

**Implementasi *Lean Manufacturing* Untuk Meminimasi *Waste* Pada
Lantai Produksi Menggunakan Metode *Value stream mapping*
(Studi Kasus: PT Mega Andalan Kalasan Yogyakarta)**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Program Studi Teknik Industri - Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia**



Nama : Izzatun Nisa

No. Mahasiswa 20522192

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI PROGRAM SARJANA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2024**

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya mengakui bahwa tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang seluruhnya sudah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 02 September 2024



(Izzatun Nisa)

20522192

SURAT BUKTI PENELITIAN



SURAT KETERANGAN No. : 009/MAK/KET/VII/2024

Yang bertanda tangan dibawah ini menerangkan :

Nama : Izzatun Nisa
NIM : 20522192
Program Studi : Teknik Industri
Institusi : Universitas Islam Indonesia

Telah melaksanakan Magang Praktek di perusahaan kami, PT. Mega Andalan Kalasan yang bergerak dalam bidang Industri Peralatan Rumah Sakit selama 4 (empat) bulan terhitung mulai tanggal 27 Maret 2024 sampai dengan 30 Juli 2024 dengan predikat cukup/baik/memuaskan *. Lembar penilaian terlampir.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 30 Juli 2024
Liaison Officer PT. MAK



Ir. H. Susanto Sudiro, M.Sc., Ph.D
MAK 0100149

PT MEGA ANDALAN KALASAN

MARKETING OFFICE
Dusun Purbone Business Park Lt. 25C,
Korp. Rasmi Ekastrum,
Jl. HR. Rasuna Said Jakarta
Indonesia 12940

Tel: (+62) 21-87909555
Fax: (+62) 21-87700300
marketing@mak-techno.com

FACTORY
Jl. Tarung Taris 34,
Tingpatan Km 13,
Yogyakarta, Indonesia 55171

Tel: (+62) 274-497090
Tel: (+62) 274-496020

www.mak-techno.com

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**Implementasi *Lean manufacturing* Untuk Meminimasi *Waste* Pada
Lantai Produksi Menggunakan Metode *Value stream mapping*
(Studi Kasus: PT Mega Andalan Kalasan Yogyakarta)**



Yogyakarta, 02 Desember 2024

Dosen Pembimbing

(Ir. Muchamad Sugarindra, S.T., M.T.I., IPM)

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

v

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

**IMPLEMENTASI *LEAN MANUFACTURING* UNTUK MEMINIMASI *WASTE*
PADA LANTAI PRODUKSI MENGGUNAKAN METODE *VALUE STREAM*
MAPPING
(STUDI KASUS: PT MEGA ANDALAN KALASAN YOGYAKARTA)
TUGAS AKHIR**

Disusun Oleh :

Nama : Izzatun Nisa

No. Mahasiswa : 20522192

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 02 - Desember - 2024

Tim Penguji

Ir. Muchamad Sugarindra, S.T., M.T.I.,
IPM.
Ketua

Wahyudhi Sutrisno, S.T., M.M., M.T
Anggota I

Dr. Harwati, S.T., M.T.
Anggota II



Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana
Fakultas Teknologi Industri




Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM.

015220101

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim

Dengan mengucapkan syukur kepada Allah Subhanahu Wata'ala atas segala nikmat yang telah diberikan, dengan ini saya persembahkan hasil perjuangan ini kepada:

Kedua Orang Tua (Alm. Zabidin & Almh. Farkhah) Yang walaupun tidak bisa menemani saya hingga dititik ini, namun saya tetap berterima kasih karena sudah melahirkan serta menjadi orang tua terbaik bagi saya. Terima kasih kepada keluarga saya, terutama kakak-kakak saya yang sudah mendukungserta memotivasi saya sampai saat ini.

MOTTO

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan, sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan,”

(Q.S Al Insyirah: 5-6)

"Ketahuilah bahwa kemenangan bersama kesabaran, kelapangan bersama kesempitan, dan kesulitan bersama kemudahan.”

(HR. Tirmidzi)

“You can't be good at everything. But that doesn't mean that you can't do anything.”

(Jeon Wonwoo of SEVENTEEN)

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Assalamualaikum Warahmatullah Wabarakatuh

Puji Syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat, berkat-Nya, ridho-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan laporan Tugas Akhir. Penulisan laporan ini dilakukan atas dasar permasalahan yang ada di PT Mega Andalan Kalasan Yogyakarta. Laporan Tugas Akhir ini berjudul “*Implementasi Lean manufacturing Untuk Meminimasi Waste Pada Lantai Produksi Menggunakan Metode Value stream mapping*”. Penulisan laporan Tugas Akhir ini dilakukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Industri Program Sarjana Universitas Islam Indonesia.

Penulis ingin mengungkapkan rasa terima kasih yang tulus kepada mereka yang telah turut berperan serta dalam perjalanan penulis, baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga laporan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Untuk itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T., IPU selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM. selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Muchamad Sugarindra, S.T., M.T.I. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan arahan, bimbingan, serta pengetahuan yang berharga dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini. Kehadiran dan dedikasi beliau telah menjadi motivasi peneliti dalam menyusun laporan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Gunawan selaku HRD PT Mega Andalan Kalasan yang telah mengizinkan penulis untuk melaksanakan magang serta penelitian Tugas Akhir di PT Mega Andalan Kalasan.
5. Bapak Sriyanto selaku GM PPIC PT Mega Andalan Kalasan yang selalu memberikan bantuan selama pelaksanaan magang dan penelitian.
6. Bapak Ristanta selaku Pembimbing Lapangan yang selalu membantu penulis selama penelitian di PT Mega Andalan Kalasan berlangsung
7. Karyawan-karyawan PT Mega Andalan Kalasan yang senantiasa memberikan bantuan terkait data-data yang dibutuhkan ketika magang dan penelitian berlangsung.
8. Kedua orang tua penulis, Alm. Zabidin dan Almh. Farkhah yang walaupun tidak bisa menemani penulis sampai dititik ini, tetapi penulis bersyukur dan berterima kasih karena sudah menjadi orang tua terbaik bagi penulis yang selalu memberikan dukungan dan motivasi kala itu.
9. Kepada ketiga saudara penulis, Mba Niswah, Mba Ade, dan Mas Arif yang selalu memberikan dukungan, semangat, serta motivasi bagi penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
10. Kepada teman-teman seperjuangan penulis yang senantiasa memberikan dukungan dan selalu ada saat masa perkuliahan.
11. Serta seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Akhir kata, penulis berharap laporan Kerja Praktik ini dapat memberikan manfaat bagi siapapun dan di manapun, khususnya bagi Program Studi Teknik Industri Program Sarjana Universitas Islam Indonesia.

Wassalamualaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh.

Yogyakarta, 02 September 2024



Izzatun Nisa
20522192

ABSTRAK

PT Mega Andalan Kalasan (MAK) merupakan perusahaan manufaktur yang memproduksi berbagai macam alat yang dibutuhkan pada bidang kesehatan, seperti *bed* rumah sakit, meja operasi, tiang infus, kursi roda, loker rumah sakit, serta berbagai produk lainnya yang menunjang kebutuhan dibidang kesehatan. Tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu mengetahui *current state mapping* dari proses produksi *bed*, mengetahui *waste* dominan yang ada pada proses produksi, serta bagaimana rekomendasi perbaikan yang perlu dilakukan untuk menangani *waste* yang ditemukan pada proses produksi. Penelitian ini menggunakan pendekatan *Lean Manufacturing* dengan tools *Value Stream Mapping* serta *Process Activity Mapping* (PAM). Hasil dari penelitian ini ditemukannya beberapa *waste* yaitu *defect* seperti adanya lubang pada material, kurangnya proses pengerjaan, salah pengerjaan, dan lainnya, *waiting* terbesar yang terjadi pada stasiun kerja pengelasan dengan kategori aktivitas yaitu “penyimpanan material” dengan waktu 2387,4 detik, serta *Unnecessary process*. *Current state mapping* yang dibutuhkan dalam memproduksi suatu *bed* yaitu 10664 detik. Akar penyebab *waste* diidentifikasi dengan menggunakan tools *fishbone diagram*. Usulan perbaikan yang digunakan untuk *defect* yaitu dengan penerapan 5W+1H, dan untuk *waste waiting* yaitu dengan menerapkan *kaizen* dengan mengeliminasi aktivitas-aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah. Setelah melakukan eliminasi aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah, *cycle time* berkurang dari yang semula 10664 detik menjadi 8156 detik.

Kata Kunci: *Lean Manufacturing, Value stream mapping, waste, Process Activity Mapping (PAM), Fishbone.*

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN	ii
SURAT BUKTI PENELITIAN.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iv
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
MOTTO.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Batasan Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Kajian Literatur	6
2.2 Landasan Teori	14
2.2.1 Lean manufacturing	14
2.2.2 Waste (Pemborosan).....	15
2.2.3 Value stream mapping (VSM).....	16
2.2.4 Value stream analysis tools (VALSAT).....	18
2.2.5 Fishbone Diagram.....	20
BAB III METODE PENELITIAN	21
3.1 Objek Penelitian	21
3.2 Jenis Data	21
3.3 Metode Pengumpulan Data	21
3.4 Metode Pengolahan Data	22
3.5 Alur Penelitian.....	22
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	26
4.1 Pengumpulan Data	26
4.1.1 Profil Perusahaan	26
4.1.2 Alur Produksi.....	28
4.1.3 Penentuan Produk	31
4.1.4 Aktivitas Produksi	32
4.1.5 Data Jumlah Operator	34
4.1.6 Data Waktu Kerja	35
4.1.7 Data Waktu Produksi	35
4.2 Pengolahan Data.....	38
4.2.1 Uji Kecukupan Data	38
4.2.2 Uji Keseragaman Data.....	38

4.2.3	Process activity mapping (PAM).....	39
4.2.5	Identifikasi Waste	46
4.2.6	Fishbone Diagram.....	48
4.2.7	Penyelesaian Waste	49
4.2.8	Usulan Process Activity Mapping (PAM).....	52
4.2.9	Implementasi Usulan Perbaikan	57
4.2.10	Future Value stream mapping.....	57
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....		59
5.1	Analisis Pengambilan Data	59
5.2	Analisis <i>Waste</i>	59
5.3	Analisis Uji Kecukupan Data	60
5.4	Analisis Uji Keseragaman Data	60
5.5	Analisis <i>Process activity mapping</i> (PAM)	60
5.6	Analisis <i>Current Value stream mapping</i>	62
5.7	Analisis <i>Fishbone</i> diagram.....	63
5.8	Analisis 5W+1H Pada <i>Waste Defect</i>	63
5.9	Analisis Usulan <i>Process activity mapping</i> (PAM).....	63
5.10	<i>Analisis Implementasi Usulan Perbaikan</i>	65
5.11	Analisis <i>Future Value stream mapping</i>	65
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....		66
6.1	Kesimpulan.....	66
6.2	Saran.....	67
DAFTAR PUSTAKA		68
LAMPIRAN		A-1

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kajian Literatur	9
Tabel 2. 2 <i>Tools</i> Valsat.....	18
Tabel 4. 1 Peringkat produk	31
Tabel 4. 2 Aktivitas Produksi	32
Tabel 4. 3 Jumlah operator	34
Tabel 4. 4 Jam kerja	35
Tabel 4. 5 Data waktu produksi.....	36
Tabel 4. 6 Uji kecukupan data.....	38
Tabel 4. 7 Uji keseragaman data	39
Tabel 4. 8 <i>Process activity mapping</i>	40
Tabel 4. 9 Kelompok aktivitas	44
Tabel 4. 10 <i>Defect</i>	46
Tabel 4. 11 5W+1H.....	49
Tabel 4. 12 Kaizen.....	51
Tabel 4. 13 Usulan PAM.....	52
Tabel 4. 14 Kelompok aktivitas	57
Tabel 5. 1 Kelompok aktivitas	61
Tabel 5. 2 Kelompok aktivitas	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Data <i>Defect</i>	2
Gambar 1. 2 Data Lembur.....	2
Gambar 2. 1 Simbol-simbol VSM VSM.....	18
Gambar 3. 1 Alur Penelitian.....	23
Gambar 4. 1 Peta perusahaan	28
Gambar 4. 2 Alur produksi.....	29
Gambar 4. 3 <i>Current VSM</i>	45
Gambar 4. 4 <i>Defect</i>	46
Gambar 4. 5 Fishbone <i>Defect</i>	48
Gambar 4. 6 <i>Fishbone Waiting</i>	49
Gambar 4. 7 <i>Future VSM</i>	58

BAB I

PENDAHULUAN

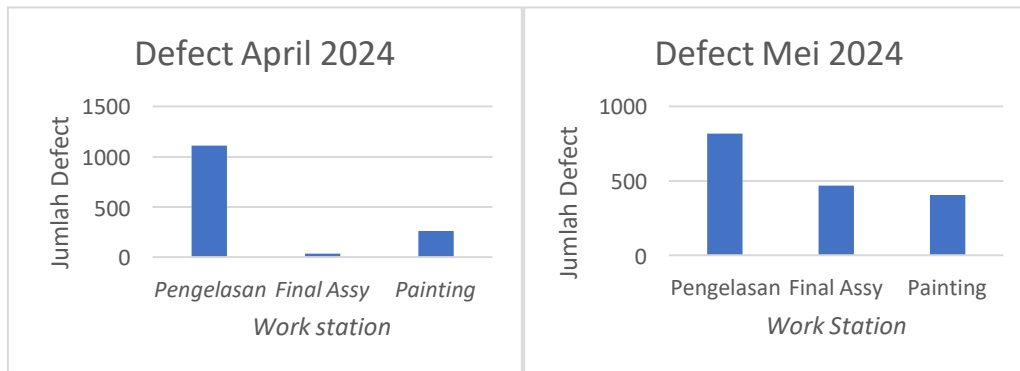
1.1 Latar Belakang

Manufaktur yaitu sebuah proses yang mempunyai *output* barang jadi dalam muatan yang besar. Proses terbentuknya melalui tahapan pabrikasi menggunakan sumber daya manusia yang terbagi bagiannya sesuai dengan jenis-jenis pekerjaannya sehingga menjadi suatu produk jadi (Pauji & Nurhasanah, 2022). Perusahaan manufaktur ialah perusahaan yang didalamnya memuat kegiatan yang terstruktur seperti membeli bahan baku, pengolahan bahan baku, serta kemudian menjual produk jadi yang telah diproses sedemikian rupa (Rustendi & Jimmi, 2018). Sektor manufaktur menjadi pemegang posisi yang mendominasi perkembangan ekonomi di Indonesia sebab manufaktur berkaitan langsung dengan daya beli masyarakat dalam kehidupan sehari-hari (Nurani Wijanti & Panji Sedana, 2013). Di Indonesia, banyak sekali perusahaan manufaktur yang bisa ditemui di sekitar. Jenis-jenis dari perusahaan manufaktur beragam, mulai dari industri manufaktur yang bergerak dibidang makanan dan minuman, bidang farmasi, bidang kimia, bidang logam dan mesin, industri tekstil dan pakaian, industri otomotif, serta industri elektronik.

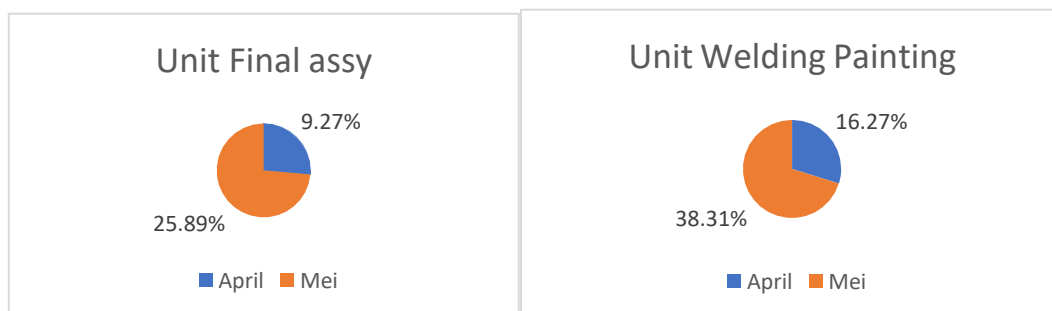
Di Daerah Istimewa Yogyakarta, sektor industri manufaktur memegang peranan penting bagi perekonomian. Rata-rata kontribusi yang diberikan oleh sektor industri manufaktur yaitu 12%/tahun yang menempatkan sektor industri manufaktur menjadi sektor terbesar yang menduduki peringkat pertama bagi perekonomian Daerah Istimewa Yogyakarta (Badan Pusat Statistik, 2022). PT Mega Andalan Kalasan (MAK) merupakan salah satu perusahaan manufaktur yang memproduksi berbagai macam alat yang dibutuhkan pada bidang kesehatan. Beberapa produk yang diproduksi oleh PT MAK yaitu *bed* rumah sakit, meja operasi, tiang infus, kursi roda, loker rumah sakit, serta berbagai produk lainnya yang menunjang kebutuhan dibidang kesehatan. Strategi produksi yang dijalankan oleh PT MAK yaitu sistem *Make To Order* yang berarti proses produksi suatu produk akan dilakukan setelah mendapat pemesanan dari *customer*. Sesuai hasil wawancara dengan kepala pimpinan Divisi Produksi berencana untuk menaikkan target produksi untuk produk-produk yang ada di PT MAK. Namun, dalam proses produksinya,

PT MAK Kalasan tidak terlepas dari permasalahan seperti adanya kerusakan atau produk *defect* yang dapat menghambat proses produksi.

Berikut merupakan data *defect* dan data jam kerja tambah (lembur) selama bulan April sampai dengan Mei 2024 yang terdapat pada rantai produksi PT MAK.



Gambar 1. 1 Data Defect



Gambar 1. 2 Data Lembur

Data yang di tunjukan pada gambar 1.1 dan 1.2 merupakan data dari barang-barang cacat yang dihasilkan di rantai produksi PT MAK serta data jam kerja tambahan (lembur) yang dilakukan untuk menyelesaikan pekerjaan yang belum terselesaikan pada jam kerja normal. Selain itu, terdapat pula aktivitas menunggu yang disebabkan belum adanya *supply* yang masuk dari *work station* sebelumnya sehingga operator tidak melakukan pekerjaan apapun. Oleh karena itu, perusahaan perlu meningkatkan produktivitas perusahaan agar hal-hal yang menjadi permasalahan tidak terulang di masa depan.

Produktivitas merupakan hal yang sangat penting yang harus ditingkatkan oleh perusahaan agar dapat bersaing dengan perusahaan lain. Kekuatan dari bertahannya perusahaan manufaktur dapat dikur dari efisiensi serta produktivitas pada sistem produksi yang ada (Pristianingrum, 2017). Untuk meningkatkan produktivitas serta efisiensi,

perusahaan perlu mengetahui hal-hal apa saja yang dapat mempengaruhi produktivitas suatu sistem produksi di perusahaan yaitu mengetahui kegiatan mana yang dapat meningkatkan nilai tambah (*value added*) suatu produk serta menghilangkan *waste* yang dapat menghambat produktivitas (Fanani & Singgih, 2011). *Waste* merupakan segala jenis aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah pada proses produksi, oleh karena itu perusahaan perlu menghilangkan *waste* karena proses produksi akan lebih efisien (Hazmi et al., 2012).

