

PERBAIKAN WAKTU *SET-UP* DENGAN MENGGUNAKAN METODE SMED PADA MESIN *FILLING* KRIM

Feby Nurhadiyanto Arief

Production Dept. PT Guardian Pharmatama
Corresponding author: febyurhadiyantoarief@gmail.com

Abstract

PT. GP is a pharmaceutical company producing pharmaceuticals in solid, semi-solid and liquid form such as creams and ointments. PT GF has problem in set up time and stop by trouble machine during the process running caused inefficient time. This problem need improvement action so that company could go running more efficient. The purpose of this research is to get appropriate action and method for reducing the set up time by SMED (Single Minute Exchange of Dies method). SMED applied by separating the activity set up into two stages of the internal set up and external set up. SMED successfully decrease in set up time of 26%.

Keywords: eksternal set up, internal set up, metode SMED.

1 Pendahuluan

Perkembangan industri farmasi secara khusus dan dunia industri secara umum memaksa industri untuk menerapkan kaidah - kaidah efisiensi produksi. Produk - produk farmasi tidak lagi selalu produk yang bersifat mass production tetapi banyak yang kemudian mengalami kustomisasi menjadi produk yang lebih personal. Banyak perusahaan sekarang mempertimbangkan untuk beralih dari produksi massal ke kustomisasi massal. Kustomisasi massal adalah strategi untuk menawarkan produk dan jasa sesuai dengan keinginan individu dalam skala besar (Pine, Victor, & Boynton, 1993) mengatakan bahwa kustomisasi akan memberikan pelayanan yang lebih relevan terhadap keinginan dan kebutuhan pembeli dan membedakan penawaran dari pesaing, sehingga akan meningkatkan nilai penawaran.

Karena berbagai permintaan konsumen maka produk krim mengalami kustomisasi kemasan pada bagian pengemasan primer dan sekunder untuk memenuhi permintaan pasar. Hal ini mengakibatkan adanya proses change over dan perubahan penomoran lot selama proses produksi berlangsung yang menyebabkan perlunya perbaikan waktu set up dan change over yang efektif. Proses SMED atau adalah kunci dalam mengurangi besar volume lot dan akan mengurangi besar volume lot yang akhirnya akan meningkatkan *flow* proses produksi (Dave & Sohani, 2012) Banyak problem yang terjadi di lantai produksi seperti tingginya reject proses (44 %), tingginya *over time* (26 %), *output* proses di bawah standar (15%). Perbaikan mesin yang tidak direncanakan (12 %), lain-lain (3 %). Ada tiga alasan utama untuk pengurangan waktu *set up* menurut (Raikar, 2015).

- a. *Flexibility*, Untuk dapat merespon dengan cepat terhadap perubahan permintaan pasar, fasilitas produksi harus bisa menghasilkan produk dengan variasi pada ukuran atau jenis dengan cara yang ekonomis.
- b. *Bottleneck Capacity*, mengurangi waktu set up meningkatkan kapasitas yang tersedia dan dapat dilihat sebagai cara alternatif bila dibandingkan dengan membeli peralatan baru.
- c. *Reduce Cost*, terutama pada proses keterlambatan dan biaya produksi yang langsung berhubungan dengan kinerja mesin.

Diharapkan dengan penerapan SMED waktu *set up* dan *change over* dari proses kemas primer pada mesin *filling* krim dapat menjadi lebih cepat. Dalam penelitian ini istilah waktu set up dan change over dibedakan untuk mengidentifikasi waktu penggunaannya secara mudah dimana istilah set up digunakan untuk proses set up pada saat awal proses sedangkan change over dilakukan ditengah proses produksi berlangsung.

Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan waktu set up dan change over yang lebih baik dengan metoda SMED (Single Minute Exchange Dies). Proses set up adalah proses persiapan mesin dimana didalamnya

ada proses pemasangan change part yang sesuai dan proses setting hingga menghasilkan produk yang sesuai standar. Menurut (Marchwinski & Shook, 2003) waktu setup adalah suatu proses perubahandari suatu produk ke produk lainya pada suatu mesin atau deretan mesin yang berhubungan dengan merubah suku cadang, cetakan atau fungsi lainnnya. Waktu change over di hitung dari waktu produk yang baik di hasilkan hingga produk baru yang dihasilkan dari suatu mesin setelah proses change over (Zandin, 2004).

