

Implementasi Teknik *Lean Manufacturing* untuk Meningkatkan Produksi *Joint* di PT Pratamaeka Bigco Indonesia

Fran Setiawan, Angelica Jesslyn Aprilia Lee, Maria Vionetta Pramesthiwardhani dan Cabrina Eigia

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Univeritas Katolik Parahyangan
Jl. Ciumbuleuit No 94, Bandung, Indonesia, 40141

Email: fransetiawan@unpar.ac.id, 6116034@student.unpar.ac.id, 6116084@student.unpar.ac.id,
6116187@unpar.ac.id

Abstrak

PT. Pratamaeka Bigco Indonesia merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang perancangan alat *material handling*. Perusahaan ini memproduksi sendiri komponen utama dari alat *material handling* berupa *pipe* dan *joint*. Permasalahan yang kerap kali terjadi adalah produksi *joint* tidak mencapai target produksi. Salah satu penyebab tidak tercapainya target produksi adalah waktu *setup* yang cukup lama. Oleh karena itu, dilakukan perbaikan dengan menggunakan metode *Single Minute Exchange Dies* (SMED). Usulan perbaikan yang diberikan kepada perusahaan adalah penggunaan *stopper* dan *trolley*. Selain itu, diusulkan juga untuk melakukan pergantian material ketika mesin 150T sedang beroperasi. Dalam menerapkan usulan-usulan tersebut, diperlukan perubahan *layout* pabrik dan implementasi 5S untuk menata tempat kerja. Dilakukan juga standarisasi proses kerja dengan menggunakan prinsip SOP dan *visual display*. Estimasi penurunan waktu *setup* dari hasil usulan perbaikan untuk mesin 150T, 110T dan 45T secara berturut-turut adalah 965 detik, 396 detik dan 216 detik. Setelah dilakukan perbaikan, target produksi belum juga dapat terpenuhi. Oleh karena itu, disarankan kepada perusahaan untuk menambah satu orang operator untuk mengoperasikan mesin.

Kata kunci: *lean manufacturing*, SMED, 5S, standarisasi, produksi

Abstract

PT. Pratamaeka Bigco Indonesia is one of the companies in the design of material handling equipment. This company produces its own major components of material handling tools, such as pipes and joints. The problem that often occurs is that joint production does not reach production targets. One of the causes of not achieving the production target is a long setup time. Therefore, the production will be improved using lean manufacturing tools such as the Single Minute Exchange Dies (SMED) method. Improvements suggestions that are given to the company are the use of stopper and trolley. In addition, it is also suggested to replace the material when the 150T engine is operating. In implementing these suggestions, a change in factory layout is required and 5S implementation to organize the workplace. Standardizing work processes is also carried out using SOPs and visual displays. The estimated reduction in setup time from the proposed improvements to the 150T, 110T and 45T engines are 965 seconds, 396 seconds and 216 seconds, respectively. After the improvement, the production target still cannot be achieved. Therefore, it is suggested to the company to add one more worker to operate the machine.

Keywords: *lean manufacturing*, SMED, 5S, standardization, production

PENDAHULUAN

Dewasa ini, persaingan dalam dunia usaha semakin ketat. Para pelaku usaha dituntut untuk dapat selalu memuaskan konsumennya untuk dapat bertahan ditengah persaingan yang semakin kompleks. Persaingan yang semakin kompleks ini juga terjadi pada industri manufaktur. Menurut survei yang dilakukan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2019, produksi industri manufaktur besar dan sedang (IBS) pada kuartal I 2019 naik 4,45% dibandingkan periode yang sama pada tahun sebelumnya. Persaingan tidak hanya disebabkan oleh munculnya perusahaan manufaktur di dalam negeri saja, tetapi juga di dunia. Kemudahan dalam melakukan impor dan ekspor juga membuat persaingan menjadi semakin ketat. Kegiatan ini dilakukan oleh perusahaan agar dapat memperbesar ekspansi pasar dan mengenalkan produk ke kancah internasional.

Dengan adanya persaingan yang ketat di bidang manufaktur, perusahaan manufaktur harus terus menjaga mutu perusahaannya. Salah satu cara untuk menjaga mutu perusahaan adalah dengan memenuhi permintaan konsumen tepat waktu. Oleh karena itu, perusahaan harus menjaga ketersediaan produk sehingga dapat selalu memenuhi permintaan konsumen.

Penjualan merupakan bagian yang sangat penting bagi perusahaan manufaktur. Dari penjualan produk, dapat memberikan keuntungan bagi perusahaan. Untuk memastikan penjualan produk berjalan dengan lancar, perusahaan yang menerapkan sistem menyetok produk jadi (*make to stock*) perlu memperhatikan ketersediaan produk. Apabila produk mengalami *stock out* (produk tidak tersedia ketika adanya permintaan), maka secara otomatis proses penjualan akan terhambat. Hal ini dapat mengakibatkan munculnya kehilangan kesempatan penjualan (*lost sales*) bagi perusahaan yang dapat mengurangi keuntungan perusahaan.

Terjadinya *stock out* dapat disebabkan oleh berbagai hal, seperti buruknya sistem persediaan atau adanya kendala di rantai produksi yang menyebabkan tidak terpenuhinya target produksi. Terdapat beberapa kendala di rantai produksi yang menyebabkan terjadinya *stock out*, diantaranya proses kerja yang tidak efektif, penjadwalan produksi yang buruk, kecelakaan kerja, dan lain- lain. Beberapa hal tersebut dapat mengakibatkan tidak tercapainya target produksi yang telah ditentukan, sehingga keadaan *stock out* mungkin terjadi.

Kendala di rantai produksi ini juga kerap dialami oleh PT Pratamaeka Bigco Indonesia sebagai perusahaan yang memproduksi *pipe and joint* untuk peralatan *material handling*. Produksi *joint* pada perusahaan ini sering kali tidak mencapai target produksi yang ditetapkan. Oleh karena itu, perusahaan melakukan *overtime* untuk memenuhi permintaan pelanggan. Namun, kebijakan tersebut tidak selalu dapat memenuhi target produksi sehingga menyebabkan tidak terpenuhinya permintaan pelanggan dengan tepat waktu. Hal ini mengakibatkan timbulnya *lost sales*. Apabila keadaan ini terus terjadi, selain kehilangan keuntungan perusahaan juga dapat kehilangan kepercayaan pelanggan. Untuk mengatasi masalah ini perlu dilakukan analisis secara menyeluruh untuk mengetahui penyebab utama dari tidak tercapainya target produksi.

Terdapat empat jenis *joint* yang diproduksi oleh PT Pratamaeka Bigco Indonesia yaitu H-1, H-2, H-3, dan H-4. Keempat jenis *joint* tersebut diproduksi dengan menggunakan tiga buah mesin *press*. Penjadwalan produksi diatur oleh kepala produksi yang juga sekaligus menjadi operator mesin. Penjadwalan dilakukan sedemikian rupa agar dapat memenuhi target bulanan yang ditetapkan oleh perusahaan.

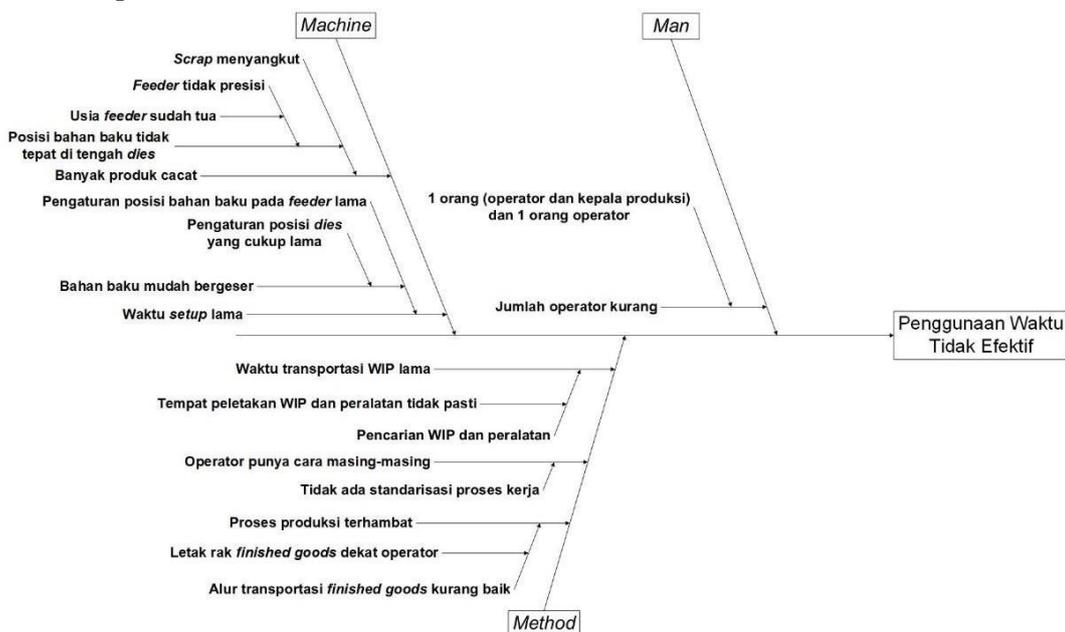
Proses identifikasi masalah dimulai dengan melakukan wawancara dengan *Chief Executive Officer* (CEO) dari perusahaan. Berdasarkan hasil wawancara, diketahui bahwa permasalahan yang sering terjadi dalam perusahaan ini adalah tidak tercapainya target produksi komponen *joint*. Hal didukung oleh data yang didapat peneliti. Data hasil produksi untuk bulan Januari hingga Juni 2019 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Hasil Produksi

