

USULAN PENGURANGAN WAKTU *SETUP* UNTUK PERGANTIAN *DIES* D710149 D01 DI MESIN *PUNCH* T160 DENGAN MENGGUNAKAN METODE *SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIES* DI PT. BETON PERKASA WIJAKSANA

M. Derajat A, dan Yucky Perdana K.
Teknik Industri - Universitas Indonusa Esa Unggul, Jakarta
Teknik Industri - Universitas Indonusa Esa Unggul, Jakarta
Jl. Arjuna Utara Tol Tomang Jakarta, 11510
derajat.amperajaya@indonusa.ac.id

Abstrak

PT. Beton Perkasa Wijaksana merupakan salah satu perusahaan di Indonesia yang memproduksi alat-alat konstruksi untuk gedung-gedung bertingkat, jalan layang, *tower* dan lain-lain. *Muffe* adalah komponen yang paling banyak digunakan untuk salah satu produk unggulan PT. Beton Perkasa Wijaksana yaitu *stacking tower ST 100*. Karena produksi *muffe* cenderung meningkat untuk dipakai pada komponen *stacking tower ST 100*, maka kebutuhan produksi per hari harus ditingkatkan. Pada pengerjaan proses *forming muffe*, pengerjaan proses selalu menggunakan *dies* 710149 D01 untuk proses pembentukan pengerjaan ini dilakukan pada mesin *punch* T 160. Pengerjaan *setup* yang biasa dilakukan untuk memasang dan melepaskan *dies* cenderung terlalu lama yaitu bisa mencapai 2 jam. Sehingga penerapan sistem SMED sangat dibutuhkan untuk mengurangi waktu *setup* dalam setiap pergantian *dies*. Salah satu usulan untuk peningkatan kapasitas produksi *muffe* adalah dengan penerapan SMED sistem di PT. Beton Perkasa Wijaksana khususnya pada *dies* 710149 D01 di mesin *punch* T160 yang dapat memberi tekanan pengurangan waktu *setup* pada pemasangan dan pelepasan *dies*, yang pada waktu sebelum diterapkan SMED *system* adalah 127 menit, dengan jumlah kapasitas produksi *muffe* sebesar 1106 Pcs/hari, sedangkan setelah dilakukan penerapan SMED *system* waktu *setup* dapat berkurang menjadi 78 menit. Dengan kapasitas produksi sebesar 1256 Pcs/hari, sehingga penambahan jumlah produksi *muffe* perhari bertambah sebesar 150 Pcs/hari.

Kata Kunci: *SMED, IED, OED*

Pendahuluan

Pada perusahaan manufaktur, prioritas utama yang harus diperhatikan adalah, apakah produk yang dihasilkan mampu memenuhi kebutuhan konsumen atau belum, baik dalam hal spesifikasi produk ataupun ketepatan produk itu selesai. Dan untuk mencapai tujuan tersebut dibutuhkan perencanaan dan pengembangan dalam hal produksi.

Dari beberapa usaha perusahaan untuk bisa memenuhi kebutuhan konsumennya sesuai dengan waktunya memunculkan ilmu – ilmu baru tersebut misalnya dalam sistem manufaktur ramping (*Lean Manufacturing*), sistem produksi tepat waktu atau yang lebih dikenal dengan nama JIT (*Just in time*) yang mampu meningkatkan efisiensi waktu serta menambah profitabilitas dalam dunia usaha pada masa sekarang ini.

PT Beton Perkasa Wijaksana mempunyai banyak lini produksi yang memerlukan waktu

persiapan. Disetiap mesin selalu diperlukan *setup* mesin sebelum mesin tersebut berproduksi, dalam pengerjaan waktu *setup* dibutuhkan waktu yang cukup lama, sehingga terjadi berbagai keterlambatan akibat permasalahan tersebut maka akan sangat perlu dilakukan pengurangan waktu *setup* disuatu mesin.

Metode yang tepat untuk mengurangi waktu *setup* adalah metode SMED. Metode SMED adalah kepanjangan dari *Single Minute Exchange of Dies*. Ini merupakan teori untuk merubah waktu *setup* sampai dengan dibawah waktu *setup* yang biasa dilakukan.

Pada pengerjaan proses *forming muffe*, pengerjaan proses selalu menggunakan *dies* 710149 D01 untuk proses pembentukan pengerjaan ini dilakukan pada mesin *punch* T 160. Pengerjaan *setup* yang biasa dilakukan untuk memasang dan melepaskan *dies* cenderung terlalu lama yaitu bisa mencapai 2 jam. Sehingga penerapan sistem SMED

sangat dibutuhkan untuk mengurangi waktu *setup* dalam setiap pergantian *dies*.

Muffe adalah komponen yang banyak digunakan untuk produk PT. Beton Perkasa Wijaksana yaitu *stacking tower ST 100*, alat yang biasa digunakan untuk pemasangan kerangka pada saat akan dilakukan pengecoran pada konstruksi gedung bertingkat, dan jalan layang. Karena produksi *muffe* cenderung meningkat untuk dipakai pada komponen *stacking tower ST 100*, maka kebutuhan produksi per hari harus ditingkatkan. Melalui sistem SMED ini jumlah produksi *muffe* bisa ditingkatkan dengan mengurangi waktu *setup* sehingga waktu produksi tidak terbuang oleh pengerjaan *setup* yang terlalu lama dimesin *punch T160*.

Perumusan Masalah

Persiapan suatu kerja sangat diperlukan untuk memperoleh atau untuk mencapai target produksi yang harus dicapai, dalam hal ini waktu *setup* suatu mesin sangat berpengaruh terhadap penyelesaian suatu pekerjaan.

Untuk memperbaiki kondisi yang demikian, penulis mencoba mencari solusi dengan merumuskan masalah seperti yang tertera di bawah ini :

1. Menemukan suatu cara persiapan *setup* suatu mesin yang baik.
2. Meminimasi waktu *setup* untuk pergantian *dies* di suatu mesin, sehingga dapat meningkatkan kapasitas produksi.

