Analisis Proses Produksi *Sparepart* Truk atau Kendaraan Besar untuk Meminimalisir *Waste* Menggunakan Metode *Lean Manufacturing* Pada PT Sinar Semesta (Studi Kasus: PT Sinar Semesta)

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1

Program Studi Teknik Industri – Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Disusun Oleh:

Nama	:	Dafa Aryasetyo Wibowo
No. Mahasiswa	:	19522236

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI PROGRAM SARJANA

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

2024

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Saya mengakui bahwa pelaksanaan dan hasil dari pelaksanaan tugas akhir ini adalah hasil karya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang seluruhnya sudah saya jelaskan sumber-sumbernya. Jika kemudian hari ternyata pengakuan saya terbukti tidak benar dan melanggar peraturan yang sah, maka saya sangat bersedia menerima konsekuensi apabila ijazah yang saya terima ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 27 Desember 2023

Dafa Aryasetyo Wibowo

19522236

SURAT KETERANGAN PELAKSANAAN TA

PT. SINAR SEMESTA

SURAT KETERANGAN

Nomor : 112/SINARSEMESTA/XI/2023

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama	: Muhammad Fadli Sofyan
NIK	: 070040381
Alamat	: Jl. Raya Solo – Yogya KM.26 Klepu Ceper Klaten
Jabatan	: SDM

Menerangkan dengan sesungguhnya bahwa:

Nama	: Dafa Aryasetyo Wibowo
NIM	: 19522236
Program Studi	: Teknik Industri – S1
Perguruan Tinggi	: Universitas Islam Indonesia

Bahwa yang bersangkutan Telah Selesai melaksanakan penelitian dan pengambilan data dalam rangka Tugas Akhir

Dengan Judul **"ANALISIS PROSES PRODUKSI EQ SPACING 1360 TTC UNTUK MEMINIMALISIR WASTE MENGGUNAKAN METODE LEAN MANUFACTURING PADA PT. SINAR SEMESTA"** dengan jangka waktu mulai tanggal 03 September s/d 27 Oktober 2023 dengan Baik.

Demikian Surat Keterangan Tugas Akhir ini di buat untuk dipergunakan sebagaimana semestinya.

Klaten,06 November 2023
PT. SINAR SEMESTA

MUHAMMAD FADLI SOFYAN
SDM

Jl. Raya Solo - Yogya Km.26 Klepu Ceper Klaten Jawa Tengah 57465 telp.(0272) 554111 fax. (0272) 554511

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Analisis Proses Produksi *Sparepart* Truk atau Kendaraan Besar untuk Meminimalisir *Waste* Menggunakan Metode *Lean Manufacturing* Pada PT Sinar Semesta

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Dafa Aryasetyo Wibowo
No. Mahasiswa : 1952236

Yogyakarta, 26 Desember 2023

Dosen Pembimbing

(Bambang Suratno, S.T., M.T., Ph.

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

Analisis Proses Produksi *Sparepart* Truk atau Kendaraan Besar untuk Meminimalisir *Waste* Menggunakan Metode *Lean Manufacturing* Pada PT Sinar Semesta

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Dafa Aryasetyo Wibowo

No. Mahasiswa : 19522236

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

Yogyakarta, 15 – Februari - 2024

Tim Penguji

Bambang Suratno, S.T., M.T., P.hd.	
Ketua	
Ir. Vembri Noor Helia, S.T., M.T., IPM	
Anggota I	
Wahyudhi Sutrisno, S.T., M.M., M.T	
Anggota II	

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM.
015220101

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji dan syukur kepada zat yang Maha Agung,

Allah SWT atas segala berkat, rahmat, nikmat, hikmah, dan perlindunganNya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini.

Sholawat dan salam selalu tercurahkan kepada Nabi besar Muhammad SAW, keluarga, sahabat, dan para pengikutnya.

Skripsi penulis persembahkan kepada:

Ayah dan Ibu

Terima kasih atas semua kasih sayang yang tulus, perjuangan, pengorbanan, dan untaian setiap doa dan sujud yang tersampaikan kepada Penulis

MOTTO

lâ yukallifullâhu nafsan illâ wus‘ahâ, lahâ mâ kasabat wa ‘alaihâ maktasabat, rabbanâ lâ tu'âkhidznâ in nasînâ au akhtha'nâ, rabbanâ wa lâ taḫmil ‘alainâ ishrang kamâ ḫamaltahû ‘alalladzîna ming qablinâ, rabbanâ wa lâ tuḫammilnâ mâ lâ thâqata lanâ bih, wa‘fu ‘annâ, waghfir lanâ, war-ḫamnâ, anta maulânâ fanshurnâ ‘alal-qaumil-kâfirîn

Q.s Al Baqarah Ayat 286

Allah tidak akan membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya. Ia mendapat pahala (dari kebajikan) yang diusahakannya dan ia mendapat siksa (dari kejahatan) yang dikerjakannya.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT atas berkat dan rahmat-Nya, sehingga pengerjaan tugas akhir ini dapat saya selesaikan dengan baik yang berjudul "Analisis Proses Produksi EQ Spacing 1360 TTC untuk Meminimalisir Waste Menggunakan Metode Lean Manufacturing Pada PT Sinar Semesta". Tugas akhir ini adalah bentuk syarat untuk memperoleh gelar sarjana strata 1.

Dalam pelaksanaan tugas akhir ini, penulis banyak mendapatkan dukungan, motivasi, pengetahuan, dan saran dari berbagai pihak. Untuk itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kesehatan dan kelancaran dalam menjalankan tugas akhir ini.
2. Ayah (Sutrisno) Ibu (Yuli Wardini) yang selalu memberi doa, dukungan, dan semangat kepada penulis, hingga penulis berhasil menyelesaikan tugas akhirnya.
3. Bapak Hari Purnomo, Prof., Dr., Ir., M.T., IPU, ASEAN.Eng selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
5. Bapak Bambang Suratno, S.T., M.T., Ph.D selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, hingga pikirannya untuk membimbing penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir.
6. Bapak Fadli selaku pihak perusahaan PT Sinar Semesta yang telah memberikan kesempatan pada penulis untuk melakukan penelitian.
7. Teman-teman yang selalu membantu dan menemani dalam pengerjaan tugas akhir.

ABSTRAK

PT Sinar Semesta merupakan sebuah perusahaan yang bergerak di bidang industri manufaktur dan memiliki sistem *make to order* dalam menjalankan bisnisnya. Dalam menjalankan bisnisnya, PT Sinar Semesta memiliki permasalahan dalam proses produksinya sehingga, PT Sinar Semesta seringkali mengalami produk yang *reject* dan *repair* yang mengakibatkan adanya proses ulang sehingga mengurangi efektivitas pada perusahaan. Tujuan dari penelitian ini untuk mengidentifikasi pemborosan yang terjadi beserta faktor-faktor yang menyebabkan *waste* dalam produksi EQ Spacing 1360 TTC. Hasil penelitian mendapatkan bahwa *waste* tertinggi yang didapatkan adalah *inappropriate processing* yang didapatkan dari hasil perhitungan *borda*, dan dilanjutkan dengan perhitungan menggunakan *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT) dalam menentukan *tools* yang akan digunakan, *Process Activity Mapping* (PAM) merupakan *tools* yang digunakan karena memiliki nilai tertinggi sebesar 6.49. Selanjutnya membuat *Value Stream Mapping* untuk membuat peta alur produksi dan informasi dari awal hingga akhir produksi, dimana hasil pengerjaan sebelum perbaikan memiliki waktu sebesar 10860.43 detik menjadi 10559.8 detik. Usulan *kaizen* dilakukan untuk meminimalisir *waste* dengan memberi pedoman pada para pekerja dalam melakukan pekerjaannya dan pemberian alat yang mendukung dalam proses produksi.

Kata Kunci: ***Lean Manufacturing, Value Stream Analysis Tools, Process Activity Mapping, Value Stream Mapping, Borda***

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN ii
SURAT KETERANGAN PELAKSANAAN TA iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING iv
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI v
HALAMAN PERSEMBAHAN vi
MOTTO vii
KATA PENGANTAR viii
ABSTRAK ix
DAFTAR ISI x
DAFTAR TABEL xiii
DAFTAR GAMBAR xiv
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Manfaat Penelitian 4
1.5 Batasan Penelitian 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1 Kajian Literatur 5
2.2 Landasan Teori 14
2.2.1 *Manufacturing* 14
2.2.2 *Lean Manufacturing* 14
2.2.3 Konsep *Kaizen* 14
2.2.4 *Waste* 15
2.2.5 Uji Kecukupan Data 16
2.2.6 Borda 17
2.2.7 *Value Stream Mapping* (VSM) 18
2.2.8 *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT) 21
2.2.9 *Process Activity Mapping* (PAM) 22

2.2.10 *Fishbone Diagram* 24
2.2.11 5W + 1H 25
BAB III METODE PENELITIAN 26
3.1 Objek Penelitian 26
3.2 Jenis Data Penelitian 26
3.3 Metode Pengumpul Data 26
3.4 Alur Penelitian 27
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA 30
4.1 Pengumpulan Data 30
4.1.1 Profil Perusahaan 30
4.1.2 Proses Produksi 30
4.1.3 Data Produksi 32
4.1.4 Waktu Kerja dan Jumlah Operator 33
4.1.5 Aktivitas Proses Produksi 34
4.1.6 Data Waktu Proses Produksi 35
4.1.7 Uji Kecukupan Data 36
4.1.8 Perhitungan *Lead Time* 40
4.1.9 Borda 40
4.2 Pengolahan Data 42
4.2.1 Perhitungan pembobotan *waste* 42
4.2.2 *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT) 43
4.2.3 *Process Activity Mapping* (PAM) 45
4.2.4 *Current State Value Stream Mapping* 49
4.2.5 *Fishbone Diagram* 49
4.2.6 *Future Process Activity Mapping* 51
4.2.7 *Future State Value Stream Mapping* 55
4.2.8 5W + 1H 56
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN 57
5.1 Analisis Waktu Produksi 57
5.2 Analisis Pembobotan Waste 57
5.3 Analisis Uji Kecukupan Data 57
5.5 Analisis Process Activity Mapping (PAM) 58

5.6 Analisis *Future Process Activity Mapping* 59
5.7 Analisis *Future Value Stream Mapping* 60
5.8 Usulan Perbaikan 61
BAB VI PENUTUP 63
6.1 Kesimpulan 63
6.2 Saran 64
DAFTAR PUSTAKA 65
LAMPIRAN 69

DAFTAR TABEL

Tabel 2 1 Kajian Literatur 9
Tabel 2 2 Implementasi metode Borda 17
Tabel 2 3 Simbol *Value Stream Mapping* (VSM) 18
Tabel 2 4 *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT) 22
Tabel 2 5 *Process Activity Mapping* (PAM) 23
Tabel 2 6 Kategori *Process Activity Mapping* (PAM) 23
Tabel 4 1 Hasil Produksi Juli 2023 32
Tabel 4 2 Waktu Kerja 33
Tabel 4 3 Jumlah Operator 33
Tabel 4 4 Aktivitas Produksi 34
Tabel 4 5 Waktu Proses Produksi (N = 30) 35
Tabel 4 6 Uji Kecukupan Data 37
Tabel 4 7 Contoh Perhitungan 38
Tabel 4 8 Waktu Siklus 38
Tabel 4 9 Perhitungan *Lead Time* 40
Tabel 4 10 Borda 41
Tabel 4 11 Hasil Kuesioner 42
Tabel 4 12 Penentuan Ranking 42
Tabel 4 13 Perhitungan Bobot 43
Tabel 4 14 Hasil Perhitunga VALSAT 44
Tabel 4 15 *Process Activity Mapping* 45
Tabel 4 16 Reakpitulasi PAM 48
Tabel 4 17 *Future Process Activity Mapping* 51
Tabel 4 18 Rekapitulasi *Future Process Activity Mapping* 54
Tabel 4 19 Implementasi 5W + 1H 56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2 1 *Fishbone Diagram* 24
Gambar 3 1 Alur Penelitian 27
Gambar 4 1 *Flowchart* Alur Produksi EQ Spacing 1360 TTC 30
Gambar 4 2 *Value Stream Mapping* 49
Gambar 4 3 *Fishbone Diagram Inappropriate Processing* 50
Gambar 4 4 *Fishbone Diagram Unnecessary Motion* 50
Gambar 4 5 *Future State Value Stream Mapping* 55
Gambar 5 1 Statistik Bobot VALSAT 58

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

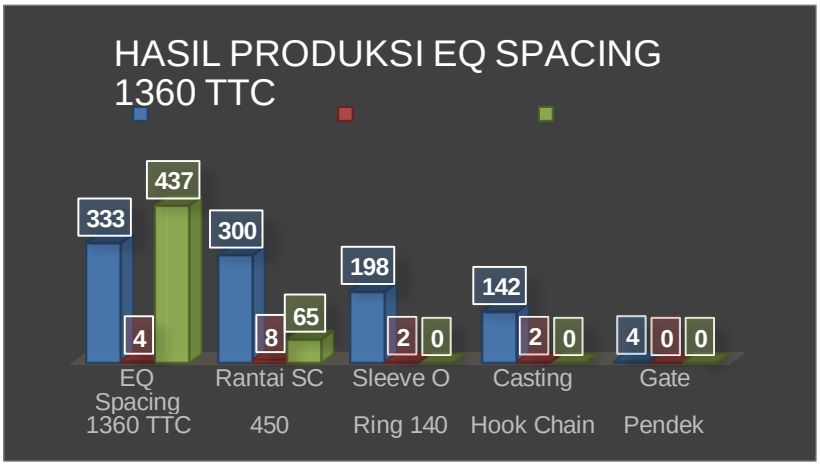
Dalam beberapa tahun terakhir telah terjadi banyak perubahan atau kemajuan yang sangat pesat di bidang industri manufaktur. Hal tersebut disebabkan oleh adanya perkembangan dari segi teknologi maupun segi ilmu pengetahuan yang semakin canggih. Karena persaingan yang semakin kompetitif, perusahaan harus membuat strategi untuk memaksimalkan salah satu faktor yang menjadi pertimbangan konsumen, yaitu kualitas produk, Komang Dartawan & Setiafindari (2023). Kualitas produk adalah aspek penting untuk membawa keberhasilan suatu perusahaan dalam menyesuaikan apa yang diinginkan konsumen, menurut Montgomery & Wiley (2009) kualitas produk merupakan *fitness of use* dalam memenuhi apa yang dibutuhkan dan diinginkan oleh konsumen. Meski begitu kualitas produk yang dikelola oleh perusahaan manufaktur dalam mengubah input menjadi output tidak terlepas dari berbagai sumber daya yang dilibatkan dalam proses produksi ini mulai dari manusia, proses, produk, dan lingkungan, Permana et al (2019). Seiring dengan perkembangan teknologi, katadata databoks, IHS Markita (2020) perkembangan Indeks industri manufaktur Indonesia pada Agustus 2020 sebesar 50,8 poin, tertinggi sejak Maret 2020. Angka tersebut meningkat 3,9 poin dibandingkan bulan sebelumnya. Selain itu, aktivitas manufaktur dinyatakan tumbuh positif jika nilai indeksnya lebih besar dari 50.

PT Sinar Semesta merupakan sebuah perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur yang berfokus pada produksi logam. PT Sinar Semesta dalam menjalankan usahanya masih belum optimal dikarenakan banyaknya produk yang dihasilkan mengalami *repair* yang dapat menurunkan produktivitas dan profitabilitas perusahaan. Hal tersebut terjadi karena adanya kegiatan yang menghasilkan *waste* atau pemborosan dalam proses produksi, yaitu kegiatan berulang yang dilakukan terkait produk yang belum sesuai dengan keinginan perusahaan dan konsumen terkait sehingga mempengaruhi waktu *lead time*. Selain itu PT Sinar Semesta juga terindikasi mengalami *waste* pada hasil produksinya, hal tersebut terindikasi karena ada banyaknya barang produksi yang tak terpakai dan disimpan di gudang. Sehingga, perlu di aplikasikannya pendekatan lean manufacturing ke dalam proses produksi agar

profitabilitas dan efisiensi tercapai. Berikut merupakan data hasil produksi yang dilakukan oleh PT Sinar Semesta pada bulan Juli 2023:

Tabel 1.1 Data Produksi Juli 2023

No.	Produk	Material	Berat	Produk Berhasil		Produk Reject		Produk Repair		Keterangan
				Qty (pcs)	Berat (Kg)	Qty (pcs)	Berat (Kg)	Qty (pcs)	Berat (Kg)	
1.	EQ Spacing 1360 TTC	SC 450	33,00	333	10989	4	132	327	10791	*Repair* inklusif terak dan *crack* (retak), *reject* rongga udara
2.	Rantai SC 450	SC 450	1,16	300	346,8	8	9,25	65	75,14	*Reject* cetakan bocor
3.	Sleeve O Ring 140	FCS 500	3,187	198	631,3	2	6,37	0	0	*Reject* inklusif pasir
4.	Casting Hook	FCD 500	5,40	142	766,8	2	10,8	0	0	Reject Pergeseran



Gambar 1 1 Diagram Hasil Produksi *EQ Spacing* 1360 TTC

Merujuk pada tabel 1.1 dapat dilihat bahwa data produksi pada bulan Juli 2023 di PT Sinar Semesta memiliki hasil produksi terbanyak pada produk EQ Spacing 1360 TTC dengan jumlah produksi 333. PT Sinar Semesta memiliki hasil produksi dengan menggunakan sistem bagaimana melakukan inspeksi terhadap hasil produksi yang mengalami *reject* dan *repair*. Produk yang berhasil telah diterima oleh konsumen, lalu produk yang mengalami *reject* dimasukan ke dalam gudang sampah dikarenakan produk tidak memenuhi kualitas yang diinginkan, sedangkan produk yang mengalami *repair* dilakukan pengolahan kembali sampai produk sesuai dengan kualitas yang diinginkan. Berdasarkan data yang diperoleh, PT Sinar Semesta banyak mengalami hasil produk yang belum sempurna karena produk yang dihasilkan belum sesuai dengan permintaan konsumen. Hal tersebut apabila terus-menerus terjadi, perusahaan akan mengalami kemunduran mulai dari efisiensi, produktivitas, dan profitabilitas perusahaan.

