

RESEARCH ARTICLE

Perancangan Alat Bantu Untuk Meminimasi *Waste Defect* Dengan Menggunakan Pendekatan *Lean Manufacturing* Pada Produksi Komponen *Fuselage Integration* Pesawat Nc212i Di PT Dirgantara Indonesia

Hizkia Michael Parulian Sinambela, Pratya Poeri Suryadhini* and Teddy Syafrizal

Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom, Bandung, 40257, Jawa Barat, Indonesia

*Corresponding author: pratya@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

PT Dirgantara Indonesia merupakan perusahaan manufaktur pesawat yang menghadapi permasalahan keterlambatan produksi pada proses *fuselage integration* pesawat NC212i akibat tingginya tingkat *defect*, khususnya jenis *Not According Drawing* yang disebabkan oleh faktor *workmanship*. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi akar penyebab *defect* dan memberikan usulan perbaikan untuk meminimasi *waste defect* yang berdampak pada kualitas dan waktu produksi. Pendekatan yang digunakan adalah *Lean Manufacturing*, didukung dengan alat bantu seperti *Value Stream Mapping*, *Process Activity Mapping*, dan analisis *5 Whys*. Hasil penelitian menghasilkan tiga rancangan utama, yaitu stiker marking berwarna kontras untuk membantu akurasi pelubangan, *tool organizer* untuk penyimpanan *drill bit* dan *rivet gun*, serta *trolley* industri dengan lapisan EVA foam untuk mencegah kerusakan komponen akibat benturan. Validasi menunjukkan bahwa penerapan rancangan tersebut mampu menurunkan potensi *defect* seperti *Edge Margin*, *Extra Holes*, *Oversized Hole Diameter*, *Part Broken*, dan *Damage Part*. Kesimpulannya, implementasi rancangan ini efektif meningkatkan kualitas produk dan efisiensi produksi pada proses *fuselage integration* di PT Dirgantara Indonesia.

Key words: *Defect*, Kualitas, *Lean Manufacturing*, Produksi

Table 1. Menunjukkan keterlambatan pada perakitan komponen Fuselage Integration

No	Nama Komponen	Keterangan Keterlambatan
1.	Nose Fuselage	10 hari
2.	Center Fuselage	17 hari
3.	Rear Fuselage	17 hari

Pendahuluan

PT Dirgantara Indonesia (PTDI) adalah perusahaan BUMN yang bergerak di bidang industri kedirgantaraan dan merupakan satu-satunya produsen pesawat terbang di Asia Tenggara. Salah satu produk utama yang dihasilkan adalah pesawat NC212i. Pada proses produksi pesawat tersebut, tahapan *fuselage integration* menjadi salah satu bagian krusial karena menyatukan tiga komponen utama, yaitu *nose fuselage*, *center fuselage*, dan *rear fuselage*. Namun, proses produksi komponen *fuselage integration* masih menghadapi kendala berupa keterlambatan yang ditampilkan pada Tabel 1. Salah satu faktor utama penye-

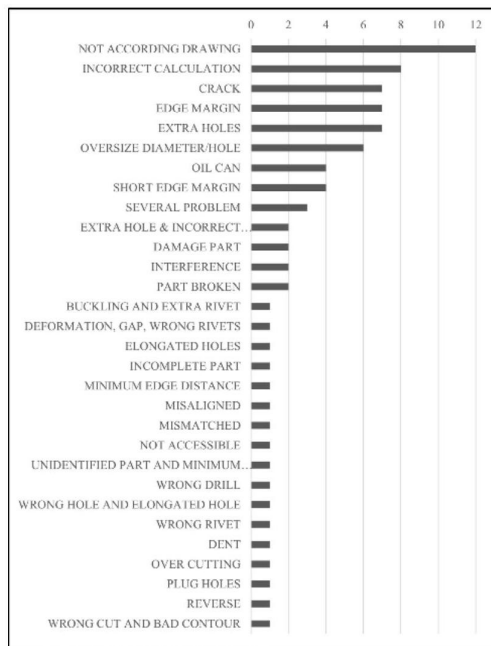
bab keterlambatan ini adalah tingginya jumlah produk cacat (*defect*) yang mengharuskan adanya perbaikan atau penggantian komponen sebelum proses bisa dilanjutkan. Analisis terhadap data produksi terbaru mengungkapkan bahwa faktor *workmanship* atau keterampilan kerja operator menjadi penyebab dominan terjadinya *defect*, dengan kontribusi sebanyak 24 kasus dari total 44 *defect* yang tercatat.

