

Mempercepat Change Over di Mesin IMM

Jonathan Albertus Gunawan¹, I Nyoman Sutapa²

Abstract: PT. X is a daily use plastic packaging manufacturing company. The variety of the products produced causes PT. X to have many change over operation. The change over time for the IMM machine in production floor is taking too long causing delay in customer product fulfillment. Because of that it needs improvement. The chosen method to address this problem is Single Minute Exchange of Dies (SMED). The project was done by conducting an on-site observation and directly determined the machine and mold that is problematic. Pareto diagram, fishbone, and 5-whys analysis method were used to identify the root cause of the problem and the main factors contributes to it. The chosen machine and mold will be measured in time and analyzed directly using SMED. SMED analysis result will be used to create an improvement. Improvement that can be applied will be implemented immediately toward the affected machines and molds. The solution that has been implemented toward the machine and mold's work methods has managed to reduce the amount of change over time by up to 45 percent.

Keywords: change over, lean manufacturing, SMED

Pendahuluan

PT. X merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang pembuatan produk berbahan plastik untuk kebutuhan sehari-hari. PT. X memiliki beberapa tahapan proses produksi yang akan dilewati oleh produk saat dihasilkan. Proses produksi tersebut adalah *injection molding*, *blow molding*, dan *assembling decoration*. Produk yang dihasilkan disesuaikan dengan permintaan konsumen. PT. X juga memiliki dua sistem produksi untuk mendukung industri mereka, kedua sistem tersebut ialah *make-to-stock* dan *make-to-order*. Sistem produksi ini disesuaikan dengan jenis produk yang ada. Jenis produk yang di produksi oleh perusahaan ini sangat banyak dan setiap produk memiliki variasi yang sangat beragam. Jenis produk yang sangat banyak dan variasi produk yang sangat beragam mengakibatkan perusahaan untuk melakukan changeover dengan cepat dan tepat. Saat ini, masih banyak proses changeover pada mesin yang memerlukan waktu lebih lama daripada target waktu yang sudah ditetapkan oleh perusahaan. Contohnya, pada cetakan PR-6029 CAP yang pada Januari 2021 sedang dilakukan operasi changeover pada mesin injection molding B12. Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan changeover pada mesin itu adalah 6 jam, padahal target yang ditetapkan oleh perusahaan adalah 4 jam atau lebih cepat.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam pembuatan penelitian ini ditujukan untuk PT. X dan dalam pembuatannya membutuhkan beberapa proses sebagai berikut.

Observasi pada Perusahaan

Observasi perusahaan dilakukan untuk mengetahui permasalahan-permasalahan yang ada dalam perusahaan. Observasi juga dilakukan pada bagaimana perusahaan tersebut beroperasi dan memerintahkan sebuah pengerjaan pada lini produksi tertentu. Observasi pada perusahaan ini dilakukan pada bagian mesin injection molding, dan bagian-bagian perusahaan lain yang terkait dalam bagian injection molding.

Perumusan Masalah

Perumusan masalah adalah bagian dimana mulai memikirkan apa yang ingin diteliti dan dialami pada operasi perusahaan. Masalah yang akan diteliti adalah penerapan metode SMED pada proses produksi di PT. X.

Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mengetahui teori-teori yang berhubungan dengan penerapan SMED. Buku dan sumber lainnya yang berhubungan dengan SMED akan dijadikan sebagai sumber utama dalam menerapkan SMED pada permasalahan yang ada.

^{1,2} Fakultas Teknologi Industri, Program Studi Teknik Industri, Universitas Kristen Petra. Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Email: jonathanag1526@gmail.com, mantapa@petra.ac.id

Studi literatur bisa didapat dari buku, e-book, website, atau sumber terpercaya lainnya.

Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan langsung pada lapangan dengan berhubungan langsung dengan objek yang akan diamati. Pengumpulan data juga dilakukan dengan cara bertanya kepada operator mesin dan set-up yang sedang bekerja dan dikonfirmasi dari bagian-bagian lain seperti departemen persiapan *mold* dan aksesoris *mold*.

Pengolahan Data dengan Metode SMED

Pengolahan data sesuai dengan keempat langkah yang terdapat pada metode SMED. Langkah pertama adalah mencatat waktu dan kegiatan yang terjadi pada mesin dan cetakan plastik terlama dan mengelompokkan tiap kegiatan menjadi kegiatan internal dan eksternal, langkah kedua adalah sebisa mungkin mengubah kegiatan internal menjadi kegiatan eksternal. Langkah ketiga adalah mempersingkat kegiatan internal dengan cara menyederhanakan, mempersingkat, dan menghilangkan. Langkah keempat adalah dengan menghilangkan *adjustment* pada kegiatan internal.