Batasan Masalah

Pada penelitian ini permasalahan yang ada tidak akan dibahas keluar dari batasan-batasan yang sudah ditentukan. Adapun batasan-batasan dari pembahasan permasalahan adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya dilakukan terhadap mesin *Punch T 160* dan *dies 710149 D01*.
2. Tidak melakukan pembahasan mengenai mutu produk yang diproduksi pada mesin tersebut, karena sudah dianggap memenuhi syarat-syarat yang ditetapkan PT. Beton Perkasa Wijaksana.
3. Tidak melakukan pembahasan masalah-masalah lain, seperti nilai penurunannya dari segi ekonomi akibat penerapan hasil penelitian yang diperoleh.
4. Spesifikasi dari mesin tidak akan dibahas.
5. Tidak membahas pengendalian kualitas terhadap hasil produk secara rinci dan detail.

6. Spesifikasi dari *dies 710149 D01* tidak akan dibahas secara lengkap.
7. Tingkat keterampilan operator telah dianggap baik.
8. Bahan-bahan dan perlengkapan-perengkapan yang digunakan ditempat kerja sudah dianggap baku dan tidak berubah-ubah.
9. Metode kerja yang saat ini diterapkan oleh PT Beton Perkasa Wijaksana untuk dipergunakan oleh operator dan karyawan dalam melakukan proses produksi produknya dianggap telah baku.
10. Periode pengambilan data dan penelitian dilakukan pada bulan april-juli 2007.
11. Penggunaan metode hanya pada penerapan SMED sistem dengan reduksi 30, 40, 50 %.
12. Jumlah kapasitas produksi dan tingkat kecacatan *muffe* hanya berdasarkan prediksi (perkiraan).
13. Tidak membahas mengenai penetapan biaya yang dikeluarkan yang diakibatkan adanya penambahan alat-alat bantu untuk improvisasi.

Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penetapan elemen-elemen kerja pada pemasangan dan pelepasan *dies*.
2. Pengukuran waktu pada setiap elemen-elemen kerja untuk mengetahui seberapa lama waktu yang akan dibutuhkan untuk pergantian *dies*.
3. Hasil dari pengukuran waktu diharapkan dapat menentukan waktu baku yang dipakai untuk analisa dan pembahasan SMED.
4. Mengubah elemen-elemen kerja *Internal setup* menjadi *External setup* sebanyak mungkin.
5. Mereduksi waktu *setup* untuk mencapai 30, 40, dan 50 %
6. Menganalisa pengaruh dari SMED *system* terhadap waktu setup pada waktu pergantian *dies*, jumlah produksi dan cacat yang dihasilkan.

Tinjauan Teori

SMED (*Single Minute Exchange of Dies*)

Shigeo Shingo, A Revolution in Manufacturing The SMED System, Productivity Press, (1985) menyatakan bahwa SMED *System* merupakan suatu metode yang sangat simpel namun kuat sehingga dapat membantu seseorang mengerjakan pekerjaannya. Tujuan utama dari SMED *System* adalah untuk merubah waktu setup menjadi dibawah 10 menit atau waktu operasi setup berada pada satu digit menit. Meskipun kelihatan

tidak mungkin, pengurangan waktu setup yang sangat dramatis pun dapat dilakukan

Waktu setup dibagi menjadi 2 jenis yaitu:

- a. *Internal setup* (IED atau *Inside Exchange Dies*) yang hanya dapat dilakukan apabila mesin dalam keadaan mati.
- b. *External setup* (OED atau *Outside Exchange Dies*) yang dapat dilakukan apabila mesin dalam keadaan hidup / digunakan.

Contohnya:

- Dalam pemasangan *dies* kemesin press hanya dapat dilakukan pada saat mesin mati
- Dalam pemasangan baut *dies* kemesin press hanya dapat dilakukan pada saat mesin dihidupkan.

Beberapa yang harus di pahami dalam melaksanakan SMED:

- a. Struktur produksi
Dengan memahami struktur produksi kita dapat mengetahui aliran raw material hingga menjadi barang jadi.

Struktur produksi dibagi menjadi 4:

- *Processing*: perakitan, proses produksi dll
- *Inspection*: perbandingan dengan standar yang ada
- *Transportation*: pergantian lokasi
- *Storage*: penyimpanan barang seperti raw material, barang setengah jadi, *waiting for product, waiting for lots*.

- b. Analisa waktu setup operasi dimasa lalu

Dalam menganalisa waktu setup operasi dimasa lalu kita dapat memahami elemen-elemen yang ada didalamnya. analisa waktu setup dapat mengetahui letak permasalahan sehingga dapat dicari strategi penyelesaiannya. Namun sebelum mendapatkan strategi penyelesaian harus mempertimbangkan 2 hal berikut ini memecahkan masalah yaitu:

- Mengurangi elemen kerja yang tidak penting dan yang mungkin untuk dilaksanakan
- Membuat elemen-elemen kerja menjadi lebih simple sehingga dapat meningkatkan irama bekerja

Dalam operasi manufaktur yang sederhana pergantian waktu setup yang efisien berhubungan dengan 2 hal yaitu :

- Pengetahuan operator akan mesin, peralatan *dies, jig, blade*, fungsi pemesinan, dll
- *Skill* dalam meningkatkan dan melepaskan item dan juga dalam pengukuran, *centering*,

pengaturan dan calibrasi setelah pelaksanaan trial.

Strategi untuk mengoptimalkan lot yang besar adalah sebagai berikut:

- Tingkatan lot size untuk mereduksi *man-hours*.
- Tingkatan waktu setup meningkatkan rata-rata produksi dan kapasitas produksi.

