

BAB 1

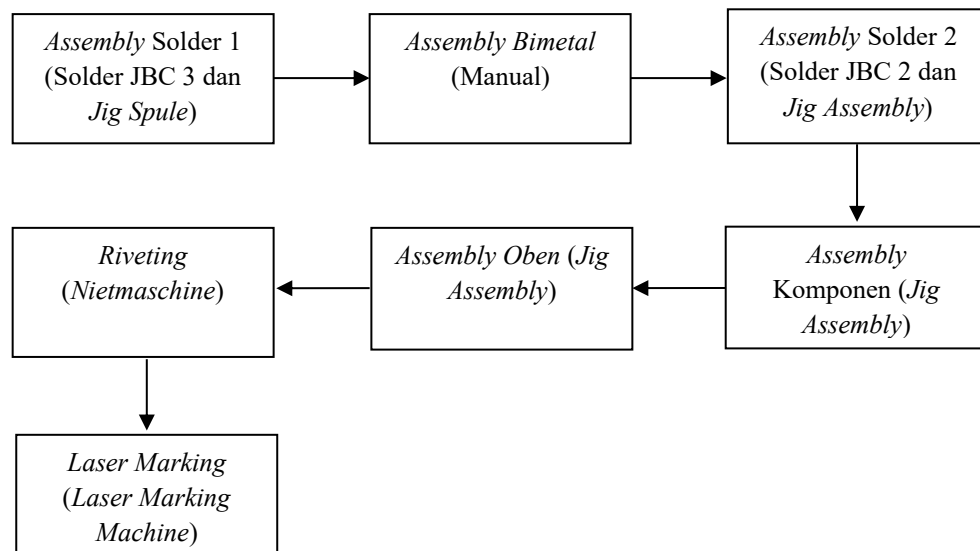
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proses manufaktur merupakan serangkaian aktivitas yang dilakukan secara sistematis untuk mengolah bahan baku menjadi produk yang memiliki nilai guna dan fungsi tertentu (Arendra, 2019). Salah satu tahapan penting dalam sistem manufaktur adalah proses perakitan (*assembly*), yaitu kegiatan menggabungkan sejumlah komponen menjadi produk yang utuh. Kinerja proses perakitan berpengaruh terhadap kelancaran aliran produksi karena adanya ketidakseimbangan waktu kerja antar-*workstation* dapat menyebabkan penumpukan material, waktu tunggu, dan *bottleneck*. Selain itu, aktivitas pada lini perakitan tidak seluruhnya memberikan nilai tambah, sehingga diperlukan identifikasi terhadap aktivitas bernilai tambah (*value added*) maupun aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (*non-value added*) sebagai dasar dalam melakukan perbaikan proses (Achmadi dkk., 2023). Ketidaksesuaian waktu proses stasiun kerja terhadap *takt time* pada *Assembly line* menyebabkan terjadinya penumpukan material dan waktu tunggu, sehingga memunculkan *bottleneck* yang menghambat kelancaran aliran produksi (Nazareth dan Dewi, 2024). Oleh sebab itu, pendekatan *Lean Manufacturing* dapat diterapkan untuk mengidentifikasi pemborosan dan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, sehingga perbaikan aliran proses serta efisiensi lini perakitan dapat ditingkatkan.

PT XYZ yang berlokasi di Jl. Berbek Industri, Kecamatan Sidoarjo, merupakan perusahaan manufaktur yang berfokus pada perancangan dan pembuatan komponen elektrik serta elektronik, terutama produk yang digunakan sebagai perangkat proteksi pada sistem kelistrikan. Produk yang dihasilkan terbagi ke dalam empat subkategori utama, yaitu *Electronic Overcurrent Protection*, *Circuit Protection Devices*, *Relays & SSRPCS*, dan *Power Distribution Systems*. Salah satu subkategori yang menjadi bagian dari produk perusahaan adalah *Circuit Protection Devices*, yang mencakup berbagai jenis perangkat perlindungan terhadap arus lebih, seperti *thermal overcurrent circuit breaker*, *thermal-magnetic overcurrent circuit breaker*, *hydraulic-magnetic and magnetic overcurrent circuit breaker*, *high performance circuit breaker*, *power entry modules*, *battery isolation switches*, dan *miniature circuit breaker*. Penelitian ini berfokus pada produk *thermal-magnetic overcurrent circuit breaker* dengan spesifikasi *Circuit Breaker for Equipment* (CBE) tipe X-01. Produk tersebut memiliki karakteristik proses yang relatif kompleks karena menggunakan berbagai jenis material serta memiliki variasi kapasitas amper yang beragam. Kondisi tersebut menyebabkan proses perakitan memerlukan ketelitian dan konsistensi yang tinggi untuk memastikan produk memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan. Kompleksitas dan tuntutan ketelitian dalam proses tersebut berpotensi menimbulkan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (*waste*), yang pada akhirnya dapat memengaruhi kelancaran dan efisiensi aliran proses produksi. Selain itu, produk CBE tipe X-01 memiliki tingkat permintaan yang relatif tinggi dengan jumlah permintaan mencapai 263.572 *unit* pada tahun 2025, sehingga proses produksinya berlangsung secara berkelanjutan