Bulan	Hasil Produksi (unit)				Persentase Target yang Dicapai			
	H-1	H-2	H-3	H-4	H-1	H-2	H-3	H-4
Januari	46.926	800	695	8.652	78,21%	4,00%	11,58%	72,10%
Februari	36.070	4.981	3.316	6.790	60,12%	24,91%	55,27%	56,58%
Maret	32.100	5.770	4.270	3.100	53,50%	28,85%	71,17%	25,83%
April	29.220	14.162	4.965	7.356	48,70%	70,81%	82,75%	61,30%
Mei	45.580	20.850	7.070	14.920	75,97%	104,25%	117,83%	124,33%
Juni	7.278	4.300	2.870	3.820	12,13%	21,50%	47,83%	31,83%

Target produksi setiap komponen konstan setiap bulannya. Target produksi komponen H-1 setiap bulan sebanyak 60.000 unit. Sedangkan, untuk komponen H-2, H-3 dan H-4 secara berurutan adalah 20.000, 6.000, dan 12.000 unit. Pada Tabel I.2 dapat diketahui bahwa target produksi tidak ada yang tercapai dan ada yang melebihi target produksi. Bahkan pada bulan Januari 2019, untuk komponen H-2 persentase target produksi yang tercapai hanya sebesar 4%. Hal ini dapat terjadi karena pada bulan tersebut, permintaan tertinggi pada komponen H-1 dan H-4. Oleh karena itu, produksi komponen H-1 dan H-4 yang diutamakan daripada komponen H-2 dan H-3. Pada bulan Mei, produksi H-2 dan H-3 melebihi target karena pada bulan tersebut dilakukan kerja lembur. Hal ini dilakukan karena pada bulan Juni terdapat libur Idul Fitri yang menyebabkan produksi berhenti cukup lama. Jam lembur di bulan Mei dilakukan untuk memenuhi sebagian permintaan di bulan Juni.

Peneliti juga melakukan pengamatan langsung di lantai produksi untuk mengidentifikasi penyebab tidak tercapainya target produksi. Berdasarkan pengamatan dan hasil wawancara dengan kepala produksi, ditemukan beberapa hal yang diduga mempengaruhi jumlah produksi sehingga tidak dapat mencapai target yang ditentukan. Salah satu yang menjadi penyebabnya adalah penggunaan waktu kerja yang tidak efektif. Terdapat beberapa hal yang menyebabkan penggunaan waktu kerja tidak efektif. Untuk membantu proses identifikasi masalah, peneliti menggunakan diagram *fishbone*. Diagram *fishbone* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Fishbone

Dari diagram *fishbone* di atas, dapat diketahui bahwa terdapat 3 aspek yang mengakibatkan target produksi tidak terpenuhi. Ketiga aspek tersebut diantaranya adalah

man, machine, dan method. Pada aspek *man*, kendala yang terjadi adalah kurangnya jumlah operator. Hal ini disebabkan karena salah satu operator yang juga merupakan kepala produksi, dimana juga bertanggung jawab terhadap keseluruhan proses produksi. Sebagai contoh, ketika terdapat proses pengiriman limbah, kepala produksi harus berhenti mengoperasikan mesin dan mengawasi kegiatan pengiriman limbah. Tidak hanya pengiriman limbah, terdapat juga aktivitas lain yang harus diawasi oleh kepala produksi, seperti pengiriman komponen *joint* untuk proses *coating*, pengiriman alat *material handling* yang sudah jadi, dan berbagai kegiatan administrasi di kantor.

Dalam aspek *machine*, terdapat dua buah kendala yang terjadi, yaitu waktu *setup* yang lama dan banyaknya produk yang cacat. Waktu *setup* yang lama disebabkan oleh pengaturan posisi bahan baku pada *feeder* yang tidak lama, sehingga pengaturan posisi bahan baku pada *feeder* memerlukan waktu yang lama walaupun sudah menggunakan alat bantu. Berdasarkan hasil wawancara dengan operator, posisi bahan baku pada *feeder* dapat bergeser pada saat mesin beroperasi. Oleh karena itu, hal ini juga menyebabkan banyaknya produk cacat yang disebabkan oleh posisi bahan baku yang tidak berada tepat di tengah *dies*. Untuk mengatasi hal ini, operator harus melakukan pengecekan posisi bahan baku secara berkala. Tingginya jumlah produk cacat juga disebabkan oleh *scrap* yang menyangkut. Tersangkutnya *scrap* terjadi karena tekanan dari mesin tidak sempurna, sehingga *scrap* tidak langsung jatuh ke wadah yang disediakan. *Feeder* yang tidak presisi dan tekanan mesin yang tidak sempurna disebabkan oleh tidak adanya perawatan mesin yang rutin. Hal ini menyebabkan performansi mesin semakin menurun karena usianya yang sudah tua.

Dalam aspek *method*, terdapat tiga kendala yang terjadi, waktu transportasi lama, tidak ada standarisasi proses kerja, dan proses pengerjaan sering terhambat. Waktu transportasi WIP yang membutuhkan waktu cukup lama karena tidak adanya tempat peletakan produk setengah jadi dan peralatan yang pasti. Oleh karena itu, ketika operator akan memulai proses produksi atau memerlukan peralatan tertentu, operator harus mencari terlebih dahulu. Tidak adanya standarisasi proses kerja mengakibatkan setiap operator memiliki cara kerjanya masing-masing, dimana cara kerja tersebut belum tentu merupakan cara kerja yang efektif. Proses produksi juga sering terhambat karena alur transportasi untuk *finished goods* yang kurang baik. Rak tempat penyimpanan *finished goods* terletak di dekat mesin sehingga ketika staf *warehouse* akan mengambil *finished goods*, pekerjaan operator harus dihentikan sementara. Selain itu, aktivitas pengambilan *dies* untuk mesin 110T juga mengakibatkan pekerjaan operator harus dihentikan.

Berdasarkan pemaparan sebelumnya, dapat diketahui bahwa hal-hal tersebut menyebabkan banyak waktu kerja yang terbuang untuk melakukan kegiatan *setup* mesin dan kegiatan lain yang tidak diperlukan, sehingga waktu untuk memproduksi komponen *joint* (waktu *machining*) menjadi berkurang. Waktu *machining* yang kurang mengakibatkan target produksi tidak tercapai. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan diberikan usulan untuk meningkatkan waktu *machining* sehingga tingkat produksi komponen *joint* dapat meningkat.

Salah satu konsep manufaktur yang sudah dikenal luas dan efektif untuk meminimasi pemborosan adalah *lean manufacturing*. Konsep ini dikenalkan oleh Toyota yang sering disebut sebagai Toyota Production System (TPS). TPS ini sering disebut sebagai *lean manufacturing* karena awalnya konsep ini diterapkan pada manajemen produksi dan operasi (Emiliani, 2006). Para manajer organisasi mencoba untuk meningkatkan produktivitas dan eliminasi pemborosan (*waste*) dengan menerapkan berbagai teknik didalam *lean manufacturing* (Durakovic *et al.*, 2018). Pemborosan (*waste*) adalah segala sesuatu selain dari jumlah minimum dari peralatan, material, komponen, space dan waktu dari pekerja yang dibutuhkan untuk memproduksi produk (Suzaki, 1987). Ada tujuh pemborosan yang berakibat buruk pada perusahaan manufaktur yaitu produk cacat, produksi berlebih, gerakan,

perpindahan material, waktu menunggu, persediaan dan proses berlebih (Walder *et al.*, 2007). Karakteristik dari konsep lean adalah mengkombinasikan sistem produksi tepat waktu (*just-in-time production system*), reduksi pemborosan, strategi perbaikan, produksi bebas cacat dan standarisasi (Botti *et al.*, 2017).

Berdasarkan permasalahan yang terjadi di PT. Pratamaeka Bigco Indonesia, tidak terpenuhinya target produksi joint disebabkan oleh banyak pemborosan yang terjadi didalam proses produksi joint yaitu waktu setup mesin yang panjang, tidak adanya standarisasi kerja yang berakibat banyak waktu menunggu, perpindahan material atau proses berlebih. Oleh karena itu penelitian ini akan mengimplemetasikan beberapa teknik *lean manufacturing* pada produksi *joint* PT. Pratamaeka Bigco Indonesia untuk dapat meningkatkan jumlah produksi.

