

SKRIPSI

**USULAN PENERAPAN *LEAN MANUFACTURING*
BERDASARKAN KONSEP INDUSTRI HIJAU
PADA INSTALASI AC DI UNIT PRODUKSI
PT. KLIMA ANLAGE JAYA MAGELANG**



Disusun oleh:

LINGGA ASOFA SAHARI

16.0501.0032

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI (S1)
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAGELANG
2021**

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Permasalahan

Sektor industri berperan sangat strategis dalam pembangunan nasional, karena mempunyai misi mendorong pertumbuhan ekonomi nasional dan menciptakan lapangan kerja. Pertumbuhan positif ekonomi nasional yang disokong oleh industri nasional, ternyata juga diiringi oleh semakin meningkatnya tingkat konsumsi sumber daya alam baik dalam bentuk bahan/material, energi listrik, maupun air. Tingkat konsumsi yang semakin meningkat dari tahun ke tahun terhadap sumber daya alam tersebut, dikhawatirkan akan mempercepat krisis dan menurunkan daya dukung lingkungan.

Guna mengantisipasi kekhawatiran tersebut, maka sektor industri manufaktur nasional perlu didorong untuk beralih dari *Business as Usual* (BAU) menjadi industri hijau yang telah menjadi isu penting dan mutlak untuk segera dilaksanakan guna tercapainya efisiensi produksi serta menghasilkan produk hijau atau yang ramah lingkungan.

Industri hijau adalah industri yang dalam proses produksinya mengutamakan upaya efisiensi dan efektivitas penggunaan sumber daya secara berkelanjutan sehingga mampu menyelaraskan pembangunan industri dengan kelestarian fungsi lingkungan hidup serta dapat memberi manfaat bagi masyarakat (Kementrian Perindustrian, 2014). Industri hijau merupakan suatu pendekatan yang berorientasi pada peningkatan efisiensi melalui tindakan hemat dalam pemakaian bahan/material, air dan energi; penggunaan energi alternatif; penggunaan material yang aman terhadap manusia dan lingkungan; dan penggunaan teknologi rendah karbon dengan sasaran peningkatan produktivitas dan minimisasi limbah yang menekankan pendekatan bisnis guna memberikan peningkatan efisiensi secara ekonomi dan lingkungan (Kementrian Perindustrian, 2014).

Industri hijau suatu dinamika sistem didasarkan atas kerangka konsep yang mendorong kemampuan manusia dalam mengelola aktivitas manufaktur yang berbasis atas aspek keberlanjutan ekologi melalui pendekatan : minimalisasi penggunaan materi, energi dan minimalisasi limbah dan polutan serta menjamin kualitas kehidupan yang baik dapat diperoleh masyarakat luas (Rizal, 2018).

PT. Klima Anlage Jaya Magelang merupakan industri manufaktur yang bergerak di bidang jasa instalasi *Air Conditioner* (AC) mobil. Jasa yang ditawarkan kepada konsumen adalah jasa pemasangan dan perbaikan AC mobil. Guna melayani permintaan konsumen tersebut, maka proses produksi yang dilakukan adalah 1) proses *wiring* yaitu proses yang menangani bagian penataan kabel atau instalasi yang berhubungan dengan kelistrikan; 2) *peping* yaitu menangani pembuatan pipa saluran udara; 3) *bracket* yaitu menangani pembuatan *bracket* yang berfungsi sebagai penghubung antara komponen AC dengan komponen AC lainnya atau antara komponen AC dengan bagian mobil; dan 4) *clamp* yaitu menangani pembuatan *clamp* untuk pengunci pipa saluran angin dengan kerangka mobil.

Berdasarkan observasi lapangan, ditemukan sejumlah ketidakefisienan pada proses produksi di PT. Klima Anlage Jaya Magelang yang tidak sesuai dengan konsep Industri Hijau. Ketidakefisienan tersebut di antaranya adalah boros dalam penggunaan listrik, waktu, dan limbah. Penggunaan energi listrik per bulan sebesar $\pm 449,28$ KWh; waktu istirahat yang melebihi standar yang telah ditentukan, sehingga mengurangi waktu kerja; dan timbunan limbah padat berupa kabel, *cableties*, selongsong, plat, serbuk las, sisa pengeboran, potongan pipa, dan potongan busa seperti yang terlihat pada gambar 1.1, yang jumlahnya setiap hari bertambah tanpa ada pengelolaan secara khusus. Timbunan limbah padat di PT. Klima Anlage Jaya bisa dilihat pada gambar 1.1 berikut:



Gambar 1.1 Limbah padat PT. Klima Anlage Jaya

Guna membantu mengatasi permasalahan tersebut, maka dilakukan penelitian yang akan mengevaluasi penerapan pendekatan *Lean Manufacturing*. *Lean Manufacturing* merupakan suatu pendekatan sistemik dan sistematis untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan (*waste*) atau aktivitas-aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non-value-adding activities*) melalui peningkatan terus-menerus secara radikal (*radical continuous improvement*) dengan cara mengalirkan produk (*material, work-in-process, output*) dan informasi menggunakan sistem tarik (*pull system*) dari pelanggan internal dan eksternal untuk mengejar keunggulan dan kesempurnaan (Pujotomo & Rusanti, 2015).

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka penelitian dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana efisiensi penggunaan waktu kerja, energi listrik, dan pengelolaan limbah padat pada unit produksi di PT. Klima Anlage Jaya Magelang?
2. Bagaimana usulan penerapan *Lean Manufacturing* berdasarkan konsep industri hijau di unit produksi PT. Klima Anlage Jaya Magelang ?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menentukan efisiensi penggunaan waktu kerja, energi listrik, dan pengelolaan limbah padat pada unit produksi di PT. Klima Anlage Jaya Magelang.
2. Mengusulkan penerapan *Lean Manufacturing* berdasarkan konsep industri hijau pada unit produksi di PT. Klima Anlage Jaya Magelang.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah PT. Klima Anlage Jaya Magelang bersedia untuk menerapkan *Lean Manufacturing* dalam rangka meminimalkan sejumlah ketidakefisienan di dalam unit produksi untuk mewujudkan industri hijau.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Penelitian-penelitian yang Relevan