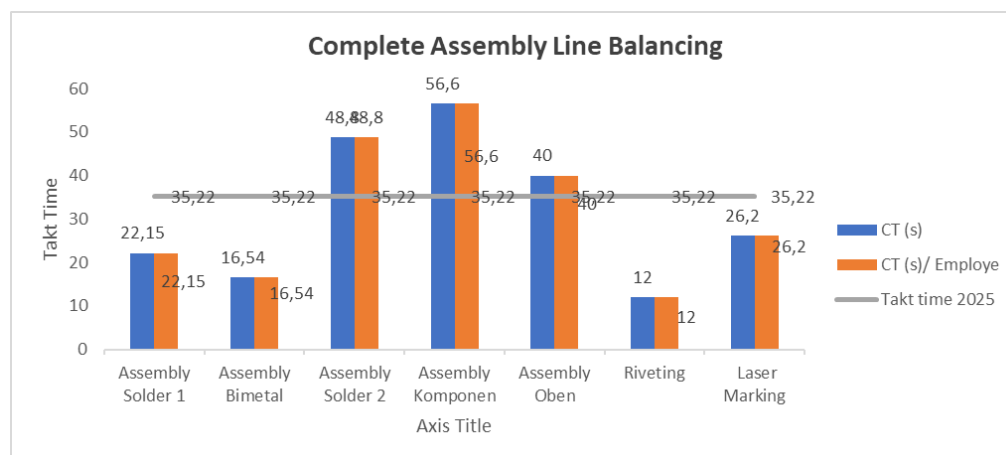
untuk memenuhi kebutuhan pelanggan. Tingginya volume produksi tersebut juga menunjukkan bahwa produk CBE tipe X-01 merupakan salah satu produk yang berkontribusi terhadap pencapaian *revenue* perusahaan, sehingga kelancaran dan efisiensi proses produksinya menjadi penting untuk diperhatikan. Dengan tingkat kompleksitas perakitan yang tinggi serta permintaan yang kontinu, produk ini menjadi relevan untuk dianalisis dari sisi efisiensi proses produksinya. Untuk mendukung analisis lebih lanjut terhadap proses produksi produk CBE tipe X-01, diperlukan pemahaman mengenai alur kerja pada lini perakitan. Oleh karena itu, berikut disajikan *flow process* perakitan produk CBE tipe X-01 di PT XYZ sebagai dasar dalam analisis selanjutnya.



Gambar 1.1 *Flow Proses Perakitan Circuit Breakers for Equipment (CBE)*

Berdasarkan Gambar 1.1, proses perakitan diawali dengan proses solder 1 yang memiliki waktu proses rata-rata sebesar 22,15 detik serta proses *insert bimetal* ke *housing* dengan waktu 16,54 detik, dimana kedua proses tersebut dilakukan secara paralel. Selanjutnya, produk dilanjutkan ke proses solder 2 dengan waktu

proses 48,8 detik, kemudian ke proses perakitan komponen selama 56,6 detik, pemasangan oben selama 40 detik, proses *rivet* selama 12 detik, dan tahap akhir *laser printing* dengan waktu 26,2 detik. Data waktu proses tersebut diperoleh berdasarkan hasil pengamatan sebanyak 30 kali pada masing-masing aktivitas. Dalam pelaksanaannya, proses perakitan memiliki pembagian beban kerja yang belum merata antar-*workstation*. Selain itu, terdapat operator *mobile* yang menangani proses tertentu, khususnya proses *riveting*, sehingga operator tersebut dapat berpindah mengikuti kebutuhan proses. Berdasarkan hasil observasi terhadap aliran proses perakitan, kondisi tersebut menunjukkan adanya pemborosan dan ketidakseimbangan beban kerja yang berpotensi menyebabkan penumpukan aliran proses serta *bottleneck*, sebagaimana ditunjukkan pada diagram berikut:



Gambar 1. 2 *Complete Assembly Line Balancing*

Berdasarkan diagram batang *line balancing* pada Gambar 1.2, teridentifikasi adanya ketidakseimbangan beban kerja antarproses pada lini perakitan. Kondisi *bottleneck* terlihat pada proses *Assembly Solder 2*, *Assembly Komponen*, dan *Assembly Oben* karena waktu proses masing-masing sebesar 48,80 detik, 56,60 detik, dan 40,00 detik, yang melebihi nilai *takt time* sebesar 35,22 detik (Fortuny

dkk., 2020) yang telah ditetapkan. *Cycle time* atau waktu siklus merupakan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan proses produksi satu unit produk, mulai dari awal hingga produk tersebut selesai diproses. Dalam *line balancing*, *cycle time* pada *workstation* disebut sebagai waktu stasiun (Breznik dkk., 2023). Pada penelitian ini, waktu tersebut diperoleh dari rata-rata waktu proses hasil pengamatan sebanyak 30 kali pada setiap stasiun kerja. Nilai *takt time* pada tahun 2025 sebesar 35,22 detik per *unit*, yang diperoleh dari perbandingan antara waktu kerja efektif yang tersedia dengan jumlah permintaan pelanggan. Perusahaan memiliki 237 hari kerja dalam satu tahun dengan jumlah 1,6 *shift* per hari dan waktu kerja 8 jam pada setiap *shift*. Dengan kondisi tersebut diperoleh jumlah shift dalam satu tahun sebesar 379,2 *shift*. Waktu kerja dalam satu *shift* adalah 8 jam atau 28.800 detik, kemudian dikurangi *allowance* sebesar 15% yang mencakup waktu *setting* dan *setup*, kebutuhan personal operator, serta aktivitas administrasi sebesar 4.320 detik (72 menit), sehingga diperoleh waktu kerja efektif per *shift* sebesar 24.480 detik atau 408 menit (6,8 jam). Berdasarkan jumlah *shift* dalam satu tahun, diperoleh total waktu kerja efektif sebesar 2578,56 jam. Waktu kerja efektif tersebut kemudian dibandingkan dengan jumlah permintaan produk CBE tipe X-01 sebesar 263.572 unit pada tahun 2025, sehingga diperoleh nilai *takt time* sebesar 35,22 detik per *unit*. Nilai ini menunjukkan bahwa lini produksi harus mampu menghasilkan satu unit produk setiap 35,22 detik agar dapat memenuhi permintaan pelanggan. Berdasarkan kondisi tersebut, *Assembly Solder 2* memiliki waktu proses sebesar 48,80 detik, *Assembly Komponen* sebesar 56,60 detik, dan *Assembly Oben* sebesar 40,00 detik, sehingga ketiganya melampaui *takt time* dan berpotensi menjadi *bottleneck*.

Sementara itu, proses lainnya memiliki waktu proses di bawah *takt time*. Perbedaan waktu proses tersebut menunjukkan bahwa distribusi beban kerja antar-*workstation* belum merata. Selain itu, terdapat operator yang bersifat *mobile* pada proses *rivet*, sehingga operator dapat berpindah untuk melakukan proses *rivet* ketika perangkat telah tersedia, kemudian kembali melanjutkan pekerjaan pada area kerjanya. Kondisi ini menunjukkan adanya fleksibilitas dalam pelaksanaan proses, tetapi juga menyebabkan beban kerja operator tidak sepenuhnya terikat pada satu *workstation*. Selain ketidakseimbangan beban kerja, hasil identifikasi proses juga menunjukkan adanya *waste* berupa *Excessive Transportation* dan *Waiting*. *Excessive Transportation* berkaitan dengan perpindahan *device* dan material antararea proses, sedangkan *Waiting* terjadi ketika terdapat waktu tunggu dalam aliran proses sebelum aktivitas berikutnya dapat dilakukan. Kondisi ketidakseimbangan beban kerja dan keberadaan operator *mobile* pada proses *rivet* tersebut menunjukkan bahwa aliran proses pada lini perakitan masih belum optimal dan menjadi dasar dilakukannya analisis *line balancing* serta penyusunan usulan redistribusi elemen kerja