TINJAUAN PUSTAKA

Lean Manufacturing

Lean manufacturing adalah sebuah set teknik yang komprehensif yang ketika dikombinasikan dapat mengurangi dan kemudian mengeliminasi tujuh pemborosan yang terjadi didalam manufaktur (Wilson, 2010). Istilah *lean manufacturing* sering disebut sebagai *Toyota Production System*, *Lean Production* (Wilson, 2010). Istilah *lean* (ramping) digunakan karena setelah penerapan prinsip lean, proses dapat dilaksanakan dengan menggunakan sedikit material, membutuhkan investasi yang lebih sedikit, menggunakan persediaan yang lebih sedikit, ruangan yang lebih sedikit dan menggunakan orang yang lebih sedikit. *Lean manufacturing* pertama kali dikenalkan oleh Toyota dengan nama *Toyota Production System* (TPS). Pencetusnya adalah Taiichi Ohno yang merupakan *senior engineer* Toyota. Kontributor lain adalah Shigeo Shingo dan beberapa anggota keluarga Toyoda (Wilson, 2010). Ohno mendeskripsikan TPS terdiri dari banyak teknik yang dirancang untuk mereduksi biaya manufaktur. Metode yang digunakan untuk mereduksi biaya manufaktur adalah dengan mereduksi pemborosan (*waste*). TPS terdiri dari 2 pilar yaitu:

1. *Just in Time* (produksi tepat waktu): teknik yang menyatakan untuk mendapatkan barang/komponen dalam jumlah yang benar, waktu yang tepat, serta tempat yang tepat. Secara keseluruhan konsep ini adalah untuk mengendalikan kuantitas barang/komponen. Konsep ini adalah yang paling utama didalam TPS.
2. *Jidoka*: merupakan suatu budaya dan isu teknikal tentang penggunaan mesin dan pekerja secara bersama-sama, menggunakan pekerja untuk mengerjakan pekerjaan yang unik dan membiarkan mesin untuk mengatur dengan sendirinya mengenai kualitas pekerjaan yang mesin hasilkan.

Pemborosan (*waste*) didalam proses dapat dieliminasi dengan menggunakan beberapa teknik *lean manufacturing* dibawah ini (Wyrwicka & Mrugalska, 2017):

- Organisasi tempat kerja menggunakan 5S (*sort, set in order, shine, standardize and sustain*)
- Visualisasi kerja
- Standarisasi
- Perawatan kompleks (*Total Productive Maintenance*)
- Waktu setup yang cepat menggunakan *Single Minute Exchange of Dies* (SMED)
- Implementasi kualitas dalam proses
- Perbaikan berkelanjutan (*Continuous Improvement*)

Sistem Kerja

Menurut Satalaksana *et al.* (2006), perancangan sistem kerja merupakan suatu ilmu yang berisi mengenai teknik- teknik dan prinsip-prinsip dengan tujuan memiliki rancangan terbaik dari sistem kerja yang bersangkutan. Teknik dan prinsip tersebut digunakan untuk mengatur komponen-komponen sistem kerja sehingga dicapai tingkat efektivitas dan efisiensi yang tinggi bagi perusahaan serta aman, sehat dan nyaman. Menurut Satalaksana *et al.* (2006) terdapat empat komponen sistem kerja, yaitu manusia, bahan, perlengkapan, peralatan seperti mesin dan perkakas pembantu, lingkungan kerja seperti ruangan dan udaranya, dan pekerjaan-pekerjaan lain.

Menurut Satalaksana *et al.* (2006), tujuan dari perancangan sistem kerja adalah efektivitas, aman, sehat, nyaman, dan efisiensi atau yang biasa disebut dengan EASNE. Penggunaan teknik dan prinsip pada perancangan sistem kerja dilakukan untuk mendapatkan sistem kerja terbaik. Sistem kerja yang baik dapat dilihat dari nilai efisiensi dan produktivitasnya. Nilai efisiensi dan produktivitas perusahaan dipengaruhi oleh komponen sistem kerja. Maka, perlu dilakukan perancangan sistem kerja untuk mengatur komponen-komponen tersebut.

Single Minute Exchange of Dies (SMED)

Metode SMED ini diperkenalkan pertama kali oleh Shingo pada tahun 1950 di Jepang. *Single Minute Exchange Dies* merupakan salah satu cara yang digunakan untuk mengatasi besarnya jumlah waktu yang dibutuhkan untuk proses *setup* (Shingo, 1985). Dengan mengimplementasikan metode ini, diharapkan dapat mempersingkat waktu *setup* dengan satu digit angka saja, maksimal 9 menit.

Menurut Askin & Goldberg (2001), waktu *setup* merupakan waktu yang dibutuhkan untuk melakukan persiapan operasi/kerja. Persiapan yang dimaksudkan mencakup waktu untuk mempersiapkan material yang dibutuhkan saat proses produksi, mempersiapkan perlengkapan/ alat bantu yang dibutuhkan, pengaturan pada mesin, dan sebagainya. Menurut Monden (2012) terdapat empat langkah dalam melakukan SMED, yaitu:

1. Memisahkan *setup* internal dari *setup* eksternal
Setup internal merupakan *setup* yang harus dilakukan ketika mesin berhenti. Sedangkan, *setup* eksternal merupakan *setup* yang dapat dilakukan ketika mesin beroperasi. Konsep ini menekankan pada kejelasan antara internal *setup* dan eksternal *setup*. Sebagai contoh, proses menyiapkan material dapat dilakukan ketika mesin beroperasi dan proses penggantian *jig* lama dapat dilakukan pada saat mesin berhenti beroperasi.
2. Mengubah sebanyak mungkin *setup* internal menjadi *setup* eksternal
Dalam melakukan proses *single-minute exchange dies*, lama waktu proses *setup* saat mesin berhenti beroperasi (*setup* internal) harus diminimasi. Oleh karena itu, konsep kedua dari SMED adalah mengubah sebanyak mungkin *setup* internal menjadi *setup* eksternal. Dengan melakukan hal ini, waktu untuk mengganti *dies* akan berkurang.
3. Mengeliminasi *adjustment process*
Adjustment process merupakan rangkaian proses yang diperlukan penyesuaian setiap kali dilakukan *setup* ulang. Sebagai contoh, pada proses pergantian material perlu dilakukan *setup* ulang pada bagian *feeder*. Selain itu juga dikarenakan besarnya *dies* yang berbeda, maka perlu dilakukan pengukuran terhadap posisi *dies* setiap kali *setup* dilakukan. Oleh karena itu, *adjustment process* dapat dieliminasi untuk mengurangi waktu *setup* yang diperlukan. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengeliminasi *adjustment process* adalah dengan menambahkan alat bantu.
4. Menghapuskan tahapan dari proses *setup*

Dalam tahapan ini proses *setup* yang tidak diperlukan dapat dihapuskan. Hal ini bertujuan agar proses *setup* menjadi lebih efektif dan efisien. Sebagai contoh pada proses pembersihan sisa *scrap* pada mesin *press* dapat dihilangkan dengan menambahkan jalur untuk membuang *scrap* tersebut ke suatu wadah tertentu.

METODE PENELITIAN

Analisis keadaan saat ini

PT. Pratamaeka Bigco Indonesia merupakan perusahaan yang bergerak didalam pembuatan material handling yang mana dua komponen utama dari material handling tersebut yaitu pipe and joint. Terdapat 3 jenis pipa dan 4 jenis *joint* yang diproduksi oleh perusahaan ini. Ketiga jenis pipa yang diproduksi yaitu pipa goblin, pipa c-nico, dan pipa *slide*. Jenis pipa yang akan digunakan tergantung pada kebutuhan desain dan keinginan pelanggan. Jenis *joint* yang diproduksi yaitu H-1, H-2, H-3 dan H-4. Keempat *joint* tersebut dapat dirakit dengan berbagai metode untuk menghasilkan sambungan yang diinginkan.

Dalam penelitian ini, difokuskan pada pabrik yang memproduksi komponen *joint*. Produksi *joint* dilakukan dengan menggunakan metode *stamping*. Dalam melakukan produksi *joint*, perusahaan menggunakan 3 mesin *press* dengan tekanan yang berbeda-beda. Mesin *press* yang digunakan perusahaan memiliki tekanan sebesar 150 ton, 110 ton dan 45 ton. Mesin dengan tekanan 150 ton merupakan mesin yang dapat dijalankan otomatis. Sedangkan mesin dengan tekanan 110 ton dan 45 ton harus dijalankan secara manual.

