

APLIKASI METODA *SMED* UNTUK PERBAIKAN WAKTU PROSES GANTI MODEL (CHANGEOVER TIME) DAN WAKTU PENYETELAN (SET-UP TIME)

Refrizal¹, Heri Sudarmadji²

1) Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bandung

2) Jurusan Teknik Mesin Polman ASTRA Jakarta

arefrizal@yahoo.com

Abstrak

Salah satu masalah yang dihadapi oleh industri manufaktur adalah seringnya keterlambatan dalam penyelesaian pekerjaan sehingga tidak sesuai dengan jadwal yang telah direncanakan. Dari berbagai studi yang pernah dilakukan, diantara penyebabnya adalah lamanya waktu ganti model dan waktu set-up sebelum atau sesudah proses berlangsung. Atas dasar itu, maka langkah tepat yang perlu dilakukan salah satunya adalah dengan cara meminimalkan waktu proses ganti model (*changeover time*) dan waktu penyetulan (*set-up time*). Pengurangan waktu *penyetelan* dapat dilakukan dengan menerapkan metode *Single-Minute Exchange of Die (SMED)*. Dari studi kasus aplikasi metoda *SMED* disimpulkan bahwa, waktu penyetulan (*set-up time*) setelah perbaikan menjadi 464,9 detik atau 7,75 menit (dari semula 677,5 detik) atau berkurang selama 212,6 detik atau berkurang sebanyak 31,4%. Dengan kata lain target *SMED* (*Single Minute Exchange of Die*) yaitu menjadi satu digit menit dapat tercapai.

Kata Kunci : Metode *SMED*, waktu set-up, eksternal set-up, internal set-up

I PENDAHULUAN

Dalam suatu proses produksi manufaktur mulai dari perancangan hingga produk sampai ke tangan konsumen hampir selalu bisa ditemukan hal-hal yang sebenarnya tidak perlu dilakukan, tidak memberikan nilai tambah ataupun hal-hal yang terlalu berlebihan dalam melakukannya. Hal ini biasa disebut pemborosan (*waste*). Proses penyiapan alat atau fasilitas produksi pada saat terjadi pergantian model dan atau set-up misalnya bisa merupakan salah satu titik pemborosan, tetapi hal ini tidak bisa dihindari. Yang dapat dilakukan hanyalah mengurangi waktu yang diperlukan untuk proses tersebut sehingga waktu yang ada lebih dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan produktivitas.

Kecepatan dalam melakukan pergantian model dan waktu *set-up* mesin di awal produksi, merupakan bagian dari proses yang tidak bisa dihindari. Meminimalisasi waktu pergantian model dan waktu *set-up* sebelum produksi

berjalan dapat dilakukan dengan menerapkan prinsip-prinsip yang terdapat dalam metoda *SMED (Single-Minute Exchange of Die)*. Konsep dasar yang terdapat pada metoda *SMED* adalah melakukan perbaikan minor pada lini produksi. Melalui perbaikan minor pada alat-alat produksi, seperti alat bantu produksi, *jig* dan *fixture* misalnya, diharapkan dapat memperpendek waktu siklus produksi per produk, sehingga secara tak langsung akan dapat menekan biaya produksi dan meningkatkan daya saing produk.

Terdapat beberapa keuntungan potensial dengan diterapkannya prinsip pengurangan waktu ganti model dan waktu *set-up* antara lain dapat meningkatkan efisiensi, mengurangi kebutuhan akan stok, meningkatkan kapasitas produksi, mengurangi *work in progress* dan meningkatkan fleksibilitas.

Dengan diterapkannya metoda *SMED* diharapkan dapat mengurangi waktu

penggantian model dan waktu set-up seminimal mungkin. Sejauhmana pengaruh penerapan prinsip SMED pada lini produksi merupakan objek tinjauan dalam makalah ini.

JENIS-JENIS PEMBOROSAN

Salah satu usaha yang dilakukan untuk meningkatkan efisiensi adalah dengan meminimalisir pemborosan-pemborosan yang tak perlu atau muda (istilah jepang untuk pemborosan). Pemborosan yang paling utama adalah pemborosan waktu, yaitu hilangnya waktu berproduksi karena kegiatan-kegiatan yang tak perlu. Hilangnya waktu berproduksi ini bisa disebabkan oleh berbagai macam hal, namun secara garis besar dapat dikelompokkan menjadi dua kategori utama, yaitu:

a. Kehilangan di dalam siklus (in-cycle losses).

Kehilangan didalam siklus adalah kehilangan yang terjadi selama siklus kerja atau ketika mesin dijalankan. Hal tersebut dapat berupa gerakan yang berlebihan atau jarak perjalanan peralatan yang terlalu jauh. Misalnya pekerjaan yang melibatkan seorang *spot welder* yang menjalankan mesin *spot welding* dengan jarak *stroke* 6 inchi, padahal yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan hanya 3 inchi saja.

b. Kehilangan di luar Siklus (out-of-cycle losses).

Kehilangan di luar siklus umumnya terjadi ketika mesin tidak dioperasikan. Kehilangan waktu per kejadian cenderung signifikan, namun frekuensinya lebih sedikit. Salah satu kehilangan yang termasuk kategori ini adalah *setup* atau *changeover* peralatan. Suatu metode yang diperkenalkan oleh Shigeo Shingo yaitu *SMED* (*single Minute Exchage of Die*) dapat digunakan untuk mengurangi waktu *setup* atau *changeover* secara dramatis. Metoda yang juga dikenal sebagai *quick changeover* atau *rapid changeover* ini di terapkan tiap kali peralatan diganti dari suatu keadaan fisik ke keadaan fisik yang lain. Termasuk pergantian alat, pergantian material, atau

berganti ke produk atau konfigurasi yang berbeda[1]. Waktu setup ini sangat penting terutama karena industri dituntut lebih fleksible dengan membuat *lot* produksi yang lebih kecil, akibatnya pergantian akan semakin sering. Penyebab di luar siklus lainnya mudah diidentifikasi dengan menggunakan perbandingan sederhana antara kegiatan yang memberikan nilai tambah dengan kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah, seperti contoh pada gambar berikut.