Dalam menyelesaikan permasalahan yang terjadi, peneliti menggunakan *lean manufacturing* untuk mengatasi permasalahan yang ada, *lean manufacturing* merupakan sebuah upaya berkelanjutan untuk mengeliminasi *waste* dan meningkatkan nilai tambah (*added value*) produk (barang/jasa), sehingga memberikan hasil pada pelanggan (*customer value*). Selain untuk menghilangkan *waste* penggunaan *lean manufacturing* juga dapat meningkatkan perusahaan menjadi lebih kompetitif melalui penerapan berbagai alat dan teknik *lean manufacturing* Gaspersz et al (2007). Perusahaan dirasa perlu melakukan sebuah upaya untuk mengoptimalkan sistem produksi yang ada agar menjadi lebih efektif. Dalam mengoptimalkan sistem produksi tersebut dapat menggunakan konsep *lean manufacturing* yang berfungsi untuk menghilangkan aktivitas-aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah dan mempengaruhi produktivitas sistem produksi, Jones & Womack (2011).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang terjadi di PT Sinar Semesta bahwa adanya suatu kegiatan yang menyebabkan *waste* dalam proses produksinya, maka penelitian ini dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan yang terjadi mulai dari mencari akar permasalahan hingga memberikan rekomendasi terkait cara penyelesaian dari permasalahan yang terjadi di PT Sinar Semesta, maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apa jenis *waste* yang dominan terjadi dalam proses produksi EQ Spacing TTC 1360 di PT. Sinar Semesta?
2. Faktor yang menyebabkan terjadinya *waste* pada PT. Sinar Semesta?
3. Usulan perbaikan apa yang dapat dilakukan untuk meminimalisir *waste* pada PT. Sinar Semesta?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi jenis *waste* yang dominan terjadi pada proses produksi EQ Spacing 1360 TTC di PT. Sinar Semesta.
2. Mengindentifikasi faktor-faktor yang menyebabkan *waste* pada proses produksi di PT.Sinar Semesta.
3. Memberikan usulan dan rekomendasi untuk PT. Sinar Semesta dengan pendekatan *lean manufacturing*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi peneliti
   a. Dapat mengimplementasikan ilmu yang telah dipelajari selama perkuliahan pada perusahaan.
   b. Mampu meminimalisir pemborosan dari segala aspek pada perusahaan.
2. Bagi Perusahaan
   a. Membantu perusahaan untuk mengurangi pemborosan yang terjadi pada lini produksi.
   b. Meningkatkan profitabilitas perusahaan dalam menjalankan usahanya.
3. Bagi Universitas
   a. Dapat menambah refrensi baru pada penelitian sebelumnya dan melengkapi kekurangan penelitian terkait *lean manufacturing*.

1.5 Batasan Penelitian

Batasan yang ada dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian hanya dilakukan pada lantai produksi *sparepart* truk (EQ Spacing 1360 TTC).
2. Penelitian tidak melibatkan biaya apapun.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Literatur

Pada tinjauan pustaka berisikan kajian literatur dan landasan teori yang digunakan untuk mendukung suatu penelitian yang dilakukan. Kajian literatur didapatkan dari jurnal penelitian dan sumber lainnya. Sedangkan landasan teori merupakan pengertian dan penjelasan teori-teori yang digunakan dalam penelitian ini. Berikut merupakan beberapa penelitian yang mendukung terkait konsep *lean manufacturing* pada penelitian ini:

Penelitian yang dilakukan oleh Huang et al. (2022) menyelediki tentang implementasi SMEs di perusahaan produksi metal. Hasil yang didapat adalah pengurangan waktu tunggu dari 26 hari menjadi 19,5 hari, peningkatan pengelasan per orang per efisiensi jam (PPH) sebesar 28,3%, peningkatan efisiensi PPH pengemasan sebesar 64,1%, peningkatan efisiensi work in process (WIP) di tempat produksi sebesar 83,84%, dan perbaikan bahan baku penyimpanan bahan sebesar 83,84%. Efisiensi persediaan gudang bahan baku ditingkatkan dengan 58,63%, dan efisiensi tingkat penyelesaian pengirimin meningkat 14,5%.

Dari penelitian yang dilakukan oleh Kaneku-Orbegozo et al. (2019) menyelidiki penggunaan alat manufaktur ramping dan kerangka kerja terintegrasi antara perencanaan dan produksi kualitas dalam UKM yang berfokus pada produksi peralatan dapur. Hasil yang diperoleh setelah implementasi adalah yang diharapkan, dimulai dengan 5'S mana memperkenalkan manual instruksional dan manajemen proses yang menghilangkan aktivitas yang tidak bernilai, alat ini adalah disambung langsung dengan pekerjaan standar di mana biaya produksi berkurang 13% mengurangi limbah dalam proses pemotongan dan pembengkokan.

Menurut Indrawati et al. (2019) waktu menganggur dan waktu tunda dianggap sebagai pemborosan produksi yang akan menyebabkan masalah seperti kuantitas produksi yang ditargetkan Penundaan produksi menjadi pemborosan produksi yang dominan pada baja industri pengolahan. Pada peta *Value Stream Mapping* (VSM) efesiensi siklus manufaktur saat ini adalah 68,08%. Dimana program perbaikan pada

tujuh jenis sumber limbah produksi, yaitu operasi, mekanik, penyesuaian, komputer, listrik, instrumen, dan utilitas.

Penelitian yang dilakukan Gherghea et al. (2019). Dalam kasus produksi klasik, total waktu tunggu produksi adalah 4060 detik untuk satu bagian, di mana waktu pertambahan nilai (PPN) adalah 975 detik dan waktu pertambahan nilai (NVAT) adalah 3085 detik, yang dalam produksi Lean diidentifikasi sebagai pemborosan. Dalam kasus produksi di pusat pemrosesan CNC, total lead time produksi adalah 1167 detik untuk satu buah, dimana PPN 535 detik dan NVAT 632 detik (gambar 5). Menerapkan VSM dan produksi di pusat pemrosesan CNC, waktu tunggu berkurang hingga 2893 detik, masing-masing sebesar 71,25%.

Pada penelitian yang dilakukan Gładysz et al. (2020). Studi ini terutama membahas aspek ekonomi. Dalam meningkatkan dampak positif pada penjualan dan profitabilitas perusahaan secara menyeluruh. Bisnis makanan dapat meningkatkan kinerja dan menemukan cara yang bermanfaat, seperti tata letak, proses yang lebih fleksibel terhadap perubahan permintaan, dan dengan menggabungkan elemen yang saling terkait dengan *lean manufacturing*. Dengan menerapkan kerangka, praktisi dapat melihat hubungan yang jelas, menganalisis putaran umpan balik, dan merencanakan dan mengatur tindakan mereka sesuai dengan itu..

Lalu pada penelitian Novitasari & Iftadi (2020) membahas analisis *lean manufacturing* pada proses identifikasi dan minimisasi sampah yang ada pada proses Door PU di divisi pendingin PT XYZ. Sebagai hasil dari pengolahan data dan analisis, diketahui bahwa terdapat dua limbah yang ditemukan dalam proses produksi garis PU Door B: limbah tunggu dan kerusakan. Merampingkan proses Door PU line B dari 26 aktivitas menjadi 24 aktivitas dapat dicapai melalui perbaikan proses sesuai dengan analisis akar. Nilai konversi daya (PCE) dapat meningkat dari 23,67% menjadi 31,45% dengan mengubah jumlah aktivitas. Penelitian lebih lanjut tentang manajemen produksi dapat dilakukan untuk meningkatkan efisiensi proses produksi, terutama ketika menggunakan produksi berulang.

Selanjutnya pada penelitian Dhiravidamani et al. (2018). *Kobetsu-Kaizen* telah diterapkan menghasilkan hasil yang diperbaiki. Sistem toko inti dapat mengurangi

penolakan, menurut hasil studi kasus. Penolakan rata-rata untuk inti adalah mengalami penurunan sebesar 2,02%. Dengan menggunakan alat VSM, makalah ini juga menguntungkan karena meminimalkan waktu tunggu, waktu pengaturan, dan waktu nilai tambah di lantai toko inti. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, per mesin, aktivitas non-nilai tambah di lantai pabrik meningkat 60%.

Lalu penelitian yang dilakukan oleh Rifqi et al. (2021). Alat *lean* yang digunakan meliputi *kaizen*, gemba berjalan, *Heijunka*, *Kanban*, *Mizusumashi*, Manajemen Visual dan diagram spageti yang memungkingkan pengurangan waktu penyelesaian sebesar 21%, pengurangan 90% WIP, penambahan ruang penyimpanan seluas 28,43 m^2, pengurangan beban forklift sebesar 13%, peningkatan tingkat keamanan instalasi dengan meniadakan pilar stok dan mengurangi lalu lintas forklift. Solusi ini telah menghasilkan keuntungan sebesar 39.5013 DH (keuntungan dalam pengemasan dan biaya penyimpanan), yang sebagian besar mencakup investasi sebesar 22.2009,2 DH (Supermarket dan Bac Odette), serta mendapatkan keuntungan dari keuntungan bulanan sebesar 27.937,36 DH/bulan.

Pada penelitian García-Alcaraz et al. (2022) menyajikan urutan kedua model persamaan struktural (SEM) yang menghubungkan delapan LMT ke dalam tiga variabel laten independen. Hasil menunjukkan bahwa penggunaan LMT di industri maquiladora Meksiko mengurangi limbah dan pemrosesan ulang. Selain itu, peningkatan proses produksi mengurangi konsumsi energi dan limbah. Dengan memiliki program lingkungan, perusahaan dapat menciptakan tempat kerja yang aman dan hubungan kerja yang lebih baik, yang meningkatkan semangat kerja dan menghasilkan keuntungan ekonomi dan lingkungan.

Selanjutnya pada penelitian Abidin et al. (2022) penelitian terbaru, penerapan Lean Manufacturing (LM) dalam sistem konstruksi industri "IBS" telah diterapkan. Malaysia masih lemah karena berbagai kendala, termasuk kesalahpahaman, ketergantungan pada koordinasi modular, kurangnya panduan rinci, dan budaya Lean yang masih baru di sektor IBS.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Liza Ludeña et al. (2022) mengalami permasalahan pada penundaan waktu order pengemasan. Perusahaan bertujuan untuk

menjabarkan model desain yang menerapkan konsep *lean manufacturing* yang memungkinkan dapat mengurangi waktu produksi perusahaan dan meningkatkan indikator produktivitas.

Lalu pada penelitian yang dilakukan oleh Hasanah et al. (2020). Pemborosan terjadi di lantai produksi dalam bentuk *value added time* sebesar 46,03% dan *non-value added time* sebesar 53,97%. Ini menunjukkan bahwa lebih banyak kegiatan tanpa nilai yang harus dikurangi selama proses produksi. Dalam proses produksi steril, nilai tak time yang lebih kecil daripada nilai cycle time menyebabkan waste. Dengan demikian, proses ini dianggap lambat.Hasil analisis jurnal ini juga menunjukkan bahwa teridentifikasi beberapa jenis pemborosan yang mungkin terjadi, seperti waktu menunggu yang tidak diperlukan, inventaris yang tidak diperlukan, dan penjadwalan.

Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Khunaifi et al. (2022). Berdasarkan hasil analisis pemetaan aktivitas proses, terdapat 21 aktivitas pada proses pembuatan kotak rokok, dengan klasifikasi aktivitas aktivitas 6, pengangkutan 1, inspeksi 2, penyimpanan 11 dan penundaan 2, sedangkan pada jenis aktivitas terdapat 8 nilai- aktivitas tambahan (VA), 2 aktivitas tidak bernilai tambah (NVA) dan 11 aktivitas tidak bernilai tambahan tetapi diperlukan (NNVA).

aktivitas tidak bernilai tambah yang diperlukan (NNVA) .

Lalu pada penelitian yang dilakukan oleh Rusmawan (2020). Hasil pembobotan kuesioner menunjukkan bahwa setelah pembobotan WAM selesai, perhitungan WAQ menunjukkan bahwa sampah terbesar adalah 25,58%, dan sampah inventaris 17.25%. Agar waktu pembubutan tidak terganggu, terutama untuk mesin bubut nomor 2, harus dibuat jadwal pengelasan pada hari Sabtu, dan setiap operator harus diinstruksikan untuk membersihkan alat kerja mereka agar tidak menimbulkan kerusakan manusia.

Dan penelitian yang dilakukan oleh Somantri & Endang Prasetyaningsih, (2021). Dalam CV UM, aliran nilai yang tidak lancar disebabkan oleh empat jenis sampah yang paling umum: transportasi berlebihan (26%), menunggu (21%), gerakan yang tidak diperlukan (19%) dan inventaris yang tidak diperlukan (14%). Ketika rekomendasi perbaikan diterapkan, persentase produktivitas meningkat sebesar 13,40%, naik dari 52,74% menjadi 66,14%. Hal ini disebabkan oleh penurunan waktu penambahan non-

nilai dari 1.877,70 detik menjadi 1627,70 detik dan penurunan waktu penambahan yangdiperlukan tetapi tidak bernilai dari 6.611,31 detik menjadi 3.034,31 detik.

Tabel 2 1 Kajian Literatur

No.	Authors	*Output*	Metode	Area Riset
1.	Chen-Yi Huang, Dasheng Lee, Shu-Chuan Chen, William Tang (2022)	Perusahaan metal berhasil menurunkan waktu tunggu dari 26 hari menjadi 19 hari. Selain itu peningkatan pengelasan per orang dalam PPH sebesar 28.3% dan efisiensi tingkat penyelesaian pengiriman meningkat 14.5%.	Lean	Perusahaan industri produksi metal.
2.	Kaneku-Orbegozo1 , J Martinez-Palomino1, F Sotelo-Raffo1 , E Ramo-Palomino (2019).	Manajemen proses berhasil menghilangkan aktivitas yang tidak bernilai, dan dapat memangkas biaya produksi sebesar 13% serta mengurangi limbah dalam proses pemotongan dan pembengkokan.	*Lean,* VSM, *Kaizen*	Perusahaan Industri di UKM produksi alat-alat dapur.
3.	S Indrawati1 , A Azzam and A C Ramdani. (2019).	Program peningkatan yang berkaitan dengan tujuh kategori sumber limbah produksi: operasi, mekanik, penyesuaian, komputer, listrik, instrumen, dan utilitas. Di kondisi masa depan, nilai efisiensi siklus manufaktur sebesar 71,3% dan	*Lean,* VSM, PAM	Perusahaan Industri produksi baja.

		peningkatan efisiensi proses manufaktur sebesar 3,75%.		
4.	I C Gherghea1 , C Bungau1 and D C Negrau1 (2019).	Setelah menerapkan VSM dan produksi di pusat pemrosesan CNC, waktu tunggu berkurang hingga 2893 detik, serta *lead* time produksi mengalami peningkatan masing-masing sebesar 71,25%.	*Lean*, VSM	Industri produksi baja (CNC).
5.	Bartłomiej Gładysz Aleksander Buczacki, and Cecilia Haskins (2020).	Bisnis makanan dapat meningkatkan kinerja dan menemukan cara yang bermanfaat, seperti tata letak, proses yang lebih fleksibel terhadap perubahan permintaan, dan dengan menggabungkan elemen yang saling terkait dengan *lean manufacturing.*	*Lean, Kaizen*	Industri makanan (HoReCA *food services*).
6.	Ratna Novitasari, dan Irwan Iftadi (2020).	Merampingkan proses Door PU line B dari 26 aktivitas menjadi 24 aktivitas dapat dicapai melalui perbaikan proses sesuai dengan analisis akar. Nilai konversi daya (PCE) dapat meningkat dari 23,67% menjadi 31,45% dengan mengubah jumlah aktivitas.	*Lean*, VSM, PAM	Industri penyedia alat-alat rumah tangga

7.	Dhiravidamani, P, Ramkumar, A S, Ponnambalam, S G and Subramanian, Nachiappan. (2018).	Setelah penggunaan VSM dapat meminimalkan waktu tunggu, waktu pengaturan, dan waktu nilai tambah di lantai toko inti. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, per mesin, aktivitas non-nilai tambah di lantai pabrik meningkat 60%.	*Lean,*VSM, *Fishbone, Kaizen*	Industri manufaktur (*auto parts*).
8.	Hanane Rifqi, Abdellah Zamma, Souad B. Souda, Mohamed Hansali. (2021).	Perusahaan berhasil menghasilkan keuntungan sebesar 39.5013 DH, yang sebagian besar mencakup investasi sebesar 22.2009,2 DH, serta mendapatkan keuntungan dari keuntungan bulanan sebesar 27.937,36 DH/bulan.	*Lean*	*Automotive industry*.
9.	Jorge Luiz G, Adrian Salvador M. G, Jose Roberto D. R, Emilio J. M, Carlos Javierre L, Julio Blanco F (2022).	Hasil menunjukkan bahwa penggunaan LMT di industri maquiladora Meksiko mengurangi limbah dan pemrosesan ulang. Selain itu, peningkatan proses produksi mengurangi konsumsi energi dan limbah.	*Lean*	Perusahaan agraris di Mexico.
10.	Muhammad Harith Zainal Abidin, Zulkiflie Leman, Zainal Abidin Mohd Yusuf,	Perusahaan dapat mengurangi waktu siklus gardu las sebesar 33%, dari 60 sampai 40 detik per unit. PLT menurun 6,3%,	*Lean,* VSM.	Industri Sistem Bangunan.

