



Penerapan Metode Lean Six Sigma untuk Meningkatkan Keakuratan Jadwal Perawatan Pesawat CN-295M di Skadron Teknik 021

Application of Lean Six Sigma Method to Improve the Accuracy of CN-295M Aircraft Maintenance Schedule at Technical Squadron 021

Retno Pratiwi¹⁾, Toto Hardiyanto Subagyo²⁾, Dinar Dewi Kania³⁾, Prasadja Ricardianto⁴⁾*

^{1,3,4}Manajemen Transportasi, Institut Transportasi dan Logistik Trisakti, Indonesia

²Universitas Sahid Jakarta, Indonesia

retnopratiwi838@gmail.com¹⁾, toto.h.subagyo@gmail.com²⁾, dinar.insists@gmail.com³⁾,

ricardianto@gmail.com⁴⁾

INFO ARTIKEL

Histori Artikel:

Diterima: 10 Februari 2021

Direvisi: 22 Juni 2021

Disetujui: 26 Juni 2021

Dipublikasi online: Juni 2021

Keywords:

scheduled maintenance, military transport aircraft, skadron teknik, punctuality

Kata kunci:

perawatan terjadwal, pesawat angkut militer, skadron teknik, ketepatan waktu

Permalink/DOI:

<https://dx.doi.org/10.25104/wa.v47i1.411.51-66>

©2021 Puslitbang Transportasi Udara, Badan litbang Perhubungan -Kementerian Perhubungan RI. This is an open access article under the CC BY-NC-SA license <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

ABSTRACT / ABSTRAK

In the world of aviation, it is not impossible for an accident to occur, depending on the person himself how to respond or minimize the occurrence of the accident. Often found there are some aircraft maintenance that is not in accordance with the rules that have been determined. Therefore, it is necessary to carry out aircraft maintenance according to standards to keep the aircraft used to remain feasible and have serviceable conditions, namely by making aircraft maintenance plans. Therefore, from small maintenance that can also cause this inaccuracy so as not to be ignored. The purpose of this study is to determine the punctuality of scheduled maintenance on the CN-295M military transport aircraft in Skadron Teknik 021. It is necessary to carry out aircraft maintenance to keep the aircraft used in an airworthy condition by making an aircraft maintenance plan. The study used a qualitative method with the Lean Six Sigma approach, the fishbone diagram method and pareto diagram. Tree diagrams and SIPOC (Supplier Input Process Output Customer) diagrams are used as analysis tools. Quantitative method with validity and linearity test and ANOVA test. Quantitative method with validity and linearity test as well as ANOVA test to obtain the results of the timeliness of scheduled maintenance on the CN-295M military transport aircraft based on the history of implementation and planning. Efforts to improve the process of scheduled aircraft maintenance to be on time according to maintenance planning is necessary to mitigate each problem that has been analyzed in the fishbone diagram. The findings show that the Technical Squadron 021 must be able to take advantage of all the opportunities that exist by using the strengths that the organization has.

Dalam dunia penerbangan bukan tidak mungkin akan terjadinya kecelakaan, tergantung dari manusianya sendiri bagaimana cara menyikapi atau meminimalkan terjadinya kecelakaan tersebut. Sering ditemukan ada beberapa perawatan pesawat yang tidak sesuai dengan aturan yang telah ditentukan. Maka, perlu dilakukannya perawatan pesawat sesuai standar untuk menjaga agar pesawat yang digunakan tetap laik dan memiliki kondisi serviceable yaitu dengan membuat perencanaan perawatan pesawat. Sehingga dari perawatan kecil yang juga bisa menimbulkan ketidaktepatan ini agar tidak diabaikan Tujuan penelitian ini untuk mengetahui ketepatan

waktu pelaksanaan perawatan terjadwal pada pesawat angkut militer CN-295M di Skadron Teknik 021. Perlu dilakukannya perawatan pesawat untuk menjaga agar pesawat yang digunakan memiliki kondisi laik terbang yaitu dengan membuat perencanaan perawatan pesawat. Penelitian menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan Lean Six Sigma, metode fishbone diagram dan pareto diagram. Sebagai alat analisis digunakan tree diagram dan diagram SIPOC (Supplier Input Process Output Customer). Metode militer CN-295M berdasarkan riwayat pelaksanaan dan perencanaan. Upaya perbaikan proses dari perawatan terjadwal pesawat agar tepat waktu sesuai dengan perencanaan perawatan maka perlu dilakukan mitigasi pada masing-masing masalah yang telah dianalisis pada fishbone diagram. Temuan yang dihasilkan, Skadron Teknik 021 harus dapat menggunakan seluruh peluang yang ada dengan menggunakan kekuatan yang telah dimiliki.

PENDAHULUAN

Perawatan yang dilakukan adalah seperti pengecekan *systems & powerplant, structures* dan *zonal program*. Kemudian dalam pelaksanaannya harus sesuai standar. Apabila proses ini tidak dijalankan akan sering terjadinya *delay* keberangkatan pesawat dikarenakan masalah teknis. Secara umum pengertian perencanaan adalah suatu proses pemilihan informasi dan pembuatan asumsi mengenai kondisi yang mendatang yang berguna untuk mengembangkan seluruh lintasan kegiatan. Namun pengertian perencanaan ini dalam *maintenance* adalah sebagai suatu kombinasi dari setiap tindakan yang dilakukan untuk menjaga sistem *equipment* dalam proses perawatannya sampai kondisi dapat diterima. Sehingga, penyusunan perencanaan ini harus detail dan terperinci, karena digunakan untuk mengurangi ketidakpastian dan berbagai perubahan yang terjadi pada waktu yang akan datang. Perencanaan akan dapat memperkecil kemungkinan terjadinya kegagalan pada pesawat.

Berdasarkan penelitian mengenai pemeliharaan dan perawatan pesawat maka penelitian sebelumnya cukup mendukung penelitian pada pelaksanaan perawatan terjadwal pada pesawat CN-295M di Skadron Teknik 021 ini, seperti yang dijelaskan oleh (Samaranayake & Kiridena, 2012). Mereka meneliti mengenai perencanaan dan jadwal pelaksanaan *maintenance* pesawat, hanya berbeda pada jenis pesawat yang berbadan lebih lebar. Penelitian yang menganalisis dalam meminimalkan keterlambatan pada pesawat yang berkaitan dengan perawatan, juga dilakukan oleh (D'Apice et al., 2014; Díaz-

Ramírez et al., 2014; Junqueira et al., 2018; Saltoğlu et al., 2016). Sedangkan penelitian pada pesawat militer pernah dilakukan sebelumnya oleh (Semaan & Yehia, 2019). Kemudian dari penelitian tersebut ditemukan bahwa penggunaan atau pemakaian jam terbang dan landing tidak sesuai rencana dalam pelaksanaan perawatan terjadwal. Perlunya sebuah model baru yang mengidentifikasi tugas perawatan dan inspeksi agar dapat mengurangi ketidaksesuaian rencana dalam pelaksanaan perawatan terjadwal.