Keuntungan Program SMED:

- A Mengurangi persediaan
- B. Mengurangi waktu untuk menunggu produk (*reduce lead time*) yang diakibatkan oleh :
 - Berkurangnya *blocked time*, yaitu waktu yang dialami oleh suatu barang karena tidak dapat diproses sebelum mesin selesai disetup.
 - Berkurangnya waktu tunggu (*waiting time*), yaitu waktu yang dialami oleh suatu barang karena harus menunggu seluruh lot produksi setelah diproses sebelum dipindahkan ke mesin berikutnya.
- C. Menghilangkan operasi yang tidak diperlukan.
- D. Meningkatkan kapasitas pabrik.
- E. Meningkatkan fleksibilitas pabrik.
- F. Meningkatkan kualitas.
- G. Meningkatkan aliran uang melalui pengurangan persediaan.
- H. Proses pengiriman yang cepat.
- I. Pengeluaran biaya yang lebih rendah.
- J. Meningkatkan produktivitas.

Proses *SMED* mengurangi waktu setup sebanyak 30-50%. Berikut merupakan urutan-urutan dalam mengimplementasikan *SMED System*:

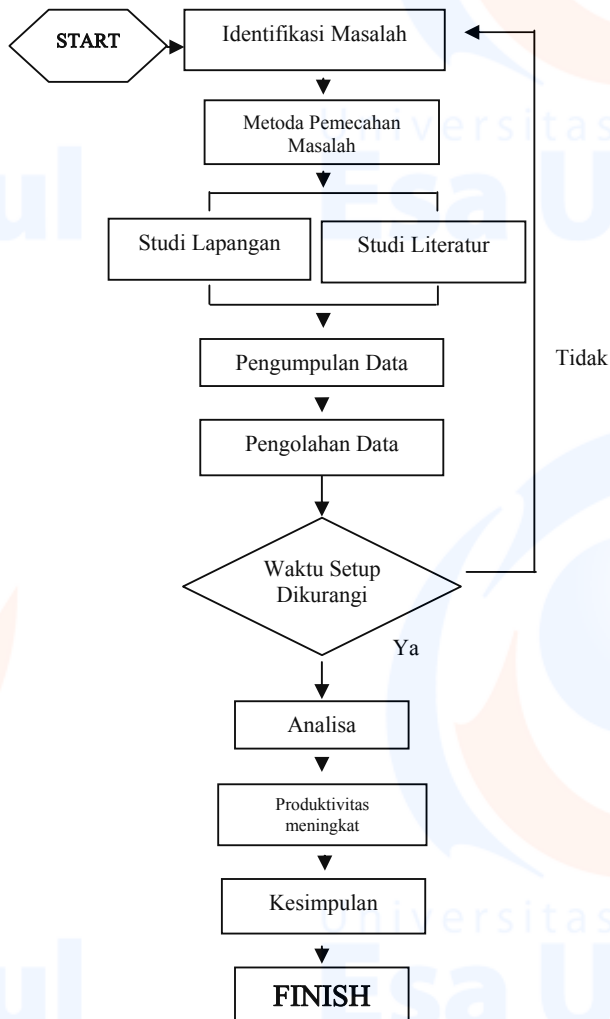
- A. Tahap Persiapan Pengukuran
- B. Tahap Pertama Memisahkan aktivitas '*External*' dan '*Internal*'
- C. Tahap Kedua Mengubah aktivitas '*Internal*' ke '*External*'
- D Tahap Ketiga. Mengurangi waktu untuk menjalankan tugas *Internal Setup*.

Metode Penelitian

Objek Penelitian

Penelitian Dilakukan di PT. Beton Perkasa Wijaksana yang merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang produksi barang-barang dan alat-alat perlengkapan konstruksi untuk berbagai macam konstruksi gedung bertingkat, jalan layang dan lain-lain.

Adapun untuk melihat diagram metode pemecahan masalah dapat dilihat pada gambar Diagram metode pemecahan masalah dibawah ini



Gambar 1
Diagram Metode Pemecahan Masalah

Penjelasan Diagram Metode Pemecahan Masalah

Agar mendapatkan pemecahan masalah yang terarah sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan di dalam proses penelitian, maka penulis melakukan beberapa tahapan atau langkah penelitian pendahuluan hingga terciptanya kesimpulan dari hasil analisis yang dilakukan. Tahapan-tahapan tersebut akan penulis jabarkan seperti di bawah ini.

1. Penelitian pendahuluan dengan menguraikan Perumusan dan Tujuan masalah.

2. Studi Pendahuluan:
Dalam Studi Pendahuluan dijabarkan bagaimana proses penelitian dilakukan. Bagaimana sebuah informasi yang berupa data di peroleh. Teknik perolehan data ini yang nantinya dapat menjelaskan sifat data yang kita peroleh
Studi pendahuluan meliputi:

- a. Mengamati yang diperlukan untuk menggambarkan keadaan sistem kerja yang ada di PT. Beton Perkasa Wijaksana.
- b. Mengamati input-input yang ada dan penting dalam perancangan sistem kerja di PT. Beton Perkasa Wijaksana.

3. Metode Pengumpulan Data:

- 1) Metode penelitian lapangan (*Field Research*)

Pengumpulan data dengan cara mengadakan peninjauan langsung terhadap objek penelitian. Adapun dalam pelaksanaannya dilakukan dengan:

- (a) Wawancara (*Interview*)
Yaitu dengan mengadakan wawancara dengan pihak - pihak yang bersangkutan.
- (b) Pengamatan (*Observasi*)
Yaitu dengan mengamati secara langsung terhadap objek yang diselidiki agar data yang diperlukan dapat dilengkapi.

- 2) Riset kepustakaan (*Library Research*)

Pengumpulan data yang dilakukan dengan membaca literatur yang ada kaitannya dengan SMED.