	Amjad Khalili (2022).	dari 24,1 menjadi 22,6 hari sesuai nilai revisi peta aliran.		
11.	Bertha Liza Ludena, Gianella Paulino Fierro, Ernesto Altamirano Flores (2022).	Area penjahitan mengalami peningkatan 50,37% dengan SMED dan penghematan waktu 22,05 menit. Lalu peningkatan penghematan waktu pada area pemotongan sebesar 39,81% dan pengurangan waktu 49,11 menit.	*Lean,* VSM.	Industri tekstil.
12.	Tatun Uswatun Hasanah , Tita Wulansari , Tryana Putra, Muchammad Fauzi. (2020).	Perusahaan perlu meningkatkan waktu penyiapan dengan menambah operator mesin, menambah peralatan penimbangan, dan meningkatkan perencanaan di departemen kendali mutu untuk membuat jadwal yang diprioritaskan.	*Lean,* PAM	Industri Farmasi.
13.	Aan Khunaifi, Rangga Primadasa, Sugoro Bhakti Sutono (2022).	Perusahaan perlu melakukan perbaikan mulai dari pengecekan mesin secara berkala dengan setingan mesin yang sesuai SOP, menerapkan manajemen *maintenance*, dan meningkatkan *skill* para pekerja.	*Lean,* VSM.	Industri pembuatan dan percetakan kertas.
14.	Rusmawan H. (2020).	Agar waktu pembubutan tidak terganggu, terutama untuk	*Lean,* VSM, VALSAT, PAM,	Industri manufaktur

		mesin bubut nomor 2, harus dibuat jadwal pengelasan pada hari Sabtu, dan setiap operator harus diinstruksikan untuk membersihkan alat kerja mereka agar tidak menimbulkan kerusakan manusia.	*Fishbone, Kaizen*	(mesin pengolah limbah)
15.	Arief Rahman Somantri (2021).	Persentase produktivitas meningkat sebesar 13,40%, naik dari 52,74% menjadi 66,14%. Hal ini disebabkan oleh penurunan waktu penambahan non-nilai dari 1.877,70 detik menjadi 1627,70 detik dan penurunan waktu penambahan yang diperlukan tetapi tidak bernilai dari 6.611,31 detik menjadi 3.034,31 detik.	*Lean,* VSM, VALSAT, PAM	Industri manufaktur (*bracket roulet gordyn*).

2.2 Landasan Teori

Pada kajian deduktif berisikan teori-teori pendukung dalam penelitian yang berisikan kajian dasar keilmuan yang mendukung penelitian.

2.2.1 Manufacturing

Manufaktur adalah sebuah proses mengubah bahan baku menjadi suatu produk. Proses dalam manufaktur meliputi perancangan produk, pemilihan material, dan tahapan proses produk itu dibuat. Dalam istilah kontemporer, manufaktur melibatkan pembuatan suatu produk dari bahan mentah yang melalui berbagai proses, mesin, dan operasi, yang mengikuti perencanaan yang tepat untuk suatu produk yang akan dibuat oleh perusahaan Supriyanto (2013). Sehingga, manufaktur adalah sebuah rangkaian yang dilakukan oleh suatu perusahaan dalam membuat sesuatu dari *raw material* menjadi sebuah produk jadi atau setengah jadi.

2.2.2 Lean Manufacturing

Lean adalah suatu upaya berkelanjutan untuk menurunkan atau meminimalisir *waste* yang terjadi dan meningkatkan nilai tambah (*value added*) pada produk (barang/jasa) untuk memberikan nilai kepada pelanggan (*customer value*) Johan & Soediantono (2022). Tujuan pengimplementasian *lean manufacturing* adalah mengurangi sampah pada prosesproduksi dan pemeliharaan. Seluruh mesin produksi harus berfungsi dengan baik untuk menghasilkan produk yang diinginkan agar proses produksi tidak terganggu. Segera setelah itu, penyebabnya dapat ditemukan. Ini karena pemeliharaan atau perbaikanbiasanya menghentikan mesin, menghentikan proses produksi. Semakin buruk kualitas pemeliharaan, semakin buruk kualitas produksi, yang menunjukkan adanya sampah. Dengan menerapkan lean manufacturing, perusahaan diharapkan dapat mengurangisampah sambil meningkatkan nilai konsumen Hari Supriyanto (2013).

2.2.3 Konsep *Kaizen*

Kaizen adalah proses perbaikan yang berkesinambungan, atau perbaikan terus menerus, yang melibatkan banyak orang di berbagai pekerjaan, seperti manajer dan pekerja. Beberapa ciri kaizen adalah memprioritaskan proses daripada hasil, menggunakan

peralatan seperti lingkaran kualitas dan peralatan lainnya, dan memiliki manajemen fungsional silang untuk memastikan peningkatan berkelanjutan. Arrizal1 et al. (2022). Selain itu konsep kaizen bisa diimplementasikan pada berbagai hal seperti manusia, mesin, lantai produksi, dan produk yang dihasilkan Chandrahadinata & Nurdiana (2013).

2.2.4 Waste

Waste atau pemborosan adalah suatu kegiatan yang dilakukan tetapi tidak mendapatkan nilai tambah Womack & Jones, (1997). *Waste* yang diidentifikasikan oleh (Goodson, 2002) mengungkapkan bahwa ada 7 jenis pemborosan yang ada, jenis-jenis pemborosan tersebut antara lain:

1. Waste of overproduction

Produksi berlebih adalah suatu kegiatan memproduksi terus menerus dengan segala besar. Kegiatan tersebut dinilai suatu pemborosan karena semakin besar produksi yang dilakukan maka akan semakin besar juga kemungkinan terjadinya kecacatan pada barang yang berujung ke arah penyimpanan atau gudang Hines & Taylor,(2000).

2. Waste of waiting

Menunggu adalah suatu kegiatan senggang atau *idle* yang dianggap pemborosan karena mengurangi produktivitas sehingga mengurangi keefektifan penggunaan waktu selama proses produksi Hines & Taylor, (2000).

3. Waste of unnecessary motion

Gerakan tambahan yang tidak memberi nilai tambah juga dianggap pemborosan, karena kegiatan tersebut tidak memberi kelebihan dari hasil produksi tetapi memberi nilai terhadap waktu Hines & Taylor, (2000).

4. Waste of transportation

Penggunaan transportasi untuk melakukan kegiatan pemindahan barang yang terlalu banyak maka semakin lama juga proses pemindahan tersebut dilakukan, hal itu dapat menyebabkan kerusakan karena tidak sebandingnya antara jarak dengan proses Hines & Taylor, (2000).

5. Waste of processing

Proses produksi yang dilakukan berulang atau kesalahan proses yang dilakukan dikatakan sebuah *waste* karena membuat produktivitas proses produksi akan terjadi penghambatan pada proses selanjutnya Hines & Taylor, (2000).

6. Waste of inventory

Penyimpanan atau gudang yang berlebih disebut *waste* karna bahan bahan yang tersimpan akan memenuhi gudang tersebut dan masa dari bahan tersebut akan habis Hines & Taylor, (2000).

7. Waste of defects

Kecacatan dianggap *waste* karena produk yang dihasilkan tidak sesuai standar, sehingga produk tersebut tidak layak dijual sehingga menimbulkan kerugian pada perusahaan Hines & Taylor, (2000).

2.2.5 Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data digunakan untuk mengetahui bahwa data yang digunakan dalam penelitian telah mencukupi untuk diolah,, uji kecukupan data menggunakan tingkat kepercayaan sebesar 95% dan tingkat ketelitian 5% Walidi & Nurcahyanie, (2016).

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s}\sqrt{N.\sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x}\right]^2$$

Keterangan:

s = Derajat ketelitian

N = Jumlah data pengamatan

N’ = Jumlah data teoritis

k = Tingkat keyakinan (95% = 2)

x = Waktu pengamatan

2.2.6 Borda

Metode Borda adalah cara pemilihan kelompok yang memungkinkan masing-masing pemilih memberikan peringkat berdasarkan alternatif pilihan mereka. Selama proses pemilihan, masing-masing pemilih diberi alternatif pilihan. Misalkan ada n kandidat yang dapat dipilih; pemilih atau penentu keputusan memberikan kandidat pertama n poin, sedangkan kandidat kedua menerima n-1 poin, dan seterusnya. Tentukan pemenang atau opsi terbaik berdasarkan poin tertinggi. Alternatif yang memiliki nilai tertinggi akan dipertimbangkan Wang & Leung, (2004). Adapun contoh pengimplementasian metode Borda sebagai berikut:

Tabel 2 2 Implementasi metode Borda

Proyek	Peringkat			Skor Akhir	Bobot
	1	2	3		
A	0	4	3	4	0.2
B	5	1	1	11	0.55
C	1	3	3	5	0.25
M	**2**	**1**	**0**	**20**	

Dari kuesioner yang telah diisikan oleh para responden, langkah selanjutnya masukan nilai yang ada pada tabel peringkat. Contoh seperti tabel di atas bahwa 3 responden memilih proyek A pada peringkat 2, lalu 2 responden memilih proyek A pada peringkat 3, dan seterusnya sampai proyek C. Lalu nilai m diberikan dengan n-1 atau mengurangi total peringkat dikurangi 1, dan urutan kedua dikurangi 1, dan seterusnya hingga 0. Setelah nilai peringkat didapatkan, langkah selanjutnya mengalikan nilai peringkat dengan m.Seperti proyek B, (5x2) + (1x1) + (1x0) = 11. Selanjut menjumlahkan skor akhir tiap proyek dan untuk mendapatkan bobot dengan cara skor akhir dibagi jumlah skor akhir. Contoh proyek B dengan skor akhir 11 lalu dibagi jumlah skor akhir 20 (11/20) = 0.55, dan seterusnya. Sehingga dapat diketahui bahwa proyek dengan bobot tertinggi adalah keputusan yang diambil.

2.2.7 *Value Stream Mapping* (VSM)

Value Stream Mapping atau biasa dikenal VSM merupakan teknik yang digunakan untuk membuat peta alur produksi dan alur informasi yang dikumpulkan perusahaan untuk membuat produk berkualitas tinggi. Semua kegiatan operasional akan digambarkan dalam gambar yang sangat sederhana. Input dan output, proses pembuatan barang, dan keberadaan konsumennya digambarkan Tambunan et al. (2018). Pada penelitian yang dilakukan oleh Wahab et al. (2013) mengatakan bahwa tujuan dari *value stream mapping* ini adalah untuk menemukan macam-macam *waste* dan mencoba untuk meminimalisirnya. Adapun tahapan untuk menerapkan *big picture mapping* untuk memetakan arus material dan informasi yang ada, berikut 5 tahapan tersebut:

1. Customer Requirement

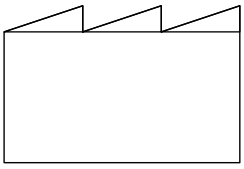
2. Information Flow

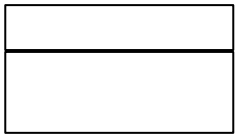
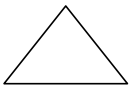
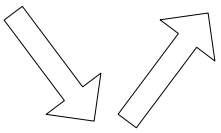
3. Physical Flows

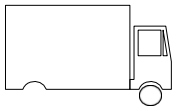
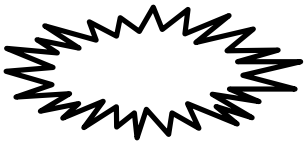
4. Linking Physical and Information Flows

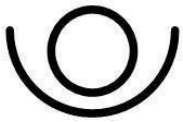
5. Complete Map

Tabel 2 3 Simbol Value Stream Mapping (VSM)

Simbol	Nama	Keterangan
Simbol Proses		
	*Customer / Supplier*	Di posisi kiri atas, simbol ini menunjukkan titik awal alur material dan di posisi kanan atas, menunjukkan konsumen.
P.T= **Lot Size=** **D.T=** **V.D=** **L.T=**	Data Box	Simbol ini berada di bawah simbol dedicated

		process berisi data-data atau informasi yang diperlukan untuk analisa dan observasi suatu sistem. Processing time, lot size, delay time, volume delay, dan lead time adalah data kotak data umum.
	*Dedicated Process*	Simbol ini menandakan proses, operasi mesin, atau area di mana material mengalir.
Simbol Material		
	*Inventory*	Simbol ini merupakan penyimpanan yang meliputi *raw material*, barang jadi, dan *inventory.*
	*Shipments*	Simbol ini menandakan berpindahnya *raw material* dari *supplier* hingga ke konsumen.
	Push Arrow	Simbol ini menunjukkan material yang didorong dari proses sebelum ke proses sesudahnya. Push berarti sebuah proses membuat sesuatu tanpa mempertimbangkan

		kebutuhan proses selanjutnya.
	*External Shipment*	Simbol ini menandakan pengiriman dari *supplier* kepada konsumen menggunakan transportasi.
Simbol Informasi		
	Other Information	Simbol ini menandakan tambahan informasi lainnya.
	Manual Info	Simbol ini menandakan aliran informasi dari memo, laporan, atau diskusi.
	Electronic Info	Simbol ini menandakan aliran elektronik (*e-mail*, internet, dan LAN)
Simbol Umum		
	*Starburst*	Simbol ini untuk menyorot kebutuhan kemajuan dan merencanakan *kaizen workshops* pada proses yang dianggap *waste*.
	Timeline	Simbol ini menandakan *timeline* untuk menunjukan VA, NVA. Digunakan untuk

		menghitung *lead time* dan total *cycle time.*
	*Operator*	Simbol ini menandakan operator yang diperlukan untuk memproses suatu produk pada area kerja.

(Salwin et al., 2021)

2.2.8 *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT)

Value Stream Analysis Tools (VALSAT) adalah sebuah pendekatan yang digunakan untuk memilih alat dari pemetaan aliran proses dalam melakukan pembobotan *waste*, selain itu *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT) juga digunakan untuk memilih *tools* yang efektif dalam mengevaluasi *waste*, dan hasil yang didapat dari pembobotan tersebut dipilihlah instrumen dengan matriks Hines & Rich, (1997).

Dalam *Valeu Stream Analysis Tools* (VALSAT) sendiri terdapat 7 *detail mapping tools* yang dijadikan perbandingan dalam pemilihan *tools*, *tools* tersebut antara lain, Process *Activity Mapping* (PAM) digunakan untuk menggambarkan aliran produksi dari awal hingga akhir produksi, *Supply Chain Respone Matrix* (SCRM) digunakan untuk mengetahui persediaan dan waktu pada tiap are apakah mengalami peningkatan atau penurunan, *Production Variety Tunnel* (PVF) digunakan untuk mencari proses mana yang terhambat dari *input raw material*, *Quality Filter Mapping* (QFM) digunakan untuk megetahui persen cacat pada produksi dengan menggunakan data cacat yang ada, *Demand Amplication Mapping* (DAM) digunakan untuk membuat konfigurasi aliran nilai berdasarkan keputusan yang diambil , *Dection Point Analysis* (DPA) digunakan pada perusahaan yang dalam memiliki hasil produksi yang beragam untuk mencari titik keputusan, dan *Physical Structure Mapping* (PS) digunakan untuk mencari tahu fakta yang ada dalam *supply chain* perusahaan secara keseluruhan Muchtiar et al. (2017).

