



IMPLEMENTASI METODE *SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIES* UNTUK MENGURANGI *SETUP TIME* PERGANTIAN MOLD PADA MESIN SODICK

Danang Parikesit¹⁾, Hery Irwan²⁾.

^{1,2)} Industrial Engineer, Faculty of Engineer, Universitas Riau Kepulauan, Batam, Indonesia
E-mail: danang5023@gmail.com¹⁾, hery@ft.unrika.ac.id²⁾

ABSTRAK

Semua perusahaan mengharapkan sistem produksi yang efektif dan efisien, namun tantangan mengenai sistem produksi yang tidak sempurna tidak dapat dihindari. Dalam penelitian ini kami menyelidiki kasus di PT Cicor Panatec yang memproduksi alat bantu dengar di bagian injeksi. Kami menemukan adanya pemborosan yang terjadi pada kegiatan pergantian cetakan. Karena banyak item memerlukan waktu pemrosesan yang lama, kami menyempurnakan sistem dengan menerapkan metode Single Minute Exchange of Dies (SMED), sebuah konsep dalam *lean manufacturing*. Kami bertujuan untuk memberikan proses pergantian cetakan yang lebih efektif dan efisien sehingga downtime mesin dapat dikurangi. Hasil penelitian ini menunjukkan pengurangan waktu *setup* sebesar 35% yang diperoleh melalui penghapusan dan pengurangan waktu pergantian cetakan menjadi 260 menit, yang sebelumnya membutuhkan waktu 400 menit. Penelitian ini menyimpulkan bahwa SMED efektif untuk mengurangi waktu set-up mesin dan meningkatkan efisiensi proses produksi. Dengan cara ini, penerapan metode SMED membantu perusahaan meningkatkan waktu pergantian cetakan di bagian injeksi

Kata kunci : injection, lean manufacturing, produktivitas, pergantian cetakan, SMED.

ABSTRACT

All companies hope for an effective and efficient production system, but challenges regarding imperfect production systems cannot be avoided. In this research, we investigated a case at PT Cicor Panatec which produces hearing aids in the injection department. We found that there was waste that occurred in mold replacement activities. Because many items require a long processing time, we improved the system by implementing the Single Minute Exchange of Dies (SMED) method, a concept in lean manufacturing. We aim to provide a more effective and efficient mold replacement process so that machine downtime can be reduced. The results of this research show a 35% reduction in setup time obtained through eliminating and reducing mold replacement time to 260 minutes, which previously took 400 minutes. This research concludes that SMED is effective for reducing machine set-up time and increasing production process efficiency. In this way, implementing the SMED method helps companies to increase mold replacement times in the injection section

Keyword : injection, lean manufacturing, productivity, mold replacement, SMED.

1. PENDAHULUAN

Produktivitas merupakan salah satu indikator kinerja suatu proses produksi. Perusahaan manufaktur dituntut untuk mampu meningkatkan produktivitas proses produksinya secara berkelanjutan, sebagai upaya menghemat biaya produksi, meningkatkan kualitas dan daya saing perusahaan. Pada perusahaan manufaktur, salah satu permasalahan yang sering ditemui di rantai produksi adalah permasalahan terkait pergantian cetakan/die. Untuk mengurangi waktu *setup*, pergantian cetakan perlu dilakukan dalam waktu sesingkat-singkatnya dengan menggunakan metode yang efektif dan efisien. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menganalisis dan menyempurnakan metode pergantian cetakan adalah metode *Single minute Exchange of Dies (SMED)*. SMED merupakan teknik yang dikembangkan dalam studi *lean manufacturing* dimana pergantian cetakan perlu dilakukan dalam waktu sesingkat-singkatnya.

PT Cicor Panatec merupakan perusahaan multinasional di Batam yang bergerak di bidang manufaktur yang memproduksi alat bantu dengar. PT Cicor Panatec dituntut untuk mampu meningkatkan produktivitas proses produksinya secara berkelanjutan, sebagai upaya penghematan biaya produksi, peningkatan kualitas dan daya saing perusahaan. Salah satu permasalahan di PT Cicor Panatec yang sering ditemui di rantai produksi adalah permasalahan terkait pergantian cetakan/*dies*. Meningkatnya permintaan pasar menyebabkan perusahaan harus meningkatkan produktivitas. Produk yang akan diteliti dalam penelitian ini adalah produk alat bantu dengar, sedangkan objek penelitiannya adalah cetakan yang membentuk produk tersebut. Karena banyaknya barang alat bantu dengar yang harus dicetak/diproduksi, maka kegiatan pergantian cetakan cukup sering dilakukan dan hal ini berhubungan dengan *downtime* mesin.

Waktu *setup* merupakan akumulasi waktu yang terjadi pada suatu mesin/peralatan pada saat tidak dapat beroperasi karena adanya aktivitas lain yang harus dilakukan, sehingga pada saat itu tidak menghasilkan suatu produk/*output*. Berdasarkan data perusahaan periode September 2023, terdapat rata-rata waktu *setup* sebesar 400 menit/*setting* dimana target waktu *setup* di perusahaan adalah

270 menit/*setting*, hal ini terdapat 48,1% waktu yang melebihi target yang ditentukan.

Berdasarkan penelitian *Lean manufacturing* (Ribeiro, 2023) pada perusahaan produksi makanan, penerapan metode SMED terbukti efektif dalam mengurangi downtime yang terjadi pada perusahaan terkait waktu *setup* mesin/penggantian model dan mengurangi waktu *setup* sebesar 58%. Penelitian serupa juga dilakukan pada SMED (Haifa, 2020) pada industri farmasi dengan menerapkan metode SMED yang terbukti menghemat waktu dengan meminimalkan waktu *setup* dan aktivitas *internal* sehingga menghasilkan pengurangan waktu *setup* sebesar 58,06% atau 13,18 jam. Selain itu, penelitian SMED (Herlambang, 2022) juga berhasil meningkatkan kecepatan proses pergantian produk dan menggambarkan bahwa proses pergantian produk berkurang sebesar 81%.

