atau angka dari suatu pengerjaan yang diasumsikan, sehingga bila terjadinya kendala dalam suatu pengerjaan, nilai dari manhours yang telah ditentukan masih berlaku.

[9] Rumusan dari perhitungan *estimate work hours* dapat dilihat pada persamaan 1 berikut:

$$\frac{MH}{MP} \times 2,5 = EWH \dots\dots\dots (1)$$

Merujuk pada tabel 1 dan persamaan 1 maka nilai EWS yang didapat ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Perhitungan EWS

No	Description	Manhours	Manpower	EWB
1	JMU	186	10	46,5
2	PP	1615	6	672,92
3	LIST	502	4	313,75
4	FC	1165	6	485,42
5	EXT	7064	6	2943,33
6	FS	252	5	126
7	INT	2122	5	1061
8	STR	1850	2	2312,5
9	SYS	869	1	2172,5
10	NDI	422	5	211
11	FUEL	8	5	4
12	CAT	2024	4	1265

Untuk dapat mengetahui besar nilai persentase efisiensi perbandingan total *manhours* antara data *manhours* Sathar 15 Depohar 10 dengan data dari perhitungan dan analisis dengan menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM) pada perawatan SIP pesawat C-130 Hercules.[6] Adapun persamaannya terlihat pada persamaan 2 sebagai berikut:

$$\eta = \frac{(MH_{Basic} - MH_{CPM})}{MH_{Basic}} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

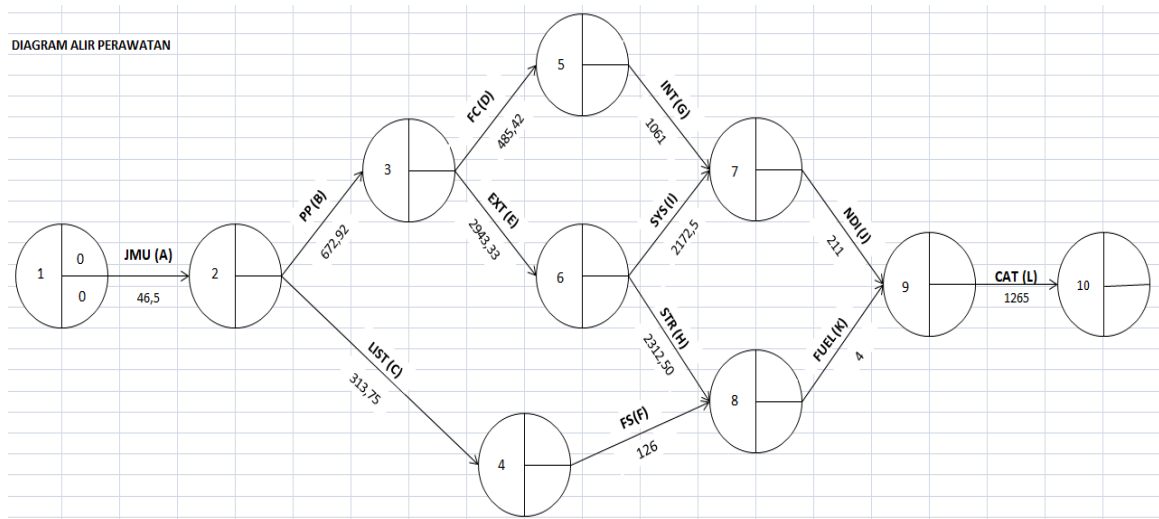
- η : Efisiensi
- MH_{Basic} : *Manhours* Sathar 15 Depohar 10
- MH_{CPM} : *Manhours* menggunakan CPM

3. HASIL DAN ANALISIS

Langkah-langkah analisis CPM diawali dengan pembuatan alur pemeliharaan dan estimasi waktu penyelesaian. Setelah itu melakukan perhitungan maju dan perhitungan mundur. Langkah terakhir melakukan perhitungan *slack* atau *float* untuk menentukan titik kritis.