Penelitian yang akan dilakukan merupakan pengembangan dari penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Penelitian-penelitian tersebut di antaranya adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dengan judul *Implementasi Lean dan Green Manufacturing Guna Meningkatkan Sustainability pada PT. Sekar Lima Pratama* (Prabowo & Suryanto, 2020) yang bertujuan mengidentifikasi waste pada proses *finishing* kain tenun guna menjadikan proses yang ramah lingkungan dengan pertimbangan tingkat *eco efficiency* dan *eco cost*. Metode penelitian menggunakan *Life Cycle Analysis* (LCA). Hasil pengukuran LCA untuk proses sebesar 248,76 pt, untuk *Life Cycle Impact Assessment Damage Category Human Health* sebesar 4,8813 DAILY, *Damage Category Ecosystem Quality* sebesar 310,000 PDF*m2yr dan untuk *Damage Category Resources* 1615,646 MJ surplus. Biaya *eco cost* sebesar Rp 608.425.018,2. Oleh karena itu disarankan agar dilakukan proses produksi yang ramah lingkungan dengan menaikkan *level green manufacturing* menjadi *recycling* dan *reuse*.
2. Penelitian dengan judul *Upaya Komitmen Penurunan Gas Rumah Kaca Melalui Industri Hijau* (Aminah & Yusriyadi, 2018) yang bertujuan mengevaluasi penerapan industri hijau sebagai salah satu upaya pemenuhan komitmen penurunan gas rumah kaca. Metode yang digunakan adalah dengan pendekatan *yuridis empiris*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa meskipun program industri hijau telah dilaksanakan sejak tahun 2010, tetapi belum mampu secara maksimal menurunkan konsentrasi gas rumah kaca. Terbukti dari data terakhir yang hanya mampu menurunkan 17,59 % untuk emisi dan 25,98% untuk IPPU.

3. Penelitian dengan judul *Penerapan Konsep Green Manufacturing pada Botol Minuman Kemasan Plastik* (Soedarmadji et al., 2015) yang bertujuan mengetahui pengaruh positif antara pewarnaan botol minuman kemasan plastik dengan persiapan pembersihan, mengetahui pengaruh positif antara persiapan pembersihan dengan perbaikan ramah lingkungan, mengetahui pengaruh positif antara perbaikan ramah lingkungan dengan kondisi ramah lingkungan, dan mengetahui pengaruh positif antara pewarnaan dengan kondisi ramah lingkungan. Metode penelitian yang digunakan adalah survei dengan menggunakan analisis data *Partial Least Square* (PLS). Hasil penelitian menunjukkan bahwa variabel pewarnaan berpengaruh positif dan tidak signifikan terhadap variabel persiapan pembersihan. Variabel persiapan pembersihan berpengaruh positif dan signifikan terhadap perbaikan ramah lingkungan. Variabel perbaikan ramah lingkungan berpengaruh positif dan signifikan terhadap kondisi ramah lingkungan.

Penelitian yang akan dilakukan berbeda dengan penelitian-penelitian sebelumnya. Secara umum tujuan penelitian yang akan dilakukan adalah mengusulkan penerapan *Lean Manufacturing* sesuai konsep Industri Hijau untuk meningkatkan efisiensi produksi di PT. Klima Anlage Jaya Magelang. Berdasarkan evaluasi ini dapat diketahui tingkat *sustainability*, sehingga dapat ditentukan solusi apabila belum sesuai dengan standar yang telah ditetapkan.

B. Industri

1. Pengertian Industri

Industri adalah sekumpulan usaha sejenis dalam menghasilkan produksi barang maupun jasa (Julianto & Suparno, 2016). Industri adalah seluruh bentuk kegiatan ekonomi yang mengolah bahan baku dan atau memanfaatkan sumber daya alam sehingga menghasilkan barang atau jasa yang mempunyai nilai tambah ekonomi dan manfaat yang lebih tinggi (Kementrian Perindustrian, 2014). Industri adalah kegiatan ekonomi yang

mengolah bahan mentah menjadi barang jadi atau barang setengah jadi (Suwardana et al., 2018).

Industri dapat menjadi sumber kemakmuran bagi suatu bangsa. Industrialisasi telah menempati posisi sentral dalam ekonomi dan masyarakat saat ini dan merupakan motor penggerak yang memberikan dasar bagi peningkatan kemakmuran umat manusia. Banyak kebutuhan manusia hanya dapat dipenuhi oleh barang dan jasa yang disediakan dari sektor industri (Mubin, 2012)

2. Jenis-jenis industri

UU Nomor 3 Tahun 2014 Tentang Perindustrian menyatakan bahwa jenis industri ada 4 yaitu:

a) Industri besar

Industri besar yaitu industri dengan jumlah tenaga kerja lebih dari 100 orang. Ciri industri besar adalah memiliki modal besar yang dihimpun secara kolektif dalam bentuk pemeliharaan saham, tenaga kerja harus memiliki keterampilan khusus, dan pemimpin perusahaan dipilih melalui uji kemampuan dan kelayakan (*fit and profer test*).

b) Industri sedang

Industri sedang yaitu industri yang menggunakan tenaga kerja sekitar 20 sampai 99 orang. Ciri industri sedang memiliki modal yang cukup/sedang sampai besar, sedangkan tenaga kerja yang memiliki keterampilan tertentu dan pimpinan perusahaan memiliki kemampuan manajerial tertentu.

c) Industri kecil

Industri kecil yaitu industri yang jumlah karyawan/tenaga kerja berjumlah antara 5-9 orang. Modal relatif kecil karena modal disediakan oleh seorang pemilik atau sekelompok kecil pemilik modal, tenaga kerjanya berasal dari lingkungan sekitar atau masih ada hubungan saudara.

d) Industri rumah tangga atau industri mikro

Industri mikro yaitu industri dengan usaha produktif milik orang perorangan dan atau badan usaha perorangan. Dengan jumlah karyawan/tenaga kerja berjumlah antara 1-4 orang.

C. Industri Hijau

1. Pengertian Industri Hijau

Menurut Undang-Undang Nomor 3 Tahun 2014 tentang Perindustrian, industri hijau adalah industri yang dalam proses produksinya mengutamakan upaya efisiensi dan efektivitas penggunaan sumber daya secara berkelanjutan, sehingga mampu menyelaraskan pembangunan industri dengan kelestarian fungsi lingkungan hidup serta dapat memberi manfaat bagi masyarakat. Menurut Atmawinata (2012) industri hijau adalah industri yang menghasilkan eko produk sejak perancangan, pengadaan dan penggunaan material, proses produksi, distribusi, penggunaan, dan perawatan produk sampai menjadi limbah/rusak dengan menerapkan prinsip-prinsip *zero* emisi, polusi, limbah, kecelakaan, waktu, penggunaan energi rendah (listrik, air, angin, minyak), karbon rendah, sehingga dapat menekan biaya dan menghasilkan margin yang setinggi-tingginya serta meningkatkan daya saing. Istilah industri hijau juga dapat digunakan untuk menunjukkan atau mengacu pada rangkaian kegiatan untuk mengurangi dampak dari sebuah proses atau system manufaktur terhadap lingkungan jika dibandingkan dengan kondisi awal, seperti pengurangan limbah berbahaya yang dihasilkan, mengurangi penggunaan pendingin (*coolant*) pada proses permesinan, atau mengubah campuran energi yang digunakan sehingga memungkinkan untuk penggunaan sumber energi terbarukan (Amaranti et al., 2017)

Secara umum industri hijau didefinisikan sebagai berikut (Murniningtyas, 2012) :