Pada Tabel 2 memperlihatkan beberapa *root cause* yang menjadi penyebab terjadinya *defect* dari *fuselage integration* yang sedang berlangsung pada nomor seri yang terbaru di tahun 2024. Faktor dominan yang menyebabkan penolakan atau terjadinya *defect* dari enam *root cause* yang ada adalah *workmanship* atau keterampilan kerja, yang menunjukkan dengan frekuensi yang paling tinggi. Maka, perlu diketahui jenis *defect* yang terjadi dikarenakan faktor *workmanship*.

Berdasarkan Gambar 1 diketahui frekuensi *defect* pada beberapa seri pesawat NC212i yang paling sering terjadi karena *workmanship* pada produksi komponen *Fuselage Integration* NC212i. *Defect* yang sering terjadi baik pada produksi komponen *Fuselage Integration* yang sedang berlangsung hingga pengambilan data selesai maupun produksi yang sudah rampung menunjukkan bahwa jenis *defect* yang paling sering terjadi adalah *not according drawing*. *Not according drawing* adalah jenis *defect* yang terjadi pada kesalahan ketika sebuah

Table 2. Menunjukkan jumlah kasus *defect* berdasarkan *defect root cause* yang telah ditemukan

<i>Defect Root Cause</i>	Jumlah Kasus <i>Defect</i>
<i>Workmanship</i>	24
Detail Part Manufacture	14
Tool Jig	2
Design	2
Tool Jig + Planner	1
Vendor (CASA) + Planner	1
Total	44



Gambar 1. Menunjukkan jenis *defect workmanship* dan frekuensi terjadinya pada Produksi Komponen *Fuselage Integration* Pesawat NC212i dengan nomor seri 122 hingga 126

produk yang dihasilkan tidak sesuai dengan gambar teknik yang diprasarayakan dikarenakan beberapa penyebab. Penyebab paling umum terjadinya *defect* ini adalah pada saat mengejakan produk tersebut operator tidak teliti saat membaca gambar teknik, terburu-buru dan bekerja berdasarkan informasi dari kerja bukan dari gambar teknik sebagai acuan.

Tinjauan Pustaka

Lean Manufacturing

Lean manufacturing adalah sebuah pendekatan yang digunakan untuk meminimalkan *waste* dengan tujuan untuk meningkatkan nilai bagi pelanggan, mengurangi jumlah sumber daya yang dikonsumsi serta waktu siklus dengan menghapuskan *waste* [1]. *Lean manufacturing* adalah produksi yang efisien yang memanfaatkan pendekatan komprehensif untuk mengurangi *waste*. Minimisasi *waste* ini mencakup memastikan bahwa pelanggan mendapatkan produk yang sama dalam hal kuantitas, kualitas, dan harga yang sama, serta mengurangi

waktu menunggu dan penundaan, proses, pergerakan pekerja, dan kebutuhan produksi ulang dan perbaikan [2].

Waste

Salah satu prinsip dasar *lean manufacturing* adalah mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan (*waste*) selama proses produksi, di mana pemborosan (*waste*) didefinisikan sebagai penggunaan atau kehilangan sumber daya yang tidak secara langsung menghasilkan produk atau jasa [3]. Istilah *waste* pada awalnya berasal dari Jepang dengan sebutan "Muda" yang berarti tidak memberikan nilai tambah pada produk dan layanan. Ada tujuh jenis pemborosan yang diidentifikasi oleh Shigeo Shingo [4]:

1. *Overproduction*
2. *Waiting*
3. *Transportation*
4. *Excess Processing*
5. *Inventories*
6. *Motion*
7. *Defect*

Poka Yoke

Poka Yoke adalah strategi untuk mencegah cacat di dalam sumbernya dengan melakukan inspeksi terus menerus untuk mencapai produk cacat nol, atau nol cacat. Pada dasarnya, Poka Yoke adalah salah satu strategi terbaik untuk mencegah cacat yang disebabkan oleh kesalahan manusia [5].