Oleh karena itu, penelitian ini mengangkat permasalahan penerapan metode Single-Minute Exchange of Dies (SMED) pada perusahaan dengan menganalisis, memperbaiki dan memperoleh hasil perbaikan waktu pergantian cetakan yang dilakukan pada mesin injection molding. Melalui penelitian ini diharapkan perusahaan dapat mempersingkat waktu *setup*, mengurangi aktivitas yang tidak produktif, sehingga produktivitas dapat meningkat.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Lean manufacturing*

Sistem manufaktur *modern* telah menunjukkan pergeseran dari produksi massal ke *Lean manufacturing* karena meningkatnya permintaan pelanggan dan produk kompleksitas. Konsep *Lean manufacturing* berasal dari Toyota Production System, Jepang oleh *Taiichi Ohno* dan *Shigeo Shingo* di Toyota. Istilah *Lean manufacturing* muncul setelah rilis buku berjudul "Mesin yang mengubah dunia" oleh James Womack pada tahun 1990. Istilah "*Lean*" diciptakan pada 1980-an oleh peneliti John Krafcik, saat dia dan yang lainnya di MIT menemukan bahwa teknik produksi mobil Jepang adalah memberikan perusahaan seperti Toyota keuntungan yang signifikan di pasar. Standard produksi adalah "ramping" karena menggunakan lebih sedikit dari segalanya jika dibandingkan dengan massa produksi. *Lean manufacturing*

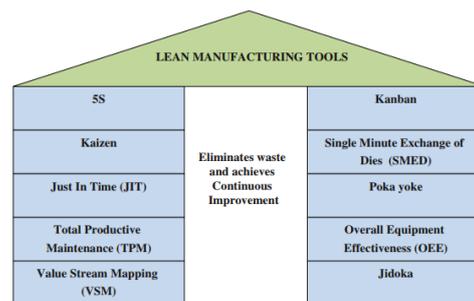
berfokus dalam mengeliminasi pemborosan secara terstruktur pada proses produksi (Amalia, 2021). Berdasarkan system, *Lean manufacturing* bertujuan untuk meningkatkan nilai tambah dengan cara menghilangkan non-nilai tambah kegiatan, membuat aliran nilai lancar, dan mengubah produksi dorong menjadi tarikan produksi dan kesempurnaan dengan perbaikan terus-menerus. Sistem *lean* mengerti tentang nilai pelanggan dan fokus untuk meningkatkannya secara konsisten. Pemahaman yang jelas dan pemilihan alat/teknik *lean* yang tepat sangat penting untuk dicapai perbaikan. Peningkatan *Lean manufacturing* meliputi pengurangan limbah, nilai perbaikan, pengurangan persediaan, pengurangan biaya, peningkatan kualitas hasil dan produktifitas. *Lean manufacturing* telah mendiversifikasi aplikasi di beberapa industri sektor seperti otomotif, dirgantara, elektronik, manufaktur, jasa, farmasi dan lain-lain.

Tujuan akhir dari *Lean manufacturing* adalah memberikan nilai sempurna kepada pelanggan melalui proses penciptaan nilai sempurna yang memiliki nol pemborosan. *Lean manufacturing* secara umum didefinisikan sebagai proses eliminasi yang konsisten dari limbah. Tujuannya adalah untuk menyediakan pelanggan dengan produk atau layanan bebas cacat ketika dibutuhkan dalam jumlah yang tepat. Konsep *lean* adalah berdasarkan ide-ide perbaikan terus-menerus dan menghormati orang. *Value* adalah setara dengan apa pun yang bersedia dibayar oleh pelanggan. Nilai harus ditentukan oleh pelanggan dan itu adalah kunci dalam mengubah produk atau layanan. *Waste* harus secara konsisten dihilangkan dari sistem. *Waste* datang dalam tiga bentuk utama yaitu *Muda*, *Mura* dan *Muri*. *Muda* mengacu pada tujuh bentuk pemborosan ramping yaitu overproduksi, overprocessing, menunggu, gerak, transportasi, cacat dan inventaris. *Mura* adalah pemborosan karena variasi atau ketidakrataan dan mengacu pada *Muri* limbah akibat overburdening atau stressing. Jadi, penghapusan *waste* adalah dasarnya prinsip *Lean manufacturing*. Untuk mencapai ini, satu set prinsip-prinsip perlu diikuti. Berdasarkan literatur, lima prinsip *lean* utama dari *Lean manufacturing* meliputi:

1. Tentukan nilai dari sudut pandang pelanggan.
2. Identifikasi semua langkah yang terlibat dalam pembuatan produk dan petakan

3. Ciptakan aliran produk yang lancar menuju jangkauan pelanggan.
4. Membuat pelanggan menarik nilai dari aktivitas hulu berikutnya.
5. Mulai proses itu lagi dan lanjutkan hingga tercapai kondisi sempurna untuk menciptakan nilai sempurna tanpa pemborosan.

Proses eliminasi pemborosan dicapai melalui penerapan alat *lean* dan teknik. Alat manufaktur ramping digunakan untuk menghilangkan pemborosan yang unggul di tempat kerja. Ada beberapa alat manufaktur ramping yang menyediakan hasil yang lebih baik bila diterapkan dengan benar. Sebagian besar alat ini berkonsentrasi hanya pada aspek tunggal dari produksi ramping. Tantangan terbesar terletak pada pemilihan alat yang tepat untuk menghilangkan pemborosan, karena setiap alat memiliki keunikan tersendiri. Setelah mengidentifikasi sumber pemborosan, alat *lean* yang sesuai dipilih untuk mengurangi atau menghilangkan mereka dan untuk membuat sistem bebas limbah. Beberapa dasar *lean* manufaktur alat yang digunakan dalam proses eliminasi limbah dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut ini :



Gambar **Error! No text of specified style in document..**1 Pilar *Lean manufacturing*

2.2 *Single Minute Exchange Of Dies (SMED)*

Praktek dari konsep *lean manufacturing* sering kali digunakan mengurangi *waste* dan memenuhi kebutuhan pelanggan baik dalam kuantitas yang diinginkan dan pada waktu pengiriman yang tepat, sehingga mendapatkan

keunggulan kompetitif dibandingkan pesaing. Cara paling efektif untuk mencapai hal ini adalah dengan meningkatkannya fleksibilitas dengan memproduksi batch yang lebih kecil, bagaimanapun jenisnya produksi cenderung menyebabkan peningkatan frekuensi *setup*. Untuk itu, perusahaan harus mencari cara untuk mengurangnya waktu penyiapan, menghilangkan pemborosan, dan membatasi hal-hal yang tidak bernilai tambah kegiatan pada kegiatan *setup*.