Upaya yang dapat dilakukan oleh perusahaan untuk meminimasi *waste* dengan tujuan peningkatan produktivitas yaitu dengan menggunakan pendekatan konsep *lean manufacturing*. *Lean manufacturing* merupakan suatu pendekatan yang digunakan untuk mengetahui serta mengeliminasi *waste* yang terjadi pada suatu perusahaan dengan melalui serangkaian tahapan penyempurnaan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Jufrijal & Fitriadi (2022), menunjukkan bahwa dengan pendekatan *lean manufacturing*, *waste* yang ditemukan pada proses produksi yaitu *Overproduction* 25%, *defects* 20%, *waiting* 18%, *transportation* 14%, *inventory* 13%, *motion* 7%, dan *process* 3%. Beberapa rekomendasi untuk permasalahan yang ditemukan dengan menggunakan pendekatan *lean manufacturing*. Lalu penelitian yang dilakukan oleh Somantri & Prasetyaningsih (2021) yang menunjukkan bahwa pada proses produksi *Bracket Roulette Gordyn* ditemukan *waste* dominan yang ada pada prosesnya, yaitu *Excessive Transportation* (26%), *Waiting* (21%), *Unnecessary Motion* (19%), dan *Unnecessary Inventory* (14%). Upaya yang dilakukan oleh peneliti yaitu merancang *roll conveyor*, menambah fasilitas kerja berupa *roll conveyor*, serta menambah alat bantu *Trolley PalletJack* dan *Wooden Pallet*, dan yang terakhir yaitu dengan penerapan *lean thinking*. Dan beberapa upaya yang diusulkan tersebut produktivitas akan meningkat dari 52,74% menjadi 66,14%. Pada industri sarung tangan golf yang diteliti oleh Diah et al. (2018) memberikan solusi untuk peningkatan proses produksi produk sarung tangan golf yaitu dengan menghilangkan segala aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah dengan menerapkan *lean manufacturing*. Dan didapatkan *lead time* setelah dilakukan rekomendasi dengan mengurangi aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah menunjukkan penurunan waktu tunggu sebesar 440,4 detik dan peningkatan produktivitas

dapat tercapai dari yang semula 79,27% menjadi lebih dari 100%. Dengan beberapa uraian di atas mengenai *lean manufacturing*, penulis mengusulkan penerapan *lean manufacturing* pada industri peralatan rumah sakit tepatnya pada PT MAK guna meminimasi *waste* serta menyelesaikan permasalahan yang ada.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah tertulis di atas, maka didapatkan untuk rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Produktivitas merupakan hal penting yang perlu diterapkan pada perusahaan agar proses produksi yang terdapat pada suatu perusahaan dapat berjalan dengan lancar dan dapat memenuhi kebutuhan customer. Namun, Pada proses produksi PT Mega Andalan Kalasan, belum terlalu optimal.
2. Penyebab dari kurang optimalnya proses produksi di perusahaan dapat disebabkan oleh berbagai hal, seperti banyaknya pemborosan yang terjadi sehingga dapat menyebabkan produktivitas menurun.
3. Perlu dilakukan perbaikan agar proses produksi serta produktivitas pada PT Mega Andalan Kalasan meningkat.

Pertanyaan penelitian:

1. Bagaimana *Current State Mapping* rantai produksi di PT Mega Andalan Kalasan?
2. Apa jenis *waste* tertinggi yang mempengaruhi target produksi *Bed* PT Mega Andalan Kalasan?
3. Apa usulan perbaikan yang perlu dilakukan untuk memperbaiki *waste* tertinggi pada produksi *bed* di PT Mega Andalan Kalasan?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui *Current State Mapping* rantai produksi di PT Mega Andalan Kalasan
2. Mengetahui jenis *waste* tertinggi yang mempengaruhi target produksi *bed* di PT Mega Andalan Kalasan
3. Memberikan usulan perbaikan yang perlu dilakukan untuk memperbaiki *waste* tertinggi pada produksi *bed* di PT Mega Andalan Kalasan

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapatkan dari penelitian ini adalah :

1. Bagi Peneliti

Dari penelitian yang dilakukan, peneliti dapat mengetahui konsep *lean manufacturing* secara lebih dalam dan mengetahui bagaimana penerapannya di dunia kerja. Serta mengetahui lebih dalam mengenai konsep serta penggunaan *Value stream mapping* (VSM), *Value stream analysis tools* (VALSAT), dan *Waste Assessment Model* (WAM).

2. Bagi Perusahaan

Manfaat bagi perusahaan dari penelitian ini yaitu bermanfaat untuk memecahkan masalah yang selama ini dihadapi dengan pengaplikasian *Lean manufacturing* yang dapat membantu perusahaan untuk mengurangi *waste* dan membantu untuk mencapai target produksi

3. Bagi Pembaca

Manfaat yang didapatkan bagi pembaca dari penelitian ini yaitu pembaca dapat mengetahui bagaimana pengaplikasian *lean manufacturing* dalam mengurangi *waste* pada perusahaan manufaktur sehingga dapat dijadikan referensi bagi pembaca yang ingin melakukan penelitian dengan menggunakan metode yang sama dengan penelitian ini

1.5 Batasan Penelitian

Batasan penelitian dibuat agar peneliti lebih fokus terhadap apa yang diteliti. Adapun batasan yang ditetapkan pada penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini berfokus pada pengurangan *waste* pada proses produksi *Bed* di PT Mega Andalan Kalasan
2. Pada penelitian ini tidak membahas biaya yang timbul.
3. Penelitian ini hanya sebatas pemberian saran kepada perusahaan berdasarkan perhitungan menggunakan metode dalam pengurangan *waste*

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Literatur

Kajian literatur merupakan tinjauan dari jurnal-jurnal terdahulu yang berkaitan dengan topik penelitian yang terdiri dari sepuluh jurnal internasional dan lima jurnal nasional yang terakreditasi. Berikut merupakan tinjauan dari penelitian-penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya.

Value stream mapping yang digunakan pada penelitian yang dilakukan oleh Pérez-Pucheta et al. (2019) dapat mengurangi waktu pengiriman nasional sebesar 95%. Untuk peningkatannya ditemukan dengan persentase nilai tambah yang menunjukkan peningkatan sebentar 24,05% yang jika dibandingkan dengan sebelumnya yang bisa mencapai 89,97%. Hal tersebut dilakukan dengan meniadakan 12 kegiatan di masa yang akan datang.

Value stream mapping yang digunakan pada penelitian yang dilakukan oleh Ramadhani et al. (2019) menyarankan untuk perusahaan dalam mengurangi *waste* dengan menambah tenaga kerja dibagian pengecatan perakitan yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi sreta mengurangi *non value added*.

Value stream mapping dengan *waste assessment model* yang digunakan pada penelitian yang dilakukan oleh Hidayat et al. (2021) dapat meningkatkan waktu ideal untuk penyelesaian keluhan pelanggan yang semula 9,99 hari dengan waktu proses 5,54 hari menjadi 4,27 hari dengan waktu proses 3,52. Solusi yang dilakukan dengan menyelenggarakan sosialisasi secara berkala, membuat form keluhan, penggunaan sistem IT perusahaan, menyelenggarakan sosialisasi di perusahaan, menggunakan scraber pen, membuat laboratorium tambahan, dan menghilangkan aktivitas berulang.

Penggunaan *value stream mapping* dan dipadukan dengan beberapa metode seperti FMEA, DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, and Control*) yang didapatkan pada penelitian yang dilakukan oleh Kholil et al. (2021) dapat menurunkan waktu siklus, adanya peningkatan kapasitas produksi, dan efisiensi kapasitas yang meningkat dari yang semula 72% menjadi 96%.

Penggunaan *value stream mapping* pada penelitian yang dilakukan oleh Susilawati et al. (2021) dengan melakukan beberapa usulan yang dilakukan untuk memperbaiki proses produksi mie didapatkan penurunan *lead time* dan mengeliminasi NVA sebesar 24,55 menit. Didapatkan penurunan untuk proses produksi dari yang semula 9,5 jam menjadi 7,2 jam.

Penelitian yang dilakukan oleh Zahraee et al. (2020) menjelaskan bahwa penggunaan *value stream mapping* pada proses produksi menemukan adanya *bottleneck* pada mesin pengelasan. Dengan saran yang diberikan dapat menurunkan waktu siklus dari yang semula 3500 detik menjadi 2000 detik. Hal tersebut terjadi pula pada mesin hidrolik, penurunan waktu siklus terjadi dari yang semula 400 detik menjadi 280 detik.

Penelitian yang dilakukan oleh Domínguez-Alfaro et al. (2023) menjelaskan bahwa perpaduan antara metodologi integral ergo dengan *value stream mapping* mendapatkan hasil yaitu dalam peningkatan produktivitas meningkat sebesar 11,8% secara keseluruhan dalam faktor risiko psikososial, peningkatan produktivitas sebesar 4,4% serta pengurangan waktu siklus sebesar 1,96 jam.

Penelitian yang dilakukan oleh Cahyo et al. (2019) menjelaskan penggunaan *value stream mapping* dengan perpaduan *root cause analysis* untuk mengidentifikasi penyebab masalah yang terjadi. Didapatkan permasalahan yaitu tata letak yang kurang efektif dan dengan menggunakan VSM peningkatan sebesar 11,2% yang awalnya 7838 buah perhari menjadi 8721 perhari.

Penelitian yang dilakukan oleh Flores-Meza et al. (2020) Menemukan masalah yaitu adanya keterlambatan pesanan yang terjadi yang menyebabkan kerugian bagi perusahaan. Adanya permasalahan tersebut, peneliti mengintegrasikan antara *Lean Production Management* dengan teknik 5S dan didapatkan peningkatan produktivitas sebesar 24,8% dan peningkatan produksi yang semula 9850 menjadi 12300 dan berkurangnya takt time sebesar 20%. Untuk permintaan pesanan akan terpenuhi dan denda akan berkurang sebanyak 84%.

Penelitian yang dilakukan oleh Sugarindra et al. (2019) menjelaskan penggunaan *lean manufacturing* dengan *Single Minute Exchange of Dies* (SMED) menghasilkan penurunan waktu standar kurang lebih 30%.

Hasil dari penelitian yang dilakukan oleh Herlingga (2021) Menggunakan *value stream mapping* menghasilkan *lead time* yang berkurang selama 150 menit dan penambahan jumlah produksi yang semula 350 ton/hari menjadi 359 ton/hari membuat kebutuhan permintaan terpenuhi.

Penggunaan *value stream mapping* pada penelitian yang dilakukan oleh Novitasari & Iftadi (2020) memberikan peningkatan nilai PCE menjadi 31,45% untuk *waste* yaitu *defect* dan *waiting*. Dengan usulan yaitu melakukan perawatan mesin secara berkala, dan pembuatan lembar kerja yang berisikan *list* model yang hendak diproduksi.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Lestari & Susandi (2019) dengan menggunakan *value stream mapping*, ditemukan *waste* berupa *defect* dan tiga aktivitas yang memiliki nilai NVA sebesar 44,01%. Dengan penerapan 5S peneliti menyarankan untuk pembangunan area khusus untuk produksi kain *knitting* dan untuk meningkatkan kemampuan konsentrasi pekerja agar tidak terjadi *defect* saat proses produksi berlangsung.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Farida et al. (2022) dengan menggunakan metode FMEA, VSM, VALSAT, dan *fishbone* diagram, ditemukan *waste* yang ada pada proses produksi pivot berdasarkan urutan dengan nilai RPN (*Risk Priority Number*) tertinggi yaitu *waiting*, *transportation*, dan *product defect*.

Penelitian yang dilakukan oleh Larasati & Laksono (2022) dengan menggunakan *value stream mapping*, ditemukan *wastanya* yaitu *unnecessari motion* dan *waiting*. Dengan beberapa perbaikan yang diusulkan, berhasil menurunkan *lead time* dari yang semula 6.576,50 detik menjadi 6.394,71 detik dan dari hasil tersebut menunjukkan bahwa perusahaan mengalami penurunan *waste* sebesar 15,20% yang semula 1.195,67 detik menjadi 1.013,88 detik.

Tabel 2. 1 Kajian Literatur

No.	Penulis	Judul	Metode yang digunakan				
			<i>Lean Manufacturing</i>	VSM	WAM	VALSAT	<i>Fishbone</i>
1.	(Pérez-Pucheta, C.E., Olivares-Benítez, E., Minor-Popocatl, H., Pacheco-García, P.F., & Pérez-Pucheta, 2019)	<i>Implementation of Lean manufacturing to Reduce the Delivery Time of a Replacement Part to Dealers</i>	✓	✓			
2.	(Ramadhani et al., 2019)	<i>Implementation of Lean manufacturing in Determining Time Efficiency by Using VSM Method on Production Line of PT Astra Daihatsu Motor in Jakarta</i>	✓	✓			✓
3.	(Hidayat et al., 2021)	<i>Lean manufacturing</i>	✓	✓	✓		✓

No.	Penulis	Judul	Metode yang digunakan				
			<i>Lean Manu facturing</i>	VSM	WAM	VALSAT	<i>Fishbone</i>
		<i>Design to Reduce Waste in Customer Complaint Services Using Lean Principles in Coil Industry Companies, of Indonesia</i>					
4.	(Kholil et al., 2021)	<i>Integration of Lean Six sigma in Reducing Waste in the Cutting Disk Process with the DMAIC, VSM, and VALSAT Method Approach in Manufacturing Companies</i>	✓	✓		✓	✓
5.	(Susilawati et al., 2021)	<i>Analysis of Production Process in Small Business Using Value</i>	✓	✓	✓		

No.	Penulis	Judul	Metode yang digunakan				
			<i>Lean Manu facturing</i>	VSM	WAM	VALSAT	<i>Fishbone</i>
		<i>Stream Mapping Approach</i>					
6.	(Zahraee et al., 2020)	<i>Lean manufacturing analysis of a Heater industry based on Value stream mapping and computer simulation</i>	✓	✓			
7.	(Domínguez-Alfaro et al., 2023)	<i>Design and Implementation of Integral Ergo-Value stream mapping in a Metal-Mechanical Company to Improve Ergonomic and Productive Conditions: A Case Study</i>	✓	✓			
8.	(Cahyo et al., 2019)	<i>Improving the performance of an assembly line</i>	✓	✓			

No.	Penulis	Judul	Metode yang digunakan				
			<i>Lean Manufacturing</i>	VSM	WAM	VALSAT	<i>Fishbone</i>
9.	(Flores-Meza et al., 2020)	<i>to increase production capacity using Value stream mapping: A study case</i> <i>Lean manufacturing Model for production management to increase SME productivity in the non-primary manufacturing sector</i>	✓	✓			
10.	(Sugarindra et al., 2019)	<i>Single Minute Exchange of Dies as The Solution on Setup Processes Optimization by Decreasing Changeover Time, A Case Study in</i>	✓				

No.	Penulis	Judul	Metode yang digunakan				
			<i>Lean</i> <i>Manu</i> <i>facturing</i>	VSM	WAM	VALSAT	<i>Fishbone</i>
		<i>Automotive Part</i> <i>Industry</i>					
11.	(Herlingga, 2021)	Analisis Penerapan Lean Manufaktur Untuk Mengurangi Pemborosan Di Lantai Produksi Pt E Purwakarta Tahun 2021	✓	✓			
12.	(Novitasari & Iftadi, 2020)	Analisis <i>Lean</i> <i>manufacturing</i> Untuk Minimasi <i>Waste</i> Pada Proses Door Pu	✓	✓		✓	
13.	(Lestari & Susandi, 2019)	Penerapan <i>Lean</i> <i>manufacturing</i> untuk mengidentifikasi <i>waste</i> pada proses produksi kain knitting di lantai produksi PT. XYZ	✓	✓		✓	✓

No.	Penulis	Judul	Metode yang digunakan				
			<i>Lean Manu facturing</i>	VSM	WAM	VALSAT	<i>Fishbone</i>
14.	(Farida et al., 2022)	Implementasi <i>Lean manufacturing</i> Untuk Mengurangi <i>Waste</i> Pada Produksi Pivot Piece (Studi Kasus Pt. Tri Jaya Teknik Karawang)	✓	✓		✓	✓
15.	(Larasati & Laksono, 2022)	Implementasi <i>Lean manufacturing</i> untuk Mempersingkat <i>Lead time</i> di PT XYZ dengan Metode <i>Value stream mapping</i>	✓	✓			

2.2 Landasan Teori

2.2.1 *Lean manufacturing*

Lean manufacturing merupakan sebuah konsep yang berasal dari pengembangan oleh Toyota yang dikenal dengan *Just In Time Manufacturing* memiliki tujuan untuk merubah suatu organisasi atau perusahaan menjadi lebih efisien serta efektif dengan

pengaplikasiannya yaitu menurunkan *lead time* serta meningkatkan hasil dengan cara mengurangi bahkan menghilangkan pemborosan yang terjadi pada suatu organisasi atau perusahaan (Ristyowati et al., 2017). Adapun lima prinsip dasar *lean* menurut Gasperz (2006), yaitu :

1. Mengidentifikasi nilai produk baik berupa barang atau jasa dengan didasarkan perspektif pelanggan yang menginginkan produk atau jasa berkualitas dan dengan harga yang kompetitif
2. Mengidentifikasi pemetaan proses setiap produk dengan menggunakan *Value Stream Process Mapping*
3. Menghilangkan segala aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah sepanjang proses *value stream*
4. Mengorganisir *material*, informasi, serta produk mengalir secara lancar serta efisien sepanjang proses *value stream* dengan menggunakan *pull system*
5. Melakukan pencarian secara terus menerus berbagai teknik serta peningkatan alat-alat untuk mencapai keunggulan dan peningkatan secara terus-menerus (*continues improvement*)

2.2.2 *Waste (Pemborosan)*

Waste (pemborosan) pada dasarnya segala hal yang tidak memiliki nilai tambah., Menurut Gasperz (2007) dalam (Kholil, M.T. et al., 2021) menyebutkan bahwa *waste* merupakan segala aktivitas kerja yang tidak menghasilkan nilai tambah pada proses yang dimulai dari *input* sampai dengan *output* sepanjang *value stream* yang merupakan suatu proses yang memuat pembuatan, produksi, sampai dengan menyerahkan produk baik berupa barang maupun jasa ke *customer*. Rich (1997) menyebutkan tujuh pemborosan (*seven waste*) dengan penjelasan sebagai berikut:

1. *Overproduction*

Jumlah produksi yang terlalu banyak dan melebihi kebutuhan *customer* dapat menyebabkan *inventory* yang berlebih.