Kata *Single Minute* dalam singkatan SMED tidak berarti merubah waktu setup hanya satu menit akan tetapi menjadikanya digit tunggal sehingga diartikan bahwa setup harus diusahakan dibawah 10 menit. (Shingo, 1981) Waktu set up pada kasus ini mengambil bagian cukup besar dari total waktu penyelesaian proses pengemasan primer bulk krim. Dampak dari lamanya dari waktu set up ini berupa menimbulkan bahaya kerusakan bulk krim akibat terlalu lama terpapar panas dalam hopper selama proses pengemasan primer . Untuk melihat bagaimana keadaan diruang produksi dan bagaimana cara melakukan perbaikan diperlukan suatu pendekatan sistematis yang diperlukan. *Lean manufacture* merupakan suatu pendekatan sistematis yang digunakan untuk mengidentifikasi dan mengeliminasi pemborosan (waste) melalui aktivitas perbaikan secara terus menerus. Penelitian-penelitian mengenai cara memperbaiki waktu set up dan mengurangi waktu menunggu telah banyak diterapkan, antara lain dengan menggunakan metode SMED dan *Standardization Work*. Dalam penerapan lean manufacturing metoda ini tidak hanya akan berdiri sendiri tetapi berjalan sinergi dengan metode-metode lain dalam lean manufacturing lain.

Tahapan yang dilakukan untuk menerapkan SMED adalah (Shingo, 1985) dikutip oleh Suhardi & Satwikaningrum (2015) dan Mulyana & Hasibuan (2017):

- a. Langkah pendahuluan
- b. Melakukan beberapa pendekaan untuk menyatakan kondisi nyata dari sistem produksi yang ada, yaitu dengan cara :
 1. Melakukan wawancara dengan pekerja, untuk mengetahui tahapan proses set up
 2. Mendokumentasikan proses kerja yang dilakukan oleh operator mesin
 3. Tidak membedakan antara internal dan eksternal set up
 4. Menganalisis proses set up menggunakan stopwatch dan proses produksi.
- c. Langkah pertama
- d. Memisahkan internal set up dan eksternal set up. Internal set up merupakan proses set up pada saat mesin berhenti beroperasi, sedangkan eksternal set up merupakan proses set up saat mesin sedang dalam proses beroperasi. Gunakan checklist untuk semua komponen dari setiap langkah dalam proses produksi.
- e. Langkah kedua
- f. Mengubah internal set up menjadi eksternal set up. Cara mengubah internal set up menjadi eksternal set up sebagai berikut:
 1. Lakukan langkah pemeriksaan kembali pada setiap operasi untuk melihat apakah ada langkah yang salah sehingga diasumsikan sebagai internal set up.
 2. Temukan cara untuk mengubah langkah tersebut menjadi eksternal set up.
- g. Langkah ketiga
- h. Merampingan semua aspek proses, dengan cara melakukan perbaikan internal set up dengan cara perbaikan berkelanjutan dengan tujuan untuk meminimalkan waktu set up internal sehingga waktu berhenti mesin dapat dikurangi.

2 Metode

Proses Produksi krim

Proses produksi dilakukan melalui 2 tahap yaitu: proses pembuatan *bulk* krim dan proses pengemasan. Setelah proses pembuatan *bulk* krim, *bulk* krim disimpan dalam WIP dan menunggu proses analisa Quality Control Departement. Setelah mendapatkan status *release* produk maka *bulk* disiapkan untuk proses pengemasan. Proses pengemasan dibagi menjadi dua bagian yaitu:

- a. Pengemasan primer yang dilakukan di ruang kelas E (ruang produksi) dimana *bulk* dimasukkan ke dalam *tube* alumunium dengan ukuran 5 gram, 10 gram, dan 15 gram tergantung kebutuhan

konsumen. Pengemasan primer dilakukan dengan mesin *filling* krim. Proses pengemasan primer ini yang akan dilakukan optimasi waktu *set up* melalui metode SMED.

