

**UPAYA PERBAIKAN TINGKAT PRODUKTIVITAS
PROSES PRODUKSI *POWER TRANSFORMER* 60
MVA DI PT X**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat guna mencapai gelar
Sarjana dalam bidang ilmu Teknik Industri

Disusun oleh:

Nama : Maureen Priscylia

NPM 2016610209



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG
2021**

**UPAYA PERBAIKAN TINGKAT PRODUKTIVITAS
PROSES PRODUKSI *POWER TRANSFORMER* 60
MVA DI PT X**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat guna mencapai gelar
Sarjana dalam bidang ilmu Teknik Industri

Disusun oleh:

Nama : Maureen Priscylia

NPM 2016610209



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG
2021**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG**



Nama : Maureen Priscylia
NPM : 2016610209
Jurusan : Teknik Industri
Judul Skripsi : UPAYA PERBAIKAN TINGKAT PRODUKTIVITAS PROSES
PRODUKSI *POWER TRANSFORMER* 60 MVA DI PT X

TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI

Bandung, Agustus 2021

**Ketua Program Studi Sarjana
Teknik Industri**

(Dr. Ceicalia Tesavrita, S.T., M.T.)

Dosen Pembimbing Tunggal

(Yani Herawati, S.T., M.T.)



PERNYATAAN TIDAK MENCONTEK ATAU MELAKUKAN PLAGIAT

Saya, yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Maureen Priscylia

NPM : 2016610209

dengan ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul :

“UPAYA PERBAIKAN TINGKAT PRODUKTIVITAS PROSES PRODUKSI POWER TRANSFORMER 60 MVA DI PTX”

adalah hasil pekerjaan saya dan seluruh ide, pendapat atau materi dari sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan, maka saya bersedia menanggung sanksi yang akan dikenakan kepada saya.

Bandung, 20 Agustus 2021

Maureen Priscylia
2016610209

ABSTRAK

PT X adalah sebuah perusahaan yang memproduksi trafo yang menggunakan sistem produksi *make-to-order*. Penelitian dilakukan menggunakan data dari periode April 2018 – Maret 2019 dan April 2019 – Maret 2020, di mana pada kedua periode tersebut tingkat produktivitas pada proses produksi *power transformer* 60 MVA tidak mencapai target yang telah ditetapkan perusahaan. Sehingga muncul dua rumusan masalah yaitu faktor apa saja yang menjadi penyebab tidak tercapainya target tingkat produktivitas yang telah ditetapkan perusahaan dan upaya perbaikan apa yang bisa dilakukan oleh PT X untuk memperbaiki hal tersebut.

Terdapat dua bagian proses pengolahan data yang dilakukan, bagian pertama yaitu pengolahan data tingkat produktivitas di tiap proses utama pembuatan trafo dan pemetaan aktivitas penyebab terjadinya *loss*, dan bagian kedua adalah evaluasi kondisi rantai produksi. Metode yang digunakan untuk pengolahan data antara lain adalah dengan menggunakan kombinasi *bar* dan *line chart* dan *fishbone diagram*, sementara evaluasi menggunakan *tools* seperti *spaghetti diagram*, *balance diagram*, perhitungan takt *time*, dan *value stream mapping*.

Penentuan fokus analisis dan perbaikan menggunakan *80/20 rule*, di mana fokus perbaikan adalah *management loss* dan *capacity loss* dengan persentase mencapai 82,57%. Terdapat beberapa usulan untuk mengatasi terjadinya kedua jenis *loss* yaitu penerapan *kanban*, *5 Whys* sebagai cara *problem solving*, *swimlane diagram*, dan *5S*. Selain itu terdapat upaya penerapan *lean manufacturing* di rantai produksi untuk membantu memperbaiki nilai tingkat produktivitas yaitu dengan menggunakan *tools* berupa *future state value stream mapping*, perhitungan takt *time* saat ini dan perbaikan dalam *balance diagram*, *four strategies to lean*, dan *standard work* untuk mengatasi variasi dalam waktu proses.

ABSTRACT

PT X is a company that produces transformer that uses make-to-order as the production system. The data used on the research is from the period of April 2018 – March 2019 and April 2019 – March 2020, where in both periods the productivity level of the 60 MVA power transformer production process did not reach the target set by the company. There were several questions that rose that were used as the basis for research, namely what factors were the cause of not achieving the productivity level target set by the company and what kind of improvement efforts that can be done by PT X in order to solve the problem.

There are two parts of data processing processes carried out, first is the processing of the productivity level data in each main process of making the transformer and mapping activities that caused losses to happen on production floor, and second is production floor evaluation. The method used for processing processes a combination of bar and line charts and fishbone diagram, meanwhile spaghetti diagrams, balance diagrams, takt time calculations, and value stream mapping are used for evaluation process.w

The 80/20 rule is used to determine the focus of the data analysis and improvement, where the type of loss that is the focus for improvement is management loss and capacity loss with a percentage reaching 82.57%. There are several recommendations that can be used to minimize the losses such as implementing Kanban on production floor, 5 Whys as problem solver, swimlane diagram, and 5S. There are also tools that are used to implement lean manufacturing on production floor to help improving productivity rate such as future state value stream mapping, current takt time calculation and improvement on balance diagram, four strategies to lean, and standard work to overcome variation in process time.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur Penulis sampaikan kepada Tuhan yang Maha Esa atas berkat yang diberikan selama proses pengerjaan skripsi dengan judul “Upaya Perbaikan Tingkat Produktivitas Proses Produksi *Power Transformer* 60 MVA di PT X” sehingga penelitian dapat selesai dengan baik dan tepat waktu. Skripsi ini tidak mungkin bisa diselesaikan tanpa bantuan dari banyak pihak, maka dari itu pada kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua, adik, oma, dan seluruh keluarga besar yang selalu memberikan dukungan sejak proses skripsi dimulai sampai selesai, dan juga terima kasih karena selalu percaya dengan saya.
2. Ibu Yani Herawati, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing tunggal yang selalu memberikan arahan, dukungan, dan ilmu baru sehingga proses penulisan skripsi dapat diselesaikan dengan baik. Dukungan yang Ibu berikan sangat membantu saya dalam menemukan kepercayaan diri.
3. Bapak Agus Indarto, Bapak Benyamin Verkino, Bapak Kusnara Wiharma, Bapak Arieffianto, dan Bapak Wahyu dari pihak perusahaan yang telah memberikan informasi dan membantu saya selama proses penulisan skripsi.
4. Bapak Dr. Sugih Sudharma Tjandra, S.T., M.Si. dan Ibu Loren Pratiwi, S.T., M.T. selaku dosen penguji skripsi yang telah memberikan masukan terhadap penelitian yang dilakukan.
5. Nabila Aulia, Shafira Nadyariza Widjaja, Sarah Ucca Kumala, Danesya Ananda, Radella Adelia, Ardhisty Shafira, Vasha Pradipta, dan Hadisti Azzahra selaku teman baik dan teman seperjuangan di Unpar yang sudah menemani saya sejak awal kuliah sampai pada akhir masa perkuliahan.
6. Anggia Glory, Tristan Adi Pradana, Felicia Evelyne, Christian Sandjaja, Vicky Noor Rizky, Venna Velinda, Deviena Raissa, dan Luthfi Anggasari selaku teman baik dan teman seperjuangan di Teknik Industri yang sudah membantu saya dalam perkuliahan dan kehidupan. Tak lupa Deandra Gadis Tamtanus, Nisrina Dwianti, Ivo Vilery Putri, Aulia Ayumna, Marcelline Ajeng, dan Rana Putri yang membantu dalam perkuliahan.