2. *Defect*

Segala jenis cacat baik dari kesalahan dokumentasi, permasalahan kualitas produksi dari proses produksi yang dilakukan atau bisa juga berasal dari pengiriman yang buruk.

3. *Unnecessary Inventory*

Penyimpanan yang berlebihan yang disebabkan oleh berbagai hal bisa berasal dari produksi yang berlebih dapat menyebabkan peningkatan biaya serta penurunan kualitas pelayanan kepada *customer*.

4. *Inappropriate Processing*

Merupakan segala aktivitas yang mengakibatkan kesalahan pada saat proses produksi berlangsung yang bisa diakibatkan karena kesalahan penggunaan *tools* ketika bekerja.

5. *Excessive Transportation*

Berupa waktu, tenaga biaya, dan aliran informasi dan *material* produk. Bisa pula dikatakan sebagai pemborosan yang terjadi disebabkan oleh tata letak (*layout*) yang kurang baik, pengorganisasian yang kurang tepat sehingga perlu diadakannya pemindahan *material*.

6. *Waiting*

Adanya kegiatan “menunggu” pekerja, informasi, atau barang lainnya pada proses produksi dalam waktu yang lama yang bisa berdampak terhadap buruknya aliran proses serta dapat menyebabkan bertambahnya *lead time*.

7. *Unnecessary Motion*

Segala jenis pergerakan dari pekerja atau mesin yang ada diproses produksi yang tidak menambah nilai terhadap produk tetapi hanya menambah biaya produksi dan memakan waktu untuk proses pengerjaan suatu produk.

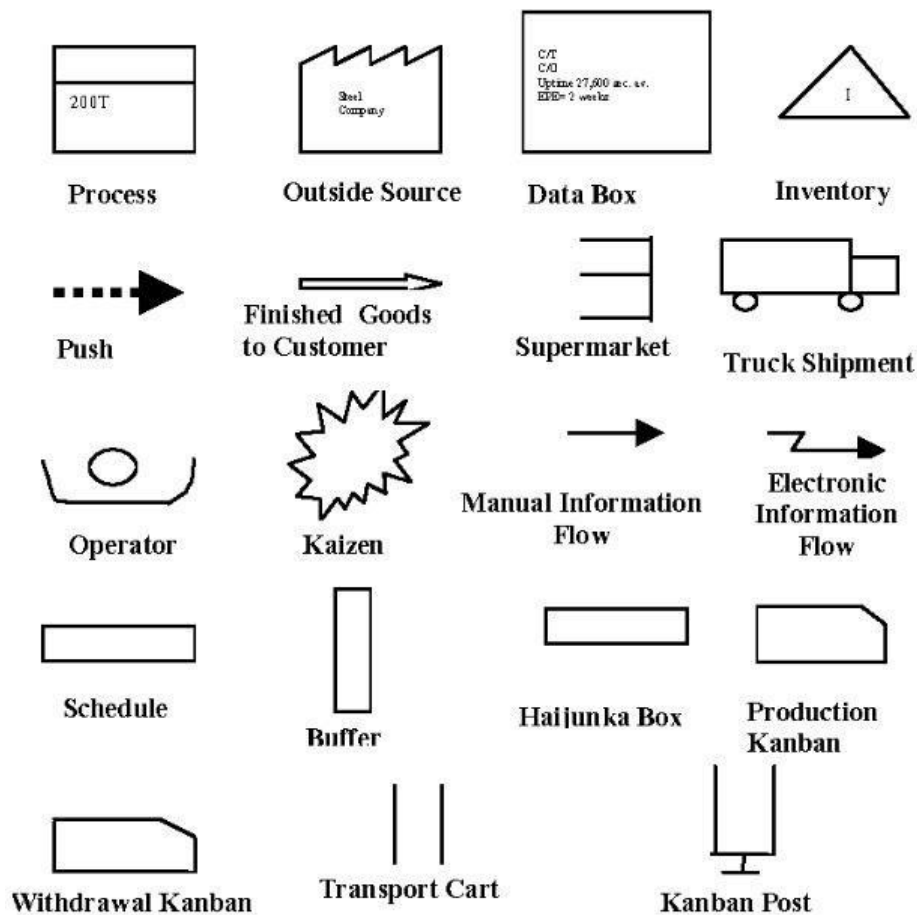
2.2.3 *Value stream mapping (VSM)*

Value stream mapping merupakan *tools lean manufacturing* yang penggunaannya untuk mengatasi pemborosan yang ada. Penelitian yang dilakukan oleh (Jannah & Siswanti, 2014) menyebutkan bahwa pengertian dari *Value stream mapping* yaitu suatu alat proses pemetaan yang memiliki fungsi untuk mengidentifikasi suatu aliran *material* serta informasi yang ada pada proses produksi dimulai dari bahan mentah sampai dengan

produk jadi yang siap jual. Menurut Gaspersz & Fortana dalam (Tambunan et al., 2018) pada *Value stream mapping* semua informasi yang ada pada proses produksi akan dimuat dalam gambar sederhana yang didalamnya terdapat simbol-simbol yang mencakup *input* dan *output* juga digunakan untuk menilai serta meneliti pemborosan yang terjadi proses produksi. Berikut merupakan manfaat dari penerapan *Value stream mapping* (Jannah & Siswanti, 2014)

1. Mengetahui titik dimana penumpukan *inventory* terjadi pada suatu proses bisnis
2. Merupakan alat bantu untuk melihat keseluruhan proses bisnis yang sedang berjalan saat ini
3. Merupakan alat bantu yang digunakan untuk merancang suatu proses yang diinginkan sehingga terbebas dari pemborosan
4. Menampilkan keterkaitan antara aliran informasi dengan aliran *material*

Berikut merupakan simbol-simbol yang digunakan dalam *Value stream mapping* (VSM):



Gambar 2. 1 Simbol-simbol VSM VSM

2.2.4 Value stream analysis tools (VALSAT)

Value stream analysis tools (VALSAT) merupakan sebuah pendekatan yang penggunaannya untuk melakukan pembobotan *waste*, yang kemudian dari hasil pembobotan tersebut dilakukan pemilihan *tools* dengan menggunakan matriks (Satria, 2018). Berikut merupakan tabel hubungan antara *tools* dengan *waste* serta penjelasan dari masing-masing *tools* (Rich, 1997):

Tabel 2. 2 Tools Valsat

Waste Type	PAM	SCRM	PVF	QFM	DAM	DPA	PS
Transportation	H						L
Waiting	H	H	L		M	M	

<i>Waste Type</i>	PAM	SCRM	PVF	QFM	DAM	DPA	PS
Over	L	M		L	M	M	
Production							
<i>Defect</i>	L			H			
<i>Inventory</i>	M	H	M		H	M	L
<i>Motion</i>	H	L					
<i>Inappropriate</i>	H		M	L		L	
<i>Processing</i>							
Overall							
Structure							
<i>Notes:</i>	H = <i>High Correlations and Usefulness</i> (9)						
	M = <i>Medium Correlations and usefulness</i> (3)						
	L = <i>Low Correlations and usefulness</i> (1)						

Penjelasan untuk masing-masing *tools* yaitu:

1. *Process activity mapping* (PAM)
Merupakan *tools* yang digunakan ketika akan melakukan identifikasi seluruh aktivitas yang terjadi selama proses produksi
2. *Supply Chain Relationship Matrix* (SRCM)
Merupakan *tools* yang digunakan untuk menggambarkan hubungan antara *inventory* dengan *lead time* sehingga dapat diketahui segala permasalahan yang terjadi pada waktu distribusi pada area *supply chain*
3. *Production Variety Funnel* (PVF)
Merupakan *tools* yang memetakan jumlah variasi produk pada setiap tahapan proses produksi
4. *Quality Filter Mapping* (QFM)
Merupakan *tools* yang digunakan untuk menganalisis *waste* jenis cacat pada produk yang diproduksi
5. *Demand Amplification Mapping* (DAM)
Merupakan *tools* yang memiliki gambaran perubahan permintaan di dalam rantai *supply*

6. *Decision Point Analysis (DPA)*

Merupakan *tools* yang digunakan untuk pelibatan serangkaian analisis sistem produksi yang berbeda dengan *trade-off* antara *lead time* masing-masing pilihan dengan tingkat *inventory* yang dibutuhkan guna mengcover selama proses *lead time*

7. *Physical Structure (PS)*

Merupakan *tools* yang digunakan untuk mengetahui kondisi *Supply Chain* dilantai produksi

2.2.5 *Fishbone Diagram*

Fishbone diagram atau diagram tulang ikan merupakan sebuah analisis sebab-akibat yang dikembangkan oleh Dr. Kaoru Ishikawa pada sekitar tahun 1960-an yang strukturnya menggambarkan suatu permasalahan dan sebab yang dibuat dalam suatu kerangka tulang ikan (Asmoko, 2013). Definisi lengkap dari *fishbone* diagram merupakan suatu alat visual yang digunakan untuk mengidentifikasi, mengeksplorasi, dan dimuat dalam grafik yang menggambarkan secara detail segala macam penyebab yang berkaitan dengan permasalahan yang ada (Asmoko, 2013).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian

Objek penelitian yang ada pada penelitian ini adalah proses produksi *bed 74104* yang ada di rantai produksi PT Mega Andalan Kalasan Yogyakarta. Penelitian ini berfokus mengetahui *waste* serta faktor penyebab yang nantinya dapat diberikan rekomendasi untuk mengatasi permasalahan tersebut agar produktivitas dan target perusahaan meningkat.

3.2 Jenis Data

Jenis data yang digunakan pada penelitian ini adalah

1. Data Primer

Data primer merupakan data yang didapatkan secara langsung oleh peneliti dengan melakukan penelitian langsung atau observasi, serta melakukan wawancara dengan pihak-pihak yang berhubungan langsung dengan produksi *Bed 74104* Data primer yang termasuk dalam penelitian ini yaitu

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang sudah ada sebelumnya dan tidak didapatkan secara langsung oleh peneliti dan diperoleh dari jurnal-jurnal terdahulu, buku-buku yang berisi teori para pakar, serta literatur lainnya yang dapat membantu proses penelitian.

3.3 Metode Pengumpulan Data

Beberapa metode pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian ini adalah

1. Observasi

Observasi dilakukan secara langsung di rantai produksi PT Mega Andalan Kalasan untuk mengetahui *waste* apa saja yang ada pada proses produksi *Bed 74104* dari proses awal sampai dengan proses akhir

2. Wawancara

Wawancara dilakukan dengan beberapa pekerja yang ada di rantai produksi PT Mega Andalan Kalasan dan merupakan pekerja yang berhubungan langsung dengan proses produksi *Bed 74104* untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan pada penelitian

3. Kajian Literatur

Kajian literatur digunakan untuk mendukung berjalannya penelitian dengan menambah pengetahuan terkait penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya, teori- teori para pakar mengenai metode yang mendukung berjalannya penelitian. Kajian literatur dapat berupa jurnal, paper, buku, serta karya tulis lainnya yang relevan dengan topik penelitian.

3.4 Metode Pengolahan Data

Beberapa metode pengolahan data yang digunakan pada penelitian ini adalah

1. *Value stream mapping (VSM)*

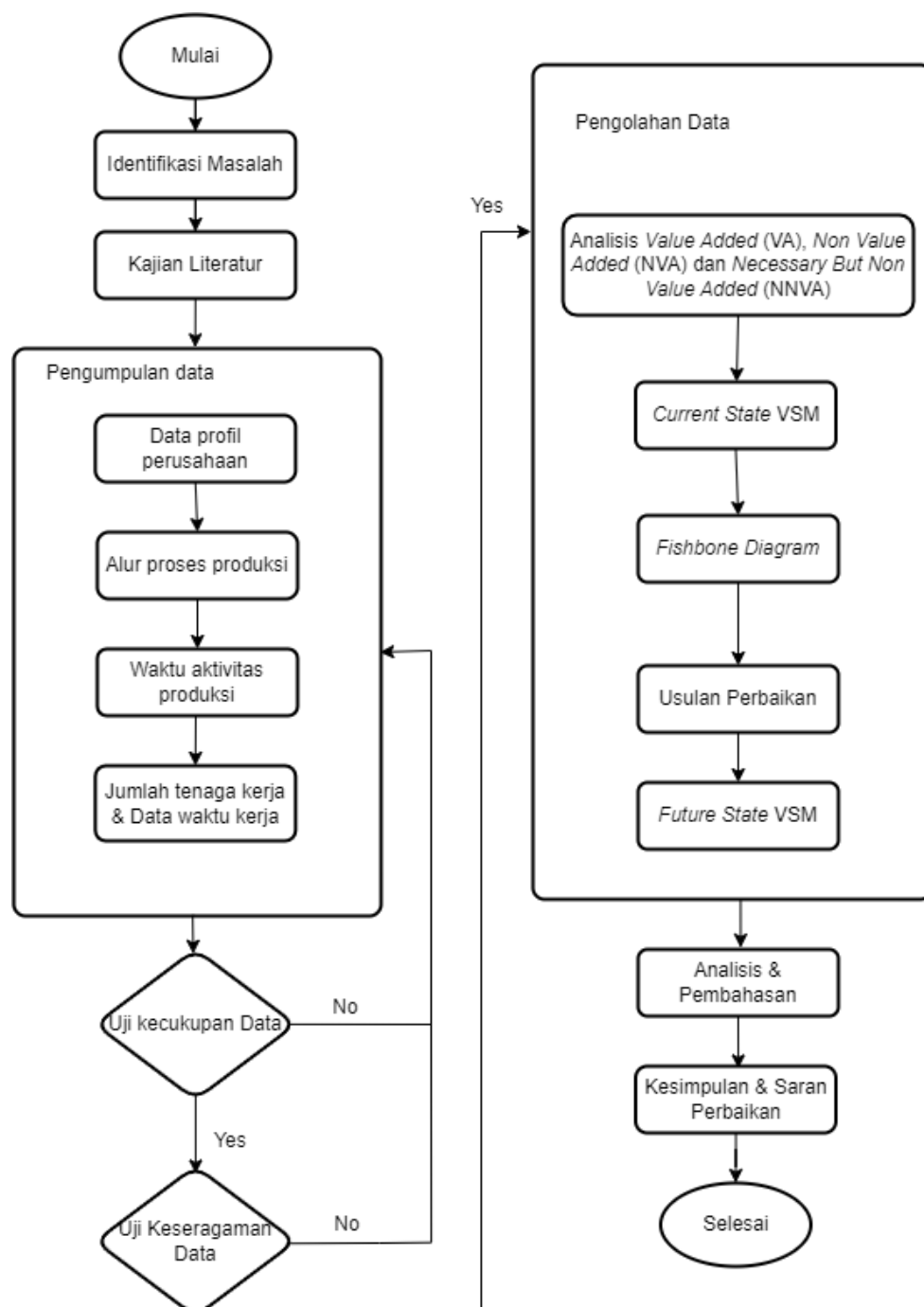
Metode VSM disini digunakan untuk mengetahui seluruh proses yang terjadi yang dimulai dari pihak *supplier* yang memasok bahan baku sampai dengan terbentuknya suatu produk.

2. *Process Activity Mapping*

Metode PAM ini digunakan untuk mengidentifikasi serta mengelompokkan aktivitas-aktivitas produksi ke dalam tiga kelompok, yaitu Value Added (VA), Non Value Added (NVA), dan Necessary Non Value Added (NNVA).

3.5 Alur Penelitian

Berikut merupakan alur yang memuat garis besar beberapa tahapan pada penelitian ini:



Gambar 3. 1 Alur Penelitian

Berikut merupakan penjelasan dari alur penelitian di atas:

1. Mulai

Memulai dengan mempersiapkan hal-hal yang diperlukan guna keberlangsungan penelitian

2. Identifikasi Masalah

Melakukan identifikasi masalah untuk mengetahui hal-hal yang terjadi pada proses produksi di lantai produksi PT Mega Andalan Kalasan

3. Kajian Literatur

Kajian literatur merupakan pengkajian jurnal-jurnal maupun literatur yang mengandung teori atau metode yang selaras dengan penelitian serta bisa mendukung berjalannya penelitian

4. Pengumpulan Data

Pada tahapan ini, peneliti melakukan pengumpulan data berdasarkan permasalahan yang diangkat. Pengumpulan data dimulai dari profil perusahaan yang didapatkan berdasarkan arsip perusahaan, lalu ada alur proses produksi yang dilakukan dengan observasi langsung di lantai produksi, waktu aktivitas produksi dilakukan dengan menggunakan pengukuran *stopwatch* untuk mengetahui realtime waktu proses produksi, serta yang terakhir yaitu data jumlah tenaga kerja dan data waktu kerja yang didapatkan dari arsip perusahaan.

5. Uji Kecukupan Data

Setelah melakukan pengambilan data, perlu dilakukan uji kecukupan data untuk mengetahui apakah data yang diambil sudah cukup obyektif untuk dilanjutkan pada proses selanjutnya, namun apabila data yang diambil masih belum memenuhi nilai cukup, maka perlu dilakukan pengambilan data ulang sampai data memenuhi uji kecukupan

6. Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman data dilakukan untuk mengetahui apakah data yang dikumpulkan sudah seragam dan bisa dilanjutkan pada proses selanjutnya. Namun, apabila data belum seragam, maka perlu dilakukan pengecekan terhadap data yang diambil atau melakukan pengambilan data tambahan

7. Pengolahan Data

Berikut merupakan beberapa tahapan pada pengolahan data:

a. *Value stream analysis tools* (VALSAT)

VALSAT merupakan sebuah metode yang digunakan untuk menentukan *tools* yang digunakan untuk menyelesaikan *waste* yang paling kritis berdasarkan pembobotan WAM.

- b. Analisis *Value added* (VA), *Non value added* (NVA) dan *Necessary But Non value added* (NNVA)

Setelah pembuatan *current state Value stream mapping*, dilakukan analisis untuk mengetahui aktivitas mana saja dalam proses produksi yang termasuk *Value added* (VA), *Non value added* (NVA) dan *Necessary But Non value added* (NNVA)

- c. *Current State Value stream mapping*

Digunakan untuk mengetahui aliran *material* serta informasi yang terdapat pada suatu proses produksi

- d. Pembuatan *Fishbone* Diagram

Digunakan untuk menganalisis serta melakukan pencarian mengenai penyebab dari masalah yang dialami pada proses produksi

- e. Perancangan Usulan Perbaikan

Pada tahap ini, peneliti melakukan perbaikan sesuai *waste* yang terjadi pada objek penelitian untuk menghilangkan *waste* yang paling dominan yang dialami oleh suatu proses produksi

- f. *Future State Value stream mapping*

Digunakan untuk memberikan gambaran secara menyeluruh alur produksi setelah dilakukan perbaikan terhadap *waste* yang paling dominan pada proses produksi yang diteliti

8. Analisis dan Pembahasan

Selanjutnya dilakukan analisis hasil serta pembahasan mengenai adanya *waste* pada proses produksi *Bed 74104* yang diproduksi oleh PT Mega Andalan Kalasan

9. Kesimpulan dan Saran Perbaikan

Pembuatan kesimpulan sesuai dengan tujuan penelitian yang telah dibuat yang kemudian dilakukan juga pemberian saran mengenai permasalahan yang ada pada proses produksi *bed 74104* yang dialami oleh PT Mega Andalan Kalasan menggunakan solusi yang tepat dan teruji.