Berdasarkan permasalahan pada proses *assembly* CBE tipe X-01 di PT XYZ, penelitian ini menerapkan pendekatan *Lean Manufacturing* untuk menganalisis aliran proses, mengidentifikasi *waste*, serta mengevaluasi keseimbangan beban kerja pada lini perakitan. Tahap penelitian diawali dengan penerapan *Value Stream Mapping* (VSM) untuk memvisualisasikan kondisi aktual aliran proses. Selanjutnya, *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT) digunakan untuk menentukan *mapping tools* yang sesuai berdasarkan hasil pembobotan *waste*. Analisis *Process*

Activity Mapping (PAM) dilakukan untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasikan aktivitas ke dalam *Value Added* (VA), *Necessary Non Value Added* (NNVA), dan *Non Value Added* (NVA). Hasil identifikasi *waste* kemudian digunakan untuk menentukan jenis pemborosan yang dianalisis berdasarkan kondisi aktual dan ketersediaan data waktu. Tahap berikutnya dilakukan analisis *line balancing* menggunakan metode *Ranked Positional Weight* (RPW) untuk mendistribusikan elemen kerja dengan mempertimbangkan hubungan *precedence*, *takt time*, dan *constraint* proses. Metode RPW menentukan prioritas penugasan berdasarkan nilai *positional weight*, yaitu jumlah waktu suatu elemen kerja dengan waktu seluruh elemen kerja yang mengikutinya dalam *precedence diagram*. Pendekatan tersebut memungkinkan pengalokasian elemen kerja ke dalam *workstation* secara lebih sistematis untuk memperoleh distribusi beban kerja yang lebih seimbang (Fauzi dan ZS, 2025). Dibandingkan dengan metode *Largest Candidate Rule* (LCR) dan *Kilbridge and Wester* (K-W), RPW tidak hanya mempertimbangkan waktu elemen kerja terbesar atau pengelompokan berdasarkan kolom *precedence*, tetapi juga memperhitungkan keterkaitan antar-elemen melalui nilai *positional weight*. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa RPW mampu menghasilkan efisiensi lintasan yang lebih tinggi dan *balance delay* yang lebih rendah dibandingkan metode pembanding, sehingga dapat membantu mengurangi ketidakseimbangan beban kerja dan *bottleneck* pada proses produksi (Ponda, Fatma, dan Nur'aini, 2022). Meskipun RPW merupakan metode heuristik yang tidak menjamin diperolehnya solusi global optimum, metode ini dapat memberikan solusi yang relatif optimal dan aplikatif dengan mempertimbangkan berbagai batasan dalam

sistem produksi, seperti hubungan *precedence*, *cycle time*, dan distribusi beban kerja antar-*workstation*. Penerapan metode heuristik pada permasalahan keseimbangan lintasan juga menunjukkan potensi peningkatan kinerja lini produksi. Hal ini juga didukung oleh penelitian terdahulu (Arief dan Amrina, 2022) yang menunjukkan bahwa penerapan RPW mampu meningkatkan efisiensi lintasan dari 82,96% menjadi 89,34% serta menurunkan *balance delay* dan *smoothing index*. Temuan tersebut menunjukkan bahwa RPW dapat digunakan sebagai alternatif pendekatan untuk meningkatkan keseimbangan beban kerja dan kelancaran aliran proses pada lini produksi.

Penelitian oleh (Achmadi dkk., 2023) menerapkan kombinasi *Value Stream Mapping* (VSM) dan *Ranked Positional Weight* (RPW) dalam upaya meningkatkan keseimbangan lini perakitan pada industri pertahanan dengan produk senjata. Penelitian tersebut berfokus pada pemetaan aliran proses dan pemerataan beban kerja antar-*workstation* yang berdampak pada penurunan *cycle time* serta peningkatan efisiensi lini produksi. Namun, penelitian tersebut belum mengintegrasikan alat analisis *Lean Manufacturing* lainnya untuk mengidentifikasi pemborosan secara lebih terperinci sebelum dilakukan penyeimbangan lini.

Berbeda dengan penelitian sebelumnya, penelitian ini menggabungkan VSM, *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT), dan *Process Activity Mapping* (PAM) untuk mengidentifikasi serta menganalisis pemborosan pada proses secara lebih sistematis. Hasil analisis tersebut kemudian menjadi dasar dalam penyusunan usulan perbaikan melalui metode RPW untuk menyeimbangkan beban kerja antar-

workstation pada proses perakitan *Circuit Breaker for Equipment* (CBE) tipe X-01 di industri manufaktur elektrik.