- b. Pengemasan sekunder dilakukan di ruang kelas F (ruang pengemasan) dimana *tube* aluminium yang telah berisi krim dimasukkan ke dalam box karton dan dikemas untuk didistribusikan ke konsumen. Pengemasan sekunder dilakukan secara manual menggunakan tenaga manusia.

Kegiatan *Set Up* sebelum penerapan metode SMED

Pada proses pengemasan primer *bulk* krim yang telah siap dilakukan proses pengemasan primer dimasukkan ke dalam *hopper* dan kemudian kemasan primer berupa *tube* 5 gram, 10 gram atau 15 gram diletakkan secara manual menggunakan tangan ke dalam *tube holder* yang berada pada *rotary pan* untuk kemudian *tube aluminium* diisi *bulk* krim oleh *dosing pump* hingga seluruh *bulk* krim di dalam *hopper bulk* habis.



Gambar 1 Mesin Filling Krim.

Berikut kegiatan *set up* sebelum penerapan SMED di mesin *filling* krim sebelum dilakukan penyederhanaan dari kegiatan internal *set up* menjadi *external set up* proses. Kegiatan tersebut secara garis besar adalah:

1. Persiapan proses
Proses ini mencakup dokumentasi produk, label release produk, dokumentasi mesin ruang dan operator
2. Set up tube holder, mencopot tube holder, kemudian memasang kembali dies dengan ukuran yang sesuai.
3. Set up filling rig adalah bagian mesin yang melakukan proses sealing mekanik (mekanisme cramping) pada tube aluminium setelah *bulk* krim di masukkan ke dalam tube aluminium oleh dosing pump.
4. Set up dosing pump melakukan proses pengisian *bulk* ke dalam tube aluminium sesuai dengan ukuran bobot yang diinginkan.

Langkah kerja tersebut kemudian diamati tanpa membedakan apakah internal atau eksternal setup, lalu diukur waktu yang di gunakan, seperti disajikan pada Tabel 1.

Table 1 Proses Set Up penerapan sebelum proses SMED

Langkah ke-	Proses	Internal/ eksternal	Waktu (menit)	Pelaksana
1	Menyiapkan tools, p10, p5, ku L, T 10	Internal	2	Operator
2	Memasang hopper bulk	Internal	7	Operator
3	Mengisi bulk ke hopper bulk	internal	15	Operator
4	Membuka tube holder pada rotary pan	Internal	4	Operator
5	Memilih tube holder	Internal	1	Operator
6	Memasang tube holder	Internal	5	Operator
7	Mengatur ketinggian filling rig	Internal	5	Operator
8	Melakukan adjustment cramping	Internal	10	Operator
9	Menyiapkan nomor batch	Internal	3	Operator
10	Memasang nomor batch pada stamp	Internal	3	Operator
11	Memasang stamp batch pada filling rig	Internal	3	Operator
12	Melakukan pengaturan dosing	Internal	3	Operator
Total			61	

3 Hasil

Dari hasil pengamatan pertama terjadi 1 kali change over dan 15 kali stop selama 6 jam operasional mesin dengan reject 211 (4400) tube 5 gram dan 127 (2200) tube 10 gram dalam total waktu operasional mesin. Untuk proses change over semua langkah diatas dilakukan kembali kecuali langkah 2 dan 3 karena pada langkah no.2 hopper bulk telah terpasang dan pada langkah no.3 bulk krim belum tentu ditambahkan. Proses terhentinya mesin di catat dan di dokumentasikan penyebab dan lamanya seperti terlihat pada Tabel 2.

