

Analisa Waste Man hours Pada Pekerjaan Modifikasi Structure Bulkhead Body STA 2598 Pesawat 747-400 Di PT. GMF Aeroasia Tbk.

Manhours Waste Analysis On Bulkhead Body Structure Modification Work STA 2598 Aircraft 747-400 at PT. GMF Aeroasia Tbk.

Ossa Sutaarga¹, Ivan Andrian Syarief²,

^{1,2} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Tangerang

1ossa.sutaarga@gmail.com , andrian210@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to determine the cause of the actual man hours that did not reach the target in the interim modification work which refers to the modification of the STA 2598 bulkhead body structure on the 747-400 aircraft at PT. GMF Aeroasia Tbk. Tangerang. The type of research used in this study is a qualitative and quantitative method which refers to data taken from 15 aircraft that have performed aircraft maintenance at PT. GMF Aeroasia Tbk. By analyzing the man hours that have been partnered with the SAP application, value stream mapping analysis techniques are obtained to find out the source of the problem from the man hours delay with the stages of making current state mapping in current conditions, making process activity mapping to map existing activities at the time of work. takes place based on VA, NVA and NNVA and obtained from the results of the study the biggest cause of out of target in manhours in the modification of the structure of the bulkhead body STA 2598 on the 747-400 aircraft that was treated at PT. GMF AeroAsia Tbk is waste over processing which reaches 21 hours 38 minutes with a percentage of 14.74%, waste waiting as much as 1 hour 14 minutes with a percentage of 0.84% and a total waste motion of 30 minutes with a percentage of 0.34% with a total waste during work lasted for 23 hours 22 minutes with a percentage of 15, 97% with the proposed improvement by increasing the effectiveness of duration manhours which previously reached 145 hours 4 minutes, to 121 hours 12 minutes.

Keywords: VSM, Maintenance, Waste Analysis, Manhours, PAM

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penyebab dari actual man hours yang tidak mencapai target pada pengerjaan interim modifikasi yang mangacu pada modifikasi structure bulkhead body STA 2598 pada pesawat 747-400 di PT.GMF Aeroasia Tbk. Tangerang. Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kualitatif dan kuantitatif yang mengacu pada data yang diambil dari 15 pesawat yang telah melakukan perawatan pesawat udara di PT.GMF Aeroasia Tbk. Dengan melakukan analisa pada manhours yang telah direkam pada aplikasi SAP, didapat teknik analisa value stream mapping untuk mengetahui sumber masalah dari keterlambatan man hours dengan tahapan membuat current state mapping pada kondisi saat ini, membuat process activity mapping untuk memetakan kegiatan yang ada pada saat pekerjaan berlangsung berdasarkan VA, NVA dan NNVA dan didapat dari hasil penelitian penyebab terbesar terjadinya out of target pada manhours pada pekerjaan modifikasi structure bulkhead body STA 2598 pada pesawat 747-400 yang rawat di PT. GMF AeroAsia Tbk adalah waste over processing yang mencapai 21 jam 38 menit dengan persentase 14,74%, waste waiting sebanyak 1 jam 14 menit dengan persentase 0,84% dan total waste motion 30 menit dengan persentase 0,34% dengan total waste selama pekerjaan berlangsung mencapai 23 jam 22 menit dengan persentase 15, 97% dengan usulan perbaikan dengan melakukan meningkatkan efektifitas duration manhours yang sebelumnya mencapai 145 jam 4 menit, menjadi 121 jam 12 menit.

Kata Kunci : VSM, Maintenance, Waste Analysis, Manhours, PAM.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Aircraft Maintenance merupakan sebuah kegiatan yang dilakukan untuk memastikan bahwa suatu komponen atau sistem yang terdapat pada pesawat udara tetap bekerja sesuai dengan kelaikan dan realibilitas pesawat tersebut. Hal ini sangat diperlukan karena bagian-bagian komponen pada pesawat udara memiliki batas usia tertentu, jadi meskipun komponen tersebut tidak atau belum gagal dalam pelaksanaan tugasnya tetapi umur atau batas usia pemakaiannya telah mencapai batas, maka komponen tersebut harus segera diganti atau dimodifikasi. AMO / Approved Maintenance Organization adalah organisasi yang disahkan oleh DGCA / Directorate General of Civil Aviation untuk melakukan perawatan, perbaikan dan modifikasi pesawat sesuai dengan cakupan kemampuannya. Berdasarkan CASR / Civil Aviation Safety and Regulation part 145, bahwa sebuah AMO harus menyediakan tempat, peralatan, material dan personel yang memadai. Sebagai AMO, Bengkel Pesawat Udara seharusnya mempunyai penghitungan kapasitas fasilitas perawatan pesawat.

Dalam proses perawatan pesawat terdapat dokumen yang bernama Service Bulletin, yaitu sebuah dokumen yang berisi tentang rekomendasi dari pabrik untuk melakukan sebuah prosedur perbaikan/penggantian/modifikasi untuk meningkatkan performa dan keandalan komponen pesawat dan menanggulangi kerusakan yang berasal dari penurunan kualitas part pesawat, improvement design atau pencegahan kerusakan karena hal lain. (Fadjar Nugroho, 2013).