Dari beberapa identifikasi masalah di atas, adapun tujuan dan manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut: (1) Mengetahui *capacity planning* terhadap pelaksanaan perawatan terjadwal pada pesawat CN-295M berdasarkan riwayat pelaksanaan dan perencanaan perawatan, (2) Melakukan analisis faktor penyebab terjadinya ketidaktepatan perencanaan dengan pelaksanaan perawatan terjadwal pesawat CN-295M, (3) Membuat upaya perbaikan proses dari perawatan terjadwal pesawat agar tepat waktu sesuai dengan perencanaan perawatan.

Menurut (Gede et al., 2012) yang menjelaskan bahwa penerapan *lean maintenance* pada proses perawatan atau pemeliharaan dapat mengetahui penyebab rinci terjadinya *waste waiting* seperti melihat estimasi kedatangan suku cadang. Hal ini juga sebagai landasan penulis untuk mengetahui dan menganalisis bagaimana ketepatan perencanaan dan pelaksanaan waktu pada perawatan pesawat terbang dengan menggunakan metode *Lean Six Sigma*.

Capacity maintenance planning sangat penting karena pengertian dari *capacity planning* itu adalah sebuah perencanaan kebutuhan untuk seluruh sumber daya pendukung untuk memastikan layanan pemeliharaan berjalan sesuai desain kapasitas yang telah ditargetkan. Dalam perawatan terjadwal diperlukan *jobcard development* seperti *manpower, facility, spare parts*, dan *tools*. Dan dalam perencanaan ini harus ada perencanaan yang akurat agar tidak menimbulkan masalah dalam perawatan pesawat.

METODOLOGI

Objek penelitian ini adalah pesawat CN-295M. Tempat penelitian dilakukan di Skadron Teknik 021, Halim Perdanakusuma, Jakarta Timur. Dilakukan pengumpulan dokumen program perawatan pada pesawat CN-295M. Pengumpulan data dilakukan pada jam kerja, yakni ketika dilakukan penjadwalan pada pesawat CN-295M di hangar. Terdapat tiga tahap pengumpulan data yaitu melakukan observasi langsung, melakukan *indepth interview*, melakukan pengumpulan kuesioner, mengambil data dari *history* pelaksanaan perawatan pesawat, dan mengambil dokumentasi.

Berdasarkan latar belakang yang sudah dibahas sebelumnya. Metode *Lean Six Sigma* dengan model DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve dan Control*) menjadi alternatif solusi yang dapat diterapkan pada penelitian ini dikarenakan metode tersebut dapat memecah masalah menjadi terstruktur dan sistematis. Karena dengan metode ini sering digunakan dan diaplikasikan dengan *six sigma*. DMAIC juga sering menggunakan *seven tools* yang digunakan pada teori dari PDCA (*Plan, Do, Check, Action*).

Tahap mendefinisikan mempunyai langkah awal untuk membuat pernyataan masalah, menentukan ruang lingkup masalah dengan menggunakan *Tree Diagram*, dan membuat pemetaan proses dengan menggunakan diagram SIPOC (Handika & B. Barnadi, 2017). *Tree Diagram* merupakan teknik untuk menyelesaikan suatu konsep

seperti target, tujuan, persoalan, sasaran ke dalam sub-sub komponen, atau tingkat yang lebih rendah dan rinci. Diagram SIPOC merupakan diagram alur kerja yang dapat mengidentifikasi *Suppliers, Inputs, Processes, Outputs*, dan *Customers*. SIPOC menampilkan elemen-elemen penting dalam terjadinya suatu proses menuju kepuasan konsumen.

Dalam fase pengukuran dilakukan uji validitas dan uji reliabilitas. Metode yang digunakan untuk mengukur reliabilitas kuesioner adalah dengan metode *Cronbach's Alpha*. Dalam fase analisis dilakukan analisis menggunakan diagram *Fishbone* untuk mengetahui faktor-faktor penyebab terjadinya kegagalan atau ketidaktepatan (Kholil & Pambudi, 2014). Setelah mengetahui akar penyebab masalah pada keterlambatan tersebut. Selanjutnya mengkhususkan dan melihat data apa saja yang dominan penyebab keterlambatan dengan menggunakan diagram *Pareto*.

Setelah mengetahui faktor dominan, selanjutnya menguji hipotesis yang telah didapatkan dari proses penarikan data pada diagram pareto dengan uji ANOVA. Pada tahap analisis ini juga pendefinisian terhadap hipotesis dilakukan. Karena dengan metode ini data kuesioner yang didapat sebelumnya diolah menjadi data statistik yang akan menjadi sebuah kesimpulan dari penelitian.

Pada akhirnya di tahap perbaikan ini, penulis harus memastikan bahwa variabel-variabel kunci atau faktor-faktor utama (X) dan mengukur daya pengaruhnya terhadap hasil yang diinginkan (Y). Kemudian pada tahap pengecekan, penulis harus mempertahankan perubahan-perubahan yang telah dilakukan terhadap variabel-variabel X dalam rangka melestarikan hasil (Y) yang senantiasa memuaskan pelanggan. Secara berkala manajemen tetap wajib membuktikan kebenaran sambil memantau proses kegiatan yang sudah disempurnakan melalui alat-alat ukur dan metode yang telah ditentukan sebelumnya untuk menilai kapabilitas perusahaan. Sehingga output yang ingin dihasilkan adalah sebuah perbaikan

terhadap sistem perencanaan perawatan pesawat terbang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Ketepatan Waktu Pelaksanaan

Langkah pertama pada metode *Six Sigma* ini yaitu fase mendefinisikan dan fase pengukuran. Dimana yang dijadikan objek penelitian ini adalah ketepatan pelaksanaan penggunaan jam terbang dan *landing* pesawat dengan perencanaan sebelumnya. Pada fase mendefinisikan adalah membuat pernyataan masalah (*problem statement*). Adapun temuan yang didapatkan adalah banyaknya deviasi dari sebuah perencanaan yang dibuat dengan pelaksanaan. Deviasi yang besar juga berpengaruh terhadap beban kerja yang ada di Skadron Teknik 021 (Tabel 1).