Table 2 Small Stops selama proses Pengemasan Primer

Stop ke -	Proses	Penyebab	Waktu (menit)	Pelaksana
1	Melakukan pengaturan dosing	Bobot isi lebih	0,5	Operator
2	Melakukan adjustment cramping	Lipatan cramping	3	Operator
3	Penggantian tube holder	Tube holder tidak pas	2	Operator
4	Melakukan pengaturan dosing	Bobot isi kurang	1	Operator
5	Penggantian tube holder	Tube holder tidak pas	1	Operator
6	Melakukan adjustment cramping	Lipatan cramping	3	Operator
7	Penggantian tube holder	Tube holder tidak pas	1	Operator
8	Mengisi bulk ke hopper bulk	Bulk lot ke dua	15	Operator
9	Change over 10 gram	Ganti kemasan primer	39	Operator
10	Melakukan adjustment cramping	Lipatan cramping	3	Operator
11	Melakukan pengaturan dosing	Bobot isi lebih	0,5	Operator
12	Penggantian tube holder	Tube holder tidak pas	1	Operator
13	Melakukan adjustment cramping	Lipatan cramping	3	Operator
14	Penggantian tube holder	Tube holder tidak pas	1	Operator
15	Melakukan pengaturan dosing pump	Bobot isi kurang	1	Operator
Total			75	

Bila dikalkulasikan secara seksama maka dari total operasional mesin selama 6 jam dari setup hingga proses pengemasan primer selesai hanya sekitar 62% (136/360) yang di gunakan untuk proses pengemasan primer 224 menit dan sisanya 136 menit digunakan untuk proses set up dan change over dan small stop. Berikut tabel penyebab dari small stop selama proses pengemasan primer tersebut.

Kegiatan *set up* setelah penerapan metode SMED

Pada tahap ini dilakukan brainstorming dan identifikasi proses apa saja yang bisa di jadikan proses eksternal dan juga di diskusikan penyebab dari banyaknya small stop serta tidak adanya dokumentasi yang

menyertainya. Pada kesempatan berikutnya proses set up di ulang dengan tambahan 1 orang asisten operator yang melakukan kegiatan eksternal sehingga waktu proses set up dapat dipersingkat.

Table 3 Pareto Penyebab stop

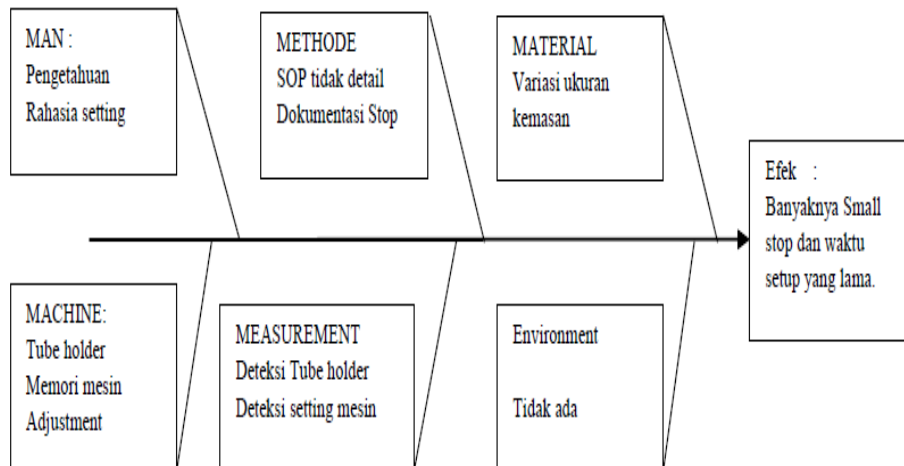
Nomer	Penyebab Stop	Jumlah	%
1	Melakukan pengaturan dosing pump	4	26
2	Melakukan adjustment cramping	4	26
3	Penggantian tube holder	5	33
4	Proses change over dan bulk	2	13
Total		15	100

Table 4 Proses Set Up setelah penerapan proses SMED

Langkah ke-	Proses	Internal/eksternal	Waktu (menit)	Pelaksana
1	Menyiapkan tools, p10, p5, ku L, T 10	Eksternal	2	Asisten Op
2	Memasang hopper bulk	Internal	7	Operator
3	Mengisi bulk ke hopper bulk	Internal	15	Asisten Op
4	Membuka dies pada rotary pan	Internal	4	Operator
5	Memilih tube holder	Eksternal	1	Asisten Op
6	Memasang tube holder	Internal	5	Operator
7	Mengatur ketinggian filling rig	Internal	5	Operator
8	Melakukan adjustment cramping	Internal	10	Operator
9	Menyiapkan nomor batch	Eksternal	3	Asisten Op
10	Memasang nomor batch pada stamp	Eksternal	3	Asisten Op
11	Memasang stamp batch pada filling rig	Internal	3	Operator
12	Melakukan pengaturan dosing pump	Eksternal	3	Operator
Total			61	