Konsep *Single Minute Exchange of Dies* (SMED) yang diperkenalkan oleh Shingo (1960) merupakan strategi untuk mempercepat waktu *setup* pergantian produk. Kata "*Single Minute*" bukan berarti bahwa lama waktu *setup* hanya membutuhkan waktu satu menit, tapi membutuhkan waktu secepat mungkin. Sebagai sistem atau metode dimana dapat memperbaiki dan mengatasi keadaan saat ini dari sebuah proses dengan cara membuka kesempatan untuk melakukan perbaikan dan mengurangi pemborosan. Hal-hal yang dilakukan pada proses *changeover* model adalah menghilangkan gerakan yang tidak perlu dalam proses *changeover*, menunggu, dan penyesuaian *internal setup* dan *external setup*.

Changeover didefinisikan sebagai lamanya waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pergantian produk dan *setup* mesin, yang dimulai dari produk terakhir selesai produksi sampai produk baru yang pertama mulai diproduksi lagi. Aktivitas *changeover* adalah aktivitas *value added* kepada produk, sehingga pengurangan waktu *setup* dapat secara langsung menambah nilai produk yang berarti juga akan menambah keuntungan perusahaan. Waktu *changeover* termasuk sebuah bentuk pemborosan atau waste yang terdapat dalam konsep *Lean Manufacturing* karena aktivitas tersebut tidak memberikan nilai tambah kepada produk (*non-value added*) dan juga mengakibatkan jalannya proses produksi menjadi tersendat. Aktivitas *changeover* ini perlu dirancang sedemikian rupa menggunakan prinsip efisiensi dan efektivitas, supaya proses produksi menjadi lebih lancar dan produktif.

Bila dibandingkan dengan tools *Total Productive Maintenance* (TPM), maka manfaat SMED pada dasarnya sama dengan TPM yaitu meningkatkan aliran proses produksi (*improved flow*), persediaan lebih rendah, dan kualitas lebih baik. TPM fokus para reduksi *downtime* yang

tidak direncanakan (*unplanned*), sedangkan SMED fokus pada reduksi *downtime* yang direncanakan (*planned*) karena proses *changeover*. Semakin cepat waktu yang diperlukan untuk *changeover* mesin dari produk satu ke produk yang lainnya berarti semakin banyak waktu untuk produksi sehingga meningkatkan output produk.

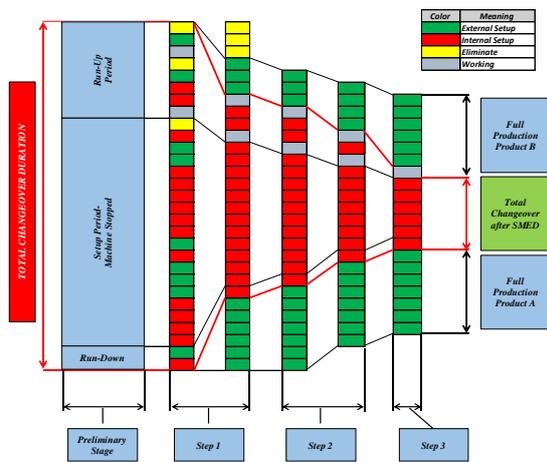
Single Minute Exchange of Dies (SMED) merupakan sebuah strategi untuk mempercepat waktu pergantian cetakan (*changeover time*). SMED sebagai sistem yang dapat memperbaiki sebuah proses pergantian cetakan yaitu dengan cara memilah antara kegiatan *internal* dengan kegiatan *external*. *Internal setup* merupakan segala kegiatan yang dilakukan pada saat proses pergantian *mould* pada saat mesin berhenti beroperasi, sedangkan *external setup* merupakan segala kegiatan yang dilakukan pada saat proses pergantian cetakan saat mesin sedang beroperasi. Berikut langkah-langkah yang dilakukan dalam menerapkan metode SMED:

1. Memisahkan *internal setup* dan *external setup*.
2. Mengubah *internal setup* menjadi *external setup*
3. Menyederhanakan seluruh aspek operasi *setup*. Langkah ini digunakan untuk analisis secara terperinci dari setiap operasi dasar

Pada tahap pertama, mempelajari situasi saat ini, melakukan analisis terhadap prosedur operasi saat ini dan kondisi di area kerja. Kemudian mengidentifikasi bahwa selama *setup* terjadi dua jenis kegiatan: *internal setup* dan *eksternal setup*.

Pada tahap kedua, membedakan antara apa yang bisa dilakukan sebelumnya dan apa yang bisa dilakukan setelah pergantian rangkaian. Setelah membedakan kedua jenis tugas tersebut, langkah berikutnya adalah melakukan analisa terhadap kegiatan *setup* yang bisa dilakukan perubahan dari *internal setup* menjadi *eksternal setup*. Poin metodologi berikutnya menjadikan aktivitas *internal* sebagai objek fokus dan bertujuan untuk mengurangi waktu *internal setup* dengan menyederhanakan, mengoptimalkan, dan menstandarisasinya untuk mengurangi atau menghilangkan aktivitas *internal setup* yang tidak dapat diubah menjadi *eksternal* pada langkah sebelumnya.

Pada tahap ketiga, adalah tahap terakhir dari metodologi ini hanya berkaitan dengan aktivitas eksternal. Langkah ini bertujuan untuk menyederhanakan tugas yang dilakukan dengan mesin yang sudah beroperasi. Meskipun aktivitas eksternal tidak mempengaruhi waktu henti mesin, aktivitas tersebut tidak bebas dari waste, oleh karena itu harus dilakukan tindakan perbaikan. Gambar 2.2, secara visual menggambarkan evolusi yang terjadi pada setiap langkah metodologi SMED selama penerapannya.



Gambar 2.2 Pilar *Lean manufacturing*

Berdasarkan gambar 2.2 diatas, terdapat aktivitas internal *setup* dan external *setup* yang belum terorganisasi pada preliminary stage, kemudian pada step 1 dilakukan pengelompokan antara internal *setup* dan external *setup*, pada step 2 terjadi penyederhanaan dari internal *setup* ke external *setup* dan pada step terakhir dilakukan langkah perbaikan untuk mengeliminasi waste sehingga external *setup* menjadi lebih efektif dan efisien.

Tabel 2.1 menyajikan ringkasan singkat manfaat yang dihasilkan dari penerapan metodologi *Single Minute Exchange of Dies* (SMED).