Service buletin diklasifikasikan dalam 3 kategori, yaitu :

- **Mandatory**
Ketika kondisi yang tidak aman terjadi dan mengharuskan operator pesawat mengerjakan SB dengan segera.
- **Recommended**
Kondisi dimana terdapat *failure* atau kegagalan fungsi pada suatu part atau komponen pesawat yang dapat menurunkan standar keamanan pesawat udara.
- **Optional**
Kondisi dimana SB tidak diklasifikasikan dalam 2 kondisi diatas.

Berdasarkan Federal Aviation Administration (FAA) Airworthiness Directive (AD) 2014-14-03 (2014) operator harus melakukan Modification sesuai dengan SB 747-53A2473 atau SB 747-53A2837 yang harus diselesaikan sebelum 20,000 total flight cycles atau 18 bulan setelah tanggal efektif dari AD tersebut, hal ini lah yang menjadi tugas MRO dalam melakukan modifikasi pada pesawat yang telah mencapai 20,000 total flight cycles dan mengharuskan MRO melakukan planning dalam melakukan penjadwalan maintenance yang berakibat pada pembagian man power nantinya.

Tabel 1.1 747-400 Body STA 2598 Bulkhead Modification Service History

NO	A/C REG	A/C TYPE	MAINTENANCE TYPE	TARGET MAN HOURS	ACTUAL MAN HOURS	RESULT
1	ER-BAM	747-400	C-CHECK	140	154,03	OUT OF LIMIT
2	ER-BAT	747-400	C-CHECK	140	138,21	WITHINLIMIT
3	TF-AMM	747-400	D-CHECK	140	148,48	OUT OF LIMIT
4	PH-BFY	747-400	C-CHECK	140	137,54	WITHINLIMIT
5	PH-CKA	747-400	C-CHECK	140	137,51	WITHINLIMIT
6	PH-CKB	747-400	D-CHECK	140	153,36	OUT OF LIMIT
7	TF-AMR	747-400	C-CHECK	140	151,14	OUT OF LIMIT
8	TF-AMU	747-400	C-CHECK	140	151,11	OUT OF LIMIT
9	PH-MPS	747-400	C-CHECK	140	138,39	WITHINLIMIT
10	EC-KXN	747-400	C-CHECK	140	153,40	OUT OF LIMIT
11	YI-AQQ	747-400	D-CHECK	140	152,15	OUT OF LIMIT
12	ER-BBC	747-400	C-CHECK	140	139,56	WITHINLIMIT
13	TF-AAL	747-400	C-CHECK	140	138,51	WITHINLIMIT
14	PH-CKC	747-400	C-CHECK	140	139,05	WITHINLIMIT
15	TF-AMN	747-400	C-CHECK	140	139,44	WITHINLIMIT

1.2 Identifikasi Masalah

Dalam maintenance pesawat terdapat banyak jobcard yang dikerjakan dalam satu kali maintenance, jika 7 pekerjaan modifikasi memiliki out of target mencapai rata-rata 7,40% maka keterlambatan dalam proses maintenance ini dapat berimbas pada pekerjaan yang lain dan mempengaruhi TAT (Turn Around Time) yang telah dijadwalkan.

1.3 Rumusan Masalah

Dari identifikasi masalah di atas, maka dapat dirumuskan sebagai berikut :

- Apa penyebab terjadinya *out of target* pada *man hours* pada pengerjaan SB yang mewajibkan MRO (*maintenance, Repair & Overhaul*) untuk melakukan modifikasi pada pesawat tersebut ?
- Bagaimana usulan perbaikan yang harus dilakukan agar *man hours* pada pekerjaan modifikasi tersebut dapat optimal sehingga proses maintenance kedepannya dapat berjalan dengan lancar sesuai jadwal TAT (*Turn Around Time*) ?