- a. Industri hijau mengubah sektor manufaktur dan jenis industri lainnya untuk berkontribusi lebih efektif dalam pembangunan industri yang berkelanjutan, dan merupakan sector strategis untuk merealisasikan ekonomi hijau dan pertumbuhan hijau di sektor industri,
- b. Industri hijau dioperasionalisasikan melalui *scaling up* dan pengarusutamaan metoda dan praktek untuk mengurangi polusi dan konsumsi sumber daya alam di semua sektor, serta memperluas penyediaan barang dan jasa yang lebih terjangkau,
- c. Industri hijau harus dapat mengembangkan inovasi bisnis yang memanfaatkan sumber daya secara efisien, meminimalkan limbah, dan mengurangi emisi,
- d. Industri hijau harus menjadi kunci dalam mengatasi persoalan lingkungan yang paling mendesak saat ini, salah satu diantaranya adalah mitigasi GRK dan adaptasi perubahan iklim, keamanan pasokan air dan energi, dan pengelolaan limbah terutama limbah kimia. Pengembangan industri harus seiring dengan penciptaan lapangan kerja untuk mengentaskan kemiskinan dan aman terhadap lingkungan.

Amerika Serikat melalui *US Bureau of Labor & Statistics* mendefinisikan industri hijau sebagai industri yang memproduksi baik barang maupun jasa yang bermanfaat bagi lingkungan atau konservasi sumber daya atau yang melibatkan proses produksi ramah lingkungan atau fokus pada efisiensi sumber daya alam yang dibagi menjadi 5 kategori, yaitu penggunaan energi terbarukan, efisiensi energi, pengurangan dan penghapusan polusi, pengurangan efek gas rumah kaca, dan/atau penerapan daur ulang, konservasi sumberdaya alam, dan ketaatan, pelatihan, dan kesadaran akan lingkungan.

Tujuan utama dari industri hijau adalah keberlanjutan sehingga setiap sektor manufaktur harus memperhatikan bagaimana sumber daya alam yang digunakan saat ini dilestarikan agar terjamin ketersediaannya untuk generasi masa depan (Amaranti et al., 2017).

2. Konsep Industri Hijau

Konsep industri hijau meliputi proses pembuatan produk dengan penggunaan material minimal dan proses yang meminimasi dampak negatif terhadap lingkungan, hemat energi dan sumber daya alam, aman bagi karyawan, masyarakat, dan konsumen, dengan tetap bernilai ekonomis (Amaranti et al., 2017). Definisi industri hijau, industri yang berkelanjutan atau definisi yang lebih luas seperti *Green Development* atau *Green Economy* sering kali diangkat dari sudut pandang yang beragam, sehingga terminologi tersebut saat ini dapat memiliki dimensi yang luas.

Konsep industri hijau tidak hanya terkait dengan pembangunan industri yang ramah lingkungan tetapi juga berhubungan dengan penerapan sistem industri yang terintegrasi, holistic, dan efisien. Pemikiran tentang konsep industri hijau juga memunculkan berbagai kajian, termasuk dalam manufaktur sehingga dikenal istilah system manufaktur yang berkelanjutan atau *sustainable manufacturing*. NACFAM-USA mendefinisikan *sustainable manufacturing* sebagai penciptaan produk manufaktur yang bebas polusi, menghemat energi dan sumber daya alam, serta ekonomis dan aman bagi karyawan, masyarakat dan pelanggan.

ISO sebagai lembaga internasional tentang standarisasi bahkan telah merumuskan “*triple bottom-line*”. Konsep tersebut mencakup ISO9000 yang bertujuan untuk memajukan perusahaan dengan menciptakan pertumbuhan (*growth*), b) ISO 14000 yang bertujuan untuk menjaga kelestarian fungsi-fungsi lingkungan hidup (*environment*), dan c) ISO 26000 yang bertujuan untuk mendorong peningkatan kontribusi perusahaan bagi kesejahteraan masyarakat (*society*). Artinya, ISO mendorong agar setiap perusahaan memiliki keseimbangan fokus pada pertumbuhan, lingkungan hidup, dan kesejahteraan masyarakat secara berkelanjutan (*sustainable*).

Selain itu, produksi hijau juga dapat dilakukan dengan pemanfaatan kembali material dan sumber daya yang digunakan melalui konsep 4R (*Reduce, Reuse, Recycle, Recovery*), menggunakan sumber daya manusia yang kompeten, implementasi SOP, layout pabrik yang efisien dan efektif, dan modifikasi atau penggantian mesin/peralatan. Penerapan prinsip 4R merupakan hal pokok dalam mengaplikasikan kegiatan industri hijau pada industri. Prinsip 4R merupakan bagian hirarki pengelolaan limbah ataupun sumber daya industri. Prinsip 4R tersebut adalah sebagai berikut (Atmawinata, 2012):

- a. *Reduce*, pengurangan penggunaan sumber daya (bahan baku, energi dan air) melalui pemanfaatan semaksimal mungkin sumber daya yang digunakan mulai tahap persiapan sampai saat digunakan sebagai material input pada proses industri.
- b. *Reuse*, penggunaan kembali sumber daya yang ada (energi, bahan baku dan air) yang merupakan keluaran dari proses atau utilitas pada system atau fasilitas industri tanpa mengalami perlakuan fisika/kimia/biologi.
- c. *Recycle*, penggunaan kembali sumber daya yang merupakan keluaran dari proses reaksi atau utilitas dari suatu sistem atau fasilitas pada industri dengan modifikasi beberapa rangkaian sistem dan teknologi (fasilitas dan peralatan) untuk melakukan proses kembali ke bentuk semula yang dapat dicapai melalui perlakuan fisika/kimia/biologi.
- d. *Recovery*, pemisahan potensi sumber daya (bahan, energi dan air) dari suatu tahapan tertentu dengan memprosesnya kembali ke bentuk semula yang dicapai melalui perlakuan fisika/kimia/biologi.

Pengembangan industri hijau yang dilakukan melalui beberapa penerapan seperti produksi bersih, konservasi energi, efisiensi sumber daya, dan proses daur ulang, program industri hijau diharapkan akan terjadi efisiensi pemakaian bahan baku, energi dan air, sehingga limbah maupun emisi yang dihasilkan menjadi minimal dan mampu meningkatkan daya saing produk industri.

Pengertian atau persyaratan hijau pada tahapan kegiatan operasional adalah (Atmawinata, 2012) :

- a. Material sebagai bahan baku didapat dari bahan yang dapat diperbarui atau dibudi daya, bukan dari bahan yang didapat dengan cara sekali pakai yang berpotensi merusak fungsi lingkungan hidup.
- b. Pembangkitan energi umumnya akan menghasilkan emisi gas CO₂ berupa GRK, sehingga pembangkitan diupayakan menggunakan teknologi yang tidak menghasilkan CO₂ dan pemanfaatan energi diusahakan se-efisien mungkin.
- c. Dalam proses produksi diusahakan menggunakan mesin atau peralatan yang hemat energi, serta dalam proses produksinya tidak banyak menghasilkan limbah, baik cair, padat, maupun pencemaran udara.
- d. Produk yang dihasilkan diusahakan dalam tahap pemakaian atau pemanfaatannya tidak merusak lingkungan, atau sebaiknya memenuhi syarat 3R.