Keempat jenis *joint* tersebut memiliki urutan proses produksi yang berbeda. *Joint* jenis H-1 merupakan jenis *joint* yang memiliki urutan proses terbanyak. Urutan proses produksi *joint* dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Urutan Proses Produksi *Joint*

Jenis	Proses ke-	Nama Proses	Mesin
H1	1	<i>Blank</i>	150T
	2	<i>Marking</i>	45T
	3	<i>Bending</i>	110T
	4	<i>Piercing</i>	45T
H2	1	<i>Stamping</i>	150T
	2	<i>Bending</i>	110T
H3	1	<i>Stamping</i>	150T
	2	<i>Bending</i>	45T
H4	1	<i>Stamping</i>	150T

Proses *blank* merupakan proses pemotongan dan *emboss* bahan baku sehingga menghasilkan bentuk serta ukuran yang diinginkan. Proses *marking* merupakan proses untuk mencetak kode jenis *joint* pada komponen. Proses *bending* dilakukan untuk membengkokkan *joint* agar bentuknya sesuai. *Piercing* merupakan proses melubangi material ketika komponen sudah melalui proses *bending*. Proses *stamping* merupakan gabungan dari proses pemotongan, *emboss*, *piercing*, *marking* dan *bending* yang dilakukan dengan menggunakan mesin otomatis. Setelah semua proses tersebut dilakukan, proses akan dilanjutkan ke proses *coating*. Proses *coating* tidak dilakukan oleh perusahaan, tetapi dilakukan subkontrak dengan pihak ketiga. Setelah melalui proses *coating*, produk jadi akan langsung dikirimkan ke *warehouse*.

Terdapat beberapa hal yang menyebabkan waktu *setup* tinggi. Salah satu penyebabnya adalah keterbatasan peralatan yang digunakan untuk melepas dan memasang *clamp*.

Perusahaan hanya menyediakan satu buah kunci L untuk tiga buah mesin. Oleh karena itu, apabila proses *setup* dilakukan secara bersamaan, operator harus saling bergantian dalam menggunakan kunci L. Selain itu, peletakkan kunci L yang jauh dari area kerja juga menyebabkan waktu transportasi tinggi.

Berdasarkan hasil pengamatan peneliti juga terdapat beberapa hal yang menyebabkan waktu *setup* di ketiga mesin cukup tinggi. Salah satu hal yang menjadi penyebabnya adalah operator yang seringkali tidak mengembalikan kunci L ke tempat yang seharusnya. Sementara perusahaan telah menyediakan satu tempat penyimpanan yang berisi alat perkakas. Hal tersebut menyebabkan operator perlu mencari kunci L saat dibutuhkan untuk proses *setup*.

Salah satu proses yang menyebabkan waktu *setup* mesin 150T tinggi adalah proses memosisikan *dies*. Hal ini dikarenakan posisi *dies* harus sangat presisi untuk menghindari produk cacat. Operator harus mengukur posisi *dies* dengan menggunakan jangka sorong untuk memastikan posisi *dies* sudah presisi. Apabila posisi *dies* belum presisi, operator harus menggeser *dies* kembali menggunakan *forklift*.

Waktu *setup* yang dibutuhkan untuk mesin 110T juga cukup tinggi, yaitu selama 998 detik (16,63 menit). Hal tersebut dikarenakan tempat penyimpanan *dies* untuk mesin 110T cukup jauh dari mesin. Selain itu juga, *dies* diletakkan di atas *pallet* yang berada di bawah. Oleh karena itu, operator memerlukan *forklift* untuk memindahkan *dies* dari tempat penyimpanan ke atas meja kerja mesin. Salah satu penyebab operator menggunakan *forklift* adalah *dies* memiliki massa yang berat. Namun, penggunaan *forklift* pada proses *setup* mesin 110T dapat mengganggu proses produksi di mesin 45T. Hal tersebut dikarenakan tempat penyimpanan *dies* yang berada di samping mesin 45T. Sementara, ruang yang tersedia tidak cukup untuk dapat dilewati oleh *forklift* dan operator secara bersamaan.

Waktu *setup* yang dibutuhkan untuk mesin 45T juga tinggi. Terdapat beberapa hal yang menjadi penyebab tingginya waktu *setup*. Salah satu penyebabnya adalah tempat penyimpanan *dies* yang berada di bawah. Tempat penyimpanan *dies* tidak terlalu jauh dengan mesin 45T. Namun, *dies* yang memiliki massa yang berat membuat operator tidak mampu mengangkat *dies* bagian atas dan bawah secara bersamaan. Oleh karena itu, saat proses *setup* operator harus memindahkan *dies* bagian bawah terlebih dahulu ke atas meja kerja mesin. Lalu operator akan kembali lagi untuk mengambil *dies* bagian atas. Aktivitas tersebut juga dilakukan oleh operator saat menyimpan *dies* yang sudah tidak digunakan lagi. Hal tersebut menyebabkan proses transportasi yang tinggi. Selain itu juga, apabila operator membungkuk secara terus menerus maka operator dapat mengalami cedera pada bagian punggung/pinggang.

Penerapan Teknik *Single Minute Exchange of Die* (SMED)

Pada tahap ini teknik *Single Minute Exchange of Die* (SMED) akan diterapkan pada mesin 150T, 110T dan 45T untuk mengurangi waktu *setup* mesin. Penerapan SMED dilakukan dengan menggunakan langkah-langkah implementasi SMED untuk tiap-tiap mesin.

1. Mesin 150T

Tahap pertama yaitu memisahkan aktivitas yang dibutuhkan *setup* internal dan *setup* eksternal. Namun pada proses *setup* yang dilakukan pada mesin 150T seluruhnya merupakan *setup* internal. Proses *setup* tersebut dilakukan mulai dari melepaskan *dies* lama dengan melepas *clamp* yang digunakan untuk menyatukan antara meja kerja dengan *dies*. Selanjutnya, *dies* yang lama akan diletakkan kembali ke dalam rak penyimpanan yang berada di sebelah kiri mesin. Pengembalian *dies* ke dalam rak dilakukan dengan bantuan *forklift*. *Forklift* juga akan digunakan untuk mengambil *dies* baru yang disimpan di rak yang sama.

Dies yang baru akan dipindahkan ke atas meja kerja pada mesin, lalu akan dipasang kembali dengan menggunakan *clamp*. *Clamp* yang dibutuhkan cukup banyak karena dipasang di beberapa bagian, yaitu pada bagian belakang dan depan pada *dies* bagian atas serta *dies* bagian bawah. Penggunaan *clamp* yang cukup banyak juga disesuaikan ukuran *dies* yang cukup besar sehingga memerlukan penahan yang lebih banyak untuk membuat *dies* tidak mudah longgar dibandingkan dengan getaran yang dihasilkan saat mesin beroperasi. Proses *setup* selanjutnya yang dilakukan adalah dengan mengambil material yang dibutuhkan untuk proses produksi dengan menggunakan *forklift*. Material tersebut akan dipasangkan ke *feeder*. Gulungan material tersebut tidak akan terlepas dikarenakan terdapat penahan yang menjepit gulungan material dari sisi luar. Kemudian ujung dari gulungan material akan ditarik dan dipasangkan ke *feeder*. Apabila operator telah memastikan letak dari material telah sesuai dan tidak menghasilkan produk yang cacat, maka operator dapat menyalakan mesin dan memulai proses produksi. Seluruh rangkaian kegiatan *setup* tersebut dilakukan dalam keadaan mesin tidak beroperasi. Oleh karena itu, proses *setup* dapat dikatakan sebagai *setup* internal.

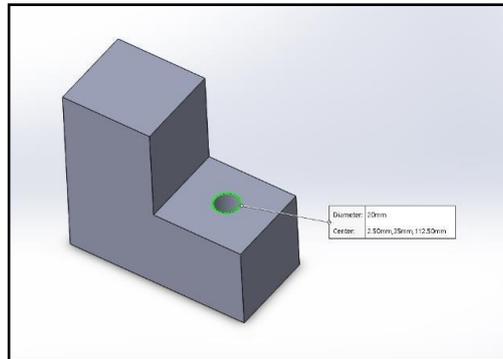
Tahap kedua dari penerapan SMED pada mesin 150T adalah dengan mengubah aktivitas *setup* internal menjadi *setup* eksternal. Aktivitas yang dimaksud adalah ketika operator mengganti material yang habis di tengah proses produksi berlangsung. Sebelum dilakukan perbaikan, seluruh kegiatan *setup* mesin dilakukan dengan cara *setup* internal. Begitu pula dengan proses penggantian material. Ketika material habis di tengah kegiatan produksi, operator harus mematikan terlebih dahulu mesin tersebut lalu dilanjutkan dengan proses penggantian material yang menjadi bahan baku pembuatan komponen *joint*.

Tahap ketiga dari penerapan metode SMED adalah mengeliminasi proses *adjustment* dalam proses *setup*. Namun, hanya beberapa proses *adjustment* pada mesin 150T akan dihilangkan. Proses *adjustment* yang paling membutuhkan waktu cukup lama adalah proses menyesuaikan posisi *dies* pada mesin *press*. Hal ini dikarenakan pada mesin 150T, posisi *dies* harus benar-benar sesuai agar produk yang dihasilkan tidak cacat. Usulan perbaikan yang diberikan untuk mengatasi masalah ini adalah dengan menggunakan *stopper*. *Stopper* merupakan salah satu alat bantu yang digunakan untuk memastikan letak *dies* pada mesin. Sebelumnya, operator perlu kegiatan mengukur dengan menggunakan meteran untuk memastikan letak *dies*. Operator telah menentukan bahwa jarak dari ujung meja kerja ke *dies* yang akan dipasang sejauh 125 mm. Dengan dipasangnya *stopper* di bagian belakang meja kerja pada mesin, maka operator tidak perlu lagi mengukur jarak penempatan *dies*. Operator hanya perlu memastikan bahwa *dies* telah bersinggungan dengan *stopper* yang disediakan di belakang *dies*. Bahan yang digunakan untuk membuat *stopper* adalah *carbon steel S45C*. *Stopper* harus dipastikan terpasang dengan kencang agar apabila *dies* mendorong bagian *stopper*, *stopper* tidak akan berubah posisinya. *Stopper* untuk mesin 150T dapat dilihat pada Gambar 2.