Tabel 2 4 *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT)

Waste	PAM	SCRM	PVF	QFM	DAM	DPA	PS (a) (b)
Overproduction	L	M		L	M	M	
Transportation	H						
Delay	H	H	L		M	M	L
Inappropriate Processing	H		M	L		L	
Uncessacry Inventory	M	H	M		H	M	L
Unnecessary Motion	H	L					
Defect	L			H			
Overall Structure	L	L	M	L	H	M	H

Keterangan:

H = *High correlation and usefulness* (9)

M = Medium correlation and usefulness (3)

L = Low correlation amd usefulness (1)

2.2.9 *Process Activity Mapping* (PAM)

Process Activity Mapping (PAM) adalah sebuah *tools* dari *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT) yang berguna untuk memetakan seluruh kegiatan dengan rinci. *Process Activity Mapping* (PAM) juga digunakan untuk meningkatkan kualitas, pelayanan yang lebih mudah diakses, proses yang lebih cepat, dan pengurangan biaya sebagai hasil dari pengurangan pemborosan, ketidak konsistenan dan ketidak rasionalan di lingkungan kerja (Arbelinda & Rumita, 2020). *Process Activity Mapping* (PAM) dalam memetakan aktivitas dari *Operation* (O), *Transportation* (T), *Inspection* (I), *Delay* (D), dan *Storage* (S) kemudian dimasukkan ke dalam kategori aktivitas dengan nilai tambah (*value added*),

aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah (*non-value added*) atau aktivitas yang dibutuhkan namun tidak memiliki nilai tambah (*non-value added necessary*) Ramadhan et al. (2022).

Tabel 2 5 *Process Activity Mapping* (PAM)

Kode	Aktivitas	Waktu (s)	Jarak (m)	Operator	Aktivitas					Keterangan
					O	T	S	I	D	
A1										
A2										

Keterangan:

O = *Operation*

T = *Transportation*

S = *Storage*

I = *Inspection*

D = *Delay*

Tabel 2 6 Kategori *Process Activity Mapping* (PAM)

Aktivitas	Jumlah	Waktu (s)	Presentase	Keterangan
O				VA / NVA / NNVA
T				VA / NVA / NNVA
S				VA / NVA / NNVA

I				VA / NVA / NNVA
D				VA / NVA / NNVA
Total				

Keterangan:

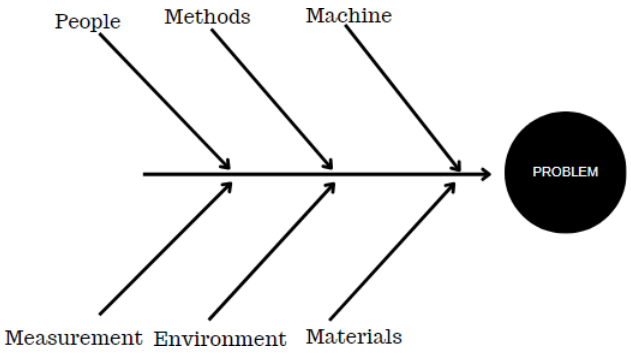
VA = *Value Added*

NVA = *Non-Value Added*

NNVA = *Necessary Non-Value Added*

2.2.10 Fishbone Diagram

Fishbone Diagram atau diagram tulang ikan merupakan metode yang menunjukan sebab akibat dari suatu permasalahan. Dimana moncong kepalanya menunjukan sebuah efek atau akibat, tulang ikan menunjukan sebab-sebabnya Monoarfa et al. (2021). Dalam *fishbone diagram* terdapat 3 kategori penyebab permasalahan yaitu manusia, metode, material, mesin, lingkungan, dan manajemen Studi et al. (2017).



Gambar 2 1 *Fishbone Diagram*

Dalam *fishbone diagram* tiap tulang menjelaskan faktor-faktor penyebab permasalahan sebagai berikut:

1. Manusia, meliputi tenaga kerja, keterampilan dan tingkah laku manusia.
2. Mesin, meliputi peralatan, perangkat keras, dan alat-alat lain yang digunakan dalam aktivtas produksi.
3. Metode, mencakup prosedur, metode kerja, dan sistem dalam proses.
4. Material, bahan baku, dan komponen-komponen yang digunakan dalam produksi.
5. Lingkungan, faktor-faktor lingkungan fisik dan sosial di area kerja.
6. Pengukuran, proses diukur dan dipantau untuk evaluasi kualitas.

Murnawan (2016) mengatakan bahwa ada 6 tahapan yang harus dilakukan untuk menganalisis permasalahan dalam bentuk *fishbone diagram*, yaitu:

1. Menyepakati Pernyataan Masalah
2. Mengidentifikasi Penyebab Masalah
3. Identifikasi Kategori Penyebab
4. Menemukan Sebab Potensial
5. Mengkaji Kembali
6. Kesepakatan

2.2.11 5W + 1H

5W + 1H merupakan sebuah metode yang digunakan dalam pemeriksaan masalah menggunakan pertanyaan *what, where, why, who when,* dan *how.* Dimana metode 5W + 1H digunakan untuk memberikan usulan untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi pada perusahaan Nurhayati & Bellanov, (2022).

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian

Objek yang dilakukan pada penelitian ini adalah proses produksi *EQ Spacing* 1360 TTC di PT. Sinar Semesta yang bergerak di bidang manufaktur. Penelitian ini berfokus dalam menganalisis pemborosan pada proses produksi *EQ Spacing* 1360 TTC untuk meminimasi *waste* yang terjadi. Penelitian ini meliputi para pekerja di PT Sinar Semesta yang terlibat dalam proses produksi *EQ Spacing* 1360 TTC sebanyak 9 orang. Dengan adanya penelitian ini diharap dapat membantu PT Sinar Semesta untuk melakukan perbaikan pada lini produksi agar dapat meningkatkan produktivitas dan profitabilitas pada perusahaan dengan mengurangi pemborosan yang terjadi.

3.2 Jenis Data Penelitian

Data yang digunakan pada penelitian kali ini berdasarkan data primer dan data sekunder.

1. Data Primer

Data primer dilakukan dengan 3 cara yaitu, observasi, wawancara, dan *Borda*. Data yang dikumpulkan adalah data waktu alur produksi dan aktivitas dalam pembuatan EQ Spacing 1360 TTC, lalu data jumlah operator yang terlibat dalam lantai produksi EQ Spacing 1360 TTC, dan persentase *waste* yang terjadi.

2. Data Sekunder

Data sekunder didapatkan didapatkan langsung oleh pihak perusahaan. Data yang dikumpulkan adalah data aktivitas produksi, dan data *cycle time* pada proses produksi EQ Spacing 1360 TTC di PT Sinar Semesta.

3.3 Metode Pengumpul Data

Metode pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Observasi

Observasi yang dilakukan antara lain mengamati lantai produksi yang dilakukan serta perhitungan langsung data yang yang dibutuhkan dalam penelitian.

2. Wawancara

   Data yang dikumpulkan melalui wawancara antara lain data aktivitas operator, jam kerja yang dilakukan, dan operator yang terlibat dalam proses produksi.

3. Metode Borda

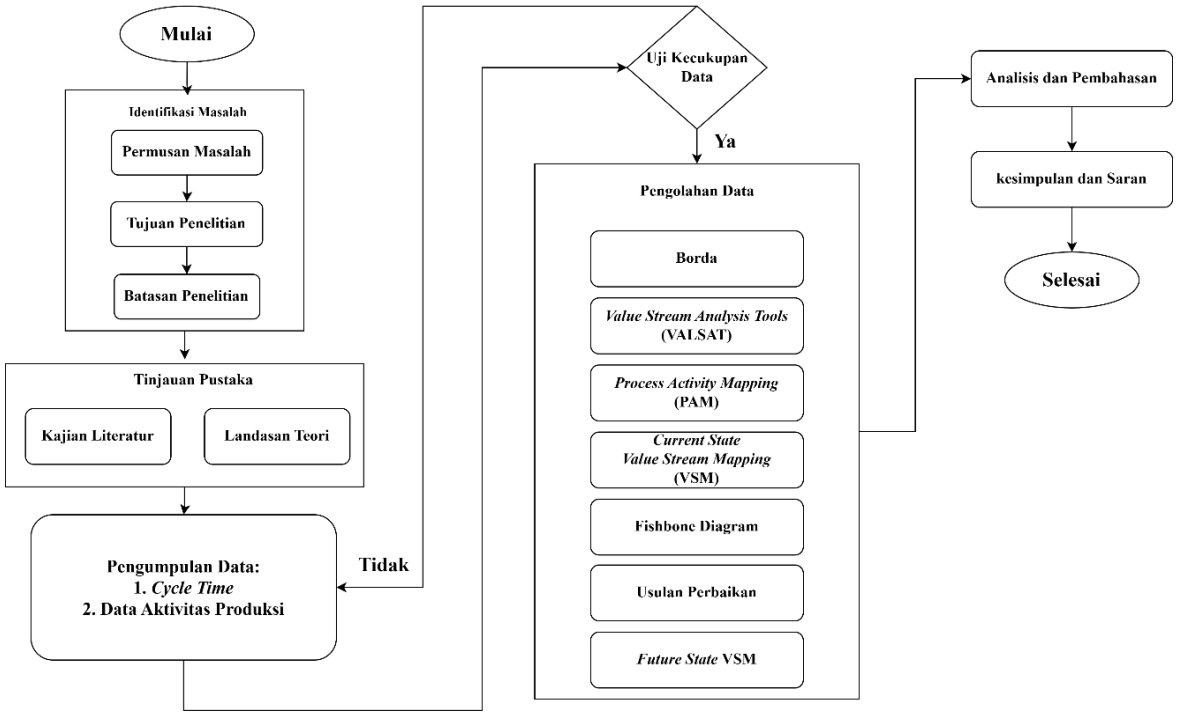
   Memberikan kuesioner pada para operator terkait *waste* apa yang dirasa sering terjadi pada lantai produksi dengan cara mengisikan nilai dengan skala yang ada.

4. Studi Literatur

   Studi literatur merupakan referensi yang digunakan peneliti sebagai acuan untukmenyelesaikan masalah yang terjadi.

3.4 Alur Penelitian

Pada penelitian ini ada tahap-tahap yang dilakukan dalam proses penelitian, tahap-tahapnya sebagai berikut:



Gambar 3 1 Alur Penelitian

Berdasarkan pada alur penelitian di atas, adapun langkah-langkah yang dilakukan pada penelitian ini adalah:

1. Identifikasi masalah

   Perumusan Masalah, Peneliti membuat rumusan masalah berdasarkan identifikasi masalah yang didapatkan.

   Tujuan Penelitian, Peneliti menentukan tujuan penelitian dari permasalahan yang didapatkan.

   Batasan Penelitian, Peneliti memiliki batasan dalam melakukan penelitian yang dilakukan.

2. Tinjauan Pustaka

   Kajian Literatur, Kajian literatur merupakan referensi dari penelitian-penelitian terdahulu yang memiliki korelasi dengan penelitian yang dilakukan.

   Landasan Teori, Landasan teori merupakan penjelasan tentang teori pendukung yang digunakan peneliti sebagai dasar untuk memecahkan masalah.

3. Pengumpulan data

   Data yang dikumpulkan *cycle time* atau waktu aktivitas produksi yang dilakukan dalam satu produksi, dan data aktivitas produksi yang dilakukan dari awal hingga akhir.

4. Uji Kecukupan Data

   Dilakukan untuk mengetahui apakah data yang telah dikumpulkan mencukupi atau tidak data hasil pengamatan yang telah dilakukan. Apabila data tersebut belum mencukupi maka diperlukan pengujian kembali.

5. Pengolahan data

   Berikut tahapan pengolahan data yang dilakukan:

   a. Borda dilakukan untuk pengambilan suara pada tiap pekerja terkait *waste* apa yang dirasa banyak terjadi selama proses produksi *EQ Spacing* 1360 TTC.
   b. *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT) untuk memilih *tools* yang akan digunakan untuk pedoman dalam mengidentifikasi *waste*

c. *Process Activity Mapping* (PAM) untuk menjabarkan kegiatan-kegiatan yang dilakukan selama produksi serta waktu pengerjaan yang dilakukan pada tiap aktivitas.
d. *Current State Value Stream Mapping* (VSM) digunakan untuk menganalisis, mendesain, dan mengelola aliran material dan informasi berupa alat visual untuk menghilangkan pemborosan dalam aliran nilai pada saat sekarang.
e. *Fishbone diagram* digunakan untuk menganalisis dan mencari tahu penyebab permasalahan dalam suatu sistem.
f. Usulan perbaikan, peneliti melakukan perbaikan sesuai *waste* yang terjadi pada PT Sinar Semesta untuk menghilangkan *waste* yang dominan terjadi pada proses produksi.
g. *Future State Value Stream Mapping* digunakan untuk memberikan perbaikan setelah *current state* VSM secara visual perbaikan yang dilakukan dengan *waste* yang terjadi.

6. Analisis dan pembahasan

   Setelah mendapatkan hasil akhir dalam pengolahan data, peneliti melakukan pembahasan dari hasil akhir pada proses produksi yang terjadi.

7. Kesimpulan dan saran

   Tahapan terakhir pada penelitian adalah menyimpulkan apa yang telah peneliti lakukan dan memberikan saran sebagai rekomendasi untuk perusahaan agar jadi lebih baik.

BAB IV
PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

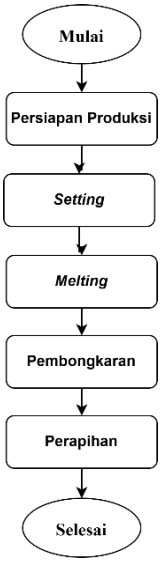
Tahap pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini dilakukan di PT Sinar Semesta dengan cara observasi atau pengamatan pada proses produksi, dan Borda yang diberikan pada operator selama penelitian di PT Sinar Semesta. Data yang dikumpulkan pada penelitian yang dilakukan disesuaikan dengan rumusan masalah pada penelitian.

4.1.1 Profil Perusahaan

PT Sinar Semesta merupakan perusahaan yang bergerak di bidang industri manufaktur yang terletak pada Jl. Raya Solo – Yogya Km.26 Penggung, Klepu, Ceper, Klaten, Jawa Tengah 57465. PT Sinar Semesta perusahaan yang bergerak pada produksi logam dengan metode produksi yang digunakan adalah *make to order* dimana konsumen melakukan pembelian sesuai dengan keinginan konsumen dan kuantitas yang diinginkan

4.1.2 Proses Produksi

Berikut merupakan proses produksi EQ Spacing 1360 TTC di PT Sinar Semesta:



Gambar 4 1 *Flowchar*t Alur Produksi EQ Spacing 1360 TTC

Berikut penjelasan dari tiap aktivitas dalam proses produksi EQ Spacing 1360 TTC di PT Sinar Semesta:

1. Persiapan Produksi

Pada persiapan produksi dilakukan pembuatan pola atau desain yang diinginkan oleh konsumen, setelah itu pola yang telah didesain dibuat oleh pihak perusahaan, lalu pemberian pasir silika dan waterglass pada cetakan dan pemasangan cetakan dengan desain yang dibuat, setelah cetakan jadi dilakukan pengecekan oleh departemen QC apakah cetakan yang dibuat sudah layak digunakan.

2. Setting

Pada kegiatan setting dilakukan pengepresan pada cetakan atas dan bawah yang telah dibuat, lalu memasukan larutan cetakan / core, setelah cetakan telah dibuat dilakukan pengecekan oleh departemen QC apakah telah siap untuk masuk proses melting.

3. Melting

Pada tahap melting dilakukan persiapan raw material terlebih dahulu yaitu steel scrap dan return scrap, lalu dilakukan melting atau peleburan bahan pada tungku induksi kapasitas 500kg, setelah proses peleburan dilakukan uji komposisi di lab perusahaan, setelah lolos uji komposisi hasil peleburan tadi dituangkan pada cetakan yang telah dibuat.

4. Pembongkaran

Pada proses ini dilakukan pembongkaran cetakan pada larutan yang telah padat, produk yang telah jadi dikeluarkan dari cetakan lalu melakukan pengecekan apakah produk yang telah padat layak masuk ke tahap finishing, apabila sudah lolos QC maka dilakukan pemasangan cetakan kembali untuk melakukan penuangan kembali pada produksi selanjutnya.

5. Finishing

Tahap terakhir dilakukan perapihan pada produk yang telah jadi mulai dari pembersihan sisa pasir yang menempel pada produk, dan pencucian, setelah itu produk dipotong dari sisa bahan tuang yang berlebih lalu dilakukan pembubutan, dan terakhir dilakukan pengeboran pada produk sesuai desain yang konsumen inginkan.

4.1.3 Data Produksi

PT Sinar Semesta dalam melakukan proses produksinya menggunakan sistem *make to order* dimana konsumen perusahaan memproduksi setelah konsumen memesan barang dengan kuantitas tertentu sesuai yang diinginkan oleh konsumen. Berikut merupakan data produksi yang dilakukan PT Sinar Semesta pada bulan Juli 2023.