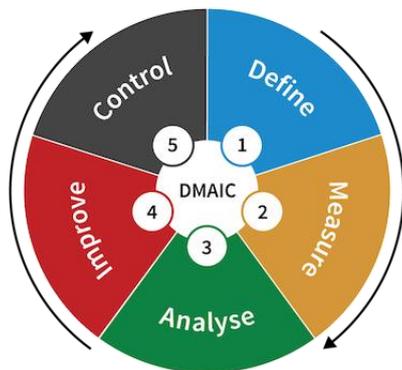
Tabel 2.1 Keuntungan Penerapan Metode SMED

N	Keuntungan Penerapan <i>Single Minute Exchange of Dies</i>
1	SMED adalah alat berpikir <i>Lean</i> yang membantu memaksimalkan nilai produk dengan mengurangi waktu persiapan dan meningkatkan proses

2	SMED mengurangi waktu henti dengan menyederhanakan dan menstandarkan operasi perubahan rangkaian menggunakan teknik sederhana dan mudah diterapkan. Mudah untuk mencapai pengurangan 70% dan hingga 90%.
3	Mendorong peningkatan fleksibilitas dari lebih banyak perubahan seri dan pengurangan ukuran batch serta peningkatan kapasitas kemacetan yang memaksimalkan ketersediaan lini untuk produksi dan pada akhirnya meminimalkan biaya, karena biaya produksi berkaitan dengan efektivitas peralatan.
4	Mempromosikan pengurangan <i>waste</i> di lini produksi, peningkatan efisiensi mesin dan efisiensi pabrik secara keseluruhan, pengurangan inventaris, mendorong penggunaan ruang lantai yang lebih efisien, dan kualitas pemeliharaan yang lebih baik.
5	Penyederhanaan kerja meningkatkan kondisi keselamatan kerja, menghilangkan kebutuhan akan pekerja terampil, dan standarisasi mengurangi jumlah peralatan yang dibutuhkan serta mendorong ruang kerja yang lebih efisien dan terorganisir.

2.3 Metode *Define-Measure-Analyze-Improve-Control* (DMAIC)

Ada lima tahap atau langkah dasar dalam menerapkan strategi Six Sigma ini yaitu *Define-Measure-Analyze-Improve-Control* (DMAIC), dimana tahapannya merupakan tahapan yang berulang atau membentuk siklus peningkatan kualitas dengan Six Sigma. Siklus DMAIC dapat digambarkan sebagai berikut:



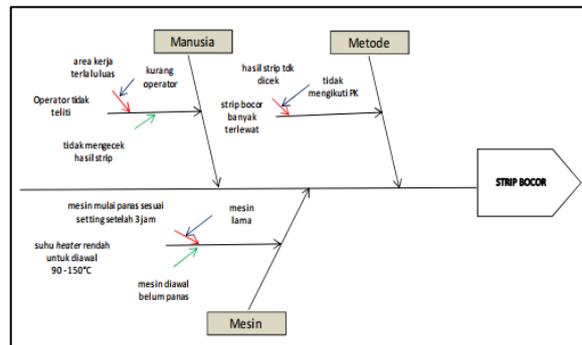
Gambar 2.3 Siklus DMAIC

1. **Define**
Merupakan tahapan awal yang berfokus kepada identifikasi masalah, penentuan tujuan proses dan identifikasi kebutuhan pelanggan secara internal dan eksternal.
2. **Measure**
Tahapan measure ini secara objektif menetapkan dasar-dasar perbaikan yaitu langkah pengumpulan data dengan tujuan untuk menetapkan standar kinerja.
3. **Analysis**
Tahapan analysis mengisolasi penyebab utama yang difokuskan oleh tim. Dalam pelaksanaan analysis ini digunakan adalah fish bone diagram dan 5why analysis.
4. **Improve**
Tahap improve berfokus pada pemahaman penuh pada penyebab utama yang diidentifikasi dalam fase *analyze* dalam fase improve antara lain dengan metode SMED.
5. **Control**
Tahap control menetapkan standarisasi, mengontrol dan mempertahankan proses yang telah diperbaiki serta ditingkatkan dalam jangka panjang guna mencegah potensi permasalahan yang akan terjadi apapun ketika ada pergantian proses.

2.4 Diagram Sebab-Akibat (*Fishbone Diagram*)

Diagram ini disebut juga diagram tulang ikan (*fishbone chart*) dan berguna untuk memperlihatkan faktor-faktor utama yang berpengaruh pada kualitas dan mempunyai akibat pada masalah yang kita pelajari. Selain itu kita juga dapat faktor-faktor yang lebih terperinci yang berpengaruh dan mempunyai akibat pada faktor

utama tersebut yang dapat kita lihat dari panah-panah yang berbentuk tulang ikan pada diagram *fishbone chart* tersebut. Berikut contoh *fishbone* diagram dapat dilihat pada gambar 2.4

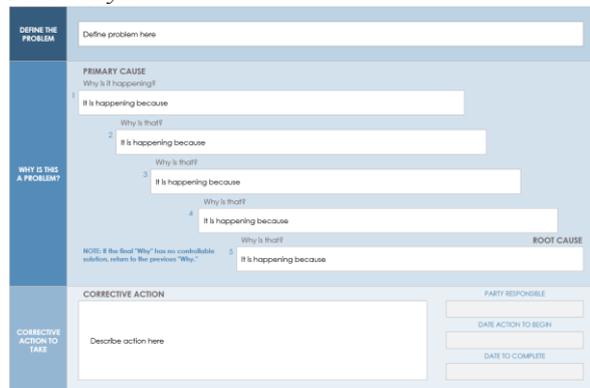


(Sumber: Santi,2021)

Gambar Error! No text of specified style in document.4 Contoh *Fishbone Diagram*

2.5 Five Why Analysis

Five Why Analysis adalah salah satu alat analisis dalam menemukan akar permasalahan. Metode yang pertama kali dikembangkan oleh *Sakichi Toyoda* dan digunakan sebagai metodologi Toyota Motor Corporation sebagai perkembangan manufaktur perusahaan tersebut. *5why* metode ini telah menjadi bagian penting dari proses penyelesaian masalah bagian Toyota Production system. Metode *5 why analysis* digunakan untuk mencari lebih dalam sampai ke akar masalah yang sebenarnya, akar penyebab dapat dicari dengan pertanyaan “mengapa” secara berulang-ulang sehingga menemukan satu titik jawaban dimana pertanyaan telah menunjukkan suatu akar masalah (Imam 2020). Gambar 2.5 menggambarkan cara menggunakan lembar kerja *Five Whys*.