1.4 Batasan Masalah

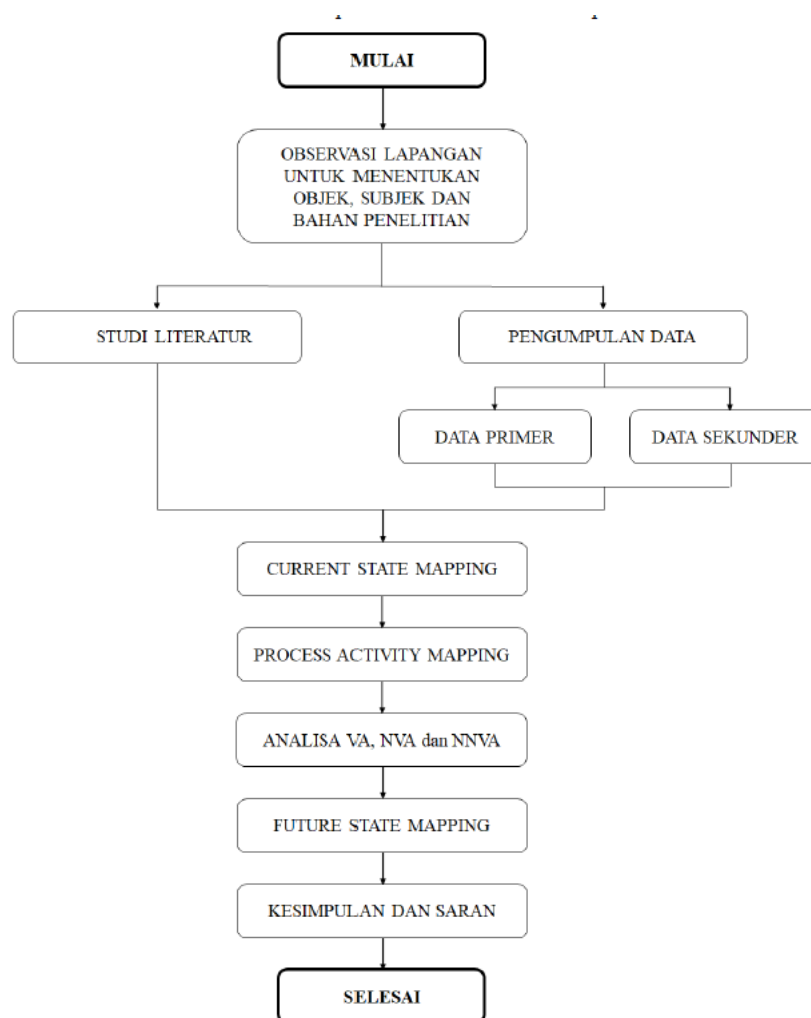
Agar pokok bahasan dalam laporan ini tidak meluas pada masalah lain maka perlu dilakukan batasan sebagai berikut :

- Ruang lingkup pokok bahasan hanya pada pekerjaan modifikasi pada pesawat 747-400 pada bagian *Bulkhead Body STA 2598* pada dokumen *service bulletin* dengan nomor SB 747-53A2837.
- Penelitian dilakukan untuk menemukan solusi terbaik agar *Manhours* pada pengerjaan modifikasi pada pesawat 747-400 pada bagian *Bulkhead Body STA 2598* dokumen *service bulletin* dengan nomor SB 747-53A2837 dapat optimal.
- Penelitian dilakukan pada pesawat yang dirawat di PT. GMF AeroAsia Tbk.

1.5 Tujuan Penelitian

- a. Mengetahui penyebab terjadinya Out of target Manhours pada proses pengerjaan modifikasi Bulkhead pesawat 747-400 Body STA 2598 sesuai dengan maintenance document service bulletin dengan nomor SB 747-53A2837.
- b. Memberikan Usulan perbaikan agar Manhours pada pekerjaan modifikasi tersebut dapat optimal sehingga proses maintenance kedepannya dapat berjalan dengan baik dan lancar sesuai jadwal TAT (Turn Around Time) ?

2. METODOLOGI



Gambar 2.1 Alur Metodologi Penelitian

2.1. Teknik Analisis

Analisis data yang dilakukan bersumber dari data yang telah diperoleh dari proses pengumpulan data yang berupa data sekunder dan data primer yang dibutuhkan dalam penelitian ini. Data yang terkumpul akan dilakukan pengolahan data dengan membuat current state mapping untuk memetakan kondisi saat ini sebelum perbaikan, lalu setiap data Maintenance History dari 15 pesawat 747-400 yang telah melaksanakan modifikasi pada bagian kerangka “Bulkhead” body STA 2598 di bagi pada setiap prosesnya untuk mengetahui work operation yang mana yang memiliki presentase tertinggi dalam out of target manhours selanjutnya dilakukan proses pemetaan aktifitas yang terjadi

pada work operation yang memiliki presentase out of target tertinggi sebagai bahan pembuatan table Proses activity mapping (PAM) untuk menentukan value added, non value added dan necessary non value added dan identifikasi pemborosan (waste) yang ada dalam proses kemudian waste dianalisis menggunakan 7 Waste dan Root Cause Analysis (RCA) untuk mengetahui akar atau faktor penyebab waste. Tahap selanjutnya membuat Future State Mapping dan Activity Mapping Setelah perbaikan untuk mengetahui seberapa besar dampak efisiensi dari penelitian ini.