Penentuan Implementasi Perbaikan

Penentuan implementasi perbaikan dilakukan dengan cara menentukan usulan yang bisa diimplementasi langsung pada lapangan. Implementasi dibuat dari analisis akar masalah menggunakan diagram fishbone, dan analisis *5-whys* (Montgomery [1]). Jika implementasi itu tidak bisa diimplementasi dan tidak sesuai dengan aturan yang ada, maka tidak bisa dilakukan.

Estimasi Hasil Implementasi Perbaikan

Estimasi hasil implementasi perbaikan dilakukan dengan cara menghitung waktu yang berhasil dihemat pada saat melakukan kegiatan sesuai dengan solusi yang diberikan. Hasil estimasi ini akan dijadikan sebagai dasar pada saat penerapan langsung pada mesin dan cetakan yang bermasalah.

Implementasi Perbaikan

Implementasi perbaikan akan langsung diterapkan pada kegiatan kerja jika sudah memenuhi aturan-aturan yang berlaku dan disetujui oleh pihak manajemen dan pengguna. Implementasi perbaikan akan disosialisasikan pada operator kerja dan bagian-bagian lain yang terlibat langsung dalam kegiatan changeover IMM.

Penilaian Implementasi Perbaikan

Penilaian dilakukan adalah untuk membandingkan waktu pengerjaan sebelum diterapkannya perbaikan dan setelah diterapkannya perbaikan. Penilaian yang dilakukan di sini bersifat deskriptif dengan cara membandingkan langsung waktu changeover sebelum perbaikan diterapkan dengan waktu changeover setelah perbaikan diterapkan.

Penarikan Kesimpulan

Penarikan kesimpulan dilakukan dengan melihat langsung penghematan waktu yang didapat oleh perusahaan setelah menerapkan perbaikan ada sistem kerja yang ada. Kesimpulan ini bisa digunakan bagi perusahaan dalam memberikan solusi dan perbaikan ke depannya.

Hasil dan Pembahasan

Proses produksi pada PT. X untuk departemen IMM atau Injection Molding Machine adalah untuk memproduksi pengemasan yang bersifat rigid atau keras. Contoh barang yang diproduksi adalah penutup kosmetik, wadah kosmetik, dan barang pengemas lainnya yang bersifat keras dan kaku. Variasi dari produk yang dihasilkan sangat banyak dan memiliki jenis-jenis tertentu. PT. X memiliki banyak cetakan yang bisa dipasang pada salah satu mesin yang terdapat pada lantai produksi.

Permasalahan pada Waktu Setup

Waktu setup pada mesin IMM sangat berpengaruh pada waktu produksi pada fasilitas produksi IMM. Semakin lama waktu yang diperlukan untuk melakukan setup pada mesin, maka waktu yang diperlukan untuk memproduksi produk pesanan akan semakin sedikit. Hal ini berdampak pada waktu yang diperlukan untuk memproduksi lebih lama dari yang diperkirakan.

Pada bulan Februari sendiri permintaan produksi plastik adalah 77 juta *part pieces*, namun pada akhir bulan PT. X hanya berhasil memproduksi 70 juta *part pieces* saja. Bahkan pada pertengahan bulan Februari tepatnya tanggal 15 Februari, departemen IMM PT. X hanya berhasil memproduksi 40 juta *part pieces*.

Pemerolehan Data Waktu Kerja dan Aktivitas Kerja

Data waktu kerja dan aktivitas kerja yang dilakukan pada aktivitas setup diambil langsung dengan cara melakukan perhitungan di lantai produksi IMM. Ada 6 mesin dan 6 tipe cetakan atau *mold* yang diamati.

Pengamatan langsung dilakukan pada saat jam kerja perusahaan antara jam 06:00 pagi hingga jam 14:00 sore waktu Indonesia barat. Operator yang diamati adalah operator setup yang berjumlah 3 orang.

Data Waktu Kerja dan Aktivitas Kerja

Terdapat 6 mesin dan cetakan yang diamati. Cetakan yang terlibat memiliki ukuran yang besar dan memiliki saluran pendingin yang jumlahnya lebih dari 5.