Penelitian mengenai pengurangan pemborosan juga dilakukan oleh (Faridah dan Kusuma, 2023) melalui penerapan *Lean Manufacturing* dengan metode VSM, VALSAT, dan PAM pada proses produksi *Panasonic Downlight*, dengan fokus perbaikan pada tata letak fasilitas produksi. Sementara itu. (Wirawan dkk., 2024) serta (Suwandi dan Suhada, 2024) menerapkan pendekatan *Lean Manufacturing* untuk mengidentifikasi dan mengurangi pemborosan dalam proses produksi guna meningkatkan efisiensi. Berdasarkan penelitian terdahulu tersebut, penelitian ini mengintegrasikan pendekatan *Lean Manufacturing* dengan metode RPW sehingga pembahasan tidak hanya berfokus pada identifikasi dan analisis pemborosan, tetapi juga mencakup upaya pemerataan beban kerja pada lini perakitan CBE tipe X-01.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah dijelaskan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi aliran proses perakitan *Circuit Breaker for Equipment* (CBE) tipe X-01 di PT XYZ berdasarkan hasil pemetaan menggunakan *Value Stream Mapping* (VSM)?
2. Apa saja *waste* yang terdapat pada proses perakitan CBE tipe X-01 dan bagaimana kondisi keseimbangan beban kerja pada lini perakitan berdasarkan hasil analisis *line balancing*?

3. Bagaimana rancangan perbaikan keseimbangan lini perakitan CBE tipe X-01 melalui metode *Ranked Positional Weight* (RPW) dengan mempertimbangkan hubungan *precedence*, *takt time*, dan *constraint* proses?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini difokuskan pada aktivitas yang berlangsung di area perakitan (*Assembly*).
2. Objek penelitian terbatas pada *Circuit Breaker for Equipment* (CBE) tipe X-01 di PT XYZ.
3. Penelitian ini dibatasi hingga tahap penyusunan usulan perbaikan keseimbangan lini menggunakan metode *Ranked Positional Weight* (RPW), tanpa mencakup penerapan atau implementasi usulan secara langsung pada kondisi aktual perusahaan.
4. Aspek biaya yang terkait dengan proses produksi tidak menjadi bagian dari analisis penelitian ini.
5. Penelitian ini mengidentifikasi tujuh jenis waste pada proses perakitan. Berdasarkan hasil identifikasi, *Excessive Transportation*, *Waiting*, *Excessive Inventory*, dan *Defect* ditemukan pada kondisi aktual, sedangkan *Excessive Processing* dan *Unnecessary Motion* tidak teridentifikasi. Sementara itu, *Overproduction* tidak ditemukan karena perusahaan menerapkan sistem *Make to Order* (MTO) berdasarkan *actual order* dan *production plan*.

6. Penelitian ini tidak menganalisis penetapan *allowance* sebesar 15% karena nilai tersebut merupakan ketetapan perusahaan dan tidak didukung oleh data terstruktur mengenai dasar penentuannya. Oleh karena itu, penentuan *allowance* dalam penelitian mengacu pada tabel *International Labour Organization* (ILO) dengan mempertimbangkan kondisi aktual operator selama proses observasi.
7. Penilaian *performance rating* menggunakan metode *Westinghouse* dilakukan berdasarkan kondisi dan kinerja masing-masing operator saat observasi langsung di perusahaan. Penilaian mencakup faktor *skill*, *effort*, *condition*, dan *consistency* sesuai keadaan operator selama pengamatan.
8. Pembagian dan redistribusi elemen kerja menggunakan metode RPW dilakukan berdasarkan kondisi aktual proses dengan mempertimbangkan hubungan *precedence diagram*, *takt time*, serta *constraint* pada proses tertentu. Oleh karena itu, hasil redistribusi *workstation* tidak selalu sama dengan jumlah minimum teoritis dan disesuaikan dengan kondisi operasional perusahaan.

1.4 Asumsi

Adapun asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Aliran dan tahapan proses perakitan diasumsikan tidak mengalami perubahan selama penelitian berlangsung.

2. Data yang diperoleh melalui observasi, wawancara, kuesioner, dan dokumen perusahaan diasumsikan valid serta mampu merepresentasikan kondisi aktual di lapangan.
3. Tenaga kerja yang terlibat dalam proses produksi diasumsikan bekerja sesuai kondisi dan kemampuan aktual masing-masing operator selama periode pengamatan, sehingga perbedaan *performance rating* diperhitungkan dalam penentuan waktu normal dan waktu baku.