Ukuran dan bentuk *stopper* yang digunakan didapat dari *stopper* yang pernah dibuat oleh perusahaan. Kendala yang dialami perusahaan adalah baut yang digunakan kurang besar sehingga tidak cukup kuat untuk menahan *dies*. Oleh karena itu dilakukan perancangan ulang *stopper* dengan baut yang lebih besar sehingga cukup kuat untuk menahan *dies*.

Tahap keempat dari penerapan metode SMED adalah menghilangkan proses dari kegiatan *setup*. Berdasarkan hasil observasi di lantai produksi, kurangnya perkakas menjadi salah satu penyebab kegiatan operator kurang efektif. Hal tersebut ditunjukkan pada saat kedua operator melakukan *setup* mesin dalam waktu yang bersamaan. Saat salah satu operator akan melepaskan *clamp*, operator membutuhkan kunci L sebagai alat bantu untuk melepas mur. Begitu juga dengan operator lainnya. Namun dikarenakan hanya disediakan

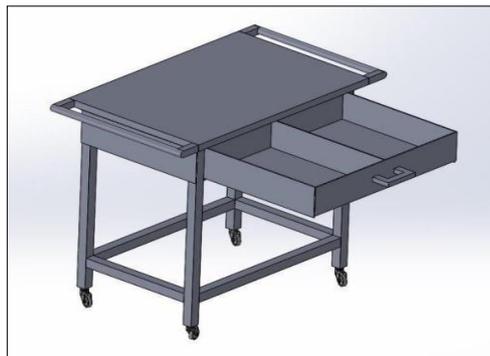
satu kunci L, salah satu operator harus menunggu operator lainnya selesai menggunakan alat perkakas tersebut.



Gambar 2. *Stopper* Mesin 150 T

Berdasarkan masalah yang ditemukan tersebut, usulan perbaikan yang diberikan adalah menambah jumlah alat perkakas untuk masing-masing mesin. *Trolley* yang disediakan tersebut akan dilengkapi dengan sebuah laci yang dapat ditarik ke arah depan. Dalam laci tersebut akan dilengkapi alat perkakas yang digunakan oleh operator untuk proses *setup*. Perkakas yang terdapat di dalam laci meliputi kunci L, kuas, lap, dan sarung tangan. Ketersediaan perkakas untuk masing-masing mesin bertujuan untuk menghilangkan proses menunggu saat melakukan *setup*. Perkakas tersebut juga perlu diletakkan di suatu tempat tertentu. Wadah tersebut akan diletakkan di suatu tempat yang pasti agar tidak dibutuhkan kegiatan mencari yang dapat mengurangi efektivitas dari sistem kerja operator.

Selain itu, *trolley* juga dilengkapi dengan roda. Hal tersebut dilakukan agar memudahkan proses pembersihan lantai produksi. Oleh karena itu, akan dibuat rancangan *trolley* dengan bantuan *software Solidworks* untuk mempermudah penggambaran usulan perbaikan. *Trolley* dibuat dengan menggunakan *carbon steel S45C* sebagai bahan bakunya. Alat perkakas ini akan diletakkan di dalam laci *trolley* yang berada di dekat operator. Gambar *trolley* yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Rancangan Usulan Perbaikan *Trolley*

Usulan perbaikan selanjutnya adalah penggantian sekrup dan mur dengan penggunaan *quickfastener*. Setelah melakukan wawancara dengan operator, sebenarnya usulan penggunaan *quickfastener* ini sangat efektif untuk mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk *setup* mesin. Hal ini dikarenakan terdapat sebanyak 8 *clamp* di setiap mesin yang digunakan untuk memasang *dies*. Disamping itu, untuk proses pengencangan *clamp* dibutuhkan waktu yang cukup lama. Contoh *quickfastener* yang bisa digunakan dapat dilihat pada Gambar 4. Namun perusahaan belum dapat mengimplementasikan *quickfastener* pada

mesin yang tersedia saat ini. Hal ini dikarenakan biaya yang dibutuhkan untuk menggunakan *quickfastener* cukup mahal. Apabila perusahaan ingin menggunakan *quickfastener*, diperlukan penggantian *dies* agar *quickfastener* dapat diaplikasikan. Biaya untuk membuat *dies* cukup mahal karena *dies* harus dibuat secara *custom*.



Gambar 4. *Quickfasterner*

(Sumber: <https://www.moroso.com/catalog/product/view/id/8498/s/quick-fasteners-aluminum71331/>)

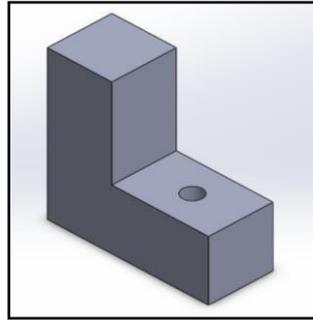
2. Mesin 110T

Tahap pertama yang dilakukan adalah mengidentifikasi aktivitas yang tergolong *setup* internal dan *setup* eksternal. Dalam proses *setup* seluruh aktivitas yang dilakukan tergolong dalam *setup* internal. Aktivitas yang dilakukan pada proses *setup* meliputi meletakkan *dies* lama dan meletakkan *dies* baru di atas meja kerja mesin. Selanjutnya, proses pemasangan *dies* yang baru akan dilakukan dengan mengencangkan *clamp* yang tersedia. Pengencangan *clamp* tersebut dilakukan dengan bantuan sekrup dan mur. Setelah pemasangan *dies* yang baru telah selesai dilakukan maka proses produksi dapat dilanjutkan oleh operator. Pergantian *dies* tersebut dilakukan saat operator akan memproduksi komponen *joint* dengan jenis yang berbeda dari proses sebelumnya. Selama proses *setup* mesin tidak dalam keadaan beroperasi. Oleh karena itu, seluruh proses *setup* tergolong dalam *setup* internal.

Tahap kedua dalam proses penerapan SMED adalah mengubah *setup* internal menjadi *setup* eksternal. Berdasarkan pengamatan langsung dan wawancara dengan operator yang mengoperasikan mesin 110T, tidak terdapat proses *setup* internal yang dapat diubah menjadi *setup* eksternal. Oleh karena itu, penerapan SMED akan dilanjutkan ke tahapan berikutnya, yaitu mengeliminasi proses *adjustment*. Usulan perbaikan yang diberikan yaitu dengan melakukan perancangan *stopper* untuk mengurangi proses *adjustment*. Penggunaan *stopper* pada mesin 110T tidak jauh berbeda dengan mesin 150T. Perbedaan penggunaan *stopper* pada kedua mesin hanya pada posisi peletakan *stopper*. Hal ini dikarenakan *stopper* yang digunakan memiliki ukuran yang berbeda. *Stopper* untuk mesin 110T dapat dilihat pada Gambar 5.

Untuk mesin 110T, ukuran *stopper* lebih kecil karena dengan ukuran tersebut *stopper* sudah mampu menahan *dies*. Selain itu, ukuran *stopper* lebih kecil daripada ukuran *stopper* pada mesin 150T karena mesin 110T memiliki ukuran meja kerja lebih kecil daripada meja kerja pada mesin 150T. Ukuran yang digunakan dalam perancangan *stopper* juga diambil dari *stopper* yang pernah dibuat perusahaan.

Selain itu, dilakukan juga perbaikan untuk menghilangkan tahapan pada proses *setup* 110T. Dalam pengambilan *dies* untuk mesin 110T diperlukan penggunaan *forklift* yang membutuhkan waktu cukup panjang. Oleh karena itu, usulan perbaikan yang diberikan adalah membuat *trolley* sehingga tidak diperlukan *forklift* dalam proses pengambilan *dies* mesin 110T. *Trolley* tersebut akan digunakan sebagai tempat penyimpanan *dies* yang digunakan untuk mesin *press* 110T. Pada kondisi sebelumnya, *dies* tersebut diletakkan di atas sebuah *pallet* di lantai yang jaraknya kira-kira 520 cm dari mesin 110T.



Gambar 5. *Stopper* Mesin 110T

Tahap keempat yang dilakukan sebagai penerapan metode SMED adalah dengan menghilangkan proses *setup* itu sendiri. Penerapan yang dilakukan untuk menghilangkan proses *setup* adalah dengan menghilangkan proses mencari perlengkapan berupa kunci L. Oleh karena itu, kunci L akan disediakan di dalam laci pada *trolley*. *Trolley* ini juga digunakan sebagai tempat penyimpanan perkakas lain yang digunakan untuk proses *setup* mesin 110T. Beberapa perkakas lain yang dibutuhkan untuk proses *setup* adalah kuas, lap, dan sarung tangan.

