

ANALISIS PENYEBAB LOSSES STROKE PADA PROSES BENDING PADA MESIN BENDING AMADA RG-100 DENGAN MENGGUNAKAN METODE VALUE STREAM MAPPING DAN FAULT TREE ANALYSIS (STUDI KASUS: DEPARTEMEN REFRIGERATOR PT XYZ)

Diana Puspita Sari¹, Alexander Joyfull Lenga²

^{1,2}*Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 55275*

Abstrak

Analisis Penyebab Losses Stroke pada Proses Bending Pada Mesin Bending AMADA RG-100 dengan Menggunakan Metode Value Stream Mapping dan Fault Tree Analysis (Studi Kasus: Departemen Refrigerator PT XYZ). PT XYZ mengalami pemborosan pada proses produksi mereka, dimana pemborosan ini dapat terjadi pada proses produksi dan mampu mengakibatkan adanya kerugian secara serius pada perusahaan, yakni dalam segi waktu penyelesaian produk atau yang disebut dengan *backlog*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab *losses* serta untuk mengidentifikasi cara-cara untuk mengurangi *losses* ini. Dalam penelitian ini, digunakan metode *Value Stream Mapping* (VSM) dan *Fault Tree Analysis* (FTA) untuk menganalisis faktor-faktor penyebab *losses* yang terjadi pada proses produksi departemen *refrigerator*. Hasil penggalan masalah dengan metode *current value stream mapping* menyatakan bahwa mesin *bending* sebagai mesin yang pertama kali melakukan pengolahan dalam pabrik *refrigerator*, serta juga mesin yang inefisien serta menghasilkan *losses* dengan data NVA tertinggi yakni sebesar 42,22% dan efisiensi mesin sebesar 54%. Analisis data dilakukan dengan menggunakan metode *fault tree analysis* untuk mencari akar masalah dari mesin *bending*, yang kemudian dengan menggunakan asumsi, dapat diselesaikan dengan menambah lini kerja baru sebelum lini kerja *bending*, yakni lini kerja *sorting*. Dapat ditarik kesimpulan bahwa dalam penelitian ini, lini kerja yang menyebabkan terjadinya *losses* dalam produksi merupakan lini kerja *bending*. Peningkatan nilai VA secara signifikan terjadi dengan membuka satu lini kerja baru yakni lini kerja *sorting*, dapat dihitung bahwa inefisiensi pada lini kerja *bending* telah teratasi, sehingga pada perhitungan VA pada *future value stream mapping* didapatkan nilai sebesar 79,56% dan efisiensi mesin diharapkan sebesar 87%.

Kata kunci: *Losses Stroke, Mesin Bending, Value Stream Mapping, Fault Tree Analysis*

Abstract

Analysis of Stroke Losses Causes in the Bending Process on AMADA RG-100 Bending Machine Using Value Stream Mapping and Fault Tree Analysis Methods (Case Study: Refrigerator Department at PT XYZ). PT XYZ experiences waste in their production process, which can occur during production and lead to serious losses for the company, particularly in terms of product completion time, known as *backlog*. The objective of this study is to identify the factors causing losses and to identify ways to reduce these losses. In this study, *Value Stream Mapping* (VSM) and *Fault Tree Analysis* (FTA) methods are used to analyze the factors causing losses in the refrigerator department's production process. The problem investigation using the *current value stream mapping* method indicates that the *bending* machine, as the first machine to process in the refrigerator factory, is inefficient and produces the highest NVA data at 42.22%, with a machine efficiency of 54%. Data analysis is conducted using the *fault tree analysis* method to find the root cause of the *bending* machine issues, which can be resolved by adding a new work line before the *bending* work line, namely the *sorting* work line. It can be concluded that in this study, the work line causing production losses is the *bending* work line. A significant increase in VA occurs by opening a new work line, the *sorting* work line, with the inefficiency in the *bending* work line being resolved. Thus, in the *future value stream mapping* calculation, a VA value of 79.56% is achieved, and machine efficiency is expected to be 87%.

Keywords: *Losses Stroke, Machine Bending, Value Stream Mapping, Fault Tree Analysis*

1. Pendahuluan

Perkembangan zaman diiringi tidak hanya dengan berkembangnya mesin-mesin dan peradaban, namun juga dengan perkembangan di dunia industri. Dalam lingkungan industri yang sangat kompetitif, perusahaan berupaya memaksimalkan setiap kesempatan untuk mencapai produktivitas, yang didefinisikan sebagai rasio antara output dan input. Peningkatan produktivitas diharapkan dapat meningkatkan efisiensi penggunaan waktu, bahan, tenaga, serta kualitas sistem kerja, teknik produksi, dan kemampuan tenaga kerja (Busro, 2018). Inefisiensi, yang sering disebabkan oleh pemborosan, menghambat produktivitas. Pemborosan, menurut Formoso et al. (2002), merujuk pada kehilangan berbagai sumber daya seperti material, waktu, dan modal akibat kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah.

Sistem Produksi Toyota oleh Taiichi Ohno mengidentifikasi tujuh kategori pemborosan: menunggu, produksi berlebih, pemrosesan berlebih, cacat, gerakan, inventaris, dan transportasi. Penghapusan pemborosan dalam proses produksi sangat penting untuk mencegah inefisiensi produktivitas. Evaluasi dan perbaikan secara berkala diperlukan untuk menemukan titik efisiensi produksi dan terus meningkatkan produktivitas perusahaan. Penelitian ini berfokus pada identifikasi dan penanggulangan potensi pemborosan dan inefisiensi di rantai produksi pabrik refrigerator PT XYZ menggunakan Value Stream Mapping (VSM) dan Fault Tree Analysis (FTA).