10. Selesai

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Profil Perusahaan

4.1.1.1 Sejarah Perusahaan

Pada tahun 1975, beberapa lulusan dari ATMI (Akademi Teknik Mesin Industri) melakukan kerja sama dengan membangun sebuah bengkel kecil bernama Mega Steel yang dibangun di desa Bokoharjo yang walaupun dengan keterbatasan modal, tetapi mampu menghasilkan kursi lipat dari bahan besi yang dihias dengan menggunakan listrik. Dan dari hasil tersebut, Mega Steel berkembang dan pada tahun 1978 – 1979 mendapatkan kontrak dari karoseri New Armada dan Gajah Mada di Jalan Magelang Yogyakarta.

Pada tahun 1983 usaha kecil tersebut berubah status menjadi perseroan terbatas (PT) dengan nomor akte pendirian No. 72 dengan nama PT Mega Adhi Karsa yang memproduksi bumper dengan tingkat produksi 2000 unit per tahun. Pada tahun 1987 terjadi penurunan yang disebabkan karena Agen Tunggal Pemegang Merek (ATPM) seperti Astra Internasional dan Indomobil mengeluarkan produk mobil *full pressed body* dan konstruksi mobil yang terbilang lengkap termasuk bumper yang melekat langsung dan mengakibatkan munculnya ide baru yaitu pembuatan kursi mobil (*reclining seat*). Namun produksi ini mengalami kegagalan dan akhirnya pada tahun 1989 perusahaan menemukan produk andalan yaitu peralatan rumah sakit (*hospital equipment*)

PT Mega Adhi Karsa berencana untuk memproduksi sebesar 2000 unit per tahun sesuai dengan permintaan pasar terutama rumah sakit yang masih berkembang. Tahun 1994 hasil produksi memperoleh sertifikat standar nasional dan pada tahun berikutnya, tepatnya tahun 1997 perusahaan mendirikan pabrik baru dengan pembangunan 2 buah pabrik yang lokasinya berdekatan dengan lokasi pabrik pertama sekitar 400 meter serta mempunyai fungsi sebagai tempat perakitan (*assembly*) dan injeksi (*injection*).

Tahun 1999, PT Mega Adhi Karsa mengganti namanya menjadi PT Mega Andalan Kalasan (PT MAK) sampai sekarang. Perusahaan sekarang memiliki industri terlengkap untuk peralatan rumah sakit. Sistem produksi yang dilaksanakan oleh PT MAK dibuat sesuai dengan ISO 9001 yang telah disertifikasi TUV pada tahun 2000. Standarisasi mutu

produksi perusahaan PT MAK dijamin dengan melakukan sertifikasi produk yang dilakukan oleh TUV-Rehindland dengan memperoleh penghargaan:

1. Tahun 2001 PT Mega Andalan Kalasan memperoleh sertifikat untuk kualitas manajemen ISO 9001/EN 46001:2001
2. Tahun 2003 PT Mega Andalan Kalasan mendapatkan ISO 13485:2003 tentang standarisasi standar produk perawatan rumah sakit sesuai standar buku internasional
3. Tahun 2004 PT Mega Andalan Kalasan mendapatkan ISO 14001 :2004 tentang standarisasi internasional untuk sistem manajemen lingkungan dan kepedulian terhadap lingkungan, PT Mega Andalan Kalasan juga mendapatkan penghargaan E-50 (Enterprise Fifty) yang merupakan penghargaan terhadap perusahaan skala menengah dengan omset 16 milyar/tahun
4. Tahun 2007 PT Mega Andalan Kalasan mendapatkan penghargaan buku mutu safety and healthy dibidang pre-treatment dan proses pengecatan dengan diperolehnya OHSAS 18001:2007/
5. Tahun 2008 PT Mega Andalan Kalasan mengintegrasikan sistem manajemen mutu menjadi SM-QES (*Quality, Environment, Safety, and Healthy*)

4.1.1.2 Visi, Misi, dan Kredo Perusahaan

a. Visi Perusahaan

“Menjadi penggerak utama dalam rangkaian proses menuju Indonesia negara Industri”

b. Misi Perusahaan

1. Menjadi *Centre of Excellent* dibidang teknologi mekanik
2. Membangun sentra industri berbasis kompetensi dibidang teknologi mekanik
3. Menghimpun dan mendayagunakan berbagai kemampuab teknologi yang terserak di berbagai penjuru tanah air
4. Membangun citra industri yang memakmurkan masyarakat
5. *Getting people fall in love with MAK*

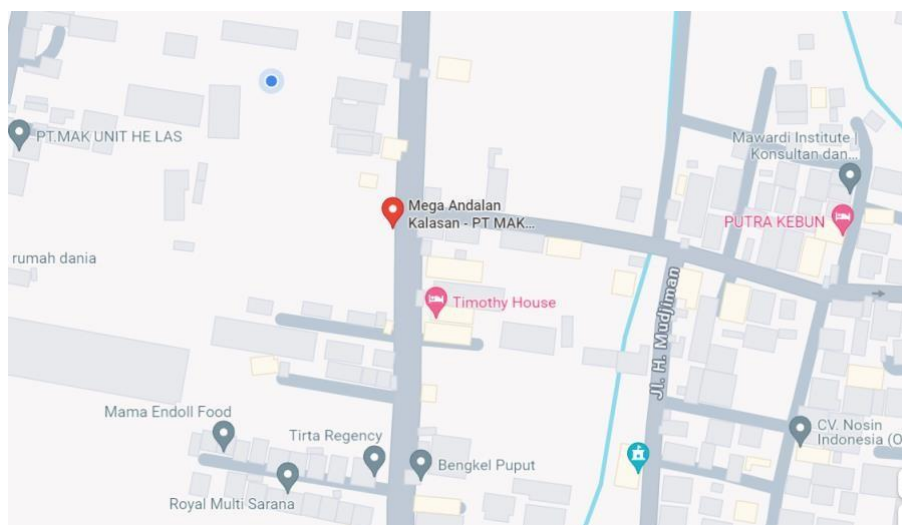
c. Kredo Perusahaan

1. Tanggung jawab kami yang pertama adalah kepada konsumen yang telah bersedia membeli dan menggunakan produk MAK
2. Tanggung jawab kami yang kedua adalah kepada orang-orang yang bekerja kepada kami, pria maupun wanita yang bekerja di pabrik maupun di kantor kami

3. Tanggung jawab kami yang ketiga adalah kepada komunitas dimana kami tinggal.
4. Tanggung jawab kami yang keempat dan yang terakhir adalah kepada pemegang saham.

4.1.1.3 Lokasi Perusahaan

PT MAK berlokasi di jalan Tanjung Tirto 34, Tirtomartani km 13, Kalasan, Jarakan, Tirtomartani, Kec. Kalasan, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55571

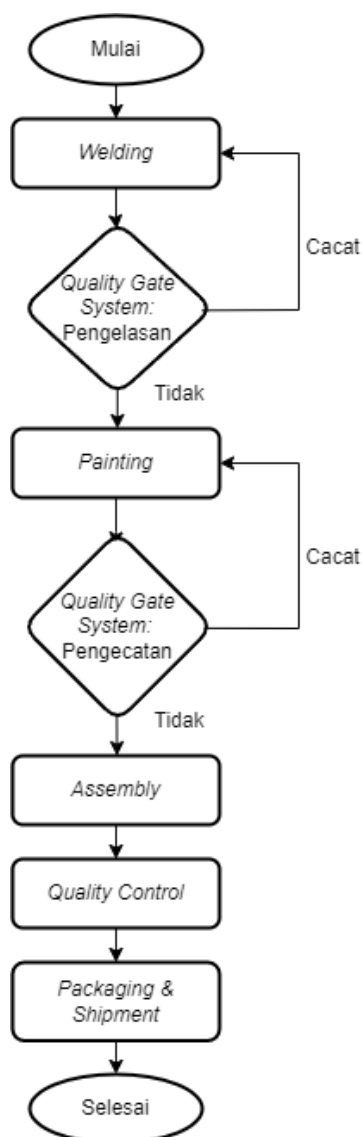


Gambar 4. 1 Peta perusahaan

Sumber: Google Maps

4.1.2 Alur Produksi

Alur proses produksi di PT MAK Yogyakarta yaitu dimulai dari proses pengelasan sampai dengan pengiriman produk. Berikut merupakan *flowchart* dari proses produksi :



Gambar 4. 2 Alur produksi

Berikut merupakan penjelasan dari *flowchart* proses produksi :

1. *Welding* (Pengelasan)

Proses produksi yang pertama dilakukan di PT MAK yaitu melakukan welding atau pengelasan. Proses pengelasan dilakukan untuk menggabungkan logam-logam bagian sebuah produk. Proses ini dilakukan dengan dua cara, yaitu manual dengan menggunakan tenaga manusia dan menggunakan teknologi robot. Untuk produk yang menggunakan pengelasan manual yaitu produk-produk non *bed* sedangkan untuk produk *bed*, 90% prosesnya dilakukan dengan menggunakan teknologi robot.

2. *Quality gate system : Welding* (Pengelasan)

Quality gate system yang pertama yaitu pada bagian setelah pengelasan, dilakukan sebelum melanjutkan ke tahapan selanjutnya. Pada tahapan ini, dilakukan untuk mengetahui apakah setelah dilakukan proses pengelasan masih terdapat ketidaklayakan atau cacat yang berpengaruh untuk hasil akhir produk. Apabila hasil dari pengelasan sudah sesuai, maka dilanjutkan ke tahapan selanjutnya, namun apabila produk tidak sesuai dengan ketentuan, maka akan dikembalikan ke proses pengelasan, yang besar kemungkinannya akan dilakukan *re-work*.

3. *Painting* (Pengecatan)

Proses selanjutnya yaitu *painting* atau pengecatan yang dilakukan setelah proses pengelasan. Pada proses ini, operator memastikan agar pengecatan yang dilakukan dapat menghasilkan produk dengan tampilan yang menarik dengan pengecatan yang dilakukan secara sempurna dan sesuai standar. Pada proses pengecatan, beberapa produk dimasukkan ke oven pengecatan dan apabila sudah selesai maka dilanjutkan pada pengeringan dan tidak lupa untuk dilakukan inspeksi sebelum masuk ke tahapan selanjutnya.

4. *Quality gate system : Painting* (Pengecatan)

Quality gate system yang kedua yaitu dilakukan setelah proses pengecatan selesai dilakukan untuk mengecek apakah produk sudah sesuai sehingga bisa dilanjutkan untuk proses selanjutnya. Pada tahapan ini, dilakukan pengecekan apakah masih terdapat permukaan produk yang belum terkena cat, terdapat cat yang terkelupas, dan lainnya yang mempengaruhi keoptimalan produk.

5. *Assembly*

Pada proses *assembly*, rangkaian-rangkaian yang telah dilakukan proses sebelumnya dikumpulkan dan *diassembly* menjadi satu kesatuan produk jadi. Diproses *assembly*, terdapat beberapa pembagian atau disebut sebagai *sub assy* di mana beberapa part akan disusun terlebih dahulu dan kemudian apabila *sub assy* sudah selesai melakukan *assembly* untuk beberapa part, maka dikumpulkan di pusat *assembly* untuk dilakukan proses *assembly* menjadi produk utuh.

6. *Quality control*

Quality control menjadi proses terakhir sebelum produk memasuki proses *finishing*. Proses ini dilakukan dengan mengecek apakah rangka yang sudah dilakukan *assembly* sudah kuat untuk proses perakitannya dan sesuai dengan ketentuan produk. 00

7. *Packaging & Shipment*

Pada tahapan ini, operator yang melakukan *packaging* menambahkan part-part yang tidak termasuk ke dalam proses *assembly* dan memastikan sisi samping produk sudah terbungkus sempurna dengan plastik dan sudah ditambahkan penumpu yaitu gabus agar permukaan produk tidak bersentuhan langsung dengan permukaan kardus *packaging*. Kardus *packaging* yang digunakan dipastikan untuk ditambahkan kayu agar kardus dapat menahan beban dari produk yang ada di dalamnya. Tidak lupa juga untuk menambahkan stiker nomor seri pada bagian luar *packaging* untuk menandakan bahwa produk sudah diproduksi dan terdaftar dalam sistem. Untuk proses *shipment*, setelah produk yang disiapkan sudah masuk pada gudang bahan jadi dan pihak pembeli sudah meminta untuk mengirimkan, maka perusahaan akan mengirimkan dengan catatan bahwa untuk keseluruhan produk yang dipesan sudah selesai diproduksi dan proses pembayaran sudah selesai.

4.1.3 Penentuan Produk

Untuk penentuan produk yang digunakan sebagai objek penelitian yaitu dengan melakukan perankingan daftar produk berdasarkan periode produksi pada bulan minggu ke-1 2024 sampai dengan minggu ke-17 tahun 2024 dengan memilih produk yang terbanyak yang diproduksi oleh PT Mega Andalan Kalasan untuk kategori *Bed* (tempat tidur rumah sakit)

Tabel 4. 1 Peringkat produk

Peringkat	Nama Produk	Jumlah
1	74104	370
2	MB403	320
3	74105	275
4	MB445	220
5	MB404	195
6	MB214	180
7	MB215	170
8	MB303	90

Peringkat	Nama Produk	Jumlah
9	MB211 & MB212	80
10	74106	40

Berdasarkan data di atas menunjukkan bahwa produk dengan jumlah produksi tertinggi yaitu produk *bed* 74104. Oleh karena itu, pada penelitian ini, peneliti memilih produk *bed* 74104 untuk menjadi produk yang diteliti.

4.1.4 Aktivitas Produksi

Berikut merupakan aktivitas produksi yang ada pada PT Mega Andalan Kalasan pada produk *Bed* 74104:

Tabel 4. 2 Aktivitas Produksi

No	Proses	Aktivitas	Kode
1	Pengelasan	Pengambilan <i>Material</i>	A1
		Pembersihan sisa-sisa pengelasan	A2
		Penyesuaian <i>material</i> dengan meja pengelasan	A3
		Penguncian pengait meja pengelasan	A4
		Pengelasan	A5
		Pembukaan pengait meja pengelasan	A6
		Peletakkan <i>material</i> ke panel	A7
		Penyimpanan <i>material</i>	A8
2	<i>Quality gate</i> <i>system:</i> Pengelasan	Pengecekan kelayakan dan tampilan produk	B1
3	Pengecatan	Loading Produk	C1
		Mencuci produk	C2
		Drying dengan oven	C3
		Pengelapan produk	C4
		Pengecatan	C5
4	<i>Quality gate</i> <i>system:</i> Pengecatan	Pengecekan kelayakan dan tampilan produk	D1
		Unloading Produk	D2

No	Proses	Aktivitas	Kode
5	<i>Final assy:</i> <i>Assembly</i>	Pemasangan kastor/roda	E1
		Pemasangan spanner	E2
		Pemasangan pijakan	E3
		Pemasangan bush engsel	E4
		Pemasangan engsel pijakan	E5
		Pemasangan engsel pengangkat high-low dan pendorong	E6
		Pemasangan rakitan pengungkit	E7
		Pemasangan spanner pengangkat	E8
		Pemasangan bush untuk pengangkat	E9
		Pemasangan penutup kastor	E10
		Pemasangan casis	E11
		Pemasangan pen	E12
		Pemasangan rumah <i>handle</i> dan <i>handle</i> pendorong	E13
		Pemasangan pengangkat <i>back rest</i>	E14
		Pemasangan 3 handle beserta <i>stopper</i>	E15
		Pemasangan roda pengangkat <i>backrest</i>	E16
		Pemasangan komponen pengungkit <i>back rest</i>	E17
		Pemasangan dudukan <i>sideguard kneerest</i> dan penutup	E18
		Perakitan matras (atas, tengah, bawah)	E19
		Pemasangan magnet panel	E20
		Pemasangan bumper dan dudukan tiang infus	E21
		Perakitan sepatu matras	E22
		Pemasangan gantungan urinal	E23
		Pemasangan <i>sideguard</i>	E24
		Pemasangan <i>cover</i> matras	E25
		Pemasangan matras blow dan pengunci	E26
		Pemasangan <i>roller bumper</i> dan pengunci	E27
		Pemasangan stiker	E28

No	Proses	Aktivitas	Kode
6	<i>Quality control</i>	Pengecekan tampilan dan memastikan produk berfungsi dengan baik	F1
7	<i>Packing</i>	Menyiapkan manual <i>book</i> dan dokumen pendukung	G1
		Menambahkan <i>bubblewrap</i> pembungkus <i>sideguard</i>	G2
		Penambah busa penyangga untuk setiap sudut produk	G3
		Perakitan tiang infus	G4
		Penambahan panel untuk bagian bawah <i>bed</i>	G5
		Penambahan kardus berisi <i>material</i> pelengkap produk	G6
		Merapihkan meja <i>packing</i> untuk peletakkan tali	G7
		Memasang tali pengangkat produk	G8
		Menunggu selama pengangkatan produk untuk diletakkan ke kardus <i>packing</i>	G9
		Pelepasan tali pengangkat	G10
		Penambahan plastik untuk menutupi permukaan produk	G11
		Penambahan gabus penyangga untuk setiap sudut produk	G12
		Menutup dan mengikat kardus <i>packing</i>	G13
		Memotong sisa tali pengikat	G14
		Menempelkan stiker pelengkap pada kardus <i>packing</i>	G15
		Penyimpanan ke gudang	G16

4.1.5 Data Jumlah Operator

Pada proses produksinya, PT Mega Andalan Kalasan dibantu oleh operator. Berikut merupakan data jumlah operator yang beroperasi pada rantai produksi:

Tabel 4. 3 Jumlah operator

No.	Proses	Jumlah Operator
1.	Pengelasan	1

No.	Proses	Jumlah Operator
2.	Pengecatan	9
3.	<i>Final Assy</i>	2
4.	<i>Quality control</i>	2
5.	<i>Packing</i>	2