Pembuatan *trolley* juga digunakan untuk mengurangi kegiatan transportasi operator saat mengganti *dies*. *Trolley* yang dirancang sudah disesuaikan dengan tinggi meja kerja pada mesin. Oleh karena itu, operator tidak perlu membungkuk dan mengeluarkan tenaga yang berlebihan saat mengangkat *dies*. Apabila operator terlalu sering membungkuk, dapat mengakibatkan cedera pada tulang punggung. Oleh karena itu, kesehatan dan keselamatan pekerja juga perlu diperhatikan, baik bagi pekerja maupun pihak perusahaan.

Selain itu, dapat juga digunakan *quickfastener* sebagai pengganti sekrup dan mur pada *clamp*. Namun, penerapan *quickfastener* pada mesin 110T juga akan memakan biaya cukup tinggi. Oleh karena itu, *quickfastener* belum dapat diterapkan.

3. Mesin 45T

Tahap pertama yang dilakukan adalah dengan mengidentifikasi aktivitas apa saja yang termasuk dalam *setup* internal dan *setup* eksternal. Beberapa aktivitas yang dilakukan adalah melepaskan *clamp* yang terpasang pada *dies* sebelumnya, lalu meletakkannya di atas *trolleys* serta mengambil *dies* baru yang akan dipakai untuk proses produksi selanjutnya. Pengambilan *dies* dilakukan satu per satu dimulai dari bagian bawah *dies* terlebih dahulu, kemudian diambil kembali bagian atas *dies*. *Dies* baru akan diposisikan di atas meja kerja mesin lalu dipasang dengan mengencangkan sekrup yang terdapat pada *clamp*. Apabila *clamp* telah terpasang dengan sempurna, maka proses *setup* telah selesai. Rangkaian aktivitas yang dilakukan pada proses *setup* digolongkan dalam *setup* internal.

Tahap kedua adalah merubah *setup* internal ke dalam *setup* eksternal. Namun, berdasarkan observasi peneliti dan wawancara dengan operator yang mengoperasikan mesin 45T, tidak terdapat proses *setup* internal yang dapat diubah ke eksternal. Hal ini dikarenakan proses pergantian dan pemasangan *dies* harus dilakukan saat mesin tidak sedang beroperasi. Proses *setup* dalam keadaan mesin yang menyala dapat membahayakan keselamatan dari operator.

Tahap ketiga untuk penerapan metode SMED adalah dengan mengeliminasi proses *adjustment*. Penerapan SMED yang dilakukan untuk mengeliminasi proses *adjustment* adalah pemasangan *stopper*. juga untuk mengurangi waktu *setup* dari mesin 45T. Ukuran *stopper* yang digunakan untuk mesin 45T sama dengan ukuran *stopper* yang digunakan pada mesin 110T. Hal ini dikarenakan ukuran *dies* yang digunakan pada mesin 110T dan mesin 45T sama. Begitu pula dengan penggunaannya masih sama dengan *stopper* pada mesin

110T, yaitu dengan memasangkannya di atas meja kerja. Proses *adjustment* dapat dieliminasi karena operator tidak perlu mengukur kembali jarak antara bagian muka *dies* dengan bagian ujung meja kerja mesin. Operator hanya perlu memastikan bahwa permukaan *dies* bagian belakang telah bersinggungan dengan *stopper* yang telah dipasang.

Selanjutnya untuk tahap keempat yang perlu diterapkan dalam metode SMED adalah menghilangkan proses dari *setup* itu sendiri. Oleh karena itu, pada mesin 45T juga akan diberikan alat bantu berupa *trolley*. Penggunaan *trolley* pada mesin 45T juga digunakan sebagai tempat menyimpan *dies* dan perkakas. *Trolley* akan menjadi suatu tempat penyimpanan yang pasti sehingga operator tidak perlu mencari ataupun meminjam perkakas yang dibutuhkan saat sedang melakukan proses *setup*. Selain itu juga kondisi sebelum perbaikan, *dies* untuk mesin 45T diletakkan di atas *pallet* sehingga operator harus membungkuk untuk mengambil *dies*. Tinggi *trolley* yang sudah disesuaikan dengan tinggi meja membuat operator tidak perlu membungkuk dan mengeluarkan tenaga yang berlebihan saat mengangkat *dies*. Penggunaan *quickfastener* pada mesin 45T dapat mengurangi waktu *setup* yang cukup tinggi. Namun, penerapan *quickfastener* yang memerlukan biaya cukup tinggi masih menjadi pertimbangan perusahaan. Hal ini dikarenakan apabila perusahaan ingin menerapkan *quickfastener*, perusahaan harus mengganti *dies* yang digunakan.

Perubahan Layout Pabrik

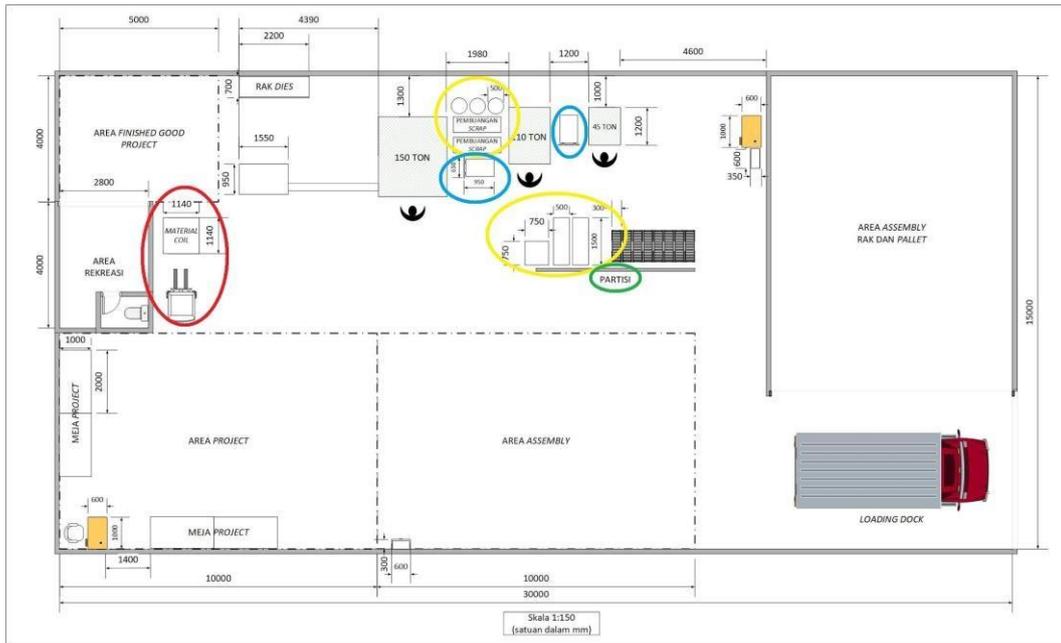
Apabila perusahaan ingin menerapkan usulan yang telah dipaparkan sebelumnya, diperlukan beberapa perubahan *layout*. Alasan utama yang menjadi penyebab perubahan *layout* stasiun kerja adalah perubahan *setup* internal menjadi *setup* eksternal. Pada kondisi saat ini, proses *setup* bagian penggantian material dilakukan di tengah proses produksi berlangsung. Proses ini merupakan *setup* secara internal. Dalam rancangan usulan perbaikan, proses *setup* tersebut akan diubah menjadi *setup* eksternal. *Layout* pabrik setelah perbaikan dapat dilihat pada Gambar 6.

Perubahan *layout* yang dilakukan untuk mengubah *setup* internal ke *setup* eksternal adalah memindahkan material *coil*. Bagian ini dapat dilihat pada gambar yang ditunjukkan oleh lingkaran merah. Material ini sebelumnya diletakkan di samping mesin 150T. Hal ini menyebabkan operator perlu menghentikan proses produksi mesin 150T apabila ingin mengganti material.

Selain itu, dilakukan juga pemindahan posisi wadah scrap dan wadah work in process (WIP). Bagian ini dapat dilihat pada gambar di atas, yang ditunjukkan oleh lingkaran kuning. Wadah *scrap* diletakkan di samping mesin 150T sehingga tidak diperlukan terlalu banyak transportasi. Hal ini dikarenakan hanya mesin 150T yang menghasilkan *scrap*. Wadah WIP akan diletakkan di samping rak barang jadi, sehingga operator tidak kesulitan mencari produk WIP.

Papan yang digunakan untuk menutupi proses produksi akan diganti menggunakan partisi. Bagian ini dapat dilihat pada gambar di atas, yang ditunjukkan oleh lingkaran hijau. Partisi digunakan agar proses produksi tetap dapat tertutupi dan dapat dibuka ketika *finished goods* akan diambil. Seluruh usulan perbaikan yang diberikan diharapkan dapat dilakukan secara terus menerus.