7. Diandra Paramitha, Agatha Binka, dan Dyah Ayu Dewianti Putri selaku teman SMA yang masih menjalin persahabatan sampai hari ini dan terus memberikan dukungan.
8. Ibu Paulina Kus Ariningsih, S.T., M.Sc., selaku dosen wali yang selalu memberikan dukungan setiap kali saya melakukan pertemuan dosen wali di setiap semester.
9. Ibu Catharina Badra Nawangpalupi, S.T., M.Eng.Sc., MTD., Ph.D, yang memberikan dukungan serta membuka pikiran saya sehingga saya bisa mencapai tahap ini dan menyelesaikan studi saya.
10. Pihak-pihak lain yang tidak bisa disebutkan satu per satu karena sudah membantu dalam proses perkuliahan dan penulisan skripsi.

Demikian kata pengantar ini disampaikan, mohon maaf bila terdapat kesalahan dalam penulisan skripsi. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi perusahaan, akademisi, dan masyarakat luas. Penulis dengan terbuka menerima segala bentuk kritik dan masukan mengenai skripsi ini.

Jakarta, 20 Agustus 2021

Penulis
Maureen Priscylia

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I PENDAHULUAN	
I.1 Latar Belakang Masalah.....	I-1
I.2 Identifikasi dan Rumusan Masalah.....	I-3
I.3 Batasan Masalah dan Asumsi Penelitian.....	I-11
I.4 Tujuan Penelitian	I-11
I.5 Manfaat Penelitian	I-12
I.6 Metodologi Penelitian.....	I-12
I.7 Sistematika Penulisan.....	I-14
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
II.1 <i>Lean Manufacturing</i>	II-1
II.2 <i>Productivity Rate</i>	II-6
II.3 <i>Value Stream Mapping</i>	II-7
II.4 Kanban	II-10
II.5 <i>Power System</i>	II-12
II.6 Transformator	II-14
BAB III PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	
III.1 Proses Produksi <i>Power Transformer</i> 60 MVA	III-1
III.2 <i>Productivity Rate</i> dan Pemetaan <i>Loss</i> di Lantai Produksi.....	III-7
III.2.1 Pemetaan pada Proses <i>Insulation</i>	III-26
III.2.2 Pemetaan pada Proses <i>Winding</i>	III-28
III.2.3 Pemetaan pada Proses <i>Core Stack</i>	III-31
III.2.4 Pemetaan pada Proses <i>Phase Assembly</i>	III-33
III.2.5 Pemetaan pada Proses <i>Lead Connection</i>	III-34
III.2.6 Pemetaan pada Proses <i>Core Coil</i>	III-36

III.2.7 Pemetaan pada Proses <i>Final Assembly</i>	III-37
III.2.8 Pemetaan pada Proses <i>Finishing</i>	III-39
III.3. Pemetaan Kondisi Lantai Produksi Saat Ini	III-41

BAB IV ANALISIS DATA DAN USULAN PERBAIKAN

IV.1 Analisis Identifikasi Jenis <i>Loss</i>	IV-1
IV.1.1 Analisis <i>Loss</i> dan Usulan Perbaikan pada Proses <i>Insulation</i>	IV-2
IV.1.2 Analisis <i>Loss</i> dan Usulan Perbaikan pada Proses <i>Winding</i>	IV-7
IV.1.3 Analisis <i>Loss</i> dan Usulan Perbaikan pada Proses <i>Core Stack</i>	IV-14
IV.1.4 Analisis <i>Loss</i> dan Usulan Perbaikan pada Proses <i>Phase Assembly</i>	IV-18
IV.1.5 Analisis <i>Loss</i> dan Usulan Perbaikan pada Proses <i>Lead Connection</i>	IV-19
IV.1.6 Analisis <i>Loss</i> dan Usulan Perbaikan pada Proses <i>Core Coil</i>	IV-21
IV.1.7 Analisis <i>Loss</i> dan Usulan Perbaikan pada Proses <i>Final Assembly</i> dan <i>Finishing</i>	IV-23
IV.2 Analisis Lantai Produksi Beserta Usulannya	IV-23
IV.2.1 Perhitungan Takt <i>Time</i> Saat Ini Beserta Usulannya	IV-27
IV.2.2 Pemetaan Lantai Produksi dengan <i>Future State Value</i> <i>Stream Mapping</i>	IV-31
IV.3 Usulan Penerapan Sistem <i>Lean</i> di PT X.....	IV-34

BAB V KESIMPULAN SARAN

V.1 Kesimpulan	V-1
V.2 Saran.....	V-2

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DAFTAR TABEL

Tabel I.1	Data Produksi WC Core Stack April 2018	I-5
Tabel I.2	<i>Productivity Rate</i> 2018 – 2020	I-6
Tabel II.1	Potensi EBT di Indonesia	II-13
Tabel III.1	<i>Productivity Rate</i> Proses <i>Insulation</i>	III-9
Tabel III.2	<i>Productivity Rate</i> Proses <i>Winding</i>	III-11
Tabel III.3	<i>Productivity Rate</i> Proses <i>Core Stack</i>	III-13
Tabel III.4	<i>Productivity Rate</i> Proses <i>Core Coil</i>	III-15
Tabel III.5	<i>Productivity Rate</i> Proses <i>Lead Connection</i>	III-17
Tabel III.6	<i>Productivity Rate</i> Proses <i>Phase Assembly</i>	III-19
Tabel III.7	<i>Productivity Rate</i> Proses <i>Final Assembly</i>	III-20
Tabel III.8	<i>Productivity Rate</i> Proses <i>Finishing</i>	III-22
Tabel III.9	Persentase <i>Loss</i> Proses <i>Insulation</i>	III-27
Tabel III.10	Persentase <i>Loss</i> Proses <i>Winding</i>	III-29
Tabel III.11	Persentase <i>Loss</i> Proses <i>Core Stack</i>	III-31
Tabel III.12	Persentase <i>Loss</i> Proses <i>Lead Connection</i>	III-34
Tabel III.13	Persentase <i>Loss</i> Proses <i>Core Coil</i>	III-36
Tabel III.14	Persentase <i>Loss</i> Proses <i>Final Assembly</i>	III-38
Tabel III.15	Persentase <i>Loss</i> Proses <i>Finishing</i>	III-39
Tabel III.16	Rekapitulasi Persentase <i>Loss</i> Proses Produksi <i>Power Transformer</i> 60 MVA.....	III-41
Tabel III.17	Takt <i>Time Power Transformer</i> 60 MVA Perusahaan	III-44
Tabel III.18	Data Takt <i>Time</i> Periode 2018 – 2020.....	III-45
Tabel IV.1	<i>Cause of Loss</i> Proses <i>Insulation</i>	IV-2
Tabel IV.2	<i>Cause of Loss</i> Proses <i>Winding</i>	IV-7
Tabel IV.3	<i>Cause of Loss</i> Proses <i>Core Stack</i>	IV-14
Tabel IV.4	<i>Checklist</i> Audit 3S PT X	IV-16
Tabel IV.5	<i>Cause of Loss</i> Proses <i>Phase Assembly</i>	IV-19
Tabel IV.6	<i>Cause of Loss</i> Proses <i>Lead Connection</i>	IV-19
Tabel IV.7	<i>Cause of Loss</i> Proses <i>Core Coil</i>	IV-21
Tabel IV.8	<i>Average Capacity Utilization</i> Periode April 2020 – Maret 2021 ..	IV-28