Tabel 1. Hasil Pengamatan Cetakan pada Lantai Produksi dan Lama Waktu Kerja Kegiatan Setup

Cetakan	Lama Waktu Kerja
CP 8216	3 jam 32 menit
4011	1 jam 25 menit
8278	1 jam 54 menit
262 cover	1 jam 27 menit
DK 262 Base	1 jam 58 menit
CP 832 Flip Top	2 jam 22 menit

Penggunaan Metode SMED

Data pengamatan waktu kerja pada saat kegiatan setup bisa dikelompokkan dengan menggunakan metode SMED. Metode SMED melibatkan 4 tahapan kerja. Tahapan pertama dalam metode SMED adalah memisahkan kegiatan kerja setup menjadi eksternal dan internal (Alcan [2]; Arai dan Sekine [3]; Likier dan Meier [4]; Shingo [5]).

Aktivitas eksternal adalah aktivitas yang bisa dilakukan pada saat mesin masih beroperasi menggunakan cetakan lama. Kegiatan internal adalah kegiatan yang hanya bisa dilakukan pada

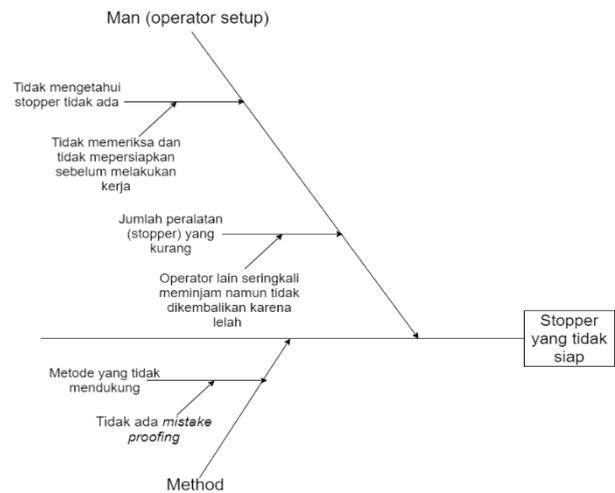
saat mesin mati. Contoh pengerjaan pada Tabel 4.

Permasalahan pada Kegiatan Eksternal pada Internal

Proses eksternal pada setup cetakan dan mesin memakan waktu sebanyak 52 menit 9 detik. Waktu tersebut memakan waktu sebesar 41% dari rata-rata waktu setup 6 mesin. Proses eksternal seharusnya dilakukan sebelum mesin mati.

Analisis Masalah pada Kegiatan Eksternal pada Kegiatan Setup

6 mesin dan cetakan yang sudah diamati sebelumnya menunjukkan waktu rata-rata yang dihabiskan untuk menjalankan kegiatan eksternal itu adalah 52 menit 9 detik. Waktu tersebut adalah 41% dari total waktu rata-rata setup dari 6 mesin.



Gambar 1. Fishbone Diagram Permasalahan Setup CP 8216

Tabel 2. Jenis Kegiatan yang Terdapat pada Cetakan CP 8216 Sebelum dilakukan Pembedulan

Kegiatan	Jenis Kegiatan	Lama Waktu Kerja
Membuat Stopper	Eksternal	2 jam
Mencari stopper tidak ada	Eksternal	25 menit 34 detik
Mulai mencoba injeksi produk bagus	Internal	20 menit 4 detik
Selesai melepas klem mold	Internal	10 menit 11 detik
Pemasangan klem	Internal	9 menit 23 detik
Mold berhasil masuk ke dalam mesin	Internal	5 menit 38 detik
Mencari pembakar	Eksternal	5 menit 4 detik
Mengatur setting robot	Internal	4 menit 46 detik
Mold berhasil di lepas dari mesin	Internal	4 menit 37 detik
Melepas semua cooling di samping	Internal	3 menit 20 detik
Pemasangan cooling	Internal	1 menit 57 detik
menutup mold pada mesin	Internal	1 menit 30 detik

Penyebab pertama adalah jumlah peralatan stopper yang kurang. Hal ini disebabkan karena ada operator lain yang sering kali meminjam peralatan tersebut namun tidak dikembalikan lagi. Penyebab kedua adalah operator setup tidak mengetahui jika stopper yang sebelumnya sudah disiapkan oleh operator MTP hilang dari tempatnya.

Metode dalam melakukan setup juga tidak mendukung. Karena tidak ada penegasan dalam memastikan bahwa peralatan kerja harus sudah siap sebelum melakukan pekerjaan (Davim [6]).