Pada tingkat industri, penerapan industri hijau akan memberi manfaat antara lain (Rizal, 2018) :

- a. Lebih efektif dan efisien dalam penggunaan sumber daya (bahan baku, energi, dan air) sehingga mampu meminimalisasi biaya produksi,
- b. Pemenuhan dan partisipasi terhadap pengelolaan lingkungan lebih meningkat berdampak pada peningkatan kualitas lingkungan industri dan masyarakat sekitar,
- c. Meningkatkan citra produsen dan meningkatkan kepercayaan konsumen terhadap produk yang dihasilkan,
- d. Membuka peluang *sponsorship*, pendanaan berbasis ESCO, *green* atau proyek keberlanjutan (*sustainable project*) dari lembaga perbankan/keuangan atau lembaga atau korporasi internasional,
- e. Mengurangi tingkat bahaya kesehatan dan keselamatan kerja pada lingkungan kerja.

Pada dasarnya sebagian industri secara tidak sadar telah menerapkan konsep industri hijau di perusahaannya, namun industri tersebut kurang memahami apakah yang telah dilakukan itu adalah bagian dari program industri hijau. Hal ini disebabkan karena pihak industri belum mengetahui batasan atau karakteristik serta pengertian industri hijau (Christiani et al., 2017).

Perusahaan Industri secara bertahap harus dengan Peraturan Menteri Perindustrian No 41/M-IND/PER/12/2017:

- a. Membangun komitmen bersama dan menyusun kebijakan perusahaan untuk pembangunan Industri Hijau,
- b. Menerapkan kebijakan pembangunan Industri Hijau,
- c. Menerapkan sistem manajemen ramah lingkungan, dan
- d. Mengembangkan jaringan bisnis dalam rangka memperoleh bahan baku, bahan penolong, dan teknologi ramah lingkungan.

Untuk Untuk memudahkan penerapan dan pengawasan penerapan prinsip-prinsip sebagaimana dimaksud dalam industri hijau, selain adanya kebijakan umum yang ditetapkan oleh Pemerintah, adanya komitmen pihak industri dan terbangunnya institusi/lembaga/unit kerja yang ditunjuk untuk melakukan pemberian bimbingan, pembinaan, pengujian, pengukuran, pensertifikatan, diperlukan juga acuan ukuran yang diakui secara global yaitu berupa standar. Dengan standar ditetapkan ukuran, satuan, dan kriteria industri hijau.

Saat ini belum ada dan belum tersusun standar yang terkait dengan ketentuan industri hijau. Patokan-patokan yang ada yang diterapkan saat ini oleh pihak tertentu hanyalah batas-batas emisi, kandungan-kandungan pada limbah, dan kategori B3. Standar industri hijau sekurang-kurangnya memuat dan mencakup hal-hal yang terkait dengan bahan baku, bahan penolong, energi, proses produksi, produk, pasca proses produksi atau distribusi, dan manajemen perusahaan (Rizal, 2018).

D. *Lean Manufacturing*

1. Pengertian *Lean Manufacturing*

Lean Manufacturing dapat didefinisikan sebagai suatu pendekatan sistemik dan sistematis untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan (*waste*) atau aktivitas-aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non-value-adding activities*) melalui peningkatan terus-menerus secara radikal (*radical continuous improvement*) dengan cara mengalirkan produk (*material, work-in-process, output*) dan informasi menggunakan sistem tarik (*pull system*) dari pelanggan internal dan eksternal untuk mengejar keunggulan dan kesempurnaan (Pujotomo & Rusanti, 2015).

Mereduksi *waste* dimaksudkan agar seluruh aktivitas yang dilakukan dilantai produksi merupakan aktivitas yang memiliki nilai tambah (*value added activity*), bertujuan untuk meningkatkan daya saing melalui proses produksi secara efektif dan penggunaan sumber daya secara efisien (Miftakhul, 2013).

2. Prinsip dasar *Lean Manufacturing*

Lean manufacturing memiliki 3 prinsip dasar yang diterapkan dalam produksi untuk mencapai tujuan operasional bisnis antara lain (Trismi, 2017) :

a. Prinsip Mendefinisikan Nilai Produk (*Define Value*)

Pendefinisian nilai produk dilakukan dengan mengacu kepada pandangan dan pendapat pelanggan (*Voice of Customer*) melalui kerangka QCDS dan PME (*Productivity, Motivation* dan *Environment*). Pendefinisian nilai produk dimulai dengan membuat pemetaan aliran nilai (*Value Stream Mapping*). Tujuannya adalah mengidentifikasi *value* yang ada pada seluruh aliran proses, mulai dari pemasok hingga pelanggan. Hasil identifikasi tersebut adalah pengetahuan mengenai titik-titik pada proses yang tidak memberikan nilai tambah kepada pelanggan.

b. Prinsip Menghilangkan Pemborosan (*Waste Elimination*)

Pemborosan atau *waste* dalam konsep *Lean Manufacturing* adalah segala aktifitas yang tidak memberi nilai tambah kepada produk yang

dapat menyebabkan kepuasan pelanggan. Jadi, segala aktifitas dianggap sebagai *waste* jika tidak memberikan kontribusi untuk peningkatan nilai produk di mata pelanggan.

c. Prinsip Mengutamakan Karyawan (*Support the Employee*)

Penerapan *Lean Manufacturing* harus dilakukan oleh karyawan di semua level dalam organisasi. Karena itulah, perusahaan harus mendukung karyawan dengan memberikan pendidikan dan pelatihan yang memadai untuk memahami *Lean Manufacturing*, dari metode hingga perkakasny. Operasional harian untuk proyek-proyek *Lean Manufacturing* di perusahaan sepenuhnya berada ditangan karyawan, sehingga diperlukan pengetahuan yang memadai untuk menjalankannya dengan benar.

3. *Value Stream Mapping*

Value Value stream mapping adalah alat proses pemetaan yang berfungsi untuk mengidentifikasi aliran material dan informasi pada proses produksi dari bahan mentah menjadi produk jadi, *value stream mapping* digambarkan melalui simbol-simbol yang mewakili aktivitas (Miftakhul, 2013). Aktivitas dikelompokkan dalam *value added* dan *non value added*, sehingga dapat diketahui aktivitas mana yang dapat memberikan nilai tambah dan tidak memberikan nilai tambah (Kartika, 2019):

- a. *Value adding activity*, yaitu aktivitas yang menurut customer mampu memberikan nilai tambah pada suatu produk/jasa sehingga customer rela membayar untuk aktivitas tersebut. Contohnya memperbaiki mobil yang rusak pada jalan tol.
- b. *Non value adding activity*, yaitu merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah pada suatu produk atau jasa di mata *customer*. Aktivitas ini merupakan *waste* yang harus segera dihilangkan dalam suatu sistem produksi. Contohnya melakukan pemindahan material dari suatu rak ke rak lainnya sehingga akan membuat operator bergerak mengelilingi lini produksi.