Tabel 1 Jam Terbang dan *Landing* Pesawat CN-295M No. Registrasi A-2901 Tahun 2018

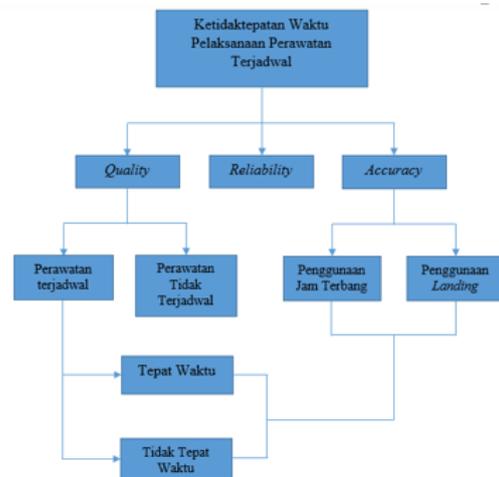
Usia Jam Terbang yang Lalu = 3031,55			
Usia <i>Landing</i> yang Lalu = 2300			
Bulan	Rencana (JT)	Pelaksanaan (JT)	Pelaksanaan (<i>Landing</i>)
Januari	60	112,55	83
Februari	60	57,1	56
Maret	60	40	35
April	60	104,5	59
Mei	60	48,4	38
Juni	70	44,05	42
Juli	60	36,1	45
Agustus	60	97,1	53
September	60	132,35	89
Oktober	60	123,3	73
November	70	39,4	29
Desember	74	44,15	22
Jumlah			
1th	754	881	624

Tabel 1 menjelaskan rencana jam terbang, pelaksanaan jam terbang dan landing dari salah satu pesawat yang ada pada Skadron Teknik 021. Tabel 1 dibuat dengan satuan Jam Terbang (JT) untuk memudahkan dalam pengumpulan data dan perhitungan. Kemudian perbedaan dari kolom pelaksanaan (JT) dan pelaksanaan (*landing*) itu terletak pada fase terbang nya saja.

Ketidaktepatan waktu penggunaan jam terbang dari target perencanaan yang telah ditentukan berdampak pada hal berikut; 1) Kemunduran pelaksanaan perawatan terjadwal pada pesawat, 2) Percepatan waktu pelaksanaan *schedule maintenance* (perawatan terjadwal) pada pesawat, dan 3) Penurunan *aircraft serviceability* (siap terbang) yang berdampak pada *on time performance* penerbangan.

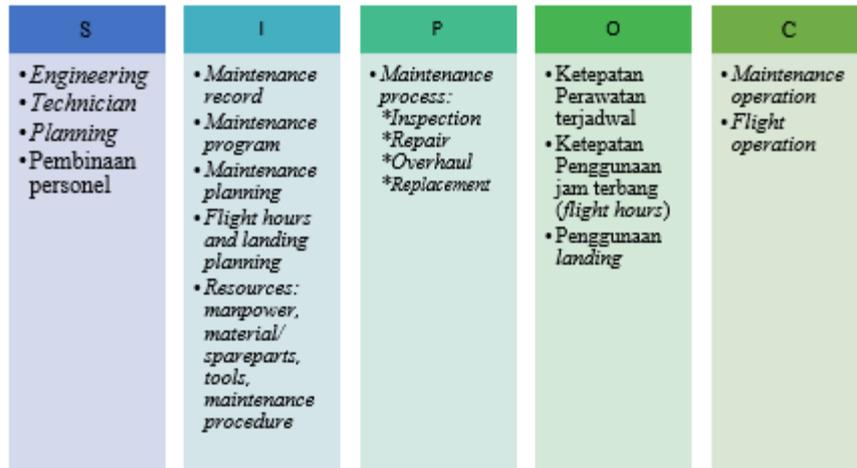
Setelah itu menentukan ruang lingkup masalah (*project scoping*) menggunakan *tools* berupa *Tree Diagram*. Sehingga dapat menentukan bagian mana yang difokuskan dilakukan *improvement* dengan menggunakan *breakdown structure*.

Berdasarkan Gambar 1 dapat dijelaskan bahwa permasalahan yang terjadi adalah ketidaktepatan waktu pelaksanaan perawatan terjadwal yang disebabkan oleh *quality, reliability, dan accuracy*.



Gambar 1 Tree Diagram Masalah Ketidaktepatan Waktu Pelaksanaan Perawatan Terjadwal

Setelah menentukan ruang lingkup masalah, maka dibuat diagram SIPOC (*Supplier Input Process Output Customer*). Diagram SIPOC untuk proses perawatan terjadwal pesawat tipe CN-295M di Skadron Teknik 021 (Gambar 2).



Gambar 2 Diagram SIPOC Aktivitas Perawatan Terjadwal Pesawat CN-295M

Tabel 2 Hasil Perhitungan Persentase Penggunaan Jam Terbang (JT)

No. Registrasi Pesawat	Rencana JT (1 tahun)	Pelaksanaan JT (1 tahun)	Presentase Penggunaan JT (%)
A-2901	754	881	116,8435013
A-2902	445	536,55	120,5730337
A-2903	784	844	107,6530612
A-2904	419	0	0
A-2905	145	496,45	342,3793103
A-2906	120	845,5	704,5833333
A-2907	634	301,3	47,52365931
A-2908	754	392,55	52,06233422
A-2909	143	0	0

Setelah dilakukan fase mendefinisikan, maka dilanjutkan fase pengukuran, dengan melakukan pengukuran perbandingan antara perencanaan dan pelaksanaan untuk mengetahui ketepatan penggunaan jam terbang dan ketepatan perawatan terjadwal pada pesawat CN-295M. Ketepatan penggunaan jam terbang diukur berdasarkan persentase perbandingan pelaksanaan aktual penggunaan jam terbang dengan perencanaan yang telah dibuat oleh Skadron Teknik.

Perhitungan ini digunakan untuk mengetahui persentase ketepatan perencanaan dengan pelaksanaan penggunaan jam terbang. Berikut merupakan hasil perhitungan persentase penggunaan Jam Terbang (JT) (Tabel 2).

Dari Tabel 2, hasil perhitungan dapat diketahui bahwa pesawat CN-295M dengan nomor registrasi A-2901, A-2902, A-2903, A-

2905, dan A-2906 mempunyai persentase lebih dari 100%. Sedangkan pada pesawat CN-295M dengan nomor registrasi A-2904, A-2907, A-2908, dan A-2909 mempunyai presentase kurang dari 100%. Ketidaktepatan jam pelaksanaan jam terbang tersebut sangat berdampak terhadap pelaksanaan perawatan terjadwal pesawat. Adapun data Tabel 3 mengenai perencanaan dan realisasi perawatan CN-295M.