4. Pengolahan Data:

Dari data hasil pengamatan dan pengumpulan kemudian melakukan pengolahan dengan menggunakan Metode SMED (*Single Minute Exchange Dies*)

5. Analisa Data.

Analisa data ini diperoleh hasil dari pengolahan data dimana akan ditarik suatu analisa dengan melihat hasil perhitungan

6. Kesimpulan.

Setelah melalui seluruh tahap-tahap penelitian, terakhir dapat ditarik suatu kesimpulan.

Pengolahan data dan Analisa Proses Produksi

Bahan baku yang digunakan dalam proses produksi pembuatan *Muffe* adalah SST 100-07, yang berupa pipa baja bulat berdiameter RO Ø 60 dengan ketebalan 2 mm.

Biasanya PT. BETON PERKASA WIJAKSANA mendatangkan impor bahan baku dari luar negeri yaitu dari Singapura dan Spanyol karena adanya perbedaan klasifikasi antara produk lokal dan luar.

Karena produk PT BETON PERKASA WIJAKSANA berkaitan langsung dalam konstruksi bangunan atau keselamatan manusia maka dalam proses pemilihan bahan baku pun harus diperhatikan dari kualitas bahan tersebut, sehingga dilakukan uji tarik dengan CMPFA (*Center for Materials Processing and Failure Analysis*) pada kekuatan bahan untuk memenuhi standar keamanan yang digunakan PT BETON PERKASA WIJAKSANA.

Biasanya untuk melakukan pengujian bahan biasanya PT BETON PERKASA WIJAKSANA mengadakan kerjasama dengan laboratorium Metalurgi Universitas Indonesia dan dengan izin dari Departemen Metalurgi dan Material.

tekan 160 ton, proses ini menggunakan cetakan *dies* seri 710149 D01 untuk proses pembentukan *muffe*, pada proses ini *muffe* dibentuk menjadi panjang 135 ± 1 mm yaitu panjang 135 mm dengan toleransi sebesar 1mm, diameter atas *muffe* $\varnothing 65 \pm 1,5$ mm dan diameter leher bawah *muffe* $\varnothing 50, 5 \pm 0,5$ mm. Pada proses pembentukan *muffe* dikerjakan selama 0,32 menit/Pcs. Setelah dilakukan proses pembentukan kemudian *muffe* diperiksa untuk mengetahui ada atau tidaknya cacat pada *muffe*, pemeriksaan dilakukan secara acak.



Proses *Muffe*

1. Proses Potong

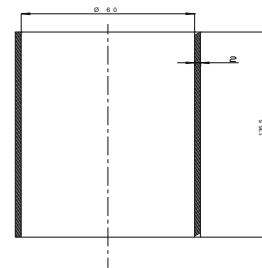
Pada awal Proses *Muffe* dilakukan dengan pemotongan pipa baja bulat RO 60 x 2 x 6000 yaitu $\varnothing 60$ tebal 2 mm dan panjang 6000 mm dengan bahan baku SST 100-07, proses ini dilakukan dengan mesin potong *circular saw* untuk dilakukan pemotongan pada pipa baja bulat agar panjang pipa baja menjadi 135,5 mm. Pada proses ini lama pengerjaan yaitu 0,69 menit setiap pemotongan, setelah dilakukan proses pemotongan kemudian dilakukan pemeriksaan agar pada hasil proses pemotongan didapatkan hasil pemotongan panjang pipa baja 135,5 mm.

2. Proses *Bevel*

Setelah dilakukan proses pemotongan kemudian dilanjutkan pada proses *bevel* pipa yaitu penghalusan pada hasil ujung pipa setelah dilakukan proses pemotongan agar pada ujung pipa tidak memiliki kekasaran, *pembevelan* dilakukan menggunakan mesin *bubut* dengan lama proses 0,96 menit/Pcs dengan ukuran $0,6 \times 45^\circ$ yaitu 0,6 mm panjang yang akan dibevel dan 45° kemiringan sudut potong pada *muffe*, setelah dilakukan proses *bevel* pada *muffe* kemudian dilakukan pemeriksaan secara visual untuk melihat adanya proses kecacatan pada *muffe*.

3. Proses *Forming*

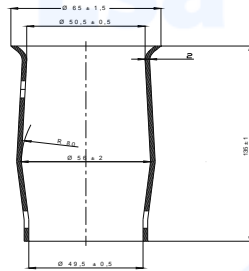
Proses *Forming* ialah proses pembentukan *muffe* dimana proses tersebut menggunakan mesin *punch* T 160 yang mempunyai daya



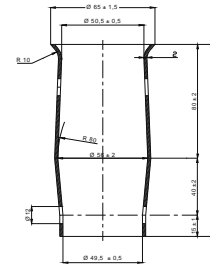
Gambar 2
Proses potong *Muffe* dengan Mesin *Circular Saw*



Gambar 3
Proses *bevel* dengan Mesin *bubut*



Gambar 4
Proses *Forming* dengan Mesin *Punch* T 160



Gambar 5
Proses *Pierching* dengan Mesin *Punch* T 63

4. Proses *Pierching*

Proses *Pierching* dilakukan setelah proses *forming* pada saat *muffe* diselesaikan, proses *pierching* atau pelubangan dilakukan dengan menggunakan mesin *punch* T 63 yang memiliki daya tekan 60 ton dengan cetakan *dies* seri 710149 D02. Proses pelubangan dilakukan untuk melubangi leher bawah *muffe*, diameter lubang pada *muffe* yang akan dilubangi adalah $\varnothing 12$ mm, lama proses pelubangan adalah 0,28 menit/Pcs. Setelah dilakukan proses pelubangan kemudian dilakukan pemeriksaan secara visual untuk melihat kecacatan dari hasil proses pelubangan.