Dua langkah utama dalam pemetaan *value stream mapping* adalah sebagai berikut (Miftakhul, 2013):

- a. *Current state map* merupakan konfigurasi *value stream* produk saat ini, menggunakan ikon dan terminologi spesifik untuk mengidentifikasi *waste* dan area untuk perbaikan atau peningkatan (*improvement*).
- b. *Future State Map* merupakan penggambaran proses dan informasi setelah dilakukan perbaikan. *Future state map* bukan hasil implementasi, tetapi merupakan kondisi alur proses di masa depan yang ideal sesuai dengan konsep *lean*.

4. *Fishbone diagram*

Fishbone diagram atau diagram sebab-akibat (*cause-effect diagram*) adalah suatu diagram yang menunjukkan hubungan di antara sebab akibat. Berkaitan dengan pengendalian proses statistik, diagram sebab-akibat dipergunakan untuk menunjukkan faktor-faktor penyebab (sebab) dan karakteristik kualitas (akibat) yang disebabkan oleh faktor-faktor penyebab itu (Kartika, 2019). Pemanfaatan *fishbone diagram* memberikan banyak keuntungan bagi dunia bisnis, selain memecahkan masalah kualitas yang menjadi perhatian penting perusahaan, masalah-masalah klasik yang dapat diselesaikan di industri antara lain keterlambatan proses produksi, tingkat *defect* (cacat) produk yang tinggi, output lini produksi yang tidak stabil yang berakibat kacaunya rencana produksi, produktivitas yang tidak mencapai target, dan keluhan pelanggan yang terus datang (Miftakhul, 2013).

E. Efisiensi

1. *Pengertian Efisiensi*

Efisiensi merupakan perbandingan output dan input berhubungan dengan tercapainya output maksimum dengan sejumlah *input*, artinya jika ratio *output* besar, maka efisiensi dikatakan semakin tinggi (Himawan, 2014).

Efisiensi adalah kemampuan untuk mencapai suatu hasil yang diharapkan *output* dengan menggunakan *input* yang minimal (Raihan, 2017). Efisiensi merupakan banyaknya hasil produksi fisik yang dapat diperoleh dari kesatuan produksi atau *input* (Mulyana, 2015). Efisiensi dalam penggunaan *input* sangat penting dan sangat berpengaruh terhadap hasil produksi dan keuntungan (Respikasari, Titik Ekowati, 2014). Usaha peningkatan efisiensi umumnya dihubungkan dengan biaya yang lebih kecil untuk memperoleh suatu hasil tertentu, atau dengan biaya tertentu diperoleh hasil yang lebih banyak (Himawan, 2014). Jika terjadi efisiensi maka secara langsung akan meningkatkan produktivitas yang berarti diperoleh keluaran atau *output* yang lebih banyak dengan masukan atau *input* yang sama (Tulipa, 2004).

Efisiensi juga dikenal sebagai suatu bentuk usaha yang dilakukan untuk meminimalisir pemborosan dalam segi waktu, tenaga, dan biaya. Perusahaan yang baik adalah perusahaan yang mampu menghasilkan produksi yang tinggi dengan kualitas yang baik, melalui efisiensi sumber daya produksi dan mengurangi pemborosan. Dimana pemborosan ini dapat didapatkan dari waktu produksi, konsumsi energi dan limbah yang dihasilkan.

2. Waktu produksi, konsumsi energi listrik dan pengelolaan limbah

a. Waktu Kerja Produksi

Suatu produksi akan dikatakan efektif dan efisien apabila waktu kerja produksi berlangsung tepat waktu dan waktu semimum mungkin. Untuk menentukan waktu kerja dilakukan perhitungan waktu baku dengan tahapan sebagai berikut (Rachman, 2013) :

1) Waktu siklus

$$WS = \frac{\sum Xi}{N} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

WS = Waktu Siklus

$\sum Xi$ = Waktu pengamatan

N = Jumlah pengamatan

2) Waktu Normal

$$W_n = W_s \times p \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

W_n = Waktu Normal

W_s = Waktu Siklus

P = Penyesuaian

3) Waktu Baku

$$W_b = W_n (W_n \times \% \text{ kelonggaran}) \dots\dots\dots (3)$$

Dimana :

W_b = Waktu Baku

W_n = Waktu Normal

$\% \text{ kelonggaran}$ = Kelonggaran

b. Konsumsi energi listrik

Konservasi energi listrik adalah kegiatan konsumsi energi listrik secara efisien dan rasional tanpa mengurangi penggunaan energi yang memang benar-benar diperlukan. Tujuan konservasi energi listrik adalah untuk memelihara kelestarian sumber daya alam yang berupa sumber energi melalui kebijakan pemilihan teknologi dan pemanfaatan energi secara efisien untuk mewujudkan kemampuan penyediaan energi (Yoga, 2014). Konsumsi energi listrik bisa dihitung dengan rumus sebagai berikut (Dea, 2014):

$$W = p \times t \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan:

W = Konsumsi Energi

P = Daya (Watt)

t = Waktu (s)

c. Pengelolaan limbah

Pengelolaan limbah diperlukan mengingat dampak buruknya bagi kesehatan dan lingkungan. Limbah menjadi tempat berkembangbiaknya organisme penyebab dan pembawa penyakit, limbah juga dapat mencemari dan mengganggu keseimbangan lingkungan. Belum adanya pengolahan limbah terpadu dikarenakan

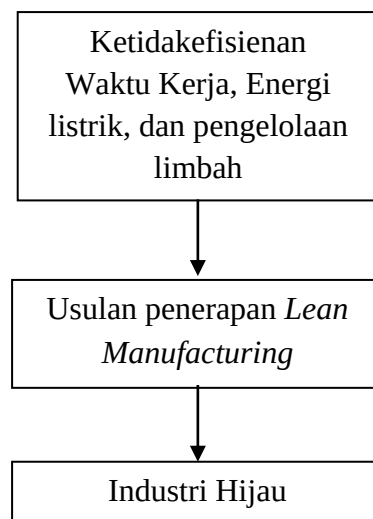
belum dikembangkan sistem yang didukung oleh sarana dan prasarana yang memadai (Adidtya, 2008). Menjadi salah satu masalah yang harus diselesaikan di industri. Pengelolaan limbah dapat dilakukan dengan penerapan strategi *reuse*, *recycle*, *remkondisi*, *remanufaktur* dan *renew*.