3.1 Alur Pemeliharaan

Pembuatan alur pemeliharaan SIP berdasarkan dari data-data Ketika melaksanakan penelitian dan dokumen-dokumen rujukan. Berdasarkan pengolahan data-data dan perhitungan EWH yang telah disampaikan pada tabel didapati alur perawatannya yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram CPM

Dari gambar 1, terdapat empat kemungkinan jalur kritis, atau jalur yang akan ditetapkan yang paling singkat. Adapun jalur yaitu:

1. Jalur 1-2-3-5-7-9-10
2. Jalur 1-2-3-6-7-9-10
3. Jalur 1-2-3-6-8-9-10
4. Jalur 1-2-4-8-9-10

3.2 Perhitungan Maju, dan Perhitungan Mundur

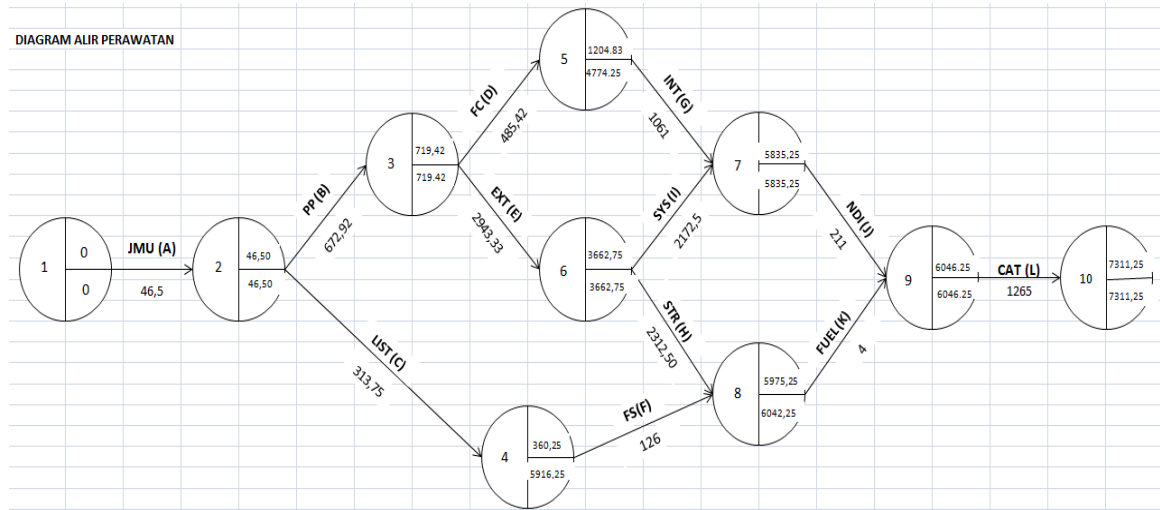
Perhitungan maju dan perhitungan mundur merupakan perhitungan dalam menyelesaikan suatu pekerjaan. [7] perhitungan maju adalah sebuah perhitungan yang dimana bertujuan untuk mengetahui waktu mulai paling awal untuk pengerjaan *Earliest Start* (ES) dan perhitungan waktu selesai paling awal pengerjaan *Earliest Finish* (EF). Untuk mendapatkan nilai EF yaitu dengan menjumlah nilai EWH dengan nilai ES. Demikian pada hitungan mundur, yaitu dengan mengurangi nilai yang didapat dalam hitungan maju dengan EWH. Perhitungan mundur dimulai dari *Last Finish* (LF) dikurangi dengan EWH sama dengan *Last Start* (LS) Tabel 3 memperlihatkan perhitungan maju dan perhitungan mundur.