TEKNIK APLIKASI SMED

a. Tahap Awal: setup internal dan eksternal tidak dibedakan

Aktifitas setup yang umumnya dilakukan di industri dapat dikelompokkan menjadi beberapa jenis, yaitu:

- Jenis 1: melakukan persiapan, pengecekan material, pengecekan peralatan sebelum proses setup berlangsung dan membersihkan mesin, membersihkan tempat kerja, mengecek dan mengembalikan peralatan, material, dan lain-lain setelah proses setup selesai.
- Jenis 2: memindahkan peralatan, parts, dan lain-lain setelah penyelesaian lot terakhir lalu menata parts, peralatan, dan lain-lain sebelum lot selanjutnya.
- Jenis 3: mengukur, menyetel dan mengkalibrasi mesin, peralatan, fixtures dan part pada saat proses berlangsung.
- Jenis 4: memproduksi suatu produk contoh setelah setting awal selesai dan mengecek produk contoh tersebut apakah sesuai standar produk. Kemudian menyetel mesin

dan memproduksi produk kembali dan seterusnya sampai menghasilkan produk yang sesuai standar.

Banyak hal yang mungkin mengandung kesalahan, peralatan yang kurang verifikasi, atau permasalahan lain terjadi dan menyebabkan proses setup menjadi lebih lama.

b. Tahap I: memisahkan setup internal dan eksternal

Teknik berikut ini efektif untuk memastikan bahwa operasi dapat dianggap sebagai *setup eksternal*, yang faktanya dapat dilakukan ketika mesin sedang bekerja.

Cara yang dilakukan adalah dengan membuat suatu *check list* atas semua elemen dan tahapan yang diperlukan untuk melakukan operasi. *Check list* berguna untuk memeriksa apakah komponen berada pada tempat seharusnya.

Langkah berikutnya adalah melakukan pemeriksaan fungsi, jika diketahui ada kerusakan fungsi maka harus segera diperbaiki segera sebelum proses *setup internal* dilakukan.

Selanjutnya adalah memperbaiki transportasi *dies* dan elemen yang lain. Ini harus dilakukan sebagai prosedur setup eksternal, operator harus melakukan sendiri saat mesin sedang bekerja secara otomatis atau operator lain ditugaskan untuk melakukannya.

c. Tahap II: mengubah setup internal menjadi eksternal

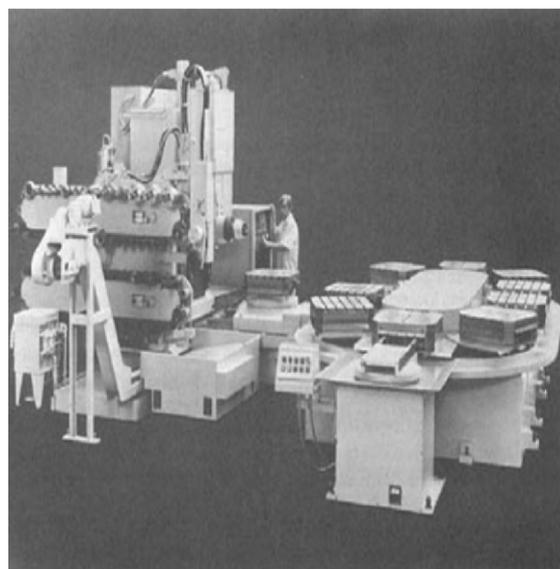
Langkah pertama pada tahap ini adalah melakukan perencanaan atas kondisi operasi yang diharapkan. Contoh sederhana untuk aplikasi ini adalah memanaskan *dies* (*pre-heating*) sebelum dilakukan *trial shot*, sehingga waktu mesin bekerja tidak terbuang untuk memanaskan *dies*.

d. Tahap III: perampingan semua aspek operasi setup

Setelah melakukan semua tahap, dapat dilakukan proses perbaikan pada elemen-elemen *setup internal*. Perbaikan elemen proses ini bersifat berkelanjutan dan dikenal dengan *kaizen* (*continuous improvement*). Tujuannya adalah meminimalkan waktu setup internal sehingga waktu henti mesin sesedikit mungkin.

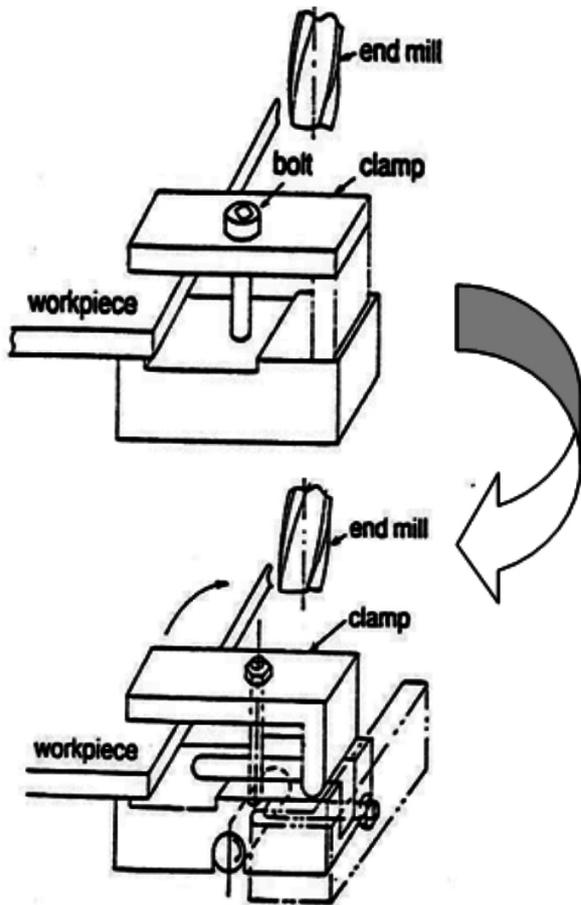
STUDI KASUS

Berikut ini diberikan beberapa contoh aplikasi SMED pada proses produksi dan pemesinan seperti terlihat pada gambar 2 berikut.