Selain itu, dilakukan penambahan alat bantu berupa *trolley*. Terdapat 2 buah *trolley*, dimana diletakkan di tempat yang terpisah, *Trolley* pertama diletakkan di antara mesin 150T dan mesin 110T. Sedangkan untuk *trolley* kedua diletakkan di antara mesin 110T dan mesin 45T. Bagian ini dapat dilihat pada gambar di atas, yang ditunjukkan oleh lingkaran biru.



Gambar 6. Layout pabrik setelah perbaikan

Penerapan 5S

Setelah memberikan beberapa rancangan usulan perbaikan, maka selanjutnya akan diterapkan prinsip 5S ditempat kerja agar tempat kerja dapat tersusun dengan baik dan memberikan suatu standar untuk penyusunan tempat kerja. Prinsip pertama dari 5S adalah *seiri*. Dalam prinsip ini akan dipisahkan antara barang yang masih diperlukan dengan barang yang sudah tidak diperlukan lagi. Namun, peralatan yang digunakan dalam kegiatan produksi seluruhnya masih dapat dipakai dengan baik dan masih diperlukan. Oleh karena itu, tidak ada peralatan yang akan dipisahkan dari rantai produksi.

Kedua, yaitu penerapan prinsip *seiton*. Dalam prinsip *seiton* ini, setiap barang atau perlengkapan yang dibutuhkan akan ditata sesuai dengan tempatnya masing-masing. Hal ini bertujuan untuk mempermudah operator dalam mencari peralatan ataupun barang yang dibutuhkan. Sebagai contoh apabila operator akan mengganti *dies* yang dipakai maka, *dies* tersebut harus dikembalikan sesuai dengan tempat yang telah disediakan. *Trolley* yang telah selesai digunakan juga harus dikembalikan ke tempat semula agar tidak mengganggu jalur produksi. Hal tersebut juga diterapkan pada alat perkakas yang digunakan untuk kegiatan *setup*. Setelah alat perkakas tersebut telah selesai digunakan, maka operator harus mengembalikannya ke laci pada *trolley*. Penerapan prinsip *seiton* pada SOP dicantumkan pada prosedur kerja urutan ke- 6, ke-7, dan ke-9 untuk mesin 150T. Sementara, penerapan *seiton* juga telah dicantumkan pada prosedur kerja urutan ke-5 dan ke-9 untuk mesin 110T dan 45T.

Ketiga, adalah prinsip *seiso*. Dalam prinsip ini dibutuhkan untuk menjaga kebersihan tempat kerja. Prinsip tersebut diterapkan dengan selalu memastikan tempat kerja selalu dalam keadaan bersih agar debu dan *scrap* yang terjatuh tidak tertempel baik di meja kerja maupun di rantai produksi. Prinsip ini dapat dilakukan saat operator akan melakukan setup mesin. Setelah *dies* lama telah dikembalikan ke tempat penyimpanan *dies*, meja kerja pada mesin akan dibersihkan dengan menggunakan kuas untuk memastikan tidak ada *scrap* yang tertinggal. Penerapan prinsip *seiso* pada SOP dicantumkan pada prosedur kerja urutan ke-4 untuk mesin 150T. Sementara penerapan *seiso* juga telah dicantumkan pada prosedur kerja urutan ke-3 untuk mesin 110T dan 45T.

Prinsip keempat adalah *seiketsu*. Dalam prinsip ini pekerja harus dapat menjaga dan merawat lingkungan kerja. Hal tersebut bertujuan untuk mempertahankan kondisi lingkungan kerja yang bersih dan teratur sesuai dengan ketiga prinsip yang telah disebutkan sebelumnya. Penerapan prinsip *seiketsu* dilakukan dengan membuat *visual display*. *Visual display* yang terdapat pada Gambar 8 bertujuan untuk memberikan himbauan kepada operator untuk mengembalikan peralatan yang telah selesai digunakan ke tempat semula.

Prinsip terakhir adalah *shitsuke*. *Shitsuke* merupakan proses untuk menjadikan operator disiplin dan dapat membiasakan dirinya dengan prosedur yang ada. Oleh karena itu, akan diberikan *standard operation process* (SOP). SOP tersebut akan menjadi panduan bagi operator agar dapat melakukan kegiatan *setup* sesuai dengan yang telah ditentukan. Dokumen yang berisi mengenai SOP akan ditempel di dinding dimana operator dapat membacanya dengan jelas. Setiap operator dapat mengikuti panduan tersebut dalam melakukan pekerjaannya dan membiasakan diri dengan sistem kerja yang baru.

Selain itu, dibuat juga beberapa *visual display* agar operator mendapat informasi dari SOP dengan cara yang lebih mudah dipahami. *Visual display* yang baik adalah *visual display* yang mudah dimengerti oleh operator dan tidak menimbulkan kerancuan. Selain itu, salah satu aspek yang penting untuk diperhatikan dalam pembuatan *visual display* adalah ukuran tulisan. Hal tersebut bertujuan agar operator dapat membaca dengan mudah himbauan yang diberikan oleh pihak perusahaan.

Visual display akan diletakkan di dua tempat yang berbeda. Salah satu *visual display* akan diletakkan di dinding yang berada di antara mesin 150T dan 110T. Sementara, *visual display* lainnya akan diletakkan digantungkan pada gagang *trolley*. Jarak pandang dari operator ke tempat dipasangnya *visual display* (d) adalah sejauh 4 m. Selain itu, nilai *Snellen acuity* (S) yang ditetapkan untuk perhitungan ini sebesar 20/20. Hal ini dikarenakan operator yang bekerja mengoperasikan mesin memiliki kondisi mata yang normal. Berdasarkan data yang telah diketahui, maka selanjutnya akan diberikan penjabaran perhitungan dari rumus pada Persamaan 1 untuk menghitung minimal tebal tulisan (W_s) (Bridger, 1995).

$$W_s = 1.45 \times 10^{-5} \times S \times d \quad (1)$$

$$W_s = 1.45 \times 10^{-5} \times 20 \times 4000 = 1.16 \text{ milimeter}$$

Berdasarkan perhitungan diatas diketahui bahwa minimal tebal tulisan adalah 1,16 milimeter. Pengolahan data selanjutnya dilakukan adalah untuk menghitung minimal tinggi tulisan. Data yang dibutuhkan untuk mendapatkan minimal tinggi tulisan adalah rasio lebar ke tinggi dari *font* atau yang disimbolkan dengan huruf R . Nilai R yang umumnya digunakan adalah 3:5. Perhitungan minimal tinggi tulisan (H_L) menggunakan persamaan 2 dibawah ini

$$H_L = W_s / R \quad (2)$$

$$H_L = 1.16 \times 10^{-5} \text{ meter} / 0.6 = 1.933 \times 10^{-4} \text{ meter} = 1,933 \text{ milimeter}$$

Berdasarkan perhitungan diatas diketahui bahwa minimal tinggi tulisan adalah 1,9333 milimeter. Setelah melakukan perhitungan untuk menentukan minimal tebal dan minimal tinggi tulisan, maka akan dilakukan perancangan untuk membuat *visual display* yang dibutuhkan. Dalam penelitian ini akan dibuat 2 jenis *visual display*. *Visual display* yang dibuat dalam penelitian ini adalah *visual display* mengenai penggunaan alat pelindung diri dan *visual display* untuk penggunaan peralatan.



Gambar 7. *Visual Display APD*

Visual display mengenai alat pelindung diri dapat dilihat pada Gambar 7. *Visual display* ini memberikan anjuran kepada pekerja agar menggunakan alat pelindung diri seperti pelindung pendengaran, sepatu keselamatan, masker dan sarung tangan. Oleh karena itu, dalam *visual display* ini digunakan warna biru karena menurut Bridger (1995) setiap warna dalam *visual display* mengandung pesan yang berbeda. Warna biru digunakan untuk menggambarkan suatu petunjuk. *Visual display* ini dapat dipasang pada dinding area pabrik sehingga pekerja dapat melihat anjuran ini. Skala *visual display* diatas adalah 1:5.

Selain itu, dibuat juga *visual display* mengenai penggunaan peralatan kerja yang dapat dilihat pada Gambar 8. *Visual display* ini memberikan anjuran kepada operator untuk mengembalikan peralatan ke tempat semula setelah selesai digunakan. Hal ini bertujuan agar peralatan tidak tercecer dan hilang. *Visual display* ini sebaiknya diletakkan di dekat tempat penyimpanan atau penggunaan peralatan sehingga dapat terlihat oleh operator. *Visual display* ini akan digantung pada gagang *trolley*. Skala dari *visual display* di atas adalah 1:5.

**KEMBALIKAN PERALATAN
KE TEMPAT SEMULA**

Gambar 8. *Visual Display Peralatan*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Usulan Perbaikan

Bagian ini akan dibahas mengenai estimasi hasil dari usulan perbaikan yang diusulkan. Hasil diperoleh secara estimasi menurut operator karena usulan perbaikan ini belum diterapkan oleh perusahaan. Usulan perbaikan yang diberikan adalah penggunaan *stopper*, perancangan *trolley*, penggunaan *quickfastener*, dan perancangan ulang *layout*. Perancangan ulang *layout* dilakukan agar pemasangan material dapat dilakukan ketika mesin beroperasi. Selain itu, perancangan ulang dilakukan agar setiap peralatan, bahan baku, dan produk jadi memiliki tempat yang pasti.