4.1.6 Data Waktu Kerja

Waktu kerja di PT MAK dimulai dari pukul 07.00 WIB sampai dengan pukul 16.00 WIB untuk hari kerja senin sampai dengan kamis dan sudah termasuk waktu untuk waktu apel pagi serta menyanyikan lagu Indonesia Raya yang dilakukan pada pukul 07.00 sampai dengan 07.15 serta ISOMA (Istirahat, Sholat, dan Makan) yang dilaksanakan pada pukul 12.00 – 12.45 atau selama 45 menit. Dan khusus hari Jumat, waktu kerja di PT MAK yaitu dimulai pukul 07.00 sampai dengan pukul 15.00 dan sudah termasuk waktu untuk waktu apel pagi serta menyanyikan lagu Indonesia Raya serta waktu ISOMA yang dilaksanakan pada pukul 11.45 – 12.45 WIB atau selama satu jam. Dan dapat disimpulkan untuk jam kerja efektif PT MAK yaitu Senin – kamis selama 8 jam menit dan untuk hari Jumat yaitu selama 6 jam 45 menit. Berikut merupakan tabel waktu kerja di PT MAK:

Tabel 4. 4 Jam kerja

No	Hari	Available Time (s)
1	Senin	28800
2	Selasa	28800
3	Rabu	28800
4	Kamis	28800
5	Jumat	23220

4.1.7 Data Waktu Produksi

Data waktu produksi dikumpulkan secara langsung dengan turun langsung di lantai produksi ketika proses produksi produk yang diteliti sedang berlangsung dengan menggunakan alat bantu *stopwatch*. Pengumpulan data dilakukan sebanyak lima kali pengamatan. Berikut merupakan data waktu proses serta rata-rata waktunya:

Tabel 4. 5 Data waktu produksi

Kode	Waktu Proses Setiap Aktivitas Produksi (s)					Rata-rata
	1	2	3	4	5	
A1	24	25	23	23	22	23,4
A2	18	20	21	19	19	19,4
A3	18	17	19	20	19	18,6
A4	19	20	21	21	22	20,6
A5	117	110	116	120	122	117
A6	19	18	17	17	18	17,8
A7	17	16	18	16	17	16,8
A8	2385	2393	2388	2375	2396	2387,4
B1	22	22	24	25	23	23,2
C1	13	14	13	13	12	13
C2	1800	1800	1800	1800	1800	1800
C3	2700	2700	2700	2700	2700	2700
C4	41	41	41	38	38	39,8
C5	16	18	17	17	16	16,8
D1	15	16	14	15	16	15,2
D2	18	17	19	18	20	18,4
E1	91	93	101	98	95	95,6
E2	68	69	72	67	63	67,8
E3	139	136	140	148	145	141,6
E4	57	59	55	52	55	55,6
E5	30	27	28	26	27	27,6
E6	27	27	29	26	28	27,4
E7	37	35	33	36	39	36
E8	47	49	46	51	48	48,2
E9	31	34	32	29	33	31,8
E10	20	18	19	17	18	18,4
E11	29	26	25	27	28	27
E12	36	35	37	34	38	36

Kode	Waktu Proses Setiap Aktivitas Produksi (s)					Rata-rata
	1	2	3	4	5	
E13	107	105	112	111	116	110,2
E14	25	27	26	29	26	26,6
E15	271	275	278	265	282	274,2
E16	15	13	14	14	13	13,8
E17	36	34	37	35	34	35,2
E18	60	62	64	59	65	62
E19	593	585	594	589	603	592,8
E20	21	21	20	23	20	21
E21	33	30	29	33	31	31,2
E22	20	21	22	22	23	21,6
E23	69	67	71	72	65	68,8
E24	230	229	235	221	238	230,6
E25	60	59	65	63	67	62,8
E26	40	43	39	41	45	41,6
E27	49	44	45	44	50	46,4
E28	43	47	42	45	40	43,4
F1	434	505	490	502	496	485,4
G1	24	27	25	23	24	24,6
G2	72	75	69	77	71	72,8
G3	28	25	28	26	29	27,2
G4	34	37	35	39	38	36,6
G5	42	41	46	47	44	44
G6	19	22	20	21	20	20,4
G7	29	32	27	30	29	29,4
G8	17	15	15	16	15	15,6
G9	30	28	31	32	33	30,8
G10	15	16	17	15	16	15,8
G11	20	22	19	21	21	20,6
G12	15	16	16	15	17	15,8

Kode	Waktu Proses Setiap Aktivitas Produksi (s)					Rata-rata
	1	2	3	4	5	
G13	55	56	49	50	52	52,4
G14	12	12	13	12	11	12
G15	37	33	34	32	35	34,2
G16	172	188	179	191	189	183,8

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data dilakukan untuk mengetahui apakah data-data yang telah diambil dikatakan cukup, di mana data dikatakan cukup apabila $N' \leq N$. Berikut merupakan rumus dari uji kecukupan data:

Keterangan:

N' : Jumlah data teoritis

k : Tingkat kepercayaan ($95\% \approx 2$)

s : Tingkat ketelitian

N : Jumlah data

x : Data pengamatan

Berikut merupakan tabel uji kecukupan, untuk tabel secara lengkap dilampirkan pada bagian lampiran:

Tabel 4. 6 Uji kecukupan data

Kode	N	$\sum xi$	$\sum xi^2$	$(\sum xi)^2$	N'	Hasil
A1	5	117	2743	13689	3,038936372	CUKUP
A2	5	97	1887	9409	4,421298757	CUKUP
A3	5	93	1735	8649	4,809804602	CUKUP
-	-	-	-	-	-	-
G16	5	919	169171	844561	2,451451109	CUKUP

4.2.2 Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman data dilakukan untuk mengetahui apakah data yang diambil sudah seragam atau diambil dalam suatu sistem yang sama. Data bisa dikatakan seragam apabila data tersebut berada di antara Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB). Berikut merupakan rumus untuk mencari BKA dan BKB:

$$\text{BKA} = \bar{x} + k\sigma$$

$$\text{BKB} = \bar{x} - k\sigma$$

$$\text{Standar Deviasi } (\sigma) = \sqrt{\frac{\sum(x-x_i)^2}{N-1}}$$

Keterangan:

BKA = Batas Kontrol Atas

BKB = Batas Kontrol Bawah

σ = Standar Devias

\bar{x} = Rata- rata

k = Tingkat kepercayaan (95% \approx 2)

Berikut merupakan tabel untuk uji keseragaman data, untuk tabel secara lengkap dilampirkan pada bagian lampiran:

Tabel 4. 7 Uji keseragaman data

Kode	Rata-Rata	BKA	BKB	Hasil
A1	23,4	25,68035085	21,11964915	SERAGAM
A2	19,4	21,68035085	17,11964915	SERAGAM
A3	18,6	20,88035085	16,31964915	SERAGAM
-	-	-	-	-
G16	183,8	199,887262	167,712738	SERAGAM

4.2.3 *Process activity mapping (PAM)*

Pada tahapan pembuatan *Process activity mapping*, terbagi menjadi lima jenis kategori, yaitu *Operation*, *Transport*, *Inspection*, *Storage*, dan *Delay*. Lalu dilanjutkan dengan membagi aktivitas tersebut ke dalam tiga kategori, yaitu *Value added (VA)*, *Non value added (NVA)*, dan *Necessary Non value added (NNVA)* untuk memudahkan proses evaluasi kegiatan serta aktivitas apa saja yang tidak diperlukan dan dapat dihilangkan pada proses produksi. Berikut merupakan *Process activity mapping (PAM)* dari proses produksi di PT MAK

Tabel 4. 8 *Process activity mapping*

Proses	Aktivitas	Waktu	Simbol Aktivitas					VA/NVA/	
			O	T	I	S	D	NNVA	
Pengelasan	Pengambilan <i>material</i>	23,4	√					VA	
	Pembersihan sisa-sisa <i>material</i>	19,4					√	NVA	
	Penyesuaian <i>material</i> dengan meja pengelasan	18,6					√	NVA	
	penguncian pengait meja pengelasan	20,6	√					VA	
	pengelasan	117	√					VA	
	pembukaan pengait	17,8	√					VA	
	peletakan <i>material</i> ke panel	16,8		√				VA	
	Penyimpanan material	2387,4					√	NVA	
	Quality gate system:	Pengecekan Kelayakan dan tampilan produk	23,2				√		NNVA
	Pengecatan	Loading produk	13		√				VA
Mencuci produk		1800		√				VA	
mengeringkan produk dengan oven		2700		√				VA	
Pengelapan produk		39,8		√				NVA	
Pengecatan		16,8		√				VA	
Quality gate system:		Pengecekan Kelayakan dan tampilan produk	15,2				√		NNVA
Pengecatan	<i>Unloading</i>	18,4		√				VA	
Final Assy Assembly	Pemasangan kastor/roda	95,6	√					VA	

Proses	Aktivitas	Waktu	Simbol Aktivitas	VA/NVA/
			O T I S D	NNVA
	Pemasangan spanner	67,8	√	VA
	Pemasangan pijakan	141,6	√	VA
	pemasangan <i>bush</i>	55,6	√	VA
	engsel			
	Pemasangan engsel	27,6	√	VA
	pijakan			
	Pemasangan engsel	27,4	√	VA
	pegangkat <i>high-low</i>			
	dan pendorong			
	Pemasangan rakitan	36	√	VA
	pengungkit			
	Pemasangan <i>spanner</i>	48,2	√	VA
	pengangkat			
	Pemasangan <i>bush</i>	31,8	√	VA
	untuk pengangkat			
	Pemasangan penutup	18,4	√	VA
	kastor			
	Pemasangan casis	27	√	VA
	Pemasangan pen	36	√	VA
	Pemasangan rumah	110,2	√	VA
	<i>handle</i> dan <i>handle</i>			
	pendorong			
	Pemasangan	26,6	√	VA
	pengangkat <i>back rest</i>			
	Pemasangan 3 <i>handle</i>	274,2	√	VA
	beserta <i>stopper</i>			
	Pemasangan roda	13,8	√	VA
	pengangkat <i>backrest</i>			

Proses	Aktivitas	Waktu	Simbol Aktivitas					VA/NVA/
			O	T	I	S	D	NNVA
	Pemasangan komponen pengungkit <i>backrest</i>	35,2	√					VA
	Pemasangan dudukan sideguard <i>kneerest</i> dan penutup	62	√					VA
	Perakitan matras dasar (atas, tengah, bawah)	592,8	√					VA
	Pemasangan magnet panel	21	√					VA
	Pemasangan bumber dan dudukan tiang infus	31,2	√					VA
	Perakitan sepatu matras	21,6	√					VA
	Pemasangan gantungan urinal	68,8	√					VA
	Pemasangan sideguard	230,6	√					VA
	Pemasangan cover matras	62,8	√					VA
	Pemasangan matras <i>blow</i> dan pengunci	41,6	√					VA
	Pemasangan roller bumper dan pengunci	46,4	√					VA
	Pemasangan stiker	43,4	√					NNVA
Quality Control	Pengecekan tampilan dan memastikan produk berfungsi dengan baik	485,4		√				VA

Proses	Aktivitas	Waktu	Simbol Aktivitas					VA/NVA/ NNVA
			O	T	I	S	D	
<i>Packing</i>	Menyiapkan manual book dan dokumen pendukung	24,6	√					VA
	Menambahkan bubblewrap pembungkus sideguard	72,8	√					VA
	Penambahan busa penyangga untuk setiap sudut produk	27,2	√					VA
	Perakitan tiang infus	36,6	√					NNVA
	Penambahan panel untuk bagian bawah <i>bed</i>	44	√					VA
	Penambahan kardus berisi <i>material</i> pelengkap produk	20,4	√					VA
	Merapihkan meja <i>packing</i> untuk peletakkan tali	29,4	√					VA
	Memasang tali pengangkat produk	15,6	√					VA
	Menunggu selama pengangkatan produk untuk diletakkan ke kardus <i>packing</i>	30,8					√	NVA
	Pelepasan tali pengangkat	15,8	√					VA

Proses	Aktivitas	Waktu	Simbol Aktivitas					VA/NVA/
			O	T	I	S	D	NNVA
	Penambahan plastik untuk menutupi permukaan produk	20,6	√					VA
	Penambahan gabus penyangga untuk setiap sudut produk	15,8	√					VA
	Menutup dan mengikat kardus packaging	52,4	√					VA
	Memotong sisa tali pengikat	12					√	NVA
	Menempelkan stiker pelengkap pada kardus packaging	34,2	√					VA
	Penyimpanan ke gudang	183,8					√	VA

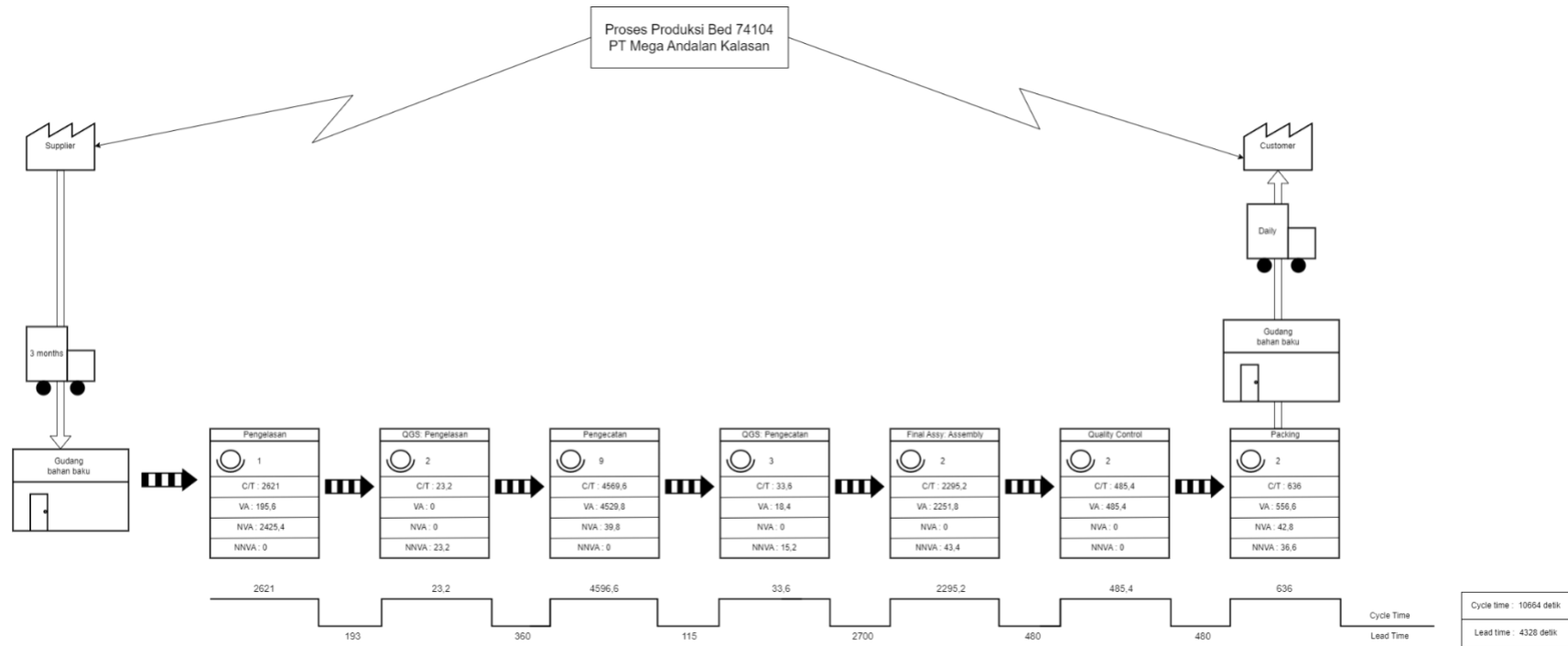
Berikut merupakan tabel yang berisi perhitungan serta persentase PAM dari masing-masing aktivitas pada proses produksi:

Tabel 4. 9 Kelompok aktivitas

Aktivitas	Jumlah	Waktu (s)	Persentase
<i>Operation (O)</i>	47	7376,8	69,17
<i>Transportation (T)</i>	4	71,6	0,67
<i>Inspection (I)</i>	3	523,8	4,91
<i>Storage (S)</i>	2	2571,2	24,11
<i>Delay (D)</i>	5	120,6	1,13
Total	61	10664	100,00
VA	51	8037,6	75,37
NVA	6	2508	23,52
NNVA	4	118,4	1,11
Total	61	10664	100,00

4.2.4 Current Value Stream Mapping

Berikut merupakan *current value stream mapping* dari proses produksi *bed 74104* di PT Mega Andalan Kalasan



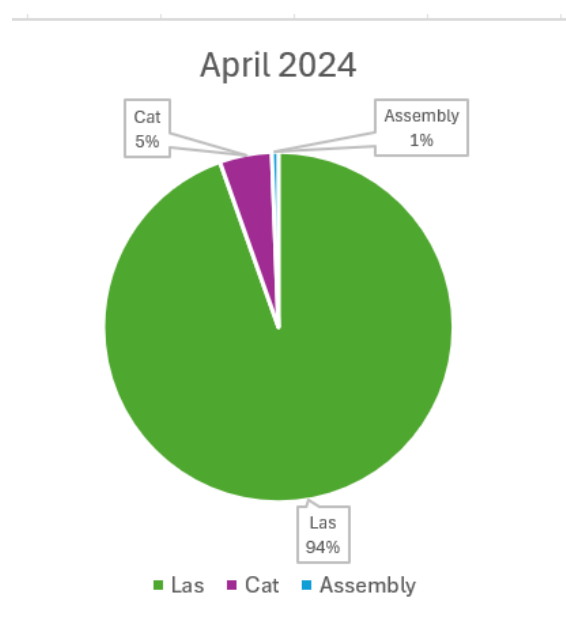
Gambar 4. 3 Current VSM

4.2.5 Identifikasi Waste

Pada tahapan pembobotan *waste* dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui *waste* atau pemborosan apa saja yang ditemukan pada proses produksi *Bed 74104* PT Mega Andalan Kalasan.

1. Defect

Defect merupakan salah satu jenis pemborosan yang mana pada proses produksi *Bed 74104* ditemukan kecacatan pada setiap komponen yang dikerjakan pada masing- masing stasiun kerja. Berikut merupakan *defect* yang ditemukan pada proses produksi *bed 74104* periode April 2024.