Tabel IV.9	<i>Cycle Time</i> Trafo 60 MVA Saat Ini.....	IV-28
Tabel IV.10	Takt <i>Time</i> PT X Saat Ini	IV-28
Tabel IV.11	Jumlah <i>Lane</i> Usulan per Stasiun Kerja.....	IV-30
Tabel IV.12	<i>Time Observation Form</i> Proses Produksi <i>Cylinder</i>	IV-44
Tabel IV.13	Rekapitulasi <i>Loss</i> dan Usulan Perbaikan	IV-49

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1	Proyeksi Kebutuhan Listrik per Sektor di Indonesia Tahun 2003 - 2020.....	I-1
Gambar I.2	Konsumsi Listrik di Indonesia (kWh per kapita) Tahun 2015 – 2020.....	I-2
Gambar I.3	<i>Productivity Rate</i> per Stasiun Kerja Periode April 2018 – Maret 2019.....	I-8
Gambar I.4	<i>Productivity Rate</i> per Stasiun Kerja Periode April 2019 – Maret 2020.....	I-9
Gambar I.5	Metodologi Penelitian.....	I-13
Gambar II.1	<i>Seven Wastes of Lean</i>	II-1
Gambar II.2	<i>Toyota Production System House</i>	II-3
Gambar II.3	<i>Value Stream Mapping Symbols</i>	II-9
Gambar II.4	<i>Withdrawal Kanban Card</i>	II-11
Gambar II.5	<i>Production-Ordering Kanban Card</i>	II-11
Gambar II.6	<i>Alur Power System</i>	II-13
Gambar II.7	<i>Dry Type Transformers</i>	II-15
Gambar II.8	<i>Oil-Filled Transformers</i>	II-15
Gambar III.1	<i>Flow chart</i> Proses Produksi Trafo	III-1
Gambar III.2	<i>Rolling Machine</i>	III-2
Gambar III.3	<i>Cylinder</i> Trafo	III-3
Gambar III.4	Proses <i>Winding</i>	III-4
Gambar III.5	Proses <i>Core Stacking</i>	III-4
Gambar III.6	Proses <i>Core Coil Assembly</i>	III-5
Gambar III.7	Proses <i>Lead Connection</i>	III-6
Gambar III.8	Denah Lantai Produksi PT X.....	III-7
Gambar III.9	Grafik <i>Productivity Rate Insulation</i> April 2018 – Maret 2019....	III-10
Gambar III.10	Grafik <i>Productivity Rate Insulation</i> April 2019 – Maret 2020....	III-10
Gambar III.11	Grafik <i>Productivity Rate Winding</i> April 2018 – Maret 2019.....	III-12
Gambar III.12	Grafik <i>Productivity Rate Winding</i> April 2019 – Maret 2020.....	III-12
Gambar III.13	Grafik <i>Productivity Rate Core Stack</i> April 2018 – Maret 2019 .	III-14

Gambar III.14 Grafik <i>Productivity Rate Core Stack</i> April 2019 – Maret 2020 .	III-14
Gambar III.15 Grafik <i>Productivity Rate Core Coil</i> April 2018 – Maret 2019	III-16
Gambar III.16 Grafik <i>Productivity Rate Core Coil</i> April 2019 – Maret 2020	III-16
Gambar III.17 Grafik <i>Productivity Rate Lead Connection</i> April 2018 – Maret 2019.....	III-18
Gambar III.18 Grafik <i>Productivity Rate Lead Connection</i> April 2019 – Maret 2020.....	III-18
Gambar III.19 Grafik <i>Productivity Rate Phase Assembly</i> April 2018 – Maret 2020.....	III-20
Gambar III.20 Grafik <i>Productivity Rate Final Assembly</i> April 2018 – Maret 2019.....	III-21
Gambar III.21 Grafik <i>Productivity Rate Final Assembly</i> April 2019 – Maret 2020.....	III-22
Gambar III.22 Grafik <i>Productivity Rate Finishing</i> April 2018 – Maret 2019.....	III-24
Gambar III.23 Grafik <i>Productivity Rate Finishing</i> April 2019 – Maret 2020.....	III-24
Gambar III.24 <i>Fishbone Diagram</i> Proses <i>Insulation</i>	III-28
Gambar III.25 <i>Fishbone Diagram</i> Proses <i>Winding</i>	III-30
Gambar III.26 <i>Fishbone Diagram</i> Proses <i>Core Stack</i>	III-32
Gambar III.27 <i>Fishbone Diagram</i> Proses <i>Phase Assembly</i>	III-34
Gambar III.28 <i>Fishbone Diagram</i> Proses <i>Lead Connection</i>	III-35
Gambar III.29 <i>Fishbone Diagram</i> Proses <i>Core Coil</i>	III-37
Gambar III.30 <i>Fishbone Diagram</i> Proses <i>Final Assembly</i>	III-39
Gambar III.31 <i>Fishbone Diagram</i> Proses <i>Finishing</i>	III-40
Gambar III.32 <i>Manufacturing Cell</i> Lantai Produksi PT X.....	III-43
Gambar III.33 <i>Spaghetti Diagram</i> Lantai Produksi PT X	III-43
Gambar III.34 <i>Balance Diagram</i> Proses Produksi <i>Power Transformer</i> 60 MVA.....	III-46
Gambar III.35 <i>Current State Value Stream Mapping</i>	III-49
Gambar IV.1 Diagram Pareto Identifikasi Jenis <i>Loss</i> Mengikuti 80/20 Rule	IV-1
Gambar IV.2 Formulir 5 <i>Whys</i>	IV-3
Gambar IV.3 <i>Production-Ordering Kanban Card (Part)</i> Usulan	IV-9
Gambar IV.4 <i>Production-Ordering Kanban Card (Material)</i> Usulan	IV-10
Gambar IV.5 <i>Withdrawal Kanban Card</i> Usulan	IV-11