PT XYZ adalah produsen besar peralatan dapur, termasuk mesin dapur dan penataan dapur. Sebagai produsen besar dengan pangsa pasar yang signifikan, PT XYZ mengoperasikan pabriknya untuk memproduksi peralatan dan mesin, seperti refrigerator. Refrigerator merupakan mesin pendingin yang sering sekali digunakan pada industri kuliner dan tidak jarang juga ditemukan bahwa mesin pendingin ini juga digunakan di industri kesehatan seperti rumah sakit untuk menyimpan darah, atau bahkan untuk proses penyimpanan obat-obatan. Permintaan yang tinggi ini, mempengaruhi bagaimana perusahaan menangani permintaannya, dimana dengan permintaan yang tinggi tentu harus diikuti dengan produksi yang tinggi juga. Hal ini menjadi alasan mengapa pabrik refrigerator tidak hanya menjadi pabrik yang bernilai tambah bagi perusahaan, namun juga menjadi pabrik yang penting bagi keberlangsungan industri-industri nasional. Peningkatan permintaan ini kemudian mempengaruhi pada bagaimana proses produksi pada departemen refrigerator terjadi, sehingga untuk meningkatkan *output* produksi, diperlukan penelitian mendalam mengenai proses produksi yang terjadi pada departemen refrigerator ini untuk mengetahui apakah terjadi pemborosan atau proses yang dapat dipersingkat dalam tujuan untuk mencapai peningkatan *output* produksi.

Proses produksi pada pabrik refrigerator dimulai dengan lini kerja pertama yakni lini kerja bending dengan digunakannya mesin bending. Mesin bending, sebagai mesin utama, diukur tingkat efisiensinya dalam satuan stroke, dimana berbagai kondisi seperti lingkungan produksi, transportasi material, penjadwalan produksi, dan efisiensi operator, mempengaruhi produktivitas dan inefisiensi di lini produksi bending. PT XYZ tentu sebagai pabrik produksi ingin untuk menghasilkan produk dengan maksimal tanpa adanya pemborosan pada waktu, karena prinsip pada pabrik adalah waktu adalah uang, sehingga pemborosan dalam bentuk apapun (waktu) akan sangat berdampak pada proses bisnis pabrik. Lini kerja bending sebagai lini kerja pertama, tentu berperan penting dalam proses bisnis ini, dimana dengan melihat efisiensi pada lini kerja bending, maka efisiensi produksi keseluruhan pun akan dapat diukur. Permasalahan muncul ketika pada lini produksi bending didapatkan bahwa terdapat banyak sekali aktivitas yang tak menghasilkan nilai tambah bagi proses produksi, sehingga dilakukan penelitian lebih dalam untuk mengetahui secara detail apa akar masalah dari aktivitas pemborosan ini, serta untuk mengidentifikasi langkah-langkah dalam memperbaiki pemborosan yang terjadi ini.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan meningkatkan inefisiensi produktivitas di pabrik refrigerator PT XYZ dengan mengidentifikasi pemborosan melalui VSM dan menentukan akar penyebab menggunakan FTA. VSM memberikan gambaran yang jelas tentang efisiensi sistem dan membantu mengidentifikasi pemborosan dalam aliran material dan informasi (Allen, Robinson, & Steward, 2001). FTA menganalisis kegagalan sistem untuk menemukan akar penyebab dan aspek yang terlibat (Riadi, 2023). Kombinasi metode ini dipilih karena kemampuannya memvalidasi proses dan mengidentifikasi akar masalah, sehingga meningkatkan produktivitas dan efisiensi dalam proses produksi di PT XYZ.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada tanggal 18 Desember 2023 hingga tanggal 31 Januari 2024. Alur penelitian yang dilakukan peneliti diawali dengan mengidentifikasi masalah yang ada pada PT XYZ, yakni dengan melakukan studi literatur dan studi lapangan. Setelah menemukan dan melakukan perumusan masalah, peneliti kemudian menentukan tema dan tujuan yang ingin dicapai oleh peneliti. Peneliti kemudian melakukan pengumpulan data-data yang diperlukan, dan kemudian melakukan pengolahan terhadap data. Setelah didapatkan hasil pengolahan data, peneliti kemudian melakukan analisis terhadap hasil dan juga memberikan saran perbaikan terhadap masalah yang terdapat, dimana saran yang diberikan harus mampu menyelesaikan permasalahan yang terdapat pada perusahaan dengan

berlandaskan hasil pengolahan data yang telah dilakukan. Data-data yang digunakan pada penelitian ini adalah data primer dan sekunder, dengan data-data primer yang dibutuhkan adalah data-data terkait dengan proses produksi seperti data mesin, data stroke *bending*, dan data langkah kerja operasi. Sedangkan untuk data sekunder, digunakan data perusahaan yang diberikan yakni data kapasitas terhadap mesin *bending*.

Adapun penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *value stream mapping* dan *fault tree analysis*. Metode *Value stream mapping* merupakan suatu metode yang digunakan untuk memetakan aliran nilai (*value stream*) dari suatu proses secara detail untuk mengidentifikasi dan mencari tahu titik pemborosan (*waste*) yang ada, kemudian juga menemukan penyebab adanya pemborosan atau *waste* tersebut, serta memberikan rekomendasi perbaikan terhadap masalah pemborosan tersebut secara efektif (Karina & Rumita, 2017). Sedangkan, metode *fault tree analysis* adalah sebuah alat analisis yang menggambarkan kombinasi kesalahan secara grafis yang dapat menyebabkan kegagalan dalam suatu sistem, dimana metode ini bermanfaat untuk menjelaskan dan menilai peristiwa yang terjadi di dalam sistem (Foster, 2004). Objek pada penelitian ini didapatkan berdasarkan hasil *value stream mapping*, yakni lini kerja *bending*. Pada pengolahan data, dilakukan juga perhitungan terhadap efisiensi mesin *bending* juga *backlog* atau waktu yang terbuang oleh akibat inefisiensi dari mesin *bending* tersebut.