Value Stream Mapping

Value Stream Mapping merupakan alat yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi alir material dan informasi tentang proses produksi. Alir material dapat berupa bahan baku hingga produk jadi [6].

Process Activity Mapping

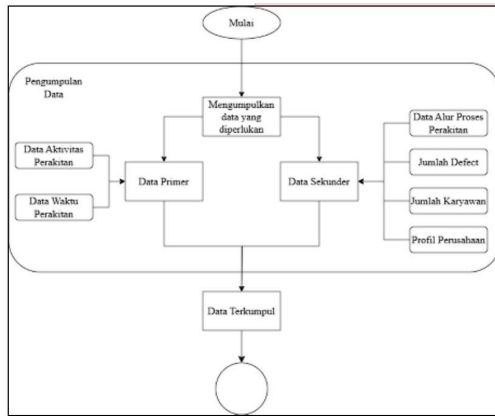
Process Activity Mapping adalah alat untuk menggambarkan secara terperinci semua aktivitas yang terjadi di tempat kerja untuk mengurangi pemborosan, ketidakkonsistenan, dan keirasional. Dengan demikian, tujuan untuk meningkatkan kualitas produk, memudahkan layanan, mempercepat proses, dan mengurangi biaya diharapkan dapat dicapai. *Process Activity Mapping* akan menunjukkan aliran fisik dan informasi, jumlah waktu yang dibutuhkan untuk setiap aktivitas, dan tingkat persediaan produk di setiap tahap produksi [6].

5 Whys Analysis

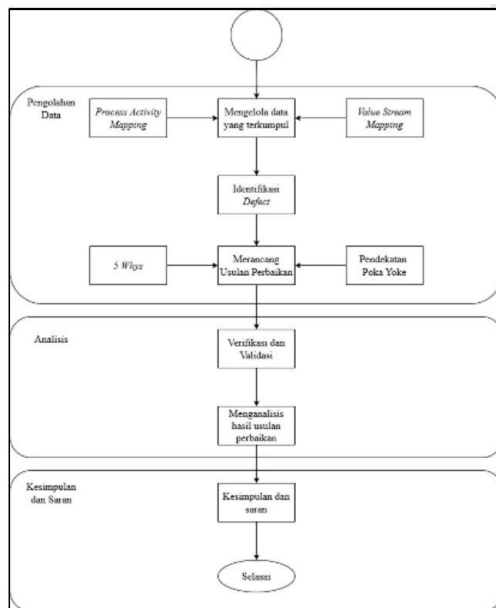
Alat bantu *5 whys* digunakan untuk menganalisis faktor penyebab cacat produksi. Alat bantu *5 whys* dan diagram *fishbone* digunakan sebagai bagian dari *Root Cause Analysis* (RCA). Penggunaan alat bantu ini dengan menanyakan "apa", "bagaimana", dan "mengapa" suatu masalah dapat terjadi, teknik ini bertujuan untuk mengetahui penyebab utamanya, sehingga solusi yang diterapkan dapat mencegah hal serupa terjadi di masa depan [7].

Metodologi Penelitian

Investigasi mengenai *waste defect* pada produksi komponen *fuselage integration* pesawat NC212i diilustrasikan menggunakan *flow diagram* pada Gambar 2 dan Gambar 3. Tahapan penelitian yang dilakukan dimulai dengan melakukan pengumpulan data dilanjutkan dengan pengolahan data, analisis dan penarikan kesimpulan.