Tabel 4 1 Hasil Produksi Juli 2023

No.	Produk	Material	Berat	Produk Berhasil		Produk Reject		Produk Repair		Keterangan
				Qty (pcs)	Berat (Kg)	Qty (pcs)	Berat (Kg)	Qty (pcs)	Berat (Kg)	
1.	EQ Spacing 1360 TTC	SC 450	33,00	333	10989	4	132	327	10791	Repair inklusif terak dan *crack* (retak), *reject* rongga udara
2.	Rantai SC 450	SC 450	1,16	300	346,8	8	9,25	65	75,14	Reject cetakan bocor
3.	Sleeve O Ring 140	FCS 500	3,187	198	631,3	2	6,37	0	0	Reject inklusif pasir
4.	Casting Hook Chain	FCD 500	5,40	142	766,8	2	10,8	0	0	Reject Pergeseran
5.	Gate Pendek	FC 250	4	158	632	0	0	0	0	Ok

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa EQ Spacing 1360 TTC merupakan produksi terbanyak pada periode tersebut sebanyak 333 produk ok, 4 produk *reject*, dan 327 produk *repair*. Sehingga EQ Spacing 1360 TTC menjadi objek dalam penelitian dikarenakan memiliki kuantitas produksi terbanyak.

4.1.4 Waktu Kerja dan Jumlah Operator

Berikut merupakan waktu kerja dan operator yang dilakukan dalam memproduksi *EQ Spacing* 1360 TTC.

Tabel 4 2 Waktu Kerja

Hari Kerja	Waktu (Detik)
Senin	27000
Selasa	27000
Rabu	27000
Kamis	27000
Jumat	27000

Pada PT Sinar Semesta menerapkan jam kerja perusahaan mulai dari jam 08.00 - 16.00, dan memiliki waktu istirahat pada pukul 12.00 – 12.30. Hal tersebut menunjukan bahwa jam kerja yang dilakukan oleh PT Sinar Semesta selama 7 jam 30 menit. Sehingga *available time* yang ada sebesar 7 jam 30 menit x 3600 = 27000.

Tabel 4 3 Jumlah Operator

Stasiun Kerja	Jumlah Operator
Persiapan Produksi	2
Setting	2
Melting	2
Pembongkaran	1
Finishing	2
Total	**9**

Pada pembuatan EQ Spacing 1360 TTC dilakukan oleh 9 orang dimana pada lini persiapan produksi terdapat 2 orang, *setting* 2 orang, *melting* 2 orang, pembongkaran 1 orang, dan *finishing* 2 orang.

4.1.5 Aktivitas Proses Produksi

Aktivitas proses produksi menjelaskan tiap-tiap aktivitas yang dilakukan operator dalam memproduksi *EQ Spacing* 1360 TTC. Berikut aktivitas-aktivitas yang dilakukan.

Tabel 4 4 Aktivitas Produksi

No	Proses	Aktivitas	Kode Aktivitas
1.	Persiapan Produksi	Membuat pola cetakan	A1
		Mengambil kayu jati di gudang	A2
		Memotong kayu jati sesuai cetakan yang dipesan	A3
		Memasan hasil potongan menjadi pola cetakan	A4
		Membuat saluran tuang dan pola EQ Spacing	A5
		Uji kualitas cetakan	A6
2.	*Setting*	Mengambil material yang dibutuhkan dari gudang	B1
		Memasukan pasir silika dan waterglass pada wadah	B2
		Mengaduk pasir silika dan waterglass	B3
		Menuangkan pasir silika dan *waterglass* pada	B4
		cetakanUji kualitas cetakan	B5
		Mengambil cetakan bawah	B6
		Mengambil cetakan atas	B7
		Mengepres cetakan atas dan bawah	B8
		Menyatukan cetakan	B9
		Memasukan larutan cetakan	B10
		Melakukan uji kualitas	B11
		Memindahkan cetakan ke departemen *melting*	B12
3,	*Melting*	Menyiapkan *raw material* dari gudang	C1
		Memasukan *steel scrap* pada timbangan	C2
		Memasukan *return scrap* pada timbangan	C3
		Menuangkan *raw material* pada tungku induksi	C4
		Proses peleburan	C5
		Dilakukan uji komposisi	C6
		Menuangkan hasil lebur pada cetakan	C7
		Pengeringan	C8
4.	Pembongkaran	Mengambil cetakan pada departemen *melting*	D1
		Melepaskan perekat cetakan	D2
		Melepaskan cetakan atas	D3
		Mengangkat produk dari cetakan	D4
		Uji kualitas produk	D5
5.	*Finishing*	Mengambil produk di pembongkaran	E1
		Membersihkan produk dari sisa pasir	E2
		Mencuci produk	E3

	Memotong sisa bahan pada produk	E4
	Membubut hasil produk	E5
	Mengebor hasil produk	E6
	Uji kualitas	E7

4.1.6 Data Waktu Proses Produksi

Data waktu proses produksi adalah data yang didapatkan melalui observasi, wawancara, maupun data perusahaan yang dilakukan dalam tiap aktivitas produksi yang dilakukan. Berikut merupakan data waktu proses produksi yang didapatkan dari 30 sampel yang dilakukan:

Tabel 4 5 Waktu Proses Produksi (N = 30)

No.	Kode Aktivitas	Rata-rata (Detik)
1	A1	713.70
2	A2	46.80
3	A3	259.70
4	A4	337.70
5	A5	142.90
6	A6	52.83
7	B1	39.47
8	B2	33.37
9	B3	142.53
10	B4	54.30
11	B5	130.93
12	B6	38.40
13	B7	45.73
14	B8	70.60
15	B9	170.07
16	B10	44.03

17	B11	465.30
18	B12	23.17
19	C1	39.90
20	C2	32.67
21	C3	15.90
22	C4	39.07
23	C5	1200.00
24	C6	120.00
25	C7	170.00
26	C8	4500.00
27	D1	42.33
28	D2	107.03
29	D3	40.10
30	D4	68.90
31	D5	127.80
32	E1	43.87
33	E2	68.87
34	E3	156.13
35	E4	501.13
36	E5	117.93
37	E6	583.77
38	E7	73.50
Total		**10860.43**

4.1.7 Uji Kecukupan Data

Pada uji kecukupan data dilakukan untuk mengetahui apakah data yang diperoleh telah mencukupi untuk mewakili keseluruhan populasi yang ada. Dalam melakukan uji kecukupan data dilakukan pengamatan sebanyak 30 kali pada tiap aktivitas yang dilakukan pada proses produksi dan melakukan perhitungan menggunakan *Ms. Excel.* Berikut merupakan hasil dari uji kecukupan data yang telah dilakukan.

Tabel 4 6 Uji Kecukupan Data

No	Aktivitas	Kode	N'	Keterangan
1.	Membuat pola cetakan	A1	0.14	Cukup
2.	Mengambil kayu jati di gudang	A2	7.18	Cukup
3.	Memotong kayu jati sesuai cetakan yang dipesan	A3	1.45	Cukup
4.	Memasang hasil potongan menjadi cetakan	A4	0.58	Cukup
5.	Membuat saluran tuang dan pola EQ Spacing	A5	1.06	Cukup
6.	Melakukan uji kualitas cetakan	A6	2.68	Cukup
7.	Mengambil material yang dibutuhkan dari gudang	B1	3.47	Cukup
8.	Memasukan pasir silika dan water glass pada wadah	B2	21.99	Cukup
9.	Mencampur pasir silika, water glass, dan pemberian air	B3	2.66	Cukup
10.	Menuang hasil larutan pada wadah	B4	6.73	Cukup
11.	Uji kualitas larutan	B5	4.62	Cukup
12.	Mengambil cetakan bawah	B6	24.63	Cukup
13.	Mengambil cetakan atas	B7	25.97	Cukup
14.	Mengepres cetakan atas dan bawah	B8	3.06	Cukup
15.	Menyatukan cetakan	B9	1.75	Cukup
16.	Memasukan larutan cetakan	B10	10.14	Cukup
17.	Melakukan uji kualitas	B11	10.81	Cukup
18.	Memindahkan cetakan ke departemen melting	B12	8.56	Cukup
19.	Menyiapkan raw material	C1	2.83	Cukup
20.	Memasukan steel scrap pada timbangan	C2	10.22	Cukup
21.	Memasukan return scrap pada timbangan	C3	24.19	Cukup
22.	Menuang raw material pada tungku induksi	C4	4.11	Cukup
23.	Melebur *raw material*	C5	0	Cukup
24.	Uji komposisi	C6	0	Cukup
25.	Menuang hasil lebur pada cetakan	C7	5.91	Cukup
26.	Mengeringkan hasil lebur	C8	0	Cukup
27.	Mengambil cetakan pada departemen melting	D1	8.47	Cukup
28.	Melepaskan perekat cetakan	D2	1.38	Cukup

29.	Melepaskan cetakan atas	D3	12.95	Cukup
30.	Mengangkat produk dari cetakan	D4	4.68	Cukup
31.	Melakukan uji kualitas produk	D5	3.31	Cukup
32.	Mengambil produk di tempat pembongkaran	E1	4.64	Cukup
33.	Membersihkan produk dari sisa pasir	E2	2.1	Cukup
34.	Mencuci produk	E3	4.43	Cukup
35.	Memotong sisa bahan pada produk	E4	0.94	Cukup
36.	Membubut hasil produk	E5	1.75	Cukup
37.	Mengebor hasil produk	E6	0.72	Cukup
38.	Uji kualitas	E7	6.33	Cukup

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa setiap data proses yang telah diolah dinyatakan mencukupi keseluruhan karena N'<N.

Tabel 4 7 Contoh Perhitungan

Kode Aktivitas	Rata-rata Waktu	k/s	∑x	∑x^2	(∑x)^2	N	N'	Hasil
A1	713.7	2/0.05 = 40	21411	15282355	458430921	30	0.14	Cukup

Berdasarkan tabel di atas dapat dilihat bahwa N > N', sehingga data yang didapatkan telah mencukupi untuk dijadikan waktu proses. Dimana N 30 dan N' 0.376726439 dengan tingkat kepercayaan 95%.

Tabel 4 8 Waktu Siklus

No.	Kode Aktivitas	Rata-rata (Detik)	Waktu Siklus (Detik)	Transport (Detik)
1	A1	713.70	✓	
2	A2	46.80		✓
3	A3	259.70	✓	
4	A4	337.70	✓	

5	A5	142.90	✓	
6	A6	52.83	✓	
7	B1	39.47		✓
8	B2	33.37	✓	
9	B3	142.53	✓	
10	B4	54.30	✓	
11	B5	130.93	✓	
12	B6	38.40		✓
13	B7	45.73		✓
14	B8	70.60	✓	
15	B9	170.07	✓	
16	B10	44.03	✓	
17	B11	465.30	✓	
18	B12	23.17		✓
19	C1	39.90		✓
20	C2	32.67	✓	
21	C3	15.90	✓	
22	C4	39.07	✓	
23	C5	1200.00	✓	
24	C6	120.00	✓	
25	C7	170.00	✓	
26	C8	4500.00	✓	
27	D1	42.33		✓
28	D2	107.03	✓	
29	D3	40.10	✓	
30	D4	68.90	✓	
31	D5	127.80	✓	
32	E1	43.87		✓
33	E2	68.87	✓	
34	E3	156.13	✓	

35	E4	501.13	✓	
36	E5	117.93	✓	
37	E6	583.77	✓	
38	E7	73.50	✓	
	Total	**10860.43**	**10540.77**	**319.67**

Berdasarkan tabel waktu siklus dapat dilihat bahwa waktu keseluruhan selama 10860.43 detik, atau 181.01 menit, atau 3.02 jam, atau 0.13 hari. Dimana waktu siklus selama 10540.77 detik dan waktu transport 319.67 detik.

4.1.8 Perhitungan *Lead Time*

Berikut adalah total waktu dari *cycle time* dan *lead time* pada produksi EQ Spacing 1360 TTC di PT Sinar Semesta.

Tabel 4 9 Perhitungan *Lead Time*

No	Stasiun Kerja	Cycle Time			Lead Time			
		Detik	Menit	Jam	Detik	Menit	Jam	Hari
1.	P. Produksi	1506.83	25.11	0.42	1553.63	25.89	0.43	0.02
2.	Setting	1111.13	18.52	0.31	1257.90	20.97	0.35	0.01
3.	Melting	6077.63	101.29	1.69	6117.53	101.96	1.70	0.07
4.	Pembongkaran	343.83	5.73	0.10	386.17	6.44	0.11	0.00
5.	Finishing	1501.33	25.02	0.42	1545.20	25.75	0.43	0.02
	Total	**10540.77**	**175.68**	**2.93**	**10860.43**	**181.01**	**3.02**	**0.13**

4.1.9 Borda

Kuesioner *Borda* digunakan dalam penelitian ini untuk memperoleh data yang diisikan oleh para operator yang bekerja pada proses produksi EQ Spacing 1360 TTC. Kuesioner diberikan pada tiap operator di tiap stasiun yang ada saat proses produksi. Hasil yang diperoleh dari kuesioner *Borda* merupakan hasil skor *waste* yang terjadi pada proses

produksi dan hasil yang didapat akan dilakukan perhitungan untuk mendapatkan hasil *waste* tertinggi. Berikut merupakan hasil kuesioner yang diperoleh.

Tabel 4 10 Borda

Waste	**Responden**								
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	7	**8**	**9**
Overproduction	5	6	6	5	4	5	7	5	4
Delay / Waiting	4	5	4	4	3	4	6	5	5
Transportation	6	6	3	4	3	3	3	4	4
Inappropriate Processing	4	5	4	5	2	3	5	1	2
Unnecessary Inventory	3	3	4	5	4	4	6	5	5
Unnecessary Motion	5	4	3	4	3	4	4	2	3
Defect	5	4	5	5	7	7	3	3	3

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Perhitungan pembobotan *waste*

Perhitungan pembobotan *waste* dilakukan dengan cara membagikan kuesioner pada tiap pekerja yang terlibat dalam lantai produksi EQ Spacing 1360 TTC di PT Sinar Semesta. Pada kuesioner berisikan pemberian *rating* yang telah diisikan oleh pekerja terkait *waste* apa saja yang dirasa sering terjadi pada lantai produksi.

Tabel 4 11 Hasil Kuesioner

Waste	Frekuensi Pemberian Rating						
	1	2	3	4	5	6	7
Overproduction				2	4	2	1
Delay / Waiting		2		3	3	1	
Transportation			3	3	1	2	
Innppropriate Processing	1	2	1	2	3		
Unnecessary Inventory			2	3	3	1	
Unnecesseray Motion		1	3	4	1		
Defect			3	1	3		2

Tabel 4 12 Penentuan Ranking

Waste	Frekuensi Pemberian Rating							Ranking
	1	2	3	4	5	6	7	
Overproduction				2	4	2	1	16
Delay / Waiting		2		3	3	1		26
Transportation			3	3	1	2		25
Innppropriate Processing	1	2	1	2	3			32
Unnecessary Inventory			2	3	3	1		24
Unnecessery Motion		1	3	4	1			31
Defect			3	1	3		2	21
M	6	5	4	3	2	1	0	175

Setelah hasil peringkat didapatkan dari masing-masing *waste*, langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan perhitungan bobot masing-masing *waste*. Untuk mendapatkan hasil bobot dilakukan dengan cara nilai ranking yang didapat pada tiap jenis *waste* dibagidengan nilai total *waste*.

Tabel 4 13 Perhitungan Bobot

Waste	Frekuensi Pemberian Rating							Ranking	Bobot
	1	2	3	4	5	6	7		
Overproduction				2	4	2	1	16	9.1%
Delay / Waiting		2		3	3	1		26	14.9%
Transportation			3	3	1	2		25	14.3%
Innppropriate Processing	1	2	1	2	3			32	18.3%
Unnecessary Inventory			2	3	3	1		24	13.7%
Unnecessery Motion		1	3	4	1			31	17.7%
Defect			3	1	3		2	21	12.0%
M	**6**	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**	**0**	**175**	

Berdasarkan tabel perhitungan bobot, dapat diketahui bahwa *waste* dengan nilai tertinggi ada pada *waste inappropriate processing* dengan ranking 32 dan bobot sebesar 18.3%, lalu pada peringkat kedua disusul *unnecessary motion* dengan bobot 17.7%.

4.2.2 *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT)

Value Stream Analysis Tools digunakan dalam menentukan *tools* apa yang akan digunakan Dalam perhitungan VALSAT dilakukan perhitungan jumlah bobot dikalikan dengan *high, medium, low correlation* yang sesuai dengan yang ada pada tiap *tools*. Berikut adalah hasil perhitungan yang telah dilakukan.

Tabel 4 14 Hasil Perhitungan VALSAT

	Mapping Tools							
Waste	PAM	SCRM	PVF	QFM	DAM	DPA	PS	Bobot
Overproduction	0.09	3.00		0.09	0.27	0.27		9.1%
Delay / Waiting	1.34	1.34	0.15		0.45	0.45	0.15	14.9%
Transportation	1.29							14.3%
Innppropriate Processing	1.65		0.55	0.18		0.18		18.3%
Unnecessary Inventory	0.41	1.23	0.41		1.23	0.41	0.14	13.7%
Unnecessery Motion	1.59							17.7%
Defect	0.12			1.08				12.0%
Total	**6.49**	**5.57**	**1.11**	**1.35**	**1.95**	**1.31**	**0.29**	

Pada perhitungan VALSAT seperti tabel di atas dapat dilihat bahwa nilai yang diperoleh tiap *mapping tools* sebagai berikut. PAM sebesar 6.49, SCRM sebesar 5.57, lalu PVF sebesar 1.11, lalu QFM sebesar 1.35, lalu DAM sebesar 1.95, lalu sebesar DPA 1.31, dan PS sebesar 0.29 Berdasarkan perhitungan VALSAT yang telah dilakukan, PAM memiliki nilai tertinggi sebesar 6.49, sehingga analisis yang dilakukan akan menggunakan *ProcessActivity Mapping* (PAM).