3. Hasil dan Pembahasan

Peneliti melakukan penelitian secara langsung dilapangan terhadap mesin *bending* sebagai mesin pertama tempat pengolahan material terjadi. Pengamatan lapangan yang dilakukan oleh peneliti selama 30 hari terhadap mesin *bending* memberikan hasil berupa data-data *stroke* mesin *bending* yang dapat ditemukan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data *Stroke Bending* Mesin AMADA RG-100

Pengamatan (Hari)	Jumlah Stroke		Selisih
	Mesin (Satuan angka)		
	Mulai	Selesai	
1	680823	681982	1159
2	681982	683057	1075
3	683057	684263	1206
4	684263	685447	1184
5	685447	686254	807
6	686254	687503	1249

Tabel 1. Data *Stroke Bending* Mesin AMADA RG-100
(Lanjutan)

Pengamatan (Hari)	Jumlah Stroke		Selisih
	Mesin (Satuan angka)		
	Mulai	Selesai	
7	687503	688808	1305
8	688808	690217	1409
9	690217	691223	1006
10	691223	692491	1268
11	692491	694192	1701
12	694192	695502	1310
13	695502	697016	1514
14	697016	698759	1743
15	698759	699551	792
16	699551	700430	879
17	700430	701236	806
18	701236	702080	844
19	702080	703260	1180
20	703260	704276	1016
21	704276	705230	954

Data kapasitas mesin *bending* berdasarkan pengambilan data terdahulu oleh perusahaan dapat ditemukan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Kapasitas Mesin *Bending*

Mesin	Kapasitas Mesin (<i>Stroke/Hari</i>)	Kapasitas Mesin (<i>Stroke/Menit</i>)
<i>Bending</i> AMADA RG-100	2143	5

Proses produksi pada departemen refrigerator, tepatnya terhadap refrigerator N10 yang diamati oleh peneliti, melewati 8 lini produksi, yakni lini produksi *bending*, lini produksi *welding*, lini produksi *polishing*, lini produksi *pre-assembly*, lini produksi *foaming supporting*, lini produksi *electric assembly*, lini produksi *final assembly*, lini *quality control*, dan lini produksi *packaging*. Berdasarkan pengamatan secara langsung peneliti, didapatkan untuk data VA, NVA, dan NNVA dari 8 lini produksi dapat ditemukan pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Rekapitulasi Perhitungan VA, NVA, dan NNVA dalam Produksi

Lini Produksi	VA (dalam menit)	NVA (dalam menit)	NNVA (dalam menit)
<i>Bending</i>	218	190	42
<i>Welding</i>	200	5	150
<i>Polishing</i>	120	12	28
<i>Pre Assembly</i>	240	13	30
<i>Foaming Supporting Electric Assembly</i>	45	0	82
<i>Final Assembly</i>	85	0	21
<i>Packaging</i>	230	15	50
<i>TOTAL</i>	0	0	65
<i>GRAND TOTAL</i>	1138	235	468
		1841	

Tabel 4. Rekapitulasi Persentase VA, NVA, dan NNVA dalam Produksi

Lini Produksi	VA	NVA	NNVA
<i>Bending</i>	48,44%	42,22%	9,33%
<i>Welding</i>	56,34%	1,41%	42,25%
<i>Polishing</i>	75,00%	7,50%	17,50%
<i>Pre- Assembly</i>	84,81%	4,59%	10,60%
<i>Foaming Supporting Electric Assembly</i>	35,43%	0,00%	64,57%
<i>Final Assembly</i>	80,19%	0,00%	19,81%
<i>Packaging</i>	77,97%	5,08%	16,95%
	0,00%	0,00%	100,00%

Setelah didapatkan VA, NVA, dan NNVA, dibuat peta *current value stream mapping* seperti yang dapat ditemukan pada **Gambar 1**.

Data efisiensi mesin *bending* juga dihitung berdasarkan dengan membandingkan data *stroke* realita (satu bulan) dengan data kapasitas mesin *bending* (*stroke*), dapat ditemukan pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Data Efisiensi Mesin Bending

No.	Kapasitas Mesin (Stroke/Hari)	Kapasitas Aktual (Stroke/Hari)	Efisiensi Mesin
1	2143	1159	54%
2	2143	1075	50%
3	2143	1206	56%
4	2143	1184	55%

Tabel 5. Data Efisiensi Mesin Bending (Lanjutan)

No.	Kapasitas Mesin (Stroke/Hari)	Kapasitas Aktual (Stroke/Hari)	Efisiensi Mesin
5	2143	807	38%
6	2143	1249	58%
7	2143	1305	61%
8	2143	1409	66%
9	2143	1006	47%
10	2143	1268	59%
11	2143	1701	79%
12	2143	1310	61%
13	2143	1514	71%
14	2143	1743	81%
15	2143	792	37%
16	2143	879	41%
17	2143	806	38%
18	2143	844	39%
19	2143	1180	55%
20	2143	1016	47%
21	2143	954	45%
<i>Average</i>	2143	1163	54%

Efisiensi mesin bending berdasarkan rata-rata adalah didapatkan sebesar 54%. Hal ini tentu berpengaruh terhadap tingkat efisiensi produksi pada departemen refrigerator. Hal ini dikarenakan dalam departemen refrigerator, mesin *bending* berperan sebagai lini produksi yang mengawali produksi, sehingga apabila mesin bending tidak dapat bekerja dengan efektif dan efisien, maka pekerjaan di lini produksi selanjutnya tidak dapat dikerjakan.

Backlog didefinisikan sebagai suatu kekurangan dari sebuah produksi, dimana dalam kasus ini, backlog adalah selisih stroke antara kapasitas mesin aktual dan kapasitas mesin sesungguhnya. Backlog dikonversikan kedalam bentuk menit produksi, dengan cara mengalikan jumlah missing stroke dengan jumlah stroke seharusnya dalam satu menit. Data perhitungan Backlog dapat ditemukan pada **Tabel 6**.