Gambar 4. 4 Defect

Berikut merupakan jenis-jenis *defect* yang ditemukan pada proses produksi *bed 74104*

Tabel 4. 10 Defect

<i>Defect</i>		
Pengelasan	Pengecatan	Assembly

- Komponen pedal bolong	- Komponen rangka atas, rakitan kaki, dan rakitan pengungkit masir	- Komponen <i>backrest</i> cat mengelupas
----------------------------	---	---

Defect

Pengelasan	Pengecatan	Assembly
<ul style="list-style-type: none"> depan, belakang, kurang las dan bolong - Komponen penahan <i>backrest</i> kurang las, bolong, dan salah pengerjaan - Komponen pengungkit <i>backrest</i> bolong - Komponen engsel <i>backrest</i> salah pengerjaan - Komponen matras tengah dan <i>kneerest</i> kurang las dan bolong - Komponen matras dasar, penyangga <i>backrest</i>, pedal cental lock bolong 	<ul style="list-style-type: none"> - Komponen matras tengah, matras <i>kneerest</i>, dan penahan <i>backrest</i> belang 	

2. *Waiting*

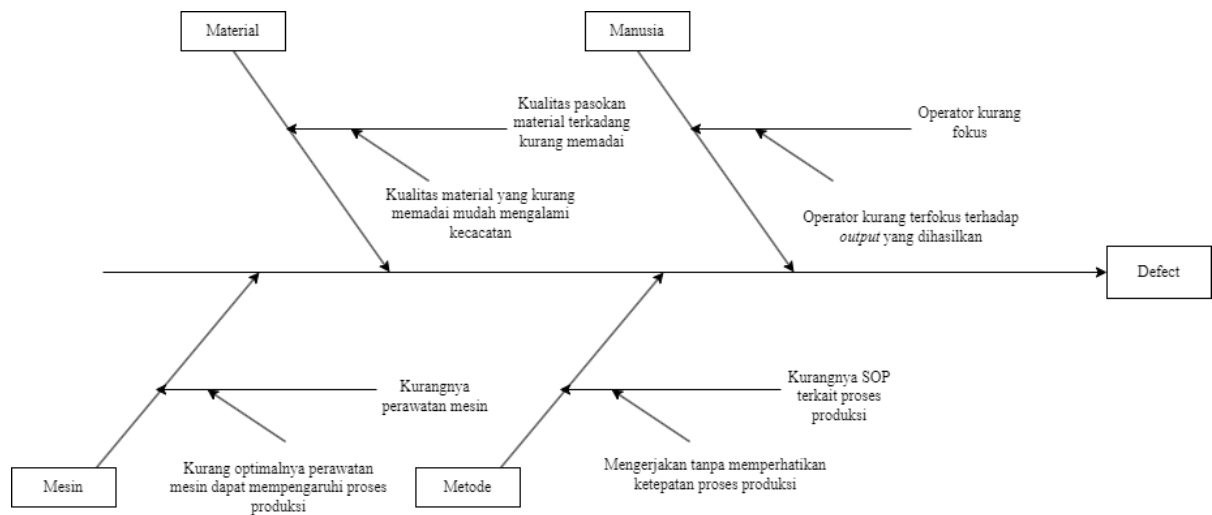
Waste yang ditemukan selanjutnya pada proses produksi *bed 74104* yaitu *waiting* berdasarkan *Process Activity Mapping* yang telah dibuat untuk mengidentifikasi setiap aktivitas yang masuk ke dalam kategori *Value Added (VA)*, *Non Value Added (NVA)*, dan *Necessary Non Value Added (NNVA)*. *Waste waiting* yang ditemukan yaitu ada pada stasiun kerja pengelasan dengan kategori aktivitas penyimpanan material dan pada stasiun kerja *packing* dengan kategori aktivitas menunggu selama pengangkatan produk dengan total waktu sebesar 2418,2 detik atau sebesar 40,3 menit.

3. *Process*

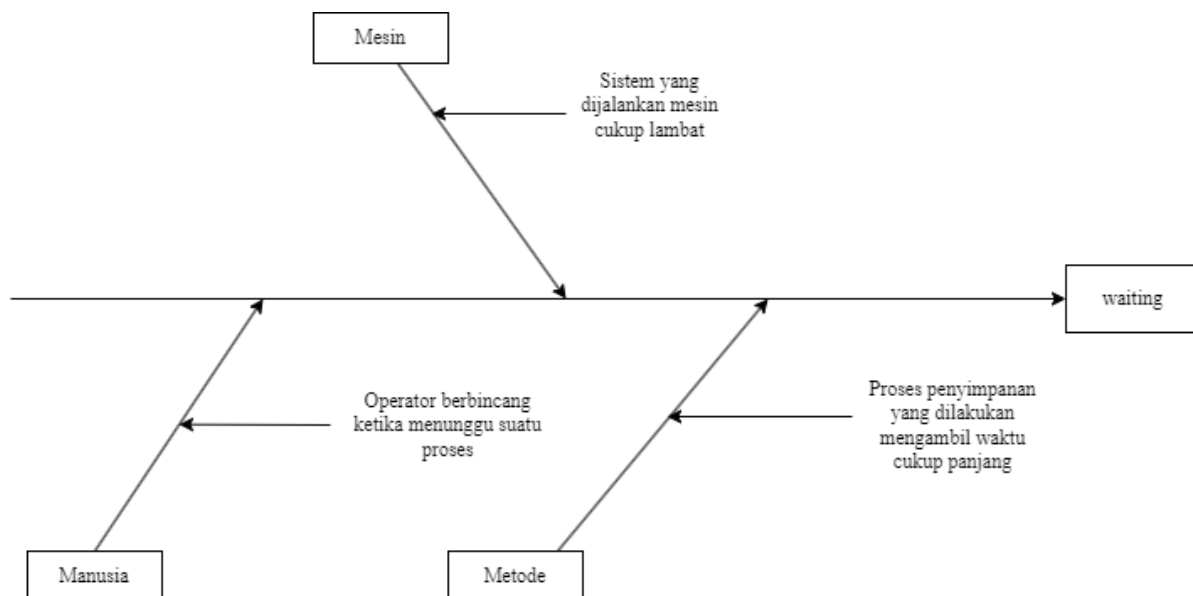
Waste process ditemukan pula pada proses produksi *bed 74104* berdasarkan *Process Activity Mapping* yang telah dibuat. *Waste* tersebut berada pada stasiun kerja pengelasan dengan kategori aktivitas pembersihan sisa-sisa pengelasan dan penyesuaian material dengan meja pengelasan, pada stasiun kerja pengecatan dengan kategori aktivitas pengelapan produk, dan pada stasiun kerja *packing* dengan kategori aktivitas memotong sisa tali pengikat. Total waktu dari keseluruhan aktivitas yang masuk kedalam kategori *waste process* yaitu sebesar 89,8 detik atau sebesar 1,49 menit.

4.2.6 *Fishbone Diagram*

Fishbone diagram merupakan sebuah alat yang digunakan untuk mengetahui penyebab dari adanya *waste defect* dan *waiting* yang paling berpengaruh yang terjadi di rantai produksi PT Mega Andalan Kalasan. Dengan melakukan pengamatan langsung didapatkan beberapa faktor penyebab terjadinya *waste* yang ditunjukkan pada diagram fishbone



Gambar 4. 5 Fishbone
Defect



Gambar 4. 6 *Fishbone Waiting*

4.2.7 Penyelesaian Waste

a. 5W + 1H Pada Waste Defect

Pemborosan *defect* banyak terjadi di stasiun kerja pengelasan dengan beberapa penyebab yang terlampir pada diagram fishbone gambar 4. 5. Beberapa komponen mengalami *defect* yaitu bolong, salah dalam melakukan pengelasan, dan salah pengerjaan. Penggunaan metode 5W + 1H digunakan untuk menginvestigasi terhadap masalah yang terjadi yaitu *waste defect*.

Tabel 4. 11 5W+1H

Jenis Pemborosan (What)	Sumber Pemborosan (Where)	Penanggung jawab (Who)	Waktu terjadi (When)	Penyebab (Why)	Saran Perbaikan (How)

Komponen salah pengerjaan	Pengelasan	Operator	Setelah dilakukan proses pengerjaan pengelasan	Kurangnya fokus operator ketika melakukan pengerjaan	Memastikan bahwa komponen yang akan dikerjakan sudah sesuai
---------------------------	------------	----------	--	--	---

Jenis Pemborosan (What)	Sumber Pemborosan (Where)	Penanggung jawab (Who)	Waktu terjadi (When)	Penyebab (Why)	Saran Perbaikan (How)
					dengan sistem yang akan dikerjakan oleh robot
Komponen berlubang	Pengelasan	Engineer	Setelah proses pengerjaan pengelasan	Pengelasan tidak optimal sampai ke titik-titik yang sulit terjangkau	Setting robot perlu dilakukan pengkajian ulang karena komponen berlubang disebabkan karena robot pengelasan tidak menjangkau ke area komponen yang berlubang

Komponen mengalami masir	Pengecatan	Operator	Setelah proses pengerjaan pengecatan	Komponen masir disebabkan karena permukaan komponen yang masih lembab	Operator memastikan bahwa komponen yang akan memasuki tahapan pengecatan
--------------------------	------------	----------	--------------------------------------	---	--

Jenis Pemborosan (What)	Sumber Pemborosan (Where)	Penanggung jawab (Who)	Waktu terjadi (When)	Penyebab (Why)	Saran Perbaikan (How)
				karena proses pengeringan tidak maksimal	harus dalam keadaan benar-benar kering
Pewarnaan komponen belang	Pengecatan	Operator	Setelah proses pengerjaan pengecatan	Belang disebabkan proses penyemprotan spray cat yang tidak maksimal	Memastikan bahwa pada proses penyemprotan cat, seluruh permukaan komponen disemprot dengan merata

b. Kaizen

Kaizen terdiri dari dua kata yang diambil dari bahasa Jepang dengan *kai* yang artinya berubah dan *zen* artinya baik. Dunia industri menerapkan kaizen bertujuan untuk terus menerus meningkatkan kualitas ke tingkatan yang lebih baik. Berikut merupakan usulan kaizen guna memperbaiki permasalahan yang terdapat pada rantai produksi PT

Mega Andalan Kalasan

Tabel 4. 12 Kaizen

Aktivitas	Stasiun Kerja	Masalah	Usulan Kaizen
<i>Storage</i> (NVA)	Pengelasan	Penyimpanan material setelah dilakukan pengelasan	Untuk meminimalisir waktu penyimpanan, perlu mengurangi banyaknya material yang disimpan di panel sehingga waktu penyimpanan yang diperlukan tidak terlalu lama.
<i>Delay</i> (NVA)	<i>Packing</i>	Menunggu selama pengangkatan produk	Waktu yang digunakan untuk menunggu bisa digunakan operator untuk melakukan pekerjaan lain, seperti mempersiapkan plastik yang akan digunakan untuk membungkus lapisan produk.

4.2.8 Usulan *Process Activity Mapping* (PAM)

Berikut merupakan usulan PAM untuk aktivitas-aktivitas yang dinilai tidak memiliki nilai tambah dalam proses produksi

Tabel 4. 13 Usulan PAM

Proses	Aktivitas	Waktu	Simbol Aktivitas	VA/NVA/ NNVA
			O T I S D	
Pengelasan	Pengambilan <i>material</i>	23,4	√	VA
	Pembersihan sisa-sisa pengelasan	19,4		√ NVA

	Penyesuaian dengan pengelasan penguncian meja pengelasan	<i>material</i> meja	18,6	√	NVA
	meja pengelasan	pengait	20,6	√	VA
	pengelasan		117	√	VA
	pembukaan pengait		17,8	√	VA
Proses	Aktivitas	Waktu	Simbol Aktivitas		VA/NVA/
			O T I S D		NNVA
	peletakan <i>material</i> ke panel	16,8	√		VA
	Penyimpanan material	2387,4	√		NVA
Quality	Pengecekan Kelayakan dan tampilan produk	23,2	√		NNVA
ga					
te					
system:					

Pengelasan				
Pengecatan	Loading produk	13	√	VA
	Mencuci produk	1800	√	VA
	mengeringkan produk dengan oven	2700	√	VA
	Pengelasan produk	39,8	√	NVA
	Pengecatan	16,8	√	VA
Quality gate system:	Pengecekan Kelayakan dan tampilan produk	15,2	√	NNVA
Pengecatan	Unloading	18,4	√	VA
Final assy: Assembly	Pemasangan kastor/roda	95,6	√	VA
	Pemasangan <i>spanner</i>	67,8	√	VA
	Pemasangan pijakan	141,6	√	VA
	pemasangan bush engsel	55,6	√	VA
	Pemasangan engsel pijakan	27,6	√	VA
	Pemasangan engsel pegangkat <i>high-low</i> dan pendorong	27,4	√	VA
	Pemasangan rakitan pengungkit	36	√	VA

Proses	Aktivitas	Waktu	Simbol Aktivitas			VA/NVA/ NNVA
			O	T	I S D	
	Pemasangan <i>spanner</i> pengangkat	48,2	√			VA
	Pemasangan bush untuk pengangkat	31,8	√			VA

Pemasangan penutup kastor	18,4	√	VA
Pemasangan casis	27	√	VA
Pemasangan pen	36	√	VA
Pemasangan rumah <i>handle</i> dan <i>handle</i> pendorong	110,2	√	VA
Pemasangan pengangkat <i>back rest</i>	26,6	√	VA
Pemasangan 3 <i>handle</i> beserta <i>stopper</i>	274,2	√	VA
Pemasangan roda pengangkat <i>backrest</i>	13,8	√	VA
Pemasangan komponen pengungkit <i>backrest</i>	35,2	√	VA
Pemasangan dudukan sideguard <i>kneerest</i> dan penutup	62	√	VA
Perakitan matras dasar (atas, tengah, bawah)	592,8	√	VA
Pemasangan magnet panel	21	√	VA
Pemasangan bumber dan dudukan tiang infus	31,2	√	VA

Proses	Aktivitas	Waktu	Simbol Aktivitas	VA/NVA/ NNVA
			O T I S D	
	Perakitan sepatu matras	21,6	√	VA
	Pemasangan gantungan urinal	68,8	√	VA
	Pemasangan sideguard	230,6	√	VA

	Pemasangan cover	matras	62,8	√		VA
	Pemasangan	matras	41,6	√		VA
	blow dan pengunci					
	Pemasangan	roller	46,4	√		VA
	bumper dan pengunci					
	Pemasangan	stiker	43,4	√		NNVA
Quality control	Pengecekan dan pemeriksaan produk dengan baik	tampilan dan memastikan berfungsi dengan baik	485,4		√	VA
Packing	Menyiapkan book dan pendukung	manual dan dokumen	24,6	√		VA
	Menambahkan bubblewrap		72,8	√		VA
	pembungkus sideguard					
	Penambahan	busa	27,2	√		VA
	penyangga untuk setiap sudut produk					
	Perakitan	tiang infus	36,6	√		NNVA
	Penambahan	panel	44	√		VA
	untuk bagian bawah bed					

Proses	Aktivitas	Waktu	Simbol Aktivitas					VA/NVA/ NNVA
			O	T	I	S	D	
	Penambahan berisi pelengkap produk	kardus	20,4	√				VA
	Merapihkan packing	meja	29,4	√				VA
	peletakkan tali							

Memasang tali pengangkat produk	15,6	√	VA
Menunggu selama pengangkatan produk untuk diletakkan ke kardus <i>packing</i>	30,8	√	NVA
Pelepasan tali pengangkat	15,8	√	VA
Penambahan plastik untuk menutupi permukaan produk	20,6	√	VA
Penambahan gabus penyangga untuk setiap sudut produk	15,8	√	VA
Menutup dan mengikat kardus packaging	52,4	√	VA
Memotong sisa tali pengikat	12	√	NVA
Menempelkan stiker pelengkap pada kardus packaging	34,2	√	VA
Penyimpanan ke gudang	183,8	√	VA

= Eliminasi proses

Pada tabel di atas, aktivitas-aktivitas yang merupakan aktivitas NVA ditandai dengan warna kuning dan perlu dihilangkan karena menimbulkan *waste* yang ada menggunakan konsep kaizen. Dengan menghilangkan *waste-waste* yang ada, diharapkan dapat mengoptimalkan waktu produksi *bed* yang ada di PT Mega Andalan Kalasan.

Tabel 4. 14 Kelompok aktivitas

Aktivitas	Jumlah	Waktu (s)
<i>Operation (O)</i>	47	7376,8
<i>Transportation (T)</i>	4	71,6
<i>Inspection (I)</i>	3	523,8
<i>Storage (S)</i>	1	183,8
<i>Delay (D)</i>	0	0
Total	55	8156
VA	51	8037,6
NVA	0	0
NNVA	4	118,4
Total	55	8156

4.2.9 Implementasi Usulan Perbaikan

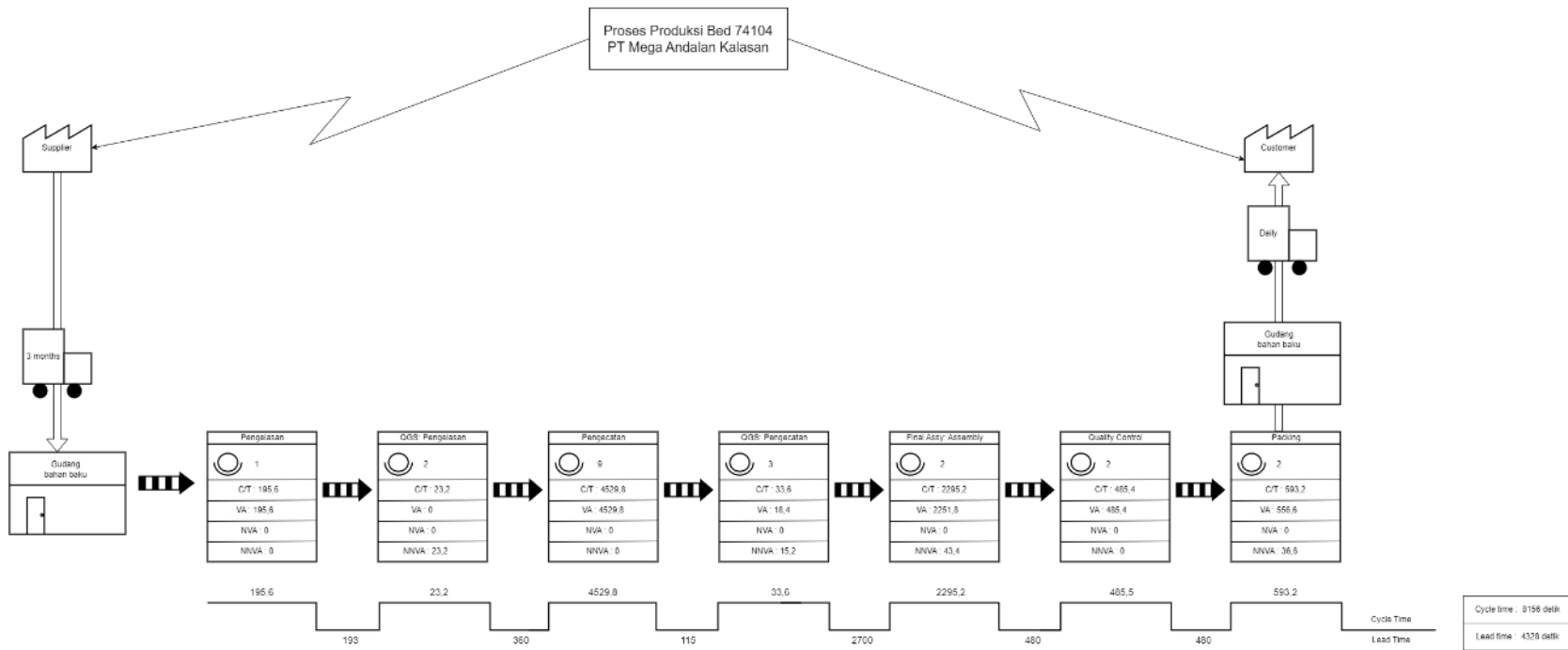
Usulan perbaikan dilakukan dengan menghilangkan beberapa aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah (NVA) pada proses produksi. Implementasi yang dilakukan yaitu dengan memperkirakan pengurangan jam lembur yang datanya dimuat pada gambar 1.2 apabila NVA dihilangkan.