Gambar IV.6	Denah Lantai Produksi Usulan dengan <i>Spaghetti Diagram</i>	IV-24
Gambar IV.7	Usulan <i>Manufacturing Cell</i> Lantai Produksi PT X.....	IV-25
Gambar IV.8	<i>Balance Diagram</i> Saat Ini	IV-29
Gambar IV.9	<i>Balance Diagram</i> Takt <i>Time</i> Teoritis vs <i>Cycle Time</i> Usulan	IV-31
Gambar IV.10	<i>Future State Value Stream Mapping</i>	IV-32
Gambar IV.11	<i>The Five Precursors to Lean (an Evaluation Matrix)</i>	IV-42
Gambar IV.12	Lembar <i>Standard Worksheet</i> Usulan	IV-45
Gambar IV.13	<i>Swimlane Diagram</i> untuk <i>Awaiting Disposition Material</i> Rusak	IV-47

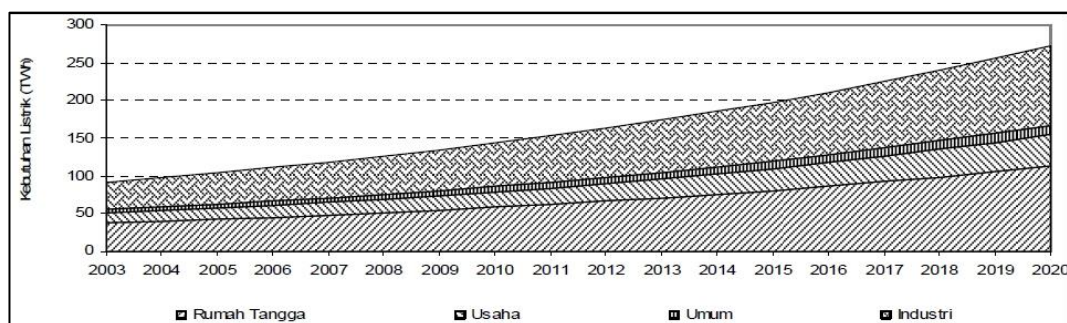
BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini terbagi ke dalam beberapa sub-bab yang memaparkan latar belakang masalah, dan dilanjutkan dengan mengidentifikasi dan merumuskan masalah dalam penelitian. Dipaparkan pula manfaat dan tujuan penelitian serta batasan dan asumsi yang digunakan. Terakhir, dijelaskan juga mengenai metodologi penelitian yang merupakan gambaran singkat dari tahap-tahap yang dilakukan dalam penelitian dan metodologi penulisan.

I.1 Latar Belakang Masalah

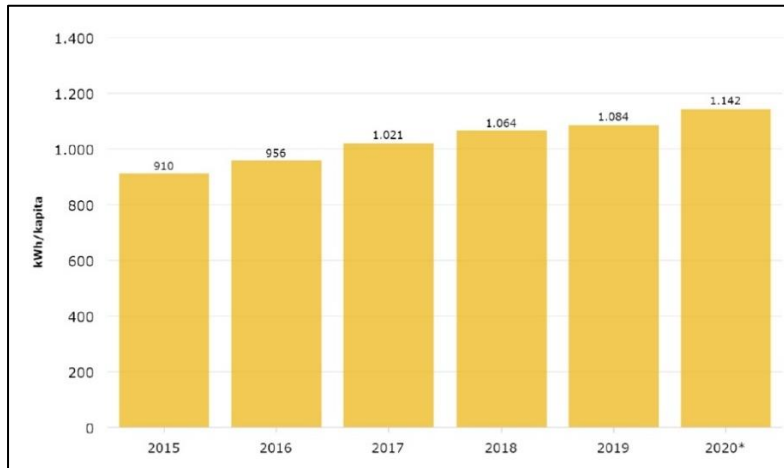
Kebutuhan manusia atas energi listrik merupakan kebutuhan primer yang harus dipenuhi, di mana hampir seluruh aktivitas yang dilakukan sehari-hari dibantu dengan energi listrik. Semakin berkembangnya teknologi, konsumsi energi listrik pun semakin tinggi, baik dari sektor industri, sektor komersil, maupun sektor rumah tangga. Untuk memenuhi kebutuhan energi listrik penduduk Indonesia, Dinas Perencanaan Sistem PT PLN (Persero) dan Tim Energi BPPT melakukan riset yang mempertimbangkan seluruh sektor dan 22 wilayah pemasaran listrik PLN. Gambar I.1 merupakan hasil proyeksi kebutuhan energi listrik di semua sektor di Indonesia dari tahun 2003 sampai tahun 2020.



Gambar I.1 Proyeksi Kebutuhan Listrik per Sektor di Indonesia Tahun 2003 – 2020
(Sumber: Mukhlis & Permana, 2003)

Pada kenyataannya, konsumsi listrik di Indonesia memang betul meningkat dalam enam tahun terakhir, dilihat dari tahun 2015 sampai 2020.

Peningkatan konsumsi listrik di Indonesia per tahunnya dapat dilihat pada Gambar I.2.



Gambar I.2 Konsumsi Listrik di Indonesia (kWh per kapita) Tahun 2015-2020
(Sumber: <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2020/01/10/konsumsi-listrik-nasional-terus-meningkat>)

Untuk meningkatkan elektrifikasi di Indonesia dan untuk menjaga energi listrik dapat tetap didistribusikan ke berbagai daerah di Indonesia, maka pemerintah maupun perusahaan swasta mendirikan pembangkit listrik dengan memanfaatkan energi tak terbarukan dan energi baru dan terbarukan (EBT). Listrik yang dihasilkan oleh pembangkit listrik di Indonesia biasanya memiliki tegangan sebesar 6,3 kV atau 11 kV. Besar tegangan yang dihasilkan oleh pembangkit listrik bergantung dari jenis dan desain yang dibuat.

Listrik yang dihasilkan nantinya didistribusikan ke berbagai sektor, seperti sektor rumah tangga, sektor komersil, maupun sektor industri. Adapun arus listrik yang didistribusikan ke lokasi-lokasi tersebut memiliki tegangan yang bervariasi sehingga dibutuhkan peran *power transformer* untuk mengubah tegangan listrik yang besar yang dihasilkan pembangkit listrik menjadi kecil dan begitupula sebaliknya. Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, fungsi *power transformer* adalah untuk mengatur besar kecil tegangan listrik yang akan didistribusikan dari generator ke sirkuit listrik. Hal ini bertujuan untuk menghindari kelebihan beban yang dapat merusak sistem listrik yang digunakan pada sektor-sektor yang menjadi target distribusi.