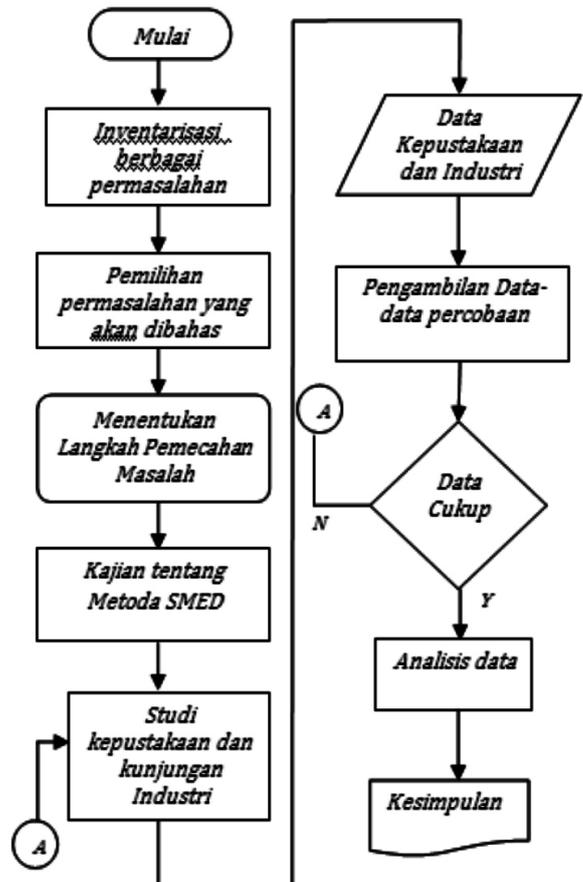


Gambar 2: *External set-up*

Pada gambar terlihat penyetelan sebagian dilakukan pada saat proses berlangsung, sehingga dapat memperpendek waktu penyetelan (*set up time*). Dalam hal ini, proses penyetelan internal sebagian diubah menjadi proses penyetelan eksternal, sehingga waktu penghentian produksi dapat diminimalisir.



Gambar 3: Clamp sebelum dan setelah direvisi



Gambar 4: Flowchart Metodologi Pembahasan

II METODOLOGI PENELITIAN

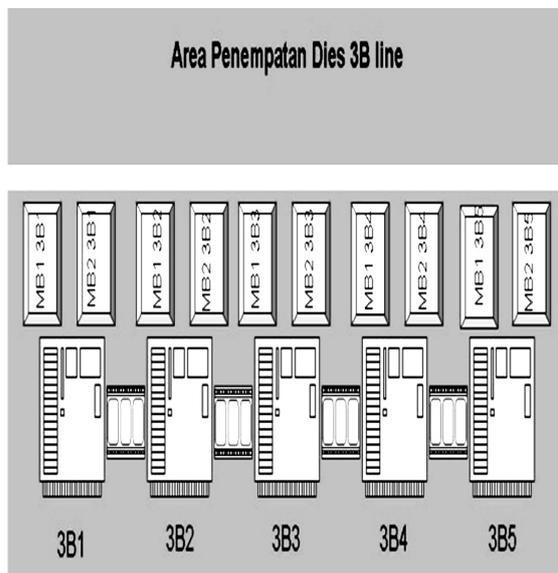
Aplikasi metoda *SMED* dapat dilakukan salah satunya dengan cara melakukan perbaikan minor pada alat bantu produksi seperti perbaikan jigs dan fixtures yang digunakan, atau melakukan *set-up* pada saat mesin digunakan, sehingga penghentian mesin untuk *set-up* dapat ditekan seminimal mungkin.

Data-data kepustakaan dan data-data yang dijumpai di industri dikumpulkan sehingga dapat gambaran lengkap tentang kondisi kekinian dan langkah-langkah perbaikan sebagai pembanding terhadap hasil percobaan .

Data percobaan diambil dengan cara mengukur waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan *setup* dan hal yang sama dilakukan berkali-kali. Data yang ada kemudian diolah dan dianalisis sehingga didapat kesimpulan terkait dengan permasalahan yang dikemukakan.

Data dan Observasi

Berikut ini adalah data pengamatan waktu pergantian dies untuk metal forming (press) di sebuah perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang otomotif. Data diambil dari bagian produksi press (stamping plant). Gambar 5 adalah lay out dari lini 3B.



Gambar 5: Gambar Lay out Produksi lini 3B

Pengambilan data dilakukan di lini produksi 3B dengan menggunakan alat stopwatch. Data selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Dari table 1 diketahui bahwa proses penggantian dies terlama terjadi pada mesin 3B2. Pengamatan lebih lanjut menunjukkan kecepatan Moving bolster pada mesin 3B2 yang paling lama. Secara garis besar operasi pergantian dies di semua mesin sama, walaupun berbeda itu karena proses di mesin tersebut memerlukan suatu tambahan equipment yang di mesin lain tidak ada.