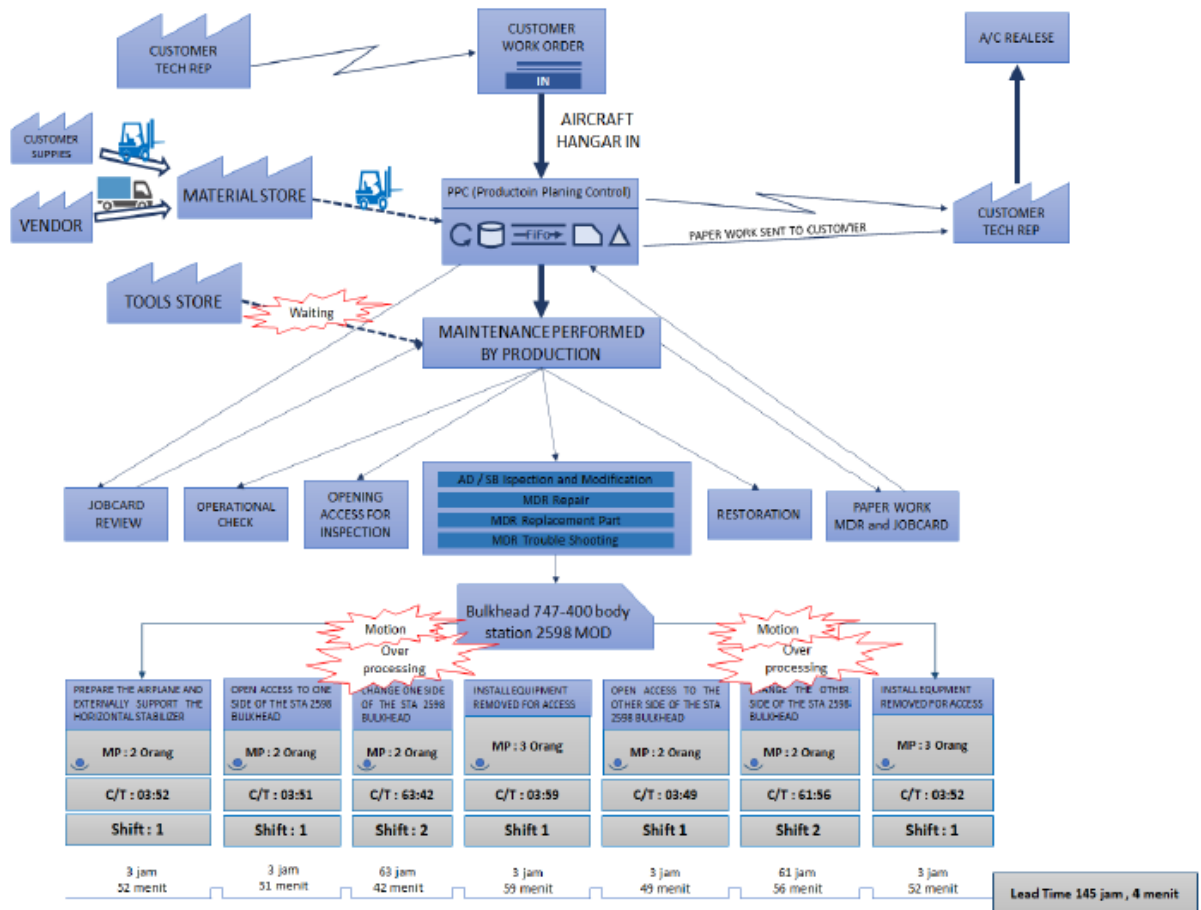
2.2. Langkah-Langkah penelitian

Langkah penelitian yang terstruktur diperlukan dalam memecahkan masalah penelitian demi mencapai hasil penelitian yang baik:

1. Melakukan observasi lapangan untuk mendapatkan gambaran area produksi yang ada di perusahaan, dan untuk menentukan objek, subjek dan bahan penelitian yang diperlukan.
2. Melakukan studi dan kajian literatur yang diperoleh dari jurnal penelitian terdahulu, buku dan artikel yang sesuai dengan metode penelitian yang digunakan, yaitu lean manufacturing dan VSM.
3. Melakukan pengambilan Data Primer dan Data Sekunder melalui observasi dan wawancara di lapangan pada proses perawatan pesawat 747-400 pekerjaan modifikasi pada bagian kerangka "Bulkhead" body STA 2598.
4. Membuat Current State Mapping untuk memetakan kondisi lingkungan produksi saat ini sebelum perbaikan,
5. Memetakan Work operation dan aktifitas yang terjadi pada proses perawatan pesawat 747-400 pekerjaan modifikasi pada bagian kerangka "Bulkhead" body STA 2598.
6. Membuat table Process Activity Mapping untuk mengidentifikasi aktivitas VA, NVA dan NNVA.
7. Mengevaluasi Process Activity Mapping dan mengembangkan usulan perbaikan dengan mengeliminasi waste agar Continuous Improvement dapat tercapai.
8. Membuat Current State Mapping untuk mengetahui tingkat efisiensi dari penelitian yang telah dibuat.
9. Memberikan kesimpulan dan saran dari hasil penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Penyebab terjadinya Out of Target



Gambar 3.1 Current State Mapping with Kaizen Burst

Untuk mencari berapa persentase dari aktifitas yang teridentifikasi digunakan rumus sebagai berikut :

$$VA\% = \frac{\text{Total Time VA}}{\text{Total Time Activity}}$$

$$NNVA\% = \frac{\text{Total Time NNVA}}{\text{Total Time Activity}}$$

$$NVA\% = \frac{\text{Total Time NVA}}{\text{Total Time Activity}}$$

dengan rincian perhitungan sebagai berikut :