Salah satu perusahaan yang memproduksi *power transformer* di Indonesia adalah PT X. Jenis transformator yang diproduksi bervariasi karena sistem yang digunakan adalah *make-to-order* (MTO). Waktu yang dibutuhkan

untuk membuat satu transformator adalah sekitar satu setengah bulan. Waktu tersebut sudah disesuaikan oleh departemen *planning* dengan mempertimbangkan waktu tunggu material dari *supplier*.

Proses produksi transformator masih memanfaatkan keterampilan manusia karena proses produksi cukup sulit untuk dikerjakan seluruhnya dengan mesin secara terotomasi (hanya beberapa proses saja yang memanfaatkan mesin terotomasi). Maka dari itu, perlu tenaga ahli bersertifikasi untuk mengerjakannya. Namun dengan demikian, perusahaan harus bisa memenuhi pesanan dengan tepat waktu dengan kualitas produk yang baik. Salah satu faktor yang diperhatikan dalam proses produksi adalah *productivity rate*.

Productivity rate dapat mengukur tingkat produktivitas yang dimiliki pada proses produksi maupun pada setiap stasiun kerja dalam periode waktu tertentu dengan cara membandingkan waktu aktual yang dibutuhkan oleh operator dalam menyelesaikan pekerjaannya (dalam rantai produksi maupun di stasiun kerja tertentu) dengan jam kerja tersedia (dihitung berdasarkan jumlah operator, jumlah *shift*, dan lama waktu kerja dalam satu *shift*). Pada umumnya sebuah perusahaan pasti menginginkan nilai *productivity rate* dari proses produksi untuk memenuhi target perusahaan, atau bahkan melebihi target yang telah ditetapkan. Namun terdapat kasus-kasus di mana *productivity rate* tidak mencapai target.

Productivity rate yang rendah dapat disebabkan oleh banyak hal, beberapa di antaranya seperti operator yang tidak bekerja sesuai dengan jadwal yang diberikan maupun adanya faktor lain seperti tujuh jenis *wastes* yang muncul pada proses produksi. Jika tidak diatasi dan *productivity rate* selalu tidak mencapai target maka hal ini dapat mempengaruhi jadwal pengiriman yang menjadi terlambat, produk yang tidak memenuhi standar *quality control*, dan lain-lain. Untuk menghindari hal tersebut, perusahaan perlu melakukan pengamatan dan mengevaluasi secara berkala agar dapat mengoptimalkan fungsi rantai produksi secara keseluruhan maupun di tiap-tiap stasiun kerjanya.

I.2 Identifikasi dan Rumusan Masalah

PT X merupakan perusahaan yang memproduksi *power transformer*. Trafo yang diproduksi bervariasi sebab sistem yang digunakan adalah *make-to-order* (MTO) karena spesifikasi trafo mengikuti permintaan *customer*. Jenis trafo yang digunakan sebagai acuan dalam pengolahan data di rantai produksi (disebut

juga sebagai *equivalent trafo* atau ET) adalah transformator dengan tegangan 60 MVA. Transformator ini merupakan jenis yang paling sering dipesan oleh konsumen, salah satunya adalah PT PLN (Persero). Penggunaan trafo 60 MVA sebagai acuan berfungsi untuk menjadi patokan nilai *cycle time* maupun *productivity rate* di perusahaan. Perusahaan mengatakan bahwa mereka telah menerapkan sistem *lean* sejak tahun 2008.

Jika menggunakan *equivalent trafo* sebagai acuan, maka waktu yang dibutuhkan untuk memproduksi trafo tegangan 60 MVA adalah selama 26,55 hari. Waktu ini dihitung menggunakan metode *predetermined motion time system* yaitu MOST atau *Maynard Operation Sequence Technique* yang berfungsi untuk menghitung waktu normal di setiap stasiun kerja di rantai produksi (Chaudary, Singh, & Kukreja, 2008). Sementara waktu aktual yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu buah transformator adalah sekitar satu setengah bulan (tanpa *shift* di hari Sabtu). Waktu yang didapat dari perhitungan MOST kemudian dibandingkan dengan waktu aktual yang dimiliki perusahaan saat ini, fungsinya agar PT X dapat terus meningkatkan waktu produksi menjadi secepat mungkin. Dapat dilihat bagaimana waktu aktual yang dibutuhkan PT X saat ini untuk memproduksi trafo sudah lebih cepat dari waktu MOST, yaitu selama 22 hari.

Secara garis besar, terdapat delapan proses dalam proses produksi transformator. Proses tersebut adalah *insulation*, *winding*, *core stack*, *core coil*, *lead & connection*, *phase assembly*, *final assembly*, dan *finishing*. Secara singkat, penjelasan singkat dari tiap proses adalah sebagai berikut.

1. *Insulation*: Pembuatan silinder sebagai bungkus inti trafo, menggunakan material *pressed board* yang terbuat dari kayu khusus yang memiliki daya serap air yang rendah.
2. *Winding*: Pelilitan *cylinder* atau bungkus trafo menggunakan tembaga yang dilapisi kertas insulasi.
3. *Core stack*: Pembuatan inti trafo (fasa) dengan material *silicon steel*.
4. *Phase assembly*: Penggabungan antara bungkus trafo dengan inti trafo yang sudah dililit.
5. *Core coil*: Pemasangan *ring* dan pelilitan pada fasa trafo.
6. *Lead & connection*: Pemasangan kabel tembaga dan OLTC (*On-Load Tap Changer*).
7. *Final assembly*: Pemasangan kipas, radiator pendingin, dan lain-lain.

8. *Finishing*: Pengecetan, *marking*, *leak test*, pemasangan plat, dan proses lainnya sebelum trafo di *dissassembly* untuk dikirim ke *customer*.

Productivity rate yang ditetapkan oleh perusahaan untuk proses produksi secara keseluruhan dan untuk tiap stasiun kerja pada periode April 2018 sampai Maret 2019 adalah 88%, sementara *productivity rate* pada periode April 2019 sampai Maret 2020 adalah 85%. Berikut ini adalah perhitungan *productivity rate* pada PT X pada bulan April 2018 di stasiun kerja *core stack*, data dapat dilihat pada Tabel I.1.

Tabel I.1 Data Produksi WC *Core Stack* April 2018

WC	Output (unit)	Eq_Hour (hour)	MOST Hrs (hour)	Deploy (hour)	Productivity (%)
<i>Core Stack</i>	13,79	187,9	2.591,14	3.300	78,5%

Terdapat beberapa data yang dibutuhkan untuk menghitung *productivity rate* di stasiun kerja *core stack*. *Output* adalah progres berjalan dari trafo yang sedang dikerjakan di setiap stasiun kerja pada periode tersebut. *Output* memiliki satuan unit. *Equivalen hour* (atau *Eq_Hour* pada tabel) merupakan besaran konstanta hasil perhitungan MOST untuk setiap aktivitas di rantai produksi untuk trafo 60 MVA. Pada bulan April 2018, stasiun kerja *core stack* memiliki *equivalen hour* sebesar 187,9 jam. *MOST hours* (*MOST Hrs* pada tabel) merupakan waktu aktual yang dibutuhkan untuk menyelesaikan aktivitas di setiap stasiun kerja pada periode tersebut. Pada bulan April 2018, stasiun kerja *core stack* membutuhkan waktu selama 2.591,14 jam untuk menyelesaikan seluruh aktivitas pada stasiun kerja tersebut. Perhitungan *MOST hours* didapat dengan mengalikan jumlah *output* pada periode tersebut dengan *equivalen hour*.