Tabel 1 Waktu Pergantian Dies di Lini 3B

| NO | WAKTU PERGANTIAN DIES DI LINE 3B (MENIT) | | | | |
|------------------|--|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 3B1 | 3B2 | 3B3 | 3B4 | 3B5 |
| 1 | 10 | 10 | 10 | 10 | 9 |
| 2 | 8.59 | 9.26 | 9.45 | 7 | 10 |
| 3 | 7.12 | 10.1 | 10.1 | 10.1 | 10 |
| 4 | 10 | 10 | 10 | 10.5 | 9.01 |
| 5 | 10 | 10.13 | 10 | 10 | 8 |
| 6 | 8.9 | 10 | 9.3 | 10 | 8 |
| 7 | 8.02 | 9.04 | 8.2 | 8.4 | 10 |
| 8 | 11.2 | 10 | 10 | 10 | 7.08 |
| 9 | 7.2 | 9.04 | 9.04 | 7.15 | 10 |
| 10 | 10 | 7.49 | 8 | 9.34 | 10 |
| 11 | 8 | 7.44 | 10 | 9.5 | 10.1 |
| 12 | 10 | 10.55 | 10 | 9.5 | 10 |
| 13 | 10.5 | 10 | 9 | 8.5 | 10 |
| 14 | 10 | 10 | 9 | 10 | 10 |
| 15 | 11 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 16 | 10.3 | 10 | 10 | 9 | 9 |
| 17 | 10 | 10 | 10 | 9 | 10 |
| 18 | 7.9 | 10 | 7 | 10 | 10 |
| 19 | 7.9 | 10 | 10 | 9 | 9 |
| 20 | 9.54 | 10 | 10 | 10 | 9 |
| 21 | 11 | 11 | 9 | 10 | 10 |
| 22 | 10 | 11 | 10 | 10 | 10 |
| 23 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 24 | 10 | 10 | 10 | 10 | 9 |
| 25 | 9.5 | 9.5 | 9 | 7.5 | 10 |
| 26 | 9.5 | 8.9 | 8.9 | 8.3 | 9 |
| 27 | 10 | 8.9 | 10 | 8.8 | 8.3 |
| 28 | 10 | 10 | 10 | 9.1 | 7.5 |
| 29 | 11 | 9.2 | 9.5 | 9.1 | 8.5 |
| 30 | 9.3 | 9.5 | 9.3 | 9.1 | 8.8 |
| Rata-rata | 9.55 | 9.70 | 9.49 | 9.30 | 9.31 |

Selanjutnya pengamatan difokuskan pada operasi pergantian dies di mesin 3B2, semua operasi selama pergantian dies di catat waktunya, untuk kemudian dijadikan acuan pembuatan peta proses kerja. Dari peta proses kerja tersebut dianalisa dimana operasi yang paling lama dan bagaimana solusinya. Tabel 2 adalah hasil pengamatan proses kerja pada mesin 3B2:

Tabel 2 Data Pengamatan Proses Pergantian Dies di Line 3B2

| No | Working Name | Time (second) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|--|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | Average |
| 1 | Persiapan (pallet finish part, meja part, conveyor, scra | 45 | 55 | 43 | 40 | 52 | 59 | 60 | 45 | 55 | 43 | 40 | 52 | 59 | 45 | 56 | 56 | 55 | 52 | 59 | 45 | 56 | 56 | 55 | 51 |
| 2 | Operator melepaskan tekanan cushion pin | 7 | 7 | 7 | 6 | 6 | 8 | 7 | 7 | 7 | 7 | 6 | 6 | 8 | 6 | 7 | 7 | 6 | 6 | 8 | 6 | 7 | 7 | 6 | 6,7 |
| 3 | Operator melepas hos angin | 14 | 20 | 19 | 21 | 18 | 22 | 16 | 14 | 20 | 19 | 21 | 18 | 22 | 24 | 20 | 20 | 20 | 18 | 22 | 24 | 20 | 20 | 20 | 19,4 |
| 4 | Operator menurunkan die | 8 | 8 | 9 | 8 | 7 | 6 | 8 | 8 | 8 | 9 | 8 | 7 | 6 | 9 | 8 | 8 | 8 | 7 | 6 | 9 | 8 | 8 | 8 | 7,9 |
| 5 | Operator mengambil kunci pas | 6 | 5 | 6 | 6 | 5 | 4 | 6 | 6 | 5 | 6 | 6 | 5 | 4 | 5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4 | 4 | 5 | 5,2 |
| 6 | Operator melepas bolt | 29 | 30 | 31 | 36 | 33 | 34 | 33 | 29 | 30 | 31 | 36 | 33 | 34 | 32 | 29 | 29 | 30 | 33 | 34 | 32 | 29 | 29 | 30 | 31,7 |
| 7 | Operator mengembalikan kunci pas dan menaruh bol | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4,4 |