Permasalahan kedua yang menyebabkan kegiatan setup cetakan CP 8216 menjadi lama adalah percobaan injeksi produk yang lama. Permasalahan ini dapat dikategorikan menjadi 2 kategori, yaitu kategori man dan material.

Penyebab pertama dari kategori man adalah pekerja tidak memperhatikan proses metrik yang ada. Hal ini disebabkan karena operator tidak memiliki panduan proses metrik yang bisa membantu mereka untuk menentukan langkah terbaik dalam mengatasi permasalahan pada produk injeksi yang kurang bagus.

Penyebab kedua adalah para pekerja kurang terampil dan tertib dalam mengerjakan kegiatan setup yang ada. Terampil yang dimaksud adalah kemampuan untuk mengikuti dan mengerjakan prosedur kegiatan setup dengan konsisten. Hal ini disebabkan karena pekerja sudah terbiasa dengan cara kerja yang ada, sehingga para pekerja tidak merasakan bahwa cara kerja mereka perlu diperbaiki.

Penyebab ketiga adalah para pekerja masih meluangkan waktu yang lama untuk mencari dokumen-dokumen yang dibutuhkan pada saat melakukan setup seperti CRB, DRB, PRO. Hal ini terjadi karena sebelum melakukan kegiatan setup, para pekerja tidak mempersiapkan dokumen tersebut untuk keperluan dokumentasi setup.

Usulan Perbaikan Pada Permasalahan Kegiatan Eksternal pada Kegiatan Internal

Usulan untuk menghilangkan kegiatan eksternal yang masih terdapat pada kegiatan internal dapat dilakukan dengan cara melakukan persiapan dengan baik sebelum melakukan kegiatan internal pada saat setup cetakan pada mesin.

Persiapan peralatan kerja dilakukan oleh operator MTP. Setelah itu, peralatan kerja yang sudah dipersiapkan akan diserahkan kepada operator Setup dan diperiksa sebelum melakukan kegiatan

setup pada cetakan dan mesin.

Tempat Penyimpanan aksesoris cetakan akan diatur berdasarkan metode 5S. Operator setup sering kali mengalami kesusahan dalam mencari aksesoris cetakan seperti pin ejektor, pengisap pada pelat robot, klem cetakan, baut untuk klem cetakan, dan sandaran untuk klem cetakan.



Gambar 2. Tempat Penyimpanan Ejektor Setelah Perbaikan

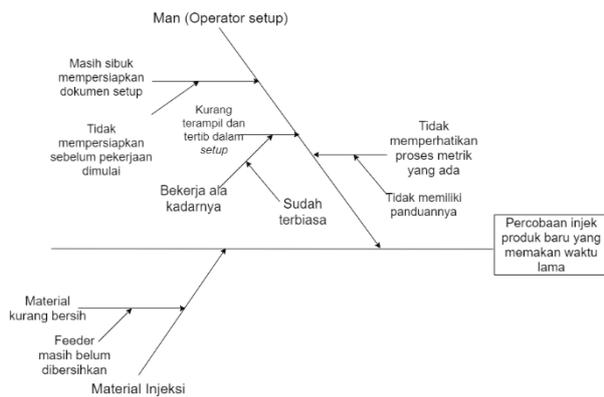
Pelabelan dan pemisahan sudah diimplementasikan pada penyimpanan pin ejektor agar operator setup dapat dengan mudah melihat dengan visual ukuran pin ejektor yang diperlukan (Osada dan Gandamihardja [7]), dan bisa membantu operator untuk memelihara dan memantau ukuran pin ejektor mana yang kurang atau tidak ada dalam kotak penyimpanan tersebut.

Permasalahan Percobaan Injeksi Produk yang Memakan Waktu Lama

Proses percobaan injeksi produk bagus memakan waktu yang lama. Terdapat 3 cetakan yang mengalami permasalahan ini dari 6 cetakan yang diamati, cetakan tersebut adalah CP 8216, 8278, dan 262 cover.

Analisis Masalah Percobaan Injeksi Produk yang Lama

Salah satu kegiatan internal yang memakan waktu lama adalah percobaan injeksi produk yang memakan waktu yang lama. Terdapat 3 cetakan dari 6 cetakan yang diamati aktivitas kerjanya yang memiliki permasalahan injeksi produk yang lama. Rata-rata waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan ini ialah 21 menit dan 28 detik. Waktu pengerjaan ini membuat banyak pekerjaan lain sesudahnya tersendat sehingga membuat pekerjaan menjadi lama.