4.2.3 *Process Activity Mapping* (PAM)

Process Activity Mapping (PAM) digunakan untuk mengurutkan aktivitas – aktivitas yang ada dalam lantai produksi EQ Spacing 1360 TTC. Tujuan penggunaan dari *Process Activity Mapping* itu sendiri untuk menghilangkan aktivitas – aktivitas yang dirasa kurang diperlukan untuk meningkatkan efektivitas dan efisien lantai produksi EQ Spacing 1360 TTC. Berikut merupakan *Process Activity Mapping* (PAM) saat ini.

Tabel 4 15 *Process Activity Mapping*

No	Proses	Aktivitas	Kode Aktivitas	Waktu (Detik)	Aktvitias					Keterangan
					O	T	I	S	D	
1	P. Produksi	Membuat pola cetakan	A1	713.7	O					VA
		Mengambil kayu jati di gudang	A2	46.8		T				NNVA
		Memotong kayu jati sesuai cetakan yang diinginkan	A3	259.7	O					NNVA
		Memasang hasil potongan menjadi cetakan	A4	337.7	O					VA
		Membuat saluran tuang dan pola EQ Spacing	A5	142.9	O					NNVA
		Melakukan uji kualitas cetakan	A6	52.83			I			NNVA
2	Setting	Mengambil material yang dibutuhkan dari gudang	B1	39.46		T				NNVA
		Memasukan pasir silika dan waterglass pada wadah	B2	33.36	O					NVA
		Mengaduk pasir silika dan waterglass	B3	142.53	O					NNVA
		Menuang pasir silika dan *waterglaas* pada cetakan	B4	54.3	O					NNVA
		Uji kualitas cetakan	B5	130.93			I			VA
		Mengambil cetakan bawah	B6	38.4		T				NNVA
		Mengambil cetakan atas	B7	45.73		T				NNVA

		Mengepres cetakan atas dan bawah	B8	70.6	O				NNVA
		Menyatukan cetakan	B9	170.06	O				VA
		Memasukan larutan cetakan	B10	44.03	O				NNVA
		Melakukan uji kualitas	B11	465.3			I		VA
		Memindahkan cetakan ke departemen melting	B12	23.16		T			NNVA
3,	Melting	Menyiapkan raw material dari gudang	C1	39.9		T			NNVA
		Memasukan steel scrap pada timbangan	C2	32.66	O				NNVA
		Memasukan return scrap pada timbangan	C3	15.9	O				NNVA
		Menuang raw material pada tungku induksi	C4	39.06	O				NNVA
		Melebur *raw material*	C5	1200	O				NNVA
		Uji komposisi	C6	120			I		VA
		Menuang hasil lebur pada cetakan	C7	170	O				NNVA
		Mengeringkan hasil lebur	C8	4500				D	VA
4	Pembongkaran	Mengambil cetakan pada departemen melting	D1	42.33		T			NNVA
		Melepaskan perekat cetakan	D2	107.03	O				NNVA
		Melepaskan cetakan atas	D3	40.1	O				NNVA
		Mengangkat produk dari cetakan	D4	68.9	O				NNVA
		Melakukan uji kualitas produk	D5	127.8			I		NNVA
5	Finishing	Mengambil produk di tempat pembongkaran	E1	43.87		T			NNVA
		Membersihkan produk dari sisa pasir	E2	68.87	O				NVA
		Mencuci produk	E3	156.13	O				NNVA

Memotong hasil produk yang berlebih	E4	501.13	O		NNVA
Membubut hasil produk	E5	117.93	O		VA
Mengebor hasil produk	E6	583.77	O		VA
Uji kualitas	E7	73.50		I	NNVA

Tabel di atas merupakan *Process Activity Mapping* (PAM) saat ini. Untuk memudahkan dalam analisis maka dibuat rekapitulasi PAM.

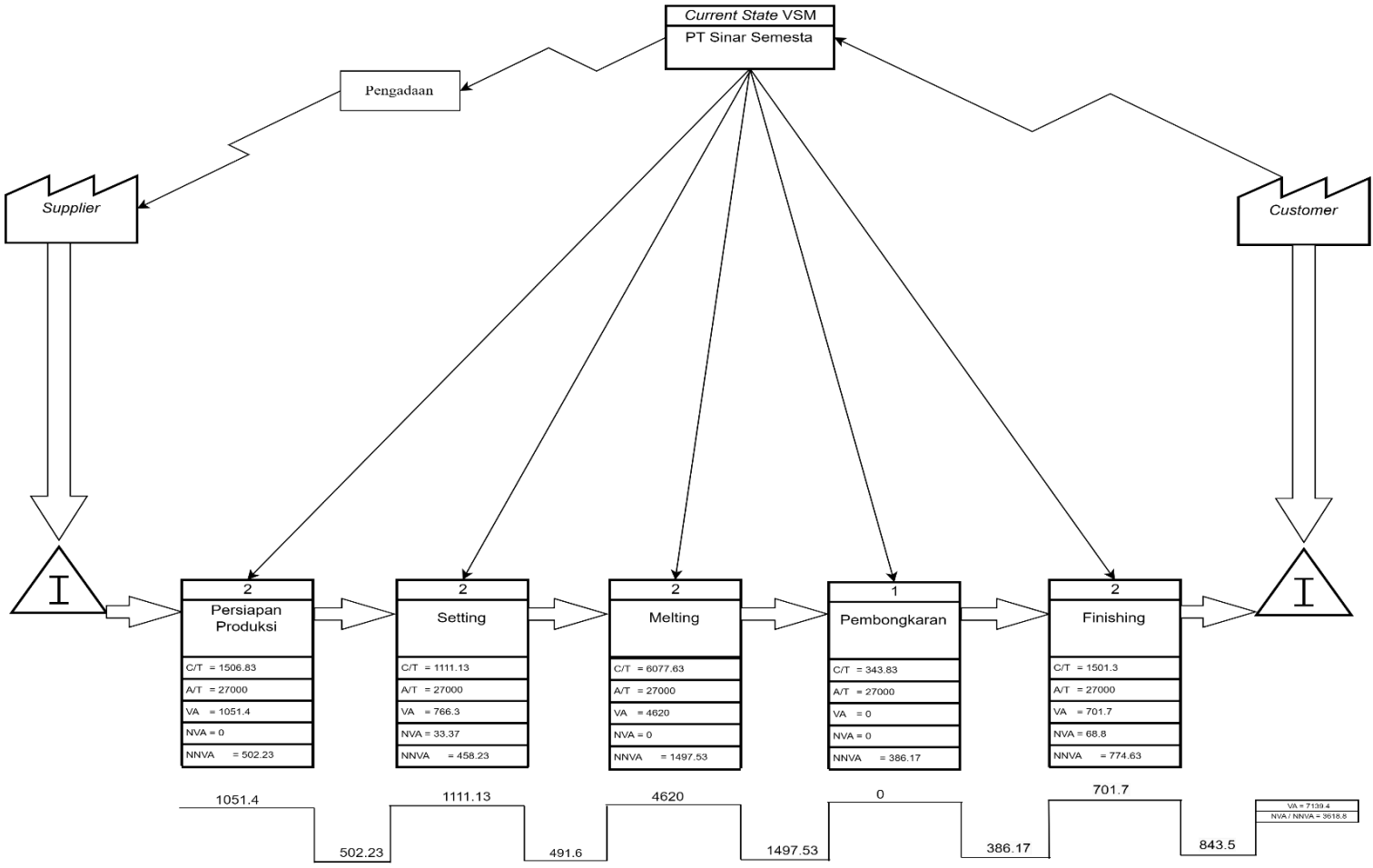
Tabel 4 16 Rekapitulasi PAM

Kodet Aktivitas	Jumlah	Waktu (Detik)	Waktu (Menit)	Waktu (Jam)	Presentase
Operation	23	5070.40	84.51	1.41	47%
Transportation	8	319.67	5.33	0.09	3%
Inspection	6	970.37	16.17	0.27	9%
Storage			0.00	0.00	0%
Delay	1	4500	75	1.25	41%
Total	**38**	**10860.43**	**181.01**	**3.02**	**100%**

Kodet Aktivitas	Jumlah	Waktu (Detik)	Waktu (Menit)	Waktu (Jam)	Presentase
VA	9	7267.20	121.12	2.02	67%
NVA	2	102.23	1.70	0.03	1%
NNVA	27	3491.00	58.18	0.97	32%
Total	**38**	**10860.43**	**181.01**	**3.02**	**100%**

4.2.4 Current State Value Stream Mapping

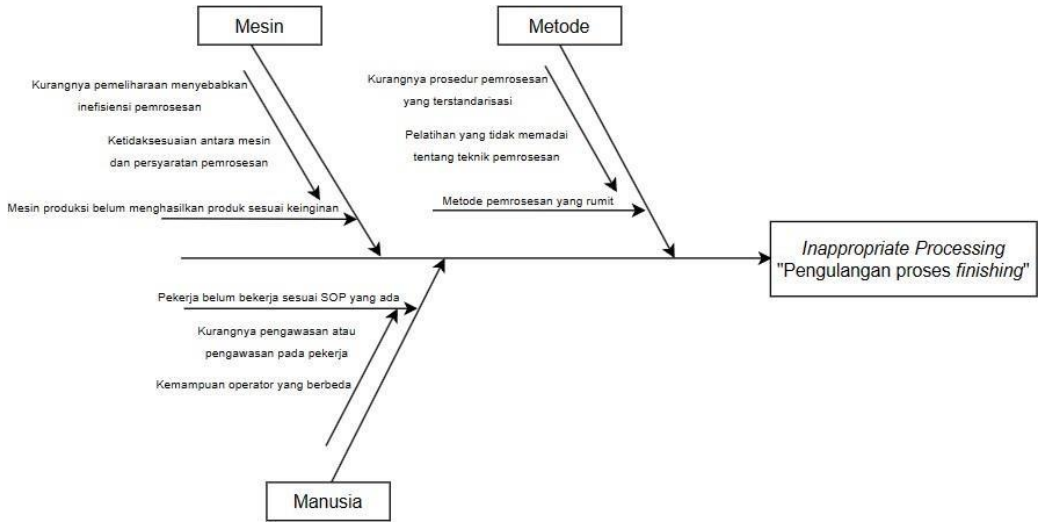
Berikut merupakan *value stream mapping* sebelum perbaikan dilakukan:



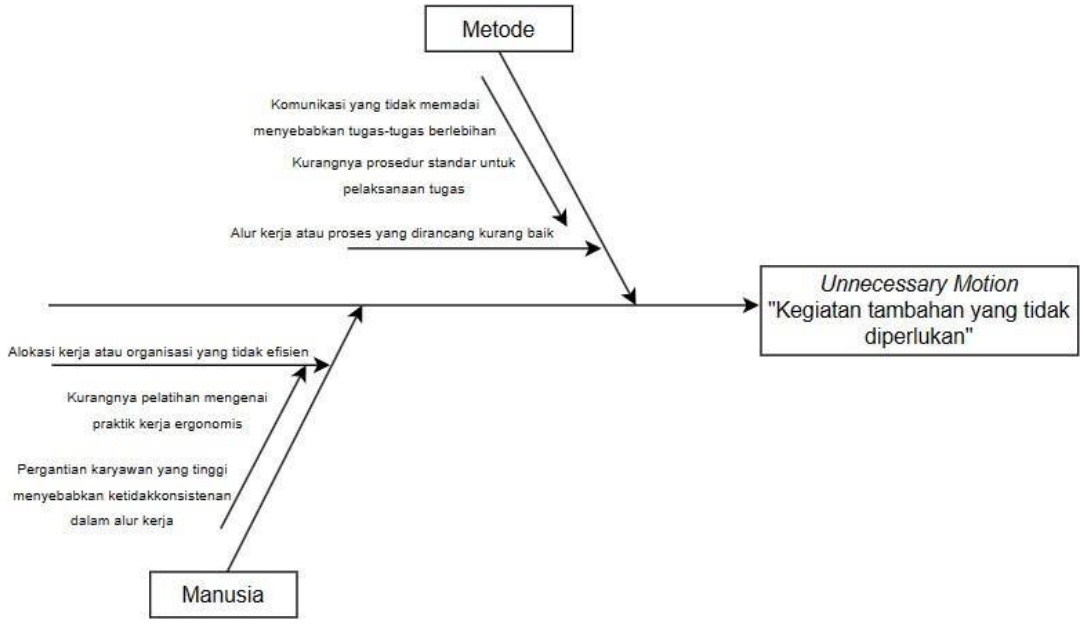
Gambar 4 2 *Value Stream Mapping*

4.2.5 Fishbone Diagram

Berdasarkan hasil dari pembobotan *waste* menggunakan borda, diketahui bahwa dalam lantai produksi EQ Spacing 1360 TTC mengalami *waste* yang paling sering terjadi adalah *waste inappropriate processing* atau pemborosan yang terjadi karena terjadinya aktivitas proses yang berulang. Setelah itu untuk mengetahui terkait *waste* yang terjadi di lakukanlah identifikasi akar permasalahan yang terjadi dengan menggunakan *fishbone diagram.* Berikut adalah *fishbone diagram* pada penyebab *waste inappropriate processing*:



Gambar 4 3 *Fishbone Diagram Inappropriate Processing*



Gambar 4 4 *Fishbone Diagram Unnecessary Motion*

4.2.6 Future Process Activity Mapping

Berikut merupakan *future process activity mapping* yang dilakukan sebagai usulan perbaikan dalam perusahaan:

Tabel 4 17 *Future Process Activity Mapping*

No	Proses	Aktivitas	Kode Aktivitas	Waktu (Detik)	Aktvitias					Keterangan
					O	T	I	S	D	
1	P. Produksi	Membuat pola cetakan	A1	713.7	O					VA
		Mengambil kayu jati di gudang	A2	46.8		T				NNVA
		Memotong kayu jati sesuai cetakan yang diinginkan	A3	259.7	O					NNVA
		Memasang hasil potongan menjadi cetakan	A4	337.7	O					VA
		Membuat saluran tuang dan pola EQ Spacing	A5	142.9	O					NNVA
		Melakukan uji kualitas cetakan	A6	52.83			I			NNVA
2	Setting	Mengambil material yang dibutuhkan dari gudang	B1	39.46		T				NNVA
		Memasukan pasir slica dan waterglass pada wadah	B2	33.36	O					NVA
		Mengaduk pasir silika dan *waterglass*	B3	142.53	O					NNVA
		Menuang pasir silika dan waterglaas pada cetakan	B4	54.3	O					NNVA
		Uji kualitas cetakan	B5	130.93			I			VA
		Mengambil cetakan bawah	B6	38.4		T				NNVA
		Mengambil cetakan atas	B7	45.73		T				NNVA
		Mengepres cetakan atas dan bawah	B8	70.6	O					NNVA
		Menyatukan cetakan	B9	170.06	O					VA

		Memasukan larutan cetakan	B10	44.03	O				NNVA
		Melakukan uji kualitas	B11	465.3			I		VA
		Memindahkan cetakan ke departemen melting	B12	23.16		T			NNVA
3,	Melting	Menyiapkan raw material dari gudang	C1	39.9		T			NNVA
		Memasukan steel scrap pada timbangan	C2	32.66	O				NNVA
		Memasukan return scrap pada timbangan	C3	15.9	O				NNVA
		Menuang raw material pada tungku induksi	C4	39.06	O				NNVA
		Proses peleburan	C5	1200	O				NNVA
		Dilakukan uji komposisi	C6	120			I		VA
		Menuang hasil lebur pada cetakan	C7	170	O				NNVA
		Pengeringan	C8	4500				D	VA
4	Pembongkaran	Mengambil cetakan pada departemen melting	D1	42.33		T			NNVA
		Melepaskan perekat cetakan	D2	107.03	O				NNVA
		Melepaskan cetakan atas	D3	40.1	O				NNVA
		Mengangkat produk dari cetakan	D4	68.9	O				NNVA
		Melakukan uji kualitas produk	D5	127.8			I		NNVA
5	Finishing	Mengambil produk di tempat pembongkaran	E1	43.87		T			NNVA
		Membersihkan produk dari sisa pasir	E2	68.87	O				NVA
		Mencuci produk	E3	156.13	O				NNVA
		Memotong hasil produk yang berlebih	E4	501.13	O				NNVA
		Membubut hasil produk	E5	117.93	O				VA
		Mengebor hasil produk	E6	583.77	O				VA
		Uji Kualitas	E7	73.5			I		NNVA

Keterangan:

O = *Operation* T = *Transportation* I = *Inspection* D = *Delay* S = *Storage*

= Perbaikan penghilangan aktivitas

= Perbaikan aktivitas

Dari permasalahan yang yang terjadi di PT Sinar Semesta perlu diberikan SOP terbaru dengan permasalahan yang terjadi saat ini, dimana pemberian SOP yang diperlukan adalah para operator wajib membaca dan mengimplementasikan SOP yang ada ke dalam setiap aktivitas yang dilakukan dan menyesuaikan SOP yang ada dengan produk yang ingin dihasilkan, khususnya SOP dalam proses produksi, apabila SOP tersebut diterapkan maka para operator bisa menjalani aktivitas proses produksi tanpa adanya kegiatan yang menghasilkan *waste*.