| 8 | Operator membuka clamp MB | 9 | 8 | 8 | 9 | 7 | 8 | 7 | 9 | 8 | 8 | 9 | 7 | 8 | 7 | 8 | 8 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 | 8 | 8 | 7,9 |
| 9 | Operator menaikan upper slide ke posisi 0° | 7 | 8 | 8 | 7 | 9 | 7 | 8 | 7 | 8 | 8 | 7 | 9 | 7 | 8 | 8 | 8 | 7 | 9 | 7 | 8 | 8 | 8 | 7 | 7,7 |
| 10 | Merubah switch MB | 5 | 4 | 6 | 5 | 6 | 4 | 4 | 5 | 4 | 6 | 5 | 6 | 4 | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 | 4 | 5 | 5 | 5 | 6 | 5 |
| 11 | MB out | 136 | 137 | 145 | 133 | 139 | 126 | 126 | 126 | 137 | 145 | 133 | 139 | 126 | 132 | 136 | 136 | 129 | 139 | 126 | 132 | 136 | 136 | 129 | 133,9 |
| 12 | MB in | 104 | 134 | 152 | 127 | 142 | 127 | 128 | 104 | 134 | 152 | 127 | 142 | 127 | 134 | 137 | 137 | 130 | 142 | 127 | 134 | 137 | 137 | 130 | 131,5 |
| 13 | Die clamp | 7 | 8 | 8 | 8 | 7 | 9 | 9 | 7 | 8 | 8 | 8 | 7 | 9 | 8 | 9 | 9 | 8 | 7 | 9 | 8 | 9 | 9 | 8 | 8,1 |
| 14 | Merubah switch MB & adjust die high | 30 | 45 | 55 | 55 | 45 | 42 | 30 | 30 | 45 | 55 | 55 | 45 | 42 | 41 | 51 | 51 | 33 | 45 | 42 | 41 | 51 | 51 | 33 | 42,7 |
| 15 | Menurunkan Upper slide ke posisi 180 | 7 | 8 | 7 | 9 | 9 | 7 | 7 | 7 | 8 | 7 | 9 | 9 | 7 | 8 | 8 | 8 | 7 | 9 | 7 | 8 | 8 | 8 | 7 | 7,7 |
| 16 | Check Stroke Guide | 6 | 4 | 5 | 6 | 6 | 4 | 7 | 6 | 4 | 5 | 6 | 6 | 4 | 8 | 8 | 8 | 5 | 6 | 4 | 8 | 8 | 8 | 5 | 5,9 |
| 17 | Operator mengambil kunci pas dan bolt | 4 | 5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 5 | 4,5 |
| 18 | Operator memasang bolt | 29 | 30 | 32 | 33 | 31 | 28 | 27 | 29 | 30 | 32 | 33 | 31 | 28 | 26 | 33 | 33 | 34 | 31 | 28 | 26 | 33 | 33 | 34 | 30,3 |
| 19 | Operator mengembalikan kunci pas | 4 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 5 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4,1 |
| 20 | Pasang hose angin | 14 | 33 | 25 | 34 | 21 | 16 | 45 | 14 | 33 | 25 | 34 | 21 | 16 | 21 | 24 | 24 | 22 | 21 | 16 | 21 | 24 | 24 | 22 | 25,5 |
| 21 | Safety check, Trial dies 3 kali stroke | 7 | 6 | 7 | 6 | 6 | 6 | 5 | 7 | 6 | 7 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 7 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 7 | 6,2 |
| 22 | Setting Conveyor | 8 | 20 | 19 | 10 | 15 | 15 | 10 | 8 | 20 | 10 | 10 | 15 | 15 | 20 | 25 | 25 | 19 | 15 | 15 | 20 | 25 | 25 | 19 | 16,1 |
| 23 | Setting Cerobong Scrab | 7 | 6 | 7 | 6 | 7 | 8 | 9 | 7 | 6 | 7 | 6 | 7 | 8 | 7 | 8 | 8 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 | 8 | 8 | 7,3 |
| 24 | Setting push botton | 14 | 10 | 10 | 14 | 15 | 9 | 8 | 14 | 10 | 10 | 14 | 15 | 9 | 8 | 9 | 9 | 10 | 15 | 9 | 8 | 9 | 9 | 10 | 10,7 |
| 25 | Memasng bolt di arean MB, belakang mesin | 79 | 80 | 85 | 120 | 65 | 75 | 74 | 79 | 80 | 85 | 120 | 65 | 75 | 72 | 73 | 73 | 112 | 65 | 75 | 72 | 73 | 73 | 112 | 83,5 |
| 26 | Unknow move / menganggur | 32 | 45 | 30 | 30 | 45 | 16 | 32 | 32 | 45 | 30 | 30 | 45 | 16 | 33 | 20 | 20 | 24 | 45 | 16 | 33 | 20 | 20 | 24 | 30,7 |
| | TOTAL | 622 | 724 | 738 | 742 | 711 | 653 | 680 | 622 | 724 | 738 | 742 | 711 | 653 | 677 | 703 | 703 | 706 | 711 | 653 | 677 | 703 | 703 | 706 | 695,6 |