Pencegahan terhentinya proses (small stop)

Untuk menunjang pelaksanaan perbaikan yang dilakukan secara terus menerus dan untuk mencegah banyaknya proses stop yang terjadi selama pengemasan primer tersebut maka dilakukan diskusi serta *brainstorming* dengan para operator dan dari hasil proses *brainstorming* maka di buatlah diagram fishbone untuk mengklasifikasi penyebab dan melakukan tindakan sesuai dari hasil temuan.



Gambar 2. Fishbone Diagram

Table 5. Rincian penyebab stop

KLASIFIKASI	PENYEBAB	RINCIAN	SOLUSI
MAN	Pengetahuan	Pengetahuan tentang mesin diantara operator tidak sama.	Menyamakan pengetahuan operator.
	Rahasia	Setiap orang mempunyai rahasia sendiri dalam proses setting mesin	Melakukan sharing mengenai proses
MACHINE	Tube Holder	Terdapat 3 set tube holder untuk ukuran tube 5 gram dan 10 gram dan 2 set untuk tube 15 gram	Melakukan seleksi dan menandai Tube Holder yang bagus dan menyingkirkan yang tidak di gunakan.
	Memori mesin	Tidak adanya penanda mekanis untuk proses set tinggi rig dan cramping set	Memberi tanda pada mesin agar proses setting tidak memakan waktu lama
	Adjustment	Mekanisme mikro adjustment bobot isi tube sangat tergantung kepada viskositas bulk krim	Perlu adanya modifikasi mesin untuk meningkatkan akurasi dan kestabilan pengisian.
METHODE	SOP tidak detail	SOP tidak secara rinci menjelaskan prosedur setting.	Melakukan perubahan SOP agar lebih detail dan form khusus sebagai panduan setting.
	Dokumentasi stop	Tidak ada dokumentasi small stop selama proses, sehingga tidak terdeteksi	Membuat dokumentasi khusus untuk small stops untuk mengidentifikasi penyebabnya.
MEASUREMENT	Deteksi tube holder	Tidak ada alat untuk mendeteksi tube holder yang sudah aus	Membuat jadwal pemeriksaan untuk tube holder dan secara berkala melakukan pemisahan kepada tube holder yang tidak memenuhi syarat lagi.
	Deteksi setting mesin	Tidak ada alat untuk mendeteksi kekurangan setting mesin sehingga adjustment dilakukan setelah produk keluar.	Melakukan modifikasi mesin untuk memudahkan proses setting mesin dengan memberikan visual marker pada mesin.
MATERIAL	Variasi kemasan primer	Terdapat beberapa variasi dalam ukuran tube aluminium yang berbeda suplier	Memberikan
ENVIRONMENT	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada

Pada tabel diatas diapatkan usulan ataupun modifikasi yang harus dilakukan untuk memperbaiki proses setup juga untuk mencegah terulangnya small stop yang terjadi dalam proses pengemasan primer. Proses kemudian dilakukan untuk batch berikutnya dengan beberapa improvement yang telah di lakukan. menghasilkan waktu set up total hanya 45 menit.

Table 6. Proses Set Up setelah proses improvement dilakukan

Langkah ke-	Proses	Internal/ eksternal	Waktu (menit)	Pelaksana
1	Menyiapkan tools, p10, p5, ku L, T 10	Eksternal	0	-
2	Memasang hopper bulk	Internal	5	Operator
3	Mengisi bulk ke hopper bulk	Internal	15	Asisten Op
4	Membuka dies pada rotary pan	Internal	4	Asisten Op
5	Memilih tube holder	Eksternal	0	-
6	Memasang tube holder pada pan rig	Internal	5	Operator
7	Mengatur ketinggian filling rig	Internal	3	Operator
8	Melakukan adjustment cramping	Internal	5	Operator
9	Menyiapkan nomor batch	Eksternal	1	Asisten Op
10	Memasang nomor batch pada stamp	Eksternal	2	Asisten Op
11	Memasang stamp batch pada filling rig	Internal	2	Operator
12	Melakukan pengaturan dosing pump	Internal	3	Operator
	Total		45	