Berdasarkan hasil *Future Process Activity Mapping* yang telah dilakukan, terdapat beberapa perubahan mulai dari perbaikan penghilangan aktivitas dan perbaikan kualitas. Dan dari *Future Process Activity Mapping* tersebut ada 2 kegiatan yang menjadi faktor utama bahwa dalam proses produksi EQ Spacing 1360 TTC di PT Sinar Semesta mengalami *waste inappropriate processing* adalah kegiatan membubut dan mengebor produk, hal tersebut menjadi permasalahan yang dirasakan oleh para operator dikarenakan setelah dilakukan uji kualitas (E7) produk tidak memenuhi standar kualitas, sehingga produk harus melalui kegiatan sebelumnya yaitu pembubutan dan pengeboran kembali hingga produk yang dihasilkan telah sesuai dengan yang diinginkan konsumen. Oleh karena itu adanya perubahan pada rekapitulasi *Process Activty Mapping*. Berikut merupakan rekapitulasi *Future Process Activity Mapping*:

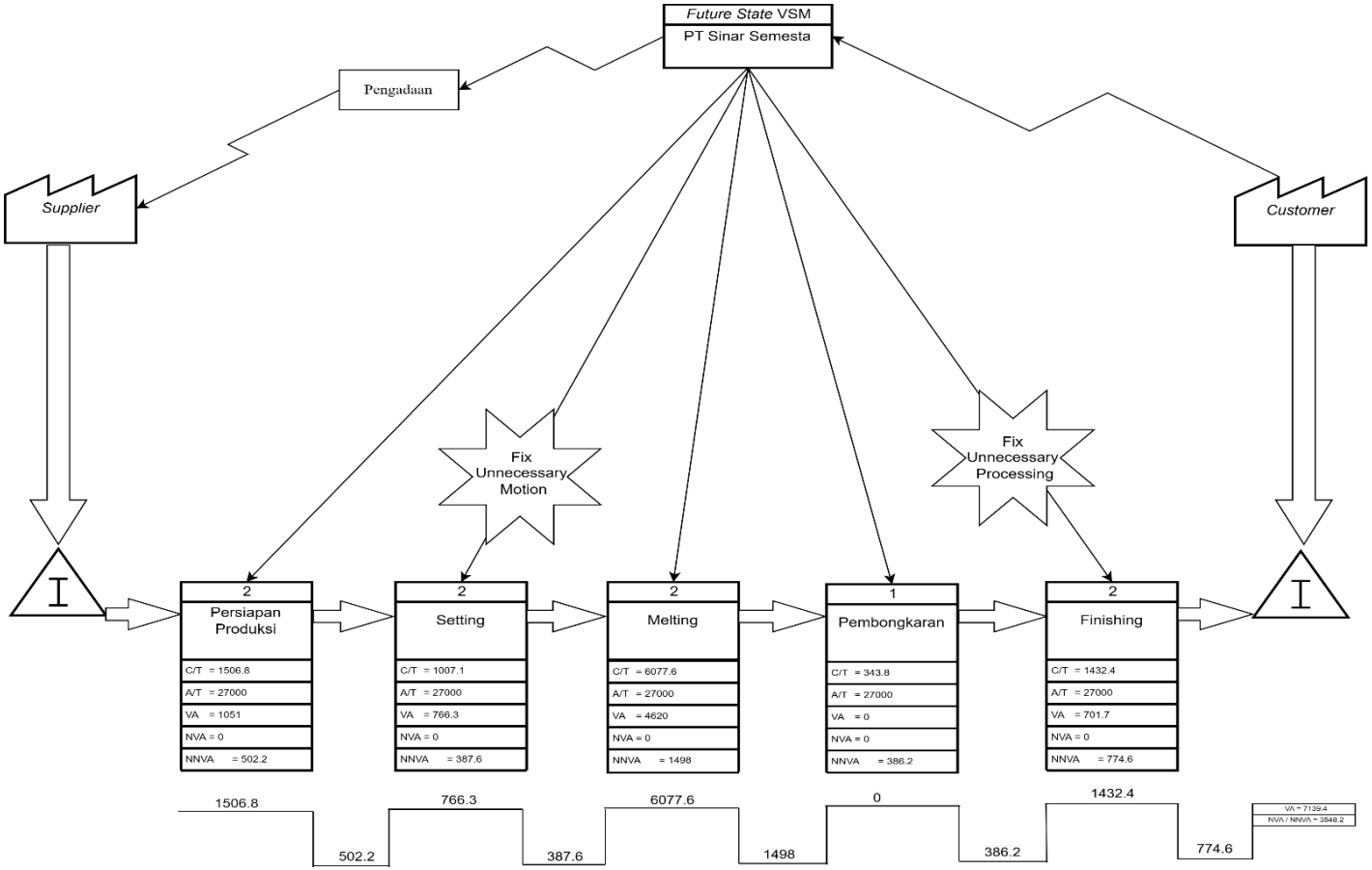
Tabel 4 18 Rekapitulasi *Future Process Activity Mapping*

Kode Aktivitas	Jumlah	Waktu (Detik)	Waktu (Menit)	Waktu (Jam)	Presentase
Operasi	20	4897.57	81.63	1.36	46%
Transportation	8	319.67	5.33	0.09	3%
Inspection	6	970.37	16.017	0.27	9%
Storage	0	0.00	0.00	0.00	0%
Delay	1	4500.00	75.00	1.25	42%
Total	**35**	**10687.60**	**178.13**	**2.97**	**100%**

Kode Aktivitas	Jumlah	Waktu (Detik)	Waktu (Menit)	Waktu (Jam)	Presentase
VA	9	7139.40	118.99	1.98	68%
NVA	0	0.00	0.00	0.00	0%
NNVA	26	3548.20	59.14	0.99	32%
Total	**35**	**10687.60**	**178.13**	**2.97**	**100%**

4.2.7 Future State Value Stream Mapping

Berikut merupakan *future value stream mapping* setelah dilakukan perbaikan:



Gambar 4 5 *Future State Value Stream Mapping*

4.2.8 5W + 1H

Metode 5W + 1H dilakukan untuk mengidentifikasi terkait apa yang terjadi di perusahaan (*what*), dimana penyebab terjadinya permasalahan (*where*), kapan terjadinya permasalahan (*when*), siapa yang bertanggung jawab terkait permasalahan (*who*), apa yang menyebabkan permasalahan itu terjadi (*why)*, dan bagaimana cara mengatasinya (*how*). Berikut merupakan implementasi 5W + 1H:

Tabel 4 19 Implementasi 5W + 1H

What	*Where*	*When*	*Who*	*Why*	*How*
Waste Inappropriate Processing	*Finishing*	Pembubutan dan Pengeboran	Operator *Finishing*	Pada stasiun *finishing* para pekerja sering melakukan kegiatan pembubutan dan pengeboran yang kurang optimal, sehingga produk yang dihasilkan belum sesuai kualitas yang diinginkan dengan SOP.	Menghimbau para pekerja untuk lebih memperhatikan dan menerapkan terkait pedoman yang diberikan oleh pihak perusahaan

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Analisis Waktu Produksi

Waktu produksi yang didapatkan berdasarkan pengamatan merupakan waktu total yang diperlukan dalam pembuatan satu produk, dimana pengamatan dilakukan sebanyak 30 kali dalam 1 kali produk EQ Spacing 1360 TTC yang berhasil diproduksi PT Sinar Semesta. Kemudian, hasil pengamatan yang telah dilakukan didapatkan rata-rata waktu produksi untuk setiap produk selama 10860.4 detik, 181.01 menit, 3.02 jam.

5.2 Analisis Pembobotan *Waste*

Berdasarkan hasil pembobotan *waste* yang telah dilakukan dengan Borda, dimana kuesioner berisikan keterangan terkait *waste* apa yang dirasa sering terjadi dalam lantai produksi, dan diisikan oleh para operator yang terlibat di PT Sinar Semesta khususnya pada lantai produksi EQ Spacing 1360 TTC. Hasil pengamatan *waste inappropriate processing* merupakan *waste* dengan bobot terbesar yaitu 18.3% sesuai dengan pemberian nilai yang tinggi pada *inappropriate* processing pada kuesioner yang telah diberikan.

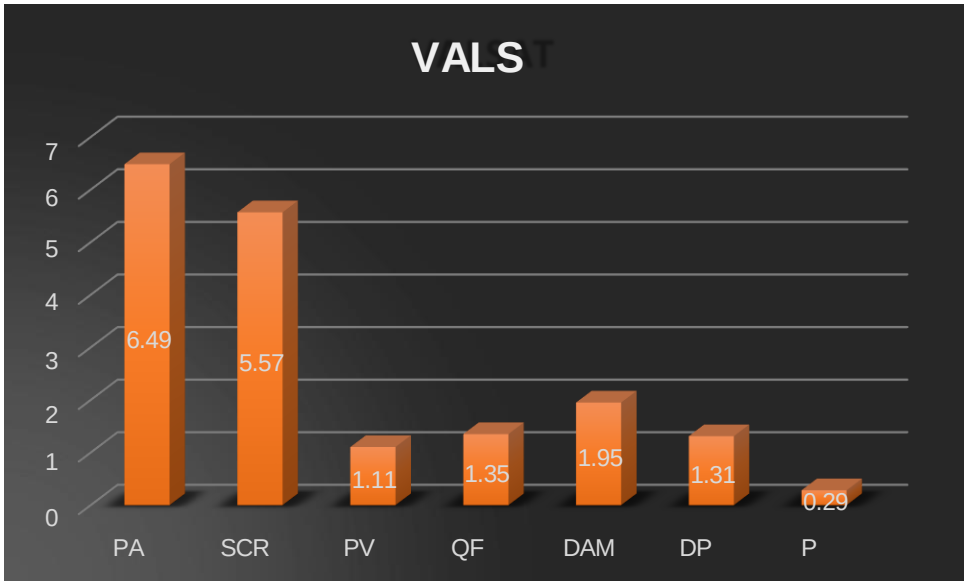
5.3 Analisis Uji Kecukupan Data

Pada analisis uji kecukupan data dilakukan pada *Ms. Excel*, dimana analisis yang dilakukan telah mencukupi semua data yang telah dilakukan, dikarenakan pada uji kecukupan data, data yang telah diperhitungkan sesuai dikarenakan N’ > N.

5.4 Analisis *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT)

Tabel 5 1 *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT)

Mapping Tools								
Waste	PAM	SCRM	PVF	QFM	DAM	DPA	PS	Bobot
Overproduction	0.09	3.00		0.09	0.27	0.27		9.1%
Dekay / Waiting	1.34	1.34	0.15		0.45	0.45	0.15	14.9%
Transportation	1.29							14.3%
Innppropriate Processing	1.65		0.55	0.18		0.18		18.3%
Unnecessary Inventory	0.41	1.23	0.41		1.23	0.41	0.14	13.7%
Unnecesseray Motion	1.59							17.7%
Defect	0.12			1.08				12.0%
Total	**6.49**	**5.57**	**1.11**	**1.35**	**1.95**	**1.31**	**0.29**	



Gambar 5 1 Statistik Bobot VALSAT

Dari hasil perhitungan yang dilakukan dengan Borda, maka dilakukan pemilihan *tools* dengan *Value Stream Analysis Tools*, Dimana bobot yang didapat oleh tiap *waste* dikalikan dengan nilai *correlation* sesuai ketetapan *Value Stream Analysis Tools*. Hasil yang didapatkan menunjukan bahwa PAM memiliki nilai tertinggi sebesar 6.49 sehingga *tools* yang digunakan dalam penelitian menggunakan PAM.

5.5 Analisis *Process Activity Mapping* (PAM)

Pada *Process Activity Mapping* (PAM) dilakukan pengelompokan terkait aktivitas yang ada selama proses produksi. Dimana dalam proses produksi terdapat 5 kategori yaitu, *Operation* (O), *Transportation* (T), *Inspection* (I), *Storage* (S), dan *Delay* (D). Dari hasil analisis terdapat 23 kegiatan *operation*, 8 kegiatan *transportation*, 6 kegiatan *inspection*, dan 1 kegiatan *delay*. Hasil menunjukan dari 38 kegiatan yang dilakukan dalam menghasilkan 1 produk membutuhkan waktu sebesar 10860.43 detik atau 3.02 jam.

Tabel 5 2 Rekapitulasi PAM

Kode Aktivitas	Jumlah	Waktu (Detik)	Waktu (Menit)	Waktu (Jam)	Presentase
Operation	23	5070.40	84.51	1.41	47%
Transportation	8	319.67	5.33	0.09	3%
Inspection	6	970.37	16.17	0.27	9%
Storage	0	0	0	0	0%
Delay	1	4500.00	75.00	1.25	41%
Total	**38**	**10860.43**	**181.01**	**3.02**	**100%**

Kode Aktivitas	Jumlah	Waktu (Detik)	Waktu (Menit)	Waktu (Jam)	Presentase
VA	9	7267.20	121.12	2.02	67%
NVA	2	102.23	1.70	0.03	1%
NNVA	27	3491.00	58.18	0.97	32%
Total	**38**	**10860.43**	**181.01**	**3.02**	**100%**

5.6 Analisis *Future Process Activity Mapping*

Pada *Future Process Activity Mapping* dilakukan perubahan berupa usulan perbaikan pada aktivitas yang dilakukan pada proses produksi EQ Spacing 1360 TTC. Usulan perbaikan yaitu penghilangan aktivitas yang dirasa kurang efektif dalam kegiatan proses produksi antara lain, memasukan pasir silika dan *water glass* pada wadah (B2), mengepres cetakan atas dan bawah (B8), melakukan uji kualitas produk (D5), dan membersihkan produk dari

sisa pasir (E2). Sehingga dari 38 aktivitas yang dilakukan dalam memproduksi EQ Spacing 1360 TTC, hanya menjadi 34 aktivitas dan waktu yang diperlukan menjadi 10559.8 detik atau 2.93 jam yang sebelumnya memakan waktu sebesar 3.02 jam.

Tabel 5 3 Rekapitulasi *Future* PAM

Kode Aktivitas	Jumlah	Waktu (Detik)	Waktu (Menit)	Waktu (Jam)	Presentase
Operation	20	4897.57	81.63	1.36	46%
Transportation	8	319.67	5.33	0.09	3%
Inspection	6	970.37	16.17	0.27	9%
Storage	0	0	0	0	0%
Delay	1	4500.00	75.00	1.25	42%
Total	**35**	**10687.60**	**178.13**	**2.97**	**100%**

Kode Aktivitas	Jumlah	Waktu (Detik)	Waktu (Menit)	Waktu (Jam)	Presentase
VA	9	7139.40	118.99	1.98	68%
NVA	0	0	0	0	0%
NNVA	26	3548.20	59.14	0.99	32%
Total	**35**	**10687.60**	**178.13**	**2.97**	**100%**

5.7 Analisis *Future Value Stream Mapping*

Berdasarkan analisis *Future Value Stream Mapping* yang telah dilakukan terdapat beberapa aktivitas yang dihilangkan karena dirasa kurang efektif dalam pelaksanaannya. Hasil perbaikan *lead time* yang dilakukan mendapatkan nilai *operation* 5070.4, *transportation* 319.67, *inspection* 970, dan *delay* 4500. Sehingga total *lead time* perbaikan yang dilakukan yang sebelumnya 10860.43 menjadi 10559.8. Sehingga total waktu siklus yang dilakukan dalam pembuatan EQ Spacing 1360 TTC selama 10240.13 detik atau 2.84 jam. Dimana dalam *station setting* terdapat *waste unnecessary motion* dan *station finishing*terdapat *waste inappropriate processing*.