Tabel 6. Backlog Produksi pada Mesin Bending

No.	Backlog (Stroke/ Hari)	Backlog (Menit/ Hari)	Backlog (Menit/ Bulan)	Backlog (Jam/ Bulan)
1	984	196,8	3936	65,6
2	1068	213,6	4272	71,2
3	937	187,4	3748	62,5
4	959	191,8	3836	63,9
5	1336	267,2	5344	89,1
6	894	178,8	3576	59,6
7	838	167,6	3352	55,9
8	734	146,8	2936	48,9
9	1137	227,4	4548	75,8
10	875	175	3500	58,3
11	442	88,4	1768	29,5
12	833	166,6	3332	55,5

Tabel 6. Backlog Produksi pada Mesin Bending (Lanjutan)

No.	Backlog (Stroke/Hari)	Backlog (Menit/Hari)	Backlog (Menit/Bulan)	Backlog (Jam/Bulan)
13	629	125,8	2516	41,9
14	400	80	1600	26,7
15	1351	270,2	5404	90,1
16	1264	252,8	5056	84,3
17	1337	267,4	5348	89,1
18	1299	259,8	5196	86,6
19	963	192,6	3852	64,2
20	1127	225,4	4508	75,1
21	1189	237,8	4756	79,3
<i>Average</i>	1163	232,6	4652	77,5

Efisiensi mesin tentu mempengaruhi output aktual dari yang dapat diberikan seharusnya oleh mesin, hal ini tentu bersifat kontra dengan apa yang menjadi tujuan pabrik, yakni untuk meningkatkan output produksi dan memproduksi lebih banyak produk untuk kedepannya. Berdasarkan pada perhitungan yang telah ditampilkan pada Tabel 6, dapat diketahui bahwa terdapat backlog produksi sebesar 232,6 menit per hari yang dihasilkan oleh mesin bending. Hal ini berarti bahwa sebagai lini produksi pertama yang dilakukan dalam PT XYZ tepatnya departemen refrigerator, lini produksi bending menghasilkan efek kontra yang cukup besar terhadap tujuan perusahaan dan departemen dibuktikan dengan nilai backlog yang besar.

Peneliti kemudian melanjutkan penelitian dengan mencari akar masalah atau root cause yang menyebabkan terjadinya efisiensi rendah, yang menuju pada backlog dan output yang statis dengan menggunakan metode analisis Fault Tree Analysis atau FTA. Hasil daripada analisis fault tree analysis dapat ditemukan pada **Gambar 2**.

Dari hasil analisis yang telah dilakukan dengan metode Fault Tree Analysis (FTA) maka peneliti menarik saran perbaikan yang dapat ditemukan pada **Tabel 7**.

Hasil-hasil penerapan rekomendasi perbaikan digambarkan melalui diagram future value stream mapping (VSM) akhir dan juga digambarkan melalui data perhitungan perkiraan peningkatan efisiensi mesin bending. Hasil akhir future value stream mapping digambarkan dengan penambahan satu lini produksi yakni lini produksi sorting, dengan hasil akhir future value stream mapping dapat ditemukan pada **Gambar 3**.

Perhitungan efisiensi mesin akhir diawali dengan menghitung total stroke available atau struk tersedia dihitung berdasarkan total waktu yang telah didapatkan oleh lini produksi bending dengan membuka lini produksi sorting, yakni dengan menggeser aktivitas-aktivitas kerja operator bending ke lini produksi sorting.

Dengan adanya lini produksi baru yakni sorting, maka peneliti dapat melanjutkan dalam menghitung rekapitulasi perhitungan VA, NVA, dan NNVA dalam produksi setelah perbaikan dan rekapitulasi persentase VA, NVA, dan NNVA dalam produksi setelah perbaikan, serta melihat persentase VA, NVA, dan NNVA dalam lini produksi bending yang secara berturut turut ditampilkan pada **Tabel 8** dan **Tabel 9**.

Tabel 7. Rekapitulasi Perhitungan VA, NVA, dan NNVA dalam Produksi Setelah Perbaikan

Total menit pekerjaan	VA	NVA	NNVA
<i>Sorting</i>	0	0	105
<i>Bending</i>	358	50	42
<i>Welding</i>	200	5	150
<i>Polishing</i>	120	12	28
<i>Pre-assembly</i>	240	13	30
<i>Foaming</i>	45	0	82
<i>Supporting</i>	85	0	21
<i>Electric Assembly</i>	230	15	50
<i>Packaging</i>	0	0	65
TOTAL	1278	95	573
GRAND TOTAL		1946	

Tabel 8. Rekapitulasi Persentase VA, NVA, dan NNVA dalam Produksi Setelah Perbaikan

Perbandingan VA/NVA/NNVA	VA	NVA	NNVA
<i>Sorting</i>	0,00%	0,00%	100,00%
<i>Bending</i>	79,56%	11,11%	9,33%
<i>Welding</i>	56,34%	1,41%	42,25%
<i>Polishing</i>	75,00%	7,50%	17,50%
<i>Pre-assembly</i>	84,81%	4,59%	10,60%
<i>Foaming</i>	35,43%	0,00%	64,57%
<i>Supporting</i>	80,19%	0,00%	19,81%
<i>Electric Assembly</i>	77,97%	5,08%	16,95%
<i>Packaging</i>	0,00%	0,00%	100,00%

Peneliti selanjutnya melakukan perhitungan harapan peningkatan efisiensi mesin dengan menggunakan data total waktu produksi pada mesin bending yang baru dan data kapasitas mesin bending. Hasil perhitungan ditunjukkan melalui **Tabel 10**.

Tabel 9. Perhitungan Efisiensi Mesin Bending Setelah Perbaikan

Waktu Tambah Tersedia (Menit/Hari)	Kapasitas Mesin (Stroke/Menit)	Expected Added (Stroke/Hari)	Expected Stroke /Hari	Kapasitas Mesin (Stroke/Hari)	Expected Efficiency
140	5	700	1863	2143	87%

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan pada **Tabel 5** dan **Tabel 10**, didapatkan peningkatan efisiensi mesin bending sebesar 33%. Hal ini menandakan bahwa dengan membuka lini produksi baru sebelum lini produksi *bending*, maka akan sangat meningkatkan kinerja mesin *bending*, karena operator tak lagi harus bekerja ekstra dan melakukan banyak aktivitas yang menyebabkan NVA.