5. Proses *Leveling Muffe*

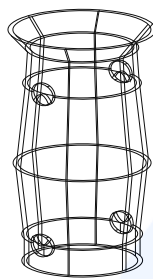
Pada proses ini dilakukan *bubut* rampas *muffe* yaitu untuk meratakan tinggi *muffe* yang disebabkan oleh tekanan mesin *punch* pada proses sebelumnya. Setelah dilakukan proses *leveling* dengan menggunakan mesin *milling*, maka *muffe* memiliki panjang 135 ± 1 mm yaitu toleransi 1 mm yang sebelumnya *muffe* memiliki panjang 135 ± 5 mm pada proses pengerjaan *leveling* lama waktu pengerjaan adalah 0,47 menit/Pcs. Setelah dilakukan proses *leveling* pada *muffe* kemudian dilakukan kembali pemeriksaan pada *muffe* secara acak untuk mengetahui toleransi pada *muffe* sudah 1 mm pengujian dilakukan dengan media alat jangka sorong.

Gambar 6
Proses *leveling* dengan Mesin *Milling*

6. Proses *Bevel Hole*

Proses *bevel hole* pada *muffe* adalah untuk melubangi *muffe* dengan diameter $\varnothing 12$ mm proses ini tidak dikerjakan sekaligus pada mesin *punch* tetapi dikerjakan dengan menggunakan mesin *milling* karena bila kedua lubang dikerjakan pada mesin *punch* maka akan terjadi pecahnya *muffe* akibat tekanan yang terlalu sering dilakukan. Pada proses ini lama pengerjaan adalah 0,31 menit/Pcs. Setelah dilakukan pelubangan pada *muffe* kemudian dilakukan uji pemeriksaan dengan melakukan pemeriksaan acak untuk mengetahui ada atau

tidaknya cacat pada *muffe* setelah dilakukan proses pelubangan dengan mesin *milling*.



Gambar 7
Muffe

Data Kebutuhan Material

Adapun jumlah data untuk kebutuhan material dan bahan SST 100-07 pada proses *muffe* sendiri untuk periode bulan april-mei tercantum dibawah ini.

Sedangkan untuk kebutuhan material bulan april-mei untuk *muffe* :
Kebutuhan material

$$= \frac{\text{jumlah produksi}}{\text{Jumlah pcs}} \times \text{berat material / sheet}$$

$$= \frac{26544 \text{ Pcs}}{1 \text{ Pcs}} \times 0.4 \text{ kg}$$

$$= 10618 \text{ Kg}$$

Sedangkan untuk jumlah biaya yang harus dikeluarkan untuk material dan bahan SST 100-07 pada proses produksi *muffe* adalah sebagai berikut.

Biaya yang harus dikeluarkan untuk material *muffe* adalah sebagai berikut :
Biaya / tahun =

$$\text{Kebutuhan material} \times \text{harga material / Kg}$$

$$= 10618 \text{ Kg} \times 8540 \text{ /Kg}$$

$$= \text{Rp. } 90.677.720$$

Pada proses produksi *forming muffe* di mesin *punch* T 160 dengan penggunaan *dies* seri 710149 D01 sering terjadi kecacatan. Adapun data cacat yang diperoleh pada proses *forming muffe* di mesin *punch* T 160 dengan penggunaan seri *dies* 710149 D01 adalah sebagai berikut :

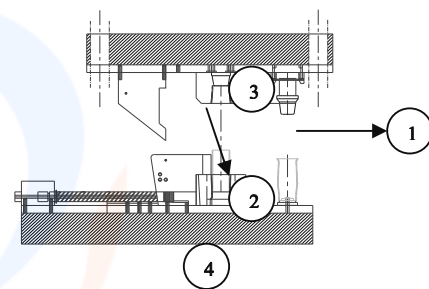
- *Muffe* pecah pada bagian Ø 65 m = 503/Pcs
- *Muffe* pecah jarak 15 mm = 60/Pcs
- *Muffe* pecah jarak 30 mm = 88/Pcs
- *Muffe* penyok permukaan = 45/Pcs

Total keseluruhan cacat pada proses *forming muffe* di mesin *punch* T 160 yang di akibatkan pada penggunaan *dies* seri 710149 D01 adalah 696/Pcs.

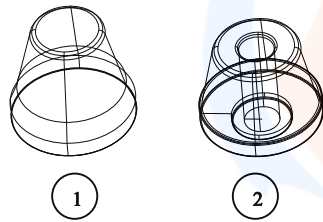
Dies 710149 D01

Pada proses produksi pembentukan (*forming*) *muffe* dengan menggunakan seri *dies* 710149D01, digunakan dua mata *dies* proses tahap pertama *muffe* diletakan dimata *dies* untuk membentuk diameter bawah *muffe* Ø 49,5 ± 0,5 kemudian setelah hasil pengerjaan proses diameter bawah *muffe* terbentuk maka proses dilanjutkan ke tahap ke dua, yaitu untuk membentuk diameter atas *muffe* sebesar Ø 65 ± 1,5 dan diameter tengah sebesar Ø 50,5 ± 0,5. Jadi pada proses produksi *forming muffe* dilakukan dengan pengerjaan satu kali mesin *punch* T160 melakukan penekanan terjadi dua kali proses *forming*.

Adapun Gambar ilustrasi *dies* dan mata *dies* seri 710149 D01 tergambar dibawah ini :



Gambar 8
ilustrasi *dies* seri 710149 D01



Gambar 9
ilustrasi mata dies seri 710149 D01

Keterangan ilustrasi dies seri 710149 D01 :

1. Mata dies 1.
2. Mata dies 2.
3. Dies A (atas).
4. Dies B (bawah).

Data Elemen-Elemen Kerja Pemasangan Dan Pelepasan Dies Seri 710149 D01 Dari Mesin Punch T 160.

Pengambilan data pada proses waktu pengukuran setup hanya dilakukan pada dies seri 710149 D01 di mesin punch T 160 yaitu pada saat proses pelepasan dan pemasangan dies seri 710149 D01.