Penggunaan *stopper* pada mesin 150T dapat mengurangi waktu *setup* sebanyak 901 detik. Penggunaan *stopper* pada mesin 110T dan 45T dapat mengurangi waktu *setup* sebanyak 21 detik. Hal ini dikarenakan waktu yang dibutuhkan untuk proses *adjustment dies* lebih singkat. Sebelumnya operator harus mengukur terlebih dahulu jarak *dies* bagian depan

dengan ujung meja kerja. Pengukuran dilakukan oleh operator dengan menggunakan jangka sorong. Hal ini tentu memakan waktu yang cukup banyak. Oleh karena itu, penggunaan *stopper* mempermudah operator dengan hanya memposisikan *dies* hingga bersinggungan dengan *stopper*.

Penggunaan *trolley* dapat mengurangi waktu *setup* mesin 150T sebanyak 6 detik. Hal ini dikarenakan sebelum perbaikan tempat penyimpanan kunci L cukup jauh dari mesin dan tidak pasti, sehingga perlu proses mencari. Setelah perbaikan, kunci L diletakkan di laci pada *trolley*, dimana posisi *trolley* terletak di sebelah kanan mesin 150T. Penggunaan *trolley* pada mesin 110T dapat mengurangi waktu *setup* mesin sebanyak 257 detik. Hal ini dikarenakan tempat penyimpanan kunci L lebih dekat dan sudah pasti. Selain itu, setiap mesin memiliki masing-masing satu kunci L sehingga *setup* dapat dilakukan secara bersamaan. Sebelumnya, penggantian *dies* pada mesin 110T dilakukan dengan menggunakan *forklift* karena *dies* terletak cukup jauh. Setelah perbaikan, *dies* diletakkan di atas *trolley* yang berada di sebelah kiri mesin 110T sehingga proses pergantian *dies* tidak memerlukan *forklift*. Penggunaan *trolley* pada mesin 45T dapat mengurangi waktu *setup* sebanyak 67 detik. Hal ini dikarenakan tempat penyimpanan *dies* sebelumnya berada di atas *pallet* sehingga perlu waktu yang lebih banyak untuk mengambil *dies*.

Salah satu usulan yang diberikan adalah penggunaan *quickfastener*. Namun, perusahaan belum dapat mengimplementasikan usulan ini karena biaya penggunaan *quickfastener* sangat tinggi. Apabila penggunaan *quickfastener* ini dapat diterapkan di perusahaan, maka waktu *setup* dapat dikurangi secara signifikan. Hal ini dikarenakan proses pengencangan klem menggunakan kunci L memerlukan waktu yang cukup lama. Estimasi pengurangan waktu dari penggunaan *quickfastener* untuk mesin 150T, 110T dan 45T secara berturut-turut adalah 965 detik, 396 detik, dan 216 detik.

Selanjutnya, dilakukan perubahan rancangan *layout*. Perubahan tersebut dilakukan untuk mengubah *setup* internal menjadi *setup* eksternal. *Setup* internal yang diubah tersebut, yaitu untuk proses pergantian material. Sebelumnya telah diketahui bahwa pergantian material dapat dilakukan setelah mesin berhenti beroperasi. Setelah pergantian material akan dilakukan saat mesin sedang beroperasi. Hal ini dikarenakan pada *layout*, dilakukan pemindahan tempat material *coil*, sehingga tidak terhalang oleh pita material yang terpasang pada *feeder*. Waktu yang dapat diminimasi setelah dilakukan perbaikan adalah sebanyak 30 menit.

Estimasi hasil perbaikan ini kemudian akan diterjemahkan kedalam jumlah produksi yang dapat dihasilkan karena adanya perbaikan. Dua skenario urutan prioritas produksi diusulkan. Skenario pertama dengan urutan produksi joint H1, H2, H3, H4 sedangkan skenario kedua dengan urutan produksi joint H2, H3, H4, H1. Hasil dari skenario 1 dapat dilihat pada Tabel 3 dan hasil dari skenario 2 dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 3. Hasil Produksi pada Skenario 1

Produk	Kebutuhan (detik)			Waktu tersisa (detik)			Jumlah komponen yang dapat diproduksi (unit)	Target Produksi (unit)	Persentase Target yang Dicapai
	45T	110T	150T	45T	110T	150T			
H1	455.100	268.080	69.000	0	0	204.218	47.825	60.000	79,708%
H2		58.020	46.000	0	0	158.218	0	20.000	0%
H3	33.738		13.800	0	0	144.418	0	6.000	0%
H4			27.600	0	0	116.818	0	12.000	0%

Tabel 4. Hasil Produksi pada Skenario 2

Produk	Kebutuhan (detik)			Waktu tersisa (detik)			Jumlah komponen yang dapat diproduksi (unit)	Target Produk si (unit)	Persentase Target yang Dicapai
	45T	110T	150T	45T	110T	150T			
H2		58.020	46.000	388.938	155.666	227.218	20.000	20.000	100%
H3	33.738		13.800	355.200	155.666	213.418	6.000	6.000	100%
H4			27.600	355.200	155.666	185.818	12.000	12.000	100%
H1	455.100	268.080	69.000	0	0	116.818	34.840	60.000	58,067%

Dari tabel 2 dan tabel 3 diatas dapat dilihat bahwa implementasi SMED dapat membuat target produksi H2, H3, dan H4 terpenuhi sedangkan H1 tetap tidak terpenuhi untuk skenario 2. Untuk skenario 1, apabila kapasitas digunakan seluruhnya untuk H1 maka waktu yang tersedia tidak ada lagi untuk memproduksi *joint* jenis lain dan produksi H1 juga tetap tidak dapat mencapai target produksi. Hal ini berarti bahwa memang kapasitas produksi saat ini masih kurang walaupun proses produksi sudah dirampingkan (dihilangkan pemborosan dari sisi waktu *setup* dan perubahan layout) Oleh karena itu kami menyarankan pihak perusahaan untuk sebaiknya menambah operator produksi.

PENUTUP

Waktu *machining* saat ini per bulan untuk mesin 150T, 110T dan mesin 45T secara berurutan adalah 215.952 detik, 193.996 detik dan 387.002 detik. Usulan perbaikan yang diberikan adalah mengurangi waktu *setup* dengan metode SMED. Beberapa usulan perbaikan yang diberikan meliputi *stopper*, *trolley*, perbaikan *layout*. Selain itu, untuk menjaga konsistensi kerja, maka dibuat *standard operation procedure* (SOP) dan *virtual display*. Pembuatan SOP dibuat berdasarkan 5S. Estimasi waktu *machining* per bulan untuk mesin 45T setelah perbaikan adalah 388.938 detik. Estimasi waktu *machining* per bulan untuk mesin 110T setelah perbaikan adalah 213.686 detik. Estimasi waktu *machining* per bulan untuk mesin 150T setelah perbaikan adalah 273.218 detik. Estimasi persentase peningkatan waktu *machining* untuk mesin 150T, 110T dan 45T secara berturut-turut adalah 26.518%, 10,15% dan 0.5%. Peneliti menyarankan pihak perusahaan untuk menambah satu operator.

DAFTAR PUSTAKA

- Askin, R. G., & Goldberg, J. B. (2001). *Design and Analysis of Lean Production Systems*. Indianapolis: Wiley.
- Botti, L., Mora, C. & Regattieri, A. (2017). Integrating Ergonomics and Lean Manufacturing Principles in A Hybrid Assembly Line. *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 111, 481-491.
- Durakovic, B., Demir, R., Abat, K., & Emek, C. (2018). Lean Manufacturing: Trends and Implementation Issues. *Periodicals of Engineering and Natural Sciences*, 6 (1), 130-143.
- Emiliani, M. L. (2006). Origins of Lean Management in America: The Role of Connecticut Business. *Journal of Management History*, 12 (2), pp.167-184.
- Monden, Y. (2012). *Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time*, 4th Edition. Florida: CRC Press.

- Shingo, S. (1985). *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. Cambridge: Productivity Press.
- Sutalaksana, I. Z., Anggawisastra, R., & Tjakraatmadja, J.H. (2006). *Teknik Perancangan Sistem Kerja*. Bandung: Penerbit ITB.
- Suzaki, K. (1987). *The New Manufacturing Challenge: Techniques for Continuous Improvement*. New York: The Free Press.
- Walder, J., Karlin, J., & Kerk, C. (2007). Integrated Lean Thinking & Ergonomics: Utilizing Material Handling Assist Device Solution for A Productive Workplace. *White Paper: South Dakota School of Mines*.
- Wilson, L. (2010). *How to Implement Lean Manufacturing*. New York: Mc Graw Hill.
- Wyrwicka, M. K., & Mrugalska, B. (2017). Mirages of Lean Manufacturing in Practice. *Procedia Engineering*, 182, 780-785.