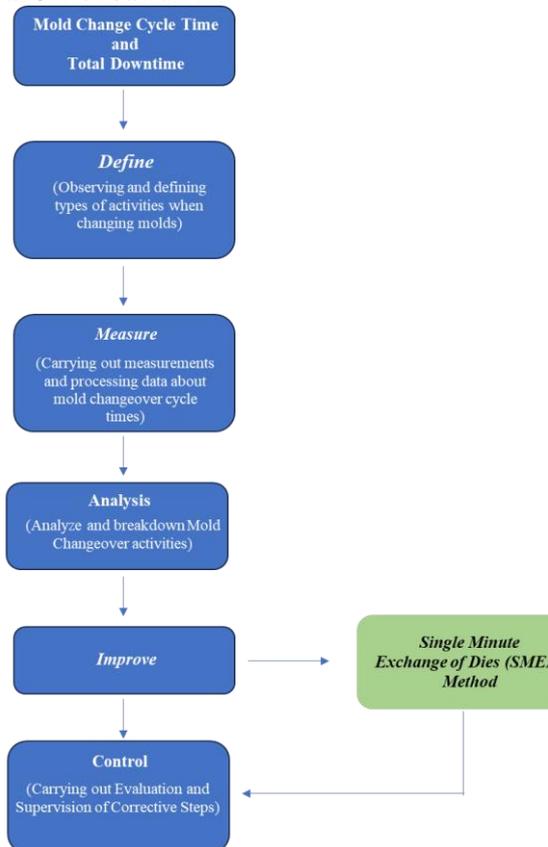


(Sumber: Imam 2020)

Gambar Error! No text of specified style in document..5 Contoh 5why document

3. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan adalah seperti gambar 3.1 di bawah ini.



Gambar 3.1 Contoh *Fishbone Diagram*

Memuat hasil dan pembahasan tentang penelitian yang dilakukan

3.1 Define

Tahap *Define* merupakan tahap awal dimana kegiatan yang dilakukan menentukan jenis kegiatan pada saat pergantian cetakan, diawali dengan mengidentifikasi permasalahan yang terjadi pada saat pergantian cetakan sehingga mengganggu kegiatan produksi. Kegiatan yang dilakukan adalah dengan memisahkan kegiatan internal dengan kegiatan eksternal. *Setup* internal adalah semua aktivitas yang dilakukan pada saat proses pergantian cetakan pada saat mesin berhenti beroperasi (*waste*), sedangkan *setup* eksternal adalah semua aktivitas yang dilakukan

selama proses pergantian cetakan pada saat mesin beroperasi.

3.2 Measure

Tahap *Measure* merupakan tahap pengukuran dimana kegiatan yang dilakukan adalah melakukan pengukuran, dalam hal ini *cycle time*/waktu setiap kegiatan pergantian cetakan.

3.3 Analysis

Tahap analisis merupakan tahap menganalisis kegiatan pergantian cetakan. Tahap analisis diharapkan penulis mampu memahami akar permasalahan.

3.4 Improve

Tahap perbaikan merupakan tahap perbaikan, tahap ini akan diberikan rekomendasi perbaikan dengan menggunakan metode SMED untuk mengurangi waktu pergantian cetakan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Langkah 1
Hal ini dilakukan dengan menggunakan beberapa pendekatan yang berguna untuk mengungkapkan kondisi operasi nyata di lantai produksi.
- b. Langkah 2
Mengubah pengaturan internal ke pengaturan eksternal, memeriksa ulang setiap operasi untuk melihat apakah ada langkah salah yang diasumsikan sebagai pengaturan internal, mencari cara untuk mengubah langkah-langkah ke pengaturan eksternal.
- c. Langkah 3
Menyederhanakan semua aspek operasi pengaturan. Langkah ini digunakan untuk analisis rinci setiap operasi dasar.

3.5 Control

Tahap *control* berguna untuk melihat apakah hasil perbaikan yang telah dilakukan dapat dilaksanakan dengan baik dan mencapai tujuan seperti yang direncanakan pada tahap sebelumnya, kemudian melakukan evaluasi dan pengawasan terhadap langkah perbaikan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data perusahaan, rata-rata waktu *setup* pada bulan September 2023 dapat dilihat pada tabel 4.1 di bawah ini:

Period	Average Setup Time (Minute)	Target (Minute)	Downtime	
			Time	Percentage
Week 36	405	270	135	50%
Week 37	400	270	130	48%
Week 38	395	270	125	46%
Week 39	400	270	130	48%
Average Setup Time	400	Average Downtime	130	48%

Waktu *setup* merupakan akumulasi waktu yang terjadi pada suatu mesin/peralatan pada saat tidak dapat beroperasi karena adanya aktivitas lain yang harus dilakukan, sehingga pada saat itu tidak menghasilkan suatu produk/output, sedangkan downtime adalah waktu *setup* yang melebihi waktu yang ditentukan. Berdasarkan tabel 1 rata-rata waktu *setup* adalah 400 menit/*setting* dimana target waktu *setup* pada perusahaan adalah 270 menit/*setting* ini terdapat 48% waktu yang melebihi target yang telah ditentukan.

Untuk mengurangi waktu *setup* mesin, penggantian cetakan perlu dilakukan dalam waktu sesingkat-singkatnya dengan menggunakan metode yang efektif dan efisien. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menganalisis dan menyempurnakan metode pergantian cetakan adalah metode *Single Minute Exchange of Dies (SMED)*. SMED merupakan teknik yang dikembangkan dalam studi *Lean Manufacturing* dimana penggantian cetakan perlu dilakukan dalam waktu sesingkat-singkatnya

Define

Pada tahap yang *difine*, kegiatan yang dilakukan merupakan pemisahan kegiatan *internal* dengan kegiatan *eksternal*. *Setup internal* adalah semua aktivitas yang dilakukan pada saat proses penggantian cetakan pada saat mesin berhenti beroperasi (*waste*), sedangkan *setup eksternal* adalah semua aktivitas yang dilakukan selama proses penggantian cetakan pada saat mesin beroperasi. Kegiatan pergantian cetakan dapat dilihat pada tabel 2 dibawah ini:

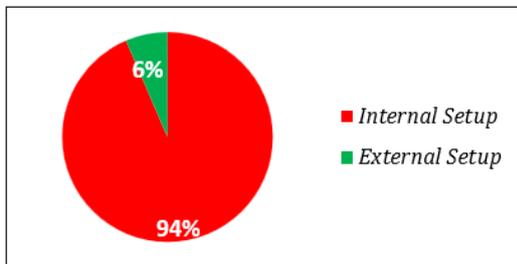
Tabel 4.2 Kegiatan Pergantian Cetakan

Step	Molding changeover activities	External / Internal
1	Persiapan stop produksi	External
2	Melakukan record parameter	Internal
3	Catat hasil produksi pada counter mesin	Internal
4	Penghentian proses produksi	Internal