Tabel 3. Hasil perhitungan

Code	Team	Predecessor	EWH	ES	EF	LS	LF
A	JMU		46,50	0,00	46,50	0	46,50
B	PP	A	672,92	46,50	719,42	46,50	719,42
C	LIST	A	313,75	46,50	360,25	5.602,50	5.916,25
D	FC	B	485,42	719,42	1.204,83	4.288,83	4.774,25
E	EXT	B	2.943,33	719,42	3.662,75	719,42	3.662,75
F	FS	C	126,00	360,25	486,25	5.916,25	6.042,25
G	INT	D	1.061,00	1.204,83	2.265,83	4.774,25	5.835,25
H	STR	E	2.312,50	3.662,75	5.975,25	3.729,75	6.042,25
I	SYS	E	2.172,50	3.662,75	5.835,25	3.662,75	5.835,25
J	NDI	G	211,00	2.265,83	2.476,83	5.835,25	6.046,25
		I	211,00	5.835,25	6.046,25	5.835,25	6.046,25
K	FUEL	H	4,00	5.975,25	5.979,25	6.042,25	6.046,25

		F	4,00	486,25	490,25	6.042,25	6.046,25
L	CAT	J	1.265,00	6.046,25	7.311,25	6.046,25	7.311,25

Pada Tabel 3, memperlihatkan bahwa nilai EF pada pengerjaan terakhir sama dengan nilai LF sebesar 7.311,25 jam. Berdasarkan pada Tabel 3 dan Gambar 1 diatas, maka digambarkan diagram alir pemeliharaan seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir perhitungan maju dan mundur

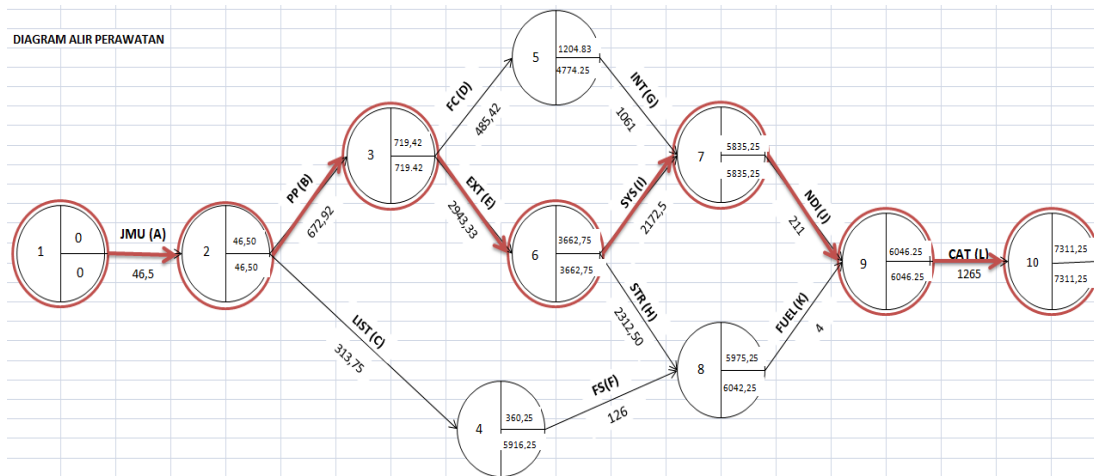
3.3 Perhitungan Slack atau Float

Perhitungan *slack* atau *float* merupakan perhitungan untuk mengetahui berapa lama waktu pengerjaan yang dapat ditunda atau lebih waktu pengerjaannya, bila didapati waktu *slack* nya 0 maka pekerjaan tersebut tidak dapat ditunda dan berada di jalur kritis. Untuk mengetahui nilai *slack* atau *float* yaitu dengan mengurangi nilai dari LF dengan nilai EF maka didapati hasil *slack* atau *float*. Nilai *slack* atau *float* bernilai nol merupakan jalur kritis. Pada Tabel 4 dan Gambar 3 menunjukkan jalur kritis hasil dari CPM.