Deploy adalah waktu tersedia di setiap stasiun kerja pada periode tersebut (dilihat dari jumlah operator tersedia, jumlah *shift* kerja, dan lama waktu kerja dalam satu *shift*). Pada bulan April 2018, stasiun kerja *core stack* memiliki waktu tersedia selama 3.300 jam. Terakhir adalah *productivity*, yaitu tingkat produktivitas yang dicapai setiap stasiun kerja pada periode tersebut, dihitung dengan membagi *MOST hours* dengan waktu tersedia (*deploy*). Sehingga pada bulan April 2018, stasiun kerja *core stack* memiliki *productivity rate* sebesar 78,5%.

Tabel I.2 adalah rekapitulasi *productivity rate* pada kedua periode tersebut. *Productivity rate* yang dihitung adalah *productivity rate* aktual setiap bulan, *productivity rate year-to-date* (YTD) yang merupakan rata-rata dari *productivity rate* pada periode tersebut, dan target *productivity rate* yang telah ditetapkan oleh perusahaan.

Tabel I.2 *Productivity Rate* 2018 - 2020

Periode		Productivity Rate		
		Actual	YTD	Target Max/Min
2018	Apr	85,0%	85,0%	88,0%
	May	85,2%	85,1%	88,0%
	Jun	86,2%	85,5%	88,0%
	Jul	85,0%	85,4%	88,0%
	Aug	89,1%	86,1%	88,0%
	Sep	87,7%	86,4%	88,0%
	Oct	85,5%	86,2%	88,0%
	Nov	84,2%	86,0%	88,0%
	Dec	85,2%	85,9%	88,0%
2019	Jan	71,9%	84,5%	88,0%
	Feb	80,4%	84,1%	88,0%
	Mar	81,6%	83,9%	88,0%
2019	Apr	58,0%	58,0%	85,0%
	May	75,1%	66,6%	85,0%
	Jun	81,9%	71,7%	85,0%
	Jul	67,5%	70,6%	85,0%
	Aug	70,3%	70,6%	85,0%
	Sep	83,5%	72,7%	85,0%
	Oct	67,8%	72,0%	85,0%
	Nov	75,8%	72,5%	85,0%
	Dec	81,1%	73,4%	85,0%
2020	Jan	82,9%	74,4%	85,0%
	Feb	85,4%	75,4%	85,0%
	Mar	84,8%	76,2%	85,0%

Cara PT X menghitung nilai *productivity rate year-to-date* atau YTD adalah dengan merata-ratakan nilai *productivity rate* aktual sesuai dengan jumlah bulannya. Contohnya untuk menghitung *productivity rate* YTD untuk bulan Juli 2018 adalah dengan menambahkan semua nilai *productivity rate* aktual dari bulan April sampai Juli 2018, kemudian nilai tersebut dibagi dengan n sebesar 4. Dari

perhitungan tersebut didapat nilai *productivity rate* YTD untuk bulan Juli 2018 sebesar 85,4% (dengan pembulatan satu angka di belakang koma).

Berdasarkan dari Tabel I.2, hampir seluruh *productivity rate* pada setiap bulan tidak mencapai target yang telah ditetapkan oleh perusahaan, baik *productivity rate* aktual maupun YTD. Padahal perusahaan telah melakukan tindakan dengan menurunkan *productivity rate* target perusahaan menjadi 85%. Terdapat beberapa faktor yang dapat menyebabkan terjadinya penurunan dalam nilai *productivity rate* aktual di periode kedua seperti jumlah *order* yang berkurang, terdapat aktivitas yang menyebabkan rantai produksi tidak menghasilkan *output*, ataupun adanya keterlambatan dari *external supply chain*. Karena itu, peneliti melakukan pengolahan data lebih dalam yaitu dengan memetakan *productivity rate* dari setiap proses utama pada kedua periode tersebut untuk melihat proses mana yang menjadi faktor kenapa *productivity rate* tidak mencapai target pada bulan-bulan tertentu. Gambar I.3 adalah data *productivity rate* per proses utama di periode April 2018 sampai Maret 2019. Gambar I.3 dapat dilihat lebih jelas pada Subbab III.2.

Grafik pada Gambar I.3 ditampilkan dengan menggabungkan *bar chart* dengan *line chart*, di mana *bar chart* merepresentasikan *productivity rate* aktual setiap bulannya pada stasiun kerja tersebut sementara *line chart* berwarna hijau merepresentasikan *productivity rate* YTD (atau *productivity rate* rata-rata pada periode tersebut dan *line chart* berwarna merah merepresentasikan target *productivity rate* yang ditetapkan oleh perusahaan pada periode tersebut, yaitu sebesar 88%.

Berdasarkan Gambar I.3 dapat dilihat bahwa *productivity rate* pada stasiun kerja *core stack*, *insulation*, *winding*, dan *core coil* belum mencapai target perusahaan, sementara untuk stasiun kerja *lead connection*, *final assembly*, dan *finishing* sudah aman. Terdapat pengecualian pada stasiun kerja *phase assembly* yang tidak mencapai target sebab perusahaan baru mulai mencatat data dari stasiun kerja tersebut sejak bulan Oktober 2018. Selanjutnya pada Gambar I.4 merupakan data *productivity rate* per stasiun kerja di periode April 2019 sampai Maret 2020. Untuk detail yang lebih jelas terkait grafik pada Gambar I.4 dapat dilihat pada Subbab III.2.



Gambar I.3 *Productivity Rate* per Stasiun Kerja Periode April 2018 – Maret 2019

Pada periode ini, target *productivity rate* yang ditetapkan oleh perusahaan sebesar 85%. Dengan menggunakan jenis diagram yang sama, dapat dilihat bahwa berdasarkan Gambar I.4 hampir seluruh stasiun kerja tidak memenuhi target perusahaan dari segi *productivity rate*. Hanya stasiun kerja *insulation* yang masih dalam batas aman.