A. Berikut ini merupakan penjelasan mengenai elemen-elemen kerja pada saat proses pemasangan dies seri 710149 D01 di mesin punch T 160.

1. Menyiapkan alat bantu setup.

Menyiapkan alat-alat bantu untuk proses pemasangan dies seri 710149 D01 pada mesin punch T 160 yaitu kunci 1 set, kuas, dan lap.



Gambar 10
Alat bantu setup

2. Memindahkan 1 unit dies dari rak dies ke forklift truck

Operator terlebih dahulu memberitahukan kepada driver forklift truck untuk mengambil 1 unit dies 710149 D01 dari rak dies untuk membawanya ke mesin punch T 160 dilantai produksi, kemudian driver forklift truck menaikan fork untuk mensejajarkannya terhadap rak dies agar ketinggian fork sama dengan rak tempat penyimpanan dies seri 710149 D01 kemudian memindahkan 1 unit dies ke fork.



Gambar 11
Memindahkan 1 unit dies dengan dari rak dies ke forklift truck

3. Membersihkan meja mesin punch T 160.

Operator membersihkan meja mesin punch T 160, dikarenakan banyaknya scrap-scrup akibat dari pengerjaan proses sebelumnya, pengerjaan dilakukan dengan menggunakan kuas dan lap.



Gambar 12
Membersihkan meja mesin

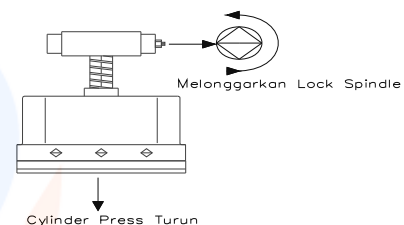
4. Membawa 1 unit dies dengan *forklift truck*.
Driver *forklift truck* membawa 1 unit *dies* seri 710149 D01 menuju ruangan produksi yaitu pada mesin *punch* T 160.
5. Memindahkan 1 unit *dies* dari *forklift truck* ke meja mesin *punch* T 160
Driver *forklift truck* menaikan *fork* untuk mensejajarkannya pada mesin *punch* T 160 sehingga 1 unit *dies* dapat diletakan di meja mesin.
6. Melonggarkan *lock spindle* dengan kunci 24 dan menurunkan *cylinder press*.

Operator memasang terlebih dahulu *dies* A (atas), proses pemasangan dilakukan dengan terlebih dahulu melonggarkan *lock spindle* dengan menggunakan kunci 24 agar *cylinder press* pada mesin *punch* T 160 dapat turun kebawah. Penurunan *cylinder press* pada mesin *punch* T 160 dilakukan agar memudahkan seorang operator memasang *dies* A pada mesin *punch* T 160, penurunan *cylinder press* dilakukan agar *dies* A tidak jatuh kebawah karena dilihat dari berat *dies* A sendiri mencapai ± 30 kg.

Tabel 1

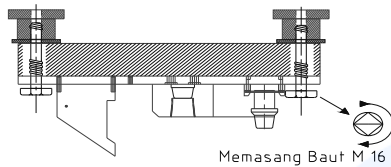
Data-data waktu baku pengukuran pemasangan *dies* 710149 D01

No	Elemen Kerja	Waktu Baku
1	Menyiapkan alat bantu setup	354.18
2	Memindahkan 1 unit dies dari rak dies ke <i>forklift truck</i>	141.06
3	Membersihkan meja mesin <i>punch</i> T 160	350.85
4	Membawa 1 unit dies dengan <i>forklift truck</i>	711.6
5	Memindahkan 1 unit dies dari <i>forklift truck</i> ke meja mesin <i>punch</i> T 160	135.51
6	Melonggarkan <i>lock spindle</i> dengan kunci 24 dan menurunkan <i>cylinder press</i>	117.75
7	Memasang baut M 16 dengan kunci 27 di dies A	325.32
8	Mengencangkan <i>lock spindle</i> dengan kunci 24 dan menaikan <i>cylinder press</i>	133.29
9	Memasang baut dan klem dengan kunci 27 pada dies B	337.53
10	Mempresisikan dies A dan dies B	2054.41
11	Melakukan uji coba	407.46
Total detik		5068.96
Total menit		84.48266667



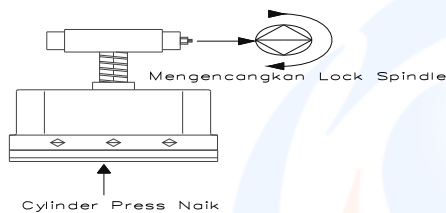
Gambar 13
Melonggarkan *lock spindle* dan menurunkan *cylinder press*

7. Memasang baut M 16 dengan kunci 27 di *dies* A. Kemudian operator memasangkan 4 buah baut M 16 dengan menggunakan kunci 27 secara satu-persatu dan mengencangkannya.
- 8.



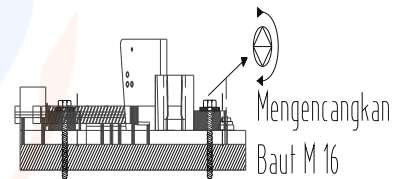
Gambar 14
Memasang baut M 16 pada *dies* A

9. Mengencangkan *lock spindle* dengan kunci 24 dan menaikkan *cylinder press*. Setelah baut M 16 terpasang pada *dies* A kemudian operator mengencangkan *lock spindle* dengan menggunakan kunci 24 pada mesin *punch* T 160 agar *cylinder press* naik terangkat.