5.8 Usulan Perbaikan

Dalam membuat usulan perbaikan dilakukan terlebih dahulu analisis terkait aktivitas apa saja yang perlu dilakukan perbaikan dan penghilangan aktivitas sesuai tabel 4.17. Setelah mendapat aktivitas yang harus dilakukan perbaikan dan penghilangan peneliti memberikan rekomendasi dalam menyelesaikan pada tiap aktivitas yang dimasukan ke dalam usulan perbaikan. Terdapat 9 aktivitas yang perlu diberikan rekomendasi baik itu aktivitas *value added* (VA), *non-value added* (NVA), dan *necessary non-value* added (NNVA). Berikut merupakan usulan perbaikan yang dilakukan:

Tabel 5 4 Usulan Perbaikan Pada Aktivitas

Stasiun Kerja	Kode Aktivitas	Aktivitas	Permasalahan	Usulan
Setting	B2	Memasukan pasir silika dan *water glass* pada wadah	Aktivitas tersebut kurang efisien karena *raw material* bisa langsungdimasukan ke dalam cetakan	Pasir silika dan *waterglass* dapat langsung dimasukan ke cetakan
	B3	Mengaduk pasir silika dan *waterglass*	Proses pengadukan dilakukan pada wadah, sehingga memperlambat proses penuanganpada cetakan	Mengaduk pasir silika dan *waterglas*s dapat dilakukan saat *raw material* sudah dalam cetakan
	B6	Mengambil cetakanbawah	Operator terlalu banyak melakukan aktivitas berulangkali	Mengambil cetakan bawah bisa dilakukan bersamaan dengan cetakan atas
	B7	Mengambil cetakanatas	Operator terlalu banyak melakukan aktivitas berulangkali	Mengambil cetakanatas bisa dilakukan bersamaan dengan cetakan bawah
	B8	Mengepres cetakan atas dan bawah	Kegiatan untuk menyatukan cetakan sudah ada di B9	Memaksimalkan kegiatan pengepresan langsung pada kegiatan menyatukan cetakan

Melting	C7	Menuang hasil lebur pada cetakan	Operator menuang hasil leburtidak sesuai dengan kuantitas menurut SOP	Membuat tungku induksi yang dapat mengatur volume
	C8	Pengeringan	Produk yang telah jadi membutuhkan waktu pengeringan yang lama	Menambah proses atau alat untuk mempercepat pengeringan
Pembongkaran	D5	Melakukan Uji Kualitas	Dilakukan kegiatan berulang dalam mengecek hasil produk yang telah jadi	Pengecekan pada produk yang telah jadi dapat dilakukan di *finishing*
Finishing	E2	Pembersihan produk dari sisa pasir silika	Kegiatan pembersihan kurang efisien, karena sisa pasir yang melakat sulit dilepaskan	Pasir yang menempel pada produk bisa langsung dibersihkan pada aktivitas pencucian produk
	E5	Membubut Hasil Produk	Banyak produk yang harus di *repair* oleh perusahaan, sehinggaharus mengulangi tahap pembubutan	Para operator harus lebih memahami pedoman terkait produk seperti apa yang akan dihasilkan
	E6	Mengebor Hasil Produk	Banyak produk yang harus di *repair* oleh perusahaan, sehinggaharus mengulangi tahap pengeboran	Para operator harus lebih memahami pedoman terkait produk seperti apa yang akan dihasilkan

Ada beberapa kekurangan yang ada dalam penelitian yang dilakukan, antara lain penelitian hanya berfokus pada proses produksi EQ Spacing 1360 TTC, dengan jumlah sampel yang terbatas, hal tersebut terjadi karena keterbatasan waktu penelitian yang dilakukan.

BAB VI
PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik menjadi kesimpulan. Berikut kesimpulan yang didapat:

1. Dalam proses produksi EQ Spacing TTC 1360 di PT Sinar Semesta, pemborosan yang sering terjadi berdasarkan perhitungan Borda adalah *waste inappropriate processing* dengan persentase 18.3%.
2. Ada beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya *waste inappropriate processing* pada proses produksi EQ Spacing 1360 TTC di PT Sinar Semesta. Berikut merupakan *waste inappropriate processing* yang terjadi beserta faktornya penyebabnya:
   a. Penuangan hasil leburan pada cetakan. Faktor tersebut karena metode, penuangan hasil lebur masih menggunakan sistem manual, sehingga kuantitas hasil lebur yang dituang pada cetakan belum sesuai dengan hasil yang diinginkan, sehingga diperlukan kegiatan pemotongan produk berlebih yang berulang.
   b. Pembubutan dan pengeboran, Faktor tersebut karena manusia, para operator dalam melakukan kegiatan pembubutan dan pengeboran masih belum sesuai dengan SOP yang diinginkan perusahaan, sehingga saat produk masuk ke tahap *quality control* adanya penolakan dan terjadilah kegiatan pembubutan dan pengeboran ulang sampai hasil sesuai yang diinginkan.
3. Usulan perbaikan yang dapat dilakukan untuk meminimalisir *waste* yang terjadi pada PT Sinar Semesta khususnya pada proses produksi EQ Spacing 1360 TTC yaitu, usulan perbaikan pada *station setting* dengan cara menghilangkan kegiatan yang tidak diperlukan seperti memasukan pasir silika dan *water glass* pada wadah, lalu pada departemen *setting* dengan memperbaiki aktivitas pengambilan cetakan atas dan bawah bisa dilakukan secara bersamaan, lalu pada kegiatan *melting* dengan cara memberikan pedoman terkait cara penuangan alat tungku peleburan pada cetakan dan memberikan mesin khusus pada departemen *melting* agar proses yang dilakukan

dapat dilakukan dengan cepat dan tepat, dan pada departemen *finishing* untuk lebih mengedukasi para operator agar dalam kegiatan yang dilakukan sesuai dengan SOP dan pedoman yang diberikan oleh perusahaan.

6.2 Saran

Berikutmerupakan saran yangdiberikanpenelitipadaPT Sinar Semesta:

1. PT Sinar Semesta harus selalu melakukan evaluasi secara berkala pada tiap pekerja yang ada di perusahaan terkait permasalahan yang ada.
2. PT Sinar Semesta dapat menerapkan usulan perbaikan yang dilakukan oleh peneliti sebagai upaya perbaikan terus menerus, sehingga pemborosan yang terjadi pada perusahaan dapat dihilangkandanmendapatkanhasil yangmaksimal.

DAFTAR PUSTAKA

Abidin, M. H. Z., Leman, Z., Abidin, Z., Yusof, M., & Khalili, A. (2022). *Lean Impact on Manufacturing* Productivity: *A Case Study of Indstrialized Building System* (IBS) *Manufacturing Factory.* Jurnal Teknologi, *84*(4), 65–77. https://doi.org/10.11113/jurnalteknologi.v84.18156

Arbelinda, K., & Rumita, R. (2020). Penerapan *Lean* Manufacturing Pada Produksi ITC CV. *Mansgroup* dengan Menggunakan VSM dan 5S.

Arrizal[1], L. T., Sudiarso[2], A., & Kusumawan Herliansyah, M. (2022). *Waste Minimization on Stamped* Batik *Production Process Using Lean Manufacturing Approach*.

Chandrahadinata, D., & Nurdiana, W. (2013). Analisis Pengendalian Kualitas pada *Crude Palm Oil* untuk Meningkatkan Kualitas di PT. Condong Garut. https://jurnal.itg.ac.id/

Dhiravidamani, P., Ramkumar, A. S., & ... (2018*). Implementation of lean manufacturing and lean audit system in an auto parts manufacturing industry–an industrial case study*. *... Manufacturing*. https://doi.org/10.1080/0951192X.2017.1356473

García-Alcaraz, J. L., Morales García, A. S., Díaz-Reza, J. R., Jiménez Macías, E., Javierre Lardies, C., & Blanco Fernández, J. (2022). *Effect of lean manufacturing tools on sustainability: the case of Mexican maquiladoras. Environmental Science and Pollution Research*, *29*(26). https://doi.org/10.1007/s11356-022-18978-6

Gaspersz, V. (2007). *Lean six sigma for manufacturing and service industry*. *In Gramedia.*

Gherghea, I. C., Bungau, C., & ... (2019). *Lead time reduction and increasing productivity by implementing lean manufacturing methods in cnc processing center*. *IOP Conference Series …*. https://doi.org/10.1088/1757-899X/568/1/012014

Gładysz, B., Buczacki, A., & Haskins, C. (2020). *Lean management approach to reduce waste in HoReCa food services. Resources.* https://www.mdpi.com/2079-9276/9/12/144

Goodson, R. E. (2002). *Read a Plant-Fast.*

Harisupriyanto, H. (2013). Implementasi *Lean Manufacturing dan* 5S untuk Meningkatkan Kapasitas Produksi. www.oee.com

Hasanah, T. U., Wulansari, T., Putra, T., & Fauzi, M. (2020). Penerapan *Lean Manufacturing* dengan Metode *Takt Time* dan FMEA untuk Mengidentifikasi *Waste* pada Proses Produksi Steril PT.XYZ. Jurnal Rekayasa Sistem & Industri *(JRSI)*, 89. https://doi.org/10.25124/jrsi.v7i2.435

Hines, P., & Rich, N. (1997). *The seven value stream mapping tools. In International Journal of Operations and Production Management* (Vol. 17, Issue 1, pp. 46–64). https://doi.org/10.1108/01443579710157989

Hines, & Taylor. (2000). BAB II.

Huang, C. Y., Lee, D., Chen, S. C., & Tang, W. (2022). *A Lean Manufacturing Progress Model and Implementation for SMEs in the Metal Products Industry. Processes*, *10*(5). https://doi.org/10.3390/pr10050835

Indrawati, S., Azzam, A., & Ramdani, A. C. (2019). *Manufacturing Efficiency Improvement Through Lean Manufacturing Approach: A Case Study in A Steel Processing Industry. IOP Conference Series …*. https://doi.org/10.1088/1757-899X/598/1/012062

Johan, A., & Soediantono, D. (2022). *Literature Review of the Benefits of Lean Manufacturing on Industrial Performance and Proposed Applications in the Defense Industries*. In *Journal of Industrial Engineering & Management Research* (Vol. 3, Issue 2). http://www.jiemar.org

Kaneku-Orbegozo, J., Martinez-Palomino, J., & ... (2019*). Applying Lean Manufacturing Principles to reduce waste and improve process in a manufacturer: A research study in* Peru. *IOP Conference …*. https://doi.org/10.1088/1757-899X/689/1/012020

Khunaifi, A., Primadasa, R., Sutono, S. B., & Teknik, F. (2022). Implementasi *Lean Manufacturing* untuk Meminimasi Pemborosan (*Waste*) Menggunakan Metode *Value Stream Mapping* di PT. Pura Barutama. Jurnal Rekayasa Industri *(JRI)*, *4*(2).

Komang Dartawan, I., & Setiafindari, W. (2023). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Dengan Metode *Seven Tools Dan Kaizen* Pada PT Sinar Semesta I Komang Dartawan, Widya Setiafindari Analisis Pengendalian Kualitas Produk Dengan Metode *Seven Tools Dan Kaizen* Pada PT Sinar Semesta. *18*, 2023.

Liza Ludeña, B., Paulino Fierro, G., & Altamirano Flores, E. (2022). *Design of a Lean Manufacturing model to reduce order delivery in a Textile Mype*. *Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology*, *2022-December*. https://doi.org/10.18687/LEIRD2022.1.1.93

Monoarfa, M. I., Hariyanto, Y., & Rasyid, A. (2021). Analisis Penyebab *Bottleneck* pada Aliran Produksi *Briquette Charcoal* dengan Menggunakan Diagram Tulang Ikan. *Jambura Industrial Review, 1*(1), 2021. https://doi.org/10.XXXXX/jirev.vXiX.XX-XX

Montgomery, D. C., & Wiley, J. (2009). *Sixth Edition I ntroduction to Statistical Quality Control*.

Muchtiar, Y., Ikhsan, A., & Bidiawati, A. (2017). Pemetaan Pemborosan Dalam Proses Produksi Kantong Semen Menggunakan *Value Stream Mapping* Tools.

Murnawan, H. (2016). Perencanaan Produktivitas Kerja Dari Hasil Evaluasi Produktivitas Dengan Metode *Fishbone* di Perusahaan Percetakan Kemasan PT.X. *Heuristic*, *11*(01). https://doi.org/10.30996/he.v11i01.611

Novitasari, R., & Iftadi, I. (2020). Analisis *Lean Manufacturing* untuk Minimasi *Waste* pada Proses Door PU. Jurnal *INTECH* Teknik Industr*i* …. https://e-jurnal.lppmunsera.org/index.php/INTECH/article/view/2045

Nurhayati, L., & Bellanov, A. (2022). Peningkatan Kualitas Produksi Kayu Dowel Sapu dengan Pendekatan Metode *Seven Tools* dan 5W + 1H. *5*(1), 39–46.

Permana, N. (2019). Penerapan *Lean Manufacturing* Untuk Mengurangi *Waste* Pada Proses Produksi (Tiang Post) Produk Guardrail di PT. XXX. Jurnal Ilmu Manajemen Dan Akuntansi Terapan *(JIMAT)*, *10*(1).

Ramadhan, F., Prasetyaningsih, E., & Muhammad, C. R. (2022). Penerapan Konsep *Lean Manufacturing* untuk Mereduksi *Waste* pada Proses Produksi Simbal Drum. Bandung *Conference Series: Industrial Engineering Science*, *2*(1). https://doi.org/10.29313/bcsies.v2i1.1716

Rifqi, H., Zamma, A., Souda, S. B., & Hansali, M. (2021). *Lean manufacturing implementation through DMAIC approach: A case study in the automotive industry*. *Quality Innovation Prosperity*, *25*(2). https://doi.org/10.12776/qip.v25i2.1576

Rusmawan. (2020). Perancangan *Lean Manufacutirng* Dengan Metode VSM di PT Tjokro Bersaudara.

Salwin, M., Jacyna-Gołda, I., Bańka, M., Varanchuk, D., & Gavina, A. (2021). *Using value stream mapping to eliminate waste: A case study of a steel pipe manufacturer*. *Energies*, *14*(12). https://doi.org/10.3390/en14123527

Somantri, A. R., & Endang Prasetyaningsih. (2021). Reduksi *Waste* untuk Meningkatkan Produktivitas pada Proses Produksi *Bracket Roulet Gordyn* Menggunakan Pendekatan *Lean Manufacturing*. Jurnal Riset Teknik Industri, *1*(2), 131–142. https://doi.org/10.29313/jrti.v1i2.416

Studi, P. D., Keselamatan dan Kesehatan Kerja -Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, T., Kuswardana, A., Eka Mayangsari, N., Haidar Natsir Amrullah, dan, Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, P., & Teknik Permesinan Kapal, J. (2017). Analisis Penyebab Kecelakaan Kerja Menggunakan Metode RCA *(Fishbone Diagram Method And 5-Why Analysis)* di PT. PAL Indonesia.

Supriyanto, E. (2013). "Manfuaktur" Dalam Dunia Teknik Industri (Vol. 3, Issue 3).

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*."

Wahab, A. N. A., Mukhtar, M., & Sulaiman, R. (2013*). A Conceptual Model of Lean Manufacturing Dimensions*. *Procedia Technology*, *11*, 1292–1298. https://doi.org/10.1016/j.protcy.2013.12.327

Walidi, K., & Nurcahyanie, Y. D. (2016). Rancangan Pengembangan Produk Boncengan Sepeda Motor Untuk Anak Dengan Pendekatan Ergonomi Waktu*:* Jurnal Teknik UNIPA, *14*(2). https://doi.org/10.36456/waktu.v14i2.132

Wang, C., & Leung, H. F. (2004*). A secure and fully private borda voting protocol with universal verifiability. Proceedings - International Computer Software and Applications Conference*, *1*. https://doi.org/10.1109/cmpsac.2004.1342832

Womack, J. P., & Jones, D. T. (1997). *Lean Thinking*.

LAMPIRAN

PP

Kuesioner BORDA Pada Lantai Produksi EQ Spacing 1360 TTC
Di PT Sinar Semesta

Nama : Anos Haviee Hanboto
Posisi : Pekerja
Umur : 90 tahun

Kuesioner ini ditujukan pada para pekerja yang terlibat dalam lantai produksi di EQ Spacing 1360 TTC, dalam kuesioner ini diharapkan para pekerja mengisikan nilai terkait pemborosan apa yang dirasa sering terjadi dalam pembuatan EQ Spacing 1360 TTC di PT Sinar Semesta. Berikut kolom penilaiannya.

No	Jenis Waste	Deskripsi	Skor/Tingkat Keseringan
1	***Overproduction*** Adanya produksi yang berlebihan yang berbentuk barang jadi maupun barang setengah jadi tetapi tidak ada order dari *customer*	• Kapasitas produksi melebihi permintaan dari pasar • Persediaan produk di gudang menumpuk	5
2	***Delay/Waiting*** Pemborosan yang terjadi karena saat seseorang atau mesin tidak melakukan pekerjaan. Menunggu dapat dikarenakan adanya kerusakan mesin maupun penumpukan produk	• Adanya operator yang berhenti bekerja karena kekurangan material/mesin • Sebelum istirahat operator meinggalkan pekerjaan untuk alasan pribadi	9
3	***Transportation*** Pemborosan yang terjadi karena pergerakan berlebih dari seseorang, produk atau material yang disebabkan oleh *layout* yang kurang baik.	• Jarak mesin satu dengan mesin lainnya berjauhan • Penggunaan alat pemindah material tidak efisien	6
4	***Inapproproate Processing*** Pemborosan yang terjadi akibat dari proses – proses yang tidak memberikan nilai tambah karena prosedur dalam produksi salah dan tidak sesuai.	• Adanya pengerjaan ulang	9

A

B-1