VA = 119 / 22 (119 Jam, 22 Menit) , 81,36%

NNVA = 03 / 55 (3 Jam, 55 Menit) , 2, 67%

NVA = 23 / 25 (23 Jam, 25 Menit) , 15,97%

Keterangan jenis aktifitas :

- O : Operation
- T : Transportation
- I : Inspection
- D : Delay
- S : Store

Tabel 3.1 Waste Identification

No	Aktifitas	Waktu Proses (hours)	Jenis Aktifitas					Waste	%
			O	T	I	D	S		
1	Do an open-hole HFEC inspection for cracks in accordance with 747 NDT Part 6, 51-00-00 Figure 1, 11, or 16.	00:59			✓	✓		Over Processing	0,67 %
2	Sharpen all drill bit required before start to work	00:33	✓			✓		Motion	0,38 %
3	Setting layout new fastener holes into kit parts of modification per DWG 624U0072, Sheet 9 and refer to SB 747-53A2837 figure 25	10:16	✓					Over Processing	7,00 %
4	Do an open-hole HFEC inspection for cracks in accordance with 747 NDT Part 6, 51-00-00 Figure 1, 11, or 16.	00:52			✓	✓		Over Processing	0,59 %
5	Setting layout new fastener holes into kit parts of modification per DWG 624U0072, Sheet 9 and refer to SB 747-53A2837 figure 27	09:31	✓					Over processing	6,49 %
6	Prepare tools and equipment	01:14				✓		Waiting	0,84 %

Pada tabel 3.1 berikut merupakan aktifitas yang berpotensi menyumbang out of target pada manhours yang telah diseleksi pada tabel process activity mapping pekerjaan modifikasi pesawat 747-400 pada structure bulkhead body STA 2598.

- Aktifitas pertama dan keempat “Do an open-hole HFEC inspection for cracks in accordance with 747 NDT Part 6, 51-00-00 Figure 1, 11, or 16” merupakan aktifitas inspeksi dengan menggunakan gelombang high frequency edy curent yang bertujuan untuk memeriksa apakah ada crack pada lubang fasteners, waste yang terjadi pada aktifitas ini tergolong sebagai waste over processing dikarenakan ditemukan aktifitas berulang yang menyumbang 1 jam 51 menit atau 1,26% waktu proses manhours.
- Aktifitas yang kedua : “Sharpen all drill bit required before start to work” merupakan aktifitas rutin sebelum melakukan proses drilling, aktifitas ini tergolong sebagai waste motion dikarenakan proses perawatan tools seperti drill bit seharusnya dilaksanakan oleh tools store, aktifitas ini menyumbang 33 menit atau 0,38% waktu proses manhours.
- Aktifitas ketiga dan kelima “Setting layout new fastener holes into kit parts of modification per DWG 624U0072, Sheet 9 and refer to SB 747-53A2837 figure 25” merupakan aktifitas pemetaan lubang pada fasteners baru yang proses pemetaan / layouting dilakukan dengan menggambar fastener holes layout pada benda kerja sesuai DWG yang telah disediakan, waste yang terjadi pada aktifitas ini tergolong sebagai waste over processing yang menyumbang 19 jam 47 menit atau 13,48% waktu proses manhours.
- Aktifitas keenam “Prepare tools and equipment” Merupakan aktifitas menyiapkan dan mengambil tools di tools store sebelum bekerja, waste yang terjadi pada aktifitas ini tergolong sebagai waste waiting dikarenakan proses antri dan menunggu saat pengambilan tools yang menyumbang 1 jam 14 menit atau 0,84 % waktu proses manhours.