5	Menghabiskan bahan di Hopper	Internal
6	Membersihkan Hopper hingga tidak ada material yang tersisa	Internal
7	Mematikan suhu Barrel & hot runner	Internal
8	Tunggu hingga suhu pemanas nosel menjadi dingin	Internal
9	Bersihkan sisa produk di dalam mesin	Internal
10	Membawa gantry crane ke mesin	Internal
11	Bawah kotak peralatan untuk dibawa ke mesin	Internal
Step	Molding changeover activities	External / Internal
12	Lepaskan baut penjepit cetakan unit	Internal
13	Turunkan unit cetakan dari mesin	Internal
14	Ambil cetakan Trolley	Internal
15	Ambil cetakan setelah dijalankan ke penyimpanan	Internal
16	Ambil dan bawa cetakan baru ke mesin	Internal
17	Memasang cetakan baru ke mesin	Internal
18	Pasang baut penjepit cetakan unit	Internal
19	Pasang dan sesuaikan selang air pendingin pada cetakan	Internal
20	Pasang nosel material pada Sekrup	Internal
21	Memasang pemanas material pada sekrup	Internal
22	Menetapkan titik tengah lubang material nozzle dengan mold runner	Internal
23	Kencangkan semua baut pengikat cetakan	Internal
24	Memasukkan parameter pengaturan produk baru	Internal
25	Menjalankan mesin tanpa bahan	Internal
26	Isi Bahan ke dalam hopper	Internal
27	Pemanasan Bahan	Internal
28	Tingkatkan suhu barel	Internal
29	Buat sampel start up dengan mengatur parameter pada mesin	Internal
30	Menunggu persetujuan QA dan QC	Internal
31	Jalankan Produksi	External

Berdasarkan kegiatan pergantian cetakan pada tabel 4.2 diatas, banyak sekali waktu yang terbuang pada saat pergantian cetakan karena hampir semua kegiatan pergantian cetakan dilakukan pada saat mesin dihentikan. Hal ini mengakibatkan waktu *setup* menjadi lama sehingga target waktu yang diharapkan tidak

tercapai. Dapat dilihat pada gambar 2 dibawah ini, perbandingan antara aktivitas internal dan aktivitas eksternal.



Gambar 4.1 Perbandingan aktifitas internal dan eksternal

Measure

Tahap Measure merupakan tahap pengukuran dimana kegiatan yang dilakukan adalah melakukan pengukuran, dalam hal ini cycle time/waktu setiap kegiatan pergantian cetakan. pada tabel 4.3 di bawah waktu siklus untuk setiap aktivitas pergantian cetakan

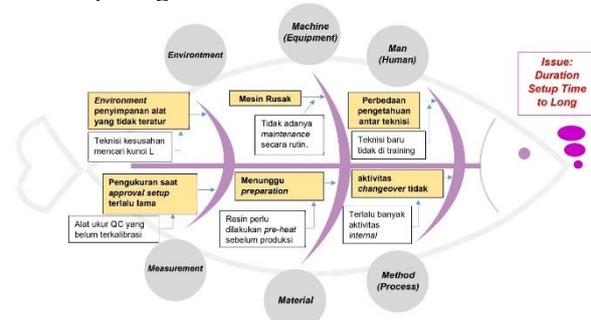
Tabel 4.3 aktivitas pergantian cetakan

Step	Molding changeover activities	Waktu (menit)	Jenis
1	Persiapan stop produksi	15	External
2	Melakukan record parameter	3	Internal
3	Catat hasil produksi pada counter mesin	2	Internal
4	Penghentian proses produksi	10	Internal
5	Menghabiskan bahan di Hopper	25	Internal
6	Membersihkan Hopper hingga tidak ada material yang tersisa	15	Internal
7	Mematikan suhu Barrel & hot runner	10	Internal
8	Tunggu hingga suhu pemanas nosel menjadi dingin	30	Internal
9	Bersihkan sisa produk di dalam mesin	15	Internal
10	Membawa gantry crane ke mesin	5	Internal
11	Bawalah kotak peralatan untuk dibawa ke mesin	5	Internal
12	Lepaskan baut penjepit cetakan unit	8	Internal
13	Turunkan unit cetakan dari mesin	25	Internal
14	Ambil cetakan Trolley	8	Internal
15	Ambil cetakan setelah dijalankan ke penyimpanan	10	Internal
16	Ambil dan bawa cetakan baru ke mesin	10	Internal

17	Memasang cetakan baru ke mesin	15	Internal
18	Pasang baut penjepit cetakan unit	10	Internal
19	Pasang dan sesuaikan selang air pendingin pada cetakan	5	Internal
20	Pasang nosel material pada Sekrup	6	Internal
21	Memasang pemanas material pada sekrup	5	Internal
22	Menetapkan titik tengah lubang material nozzle dengan mold runner	15	Internal
23	Kencangkan semua baut pengikat cetakan	5	Internal
24	Memasukkan parameter pengaturan produk baru	5	Internal
25	Menjalankan mesin tanpa bahan	10	Internal
26	Isi Bahan ke dalam hopper	3	Internal
27	Pemanasan Bahan	30	Internal
Step	Molding changeover activities	Waktu (menit)	Jenis
28	Tingkatkan suhu barel	25	Internal
29	Buat sampel start up dengan mengatur parameter pada mesin	30	Internal
30	Menunggu persetujuan QA dan QC	30	Internal
31	Jalankan Produksi	10	External
Total Cycle Time		400	

Analysis

Tahap analisis merupakan tahap menganalisis kegiatan pergantian cetakan. Tahap analisis diharapkan penulis mampu memahami akar permasalahan. Untuk mengetahui akar permasalahan yang sebenarnya, perlu dilakukan analisis dengan menggunakan diagram ikan seperti gambar 4.3 di bawah ini:



Gambar 4.3 Fishbone diagram

Berdasarkan Gambar diatas terdapat 6 faktor yang berpotensi mempengaruhi waktu setup yang terlalu lama, selanjutnya dilakukan analisa berdasarkan data yang diambil melalui observasi lapangan, rincian masalah dan rencana tindakan dapat dilihat pada tabel 4.4

Tabel 4.4 Detail Permasalahan

No	Factor	Penyebab	Detail Masalah
1	Man	Perbedaan pengetahuan antar teknisi	Pengetahuan mengenai mesin molding antar teknisi tidak sama, teknisi baru tidak di <i>training</i> .
2	Machin e	Mesin Rusak	Tidak adanya <i>maintenance</i> secara rutin