Dapat diketahui dari keseluruhan perawatan terjadwal pada pesawat CN-295M dengan nomor registrasi A-2901, A-2902, A-2903, A-2904, A-2905, A-2906, A-2907, A-2908, dan A-2909 pada tahun 2018 bahwa terdapat 42 perawatan terjadwal yang direncanakan. Dari 18 perawatan terjadwal yang mengalami ketidaktepatan waktu dari penjadwalan, terlihat pada blok berwarna hijau pada Tabel 3. Terdapat tujuh perawatan terjadwal yang tidak terlaksana sesuai

Tabel 3 Perencanaan dan Realisasi Perawatan CN-295M Tahun 2018

No. Registrasi Pesawat	Tipe Perawatan	Perencanaan (Bulan)	Pelaksanaan	
			Mulai	Selesai
A-2901	Check A+2A+3A	April	16-Mar-18	27-Mar-18
	Check 2Y	Juni	22-Jun-18	5-Jul-18
	Check A	September	20-Aug-18	24-Aug-18
	Borescope/ LP Compressor & Transfer Tube CH	September	20-Aug-18	24-Aug-18
	Check A+2A	November	13-Nov-18	17-Nov-18
A-2902	Check A+2A	Maret	28-Mar-18	19-Apr-18
	Check 2Y	April	28-Mar-18	19-Apr-18
	Fuel Nozzle Restoration	Oktober	31-Oct-18	2-Nov-18
	Check A	November	17-Nov-18	26-Nov-18
	Riksus RH Engine Fuel Nozzle	Desember	1-Dec-18	5-Dec-18
A-2903	Check A+2A	Februari	8-Feb-18	21-Feb-18
	Borescope/ LP Compressor & Transfer Tube CH	Mei	14-May-18	14-May-18
	Check A+3A	Oktober	10-Jul-18	18-Oct-18
	Check A+2A	Oktober	13-Jul-18	26-Oct-18
	HSI	Desember	Tidak terlaksana	
	Fuel Nozzle Restoration	Desember	Tidak terlaksana	
A-2904	Check A+2A	Januari	15-Jan-18	26-Jan-18
	Fuel Nozzle Restoration	Juni	Tidak terlaksana	
	Check A+3A	September	19-Sep-18	25-Sep-18
	Borescope/ LP Compressor & Transfer Tube CH	Desember	Tidak terlaksana	
A-2905	Check A+3A	Januari	11-Jan-18	19-Jan-18
	Check A+2A	Juli	Tidak terlaksana	
	Check 2Y+4Y+C	Januari	22-Jan-18	31-Jan-18
	Fuel Nozzle Restoration	Maret	13-Mar-18	15-Mar-18

A-2906	Check A+2A	Juli	2-May-18	6-Jul-18
	Borescope/ LP Compressor & Transfer Tube CH	Juli	8-May-18	6-Jul-18
	Check A+3A	September	5-Sep-18	3-Sep-18
	Harsus Propeller Unbalance	November	8-Nov-18	26-Nov-18
	Check A+2A	November	13-Nov-18	1-Dec-18
A-2907	Check 2Y+4Y+C	Februari	27-Feb-18	8-Mar-18
	Fuel Nozzle Restoration	Maret	27-Jul-18	7-Aug-18
	Check A	April	24-Apr-18	26-Apr-18
	Borescope/ LP Compressor & Transfer Tube CH	Mei	16-Oct-18	16-Oct-18
	Penggantian LH & RH Propeller	Juli	27-Jul-18	13-Aug-18
	Check A+2A	September	12-Dec-18	20-Dec-18
A-2908	Borescope/ LP Compressor & Transfer Tube CH	Maret	14-May-18	14-May-18
	Check A+2A+3A	Juli	2-Jul-18	16-Jul-18
	Check 2Y+4Y+C	Juli	2-Jul-18	16-Jul-18
	Check A	Desember	Tidak terlaksana	
A-2909	Check A+2A	Januari	10-Jan-18	22-Jan-18
	Check A	September	17-Sep-18	19-Sep-18
	Fuel Nozzle Restoration	Oktober	Tidak terlaksana	

perencanaan, terlihat pada blok warna kuning pada Tabel 3. Penjelasan 17 perawatan terjadwal yang dilaksanakan sesuai dengan perencanaan yang telah dibuat. Persentase ketepatan pelaksanaan perawatan terjadwal dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Persentase Ketepatan} = \frac{\text{Jumlah Pelaksanaan Tepat Waktu}}{\text{Jumlah Keseluruhan Pelaksanaan}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \text{Persentase Ketepatan} &= \frac{17}{42} \times 100\% \\ &= 40,48\% \end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut diperoleh hasil presentase ketepatan pelaksanaan perawatan terjadwal pesawat CN-295M selama satu tahun pada tahun 2018 sebesar 40,48%. Hal ini menunjukkan waktu pelaksanaan dan penyelesaian proses

perawatan terjadwal pesawat belum memenuhi target waktu yang diharapkan.

Dari hasil uji validitas terhadap empat pertanyaan yang terbukti keseluruhannya valid. Uji reliabilitas, diperoleh nilai

Cronbach's Alpha = 0,618 yang lebih besar dari 0,60. Hal ini berarti uji reliabilitas terbukti reliabel atau memiliki tingkat reliabilitas yang baik (Tabel 4).