Gambar 3. *Fishbone Diagram* Permasalahan Percobaan Injeksi Produk yang Memakan Waktu Lama

Ada beberapa faktor yang menyebabkan aktivitas internal ini memakan waktu yang lama. Pertama adalah dari faktor manusia atau Man. Faktor manusia ini berasal dari operator setup yang melakukan kegiatan setup pada saat itu.

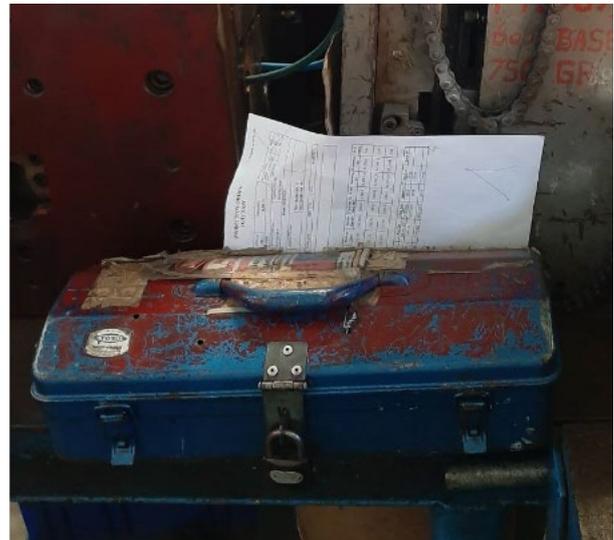
Penyebab lainnya adalah para operator atau pekerja bekerja tidak sesuai dengan proses metrik yang sudah ditetapkan oleh perusahaan. Operator tidak mengikuti proses metrik yang ada dikarenakan para operator tidak memiliki proses metrik yang harus dibawa setiap kali ada kegiatan setup.

Operator setup sudah mengikuti pelatihan dan penyuluhan dalam melakukan percobaan injeksi produk yang benar. Operator setup juga harus membawa metrik proses yang sudah disiapkan oleh perusahaan, namun tidak dilakukan. Permasalahan ini juga membuat operator setup tidak kritis dan berpandangan luas pada saat melakukan setup, operator setup terlalu fokus pada faktor-faktor tertentu saja, dan tidak mempertimbangkan faktor-faktor lain pada saat melakukan kegiatan setup.

Operator setup pada saat melakukan setup mengamati terdapat beberapa kecacatan pada produk yang dihasilkan. Operator setup berkali-kali melakukan penyesuaian pada parameter mesin, namun kecacatan masih terdapat pada produk yang dihasilkan. Operator setup berkali-kali mengulang pengaturan parameter, namun hasil tetap sama. Pengamatan lebih lanjut menunjukkan operator setup hanya mengubah beberapa parameter saja, dan tidak memperhatikan faktor-faktor lain. Hal ini menunjukkan Operator kurang menguasai pengetahuan faktor yang dapat mempengaruhi hasil produk. Hal ini membuat banyak sekali pekerjaan yang terulang, sehingga memakan waktu pengerjaan.

Usulan Perbaikan Masalah Percobaan Injeksi Produk yang Memakan Waktu Lama

Usulan untuk mengatasi permasalahan percobaan injeksi produk yang lama adalah dengan cara membawa operator setup untuk kembali bekerja berdasarkan arahan dari proses metrik yang disediakan oleh perusahaan.



Gambar 4. Proses Metrik yang Akan Digunakan oleh Operator pada Saat Setup

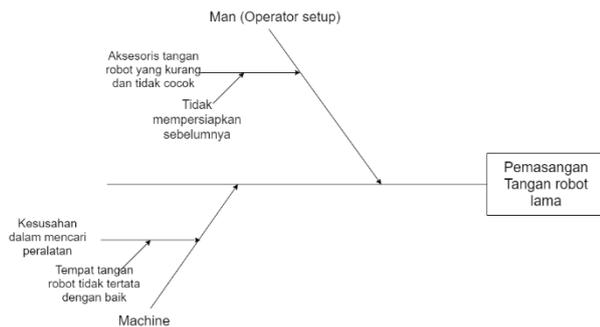
Proses metrik berisi kecacatan yang bisa terdapat pada produk injeksi yang dihasilkan. Bagian kolom pada proses metrik merupakan parameter mesin yang dapat diubah untuk mengatasi beberapa jenis kecacatan yang mungkin terjadi pada produk injeksi yang dihasilkan.