Gambar 15
Mengencangkan *lock spindle* dan menaikkan *cylinder press*

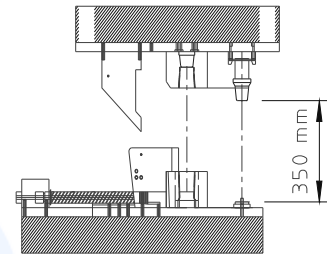
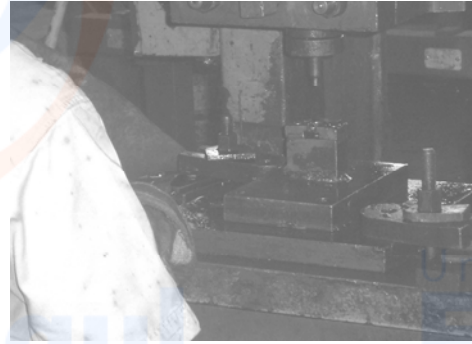
10. Memasang baut dan klem dengan kunci 27 pada *dies* B
Kemudian dilanjutkan dengan memasang *dies* B (bawah) pada mesin *punch* T 160, operator memasangkan klem dan baut pada *dies* B untuk mengikat antara *dies* B dan meja mesin, klem dipasangkan di *dies* B minimal 4 buah kemudian operator mengencangkan dengan menggunakan kunci 27.



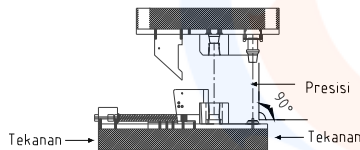
Gambar 16
Mengencangkan Baut M 16 pada *dies* B

11. Mengatur posisi *dies* A dan *dies* B.
Setelah *dies* A dan *dies* B terpasang selanjutnya dilakukan pengaturan kedudukan *dies* agar sejajar antara *dies* A dan *dies* B, pengaturan dilakukan dengan mensejajarkan sudut mata *dies* hingga membentuk sudut 90° . Pengaturan mensejajarkan *dies* A dan *dies* B dilakukan dengan operator terlebih dahulu melonggarkan baut dan klem yang ada pada *dies* B, biasanya seorang operator mensejajarkan posisi *dies* B dengan menggeserkan *dies* B agar center terhadap *dies* A, proses penggeseran posisi *dies* dilakukan dengan menggunakan alat bantu yaitu palu, penggeseran dilakukan dengan memukulkan secara perlahan terhadap *dies* B agar posisi antara *dies* A dan *dies* B sejajar sehingga membentuk sudut 90° lalu

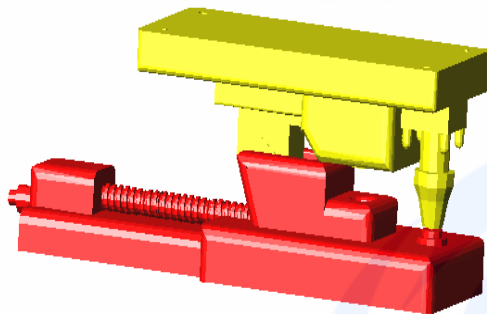
operator mengencangkan kembali baut dan klem yang ada pada *dies* B dengan menggunakan kunci 27. Setelah posisi *dies* sesuai kemudian dilanjutkan dengan mengatur ketinggian *dies* A terhadap *dies* B, pengaturan ketinggian *dies* A dilakukan dengan mengatur *lock spindle* agar cylinder press yang membawa *dies* A mempunyai ketinggian sebesar 350 mm antara *dies* B, ketinggian *dies* A terhadap *dies* B tidak boleh lebih atau kurang dari 350 mm agar hasil proses *forming* pada pipa menjadi baik.



Gambar 19
Mengatur ketinggian *dies* A dan B



Gambar 17
Mengatur posisi *dies* 710149 D01



Gambar 18
Dies 710149D01

12. Melakukan uji coba pada proses *forming* pipa

Setelah 1 unit *dies* seri 710149 D01 terpasang dimesin *punch* T 160, terlebih dahulu operator melakukan uji coba pada pipa di mesin *punch* T 160, untuk proses *forming* pada pipa hingga menjadi *muffe*. Bila hasil *forming* terlihat baik tidak ada kecacatan pada *muffe*, maka *dies* seri 710149D01 pada mesin *punch* T 160 sudah siap dipergunakan.



Gambar 20
Melakukan uji coba pada proses *forming* pipa

Berikut ini merupakan penjelasan mengenai elemen-elemen kerja pada saat proses Pelepasan dies seri 710149 D01 di mesin punch T 160.

1. Menyiapkan alat bantu setup.

Operator menyiapkan alat-alat bantu untuk proses pelepasan dies seri 710149 D01 pada mesin punch T 160 dengan menyiapkan 1 set kunci, kuas, dan lap.

2. Membersihkan meja mesin dan 1 unit dies.

Operator membersihkan dies A, dies B dan meja mesin punch T 160 dengan menggunakan kuas dan lap.



Gambar 21
Menyiapkan alat bantu setup

Tabel 2
Data-data waktu baku pengukuran pelepasan dies 710149 D01

No	Elemen Kerja	Waktu Baku
1	Menyiapkan alat bantu	346.41
2	Membersihkan meja mesin dan dies	407.46
3	Melonggarkan <i>lock spindle</i> dengan kunci 24 dan menurunkan <i>cylinder press</i>	113.31
4	Melepaskan baut M 16 pada dies A dengan kunci 27	283.14
5	Mengencangkan <i>lock spindle</i> dengan kunci 24 dan menaikan <i>cylinder press</i>	129.96
6	Melepaskan baut dan klem pada dies B dengan kunci 27	330.87
7	Memindahkan 1 unit dies dari meja mesin ke <i>forklift truck</i>	138.84
8	Membawa 1 unit dies dengan forklift menuju rak	711.16
9	Memindahkan 1 unit dies dari <i>forklift truck</i> ke rak	133.29
	Total detik	2594.44
	Total menit	43.2406