Gambar 2. Menunjukkan sistematika pemecahan masalah



Gambar 3. Menunjukkan lanjutan sistematika pemecahan masalah

Hasil dan Pembahasan

Value Stream Mapping

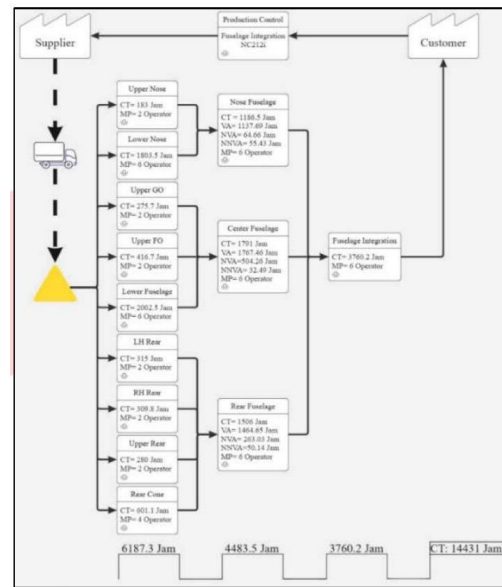
Berdasar pada Gambar 5 dapat diketahui bahwa *cycle time* selama aktivitas produksi dari *sub assembly* hingga *final assembly fuselage integration* adalah 14.431 jam.

Process Activity Mapping

Berikut ini adalah hasil temuan *process activity mapping* dari objek penelitian yaitu tiga pos kerja di *major assembly* yang telah disortir berdasarkan aktivitasnya yang ditunjukkan pada Tabel 3 dan persentase berdasarkan kategori *Value Added* (VA), *Non Value Added* (NVA) dan *Necessary Non Value Added* (NNVA) yang ditunjukkan pada Tabel ??.

Identifikasi Defect

Selama beberapa proses produksi perakitan berjalan dari pesawat NC212i dengan nomor seri 122 hingga 126, pada pos pengerjaan *major*



Gambar 4. Menunjukkan Value Stream Mapping Produksi Komponen Fuselage Integration NC212i

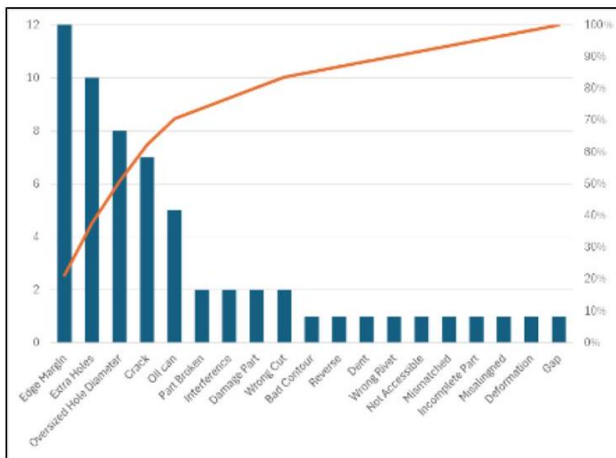
Table 3. Menunjukkan waktu operasi berdasarkan aktivitas

Aktivitas	Nose Fuselage (Jam)	Center Fuselage (Jam)	Rear Fuselage (Jam)
Operation	1137.69	1767.46	1464.65
Transportation	35.23	15.32	24.90
Inspection	20.20	17.17	25.24
Delay	64.66	504.26	263.03
Storage	0.00	0.00	0.00
Total	1257.79	2304.21	1777.80

Table 4. Menunjukkan analisis Process Activity Mapping

Kategori	Nose Fuselage	Center Fuselage	Rear Fuselage
Value Added (VA)	83%	71%	74%
Non Value Added (NVA)	5%	6%	5%
Necessary Non Value Added (NNVA)	12%	23%	21%

assembly ditemukan total sebanyak 30 jenis defect. Defect "Not According Drawing" menjadi jenis defect yang menyumbang paling banyak temuan defect pada proses produksi perakitan komponen fuselage integration sebanyak 12 kasus. Defect "Not According Drawing" diidentifikasi untuk menemukan jenis defect yang termasuk dalam defect "Not According Drawing". Berdasarkan Gambar 5 dengan menggunakan prinsip pareto, maka ditemukan total 8 jenis defect yang memiliki persentase sebesar 80% dari keseluruhan, sehingga perlu diperbaiki. Jenis defect yang perlu diperbaiki adalah Edge Margin, Extra Holes, Oversized Hole diameter, Crack, Oil Can, Part Broken, Interference dan Damage Part. Namun, karena keterbatasan informasi akibat kebijakan



Gambar 5. Menunjukkan analisis identifikasi jenis defect menggunakan diagram pareto

perusahaan maka untuk jenis defect *Crack*, *Oil Can* dan *Interference* tidak akan dilakukan analisis dan rancangan usulan perbaikan.