Lanjutan tabel 4.4 Detail Permasalahan

No	Factor	Penyebab	Detail Masalah
3	 Method	Aktivitas <i>changeover</i> tidak efektif	Terlalu banyak aktivitas <i>internal</i> , terdapat 31 aktivitas yang dilakukan pada saat pergantian cetakan, dimana 29 dari 31 aktivitas tersebut merupakan aktivitas internal dengan total waktu 165 menit
4	Material	Menunggu preparation material	Resin perlu dilakukan <i>pre-heat</i> sebelum produksi, berdasarkan pengumpulan data, terdapat <i>pre-heat</i> material selama 15min
5	Measurement	Pengukuran saat <i>approval</i>	Alat ukur QC belum terkalibrasi

		setup terlalu lama	
6	Environment	Environment penyimpanan alat yang tidak teratur	Teknisi kesusahan mencari kunci L

Berdasarkan tabel 4.4 diatas, terdapat 6 permasalahan dan tindakan perbaikan yang dilakukan. Kemudian dilakukan analisa terhadap 6 faktor diatas, apa yang menjadi akar permasalahan waktu setup yang terlalu lama, faktor metode menjadi faktor utama penyebab waktu setup yang terlalu lama. Hal ini dikarenakan 29 dari 31 kegiatan setup merupakan waste sehingga perlu dilakukan perbaikan dengan metode *Single Minute Exchange of Dies*.

Improve

Tahap perbaikan merupakan tahap perbaikan, sehingga pada tahap ini akan diberikan rekomendasi perbaikan dengan menggunakan metode *Single Minute Exchange of Dies* untuk mengurangi waktu pergantian cetakan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Langkah 1

Hal ini dilakukan dengan menggunakan beberapa pendekatan yang berguna untuk mengungkapkan kondisi operasi nyata di lantai produksi. Berdasarkan Tahap Pendefinisian dan Pengukuran. Terdapat 31 kegiatan setup dengan durasi 400 menit/setting

2. Langkah 2

Mengubah pengaturan internal ke pengaturan eksternal, memeriksa ulang setiap operasi untuk melihat apakah ada langkah salah yang diasumsikan sebagai pengaturan internal, mencari cara untuk mengubah langkah-langkah ke pengaturan eksternal.

Tabel 4.5 Mengubah Langkah internal ke eksternal

Step	Molding changeover activities	Time	Changes
2	Catat pengaturan parameter produk	3	Internal to External
3	Catat hasil produksi pada counter mesin	2	Internal to External
5	Menghabiskan bahan di Hopper	25	Internal to External
9	Bersihkan sisa produk di dalam mesin	15	Internal to External
10	Membawa gantry crane ke mesin	5	Internal to External
11	Bawalah kotak peralatan untuk dibawa ke mesin	5	Internal to External

14	Ambil cetakan Trolley	8	Internal to External
26	Isi Bahan ke dalam hopper	3	Internal to External

Reduce Setup Time 66

3. Langkah 3

Menyederhanakan semua aspek operasi pengaturan. Langkah ini digunakan untuk analisis rinci setiap operasi dasar. Analisis kemungkinan semua aktivitas yang dapat ditingkatkan dan kurangi waktu untuk aktivitas tersebut. Perubahan waktu kegiatan dan langkah perbaikan dapat dilihat pada tabel 4.6 di bawah ini:

Tabel 4.6 Penyederhanaan Kegiatan

Step	Molding changeover activities	Before	Aftr	Corrective Action
7	Mematikan suhu Barrel & hot runner	10	5	Dimatikan secara bertahap sebelum mesin diganti, pada saat pergantian suhu akan diturunkan dan tidak terlalu panas
8	Tunggu hingga suhu pemanas nosel menjadi dingin	30	15	

Step	Molding changeover activities	Time Before	Time After	Corrective Action
19	Pasang dan sesuaikan selang air pendingin pada cetakan	5	3	Dilakukan pada saat kegiatan pergantian. Dengan menambah tenaga teknis agar dilakukan sesuai prosedur yang telah ditetapkan.
20	Pasang nosel material pada Sekrup	6	3	
21	Memasang pemanas material pada sekrup	5	3	
24	Memasukkan parameter pengaturan produk baru	5	3	Dilakukan saat pergantian, tanpa menunggu lama lagi mesin siap dijalankan
27	Pemanasan Bahan	30	15	
28	Tingkatkan suhu barel	25	10	

30	Menunggu persetujuan QA dan QC	30	25	Membawa alat ukur (Dial Caliper) ke lini produksi dan melakukan konfirmasi dimensi di tempat.
Changes of Time		146	82	

Control

Langkah pengendalian berguna untuk melihat apakah hasil perbaikan yang telah dilakukan dapat dilaksanakan dengan baik dan mencapai tujuan sesuai rencana pada tahap sebelumnya, kemudian melakukan evaluasi dan supervisi terhadap langkah perbaikan, Setelah tahap perbaikan dilakukan, setup Kegiatan pergantian cetakan dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

NO	Molding changeover activities	Time	External / Internal	Remarks
1	Bersiap untuk menghentikan produksi	15	External	
2	Catat pengaturan parameter produk	3	External	Changes on Step 2 SMED
3	Catat hasil produksi pada counter mesin	2	External	

NO	Molding changeover activities	Time	Jenis	Remarks
4	Penghentian proses produksi	10	Internal	
5	Menghabiskan bahan di Hopper	25	External	Changes on Step 2 SMED
6	Membersihkan Hopper hingga tidak ada material yang tersisa	15	Internal	
7	Mematikan suhu Barrel & hot runner	5	Internal	Time Changes on Step 3 SMED
8	Tunggu hingga suhu pemanas nosel menjadi dingin	15	Internal	

9	Bersihkan sisa produk di dalam mesin	15	External	Changes on Step 2 SMED
10	Membawa gantry crane ke mesin	5	External	
11	Bawalah kotak peralatan untuk dibawa ke mesin	5	External	
12	Lepaskan baut penjepit cetakan unit	8	Internal	
13	Turunkan unit cetakan dari mesin	25	Internal	
14	Ambil cetakan Trolley	8	External	Changes on Step 2 SMED
15	Ambil cetakan setelah dijalankan ke penyimpanan	10	Internal	
16	Ambil dan bawa cetakan baru ke mesin	10	Internal	
17	Memasang cetakan baru ke mesin	15	Internal	
18	Pasang baut penjepit cetakan unit	10	Internal	
19	Pasang dan sesuaikan selang air pendingin pada cetakan	3	Internal	Time Changes on Step 3 SMED
20	Pasang nosel material pada Sekrup	3	Internal	
21	Memasang pemanas material pada sekrup	3	Internal	
22	Menetapkan titik tengah lubang material nozzle dengan mold runner	15	Internal	