1.5 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi aliran proses perakitan *Circuit Breaker for Equipment* (CBE) tipe X-01 di PT XYZ melalui penerapan *Value Stream Mapping* (VSM).
2. Mengidentifikasi *waste* dan mengevaluasi keseimbangan beban kerja pada lini perakitan CBE tipe X-01 berdasarkan hasil pemetaan proses dan analisis *line balancing*.
3. Merumuskan usulan perbaikan keseimbangan lini perakitan CBE tipe X-01 menggunakan metode *Ranked Positional Weight* (RPW) dengan mempertimbangkan hubungan *precedence*, *takt time*, dan *constraint* proses.

1.6 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

- a. Menambah pemahaman mengenai penerapan konsep *Lean Manufacturing* dalam memetakan aliran proses serta mengidentifikasi waste pada kegiatan perakitan (*assembly*).
- b. Memperkaya penerapan VSM, VALSAT, dan PAM sebagai pendekatan untuk mengevaluasi kondisi proses serta mengidentifikasi waste pada lini perakitan.
- c. Menambah referensi akademis terkait penerapan *Line Balancing* dengan metode RPW dalam melakukan redistribusi elemen kerja untuk memperoleh pembebanan yang lebih seimbang antar-*workstation* pada industri manufaktur.

2. Manfaat Praktis

- a. Memberikan informasi mengenai kondisi aktual aliran proses perakitan CBE tipe X-01 di PT XYZ, termasuk waste yang ditemukan dan kondisi ketidakseimbangan beban kerja pada lini perakitan.
- b. Menjadi bahan pertimbangan bagi perusahaan dalam menentukan prioritas evaluasi dan perbaikan proses, khususnya pada aspek ketidakseimbangan beban kerja serta hambatan dalam aliran proses.
- c. Memberikan alternatif pembagian elemen kerja berdasarkan metode RPW yang dapat dipertimbangkan perusahaan untuk meningkatkan keseimbangan

beban kerja antar-*workstation* dengan tetap menyesuaikan kondisi aktual proses.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan penelitian ini disusun untuk memberikan gambaran mengenai tahapan dan alur pembahasan pada setiap bab, yaitu sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan dasar pelaksanaan penelitian yang meliputi latar belakang permasalahan pada lini perakitan *Circuit Breaker for Equipment* (CBE) tipe X-01 di PT XYZ. Bab ini juga memuat rumusan masalah, batasan masalah, asumsi penelitian, tujuan, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan sebagai gambaran umum pembahasan penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memaparkan landasan teori yang bersumber dari berbagai literatur, buku, jurnal ilmiah, dan referensi relevan lainnya. Pembahasan mencakup konsep *Lean Manufacturing*, *waste*, *Value Stream Mapping* (VSM), *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT), *Process Activity Mapping* (PAM), *line balancing* menggunakan metode *Ranked Positional Weight* (RPW), *takt time*, *cycle time*, keseimbangan lini perakitan, serta penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menguraikan metode dan tahapan yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian. Pembahasan meliputi lokasi dan waktu penelitian, objek dan variabel penelitian, teknik pengumpulan data, tahapan pengolahan serta analisis data, dan alur pemecahan masalah yang disajikan dalam bentuk *flowchart*. Analisis dilakukan menggunakan VSM, VALSAT, PAM, dan *line balancing* dengan metode RPW hingga diperoleh usulan perbaikan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil pengumpulan dan pengolahan data penelitian beserta pembahasannya. Analisis mencakup pemetaan aliran proses perakitan CBE tipe X-01, identifikasi *waste*, analisis penyebab *waste*, evaluasi keseimbangan beban kerja, serta identifikasi *bottleneck* pada lini perakitan. Selanjutnya, hasil analisis digunakan sebagai dasar penyusunan usulan perbaikan *waste* dan redistribusi elemen kerja untuk meningkatkan keseimbangan lini perakitan.

BAB V KESIMPULAN

Bab ini berisi kesimpulan yang dirumuskan berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan untuk menjawab tujuan penelitian. Selain itu, disampaikan saran bagi perusahaan sebagai bahan pertimbangan dalam meningkatkan kinerja lini perakitan CBE tipe X-01 serta saran bagi penelitian selanjutnya yang dapat mengembangkan penelitian terkait.

DAFTAR PUSTAKA**LAMPIRAN**