F. Kerangka Konsep Penelitian

PT. Klima Anlage Jaya Magelang merupakan industri yang bergerak dalam bidang jasa instalasi *Air Conditioner* (AC). Namun, proses produksi yang dilakukan belum sesuai dengan standar Industri Hijau yang telah ditetapkan Pemerintah. Hal ini dibuktikan oleh 1) boros dalam penggunaan energi listrik, 2) belum ada pengelolaan limbah dan 3) waktu kerja yang tidak efisien.

Guna menentukan ketidakefisienan yang terjadi di industri tersebut, maka dilakukan evaluasi terhadap proses produksi berdasarkan konsep Industri Hijau yang telah ditetapkan Kementrian Perindustrian. Selanjutnya untuk mengatasi ketidakefisienan itu, diusulkan untuk menerapkan pendekatan *Lean Manufacturing*.

Kerangka konsep penelitian yang akan dilakukan digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.1 Kerangka Konsep Penelitian

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang akan dilakukan merupakan penelitian deskriptif yang akan mendeskripsikan kondisi proses produksi PT. Klima Anlage Magelang dalam hal efisiensi penggunaan energi listrik, penggunaan waktu kerja, dan pengelolaan limbah padat dengan metode *lean manufacturing* yang disesuaikan dengan konsep Industri Hijau.

B. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan selama 2 bulan (November-Desember 2020) di unit produksi PT. Klima Anlage Jaya Magelang.

C. Tahapan Penelitian

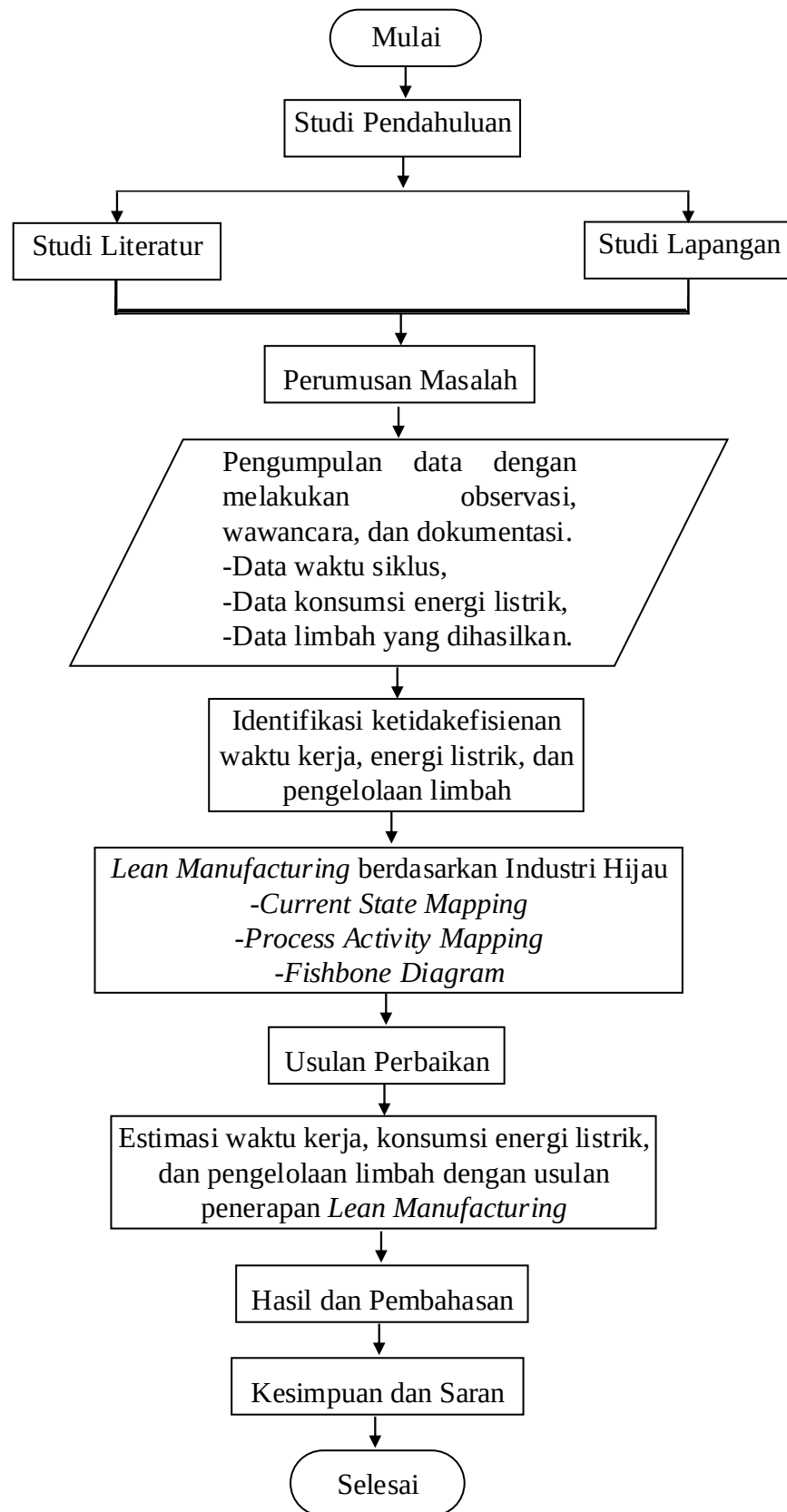
Tahapan penelitian ini digambarkan dalam *flowchart* pada gambar 3.1 berikut ini:

1. Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan dilakukan melalui 2 cara yaitu studi lapangan dan studi literatur. Studi lapangan dilakukan pada saat peneliti melakukan kerja praktik di PT. Klima Anlage Magelang selama 2 bulan. Pada saat kerja praktek itulah ditemukan permasalahan yang dihadapi perusahaan, sehingga peneliti tertarik untuk mengangkat permasalahan tersebut untuk dilakukan penelitian lebih lanjut. Kemudian didukung dengan studi literatur yang bersumber dari hasil-hasil penelitian terdahulu yang terkait baik yang sudah dipublikasikan dalam jurnal ilmiah maupun yang masih dalam bentuk laporan penelitian, serta buku-buku ajar yang terkait dengan permasalahan yang dihadapi perusahaan.

2. Perumusan Masalah

Berdasarkan studi pendahuluan yang telah dilakukan, selanjutnya permasalahan yang dihadapi perusahaan dirumuskan secara spesifik menjadi masalah penelitian dalam bentuk pertanyaan-pertanyaan penelitian yang akan menjadi acuan bagi penyelesaiannya.



Gambar 3.1 Flowchart penelitian

3. Tujuan Masalah

Berdasarkan masalah penelitian yang sudah dirumuskan dalam bentuk pertanyaan-pertanyaan penelitian, selanjutnya ditentukan tujuan menjadi target dari penelitian ini.

4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan masalah penelitian yang sudah dirumuskan dalam bentuk pertanyaan-pertanyaan penelitian, selanjutnya ditentukan tujuan menjadi target dari penelitian ini.