Permasalahan pada Pemasangan Tangan Robot yang Lama

Langkah terakhir dalam metode SMED adalah menghilangkan adjustment atau penyesuaian pada saat melakukan kerja setup. Kegiatan yang sering kali terdapat penyesuaian adalah pemasangan tangan robot. Operator setup sering kali masih harus mencari dan mengukur tangan robot agar bisa cocok dengan posisi dan jumlah *cavity*, pada cetakan.

Analisis Masalah Permasalahan Pemasangan Tangan Robot yang Lama

Kegiatan pemasangan tangan robot melibatkan penyesuaian yang memakan waktu banyak. Kejadian ini dapat dilihat pada saat pemasangan tangan robot pada cetakan 4011 dan DK 262 Base. Kegiatan ini memiliki banyak aktivitas penyesuaian, karena dalam rantai produksi terdapat banyak sekali peralatan tangan robot.



Gambar 5. Digaram Fishbone Permasalahan Pemasangan Tangan Robot yang Lama pada Cetakan 4011

Ada dua faktor yang menyebabkan lamanya kegiatan ini. Faktor pertama adalah dari manusia atau man, dalam kasus ini adalah operator setup. Pertama, terjadi kejadian dimana aksesoris tangan robot kurang dan tidak cocok dengan tangan robot yang sudah disediakan. Operator harus berkali-kali berjalan ke tempat penyimpanan tangan robot untuk mendapatkan aksesoris tangan robot yang benar.

Kegiatan ini menyebabkan terjadinya banyak sekali penyesuaian karena operator harus menyesuaikan berkali-kali aksesoris tangan robot yang ada dengan tangan robot yang sudah disediakan.

Faktor kedua terjadi pada faktor mesin atau peralatan yang terlibat dalam aktivitas ini. Ada satu penyebab dalam faktor ini. Setelah mendatangi tempat penyimpanan tangan robot beserta aksesoris tangan robot, ditemukan tempat penyimpanan tangan robot yang sangat tidak tertata. Hal ini menyebabkan operator kesulitan dalam mencari tangan robot yang diinginkan.

Operator setup harus berkali-kali berjalan ke area penyimpanan tangan robot. Proses ini menyebabkan operator lelah karena harus berkali-kali melakukan penyesuaian terhadap tangan robot yang akan dipasang pada mesin dan cetakan. Penyebab dari permasalahan ini adalah operator tidak mempersiapkan aksesoris tangan robot sebelum melakukan kegiatan setup.

Permasalahan ini disebabkan oleh tempat penyimpanan aksesoris dan perlengkapan tangan robot yang tidak tertata rapi. Hal ini menyebabkan operator enggan dalam melakukan persiapan sebelum aktivitas kerja setup dimulai. Kurangnya persiapan tangan robot bisa menyebabkan aktivitas penyesuaian tangan robot yang memakan waktu lama.

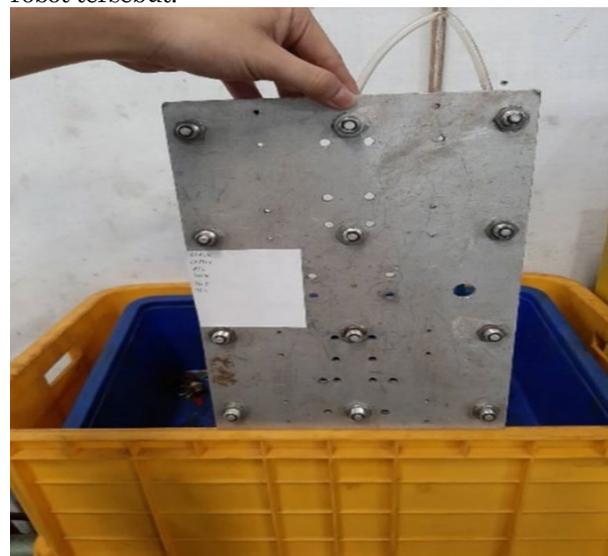
Penyesuaian tangan robot terjadi karena tangan robot belum disiapkan sebelum melakukan kegiatan

setup. Operator setup menghabiskan banyak waktu mengira-ngira dan mengukur tangan robot, agar bisa cocok dengan cetakan yang ada. Hal ini menyebabkan kegiatan penyesuaian tangan robot yang lama

Usulan Perbaikan Pemasangan Tangan Robot yang Lama

Usulan dari permasalahan ini adalah dengan mengembalikan cara kerja operator setup kepada cara kerja yang sudah tertera pada instruksi kerja setup cetakan. Instruksi kerja dari perusahaan mengatakan bahwa semua peralatan kerja dan aksesoris cetakan sudah harus disiapkan sebelum melakukan kegiatan setup pada cetakan, atau pada saat mesin sudah mati.