Jam lembur rata-rata pekerja = 3 jam/hari (10800 detik/hari)
 Jumlah NVA yang dihilangkan = 2508 detik

Pengurangan jam lembur = $10800 - 2508 = 8292$ detik atau 2,3 jam/hari

4.2.10 Future Value stream mapping

Berikut merupakan Future Value stream mapping untuk proses produksi bed di PT MegaAndalan Kalasan.



Gambar 4.7 Future VSM

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Analisis Pengambilan Data

Pada proses produksi *Bed* di PT Mega Andalan Kalasan memiliki tujuh proses, yaitu diawali dengan proses pengelasan yang memiliki enam aktivitas, *Quality gate system*: Pengelasan, Pengecatan memiliki lima aktivitas, *Quality gate system*: Pengecatan, *Final assy: Assembly* yang memiliki 28 aktivitas, *Quality control*, dan diakhiri dengan *packing* yang memiliki 16 aktivitas.

Berlangsungnya proses produksi di PT Mega Andalan Kalasan dibantu oleh operator dengan rincian untuk proses pengelasan berisi satu operator, *Quality gate system* berisi dua operator, pengecatan berisi sembilan operator, *Quality gate system*: Pengecatan berisi tiga orang, *final assy: assembly* berisi dua operator, QC berisi dua operator, dan untuk *packing* berisi dua operator. Jam kerja yang diterapkan di PT Mega Andalan Kalasan yaitu dimulai dari pukul 07.00 WIB sampai dengan pukul 16.00 WIB untuk hari kerja senin sampai dengan kamis. Jam tersebut sudah termasuk waktu untuk waktu apel pagi serta menyanyikan lagu Indonesia Raya yang dilakukan pada pukul 07.00 sampai dengan 07.15. Serta ISOMA (Istirahat, Sholat, dan Makan) yang dilaksanakan pada pukul 12.00 – 12.45 atau selama 45 menit. Dan khusus hari Jumat, waktu kerja di PT Mega Andalan Kalasan yaitu dimulai pukul 07.00 sampai dengan pukul 15.00. Waktu tersebut termasuk waktu untuk waktu apel pagi serta menyanyikan lagu Indonesia Raya serta waktu ISOMA yang dilaksanakan pada pukul 11.45 – 12.45 WIB. Sehingga jam kerja efektif untuk Senin – Kamis selama 8 jam dan untuk hari Jumat selama 6 jam 45 menit.

5.2 Analisis Waste

Analisis *waste* dilakukan dengan melakukan observasi atau turun ke lapangan secara langsung untuk mengetahui apa saja yang terdapat pada rantai produksi PT Mega Andalan Kalasan tepatnya ketika memproduksi *bed*. Observasi dilakukan dengan mendatangi tiap-tiap stasiun kerja yang ada di rantai produksi serta mengidentifikasi kegiatan-kegiatan

produksi yang ada sehingga dapat ditemukan pemborosan yang berpengaruh terhadap proses produksi *bed*. Data pemborosan tidak hanya didapatkan melalui observasi, tetapi juga

data arsip perusahaan. Dan didapatkan untuk pemborosan yang ditemukan, yaitu *defect* yang ada dibulan April 2024 didapatkan sebesar 94% terdapat pada stasiun kerja pengelasan, 5% terdapat pada stasiun kerja pengecatan, dan 1% terdapat pada aktivitas *Assembly*. Selanjutnya yaitu *waiting* yang ditemukan ada pada stasiun kerja pengelasan dengan kategori aktivitas penyimpanan material dan pada stasiun kerja *packing* dengan kategori aktivitas menunggu selama pengangkatan produk dengan total waktu sebesar 2418,2 detik atau sebesar 40,3 menit. Dan yang terakhir yaitu *waste process* dengan total waktu dari keseluruhan aktivitas yang masuk kedalam kategori *waste process* yaitu sebesar 89,8 detik atau sebesar 1,49 menit.

5.3 Analisis Uji Kecukupan Data

Tiap-tiap aktivitas yang ada pada proses produksi dilakukan pengamatan sebanyak lima kali sesuai dengan waktu yang diperlukan dalam pengerjaan suatu aktivitas. Selanjutnya dilakukan perhitungan untuk mengetahui apakah data-data untuk setiap aktivitas sudah cukup yang ditandai jika $N' < N$ maka data tersebut dikatakan cukup. Perhitungan uji kecukupan dilakukan dengan menggunakan *tools* yaitu *microsoft excel*.

5.4 Analisis Uji Keseragaman Data

Setelah data dikatakan cukup dengan melakukan uji kecukupan data. Tahapan selanjutnya yaitu melakukan uji keseragaman data yang dilakukan dengan bantuan *tools* *microsoft excel*. Uji keseragaman dilakukan bertujuan untuk mengetahui bahwa data-data yang telah terkumpul masih di dalam kedua batas kontrol, yaitu Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB) sehingga data bisa dikatakan seragam.

5.5 Analisis *Process activity mapping* (PAM)

pada tahapan pembuatan *Process activity mapping* (PAM), mengelompokkan masing-masing aktivitas yang ada pada proses produksi menjadi lima jenis, yaitu, *operation*, *transportation*, *inspection*, *delay*, dan *storage*. Lalu, setelah mengelompokkan menjadi lima jenis tersebut, dikelompokkan lagi menjadi tiga tipe aktivitas, yaitu *Value added* (VA)

merupakan jenis aktivitas yang memiliki nilai tambah, selanjutnya yaitu *Necessary Non value added* (NNVA) merupakan jenis aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah tetapi aktivitas ini harus tetap dilakukan dan yang terakhir yaitu *Non value added* merupakan jenis aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah.

Proses produksi *bed* yang ada di PT Mega Andalan Kalasan memiliki tujuh tahapan pada proses produksi, yaitu proses pengelasan yang memiliki delapan aktivitas, *Quality gate system*: Pengelasan, Pengecatan memiliki lima aktivitas, *Quality gate system*: Pengecatan, *Final assy: Assembly* yang memiliki 28 aktivitas, *Quality control*, dan diakhiri dengan *packing* yang memiliki 16 aktivitas. Berikut untuk hasil pengelompokkan aktivitas menggunakan *Process activity mapping* (PAM):

Tabel 5. 1 Kelompok aktivitas

Aktivitas	Jumlah	Waktu (s)	Persentase
<i>Operation (O)</i>	47	7376,8	69,17
<i>Transportation (T)</i>	4	71,6	0,67
<i>Inspection (I)</i>	3	523,8	4,91
<i>Storage (S)</i>	2	2571,2	24,11
<i>Delay (D)</i>	5	120,6	1,13
Total	61	10664	100,00
VA	51	8037,6	75,37
NVA	6	2508	23,52
NNVA	4	118,4	1,11
Total	61	10664	100,00

Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa jumlah dari aktivitas *operation* sebanyak 47 dengan *total* waktu sebanyak 7376,8 detik serta presentase 69,17%, aktivitas *Transportation* sebanyak 4 dengan *total* waktu sebanyak 71,6 detik serta presentase 0,67%, aktivitas *Inspection* sebanyak 3 dengan *total* waktu sebanyak 523,8 detik serta presentase 4,91%, aktivitas *Storage* sebanyak 2 dengan *total* waktu sebanyak 2571,2 detik serta presentase 24,11 %, dan aktivitas *Delay* sebanyak 5 dengan *total* waktu sebanyak 120,6 detik serta 1,13% presentase.

Lalu pengelompokkan menjadi tiga aktivitas yaitu VA berjumlah 51 dengan *total* waktu sebanyak 8037,6 detik serta presentase 75,37%, NNVA berjumlah 4 dengan *total*

waktu sebanyak 118,4 detik serta persentase 1,11%, dan NVA berjumlah 6 dengan total waktu sebanyak 2508 detik serta persentase 23,52%.

5.6 Analisis *Current Value stream mapping*

Current Value stream mapping dibuat untuk mengetahui aliran informasi mengenai proses produksi *bed* yang ada di PT Mega Andalan Kalasan. Proses produksi yang ada, terdiri dari tujuh tahapan, yaitu proses pengelasan yang memiliki delapan aktivitas, *Quality gate system*: Pengelasan, Pengecatan memiliki lima aktivitas, *Quality gate system*: Pengecatan, *Final assy: Assembly* yang memiliki 28 aktivitas, *Quality control*, dan diakhiri dengan *packing* yang memiliki 16 aktivitas. Namun, sebelum masuk ke proses pengelasan, bagian perencanaan produksi merencanakan untuk sistematisa produksi, termasuk perencanaan bahan baku. Untuk pembelian bahan baku dari *supplier* dilakukan tiga bulan sekali untuk bahan-bahan tertentu. Dan ada beberapa bahan baku yang dipesan apabila persediaan sudah habis dan tidak menunggu sampai tiga bulan. Setelah bagian perencanaan produksi memesan bahan baku yang dibutuhkan dan *supplier* sudah mengirimkan, dilakukan penyimpanan ke gudang (gudang *welding* untuk bahan yang berjenis logam dan gudang bahan baku). Setelah bahan sampai pada gudang, dilakukan pemilahan dan mengelompokkan sesuai dengan masing-masing produk yang akan diproduksi dan setelah pengelompokkan selesai maka dilanjutkan untuk proses pengelasan. Untuk proses pengelasan produk *bed*, 90% dilakukan menggunakan robot yang dibantu oleh satu operator, *Quality gate system*: Pengelasan dilakukan oleh dua operator, pengecatan dilakukan oleh sembilan operator, *Quality gate system*: Pengecatan dilakukan oleh dua operator, *Assembly* dilakukan oleh dua operator, QC dilakukan oleh dua operator, dan *packing* dilakukan oleh dua operator. Setelah proses selesai, produk disimpan di gudang barang jadi.

Untuk proses pembuatan *bed* memiliki *cycle time* yang didapatkan dari penjumlahan semua proses yang ada dari mulai pengelasan, QGS: Pengelasan, pengecatan, QGS: Pengecatan, *assembly*, QC, dan *packing* dengan jumlah sebesar 10664 serta lead time yang ada pada proses produksi yang dimana didapatkan dari waktu transisi masing-masing proses yaitu sebesar 4328 detik.

5.7 Analisis *Fishbone* diagram

a. Fishbone Diagram *Defect*

Berdasarkan observasi yang dilakukan, diteliti untuk penyebab *defect* berdasarkan faktor manusia, material, mesin, dan metode. Untuk manusia yaitu operator kurang fokus sehingga tidak berfokus pada output yang dihasilkan, operator hanya bekerja dengan tujuan bahwa produk sudah dikerjakan namun tidak terfokus dengan hasil. Lalu ada faktor material yaitu kualitas pasokan material yang terkadang kurang memadai dan lolos dari QC bisa menyebabkan *defect* ketika sudah dilakukan pengerjaan. Dari faktor mesin yaitu kurangnya perawatan mesin yang digunakan disini yaitu robot yang hanya mengandalkan waktu istirahat dan kurangnya waktu maintenance berpengaruh terhadap performa robot untuk melakukan pekerjaan sehingga output yang dihasilkan tidak optimal dan beberapa hasilnya mengalami kekurangan. Lalu yang terakhir ada metode yaitu kurangnya SOP terkait proses produksi dengan mengerjakan tanpa memperhatikan ketepatan proses produksi.

b. Fishbone Diagram *Waiting*

Berdasarkan observasi yang dilakukan, diteliti untuk penyebab *defect* berdasarkan faktor manusia, mesin, dan metode. Untuk manusia yaitu operator berbincang ketika menunggu suatu proses, padahal ketika menunggu bisa diganti dengan melakukan pekerjaan lain. Lalu ada mesin yaitu sistem yang dijalankan mesin cukup lambat sehingga waktu tunggu yang dihasilkan cukup lama, dan ada metode yaitu proses penyimpanan yang dilakukan mengambil waktu yang cukup panjang.

5.8 Analisis 5W+1H Pada *Waste Defect*

Penggunaan metode 5W + 1H digunakan untuk menginvestigasi terhadap masalah yang terjadi yaitu *waste defect*. Seperti ditunjukkan pada tabel 4.11 ditunjukkan beberapa permasalahan yang terjadi yang termasuk dalam *waste defect*, yaitu di antaranya komponen salah pengerjaan, komponen berlubang, komponen mengalami masir, dan pewarnaan komponen belang serta beberapa solusi yang dapat diaplikasikan untuk mengatasi permasalahan tersebut.

5.9 Analisis Usulan *Process activity mapping* (PAM)

Waste yang ditemukan pada proses produksi yaitu ada pada proses pertama, pengelasan yaitu “pembersihan sisa-sisa pengelasan” yang mana serbuk-serbuk yang dihasilkan dari sisa pengelasan harus dibersihkan terlebih dahulu agar *material* yang akan dilakukan proses

pengelasan selanjutnya tidak terkena sisaan *material* yang sebelumnya. Namun, hal itu bisa memperlambat waktu produksi. Beberapa solusi yang diperlukan untuk mengatasi hal tersebut, seperti penambahan kipas atau alat yang bisa menghempas sisa *material* pengelasan tepat ketika proses pengelasan selesai dan ketika operator sedang memindahkan *material* ke panel ketika selesai pengelasan. “penyesuaian *material* dengan meja pengelasan” yang disebabkan karena meja pengelasan sudah terlalu lapuk sehingga *material* yang akan diproses perlu penyesuaian terlebih dahulu agar bisa sesuai dengan meja pengelasan. Namun hal tersebut perlu diakali dengan *maintenance* rutin untuk meja pengelasan, bisa dilakukan dengan pengelasan rutin untuk menghilangkan karat yang menumpuk atau dengan mengganti dengan yang terbaru. “Penyimpanan *material*” yang bisa diminimalisir apabila total *material* pada panel yang sesudah dilakukan pengelasan dikurangi dari yang semula harus berjumlah 20 supaya bisa dikirim ke stasiun kerja setelahnya dan dikurangi menjadi 10 atau 15. Atau bisa dilakukan *re-layout* agar stasiun kerja pengelasan bisa berdekatan dengan *Quality Gate System* pengelasan. Selanjutnya pada proses pengecatan ditemukan “pengelapan produk” yang mana aktivitas tersebut dilakukan tepat setelah *material* keluar dari oven setelah dilakukan pengeringan. Hal tersebut dilakukan dengan tujuan agar *material* kering dengan sempurna, namun dapat menghambat waktu kerja. Sehingga perlu diketahui untuk oven agar bisa mengeringkan dengan sempurna sehingga tidak perlu melakukan pengelapan manual. Lalu pada proses *packing* terdapat aktivitas “menunggu selama pengangkatan produk untuk diletakkan ke kardus *packing*” yang mana operator bisa melakukan aktivitas lainnya. Dan yang terakhir yaitu “memotong sisa tali pengikat” pada proses *packing* yang seharusnya bisa dihilangkan apabila tali yang diberikan untuk mengikat kardus sudah sesuai dengan ukuran masing-masing kardus yang digunakan untuk masing-masing produk.

Selanjutnya, *waste* yang ditemukan dihilangkan dengan menggunakan konsep kaizen. Berikut merupakan tabel usulan untuk *Future Process activity mapping* yang mana aktivitas dengan kategori NVA dihilangkan.

Tabel 5. 2 Kelompok aktivitas

Aktivitas	Jumlah	Waktu (s)
<i>Operation (O)</i>	47	7376,8

<i>Transportation (T)</i>	4	71,6
<i>Inspection (I)</i>	3	523,8
<i>Storage (S)</i>	1	183,8
<i>Delay (D)</i>	0	0
Total	55	8156
VA	51	8037,6
NVA	0	0
NNVA	4	118,4
Total	55	8156

5.10 Analisis Implementasi Usulan Perbaikan

Usulan perbaikan dilakukan dengan menghilangkan beberapa aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah (NVA) pada proses produksi. Implementasi yang dilakukan yaitu dengan memperkirakan pengurangan jam lembur yang datanya dimuat pada gambar 1.2 apabila NVA dihilangkan. Rata-rata jam lembur didapatkan dengan menanyakan langsung kepada pekerja yang ada di lapangan dan didapatkan yaitu tiga jam/hari atau sekitar 10800 detik. Sehingga apabila jam lembur dikurangi dengan nilai NVA yang dihilangkan, didapatkan sebesar 8292 detik untuk pengurangan jam lembur. Sehingga dari yang semula jam lembur yaitu tiga jam/hari, setelah pengimplementasian dengan menghilangkan NVA menjadi 2,3 jam/hari.

5.11 Analisis Future Value stream mapping

Tahapan terakhir yaitu setelah melakukan usulan perbaikan pada *Process activity mapping* (PAM) yaitu pembuatan mapping untuk Future Value stream mapping (FVSM). Pembuatan FVSM berbeda dengan CVSM karena pada tahapan FVSM sudah tidak terdapat aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah pada proses produksi (NVA), sehingga *cycle time* yang diperlukan untuk memproduksi suatu produk dapat berkurang. Pada penelitian ini, dari *cycle time* yang semula membutuhkan waktu sebesar 10664 detik dapat berkurang menjadi 8156 detik

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berikut merupakan kesimpulan yang didapatkan dari penelitian yang telah dilaksanakan serta menjawab tujuan yang telah ditetapkan, sebagai berikut:

1. Berdasarkan *current value stream mapping* yang ada di rantai produksi PT Mega Andalan Kalasan, untuk memproduksi satu buah *bed* memerlukan waktu (*cycle time*) sebanyak 10664 detik dan untuk *lead time* yaitu sebesar 4328 detik dengan tahapan proses produksi yang terdiri dari proses pengelasan berisi satu operator, *Quality gate system* berisi dua operator, pengecatan berisi sembilan operator, *Quality gate system*: Pengecatan berisi tiga orang, *final assy: assembly* berisi dua operator, QC berisi dua operator, dan untuk *packing* berisi dua operator.
2. *Waste* terbesar yang ditemukan di rantai produksi PT Mega Andalan Kalasan yaitu *defect* yang mana pada bulan April ditemukan *defect* dengan angka paling besar 95% terjadi pada stasiun kerja pengelasan. Dan ada pula *defect waiting* pada stasiun kerja pengelasan dengan total waktu 2387,4 detik pada aktivitas penyimpanan material.
3. Rekomendasi perbaikan yang perlu dilakukan berdasarkan *fishbone diagram* yang telah dibuat dengan beberapa faktor yang diteliti yaitu *Man, material, machine, dan method*. Pada *waste waiting* “penyimpanan material” yang bisa diminimalisir apabila total material pada panel yang sesudah dilakukan pengelasan dikurangi dari yang semula harus berjumlah 20 supaya bisa dikirim ke stasiun kerja setelahnya dan dikurangi menjadi 10 atau 15 dan bisa dilakukan *re-layout* agar stasiun kerja pengelasan bisa berdekatan dengan *Quality Gate System* pengelasan. Pada *waste defect* Melakukan maintenance rutin untuk robot-robot yang digunakan untuk pengelasan sehingga output yang dihasilkan baik dan sesuai, Membuat standar untuk material yang digunakan, karena beberapa material yang digunakan mempunyai perbedaan ukuran yang apabila dilihat tidak terlalu kentara, Memberikan pelatihan bagi operator agar penggunaan robot saat pengelasan dilakukan dengan benar dan memastikan agar posisi yang digunakan untuk pengelasan sudah sesuai.