5 Whys Analysis

1. Analisis 5 Whys Defect Edge Margin

Melalui analisis diketahui bahwa jenis defect *edge margin* disebabkan oleh belum tersedia alat marking dengan warna yang kontras untuk memastikan marking dapat terbaca dengan akurat oleh operator.

2. Analisis 5 Whys Defect Extra Holes

Melalui analisis diketahui bahwa jenis defect *extra holes* disebabkan oleh belum tersedia alat marking dengan warna yang kontras untuk memastikan marking dapat terbaca dengan akurat oleh operator.

3. Analisis 5 Whys Defect Oversized Hole Diameter

Melalui analisis diketahui bahwa jenis defect *oversized hole diameter* disebabkan oleh belum terdapat alat standarisasi penyimpanan *drill bit* berdasarkan ukuran.

4. Analisis 5 Whys Defect Part Broken

Melalui analisis diketahui bahwa jenis defect *part broken* disebabkan oleh belum dilakukan standarisasi penggunaan alat *handling* untuk mencegah terjadinya benturan antar part dan terjatuh.

5. Analisis 5 Whys Defect Damage Part

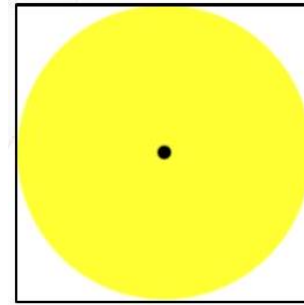
Melalui analisis diketahui bahwa jenis defect *damage part* disebabkan oleh belum dirancang alat penyimpanan khusus untuk *drill machine* dan *rivet gun* yang dapat digunakan di setiap stasiun kerja perakitan.

Rancangan Usulan Perbaikan

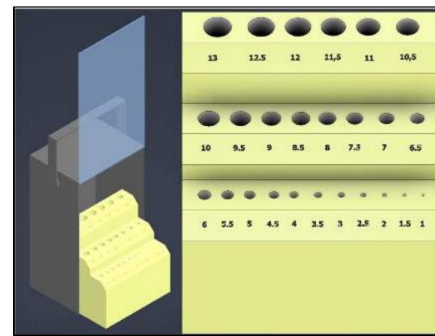
1. Usulan Perbaikan Defect Edge Margin dan Extra Holes

Usulan perbaikan yang diberikan adalah dengan menempelkan stiker pada titik yang akan dilubangi oleh bagian *quality control*. Hal ini dilakukan untuk mempermudah visual operator mencari titik yang akan dilubangi serta mengurangi terjadinya lubang yang seharusnya tidak ada. Stiker yang digunakan adalah stiker berukuran diameter 1 cm, memiliki warna kuning agar terlihat kontras dengan warna dasar part dan terdapat titik tengah berwarna hitam yang menjadi acuan titik tengah pelubangan. Stiker dapat di lepas setelah selesai melakukan pelubangan untuk memastikan jumlah lubang yang dibuat telah sesuai dengan marking yang dipasang. Ilustrasi rancangan usulan dapat dilihat pada Gambar 6.

2. Usulan Perbaikan Defect Oversized Hole Diameter



Gambar 6. Menunjukkan ilustrasi stiker marking



Gambar 7. Menunjukkan ilustrasi tool organizer penyimpanan drill bit

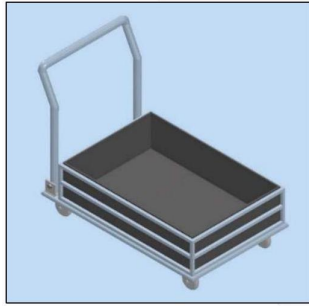
Usulan perbaikan yang diberikan adalah menyediakan *tool organizer drill bit* serta memberikan label ukuran pada setiap tempat *drill bit*. *Tool organizer* ini diharapkan bisa dipakai di berbagai stasiun kerja yang sedang melakukan pelubangan karena dapat menyimpan banyak variasi ukuran *drill bit* untuk berbagai jenis ukuran lubang. Terdapat total 25 lubang penyimpanan mata bor dan memiliki spesifikasi kotak penyimpanan dengan panjang 9 cm, lebar 12 cm dan tinggi 21 cm sedangkan untuk tempat penyimpanan mata bor memiliki spesifikasi dengan panjang 9 cm, lebar 12 cm dan tinggi 12 cm. Ilustrasi rancangan usulan dapat dilihat pada Gambar 7.