Tabel 4. Perhitungan *Slack* atau *Float*

Code	Team	Predecessor	EWB	ES	EF	LS	LF	Slack/Float
A	JMU	-	46,50	0,00	46,50	0	46,50	0,00
B	PP	A	672,92	46,50	719,42	46,50	719,42	0,00
C	LIST	A	313,75	46,50	360,25	5.602,50	5.916,25	5.556,00
D	FC	B	485,42	719,42	1.204,83	4.288,83	4.774,25	3.569,42
E	EXT	B	2.943,33	719,42	3.662,75	719,42	3.662,75	0,00
F	FS	C	126,00	360,25	486,25	5.916,25	6.042,25	5.556,00
G	INT	D	1.061,00	1.204,83	2.265,83	4.774,25	5.835,25	3.569,42
H	STR	E	2.312,50	3.662,75	5.975,25	3.729,75	6.042,25	67,00
I	SYS	E	2.172,50	3.662,75	5.835,25	3.662,75	5.835,25	0,00
J	NDI	G	211,00	2.265,83	2.476,83	5.835,25	6.046,25	3.569,42
		I	211,00	5.835,25	6.046,25	5.835,25	6.046,25	0,00
K	FUEL	H	4,00	5.975,25	5.979,25	6.042,25	6.046,25	67,00
		F	4,00	486,25	490,25	6.042,25	6.046,25	5.556,00
L	CAT	J	1.265,00	6.046,25	7.311,25	6.046,25	7.311,25	0,00

Berdasarkan Tabel 4 dapat digambarkan diagram alir perhitungan *slack* atau *float* nya pada metode CPM sesuai data tersebut.



Gambar 3. Diagram Alir (CPM) Jalur Kritis (*slack* atau *float*)

Berdasarkan perhitungan total dari *slack* atau *float* pada Tabel 4 dan Gambar 3 dapat diketahui untuk jalur kritis pada pengerjaan dengan kode 1-2-3-6-7-9-10 dengan total EWB yang dibutuhkan yaitu sebesar:

$$\begin{aligned} \text{Total waktu} &= 1+2+3+6+7+9+10 \\ &= 0+46,5 + 672,92 + 2943,33 + 2172,5 + 211 + 1265 \\ &= 7311,25 \text{ hours} \end{aligned}$$

Berdasarkan jalur yang telah didapat, dengan mengacu pada tabel 1 diatas maka kebutuhan manpower dalam menyelesaikan pemeliharaan SIP pesawat C-130 Hercules dapat disampaikan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Total Manhours} &= \text{Team JMU (A)} + \text{Team PP (B)} + \text{Team EXT (E)} + \text{Team} \\ &\text{SYS (I)} + \text{Team NDI (J)} + \text{Team CAT (L)} \\ &= 186 + 1615 + 7064 + 869 + 422 + 2024 \\ &= 12180 \text{ Manhours} \end{aligned}$$

3.4 Nilai Persentase Perbandingan Efisiensi Manhours

Dari hasil analisis data yang dilakukan, didapati adanya perbedaan nilai total *manhours* antara nilai total *manhours* berdasarkan data dari Sathar 15 Depohar 10 dengan nilai total *manhours* berdasarkan perhitungan dan analisis dengan menggunakan metode *Critical Path Method* (CPM) yaitu sebesar 5899 *Manhours*. Untuk mengetahui nilai persentase perbandingan koefisien tersebut dilakukan konversi nilai *manhours* dengan menggunakan persamaan 2.2 maka didapati nilai persentase perbandingan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{(18079 - 12180)}{18079} \times 100\% \\ \eta &= 32,63\% \end{aligned}$$

Berdasarkan dari hasil konversi perhitungan di atas didapati nilai persentase efisiensi *manhours* yaitu sebesar 32,63%.