Berdasarkan data yang ditampilkan, terdapat beberapa asumsi yang menjadi dugaan peneliti sebagai faktor penyebab perusahaan memiliki *productivity rate* yang rendah, seperti adanya *waste* yang terjadi di rantai produksi dan belum teridentifikasi jenis maupun asal dari *waste* tersebut. Salah satu jenis *waste* yang diduga menjadi faktor rendahnya *productivity rate* adalah waktu tunggu, baik waktu tunggu datangnya material dan *part* (dari *supplier*) ke perusahaan maupun waktu tunggu antar stasiun kerja. Peneliti melakukan observasi lapangan dan wawancara

singkat dengan departemen produksi, mereka menyatakan bahwa untuk menunggu material dan *part* datang bisa memakan waktu selama satu sampai dua bulan (sejak pertama kali *order* dikeluarkan oleh departemen *production planning*). Pada saat itu, pekerja tidak memiliki tugas yang harus diselesaikan sehingga pekerja tidak melakukan apa-apa (atau melakukan aktivitas lain seperti bersih-bersih, mengecat lantai produksi, dan lain-lain) namun perusahaan tetap harus membayar biaya pekerja tersebut. Untuk dugaan ini dapat digunakan metode *Just-In-Time* (JIT) yang merupakan salah satu pilar dalam Toyota *Production System* (TPS) *House*.



Gambar I.4 *Productivity Rate* per Stasiun Kerja Periode April 2019 – Maret 2020

Dugaan kedua yaitu berupa pemahaman operator mengenai konsep *lean* yang kurang. Salah satu hal krusial dari penerapan konsep *lean* dalam suatu sistem adalah pemahaman konsep *lean* secara menyeluruh, tidak hanya di tingkat *manager* maupun *supervisor*. Pemahaman yang baik untuk operator penting sebab operator yang nantinya akan menjalankan seluruh *tools* yang ada pada

lantai produksi. Penerapan *tools* dari *lean manufacturing* harus tegas dan disiplin, sehingga diharapkan pemahaman yang baik dapat menumbuhkan rasa tanggung jawab operator.

Dari hasil wawancara, departemen produksi menyatakan bahwa perusahaan belum menerapkan konsep *lean* sehingga operator belum memahami atau mengikuti *training* seputar *lean manufacturing*. Namun penerapan konsep *lean* dan *pull-planning manufacturing system* merupakan salah satu target yang ingin dicapai perusahaan. Oleh karena itu perlu diobservasi lebih dalam mengenai kondisi lantai produksi dan metode-metode apa saja yang sudah diterapkan dalam proses produksi, dengan begitu penelitian juga dapat membantu perusahaan untuk mencapai salah satu targetnya. Setelah mendapatkan gambaran jelas atas kondisi lantai produksi, dapat dilakukan evaluasi awal menggunakan beberapa metode *lean* seperti *value stream mapping* atau *fishbone diagram* sebagai *tools* analisis yang digunakan untuk mencari faktor-faktor tidak tercapainya *productivity rate* di tiap stasiun kerja.

Dugaan ketiga adalah sistem *inventory* yang kurang efektif. Dugaan ini terkait dengan lamanya waktu tunggu yang dibutuhkan untuk material atau *part* tersebut tiba di pabrik, dan sampai material atau *part* tersebut dapat diproses. Setelah diteliti lebih dalam, dugaan ini sulit untuk dinilai. Hal ini disebabkan oleh sistem produksi yang digunakan PT X adalah MTO sehingga material yang digunakan sangat bervariasi. Tingkat variasi yang tinggi menyebabkan cukup banyak material utama yang tidak dibuat *inventory*, melainkan hanya material yang umum saja.

Dugaan terakhir adalah evaluasi proses produksi yang tidak sesuai atau tidak diimplementasikan sehingga *productivity rate* terus menunjukkan angka yang rendah. Perusahaan melakukan evaluasi secara berkala untuk mengatasi masalah-masalah yang timbul di lantai produksi, namun jika *productivity rate* terus rendah maka menimbulkan tanda tanya atas evaluasi dan solusi yang diberikan. Berdasarkan dugaan di atas, terdapat beberapa rumusan masalah dalam penelitian ini, yaitu:

1. Jenis *waste* apa saja yang teridentifikasi di lantai produksi, dan darimanakah asal *waste* tersebut?
2. Bagaimana upaya perbaikan yang dapat dilakukan oleh perusahaan agar *productivity rate* dapat ditingkatkan dan mencapai target perusahaan?

I.3 Batasan Masalah dan Asumsi Penelitian

Penelitian yang dilakukan memiliki beberapa batasan dan asumsi yang digunakan. Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian menggunakan acuan *equivalent trafo* (ET) berupa *power transformer* bertegangan 60 MVA.
2. Data penelitian yang digunakan adalah data produksi per bulan dari periode April 2018 sampai Maret 2020.
3. Proses / stasiun kerja *test bay* tidak termasuk dalam penelitian sebab stasiun kerja tersebut bukan berada di bawah tanggung jawab departemen produksi.
4. Usulan perbaikan tidak diimplementasikan pada penelitian ini dan merupakan usulan teoritis.

Selain itu, asumsi yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Seluruh data produksi yang dihasilkan pada periode April 2018 sampai Maret 2020 dianggap setara dengan data produksi *power transformer* dengan tegangan 60 MVA yang merupakan *equivalent trafo* yang digunakan oleh perusahaan.
2. Tidak ada perubahan dalam sistem produksi *power transformer* 60 MVA selama penelitian berlangsung.

I.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang ingin dicapai berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan sebelumnya. Tujuan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi jenis-jenis *waste* yang menyebabkan tidak tercapainya *productivity rate* serta asal mula munculnya *waste* tersebut pada proses produksi *power transformer* 60 MVA.
2. Merekomendasikan upaya perbaikan berupa usulan penerapan *tools* dalam *lean manufacturing* yang dapat digunakan oleh PT X untuk meningkatkan *productivity rate*.

I.5 Manfaat Penelitian

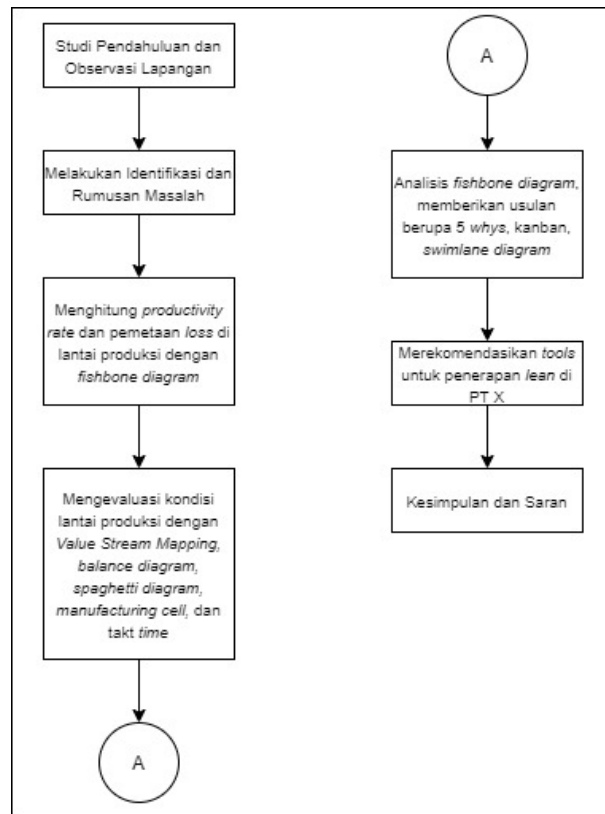
Berdasarkan penelitian yang dilakukan diharapkan dapat mencapai manfaat bagi perusahaan. Adapun manfaat penelitian sebagai berikut:

1. Mengetahui kondisi rantai produksi, khususnya dalam proses produksi *power transformer* 60 MVA.
2. Membantu perusahaan dalam menerapkan langkah awal dari *lean manufacturing* di rantai produksi sebagai salah satu target perusahaan.
3. Mendapat rekomendasi untuk meningkatkan *productivity rate* di rantai produksi.