6.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan, tentu peneliti memiliki banyak kekurangan, oleh karena itu peneliti ingin memberikan beberapa saran agar kedepannya dapat menjadi masukan dalam upaya mengurangi pemborosoan, diantaranya yaitu:

1. Untuk penelitian selanjutnya, diharapkan dapat melanjutkan penelitian ini dengan menggunakan perpaduan metode yang lebih kompleks yang dapat mengidentifikasi *waste* dengan lebih detail dan melakukan pengamatan terkait penyebab *waste* dengan lebih detail serta melakukan perbaikan dengan membandingkan sebelum dan sesudah pengaplikasian metode yang digunakan secara *real time*.
2. Melakukan analisis untuk efektivitas serta efisiensi perlu dilakukan untuk mengetahui apakah setelah pengaplikasian metode yang dilakukan, perusahaan sudah mengalami peningkatan untuk efektivitas dan efisiensi.

DAFTAR PUSTAKA

- Asmoko, H. (2013). “Teknik Ilustrasi Masalah - Diagram Fishbone.” *Journal Academia.Edu*, 1–8. <http://www.bppk.depkeu.go.id/>
- Badan Pusat Statistik. (2022). *Perkembangan Industri Manufaktur Daerah Istimewa Yogyakarta*.
- Cahyo, W. N., Khaeruzzaman, W. A., & Hasibuan, F. W. (2019). Improving the performance of an *assembly* line to increase production capacity using value stream mapping: A study case. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 598(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/598/1/012053>
- Diah, H., Parkhan, A., & Sugarindra, M. (2018). Productivity improvement in the production line with lean manufacturing approach: Case study PT. XYZ. *MATEC Web of Conferences*, 154, 0–3. <https://doi.org/10.1051/mateccconf/201815401093>
- Domínguez-Alfaro, D., Mendoza-Muñoz, I., Montoya-Reyes, M. I., Vargas-Bernal, O. Y., & Jacobo-Galicia, G. (2023). Design and Implementation of Integral Ergo-Value Stream Mapping in a Metal-Mechanical Company to Improve Ergonomic and Productive Conditions: A Case Study. *Logistics*, 7(4). <https://doi.org/10.3390/logistics7040100>
- Fanani, Z., & Singgih, M. L. (2011). Implementasi Lean Manufacturing Untuk Peningkatan Produktivitas. *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XIII*.
- Farida, M. E., Azizah, F. N., & Hamdani, H. (2022). Implementasi Lean Manufacturing untuk Mengurangi *Waste* pada Produksi Pivot Piece (Studi Kasus PT. Tri Jaya Teknik Karawang). *STRING (Satuan Tulisan Riset Dan Inovasi Teknologi)*, 6(3), 279. <https://doi.org/10.30998/string.v6i3.11118>
- Flores-Meza, S., Limaymanta-Perales, J., Eyzaquirre-Munarriz, J., Raymundo-Ibañez, C., & Perez, M. (2020). Lean Manufacturing Model for production management to increase SME productivity in the non-primary manufacturing sector. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 796(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/796/1/012019>
- Hazmi, F. W., Dana, P., & Supriyanto, H. (2012). Penerapan Lean Manufacturing Mereduksi *waste* di PT ARISU. *Jurnal Teknik Its*, 1(1), F-135-140.
- Herlingga, M. (2021). Analisis Penerapan Lean Manufaktur Untuk Mengurangi Pemborosan Di Lantai Produksi Pt E Purwakarta Tahun 2021. *Journal Of Industrial Management and Entrepreneurship JIME*, 01(2), 67–76. <https://scholar.archive.org/work/ssfmmpdcfvfg5bdbqlwp2ywfkmm/access/wayback/https://journal.unisnu.ac.id/jmer/article/download/2021.12.02.2-19/127>
- Hidayat, A. A., Kholil, M., Haekal, J., Sandra, W. E., & Rukmayadi, D. (2021). Lean Manufacturing Design to Reduce *Waste* in Customer Complaint Services Using Lean Principles in Coil Industry Companies, of Indonesia. *International Journal of Engineering Research and Advanced Technology*, 07(09), 13–22. <https://doi.org/10.31695/ijerat.2021.3728>
- Jannah, M., & Siswanti, D. (2014). Analisis Penerapan. *Jurnal Riset Ekonomi, Manajemen, Bisnis Dan Akuntansi*, 2(3), 254–265.

- Jufrijal, J., & Fitriadi, F. (2022). Identifikasi *Waste Crude Palm Oil* dengan Menggunakan *Waste Assessment Model*. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 8(1), 43–53. <https://doi.org/10.30656/intech.v8i1.4387>
- Kholil, M.T., M., Oktaandhini, D. S., & Suparno, A. (2021). Lean Six Sigma untuk Mengurangi *Waste* Pada Produksi Tablet Coating A. *Jurnal PASTI*, 14(3), 255. <https://doi.org/10.22441/pasti.2020.v14i3.004>
- Kholil, M., Haekal, J., Suparno, A., Rizki, M., & Widodo, T. (2021). Integration of Lean Six sigma in Reducing *Waste* in the Cutting Disk *Process* with the DMAIC, VSM, and VALSAT Method Approach in Manufacturing Companies. *International Journal of Engineering Research and Advanced Technology*, 07(09), 26–42. <https://doi.org/10.31695/ijerat.2021.3730>
- Larasati, P. D., & Laksono, P. W. (2022). Implementasi Lean Manufacturing untuk Mempersingkat Lead Time di PT XYZ dengan Metode Value Stream Mapping. *Seminar Dan Konferensi Nasional IDEC 2022*, 1–8.
- Lestari, K., & Susandi, D. (2019). Penerapan Lean Manufacturing untuk mengidentifikasi *waste* pada proses produksi kain knitting di rantai produksi PT. XYZ. *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*, 10(1), 567–575.
- Novitasari, R., & Iftadi, I. (2020). Analisis Lean Manufacturing untuk Minimasi *Waste* pada Proses Door PU. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 6(1), 65–74. <https://doi.org/10.30656/intech.v6i1.2045>
- Nurani Wijanti, N., & Panji Sedana, I. (2013). Pengaruh Likuiditas, Efektivitas Aktiva Dan Ukuran Perusahaan Terhadap Kebijakan Dividen Dan Harga Saham. *E-Jurnal Manajemen Universitas Udayana*, 2(12), 253958.
- Pauji, I., & Nurhasanah, N. (2022). Peranan Manajemen Sumber Daya Manusia Pada Perusahaan Manufaktur. *SEIKO : Journal of Management & Business*, 5(2), 2022–2082. <https://doi.org/10.37531/sejaman.vvix.436>
- Pérez-Pucheta, C.E., Olivares-Benítez, E., Minor-Popocatl, H., Pacheco-García, P.F., & Pérez-Pucheta, M. F. (2019). *applied sciences Implementation of Lean Manufacturing to Reduce the Delivery Time of a Replacement Part to Dealers* :
- Pristianingrum, N. (2017). Peningkatan Efisiensi Dan Produktivitas Perusahaan Manufaktur Dengan Sistem Just In Time. *ASSETS - Jurnal Ilmiah Ilmu Akuntansi Keuangan Dan Pajak*, 1(1), 41–53.
- Ramadhani, D. F., Farisy, M. R., Rifni, M., & Hutauruk, P. S. (2019). Implementation of lean manufacturing in determining time efficiency by using value stream mapping method on production line of PT Astra Daihatsu Motor in Jakarta. *Advances in Transportation and Logistics Research*, 2, 290–295. <http://proceedings.itltrisakti.ac.id/index.php/ATLR/article/view/175>
- Ristyowati, T., Muhsin, A., & Nurani, P. P. (2017). Minimasi *Waste* Pada Aktivitas Proses Produksi Dengan Konsep Lean Manufacturing. *Opsi*, 10(1), 85.
- Rustendi, T., & Jimmi, F. (2018). Pengaruh Hutang Dan Kepemilikan Manajerial Terhadap Nilai Perusahaan Pada Perusahaan Manufaktur (Survey pada Perusahaan Manufaktur yang Tercatat di Bursa Efek Jakarta). *Jurnal AKuntansi FE Unsil*, 3(1), 411–422.
- Satria, T. (2018). Perancangan Lean Manufacturing dengan Menggunakan *Waste Assessment Model* (WAM) dan VALSAT untuk Meminimumkan *Waste* (Studi Kasus: PT. XYZ). *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 7(1), 55. <https://doi.org/10.26593/jrsi.v7i1.2828.55-63>

- Somantri, A. R., & Endang Prasetyaningsih. (2021). Reduksi *Waste* untuk Meningkatkan Produktivitas pada Proses Produksi Bracket Roulette Gordyn Menggunakan Pendekatan Lean Manufacturing. *Jurnal Riset Teknik Industri*, 1(2), 131–142. <https://doi.org/10.29313/jrti.v1i2.416>
- Sugarindra, M., Ikhwan, M., & Suryoputro, M. R. (2019). Single Minute Exchange of Dies as the Solution on Setup Processes Optimization by Decreasing Changeover Time, A Case Study in Automotive Part Industry. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 598(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/598/1/012026>
- Susilawati, A., Darji, T., Iksan, N., & Sarwar, M. (2021). *Analysis of Production Process in Small Business Using Value Stream Mapping Approach*. 65(1), 31–35.
- Tambunan, R. A., Handayani, N. U., & Puspitasari, D. (2018). Penerapan Lean Manufacturing menggunakan Value Stream Mapping (VSM) untuk Identifikasi *Waste* & Performance Improvement Pada UKM “Shoes and Care.” *Industrial Engineering Online Journal*, 6(4), 1–6.
- Zahraee, S. M., Toloie, A., Abrishami, S. J., Shiwakoti, N., & Stasinopoulos, P. (2020). Lean manufacturing analysis of a Heater industry based on value stream mapping and computer simulation. *Procedia Manufacturing*, 51(2019), 1379–1386. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.192>

LAMPIRAN

Lampiran 1 Uji Kecukupan data

Kode	N	$\sum xi$	$\sum xi^2$	$(\sum xi)^2$	N'	Hasil
A1	5	117	2743	13689	3,038936372	CUKUP
A2	5	97	1887	9409	4,421298757	CUKUP
A3	5	93	1735	8649	4,809804602	CUKUP
A4	5	103	2127	10609	3,921198982	CUKUP
A5	5	585	68529	342225	1,963620425	CUKUP
A6	5	89	1587	7921	2,827925767	CUKUP
A7	5	84	1414	7056	3,174603175	CUKUP
A8	5	11937	28498659	142491969	0,01488926	CUKUP
B1	5	116	2698	13456	4,042806183	CUKUP
C1	5	65	847	4225	3,786982249	CUKUP
C2	5	9000	16200000	81000000	0	CUKUP
C3	5	13500	36450000	182250000	0	CUKUP
C4	5	199	7931	39601	2,181763087	CUKUP
C5	5	84	1414	7056	3,174603175	CUKUP
D1	5	76	1158	5776	3,878116343	CUKUP
D2	5	92	1698	8464	4,914933837	CUKUP
E1	5	478	45760	228484	2,212846414	CUKUP
E2	5	339	23027	114921	2,979438049	CUKUP
E3	5	708	100346	501264	1,487439752	CUKUP
E4	5	278	15484	77284	2,815589255	CUKUP
E5	5	138	3818	19044	3,8647343	CUKUP
E6	5	137	3759	18769	2,216420694	CUKUP
E7	5	180	6500	32400	4,938271605	CUKUP
E8	5	241	11631	58081	2,038532394	CUKUP
E9	5	159	5071	25281	4,683359044	CUKUP
E10	5	92	1698	8464	4,914933837	CUKUP

Kode	N	$\sum xi$	$\sum xi^2$	$(\sum xi)^2$	N'	Hasil
E11	5	135	3655	18225	4,38957476	CUKUP
E12	5	180	6490	32400	2,469135802	CUKUP
E13	5	551	60795	303601	1,971008001	CUKUP
E14	5	133	3547	17689	4,160777885	CUKUP
E15	5	1371	376099	1879641	0,726947327	CUKUP
E16	5	69	955	4761	4,70489393	CUKUP
E17	5	176	6202	30976	1,756198347	CUKUP
E18	5	310	19246	96100	2,164412071	CUKUP
E19	5	2964	1757240	8785296	0,164638733	CUKUP
E20	5	105	2211	11025	4,353741497	CUKUP
E21	5	156	4880	24336	4,207758054	CUKUP
E22	5	108	2338	11664	3,566529492	CUKUP
E23	5	344	23700	118336	2,217414819	CUKUP
E24	5	1153	266051	1329409	1,018196808	CUKUP
E25	5	314	19764	98596	3,635035904	CUKUP
E26	5	208	8676	43264	4,289940828	CUKUP
E27	5	232	10798	53824	4,934601665	CUKUP
E28	5	217	9447	47089	4,960818875	CUKUP
F1	5	2427	1181501	5890329	4,665545846	CUKUP
G1	5	123	3035	15129	4,864829136	CUKUP
G2	5	364	26540	132496	2,463470595	CUKUP
G3	5	136	3710	18496	4,671280277	CUKUP
G4	5	183	6715	33489	4,108811849	CUKUP
G5	5	220	9706	48400	4,297520661	CUKUP
G6	5	102	2086	10404	3,99846213	CUKUP
G7	5	147	4335	21609	4,8868527	CUKUP
G8	5	78	1220	6084	4,207758054	CUKUP
G9	5	154	4758	23716	4,992410187	CUKUP
G10	5	79	1251	6241	3,589168402	CUKUP

Kode	N	$\sum xi$	$\sum xi^2$	$(\sum xi)^2$	N'	Hasil
G11	5	103	2127	10609	3,921198982	CUKUP
G12	5	79	1251	6241	3,589168402	CUKUP
G13	5	262	13766	68644	4,335411689	CUKUP
G14	5	60	722	3600	4,444444444	CUKUP
G15	5	171	5863	29241	4,049109128	CUKUP
G16	5	919	169171	844561	2,451451109	CUKUP

Lampiran 2. Uji keseragaman data

Kode	Rata-Rata	BKA	BKB	Hasil
A1	23,4	25,68035085	21,11964915	SERAGAM
A2	19,4	21,68035085	17,11964915	SERAGAM
A3	18,6	20,88035085	16,31964915	SERAGAM
A4	20,6	22,88035085	18,31964915	SERAGAM
A5	117	126,1651514	107,8348486	SERAGAM
A6	17,8	19,47332005	16,12667995	SERAGAM
A7	16,8	18,47332005	15,12667995	SERAGAM
A8	2387,4	2403,684962	2371,115038	SERAGAM
B1	23,2	25,80768096	20,59231904	SERAGAM
C1	13	14,41421356	11,58578644	SERAGAM
C2	1804	1821,888544	1786,111456	SERAGAM
C3	2704	2721,888544	2686,111456	SERAGAM
C4	39,8	43,08633535	36,51366465	SERAGAM
C5	16,8	18,47332005	15,12667995	SERAGAM
D1	15,2	16,87332005	13,52667995	SERAGAM
D2	18,4	20,68035085	16,11964915	SERAGAM
E1	95,2	101,8932802	88,50671979	SERAGAM
E2	67,8	74,34217089	61,25782911	SERAGAM
E3	141,6	151,2540147	131,9459853	SERAGAM
E4	55,6	60,81536192	50,38463808	SERAGAM
E5	27,6	30,63315018	24,56684982	SERAGAM
E6	27,4	29,68035085	25,11964915	SERAGAM
E7	36	40,47213595	31,52786405	SERAGAM
E8	48,2	52,04707681	44,35292319	SERAGAM
E9	31,8	35,64707681	27,95292319	SERAGAM
E10	18,4	20,68035085	16,11964915	SERAGAM
E11	27	30,16227766	23,83772234	SERAGAM
E12	36	39,16227766	32,83772234	SERAGAM

Kode	Rata-Rata	BKA	BKB	Hasil
E13	110,2	118,8486993	101,5513007	SERAGAM
E14	26,6	29,63315018	23,56684982	SERAGAM
E15	274,2	287,2690474	261,1309526	SERAGAM
E16	13,8	15,47332005	12,12667995	SERAGAM
E17	35,2	37,80768096	32,59231904	SERAGAM
E18	62	67,09901951	56,90098049	SERAGAM
E19	592,8	606,2461891	579,3538109	SERAGAM
E20	21	23,44948974	18,55051026	SERAGAM
E21	31,2	34,77770876	27,62229124	SERAGAM
E22	21,6	23,88035085	19,31964915	SERAGAM
E23	68,8	74,52712843	63,07287157	SERAGAM
E24	230,6	243,60769	217,59231	SERAGAM
E25	62,8	69,49328021	56,10671979	SERAGAM
E26	41,6	46,41663783	36,78336217	SERAGAM
E27	46,4	52,16194412	40,63805588	SERAGAM
E28	43,4	48,80370243	37,99629757	SERAGAM
F1	485,4	544,0105792	426,7894208	SERAGAM
G1	24,6	27,63315018	21,56684982	SERAGAM
G2	72,8	79,18748777	66,41251223	SERAGAM
G3	27,2	30,48633535	23,91366465	SERAGAM
G4	36,6	40,74728827	32,45271173	SERAGAM
G5	44	49,09901951	38,90098049	SERAGAM
G6	20,4	22,68035085	18,11964915	SERAGAM
G7	29,4	33,03318042	25,76681958	SERAGAM
G8	15,6	17,38885438	13,81114562	SERAGAM
G9	30,8	34,64707681	26,95292319	SERAGAM
G10	15,8	17,47332005	14,12667995	SERAGAM
G11	20,6	22,88035085	18,31964915	SERAGAM
G12	15,8	17,47332005	14,12667995	SERAGAM

Kode	Rata-Rata	BKA	BKB	Hasil
G13	52,4	58,49918027	46,30081973	SERAGAM
G14	12	13,41421356	10,58578644	SERAGAM
G15	34,2	38,04707681	30,35292319	SERAGAM
G16	183,8	199,887262	167,712738	SERAGAM