3. Usulan Perbaikan Defect Part Broken

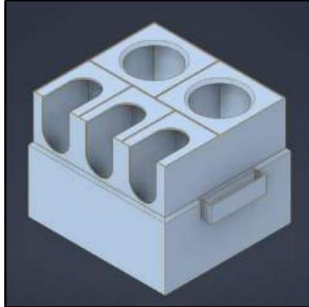
Usulan perbaikan yang diberikan adalah menyediakan *handling tool* berupa *trolley* yang di dalam *trolley* dilapisi dengan EVA foam dengan ketebalan 1 cm untuk meredam getaran di saat melakukan pemindahan part. *Trolley* memiliki spesifikasi dengan panjang 124 cm, lebar 70 cm dan tinggi sampai *handle* 110 cm. *Trolley* ini diharapkan dapat membawa part yang tidak terlalu besar agar meminimalisir kemungkinan terjatuh atau terbentur dibandingkan saat operator membawa part menggunakan tangan. Ilustrasi rancangan usulan dapat dilihat pada Gambar 8.

4. Usulan Perbaikan Defect Damage Part

Usulan perbaikan yang diberikan adalah menyediakan *tool organizer* berupa kotak penyimpanan untuk *drill machine* dan *rivet gun* dilengkapi dengan pemberian warna untuk membedakan *drill machine* dan *rivet gun*. Terdapat total 5 slot, 3 slot untuk *rivet gun* dan 2 slot untuk *drill machine* dan memiliki spesifikasi dengan panjang 25 cm, lebar 23 cm, tinggi 20 cm. *Tool organizer* ini diharapkan bisa dipakai di berbagai stasiun kerja yang sedang melakukan pelubangan ataupun *riveting* karena alat ini mampu membawa *drill machine* dan *rivet gun* dengan jumlah yang cukup banyak. Ilustrasi rancangan usulan dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 8. Menunjukkan ilustrasi *trolley* industri yang dilapisi dengan EVA foam



Gambar 9. Menunjukkan ilustrasi *tool organizer* penyimpanan *drill machine* dan *rivet gun*

Table 5. Perbandingan waktu siklus *current state value stream mapping* dan *future state value stream mapping*

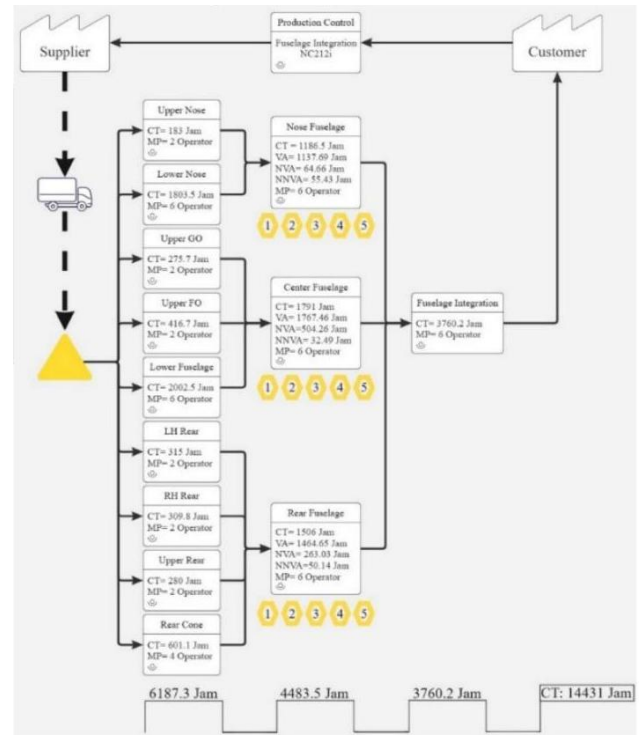
Operasi	Waktu Siklus <i>Current State Value Stream Mapping</i>	Waktu Siklus <i>Future State Value Stream Mapping</i>
<i>Sub Assembly</i>	6.187,3 Jam	6.187,3 Jam
<i>Major Assembly</i>	5.339,8 Jam	4.483.5 Jam
<i>Final Assembly</i>	3.760,2 Jam	3.760,2 Jam
Total	15.287,3 Jam	14.431 Jam