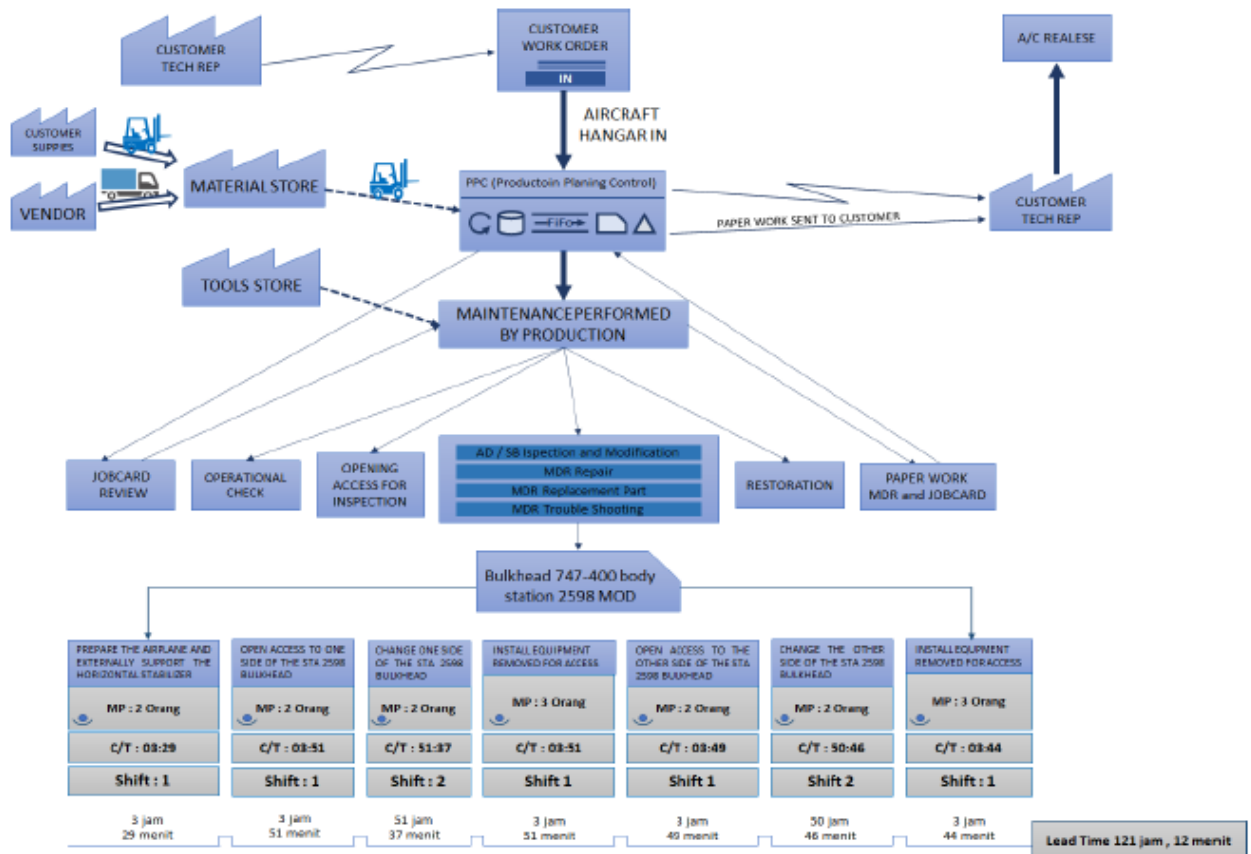
Berdasarkan hasil pengamatan aktifitas pada tabel waste identification dapat diidentifikasi jenis waste dengan total waste over processing mencapai 21 jam 38 menit dengan persentase 14,75%, total waste waiting sebanyak 1 jam 14 menit dengan persentase 0,84% dan total waste motion 33 menit dengan persentase 0,38% dengan total waste yang teridentifikasi selama pekerjaan berlangsung mencapai 23 jam 22 menit dengan persentase 15,97%.

3.2. Usulan Perbaikan

Tabel 3.2 Usulan Perbaikan

No	Waste Identification	Current Condition	Improvement	Efficiency	Percentage
1	Over Processing	Pengulangan Aktifitas NDT openhole HFEC inspection pada aktifitas nomer 19 dan 28	Penggabungan aktifitas nomer 19 dan 28	00:59	0,67%
		Pengulangan Aktifitas NDT openhole HFEC inspection pada aktifitas nomer 42 dan 51	Penggabungan aktifitas nomer 42 dan 51	00:52	0,59%
		Process setting layout untuk fastener holes baru pada nomor 23 <i>process activity mapping</i> meningkatkan waktu yang dibutuhkan saat pekerjaan berlangsung	Membuat template lubang fastener yang dibuat berdasarkan layout drawing pada modifikasi Structure Bulkhead body STA 2598 sehingga template tersebut dapat digunakan pada pekerjaan selanjutnya.	10:16	7,00%
		Process setting layout untuk fastener holes baru pada nomor 46 <i>process activity mapping</i> meningkatkan waktu yang dibutuhkan saat pekerjaan berlangsung	Membuat template lubang fastener yang dibuat berdasarkan layout drawing pada modifikasi Structure Bulkhead body STA 2598 sehingga template tersebut dapat digunakan pada pekerjaan selanjutnya.	09:31	6,49%
2	Motion	Proses mengasah <i>drill bit</i> atau mata bor saat pekerjaan berlangsung meningkatkan waktu yang dibutuhkan saat bekerja	melakukan proses perawatan tools berkala agar setiap pekerjaan berlangsung semua tools siap digunakan	00:33	0,38%
3	waiting	Aktifitas mengantri pada peminjaman tools di tools store setiap hari	Melakukan digitalisasi prosedur peminjaman tools dengan aplikasi dari masing-masing handphone milik teknisi, dengan adanya proses ini manfaat yang didapat antara lain : mengurangi penggunaan kertas pada saat melakukan peminjaman tools dan proses transfer informasi saat melakukan peminjaman lebih cepat dan terorganisir.	01:14	0,84%
Total Manhours yang berkurang setelah usulan perbaikan atau Improvement dilaksanakan				23:25	15,97%