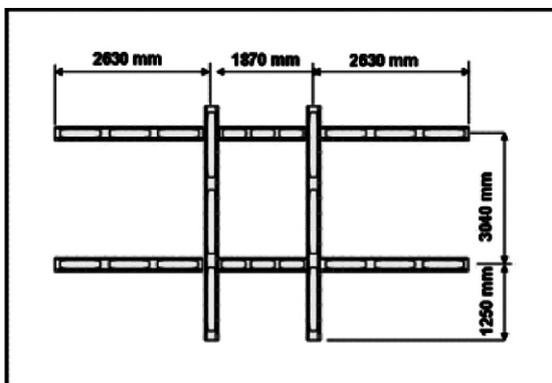
Untuk mempermudah pengamatan dan analisis, maka dibuat peta kerja pergantian dies di lini 3B2, bentuk ini secara visual lebih mudah dipahami daripada hanya sekedar tabel. Untuk pembuatan peta kerja ini diperlukan pengamatan yang lebih rinci terhadap semua elemen proses,

sehingga bisa dipilah proses yang dilakukan oleh operator (*man*), proses yang dilakukan oleh mesin (*machine*), proses transportasi (*walk*), dan menunggu (*wait*). Berikut ini adalah peta kerja yang dimaksud:

Tabel 3 Peta Kerja Penggantian Dies Di Lini 3B2

| No. | Working Name | Man | Machine | Walk | Wait | Total | Working Time (second) | | | | | | | | | | | | | |
|------|---|------|---------|------|-------|-------|---------------------------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| | | | | | | | 0 | 60 | 120 | 180 | 240 | 300 | 360 | 420 | 480 | 540 | 600 | 660 | 720 | |
| 1 | Persiapan setelah proses selesai | 2,0 | | | | 2,0 | [Gantt bar from 0 to 2.0] | | | | | | | | | | | | | |
| 1.1 | Handling pallet finish part, meja part, conveyor, pembersihan scrap | 51,0 | | | | 53,0 | [Gantt bar from 2.0 to 53.0] | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Pergantian Dies | | | | | | [Gantt bar from 53.0 to 53.0] | | | | | | | | | | | | | |
| 2.1 | Menurunkan Upper Die | | 7,9 | | | 60,9 | [Gantt bar from 53.0 to 60.9] | | | | | | | | | | | | | |
| 2.2 | Melepas tekanan cushion pin | 3,7 | | 3,0 | | 67,6 | [Gantt bar from 60.9 to 67.6] | | | | | | | | | | | | | |
| 2.3 | Melepas slang angin | 17,0 | | 2,0 | | 86,6 | [Gantt bar from 67.6 to 86.6] | | | | | | | | | | | | | |
| 2.4 | Melepas baut | 21,7 | | 10,0 | | 118,3 | [Gantt bar from 86.6 to 118.3] | | | | | | | | | | | | | |
| 2.5 | Menaikkan Upperslide ke posisi 0 | | 7,9 | | | 126,2 | [Gantt bar from 118.3 to 126.2] | | | | | | | | | | | | | |
| 2.6 | moving bolster unclamp | | 7,7 | | | 133,9 | [Gantt bar from 126.2 to 133.9] | | | | | | | | | | | | | |
| 2.7 | Mengubah Switch MB | 5,0 | | | | 138,5 | [Gantt bar from 133.9 to 138.5] | | | | | | | | | | | | | |
| 2.8 | MB out | | 133,9 | | 131,9 | 272,8 | [Gantt bar from 138.5 to 272.8] | | | | | | | | | | | | | |
| 2.9 | MB in | | 131,5 | | 131,5 | 404,3 | [Gantt bar from 272.8 to 404.3] | | | | | | | | | | | | | |
| 2.10 | Moving Bolster Clamp | | 8,1 | | | 412,4 | [Gantt bar from 404.3 to 412.4] | | | | | | | | | | | | | |
| 2.11 | Mengubah Switch MB & Adjust dies hight | 2,0 | 42,7 | | | 457,1 | [Gantt bar from 412.4 to 457.1] | | | | | | | | | | | | | |
| 2.12 | Check stroke guide | 5,9 | | | | 463,0 | [Gantt bar from 457.1 to 463.0] | | | | | | | | | | | | | |
| 2.13 | menurunkan upper Die ke posisi 180 | | 7,7 | | | 470,7 | [Gantt bar from 463.0 to 470.7] | | | | | | | | | | | | | |
| 2.14 | Memasang Baut | 20,3 | | 10,0 | | 501,0 | [Gantt bar from 470.7 to 501.0] | | | | | | | | | | | | | |
| 2.15 | Pasang slang angin | 21,0 | | 3,0 | | 525,0 | [Gantt bar from 501.0 to 525.0] | | | | | | | | | | | | | |
| 2.16 | Safety check final dies & stroke | | 6,2 | | | 531,2 | [Gantt bar from 525.0 to 531.2] | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Persiapan setelah selesai ganti dies | | | | | | [Gantt bar from 531.2 to 531.2] | | | | | | | | | | | | | |
| 3.1 | Setting meja part | | | | | | [Gantt bar from 531.2 to 531.2] | | | | | | | | | | | | | |
| 3.2 | Setting conveyor | 13,1 | | 3,0 | | 547,3 | [Gantt bar from 531.2 to 547.3] | | | | | | | | | | | | | |
| 3.3 | Setting cerobong scrab | 6,3 | | 1,0 | | 554,6 | [Gantt bar from 547.3 to 554.6] | | | | | | | | | | | | | |
| 3.4 | Setting push button | 3,7 | | 2,0 | | 565,3 | [Gantt bar from 554.6 to 565.3] | | | | | | | | | | | | | |
| 3.5 | Setting material | | | | | | [Gantt bar from 565.3 to 565.3] | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Lain-lain | | | | | | [Gantt bar from 565.3 to 565.3] | | | | | | | | | | | | | |
| 4.1 | Memasang Bolt di area MB | 65,5 | | 16,0 | 81,5 | 646,8 | [Gantt bar from 565.3 to 646.8] | | | | | | | | | | | | | |
| 4.2 | Menganggur | 30,7 | | | | 677,5 | [Gantt bar from 646.8 to 677.5] | | | | | | | | | | | | | |

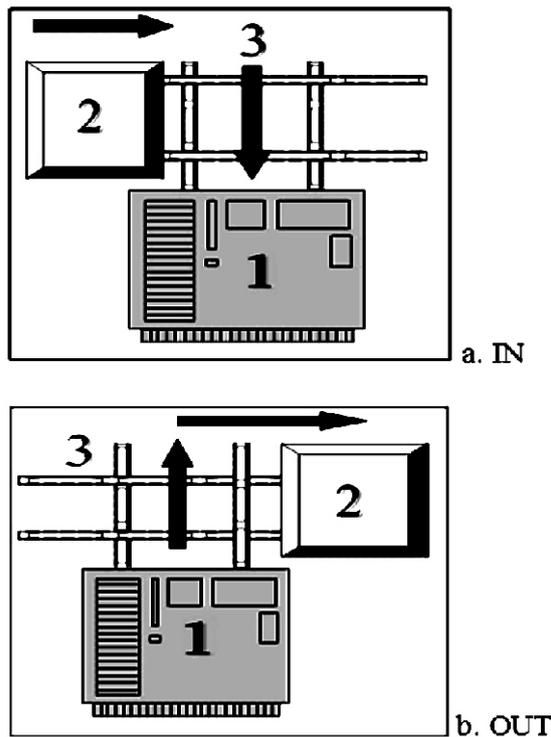
untuk mempermudah pemindahan dies digunakan moving bolster sebagai alat bantu pergerakan dies (*material handling*). Gambar 6 memperlihatkan dimensi dari moving bolster yang digunakan



Gambar 6 Dimensi Moving bolster

Moving bolster ini digerakkan oleh motor dan memiliki lintasan dan pola gerak tertentu, yang dapat dilihat dari ilustrasi pada gambar 7.

Urutan proses pergerakan Moving bolster IN adalah Moving bolster bergerak menuju ke tengah, kemudian berhenti dan lifter turun. Setelah itu Moving bolster menuju ke mesin press. Setelah sampai, lifter turun dan dilanjutkan proses clamping. Sedangkan urutan proses Moving bolster OUT adalah setelah selesai proses, Moving bolster unclamp dan Lifter naik. Dilanjutkan dengan Moving bolster bergerak keluar ketengah lintasan, Lifter naik dan Moving bolster bergerak ke ujung (parkir)..