Tabel 10. Usulan Perbaikan dari Hasil Analisis *Fault Tree Analysis*

<i>Top Event</i>	<i>Root Cause / Faktor Penyebab Losses</i>	Usulan Perbaikan
<i>Material</i>	Material <i>bending</i> yang tidak sesuai dengan gambar	Melakukan koordinasi dan <i>brainstorming</i> dengan tim PD (<i>Product Development</i>) untuk mencegah kesalahan pada BOM dan pada gambar sehingga material yang datang tidak salah
<i>Machine</i>	Mesin <i>bending</i> yang sudah tua	Melakukan perlakuan khusus terhadap mesin dengan bantuan teknisi agar mampu meminimalisir terjadinya <i>error</i> akibat usia mesin, opsi lain yakni dengan melakukan pembelian terhadap mesin baru dengan usia yang lebih muda
<i>Environment</i>	<i>Supply</i> material dari <i>supplier</i> dengan trolley yang tidak tertata dengan baik	Merancang suatu lini produksi sebelum <i>bending</i> , yakni lini produksi <i>sorting</i> dengan jumlah operator 1 hingga 2 orang, yang bekerja untuk melakukan aktivitas-aktivitas yakni mencari dan memilah material ditrolley material dan mentransfer material secara langsung ke meja <i>bending</i> sehingga operator tidak perlu memakan waktu yang lama untuk mengambil material
<i>Man</i>	Permintaan atau <i>request customer</i> terhadap barang yang berbeda-beda	Melakukan <i>brainstorming</i> mulai dari pihak marketing, PD, PPIC, penggambar atau <i>drawer</i> dan operator yang dapat dilakukan secara berkala ataupun secara bertahap (dari atas kebawah) untuk memastikan bahwa dari kedatangan material hingga proses produksi material, alur informasinya mengalir secara merata sehingga operator tidak mengalami kesulitan selama proses produksi
<i>Method</i>	Setiap material memiliki tipe <i>bending</i> yang berbeda	Melakukan proses produksi yang memerlukan atau menggunakan <i>disk</i> yang sama secara bersamaan, sehingga ketika mengganti <i>disk</i> , sudah tidak ada lagi material yang tertinggal dan menyebabkan pergantian <i>disk</i> secara berulang
	Tidak adanya <i>trial and error</i> atau penelitian lebih lanjut terkait metode penjadwalan	Melakukan penelitian lebih lanjut serta melakukan proses <i>trial and error</i> terkait dengan metode penjadwalan agar dapat mencakup <i>deadline</i> untuk seluruh lini produksi, disarankan dengan menggunakan metode penjadwalan dengan <i>routing sheet</i> untuk memperjelas <i>deadline</i> produksi setiap lini produksi

4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan pengolahan dan analisis data yang dilakukan, didapatkan beberapa kesimpulan dan saran dari penelitian ini yakni bahwa inefisiensi dalam proses produksi di PT XYZ terutama disebabkan oleh lini kerja bending. Berdasarkan analisis Value Stream Mapping, PT XYZ memproduksi refrigerator melalui tujuh lini kerja utama yaitu bending, welding, polishing, pre-assembly, foaming supporting, electric assembly, final assembly, serta dua lini kerja tambahan yaitu quality control dan packing. Lini bending menunjukkan persentase NVA terbesar, yaitu 190 menit atau 42,22%, yang menyebabkan inefisiensi produksi. Analisis lebih lanjut menunjukkan backlog pada mesin bending rata-rata mencapai 1163 stroke atau 232,6 menit per hari, yang berdampak pada rendahnya rata-rata efisiensi mesin.

Efisiensi mesin bending tercatat sebesar 54% berdasarkan pengamatan selama 21 hari kerja, yang dihitung dari perbandingan kapasitas stroke aktual mesin dengan kapasitas stroke sesungguhnya. NVA terbesar teridentifikasi pada proses ke-4 dan ke-5, yakni pemilihan dan pemindahan material dari trolley raw material yang datang secara acak. Wawancara dengan supervisor dan operator bending menguatkan temuan ini, menunjukkan bahwa raw material yang tidak tersorting otomatis menyebabkan keterlambatan. *Fault Tree Analysis* mengidentifikasi lima akar masalah utama: mesin bending yang tua, permintaan customer yang bervariasi, tipe bending material yang berbeda, kurangnya trial and error dalam metode penjadwalan, serta supply material yang tidak tertata dengan baik dari supplier. Untuk mengatasi masalah ini, disarankan penambahan lini kerja sorting yang dapat membantu memisahkan raw material sesuai produk tertentu. Hal ini diharapkan dapat mengurangi NVA pada operasi kerja ke-4 dan ke-5, sehingga pada Future Value Stream Mapping, NVA dapat turun menjadi 11,11% dan efisiensi mesin bending meningkat hingga 87%.

Rekomendasi perbaikan ini berdasarkan penelitian sebelumnya dan memerlukan uji lebih lanjut untuk memastikan efektivitas lini kerja sorting. Penelitian tambahan diperlukan untuk memastikan bahwa pembukaan lini kerja *sorting* memberikan keuntungan signifikan bagi perusahaan dan meningkatkan efisiensi produksi secara keseluruhan.

Penelitian ini belum memperhitungkan secara *real-time* urgensi pembukaan lini kerja baru (*sorting*). Penelitian selanjutnya diharapkan dapat mengkaji urgensi ini sebelum memberikan saran pembukaan lini kerja baru. Selain itu, beban kerja pada operator *bending*, yang juga bisa menjadi penyebab terjadinya *losses*, belum diperhitungkan. Oleh karena itu, penelitian berikutnya perlu memasukkan perhitungan aspek manusia, terutama beban kerja dan korelasinya terhadap efektivitas serta efisiensi produksi.

Penelitian ini masih memiliki keterbatasan dan perlu penyempurnaan dalam hal perhitungan, alasan di balik rekomendasi perbaikan, serta analisis data. Penelitian berikutnya diharapkan dapat menyempurnakan aspek-aspek ini, sehingga rekomendasi perbaikan lebih tepat sasaran dan berguna bagi perusahaan untuk evaluasi dan peningkatan performa.