Tabel 4 Hasil Pengujian Validitas dan Reliabilitas

Case Processing Summary

	N	%
Cases Valid	14	100,0
Excluded ^a	0	,0
Total	14	100,0

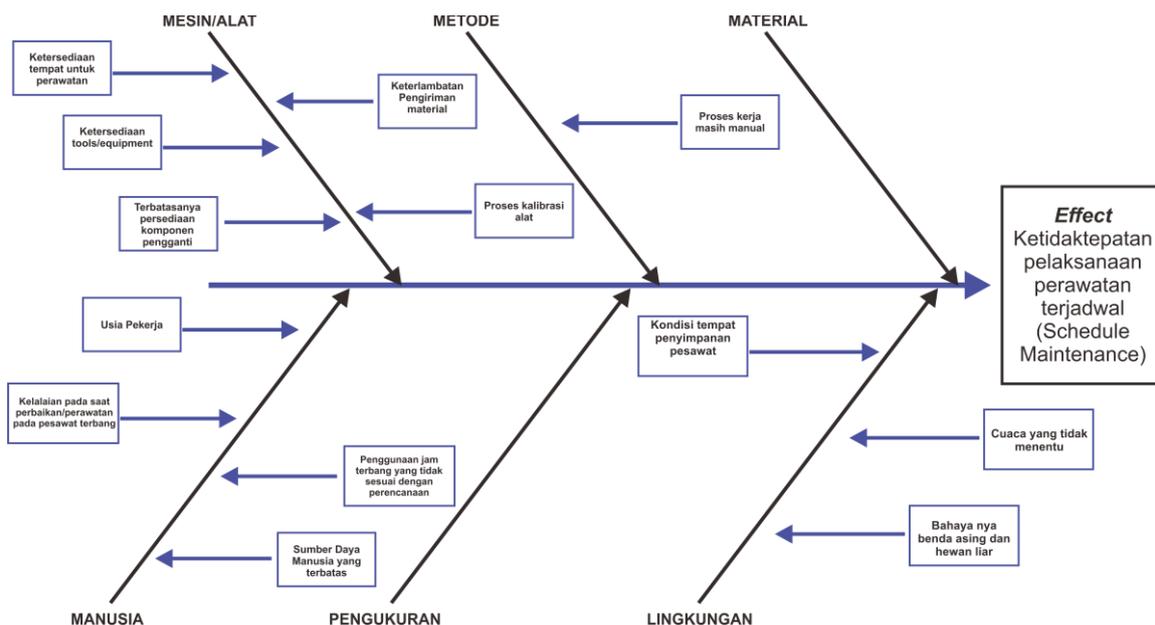
a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
,618	4

Item-Total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
Apakah pelaksanaan penggunaan jam terbang pesawat CN-295M selalu sesuai (tepat waktu) dengan perencanaan yang telah ditentukan?	12,36	1,324	,502	,473
Apakah divisi perencanaan teknik menjalankan fungsinya dengan baik untuk membuat pengajuan sparepart?	11,50	1,500	,402	,549
Bagaimana keselamatan kerja untuk mencegah terjadinya kecelakaan di Skadron Teknik 021?	11,29	1,758	,112	,731
Apakah pelaksanaan schedule maintenance pesawat CN-295M selalu sesuai (tepat waktu) dengan perencanaan yang telah ditentukan?	12,21	,951	,645	,312



Gambar 3 Diagram Fishbone

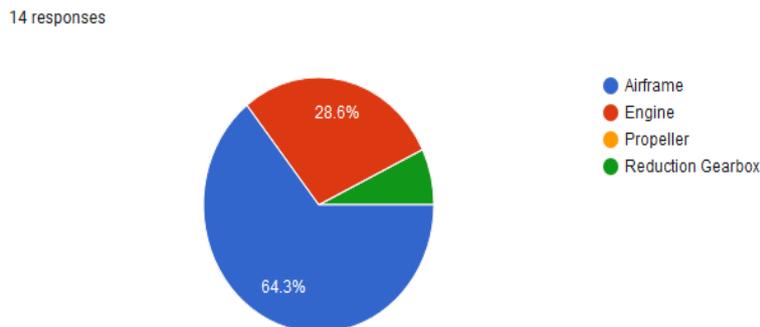
2. Analisis Faktor Penyebab Ketidaktepatan

Untuk tahap awal dilakukan analisis terhadap faktor yang mempengaruhi ketidaktepatan perawatan terjadwal melalui data, hasil dari wawancara langsung, serta jawaban responden dari kuesioner yang telah penulis bagikan kepada teknisi yang ada di dan kelalaian pada saat perbaikan/ perawatan pada pesawat. Kedua, yaitu faktor metode berupa terbatasnya persediaan komponen pengganti (*spare part*), penggunaan jam terbang yang tidak sesuai dengan perencanaan, dan prosedur kerja masih manual. Ketiga, yaitu faktor mesin berupa ketersediaan *tools/ equipment*, keterlambatan pengiriman material pesawat, dan ketersediaan tempat untuk perawatan. Keempat, yaitu faktor lingkungan seperti kondisi tempat penyimpanan pesawat, cuaca yang tidak tentu, dan bahaya benda asing dan hewan liar. Sehingga dari (*cause*) tersebut menimbulkan masalah (*effect*) berupa ketidaktepatan perawatan terjadwal

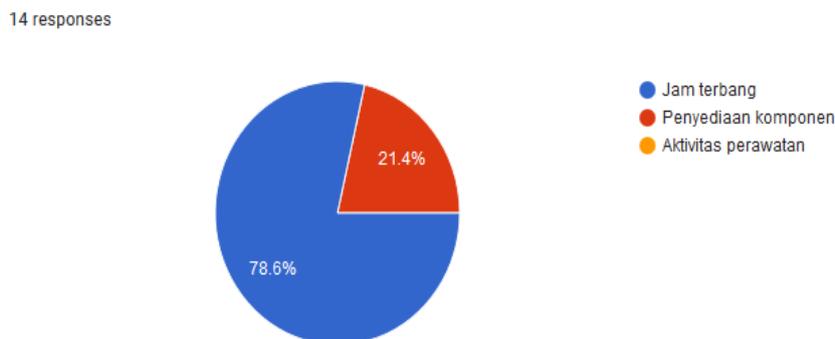
Skadron Teknik 021. Kemudian menganalisis lebih lanjut dilakukan dengan menggunakan diagram sebab akibat (*Fishbone Diagram*) (Gambar 3).

Pada Gambar 3 tersebut diperoleh beberapa faktor penyebab yang menimbulkan masalah yaitu yang pertama dari faktor manusia berupa usia pekerja, sumber daya manusia yang terbatas, (*schedule maintenance*) pada pesawat CN-295M.

Setelah melakukan analisis dengan diagram *Fishbone* (Gambar 3), dilanjutkan dengan menggunakan diagram *Pareto* (Gambar 11). Namun untuk mendapatkan rincian masalah tersebut, penulis mengumpulkan data melalui proses Kuesioner yang ada pada Gambar 4 sampai dengan 10 terhadap beberapa pekerja yang ada di Skadron Teknik 021 tersebut untuk melihat sejauh mana masalah yang terjadi di lapangan. Untuk data-data tersebut merupakan murni hasil kuesioner pada saat di lapangan oleh *engineer*. Adapun data tersebut di tampilkan pada Gambar 4.