Pemberian label pada pelat tangan robot bisa membantu operator *setup* dalam melakukan kegiatan *setup*. Kegiatan *setup* tidak akan terdapat penyesuaian tangan robot lagi karena pelat tangan robot sudah di beri label, sehingga memudahkan operator setup untuk melakukan *setup*, karena sudah mengetahui cetakan yang bisa dijangkau oleh pelat robot tersebut.



Gambar 5. Pelat robot yang sudah diberi label

Pemberian label sudah diimplementasikan kepada pelat tangan robot. Operator *setup* sudah bisa langsung menggunakan pelat robot sesuai dengan label yang tertera tanpa melakukan banyak kesalahan karena ada pemberian label (Shimbun [8]).

Penyesuaian pada saat pemasangan pelat robot juga dihilangkan karena operator setup sudah bisa mengetahui dari label tiap pelat robot (Haghirian [9]), cetakan apa saja yang bisa dijangkau oleh pelat robot. Hal ini mengurangi pekerjaan pengecekan.

Uji validitas

Ada 2 cetakan yang akan digunakan untuk melakukan uji validitas perbaikan pada lantai produksi. Cetakan tersebut ialah PT6005B dan cetakan PT083Y12. Cetakan PT6005B akan digunakan pada mesin B17, cetakan PT083Y12 akan digunakan juga pada mesin *nissei*.

2 cetakan ini terpilih karena cetakan ini memiliki karakteristik yang kurang lebih sama dengan 6 cetakan yang diamati sebelumnya. Sesuai dengan karakteristik yang akan dicari pada saat pemerolehan data waktu kerja cetakan, cetakan harus memiliki jumlah cavity antara 4 hingga 6 dan memiliki jumlah saluran selang pendingin lebih dari 5.

Analisis Implementasi Perbaikan Cetakan PT6005B

Perencanaan produksi pada lantai produksi IMM, memberikan beberapa data mengenai permintaan konsumen dan cetakan yang akan digunakan untuk mengisi permintaan tersebut. Peneliti akan melihat apakah cetakan sudah sesuai dengan karakteristik yang diminta.

Setelah operator MTP dan operator setup menyiapkan dokumen dan peralatan yang dibutuhkan, maka langkah selanjutnya adalah melakukan kegiatan setup pada cetakan tersebut.

Aktivitas dan kegiatan setup akan dicatat dan dihitung lama kerjanya. Hasil dari pekerjaan berserta dengan durasi pengerjaan bisa dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Data Waktu Kerja Cetakan PT6005B

Kegiatan	Durasi
Percobaan injeksi produk	20 menit 43 detik
Pemasangan tangan robot pasang selang cooling	13 menit 37 detik
Pemasangan mold	12 menit 35 detik
Pelepasan Mold	11 menit 51 detik
Pengangkatan mold	9 menit 13 detik
Ambil Mold	3 menit 21 detik
Pembersihan Mold	2 menit 29 detik
Total Waktu	2 menit 17 detik
	1 jam 16 menit 6 detik

Total waktu yang dibutuhkan untuk mengerjakan kegiatan setup pada cetakan ini adalah 1 jam 19 menit 6 detik. Total waktu pengerjaan dari cetakan ini 37% lebih cepat dari rata-rata waktu pengerjaan 6 cetakan sebelumnya yang memakan waktu 2 jam 6

menit dan belum menggunakan metode baru, atau sebelum perbaikan diimplementasi. Aktivitas terlama adalah percobaan injeksi produk dan disusul dengan pemasangan tangan robot.

Walaupun termasuk 2 aktivitas yang terlama, waktu pengerjaan percobaan injeksi produk bagus memiliki lama pengerjaan 20 menit 43 detik, dimana waktu ini 4% lebih cepat dari rata-rata waktu pengerjaan 3 mesin yang belum mengalami perbaikan dengan lama waktu 21 menit 28 detik.