5. Ucapan Terima Kasih

Penulis dengan tulus ingin menyampaikan rasa terimakasih yang mendalam kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, bantuan, kerjasama, dan semangat selama penulisan Laporan Kerja Praktik ini, termasuk:

1. Tuhan YME atas anugerah dan karunia-Nya kepada penulis. Penulis sangat bersyukur atas segala kemudahan dan kelancaran yang diberikan selama proses penyusunan Laporan Kerja Praktik ini.
2. Kedua orang tua penulis yang selalu memberikan dorongan serta motivasi baik secara rohani, jasmani, dan materiil.
3. Ibu Dr. Diana Puspita Sari, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing kerja praktik yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan bantuan dalam penyusunan laporan ini.
4. Teman-teman serta semua pihak yang berkenan memberikan dukungan, masukan, saran dan semangat kepada penulis.

6. Daftar Pustaka

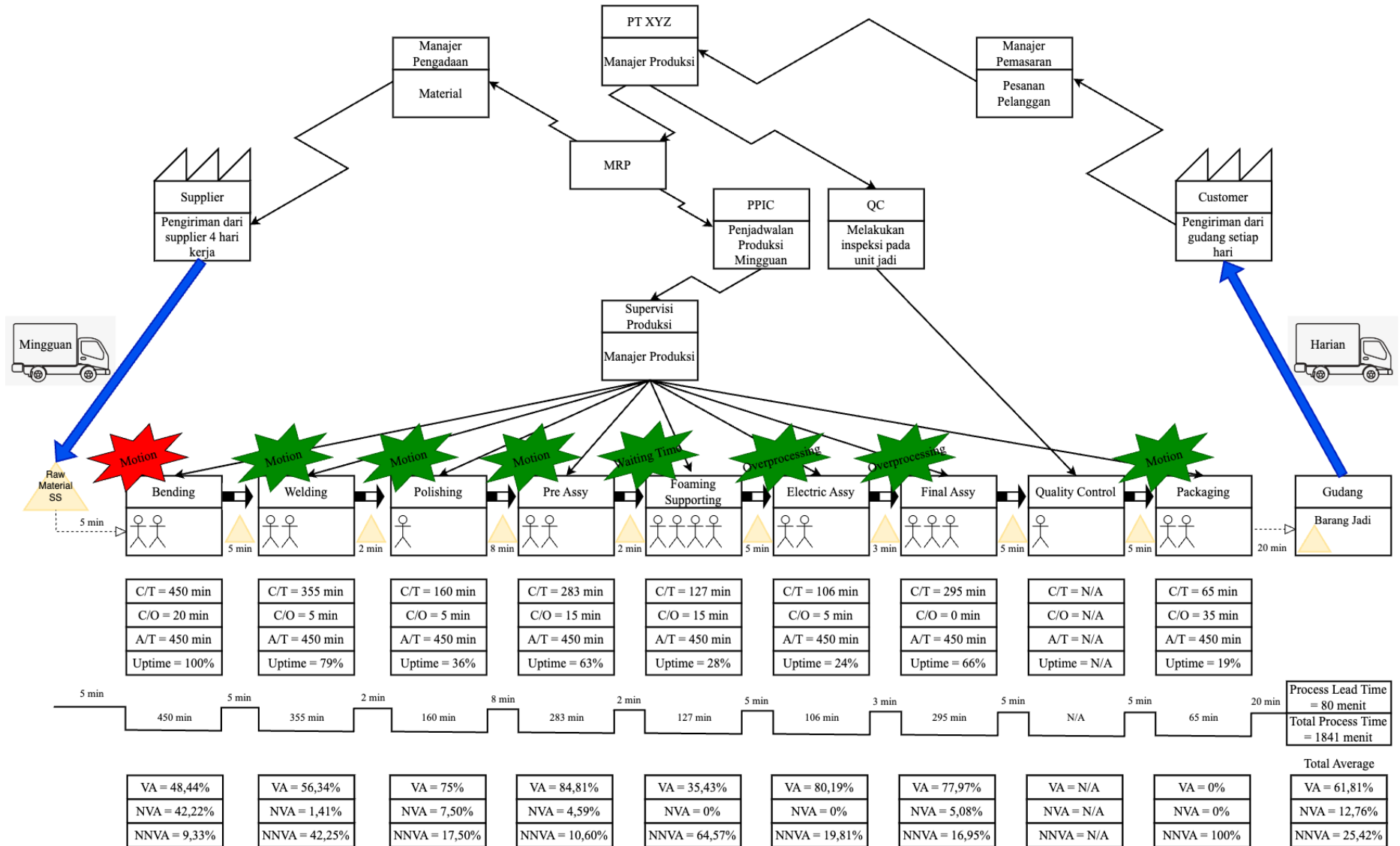
- Nastiti, H. (2014). "Analisis pengendalian kualitas produk dengan metode statistical quality control (Studi kasus: pada PT "X" Depok)". *Sustainable Competitive Advantage (SCA)*, 4(1).
- Vindi, A. (2019). *Analisa Kualitas Pemotongan Plate Menggunakan Metode FMEA di PT. Korina*. Universitas Mercu Buana Jakarta: Jakarta.
- Hamdani, D. (2022). "Pengendalian Kualitas Dengan Menggunakan Metode Seven Tools Pada PT X.". *Jurnal Ekonomi, Manajemen dan Perbankan (Journal of Economics, Management and Banking)* 6.3, pp.139-143.