- a. Proses produksi yang meliputi penggunaan material input, konsumsi energi listrik, dan waktu siklus untuk setiap proses produksi.
- b. Pengelolaan limbah yang meliputi jumlah dan jenis limbah yang dibuang, dan upaya yang telah dilakukan terhadap limbah padat tersebut.
- c. Jumlah tenaga kerja dan waktu kerja
- d. Jumlah permintaan konsumen.

Data penelitian tersebut dikumpulkan melalui proses observasi, wawancara, maupun secara dokumentasi.

5. Pengolahan data

Data penelitian yang sudah terkumpul selanjutnya diolah dengan pendekatan *Lean Manufacturing* dengan tahapan sebagai berikut:

a. Pembuatan *current state map*

Current State Map merupakan gambaran awal aliran material dan informasi pada proses produksi. Aliran informasi yang dipetakan berupa jalur koordinasi yang menangani proses produksi instalasi AC. Dalam *current state map* dipetakan aliran material mulai dari pengiriman bahan baku dari *supplier* ke pabrik hingga tahapan proses yang dilalui material beserta pencantuman informasi dari data yang telah didapatkan dari perusahaan. Data yang dicantumkan berupa *cycle time*, operator, waktu kerja, dan data hasil produksi perhari.

b. Pembuatan *Process Activity Mapping* (PAM)

Tahapan kedua adalah membuat *Process Activity Mapping* (PAM) yaitu sebuah gambaran keseluruhan kegiatan pada proses produksi yang

bertujuan untuk menggambarkan secara rinci kegiatan yang bernilai tambah maupun yang tidak bernilai tambah agar dapat diidentifikasi kegiatan apa yang merupakan pemborosan.

c. Identifikasi pemborosan

1) Pengukuran waktu kerja

(a) Menghitung uji keseragaman data

Uji keseragaman data bertujuan untuk mengetahui apakah hasil pengukuran waktu cukup seragam. Suatu data dikatakan seragam apabila berada dalam rentang batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB). Dimana langkah untuk menghitung uji keseragaman data adalah sebagai berikut :

(1) Menghitung standar deviasi

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum |X - \bar{X}|^2}{n - 1}}$$

(2) Menentukan BKA dan BKB

$$BKA = \bar{x} + (k\sigma)$$

$$BKB = \bar{x} - (k\sigma)$$

(b) Menghitung uji kecukupan data

Menghitung kecukupan data dilakukan setelah semua rata rata sub group berada dalam batas kontrol, dimana persamaan dari kecukupan data adalah sebagai berikut:

$$N' = \frac{k/s\sqrt{N \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x}$$

(c) Menghitung waktu siklus

$$W_s = \frac{\sum \bar{x}}{N}$$

(d) Menghitung waktu normal

$$W_n = W_s \times p$$

(e) Menghitung waktu baku

$$W_b = W_n \times (W_n \times \% \text{ kelonggaran})$$

2) Konsumsi energi listrik

Perhitungan konsumsi energi dilakukan manual dengan menentukan fasilitas yang ada di PT. Klima Anlage Jaya Magelang. Adapun

persamaan yang digunakan untuk menghitung konsumsi energi listrik adalah sebagai berikut :

$$W = P \times t$$

3) Pengelolaan limbah

Pengambilan data limbah hasil produksi berdasarkan 1 proses produksi setiap departemen. Adapun data yang didapatkan adalah berupa jumlah limbah yang dihasilkan dan berat limbah yang dihasilkan.

d. Pembuatan *Fishbone Diagram*

Langkah selanjutnya adalah pembuatan *fishbone diagram* yang digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab timbulnya pemborosan dalam aliran proses produksi AC di PT. Klima Anlage Jaya Magelang. Sebelum membuat *fishbone diagram* ada tahap yang harus dilakukan terlebih dahulu yaitu pengidentifikasian akar penyebab masalah ke dalam sebuah tabel sebab-akibat yang dibuat dengan cara mengidentifikasi akar penyebab dari pemborosan yang telah diketahui dari hasil pengolahan data maupun hasil cacatan dan dokumentasi.

e. Perancangan usulan perbaikan

Usulan perbaikan kepada perusahaan didasarkan pada apa yang sudah dianalisa sebelumnya terkait jenis pemborosan yang telah teridentifikasi. Hasil berupa usulan perbaikan dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas dan efisiensi PT. Klima Anlage Jaya Magelang.

6. Hasil penelitian dan Pembahasan

Berdasarkan pengumpulan dan pengolahan data diperoleh hasil penelitian yang selanjutnya dilakukan pembahasan, sehingga dapat menjawab pertanyaan-pertanyaan penelitian yang sudah ditetapkan di awal.

7. Kesimpulan

Kesimpulan merupakan bagian akhir dari penelitian ini yang merupakan jawaban terhadap pertanyaan-pertanyaan penelitian yang sudah ditetapkan di awal.

BAB V

PENUTUP

Pada bab penutup akan dijelaskan tentang kesimpulan dan saran. Kesimpulan ditujukan untuk menjawab rumusan masalah berdasarkan hasil pembahasan pada bab sebelumnya, serta memberikan saran baik bagi perusahaan maupun bagi penelitian selanjutnya.

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Efisiensi konsumsi energi listrik PT. Klima Anlage Jaya Magelang sebesar 58 kWh. Efisiensi waktu kerja departemen wiring 110,33 menit dan kapasitas produksi 4 instalasi per hari, departemen clamp 23,2 menit dan kapasitas produksi 18 *clamp* per hari, departemen *bracket* 66,93 menit dan kapasitas produksi 6 *bracket* per hari, departemen *peping* 58,64 menit dan kapasitas produksi 7 pipa per hari.
2. Usulan penerapan *lean manufacturing* berdasarkan konsep industri hijau di PT. Klima Anlage Jaya Magelang untuk efisiensi konsumsi listrik dapat dilakukan dengan a) mematikan alat- alat listrik apabila tidak di gunakan dan b) membuat jendela pada tempat produksi. Efisiensi waktu kerja dapat dilakukan dengan a) melakukan pengawasan pada karyawan, b) melakukan pelatihan pada karyawan dan c) menerapkan sistem *punishment & reward*. Efisiensi pengelolaan limbah dapat ditingkatkan dengan membentuk manajemen pengelolaan limbah.

B. Saran

Beberapa saran yang dapat diberikan bagi penelitian selanjutnya adalah:

1. Pada penelitian ini, usulan rekomendasi perbaikan diberikan hanya untuk *waste* yang mendapat perhatian. Sebaiknya untuk penelitian selanjutnya dapat diperdalam lagi untuk setiap jenis *waste* yang terjadi sehingga *waste*

yang teridentifikasi dapat dianalisis akar penyebab masalah serta rekomendasi perbaikannya.

2. Untuk penelitian selanjutnya, rekomendasi perbaikan yang telah dibuat hendaknya dapat diimplementasikan pada perusahaan sehingga terlihat secara nyata perubahan apa yang terjadi dan sekaligus menjadi langkah *continuous improvement*.