Cetakan kedua untuk implementasi perbaikan adalah cetakan PT083Y12. Proses pemilihan dan pencarian cetakan ini melalui proses yang sama seperti pada cetakan PT6005B.

Cetakan ini juga melalui proses pengamatan yang sama seperti pada cetakan PT6005B. Semua kegiatan yang ada diamati dan dihitung durasi kerjanya. Durasi kerja dan kegiatan kerja setup yang ada bisa dilihat pada Tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4. Data Waktu Kegiatan Kerja PT083Y12

Kegiatan	Durasi
Percobaan Injeksi produk	21 menit 12 detik
Pemasangan tangan robot	15 menit 47 detik
Pemasangan selang cooling	11 menit 31 detik
Melepas mold	8 menit 46 detik
Memasang mold baru	12 menit 28 detik
Pembersihan mold	2 menit 14 detik
Ambil Mold	3 menit 37 detik
Total Waktu	1 jam 21 menit 35 detik

Aktivitas terlama dari kegiatan setup ini memiliki pola yang sama seperti pada cetakan PT6005B, karena alur kerja sudah disesuaikan, dan pengerjaan setup dilakukan secara konsisten pada cetakan pertama dan cetakan kedua. 2 aktivitas terlama adalah percobaan injeksi produk dan pemasangan tangan robot.

Kegiatan percobaan injeksi produk memakan waktu sebanyak 21 menit 12 detik, waktu ini 1% lebih cepat daripada rata-rata waktu pengerjaan 3 mesin yang belum mengalami perbaikan dengan lama waktu pengerjaan selama 21 menit 28 detik.

Kegiatan pemasangan tangan robot pada cetakan ini memakan waktu sebanyak 15 menit 47 detik. Kegiatan ini adalah kegiatan kedua yang mengalami perbaikan. Waktu pengerjaan ini lebih cepat 41% daripada rata-rata waktu 2 cetakan yang belum mengalami perbaikan dengan waktu 26 menit 32 detik.

Simpulan

Usulan Implementasi perbaikan percepatan kegiatan internal pemasangan tangan robot sudah diimplementasikan. Kegiatan pemasangan tangan robot pada 2 cetakan turun 45% dari rata-rata waktu pemasangan tangan robot pada 6 cetakan sebelumnya yang belum mengalami perbaikan.

Usulan implementasi perbaikan menggunakan proses metrik pada percobaan injeksi produk juga sudah diimplementasikan. Usulan implementasi perbaikan ini menyebabkan penurunan waktu sebesar 2% dari rata-rata waktu 6 cetakan yang belum mengalami perbaikan. Penurunan waktu ini tidak besar, namun setidaknya para operator memiliki standar yang tepat dalam penentuan parameter mesin dan cetakan yang benar.

Daftar Pustaka

1. Montgomery, D. C., *Introduction to Statistical Quality Control*, Wiley, 2009, retrieved from <https://books.google.co.id/books?id=oG1xPgAACA-AJ> on 10 May 2021
2. Alcan, *Metode Four Step RapidSetup*, 2004
3. Arai, K., and Sekine, K., *Kaizen for Quick Change-over: Going Beyond SMED*, Taylor & Francis, 2006, retrieved from <https://books.google.co.id/books?id=dKZBFGYJrhYC> on 10 May 2021
4. Liker, J. K., and Meier, D., *The Toyota Way Fieldbook*, McGraw-Hill Education, 2005, retrieved from <https://books.google.co.id/books?id=XZQHpvV-8Uc8C> on 05 March 2021
5. Shingo, S., *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*, Taylor & Francis, 2019, retrieved from <https://books.google.co.id/books?id=Zzm-DDwAAQBAJ> on 10 May 2021
6. Davim, J. P., *Progress in Lean Manufacturing*, Springer International Publishing, 2018, retrieved from <https://books.google.co.id/books?id=gbrGDwAAQBAJ> on 05 March 2021
7. Osada, T., and Gandamihardja, M., *Sikap Kerja 5S*, Pustaka Binaman Pressindo, Jakarta, 1995
8. Shimbun, N. K., *Poka-Yoke: Improving Product Quality by Preventing Defects*, Taylor & Francis, 1989, retrieved from https://books.google.co.id/books?id=hR%5C_8Uz6d%5C_oC on 10 May 2021
9. Haghirian, P., *Understanding Japanese Management Practices*, Business Expert Press, 2010, retrieved from <https://books.google.co.id/books?id=DXrEfhjuocC> on 07 March 2021