Keterangan: 1. Mesin Press
 2. Moving bolster
 3. Lintasan Moving bolster

Gambar 7: Gerakan Moving bolster IN dan OUT

Jika mengacu pada metode Shigeo Singho, maka pengumpulan data sampai pada pembuatan peta kerja in merupakan Tahap Awal sampai dengan Tahap I dari metode Shigeo Singho. Pemisahan antara proses setup internal dan proses set up eksternal dapat dilihat dari peta kerja. Proses setup internal terjadi pada saat proses pergantian dies. Dalam kasus ini proses persiapan awal dan persiapan setelah ganti dies adalah proses setup internal yang seharusnya adalah eksternal (seharusnya bisa dilakukan saat mesin sedang berproduksi). Sedangkan menunggu dan menganggur adalah proses yang seharusnya bisa diminimalkan karena memakan waktu yang seharusnya bisa digunakan untuk berproduksi, sehingga ini teridentifikasi sebagai proses internal yang seharusnya bisa dijadikan eksternal atau dihilangkan.

Analisis Waktu dan Gerakan

Selanjutnya kita berkonsentrasi pada proses set-up internal, yang menyumbang kehilangan

terbesar akan waktu berproduksi. Jika mengacu pada metoda Shigeo Singho, maka tahap in merupakan Tahap II yaitu mengubah set-up internal menjadi eksternal. Jika pengubahan proses set-up dari internal menjadi eksternal tidak mungkin dilakukan, maka otomatis Tahap III dilakukan yaitu perampingan semua aspek operasi set-up.

Pada tahap ini akan dilakukan penelitian untuk melihat di mana waktu terbuang atau pemborosan waktu yang terjadi pada saat proses. Proses yang diamati adalah proses Die Change Time atau waktu pergantian dies. Kegiatan atau proses Die Change adalah termasuk kegiatan proses setup internal (setelah proses produksi berhenti dan sebelum proses produksi berjalan kembali). Yang termasuk dalam kegiatan internal ini ialah:

1. Melepas dies
2. Mengganti dies
3. Pemasangan dies
4. Setting parameter mesin

Dari pengamatan, terdapat beberapa gerakan yang merupakan muda atau pemborosan gerakan dan pemborosan waktu yang membuat waktu pergantian dies menjadi lebih lama. Jika kita telah lebih lanjut sebetulnya ada beberapa proses yang bisa paralelkan atau dilakukan bersamaan selama menunggu proses yang lain dikerjakan. Waktu untuk persiapan material dan equipment bisa dikerjakan pada saat Moving bolster in dan out atau pada saat pergantian dies untuk proses berikutnya. Karena pada waktu ini adalah waktu tunggu yang paling lama.

Diantara operasi yang memerlukan waktu lama dalam pergantian dies adalah sebagai berikut:

1. Moving Boolster IN/OUT
2. Melepas dan memasang bolt
3. Adjust Die High
4. Setting material
5. Mengencangkan bolt di luar mesin

Analisis ini akan menjadi lebih baik jika didukung oleh data yang lengkap dan diperkuat oleh analisis statistika.

Perbaikan yang diusulkan

Seperti yang dipaparkan dalam buku Shigeo Singho, "*A Revolution in Manufacturing: The SMED System*", aplikasi perbaikan proses kerja dengan metoda SMED ini dapat menyangkut berbagai hal seperti perbaikan urutan kerja menjadi lebih efisien dan efektif, lay out mesin peralatan dan peralatan serta material yang memungkinkan gerakan yang lebih sedikit atau jarak perjalanan yang lebih pendek, pemanfaatan teknologi proses yang lebih maju, sampai pada modifikasi atau penambahan alat yang memudahkan atau mempercepat proses kerja (misalnya power tools dan pokayoke).

Modifikasi pergerakan Moving bolster

Dari peta proses kerja telah tampak elemen-elemen proses yang waktunya lama. Waktu pergerakan Moving bolster adalah yang paling lama. Ada 2 unit Moving bolster di setiap mesin, begitu juga di mesin 3B2 lainnya. Moving bolster di masing-masing mesin menggunakan sistem operasi terpisah yaitu bekerja sendiri-sendiri, jadi pada waktu salah satu Moving bolster beroperasi, maka Moving bolster yang satunya diam menunggu selesainya operasi moving bolster yang pertama.

Hal ini dapat diatasi dengan memodifikasi pergerakan Moving bolster (dengan merubah program PLC pada Moving bolster tersebut) pada saat in/out. Konsepnya adalah, ketika salah satu Moving bolster keluar dan akan parkir, maka Moving bolster yang di luar dan akan masuk mengikuti Moving bolster yang keluar sampai di tengah persimpangan lintasan Moving bolster. Jadi Moving bolster yang tadinya menunggu di luar sampai Moving bolster yang keluar parkir, sekarang tidak lagi. Ini akan mengurangi waktu menunggu Moving bolster tersebut parkir. Jika ini dilakukan maka diperkirakan waktu yang dapat dihemat adalah sekitar 25% dari total waktu Moving bolster In dan Out, dari 265,4 detik menjadi sekitar 199,05 detik atau berkurang sebanyak 66,35 detik.

Memindahkan elemen kerja kepada operator lain

Jika dilihat dari peta kerja maka masih banyak waktu tunggu yaitu 112.2 detik, yang mana

waktu tunggu terbesar adalah pemasangan baut di area Main Bolster selama 81.5 detik. Hal ini dapat diatasi dengan memindahkan elemen kerja kepada operator lain, dalam hal ini diusulkan dilakukan oleh operator crane karena operator ini mempunyai cukup waktu untuk bekerja pada saat mesin sedang beroperasi.

Memparalelkan elemen kerja

Untuk meminimalisasi waktu tunggu dan waktu yang terbuang maka semua waktu yang tersedia untuk melakukan pekerjaan harus dimanfaatkan dengan baik. Salah satunya ialah dengan melaksanakan suatu operasi kerja selama menunggu operasi kerja yang lain berjalan.