Daftar Pustaka

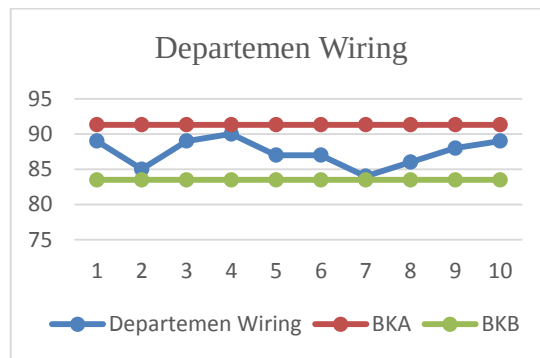
- Adidtya. (2008). *Analisis Aspek Teknis Operasional Pengelolaan Sampah*. Universitas Tanjungpura, 1–10.
- Amaranti, R., Irianto, Govindaraju. (2017). *Green Manufacturing: Kajian Literatur. Seminar Dan Konferensi Nasional IDEC*.
- Aminah, & Yusriyadi. (2018). *Upaya Pemenuhan Komitmen Penurunan Gas Rumah Kaca Melalui Industri Hijau*. Bina Hukum Lingkungan, 63–80.
- Atmawinata, A. (2012). *Pendalaman Struktur Industri Efisiensi dan Efektivitas dalam Implementasi Industri Hijau*. 1–130.
- Christiani, A., Kristina, H. J., Hadi, L., & Rahayu, P. C. (2017). *Pengukuran Kinerja Lingkungan Industri di Indonesia berdasarkan Standar Industri Hijau*, 39–48.
- Dea. (2014). *Pemilihan Alternatif Peluang Hemat Energi Listrik Dengan Pendekatan Metode Anp Dan Promethee*. 142–153.
- Himawan. (2014). *Tingkat Efisiensi Produksi Dan Pendapatan Pada Usaha Pengolahan Ikan Asin Skala Kecil*. 73–84.
- Julianto, F. T., & Suparno. (2016). *Analisis Pengaruh Jumlah Industri Besar dan Upah Minimum Terhadap Pertumbuhan Ekonomi di Kota Surabaya*. Jurnal Ekonomi Dan Bisnis,
- Kartika. (2019). *Penerapan Lean Manufacturing Untuk Mengidentifikasi Waste Pada Proses Produksi Kain Knitting Di Lantai Produksi PT . XYZ*. 567–575.
- Kementrian Perindustrian. (2014). *Peraturan Kepala Badan Pengkajian Kebijakan Iklim Dan Mutu Industri Nomor: 56/BPKIMI/PER/2/2014*
- Kementrian Perindustrian. (2014). *UU Nomor 3 Tahun 2014 tentang Perindustrian*.
- Miftakhul. (2013). *Analisis Penerapan Lean Manufacturing Untuk Mereduksi Over Production Waste Menggunakan Value Stream Mapping Dan Fishbone Diagram*.
- Mulyana, M. (2015). *Pengukuran Efisiensi Dan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhinya*.
- Murniningtyas, E. (2012). *Langkah Menuju Ekonomi Hijau Sintesa dan Memulainya*. 1–58.

- Prabowo, R., & Suryanto, A. P. (2020). *Implementasi Lean dan Green Manufacturing Guna Meningkatkan Sustainability pada PT. Sekar Lima Pratama*. 107–115.
- Pujotomo, D., & Rusanti, D. N. (2015). *Usulan Perbaikan untuk Meningkatkan Produktivitas Fillingplant Dengan Pendekatan Lean Manufacturing Pada PT. Smart Tbk Surabaya*.
- Rachman. (2013). *Penggunaan Metode Work Sampling Untuk Menghitung Waktu Baku Dan Kapasitas Produksi Karungan Soap Chip*
- Raihan. (2017). *Analisis Efisiensi Penggunaan Faktor Produksi Pada Industri Kecil Dan Menengah Furnitur Di Kota Pekanbaru*. 883–897.
- Respikasari, Titik Ekowati, A. S. (2014). *Analisis Efisiensi Ekonomi Faktor-Faktor Produksi Usahatani Padi Sawah Di Kabupaten Karanganyar*.
- Rizal, R. (2018). *Sustainable Manufacturing ; Green Manufacturing*.
- Saragih. (2015). Analisis efisiensi penggunaan tenaga kerja dan optimasi produksi pada pengolahan cpo. *Universitas Sumatera Utara*, 1–12.
- Soedarmadji, W., Siswanto, E., Brawijaya, U., & Mesin, F. T. (2015). *Penerapan Konsep Green Manufacturing Pada Botol*, 76–81.
- Suwardana, H., Industri, T., & Mental, R. (2018). *Revolusi Industri 4 . 0 Berbasis Revolusi Mental*, 109–118.
- Trismi. (2017). *Minimasi Waste Pada Aktivitas Proses Produksi Dengan Konsep Lean Manufacturing*, 85–96.
- Tulipa, D. (2004). *Efisiensi Alokasi Bahan Baku dan Tenaga Kerja Langsung Untuk Mengurangi Biaya*.
- Yoga. (2014). *Analisis Peningkatan Efisiensi Penggunaan Energi Listrik Pada Sistem Pencahayaan Dan Air Conditioning (Ac) Di Gedung Perpustakaan Umum Dan Arsip Daerah Kota Malang Jurnal*.

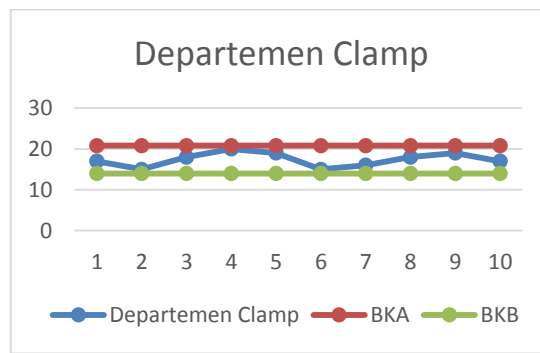
LAMPIRAN

Grafik Uji Keseragaman Data Time Study per Departemen

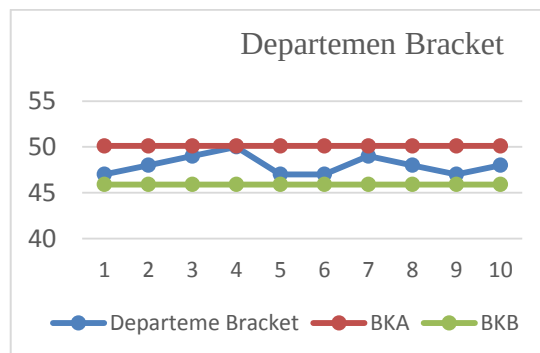
1. Departemen Wiring



2. Departemen Clamp



3. Departemen Bracket



4. Departemen Peping