Berdasarkan tabel 4.7 diatas, setelah dilakukan langkah perbaikan dengan metode SMED terlihat bahwa total waktu setup pada saat penggantian cetakan berkurang dari awal 400 menit/setting menjadi 258 menit/setting. Total waktu setup diperoleh dari penjumlahan waktu seluruh aktivitas internal (kondisi saat mesin berhenti). Berikut perbandingan aktivitas setup internal dan eksternal sebelum dan sesudah implementasi SMED



Gambar 4.4 Perbandingan Sebelum dan Sesudah SMED

Nilai evaluasi pengurangan waktu ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus di bawah ini:

$$\begin{aligned}
 \text{Evaluation Value} &= \frac{\text{Previous changeover time} - \text{current change over time}}{\text{Previous Changeover Time}} \times 100\% \\
 &= \frac{400 - 258}{400} \times 100\% \\
 &= 35,5\%
 \end{aligned}$$

Dengan menghitung hasil evaluasi diatas menunjukkan bahwa penerapan SMED pada proses pergantian pada mesin injeksi ini sudah cukup baik, metode SMED terbukti mampu mengurangi waktu setup sebesar 35,5%, sehingga akan mampu meningkatkan hasil produksi perusahaan yang pada akhirnya dapat dipergunakan untuk kesejahteraan karyawan yang bekerja di perusahaan tersebut.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil evaluasi dan data yang diperoleh selama penelitian, disimpulkan bahwa kegiatan changeover adalah sebagai berikut:

1. Kegiatan change over termasuk dalam kategori eksternal (dilakukan pada saat mesin injection molding beroperasi), kegiatan eksternal merupakan kegiatan yang mempunyai nilai tambah (valueadded), karena kegiatan tersebut tidak menyebabkan downtime dan tidak mengganggu aktivitas mesin sehingga Hal ini dapat meningkatkan kapasitas produksi di perusahaan.

NO	Molding changeover activities	Time	Jenis	Remarks
23	Tighten all mold fastening bolts	5	Internal	
24	Entering new product setting parameters	3	Internal	Time Changes on Step 3 SMED
25	Running the machine without materials	10	Internal	
Total Cycle Time for Changeover Mold		258		

2. Setelah dilakukan kegiatan perbaikan, total waktu pergantian pada bagian produksi injection moulding mengalami penurunan yang cukup signifikan, dari sebelumnya proses pergantian yang memakan waktu 400 menit menjadi 258 menit (35,5%).
3. Tindakan perbaikan akan didokumentasikan oleh perusahaan dan dituangkan dalam prosedur (Instruksi Kerja) sebagai upaya perbaikan yang dilakukan dengan menerapkan konsep lean manufacturing dengan metode Single Minute Exchange of Dies (SMED).

Adapun saran dari penelitian, diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai waste pada proses injection molding, untuk menganalisis faktor-faktor lain yang mungkin menyebabkan downtime pada proses injection molding. Pembaca disarankan untuk menggunakan metode lain untuk menganalisis akar penyebab downtime dalam proses pencetakan, misalnya menggunakan analisis enam kerugian besar dan sebagainya.

DAFTAR PUSTAKA

Format dasar untuk buku :

- [1] A. H. Abdul Rasib, Z. Ebrahim, R. Abdullah, Z. F. Mohamad Razaai, "Improvement of Overall Equipment Effectiveness through Application of Single-Minute Exchange of Dies in Automotive Manufacturing" Universiti Teknikal Malaysia Melaka, Malaysia, 2019.
- [2] A. M. Vieira, F. J. G. Silva, R. D. S. G. Campilho, L. P. Ferreira, J. C. Sá, c, T. Pereira, "SMED methodology applied to the deep drawing process in the automotive industry" School of Engineering, Polytecghnic of Porto, Portugal, 2020.
- [3] A. Silva, J. C. Sá, G. Santosc, F. J. G. Silva, L. P. Ferreira, M. T. Pereira, " Implementation of SMED in a cutting line", School of Business Sciences, Polytechnic Institute of Viana do Castelo, Portugal, 2020.
- [4] A.Q. Basri, N. Mohamed, Nelfiyanti and Yusooif Y, "SMED Simulation in Optimising the Operating Output of Tandem Press Line in the Automotive Industry using WITNESS Software" INTERNATIONAL JOURNAL OF AUTOMOTIVE AND MECHANICAL ENGINEERING (IJAME), Universiti Malaysia Pahang, Malaysia, 2021.
- [5] Al-Akel Karam, Marian Liviu, Veres Cristina, Horea Radu, "The contribution of lean manufacturing tools to changeover time decrease in the pharmaceutical industry a SMED project." 11th International Conference Interdisciplinarity in Engineering, University of Cluj-Napoca, Romania, 2018.
- [6] Andi Dwi Wahyu Wibowo, Lukmandono, "Implementasi Metode Single Minute Exchange of Dies (SMED) dan Maynard Operation Sequence Technique (MOST) untuk Perbaikan Waktu Proses Produksi" Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, Surabaya, 2021
- [7] Ayu Izzatin Haifa, Nur Farida Permatasari "Pengurangan Lead Time Analisa Kemasan Primer Flexy Bag dengan Metode Single Minute Exchange of Dies (SMED) di Industri Farmasi X" Jurnal Inkofar, Politeknik META Industri, 2020. Walenna, A. M., Wulantari, N., S., E. D., & T., H. A. (2018). Studi komparatif hukum tabdzir dan 7 waste dalam proses manufaktur untuk meminimalkan biaya (cost). Prosiding Konferensi Integrasi Islam dan Sains, 1, 1-10.
- [8] Carlos Monteiro, Luís P. Ferreira, Nuno O. Fernandes, J. C. Sá, M. T. Ribeiro, F. J. G. Silva, " Improving the Machining Process of the Metalworking Industry Using the Lean Tool SMED" 8th Manufacturing Engineering Society International Conference, Instituto Politécnico de Castelo Branco, Portugal, 2019.
- [9] Edward Steven, Jacky Chin, Reny Nadlifatin, " Implementation of Lead Time Improvement in the Cutting Production Process using Clustering Data Mining and Lean Manufacturing" The 3rd International Conference on Advance & Scientific Innovation (ICASI), Institut Teknologi.