I.6 Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan *tools* dari *lean manufacturing*. *Tools* yang digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisis permasalahan pada objek penelitian meliputi metode *7 identification of wastes*, *fishbone diagram*, dan *Value Stream Mapping*. Kerangka penelitian dapat dilihat pada Gambar I.5 adalah diagram metodologi penelitian.

1. Langkah pertama adalah melakukan studi penelitian dan observasi lapangan. Hal ini untuk melihat kondisi rantai produksi dan sejauh mana penerapan konsep *lean manufacturing* diterapkan. Observasi lapangan dilakukan dengan mengunjungi tiap stasiun kerja dan melakukan wawancara dengan departemen produksi dan departemen *production planning*.
2. Langkah kedua adalah melakukan identifikasi dan perumusan masalah yang didapat dari data-data produksi yang diberikan oleh perusahaan pada periode tertentu serta hasil wawancara dengan departemen produksi dan departemen *production planning*. Langkah ini menghasilkan asumsi-asumsi yang sekiranya berdampak dalam terjadinya masalah pada objek penelitian.



Gambar I.5 Metodologi Penelitian

3. Langkah ketiga adalah melakukan perhitungan *productivity rate* per proses utama untuk kedua periode serta melakukan pemetaan aktivitas-aktivitas yang menyebabkan terjadinya *loss* di lantai produksi dengan *fishbone diagram*. Pemetaan ini dibagi berdasarkan jenis *loss* yang sudah dikategorikan oleh perusahaan.
4. Langkah keempat adalah melakukan evaluasi lantai produksi dengan menggunakan beberapa *tools* dalam *lean manufacturing* seperti pembuatan *current state Value Stream Mapping* (di mana pembuatan dilakukan dengan cara melakukan pengamatan kembali saat proses produksi sudah berjalan dengan mempertimbangkan *cycle time* yang dibutuhkan dalam proses produksi di tiap stasiun kerja, aliran informasi maupun material yang keluar atau masuk dari tiap stasiun kerja, waktu tunggu, maupun waktu transportasi yang dibutuhkan antar stasiun kerja), *spaghetti diagram* untuk melihat alur produksi dari proses pertama sampai proses terakhir, *manufacturing cell*, perhitungan *takt time* saat

- kapasitas di lantai produksi berjalan 100%, dan perbandingan *cycle time* dengan takt *time* menggunakan *balance diagram*.
5. Langkah kelima adalah analisis *fishbone diagram* yang telah dibuat pada bab sebelumnya. Fokus analisis dan perbaikan ditentukan dengan menggunakan *80/20 rule*. Setelah menentukan fokus analisis dan penelitian, kemudian digali lebih dalam penyebab terjadinya aktivitas *loss* pada proses tersebut. Adapun beberapa usulan yang direkomendasikan seperti penerapan *kanban*, *5 whys*, dan *swimlane diagram*.
 6. Langkah keenam adalah memberikan rekomendasi *tools* untuk membantu PT X dalam menerapkan sistem *lean* di lantai produksi. Hal ini bertujuan untuk membantu PT X dalam upaya peningkatan *productivity rate* dari proses produksi trafo 60 MVA. *Tools* yang direkomendasikan merupakan usulan dari *tools* yang digunakan pada poin 4, seperti pembuatan *future state Value Stream Mapping*, denah lantai produksi usulan menggunakan *spaghetti diagram*, usulan *manufacturing cell*, perhitungan takt *time* dengan kapasitas produksi 50% serta perbandingannya dengan *cycle time*, penerapan *standard work*, dan penggunaan *four strategies to lean*.
 7. Langkah terakhir adalah kesimpulan dan saran, di mana dipaparkan hasil kesimpulan dari penelitian yang dilakukan pada lantai produksi serta memberikan saran yang dapat dilakukan oleh perusahaan agar dapat meningkatkan *productivity rate* di lantai produksi.

I.7 Sistematika Penulisan

Terdapat sistematika penulisan yang digunakan dalam penulisan hasil penelitian untuk menjaga agar skripsi dapat tersampaikan secara urut dan rapih. Skripsi ini dibagi menjadi lima bab yang dijelaskan sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang penelitian, kemudian dilanjutkan dengan identifikasi dan rumusan masalah yang ingin diselesaikan dalam penelitian ini. Selain itu, terdapat pula penjelasan mengenai manfaat penelitian, tujuan penelitian, asumsi dan batasan yang digunakan dalam penelitian, serta metodologi penelitian, yang disajikan dalam bentuk *flow chart*, menjelaskan bagaimana

penelitian ini akan dilakukan, sejak pertama melakukan studi lapangan sampai penelitian berakhir dengan membuat kesimpulan dan saran dari hasil penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan seputar teori yang digunakan selama melakukan penelitian. Teori yang dapat ditemukan dalam bab ini meliputi *lean manufacturing* beserta *tools* yang digunakan (seperti *value stream mapping*, *fishbone diagram*, takt *time*, kanban), *power system*, dan transformator.

BAB III PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini diawali dengan penjelasan secara menyeluruh terkait proses produksi yang harus dilakukan untuk membuat *power transformer* 60 MVA, kemudian dilanjutkan dengan perhitungan *productivity rate* dan pemetaan masalah menggunakan *fishbone diagram* di tiap proses utama, dan diakhiri dengan evaluasi kondisi lantai produksi menggunakan *current state Value Stream Mapping*, *spaghetti diagram*, *balance diagram*, dan perhitungan takt *time*.

BAB IV ANALISIS DAN USULAN PERBAIKAN

Bab ini menjelaskan hasil analisis berdasarkan data-data yang telah diolah pada bab sebelumnya setelah menggunakan *80/20 rule*. Analisis menggunakan beberapa *tools* dalam *lean manufacturing* seperti *future state Value Stream Mapping*, *balance diagram*, *spaghetti diagram*, dan kanban.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merupakan bagian penutup penelitian yang berisi pemaparan kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian serta saran yang dapat diberikan kepada perusahaan maupun pada penelitian selanjutnya.