Dari peta kerja terlihat banyaknya waktu persiapan setelah dies terpasang dan siap produksi. Banyak kegiatan yang dilakukan operator pada masa ini, seperti misalnya: Adjust Die heigh, setting conveyor, setting cerobong scrab, setting push botton. Operasi-operasi tersebut sebetulnya bisa diminimalkan atau dilakukan pada saat operasi pergerakan Moving bolster, karena pada waktu tersebut operator cenderung hanya menunggu. Dengan memparalelkan suatu operasi kerja berarti pada satu waktu telah dilaksanakan dua pekerjaan atau lebih, jadi waktu operasi dan waktu tunggu bisa diminimalkan.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat peta kerja setelah perbaikan yang diusulkan, yaitu setelah didakan modifikasi pergerakan moving bolster, menghilangkan elemem kerja, dan memparalelkan elemen kerja.

III ANALISIS

Dari data diatas dapat dikemukakan bahwa dengan diterapkannya metoda SMED dapat menurunkan waktu set-up. Pada bagian yang diberi lingkaran atau diblok dengan warna kuning adalah bagian yang berubah setelah perbaikan. Waktu setup setelah perbaikan menjadi 464,9 detik atau 7,75 menit (dari semula 677,5 detik) atau berkurang selama 212,6 detik atau berkurang sebanyak 31.4%. Dengan kata lain target SMED (Single Minute Exchange of Die) yaitu menjadi satu digit menit dapat tercapai.

Tabel 4 **Peta Kerja Penggantian Dies di Lini 3B2 Setelah Perbaikan**

| No | Working Name | Man | Machine | Walk | Wait | Total | Working Time (seconds) | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|---|------|---------|------|-------|-------|-----------------------------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|--|--|
| | | | | | | | 0 | 60 | 120 | 180 | 240 | 300 | 360 | 420 | 480 | 540 | 600 | 660 | 720 | | | |
| 1 | Persiapan setelah proses selesai | 2.0 | | | | 2.0 | [Bar chart showing 2.0 seconds] | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.1 | Handling pallet finish part, meja part, conveyor, pembersihan scrap | 51.0 | | | | 53.0 | [Bar chart showing 53.0 seconds] | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Pergantian Dies | | | | | | [Bar chart showing 0 seconds] | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.1 | Menurunkan Upper Die | | 7.9 | | | 60.9 | [Bar chart showing 60.9 seconds] | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.2 | Melepas tekanan cushion pin | 3.7 | | 3.0 | | 67.6 | [Bar chart showing 67.6 seconds] | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.3 | Melepas slang angin | 17.0 | | 2.0 | | 86.6 | [Bar chart showing 86.6 seconds] | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.4 | Melepas baut | 21.7 | | 10.0 | | 118.3 | [Bar chart showing 118.3 seconds] | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.5 | Menaikkan Upper slide ke posisi 0 | | 7.9 | | | 126.2 | [Bar chart showing 126.2 seconds] | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.6 | Moving Bolster unclamp | | 7.7 | | | 133.9 | [Bar chart showing 133.9 seconds] | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.7 | Mengubah Switch MB | 5.0 | | | | 138.9 | [Bar chart showing 138.9 seconds] | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.8 | MB out | | | | | 199.1 | [Bar chart showing 199.1 seconds] | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.9 | MB in | | 199.1 | | 199.1 | 338.0 | [Bar chart showing 338.0 seconds] | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.10 | Moving Bolster clamp | | 8.1 | | | 346.1 | [Bar chart showing 346.1 seconds] | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.11 | Mengubah Switch MB & Adjust die's height | 2.0 | 42.7 | | | 390.8 | [Bar chart showing 390.8 seconds] | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.12 | check stroke guide | 5.9 | | | | 396.7 | [Bar chart showing 396.7 seconds] | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.13 | Menurunkan Upper Die ke posisi 180 | | 7.7 | | | 404.4 | [Bar chart showing 404.4 seconds] | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.14 | Memasang Baut | 20.3 | | 10.0 | | 434.7 | [Bar chart showing 434.7 seconds] | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.15 | Pasang slang angin | 21.0 | | 3.0 | | 458.7 | [Bar chart showing 458.7 seconds] | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.16 | Safety check Trial dies 3 x stroke | | 6.2 | | | 464.9 | [Bar chart showing 464.9 seconds] | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Persiapan setelah selesai ganti dies | | | | | | [Bar chart showing 0 seconds] | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.1 | setting meja part | | | | | | [Bar chart showing 0 seconds] | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.2 | setting conveyor | 13.1 | | 3.0 | | | [Bar chart showing 16.1 seconds] | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.3 | setting cerobong scrap | 6.3 | | 1.0 | | | [Bar chart showing 7.3 seconds] | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.4 | setting push button | 8.7 | | 2.0 | | | [Bar chart showing 10.7 seconds] | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.5 | setting material | | | | | | [Bar chart showing 0 seconds] | | | | | | | | | | | | | | | |

IV KESIMPULAN

Dari uraian diatas dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Dengan diterapkannya metoda *SMED*, maka kita dapat memperbaiki proses kerja sehingga kehilangan waktu berproduksi dapat dikurangi.
2. Dengan menggunakan prinsip *SMED* terjadi penurunan waktu setup secara signifikan yaitu dari 677,5 detik (11 menit lebih, dua digit menit) diperkirakan menjadi 464,9 detik (kurang dari 8 menit, satu digit). Hal ini sesuai dengan target *SMED* yaitu menurunkan waktu setup menjadi satu digit (dalam menit).

Referensi:

1. Shigeo Shingo, “*A Revolution in Manufacturing: The SMED System*”, Productivity Press, 1985
2. Jeffrey K. Liker & David Meier, “*The Toyota Way Field Book, A Practical Guide for Implementing Toyota;s 4Ps*”, McGraw-Hill, 2006.
3. R.I. McIntosh, at.al, *Improving Changeover Performance*, Butterworth – Heinemann, Oxford, 2001.