Dengan adanya usulan perbaikan ini, out of target manhours pada proses modifikasi structure bulkhead body STA 2598 dapat ditekan yang bisa dilihat dari tabel berikut setelah waste unnecessary motion dan waiting dieliminasi :



Gambar 3.2 Future State Mapping

Dapat dilihat pada actual duration of manhours pada setiap pesawat masih ada beberapa job description yang belum memenuhi target pada setiap task pekerjaannya, tetapi total duration manhours pada pekerjaan modifikasi structure bulkhead body STA 2598 tersebut sudah terpenuhi sesuai target manhours. Berdasarkan Value stream mapping, Procces activity mapping, dan eliminasi waste disusun Future State Mapping pada proses perawatan modifikasi structure bulkhead body STA 2598.

Tabel 3.3 Manhours Bulk Head After Improvement

TASK NO	ACTUAL DURATION OF MAN HOURS FOR EACH A/C REGISTRATION														
	ER-BAM	ER-BAT	TF-AMM	PH-BFY	PH-CKA	PH-CKB	TF-AMR	TF-AMU	PH-MPS	EC-KXN	YI-AQQ	ER-BBC	TF-AAL	PH-CKC	TF-AMN
1	3:34	3:25	3:32	3:27	3:29	3:35	3:26	3:28	3:35	3:24	3:22	3:36	3:23	3:24	3:36
2	3:42	3:59	3:44	3:59	3:51	3:52	3:57	3:49	3:53	3:44	3:48	3:55	3:52	3:58	3:50
3	54:29	46:52	53:10	46:58	46:24	56:50	55:25	59:59	47:25	57:26	57:29	48:57	47:43	46:30	48:39
4	4:04	3:37	3:59	3:41	3:58	3:34	4:16	3:47	3:47	3:16	4:13	4:06	3:45	3:47	3:54
5	3:38	3:53	3:47	3:48	3:56	3:55	3:45	3:59	3:58	3:53	3:40	3:45	3:49	3:48	3:54
6	57:25	48:47	53:06	48:00	48:30	53:54	52:33	49:21	48:25	54:23	51:50	47:38	49:01	50:03	48:42
7	3:16	3:53	3:35	4:06	3:48	4:01	3:55	3:53	3:41	3:39	3:58	4:04	3:23	3:40	3:14
	130:10	114:28	124:55	114:01	113:58	129:43	127:19	128:18	114:46	129:47	128:22	116:03	114:58	115:12	115:51

Perbaikan yang ditetapkan pada future state mapping adalah dengan menghilangkan delay pada proses peminjaman tools pada proses maintenance yang dilakukan oleh unit produksi dan meningkatkan efektifitas duration manhours yang sebelumnya mencapai 145 jam 4 menit, menjadi 121 jam 12 menit pada pekerjaan modifikasi structure bulkhead body STA 2598 dengan harapan pekerjaan selanjutnya dapat mencapai target yang telah ditentukan.

4. SIMPULAN DAN SARAN

4.1 KESIMPULAN

- a. Penyebab terbesar terjadinya out of target pada manhours pada pekerjaan modifikasi structure bulkhead body STA 2598 pada pesawat 747-400 yang rawat di PT. GMF AeroAsia Tbk adalah waste over processing yang mencapai 21 jam 38 menit dengan persentase 14,74%, waste waiting sebanyak 1 jam 14 menit dengan persentase 0,84% dan total waste motion 30 menit dengan presentase 0,34% dengan total waste selama pekerjaan berlangsung mencapai 23 jam 22 menit dengan persentase 15,97%. Waste over processing disebabkan oleh pengulangan aktifitas pada saat NDT (Non Destructive Test) Inspection dan Proses layout fasteners pada benda kerja yang membutuhkan waktu lama, waste motion terjadi akibat proses mengasah mata bor atau drill bit saat pekerjaan berlangsung dan waste waiting terjadi pada saat teknisi mengantri saat akan melakukan peminjaman tools di tools store sebelum memulai pekerjaan.
- b. Dengan menggabungkan aktifitas NDT (Non Destructive Test) Inspection dan melakukan proses layout fastener holes dengan template, jenis waste over processing dapat dihilangkan pada proses pekerjaan modifikasi. Aktifitas mengasah bor atau drill bit dapat dihilangkan dengan melakukan perawatan berkala sehingga akan selalu siap saat akan digunakan, dan aktifitas mengantri pada saat peminjaman tools yang terjadi pada maintenance pesawat dapat dihilangkan dengan Melakukan digitalisasi prosedur peminjaman tools dengan aplikasi dari masing-masing handphone milik teknisi, dengan adanya proses ini manfaat yang didapat antara lain dapat mengurangi penggunaan kertas pada saat melakukan peminjaman tools dan proses transfer informasi saat melakukan peminjaman lebih cepat dan terorganisir.