Proses Improvement juga berhasil dilakukan setelah penerapan SMED dengan total small stop selama proses 6 jam terjadi sebanyak 6 kali. pada tahap ini terjadi penurunan waktu stop sebanyak 9 kali atau terjadi penurunan sebanyak 60%

Table 7. Small Stops selama proses Pengemasan Primer setelah proses improvement

Stop ke -	Proses	Penyebab	Waktu (menit)	Pelaksana
1	Melakukan pengaturan dosing pump	Bobot isi kurang	1	Operator
2	Melakukan pengaturan dosing pump	Bobot isi kurang	1	Operator
3	Mengisi bulk ke hopper bulk	Bulk lot ke dua	15	Operator
4	Change over	Ganti kemasan primer	25	Operator
5	Melakukan adjustment cramping	Lipatan cramping	5	Operator
6	Melakukan pengaturan dosing pump	Bobot isi kurang	1	Operator
Total			48	

4 Pembahasan

Sebelum penerapan SMED kegiatan set up yang dilakukan oleh satu operator pada satu mesin, mengakibatkan operator melakukan kegiatan set up pada saat mesin berhenti. Hal ini juga mengakibatkan waktu set up menjadi lebih lama. Karena operator harus melakukan sendiri kegiatan set up dalam satu mesin dan kegiatan tersebut dilakukan secara internal set up. Setelah penerapan SMED, kegiatan set up dalam proses pengemasan primer dilakukan oleh operator dan asisten. Asisten membantu operator melakukan kegiatan set up pada saat mesin berjalan. Asisten hanya membantu kegiatan set up saat mesin berjalan, jadi setelah satu mesin selesai asisten bisa membantu pada mesin yang lain atau tahap berikutnya. Hal ini sesuai dengan pendapat Sivasankar *et al.* (2011) yang mengatakan bahwa persiapan *part, tools* dan aktifitas perawatan tidak dilakukan ketika mesin dalam keadaan berhenti. Tanzil & Suryadhini (2015) melakukan hal yang sama yaitu mengkonversi aktivitas internal setup menjadi eksternal setup. Selanjutnya penyederhanaan penggantian peralatan, yaitu menghilangkan aktivitas mengambil peralatan. Penyederhanaan kedua adalah pada penyesuaian *tools*, yaitu menghilangkan aktivitas penyesuaian pada peralatan, kemudian menerapkan operasi paralel yaitu dengan menggunakan 2 operator.

Kendala yang dihadapi dalam proses produksi di pabrik terutama di tahap pengemasan primer produk adalah:

- Faktor Manusia yaitu Pengetahuan dan rahasia setting, pengetahuan dalam hal proses operasional mesin dan set up sangat terpisah jauh diantara operator ,baik diantara operator junior maupun senior, hampir tiap orang mempunyai cara atau metoda khusus sebagai referensi dalam melakukan set up. Hal ini bisa diketahui dari proses brainstorming diantara operator yang menjalankan mesin ini. Informasi yang didapat pada tahap ini di gunakan untuk memperbaiki SOP agar lebih detail.
- Faktor Mesin, terdapat beberapa set tube holder dari suplier yang berbeda dan dengan bahan baku yang berbeda yaitu Teflon dan Alumunium yang mempunyai karakteristik berbeda. Tube ini tidak diberi tanda yang membedakan antara set yang satu dan yang lain. Pada tahap ini dilakukan seleksi menggunakan jangka sorong dan sampel tube alumunium dan hanya tube holder yang memenuhi syarat yang di gunakan kembali. Dari total 3 set (@ 16 tube holder) hanya sekitar 20 buah yang masih masuk spesifikasi. Tube holder ini kemudian diletakkan dalam tempat khusus dengan penomoran untuk menghilangkan proses pemilihan tube holder pada proses set up. Hal ini juga ternyata menghilangkan proses small stop karena faktor variasi ukuran tube holder bisa dihilangkan. Kemudian dalam melakukan setup mesin pada bagian filling rig. proses setup jauhnya lengan cramping juga tingginya filling rig diberikan penanda pada bagian mesin.
- Faktor Method, SOP diubah menurut hasil sharing tentang operasional dan setting mesin serta dijelaskan lebih detail. Kemudian dibuat suatu SOP untuk mendokumentasi terhentinya proses untuk memberikan masukan kepada departement engineering dalam proses improvement mesin.
- Faktor Measurement. Banyaknya waktu stop dan lamanya waktu set up diakibatkan adalah ketiadaan mekanisme untuk melakukan pengukuran di tempat proses. Baik pengukuran