- Prihantoko, S. A. (2015). *Minimasi Waste Pada PT. Petrokimia Kayaku Menggunakan Analisis Lean Manufacturing*. Diss. Doctoral Dissertation.
- Busro, M. (2018). *Teori-teori Manajemen Sumber Daya Manusia*. Sidoarjo: Prenadamedia Group.
- Formoso, C., Soibelman, L., Cesare, C., & Isatto, E. (2002). Material Waste in Building Industry: Main Causes and Prevention. *Journal of Construction Engineering and Management*, 128, pp.316-325.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2013). *Management: Strategy, Planning and Opertiation*. New York: Pearson Education.
- Pujawan, I. N., & Mahendrawathi. (2010). *Supply Chain Management*. Surabaya: Guna Widya.
- Stevenson, W. J., & Chuong, C. (2014). *Manajemen Operasi Perspektif Asia*. Jakarta: Salemba Empat.
- Schroeder, R. G. (2007). *Operations Management: Contemporary Concepts and Cases*. Singapore: McGraw Hill.
- Putriadi, C. (2017, Juni 22). *Pengertian Supply Chain, Manajemen Rantai Pasok, dan Contoh Proses*. Retrieved from mgt-logistik.com: <https://mgt-logistik.com/supply-chainadalah/>
- Simchi-Levi, D., Kaminsky, P., & Simchi-Levi, E. (2009). *Designing and Managing the Supply Chain*. Boston: McGraw-Hill.
- Worthen, & Wailgum. (2008). *Supply Chain Management Definition and Solutions*
- Wright, Peter, Mark Kroll, Ananda Mukhreji, Michael L. Pettus. 2009. "Do the Contingencies of External Monitoring, Ownership Incentives, or Free Cash Flow Explain Opposing Firm Performance Expectations?". *Journal Management Governance*, 13, pp.215-24.
- Siahaya, W. (2013). *Sukses Supply Chain Management Akses Demand Chain Management*. Jakarta: Penerbit In Media.
- Lestari, K., & Susandi, D. (2019). *Penerapan Lean Manufacturing untuk mengidentifikasi waste pada proses produksi kain knitting di lantai produksi PT. XYZ*. IRWNS 10th Industrial Research Workshop and National Seminar, 2.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. New York: Free Press, Simon & Schuster, Inc.
- Gaspersz, V. (2011). *Total Quality Management: Untuk Praktisi Bisnis dan Industri*. Jakarta: Vinchrsto Publication.
- Hines, & Taylor. (2000). *Going Lean*, Lean Enterprise Research Center. Cardiff: Cardiff Business School.
- Liker, J. K., & Meier, D. (2006). *The Toyota Way Fieldbook A Particular Guide For Implementing Toyota's 4Ps*. New York: McGraw-Hill.
- Karina, A., & Rumita, R. (2017). *Penerapan Lean Manufacturing Pada Produksi ITC CV. Mansgroup Dengan Menggunakan Value Stream Mapping dan 5S*. *Industrial Engineering Online Journal*, vol. 6, no. 1, Jan. 2017, pp.1-9.

- Rawabdeh, I. (2005). A model for the assessment of waste in job shop environments. Amman, Jordan: University of Jordan.
- Rother, M., & Shook, J. (2003). Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda. Cambridge: Lean Enterprise Institute.
- Situngkir, M. K. (2018). Perancangan Lean Manufacturing Menggunakan Wam, Valsat Dan Simulasi Di Pt Waskita Beton Precast Tbk Plant Subang. Bandung: Universitas Komputer Indonesia.
- Dennis, P. (2017). Lean production simplified: a plain-language guide to the world's most powerful production system. Florida: CRC Press.
- Langstrand, J. (2016). An introduction to value stream mapping and analysis. Linköping: Linköping University.
- Hines, & Taylor. (2000). Going Lean, Lean Enterprise Research Center. Cardiff: Cardiff Business School.
- Maulana, Y. (2019). Identifikasi Waste dengan Menggunakan Metode Value Stream Mapping pada Industri Perumahan. Journal of Industrial Engineering and Operation Management (JIEOM), 2(2), Article 2.
- Blanchard, B. (2004). Logistics Engineering and Management 6 Edition. New Jearsey: Pearson Prentice-Hall.
- Priyanta, D. (2000). Keandalan Dan Perawatan. Surabaya: Institut Teknologi Surabaya.
- Foster, S. T. (2004). Managing Quality: an Integrative Approach. New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Widjanarka, W. (2006). Teknik Digital. Jakarta: Erlangga.
- Riadi, M. (2023, Juni 25). Fault Tree Analysis (FTA) - Fungsi, Metode, Simbol dan Langkah Pembuatan. Retrieved from kajianpustaka: <https://www.kajianpustaka.com/2023/06/fault-tree-analysis-fta.html>
- Sugiyono. (2013). Metodologi Penelitian Kuantitatif, Kualitatif Dan R&D. Bandung: Alfabeta.
- Montgomery, C. D. (2009). Introduction to statistical quality control 7th edition. New York: Wiley.