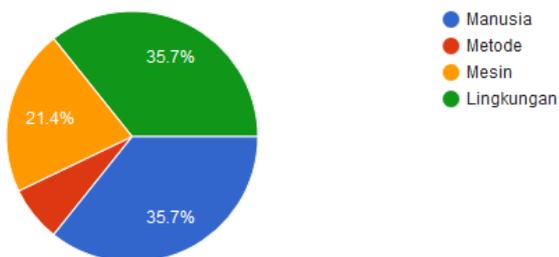


Gambar 4 Diagram Hasil Kuesioner A (Bagian Pesawat yang membutuhkan waktu pengerjaan terlama)



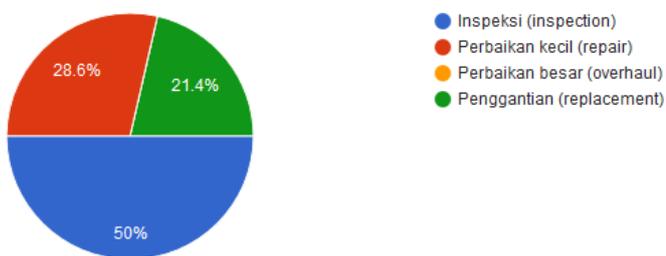
Gambar 5 Diagram Hasil Kuesioner B (Faktor Internal Paling Berpengaruh pada Umur Komponen Pesawat)

14 responses



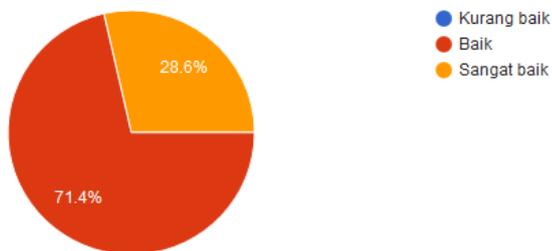
Gambar 6 Diagram Hasil Kuesioner C (Faktor Paling Menyebabkan Perencanaan dan Pelaksanaan Tidak Tepat Waktu)

14 responses



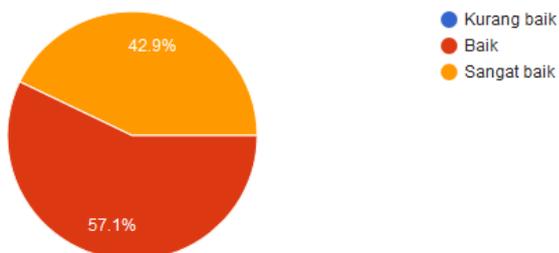
Gambar 7 Diagram Hasil Kuesioner D (Tindakan Aktivitas Perawatan Pesawat CN-295M yang paling sering selama satu tahun terakhir)

14 responses



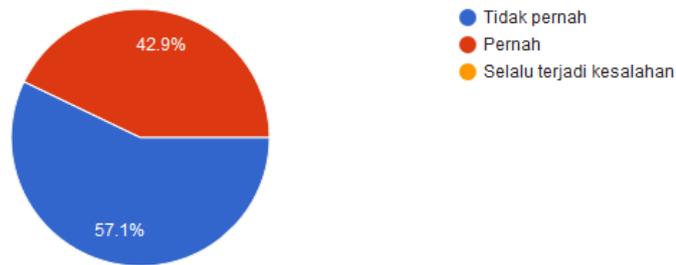
Gambar 8 Diagram Hasil Kuesioner E (Divisi Perencanaan Teknik Menjalankan Fungsinya dalam Membuat Pengajuan Sparepart)

14 responses

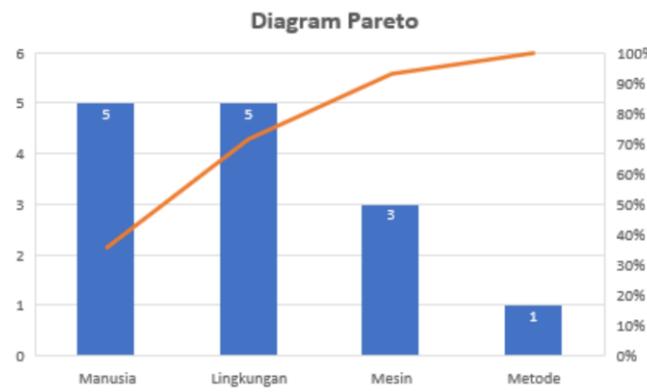


Gambar 9 Diagram Hasil Kuesioner F (Divisi Perencanaan Pesawat dalam Menyimpan Data Administrasi/Recording)

14 responses



Gambar 10 Diagram Hasil Kuesioner G (Divisi Teknisi Pesawat dalam Melakukan Perawatan Skadron Teknik 021)



Gambar 11 Diagram Pareto

Diagram *Pareto* ini (Gambar 11) menjelaskan mengenai jumlah frekuensi kejadian, pada sumbu ordinat/vertikal (sumbu-Y) terhadap faktor penyebab masalahnya, pada sumbu aksis/ horizontal (sumbu-X). Penggunaan Diagram *Pareto* ini adalah juga memudahkan peneliti untuk mengurutkan jumlah permasalahan yang paling banyak terjadi dalam grafik. Kemudian dilanjutkan dengan melakukan Uji ANOVA satu arah (*One Way ANOVA*) yang merupakan jenis uji Statistika Parametrik yang bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan rata-rata antara lebih dari dua *group* sampel.

Adapun beberapa variabel seperti H_0 , H_1 , F dan F hitung adalah hipotesis awal atau juga bisa diartikan sebagai hipotesis yang menyatakan tidak adanya hubungan antara variabel independen (X) dan variabel dependen (Y). Kemudian untuk nilai H_1 adalah sebagai hipotesis yang menyatakan adanya hubungan antara variabel independen (X) dengan dependen (Y). Untuk nilai F Crit

adalah suatu nilai tertentu yang digunakan sebagai pembanding sedangkan nilai F Hitung adalah sebuah nilai F hasil perhitungan analisis yang kemudian nilainya dibandingkan dengan F tabel.

Hipotesis awal yang digunakan (H_0) adalah dengan mengasumsikan bahwa faktor-faktor yang sudah dijelaskan pada diagram *Fishbone* yang berpengaruh terhadap keterlambatan yang ada. Kemudian hipotesis lanjutan (H_1) mengatakan bahwa hasil analisis diagram *Fishbone* tidak berpengaruh terhadap keterlambatan dari proses perawatan.

Dari hasil perhitungan Uji ANOVA satu arah (*One Way ANOVA*) pada tabel 4 dapat disimpulkan bahwa; 1) Tolak H_1 , karena nilai F hitung $<$ F Crit, artinya hal-hal yang mempengaruhi keterlambatan pesawat adalah perencanaan Teknik dalam menjalankan fungsinya dengan baik dalam hal pengajuan sparepart dan keselamatan kerja. dan 2) Terima H_0 karena nilai H_1 ditolak yang sudah dijelaskan pada paragraf sebelumnya.