dimensi tube holder yang ternyata banyak yang telah aus, juga ukuran dalam proses setting mesin terutama filling rig yaitu mekanisme cramping dan dosing pumpnya.

- e. Faktor Material, bahan baku pengemas dalam proses ini juga banyak mempunyai variasi baik dimensinya ataupun permukaannya. Hal ini hanya bisa diperbaiki dengan menetapkan standar tube sehingga dimensi tube holder dapat mengikuti standar ukuran tube ini dengan benar.

5 Kesimpulan

Pada penelitian ini penerapan SMED dalam proses pengemasan primer produk bulk krim menggunakan mesin filling krim di gunakan bersama metode lain sehingga pada langkah 1 dan 5 bisa dihilangkan dengan penerapan 5S. Kemudian penerapan standarisasi proses small stop untuk melakukan penggantian holder bisa dihindari sehingga menghemat waktu set up sebanyak 16 menit Dengan menerapkan SMED pada pengemasan primer bisa menghemat waktu set up dari 61 menit/batch menjadi 45 menit/batch. Penerapan SMED dilakukan dengan cara menambah satu asisten untuk melayani semua set up eksternal. Disarankan agar dilakukan betul-betul penerapan 5 S dan Standarisasi Prosedur karena sangat membantu dalam proses pengurangan waktu setup dan penurunan banyaknya small stop selama proses.

Referensi

- Dave, Y. and Sohani, N. (2012). Single Minute Exchange of Dies: A literature Review. Konya Teknokent.
- Marchwinski, C. and Shook, J. (2003). Lean Lexicon: A graphical glossary for lean thinkers. Brookline: MA: Lean Enterprise Institute.
- Mulyana, A. dan Hasibuan, S. (2017). Implementasi Single Minute Exchange of Dies (SMED) untuk optimasi waktu *changeover* model pada produksi panel telekomunikasi. *SINERGI*, 21(2): 107-114.
- Pine, J., Victor, B., and Boynton, A. C. (1993). Making Mass Customization Work.
- Raikar, N. A. (2015). Reduction in Setup Time by SMED Methodology: A Case Study. *International Journal of Latest Trends in Engineering and Technology (IJLTET)*, 5(4).
- Shingo, S. (1981). Study of Toyota Production System. (A. P. Dillon, Trans.) Productivity Press.
- Shingo, S. (1985). A Revolution in Manufacturing. The SMED System. Cambridge Connecticut: Productivity Press USA.
- Sivasankar, M., Dhandapani, N., Manojkumar, S. Karthick, N., Raja, K., & Yuvaraj, J. (2011). Experimental verification of Single Minute Exchange Dies (SMED). *Recent Research in Science and Technology*, 3(3): 92-97.
- Suhardi, B., & Satwikaningrum, D. (2015). Perbaikan Waktu Set Up dengan menggunakan Metoda SMED. Seminar Nasional IENACO.
- Tanzil, R. N., Damayanti, D. D., & Suryadhini, P. P. (2015). Usulan Perbaikan Waktu Setup dalam Meminimasi Keterlambatan Penyelesaian Order pada Komponen Isolating Cock dengan Metode SMED di PT. Pindad (Persero). *e-Proceeding of Engineering*, 2(2): 3981.
- Zandin, K. B. (Ed.). (2004). *Maynards Industrial Engineering Handbook*. Vol. 5th ed. McGraw Hill.