4.2 SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan berikut saran dari usulan perbaikan dari penelitian yang telah dibuat :

- a. Dalam proses perawatan pesawat terdapat banyak jenis pekerjaan yang dilakukan dalam 1 kali maintenance terutama pada pesawat wide body seperti B747-400, untuk meningkatkan produktifitas dan efisiensi pada proses maintenance diharapkan agar dapat dilaksanakan penelitian pada pekerjaan yang lain terutama pada pekerjaan khusus yang memerlukan manhours yang sangat tinggi seperti modifikasi dan major repair.
- b. Pada pekerjaan modifikasi pesawat 747-400 proses layouting pada fastener holes memakan waktu lama dikarenakan para teknisi harus mempelajari drawing dengan melihat berulang kali setiap bagian yang akan dikejakan, dengan membuat template berdasarkan manual dan drawing pada pekerjaan modifikasi ini, waktu yang terbuang proses layouting pada benda kerja dapat dikurangi. Diharapkan untuk production engineering structure di hangar 1 agar dapat melakukan planning yang tepat pada setiap pekerjaan yang berlangsung agar tidak ada aktifitas yang berulang. Untuk meningkatkan kinerja tools store di hangar PT. GMF AeroAsia Tbk disarankan untuk merealisasikan digitalisasi proses peminjaman tools untuk mempercepat aktifitas mengantri.

DAFTAR PUSTAKA

- Amrina, E., & Lubis, A. A. A. (2017, April). Minimizing waste using lean manufacturing: A case in cement production. In *2017 4th International Conference on Industrial Engineering and Applications (ICIEA)* (pp. 71-75). IEEE.
- Ayu, F. T. B. (2018). Rekayasa Perbaikan Proses Produksi Boneka dengan Integrasi Metode Line Balancing dan Value Stream Mapping. *Jurnal Operations Excellence: Journal of Applied Industrial Engineering*, *10*(3), 294-303.

- Deshkar, A., Kamle, S., Giri, J., & Korde, V. (2018). Design and evaluation of a Lean Manufacturing framework using Value Stream Mapping (VSM) for a plastic bag manufacturing unit. *Materials Today: Proceedings*, 5(2), 7668-7677.
- Goshime, Y., Kitaw, D., & Jilcha, K. (2018). Lean manufacturing as a vehicle for improving productivity and customer satisfaction: A literature review on metals and engineering industries. *International Journal of Lean Six Sigma*.
- Lestari, K., & Susandi, D. (2019, August). Penerapan Lean Manufacturing untuk mengidentifikasi waste pada proses produksi kain knitting di lantai produksi PT. XYZ. In *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar* (Vol. 10, No. 1, pp. 567-575).
- Nallusamy, S. (2016). Efficiency enhancement in CNC industry using value stream mapping, work standardization and line balancing. *International Journal of Performability Engineering*, 12(5), 413-422.
- Nallusamy, S. (2016). Lean manufacturing implementation in a gear shaft manufacturing company using value stream mapping. In *International Journal of Engineering Research in Africa* (Vol. 21, pp. 231-237). Trans Tech Publications Ltd.
- Nallusamy, S., & Saravanan, V. (2016). Enhancement of overall output in a small scale industry through VSM, line balancing and work standardization. In *International Journal of Engineering Research in Africa* (Vol. 26, pp. 176-183). Trans Tech Publications Ltd.
- Nurprihatin, F., Yulita, N. E., & Caesaron, D. (2017, July). Usulan pengurangan pemborosan pada proses penjahitan menggunakan metode lean six sigma. Seminar Nasional Akuntansi dan Bisnis (SNAB), Fakultas Ekonomi Universitas Widyatama.
- Prasad, M. M., Dhiyaneswari, J. M., Jamaan, J. R., Mythreyan, S., & Sutharsan, S. M. (2020). A framework for lean manufacturing implementation in Indian textile industry. *Materials today: proceedings*, 33, 2986-2995.
- Putri, L. S. C., Yanuar, A. A., & Suryadhini, P. P. (2018). Perancangan Line Balancing Untuk Meminimasi Waste Waiting Pada Proses Produksi Modul Surya 260wp Pt Xyz Dengan Pendekatan Lean Manufacturing. *eProceedings of Engineering*, 5(2).
- Shah, D., & Patel, P. (2018). Productivity improvement by implementing lean manufacturing tools in manufacturing industry. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 5(3), 3-7.
- Singh, J., & Singh, H. (2019). Application of lean manufacturing in automotive manufacturing unit. *International Journal of Lean Six Sigma*, 11(1), 171-210.
- Zahrotun, N., & Taufiq, I. (2018). Lean manufacturing: waste reduction using value stream mapping. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 73, p. 07010). EDP Sciences.
- Zulfikar, A. M., & Rachman, T. (2020). Penerapan Value Stream Mapping dan process Activity Mapping Untuk Identifikasi dan Minimasi 7 Waste Pada Proses Produksi Sepatu X Di Pt. Pai. *Jurnal Inovisi*, 16(1).