Future State Mapping

Pembuatan *future state mapping* digunakan untuk mengilustrasikan penempatan dan penggunaan rancangan usulan alat bantu perbaikan terjadi di rantai produksi. Perbaikan ditempatkan berdasarkan masalah yang ditemukan dan disimbolkan dengan heksagon sebagai berikut:

1. Penerapan mekanisme stiker marking pada titik yang akan dilakukan pelubangan.
2. Penerapan mekanisme stiker marking pada titik yang akan dilakukan pelubangan.
3. Penggunaan *tool organizer* penyusun *drill bit*.
4. Penggunaan *trolley* industri yang dilapisi EVA foam untuk *handling part* dari stasiun kerja ke gudang sementara.
5. Penggunaan *Tool Organizer* Penyimpanan *Drill Machine* dan *Rivet Gun*

Melalui analisis diketahui bahwa jenis *defect edge margin* disebabkan oleh belum tersedia alat marking dengan warna yang kontras untuk memastikan marking dapat terbaca dengan akurat oleh operator. Analisis penyelesaian masalah dilakukan menggunakan perbandingan kondisi aktual yang terjadi berdasar pada *current state value stream mapping* dan *future state value stream mapping*.



Gambar 10. *Future State Mapping*

Table 6. Estimasi Pengurangan Keterlambatan

Nama Komponen	Waktu Keterlambatan Aktual	Waktu Estimasi Pengurangan Keterlambatan
<i>Nose Fuselage</i>	10 Hari	± pengurangan hingga 3 hari
<i>Center Fuselage</i>	17 Hari	± mempercepat hingga 4 hari
<i>Rear Fuselage</i>	17 Hari	± pengurangan hingga 11 hari

Berdasarkan perbandingan waktu siklus di Tabel 5 dapat diketahui bahwa terjadi penurunan waktu siklus pada bagian *major assembly* adalah pengaruh jika implementasi alat bantu usulan dilakukan. Menggunakan estimasi maksimal maka dapat diketahui bahwa minimasi *waste defect* dapat berdampak pada penurunan waktu siklus dan mengurangi keterlambatan yang terjadi, dapat dilihat pada Tabel 6. Berdasarkan Tabel 6 dapat diperkirakan estimasi pengurangan keterlambatan yang terjadi di rantai produksi komponen *fuselage integration*. Pengurangan keterlambatan pada tiga stasiun kerja ini didapatkan dengan menghilangkan aktivitas *non value added* selama proses produksi pada *major assembly* yaitu, *part non-conforming* atau yang biasa disebut dengan part yang terkena *defect*. Penghapusan operasi *part non-conforming* atau *defect* berakibat pada pengurangan keterlambatan produksi. Penghapusan operasi *part non conforming* atau *defect* juga memberikan estimasi maksimal jika alat bantu diimplementasikan maka akan memberikan dampak pada penyelesaian produksi komponen *fuselage integration*.

Kesimpulan

Dari hasil analisis yang telah dilakukan, ditemukan bahwa terdapat lima jenis *defect* yang menjadi prioritas utama untuk diperbaiki. *Defect* tersebut meliputi *Edge Margin*, *Extra Holes*, *Oversized Hole Diameter*, *Part Broken*, dan *Damage Part*. Jenis *Defect* ini dinilai memberikan kontribusi besar terhadap keterlambatan dan pemborosan waktu dalam proses produksi. Berikut adalah rancangan usulan perbaikan pada jenis *defect* yang telah dianalisis:

1. *Defect edge margin* memiliki penyebab utama yaitu belum tersedia alat marking dengan warna yang kontras untuk memastikan marking dapat terbaca dengan akurat oleh operator. Solusi berupa stiker marking dengan warna kontras dan visual titik pusat pelubangan akan sangat efektif membantu operator menemukan titik pengeboran yang benar, sehingga mengurangi kesalahan jarak lubang terhadap tepi part (*edge*).
2. *Defect extra holes* memiliki penyebab utama yaitu belum tersedia alat marking dengan warna yang kontras untuk memastikan marking dapat terbaca dengan akurat oleh operator. Alat bantu berupa stiker marking dengan warna kontras dan visual titik pusat pelubangan akan memberikan acuan visual langsung di part, menghindari pengeboran yang berlebih.
3. *Defect oversized hole diameter* memiliki penyebab utama yaitu belum terdapat alat standarisasi penyimpanan *drill bit* berdasarkan ukuran. Rancangan usulan perbaikan berupa *tool organizer* khusus untuk *drill bit* dengan label ukuran membantu memastikan bahwa operator memilih *drill bit* yang sesuai spesifikasi, sehingga mencegah terjadinya *oversized hole*.
4. *Defect part broken* memiliki penyebab utama yaitu belum dilakukan standarisasi penggunaan alat *handling* untuk mencegah terjadinya benturan antar part dan terjatuh. Rancangan usulan perbaikan berupa *trolley* industri berlapis EVA foam memfasilitasi pemindahan part dengan aman, mengurangi serta meminimalisir potensi part rusak akibat benturan antar part atau terjatuh.
5. *Defect damage part* memiliki penyebab utama yaitu belum dirancang alat penyimpanan khusus untuk *drill machine* dan *rivet gun* yang dapat digunakan di setiap stasiun kerja perakitan. Solusi berupa *tool organizer* khusus untuk *drill machine* dan *rivet gun*

memberikan tempat penyimpanan yang aman, tertata, dan mudah diakses di area kerja, sehingga mengurangi risiko alat membentur part dengan tidak disengaja.

Berdasarkan hasil analisis perbandingan antara *Current State Value Stream Mapping* dan *Future State Value Stream Mapping*, dapat disimpulkan bahwa penerapan usulan perbaikan, khususnya implementasi alat bantu, mampu menurunkan waktu siklus produksi pada proses *major assembly* serta mempercepat penyelesaian produksi komponen *fuselage integration*. Pengurangan aktivitas *non value added*, terutama yang berkaitan dengan part *nonconforming* atau *defect*, berkontribusi signifikan terhadap penurunan waktu siklus dan estimasi pengurangan keterlambatan produksi di beberapa stasiun kerja.

Daftar Pustaka

1. Čiarnienė R, e MV. Lean Manufacturing: Theory and Practice. Economics and Management. 2012;17(2):726-32.
2. Nurwulan NR, Taghsya AA, Astuti ED, Fitri RA, Nisa SRK. Pengurangan Lead Time dengan Lean Manufacturing: Kajian Literatur. Journal of Industrial and Manufacture Engineering. 2021;5(1):30-40.
3. Paramawardhani H, Amar K. Waste Identification in Production Process Using Lean Manufacturing: A Case Study. Journal of Industrial Engineering and Halal Industries. 2020;1(1):39-46.
4. Hines P, Taylor D. Going Lean. Australian Journal of Pharmacy. 2000;95(1124):42-6.
5. Putri DR, Handayani W. Zero Defect pada Produksi Kantong Kraft Melalui Metode Poka Yoke di PT. Industri Kemasan Semen Gresik. Jurnal MEBIS (Manajemen dan Bisnis). 2019;4(1):44-58.
6. Mahendra A, Susetyo J, Wibowo AH. Usulan Perbaikan Waktu Proses Produksi Menggunakan Metode 5S, Value Stream Mapping, dan Process Activity Mapping pada UD Nok Susi. Jurnal REKAVASI. 2023;11(1):48-57.
7. Massandi H, Fitra A, Kustiwan S, Wiyatno TN. Increasing Productivity of the Welding Process on the H-Beam Production Line by Approach RCA (Root Cause Analysis) at PT. XYZ. International Journal of Innovative Science and Research Technology (IJISRT). 2024;9(7):2253-9.