Dan berdasarkan perhitungan bahwa empat variabel yang digunakan saat uji validitas berpengaruh terhadap keterlambatan dari *maintenance*.

Adapun nilai tabel dari pengujian Anova ini ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 5 Hasil Uji Anova

SUMMARY					
Groups	Count	Sum	Average	Variance	
42,9	2	57,1	28,55	1630,205	
0	2	100	50	915,92	
0	2	100	50	0	
50	2	50	25	640,82	

ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	1091,40	4	363,801	0,45661	0,72719	6,59138
Within Groups	3186,94	5	796,736			
Total	4278,34	9				

3. Upaya Perbaikan Proses

Pada tahap ini dilakukan fase *improve* untuk mengoptimasi atau mencari solusi dan fase *control* untuk pemantauan seluruh perbaikan tindakan agar tetap stabil. Berikut merupakan ringkasan beberapa penyebab utama dari ketidaktepatan pelaksanaan *perawatan terjadwal* dengan empat variabel dengan *root cause*. Karena berdasarkan observasi di lapangan tidak adanya dua penyebab lainnya seperti faktor *measurement* dan faktor material.

Adapun permasalahannya diuraikan melalui *Problem Description* dan *Improvement Plan*, yaitu;

- a. Manusia, dengan empat *root cause*, melalui; 1) *Root cause* pada usia pekerja, 2) *Root cause* Sumber Daya Manusia yang terbatas dan 3) *Root cause* pada kelalaian pada saat perbaikan atau perawatan pada pesawat, 4) Penggunaan jam terbang yang tidak sesuai dengan perencanaan.
- b. Mesin, dengan lima *root cause*, melalui; 1) *Root cause* pada ketersediaan tools/equipment, 2) *Root cause* pada Ketersediaan tempat untuk perawatan, 3) *Root cause* pada keterlambatan pengiriman material pesawat, 4) *Root cause* pada proses kalibrasi alat dan 5)

Terbatasnya persediaan komponen pengganti (*spare part*).

- c. Metode, dengan satu *root cause*, melalui; 1) Prosedur kerja masih manual.
- d. Lingkungan, dengan tiga *root cause*, melalui; 1) Kondisi tempat penyimpanan pesawat, 2) Cuaca yang tidak tentu, dan 3) Bahaya benda asing dan hewan liar

Adapun penjelasan dari fase *control* ini dengan beberapa *root cause* sebagai berikut; Pada variabel Manusia; 1) Usia Pekerja, dengan *Control* atau *Mitigation* yaitu, perlu regenerasi *crew* supaya keseimbangan kinerja antara *crew* yang lebih muda bisa beradaptasi pada kerjanya dengan yang lebih tua.; 2) Sumber Daya Manusia yang terbatas, dengan *Control* atau *Mitigation* yaitu, menambah beberapa personel pendukung untuk membantu proses *maintenance* berlangsung, 3) Kelalaian pada saat perbaikan dan perawatan pada pesawat, dengan *Control* atau *Mitigation* yaitu, perlunya seorang *quality control* untuk mengontrol pekerjaan setiap *crew* terkait dengan *maintenance*. Tujuannya tidak lain adalah untuk mengurangi resiko dan 4) Dengan *Control* atau *Mitigation* yaitu, kelalaian pada saat perbaikan dan perawatan pada pesawat. 5) Penggunaan jam terbang yang tidak sesuai dengan perencanaan, dengan *Control* atau *Mitigation* yaitu, melakukan perencanaan yang matang serta kebutuhan pesawat harian agar kedepannya tidak terjadi lagi penggunaan jam terbang yang tidak sesuai dengan perencanaan yang dilakukan.

Pada variabel Mesin, dengan empat *root cause*; 1) Ketersediaan *tools equipment*, dengan *Control* atau *Mitigation* yaitu Melakukan pengecekan terlebih dahulu terhadap *tools* yang tidak tersedia kepada skadron lain untuk membantu proses *maintenance* berlangsung. Apabila sudah dilakukan *screening* pada skadron lain dan apabila terdapat *tools* yang dibutuhkan. Segera lakukan proses peminjaman *tools* yang dibutuhkan agar proses *maintenance* tidak terjadi keterlambatan; 2) Ketersediaan tempat untuk perawatan, dengan *Control* atau

Mitigation yaitu Mencari skadron alternatif untuk membantu proses *maintenance* apabila dibutuhkan, 3) Proses kalibrasi alat, dengan *Control* atau *Mitigation* yaitu Untuk tahap ini dilakukan *briefing* sesaat sebelum pekerjaan *maintenance* dimulai, 4) Keterlambatan pengiriman material pesawat, dengan *Control* atau *Mitigation* yaitu Melakukan *robbing part* kepada pesawat sejenis dan setipe apabila belum ada *part* atau komponen yang dibutuhkan. 5) Terbatasnya persediaan komponen pengganti, dengan *Control* atau *Mitigation* yaitu dengan melakukan pemesanan komponen jauh-jauh hari supaya tidak menunggu terlalu lama apabila diperlukan penggantian komponen pada pesawat. Dan melakukan penyimpanan komponen secara tertata dengan baik.

Pada variabel Metode, dengan satu *root cause*; 1) Prosedur kerja masih manual, dengan *Control* atau *Mitigation* yaitu dengan proses *briefing* dan utamanya melalui pembagian Tugas Pokok dan Fungsi kerja secara dokumentasi digital. Seperti untuk melihat *task card* yang sudah dikerjakan hanya dengan menggunakan sebuah server tanpa membawa lagi dokumen fisik.

Pada variabel Lingkungan, dengan tiga *root cause*; 1) Kondisi tempat penyimpanan pesawat dengan *Control* atau *Mitigation* yaitu, selalu menjaga kebersihan hangar, 2) Cuaca yang tidak tentu, dengan *Control* atau *Mitigation* yaitu, pengontrolan terhadap *hazard* ini tidak bisa dihindari. Tindakan preventif saja yang dilakukan, dengan melakukan perencanaan alternatif apabila cuaca buruk melanda. Perencanaan alternatif yang dimaksud adalah dengan mencari hanggar *alternate* sebagai tempat untuk melaksanakan *maintenance* sementara, 3) Bahaya benda asing dan hewan liar, dengan *Control* atau *Mitigation* yaitu, membuat penghalang atau batas (*cone*) serta pita pembatas sederhana dengan warna mencolok di sekitar pesawat. Hal ini belum dilakukan dan hanya berupa saran. Karena proses tersebut belum sepenuhnya dilakukan oleh pihak Skadron Teknik 021.