4. Kesimpulan

Setelah dilakukannya analisis dan perhitungan pada pemeliharaan SIP pesawat C-130 Hercules dengan menggunakan metode CPM didapati untuk nilai total *manhours* yang didapatkan yaitu sebesar 12180 *Manhours*. Terdapat adanya perbedaan total *manhours* sebesar 5899 *manhours* dengan besar nilai persentase perbandingan efisiensi sebesar 32,63%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. T. Thursina, "Perencanaan efisiensi man hours pada perawatan c-check 02 pesawat atr 72-600 (pk-whk) menggunakan metode critical path method (cpm) di pt. batam aero technic,"
- [2] R. S. Ari Wibisono, "Analisis penumpukkan staggering pemeliharaan pesawat c-130 hercules di sathar 15 depohar 10,"
- [3] M. Okta, "Analisis kebutuhan dan penentuan man hours 3 years inspection pada perawatan corrosion preventive control program pesawat british aerospace 146-100 pk-tnv di pt. idopelita aircraft services (ias),"
- [4] Oktavianus, "Perencanaan efisiensi manhours pada perawatan c-check pesawat airbus a330-341 di pt. garuda maintenance facility,"
- [5] Workscope pemeliharaan sip pesawat a-1318 di sathar 15 depohar 10
- [6] Data kondisi satuan pemeliharaan 15 depo pemeliharaan 10
- [7] Soeharto, I, "Manajemen proyek dari konseptual sampai operasional,"
- [8] Y. Dianti, "Fungsi Pengawasan dalam Keselamatan Penerbangan Timika Provinsi Papua Tengah," *Angew. Chemie Int. Ed.* 6(11), 951-952., vol. IX, no. 4, hal. 5-24, 2017, [Daring]. Tersedia pada: http://repo.iain-tulungagung.ac.id/5510/5/BAB_2.pdf
- [9] Iswanto dan A. Akbar, *Buku Ajar Manajemen Operasi*. 2021. [Daring]. Tersedia pada: <https://press.umsida.ac.id/index.php/umsidapress/article/view/1285>
- [10] M. Mora, "Telaahan Literatur Tentang Program Perawatan Pesawat Udara," *War. Ardhia*, vol. 38, no. 4, hal. 356-372, 2012, doi: [10.25104/wa.v38i4.205.356-372](https://doi.org/10.25104/wa.v38i4.205.356-372)
- [11] N. Susanto dan D. Azis, "Analisis Turn Around Time (Tat) Pada Proses Pooling Komponen Pesawat: Studi Kasus Keterlambatan Pengembalian Komponen Pesawat Crj 1000 Nextgen Di Pt. Gaa," *J@Ti Undip J. Tek. Ind.*, vol. 11, no. 1, 2016, doi: [10.12777/jati.11.1.21-26](https://doi.org/10.12777/jati.11.1.21-26)

- [12] E. Nursanti, R. M. Suaidy Avief, Sibut, dan M. Kertaningtyas, "Increase Time Efficiency and Cost of Fighter Overhaul Maintenance," *J. Technol. Ind. Manag.*, vol. 4, no. 2, hal. 1-6, 2018, doi: [10.36040/jtmi.v4i2.231](https://doi.org/10.36040/jtmi.v4i2.231)
- [13] F. Setiawan, E. Sofyan, F. Romadhon, S.-T. Dirgantara, S. Tinggi, dan T. Kedirgantaraan, "Analisis Efektivitas Turn Around Time Dengan Metode Critical Path Method Pada Aktivitas Perawatan C05-Check Pesawat Airbus," vol. 7, no. 01, hal. 50-63, 2021, doi: [10.56521/teknika.v7i1.273](https://doi.org/10.56521/teknika.v7i1.273)
- [14] D. Mokhammad, "Evaluasi Penjadwalan Perakitan Akhir Struktur Pesawat C-295 Dengan Critical Path Method (Cpm) Dan Program Evaluation And Review Technique (Pert)".
- [15] R. A. Rakahila and F. K. Rahmawati, "Analisis Perawatan Perencanaan Phase 25 Di Batam Aero Technic (BAT) SM-SUB," *Vortex*, vol. 4, no. 2, Jun. 2023, doi: [10.28989/vortex.v4i2.1665](https://doi.org/10.28989/vortex.v4i2.1665)