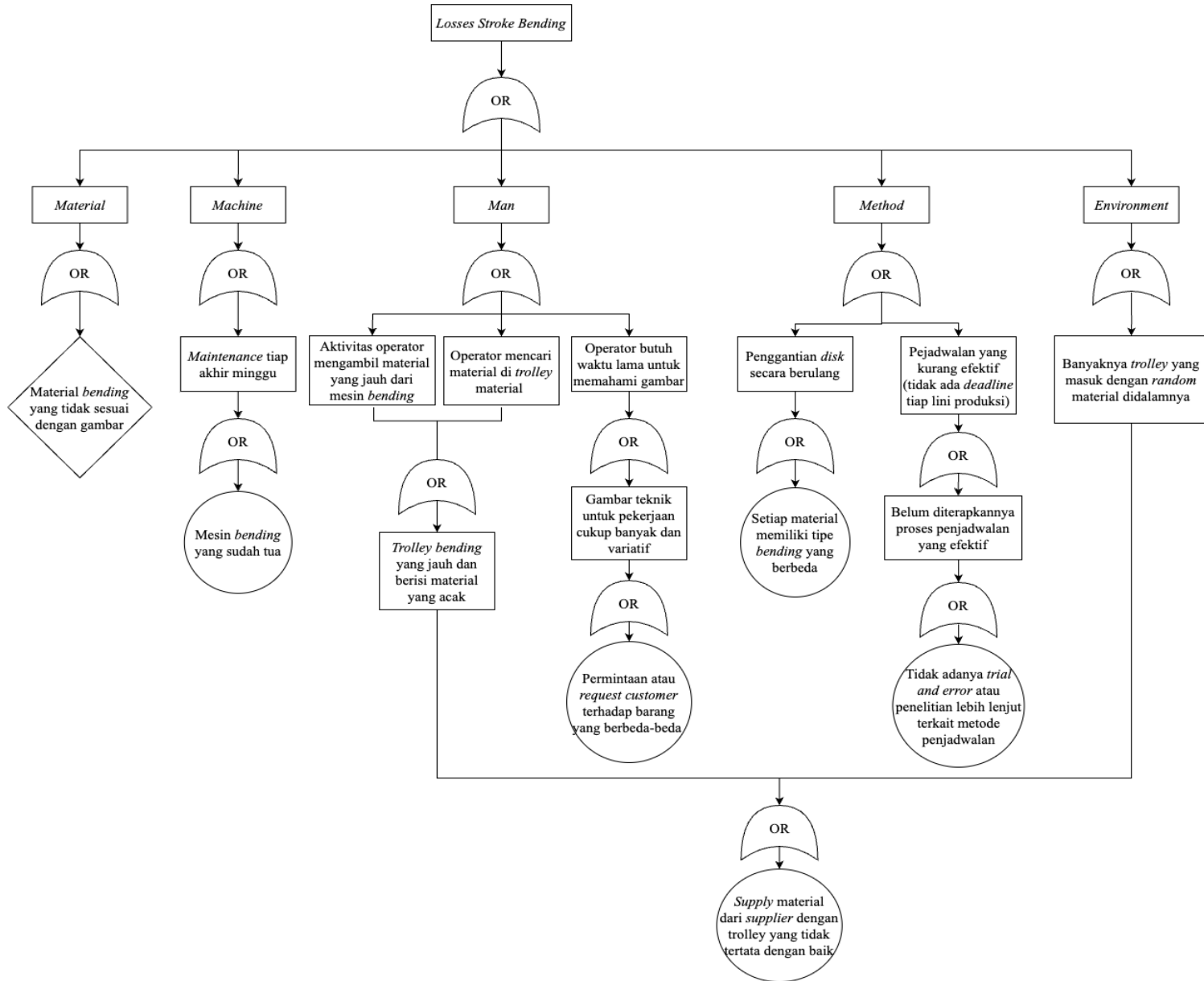
7. Lampiran

Lampiran 1. Current Value Stream Mapping PT XYZ Departemen Refrigerator



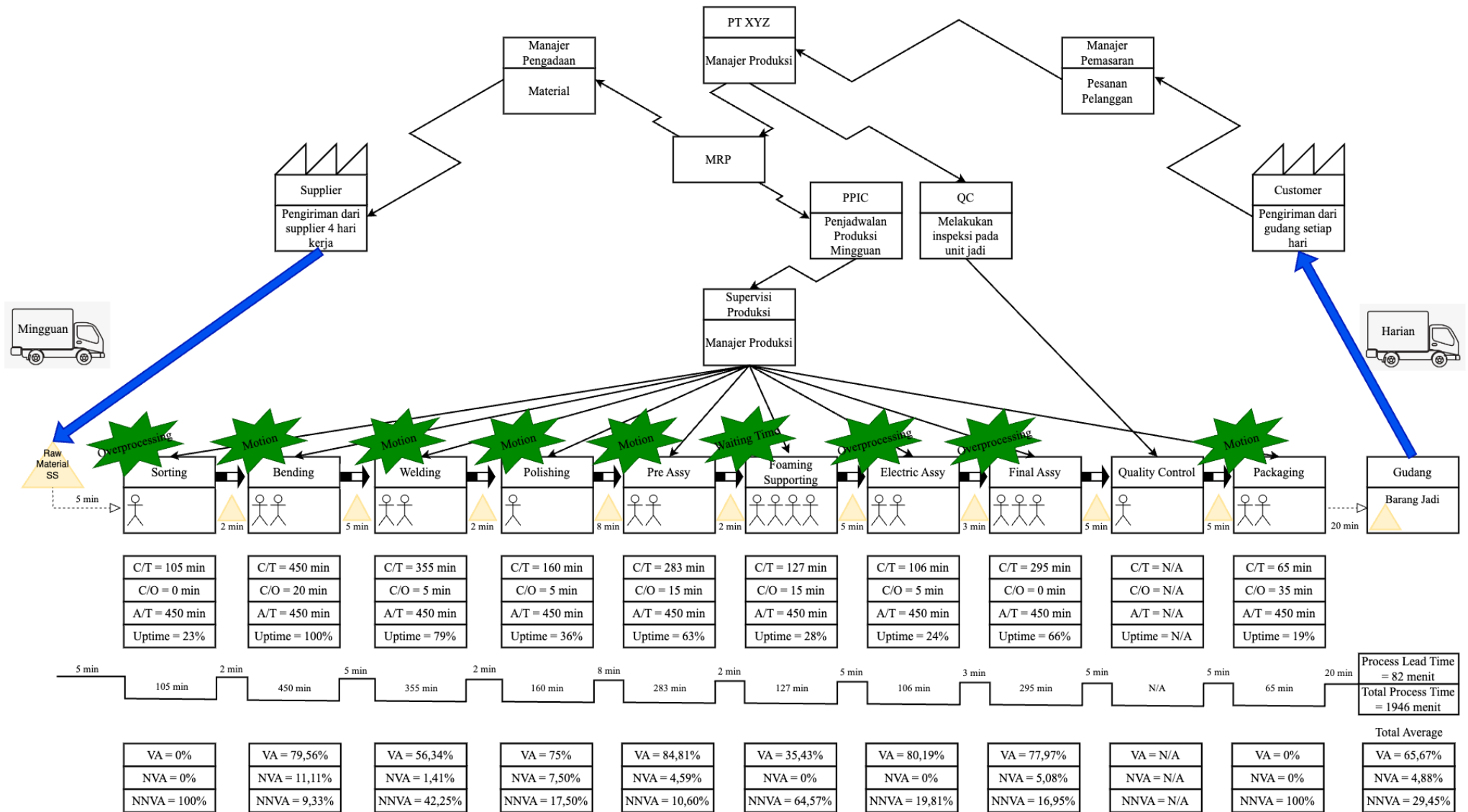
Gambar 1. Current Value Stream Mapping PT XYZ Departemen Refrigerator

Lampiran 2. Analisis *Fault Tree Analysis* (FTA) Terhadap Penyebab *Losses*



Gambar 2. Analisis *Fault Tree Analysis* (FTA) Terhadap Penyebab *Losses*

Lampiran 3. Future Value Stream Mapping



Gambar 3. Future Value Stream Mapping