KESIMPULAN

Ketepatan waktu pelaksanaan perawatan terjadwal pada pesawat CN-295M berdasarkan riwayat pelaksanaan dan perencanaan perawatan berdasarkan hitungan yang ada adalah 40.48% dari total keseluruhan proses. Hasil inilah yang membuktikan bahwa pelaksanaan penjadwalan tidak berjalan secara efektif.

Hasil yang sama juga dijelaskan oleh diagram pareto, dimana manusia dan lingkungan menjadi faktor tertinggi dalam hal keterlambatan pelaksanaan perawatan terjadwal pada pesawat CN-295M. Berdasarkan penjelasan (Tabel 4) bahwa pengujian ANOVA 1 Arah tersebut didapatkan nilai F hitung < F kritis. Nilai tersebut menandakan bahwa terjadinya penolakan terhadap nilai H1 yaitu pelaksanaan jam terbang, perencanaan teknik adalah faktor utama yang menyebabkan keterlambatan dalam perawatan terjadwal. Sehingga hal ini berdampak pada terganggunya kinerja operasional dan menyebabkan adanya penambahan *cost*.

Selanjutnya, faktor penyebab terjadinya ketidaktepatan penjadwalan dengan pelaksanaan perawatan terjadwal pesawat CN-295M yang sudah dijelaskan pada diagram *Fishbone* pada paragraf sebelumnya yaitu meliputi usia pekerja, sumber daya manusia yang terbatas, kelalaian pada saat perbaikan, ketersediaan tools, ketersediaan tempat perawatan, kalibrasi alat prosedur kerja manual, tempat penyimpanan, hewan liar dan terakhir adalah kondisi cuaca. Berdasarkan pada tabel 3 bahwa keterlambatan proses *maintenance* hampir di seluruh pesawat yang ada pada Skadron Teknik 021. Maka, untuk mengantisipasi hal tersebut perlu dilakukan perbaikan dari proses penjadwalan perawatan dan operasional.

Hal yang perlu ditingkatkan yaitu perlunya pelatihan untuk pekerja yang belum memiliki pengalaman, melakukan *forecasting* pada saat melakukan pemesanan komponen dan terakhir adalah melakukan *walk around check* sebelum melakukan proses *maintenance*.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih kepada Kasubsi Dalhar, Kasubsi Uji, dan Bintara TPT Bengharsys di Skadron Teknik 021 Halim Perdanakusuma, Jakarta. Terima kasih juga kepada seluruh responden yang bersedia mengisi kuesioner, kesediaannya sangat berharga bagi kami. Institut Transportasi dan Logistik Trisakti yang telah memberikan penugasan penelitian di Skadron Teknik 021, sehingga muncul ide untuk mengangkat topik ketepatan pelaksanaan perawatan terjadwal pada pesawat CN-295M untuk menyelesaikan artikel dalam jurnal ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Cheung, A. I. W. H., & Lu, D. (2005). Expert system for aircraft maintenance services industry. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 11(4), 348–358.
<https://doi.org/10.1108/13552510510626972>
- D'Apice, C., De Nicola, C., Manzo, R., & Moccia, V. (2014). Optimal scheduling for aircraft departures. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 5(6), 799-807.
<https://doi.org/10.1007/s12652-014-0223-1>
- Díaz-Ramírez, J., Huertas, J. I., & Trigos, F. (2014). Aircraft maintenance, routing, and crew scheduling planning for airlines with a single fleet and a single maintenance and crew base. *Computers & Industrial Engineering*, 75, 68-78.
<https://doi.org/10.1016/j.cie.2014.05.027>
- Gede, B. N., Karningsih, P. D., & Supriyanto, H. H. (2012). Implementasi Konsep Lean pada Aktivitas. *Jurnal Teknik ITS*, 1, 460–464.
- Handika, F. S., & B. Barnadi, A. (2017). Analisis Pemakaian Listrik pada Pompa Drainage Unit dengan Menggunakan New Quality Tools. *Jurnal Sistem Dan Manajemen Industri*, 1(2), 91.
<https://doi.org/10.30656/jsmi.v1i2.477>
- Junqueira, V. S. ., Nagano, M. S., & Miyata, H. H. (2018). Procedure structuring for programming aircraft maintenance activities. *Revista de Gestão*, 27(1), 2–20.
<https://doi.org/10.1108/REG-02-2018-0026>
- Kholil, M., & Pambudi, T. (2014). Implementasi Lean Six Sigma Dalam Peningkatan Kualitas Dengan Mengurangi Produk Cacat NG Drop di Mesin Final Test Produk HL 4.8 di PT SSI. *Jurnal Pasti*, 8(1), 182844.
- Pande, P. S. (2003). *The Six Sigma Way*. Penerbit Andi.
- Pradnyandari, T. S., Satya, & Purnawati, N. K. (2019). Peran Maintenance Dalam Memoderasi Pengaruh Scheduling Terhadap Kinerja Maskapai Penerbangan. *Bali: E-Jurnal Manajemen*, 8(6).
- Saltoğlu, R., Humaira, N., & İnalhan, G. (2016). Aircraft Scheduled Airframe Maintenance and Downtime Integrated Cost Model. *Advances in Operations Research*.
<https://doi.org/10.1155/2016/2576825>
- Samaranayake, P. (2006). Current practices and problem areas in aircraft maintenance planning and scheduling—interfaced/integrated system perspective, UWS, Sidney (pp. 2245-2256). *Industrial Engineering And Management Systems, Proceedings of the 7th Asia-Pacific Conference in Bangkok, UWS, Sidney (Pp. 2245-2256)*.
- Samaranayake, P., & Kiridena, S. (2012). Aircraft maintenance planning and scheduling: an integrated framework. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 18(4), 432–453.
<https://doi.org/10.1108/13552511211281598>
- Semaan, N. M., & Yehia, N. (2019). A stochastic detailed scheduling model for periodic maintenance of military rotorcraft. *Aircraft Engineering and Aerospace Technology*, 91(9), 1195–1204.
<https://doi.org/10.1108/AEAT-09-2018-0254>

Stergianos, C., Atkin, J. A. D., Schittekat, P., Nordlander, T. E., Gerada, C., & Morvan, H. (2015). Pushback delays on the

routing and scheduling problem of aircraft. *Lecture Notes in Management Science (Vol. 7, Pp. 34-40)*.