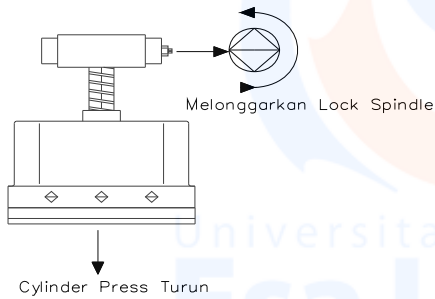


Gambar 22
Membersihkan meja mesin dan 1 unit dies

3. Melonggarkan *lock spindle* dengan kunci 24 dan menurunkan *cylinder press*

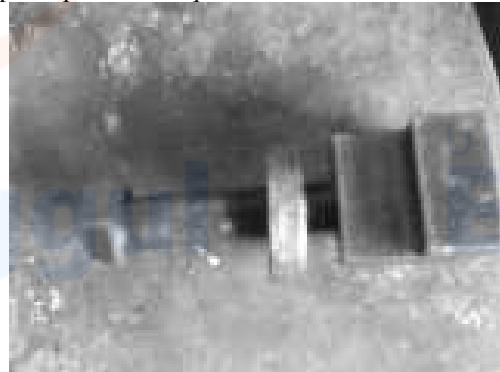
Setelah dilakukan pembersihan operator kemudian melonggarkan *lock spindle* dengan menggunakan kunci 24 untuk menurunkan *cylinder press* agar dies A dapat turun kebawah dan menjadi satu dengan dies B.



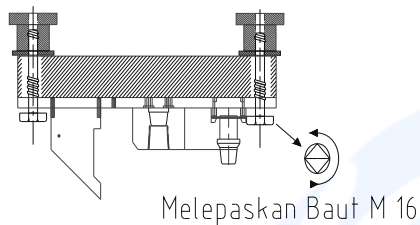


Gambar 23
Melonggarkan *lock spindle* dan menurunkan *cylinder press*

Operator mengencangkan *lock spindle* dengan kunci 24 dan menaikkan kembali *cylinder press*, sehingga dies A terlepas dari *cylinder press* pada mesin *punch* T 160.

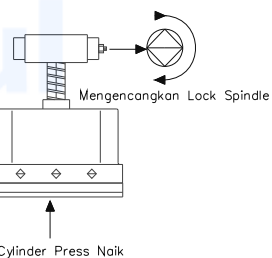


- Melepaskan baut M 16 pada *dies* A dengan kunci 27.
Lalu operator mulai melepaskan ke 4 buah baut M 16 yang ada pada *dies* A dengan kunci 27.



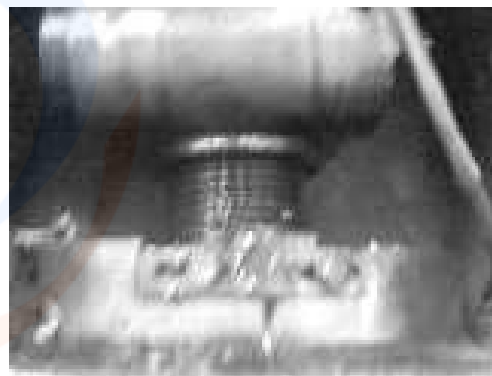
Gambar 24
Operator melepaskan baut M16 pada *dies* A

- Mengencangkan *lock spindle* dengan kunci 24 dan menaikkan *cylinder press*.

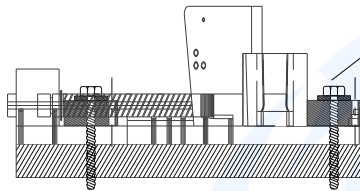


Gambar 26
Menaikan *cylinder press*

Gambar 25
Baut M 16 setelah dilepaskan dari *dies* A

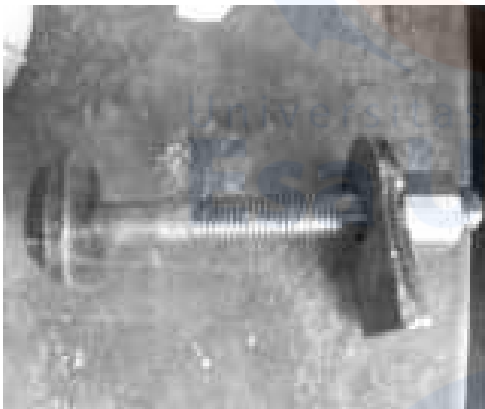


- Melepaskan baut dan klem pada *dies* B dengan kunci 24.
Kemudian dilanjutkan dengan melepaskan ke 4 klem dan baut yang mengunci antara *dies* B dan meja mesin *punch* T 160, pelepasan klem dan baut dilakukan satu persatu dengan menggunakan kunci 27.



Gambar 27

Melepaskan baut dan klem pada dies B



Gambar 28

Baut M 16 dan klem pada dies B yang telah dilepaskan

7. Memindahkan 1 unit *dies* dari meja mesin ke *forklift truck*
Operator terlebih dahulu memberitahukan kepada *driver forklift truck* untuk memindahkan 1 unit *dies* dari meja mesin *punch T 160* ke rak *dies (storage dies area)*,

kemudian *driver forklift truck* menaikkan *fork* dan mensejajarkannya dengan meja mesin *punch T 160* sehingga 1 unit *dies* dapat dibawa *forklift truck*.

8. Membawa 1 unit *dies* dengan *forklift truck*
Kemudian *driver forklift truck* membawa 1 unit *dies* seri 710149 D01 menuju rak tempat penyimpanan *dies (storage dies area)*.
9. Membawa 1 unit *dies* dengan *forklift truck* menuju rak *dies*
Driver forklift truck menurunkan *fork* untuk mensejajarkan posisi *fork* terhadap rak *dies* sehingga 1 unit *dies* seri 710149 D01 dapat diletakkan dirak *dies*.



Gambar 29

Rak penyimpanan *dies*

Analisa Data

Penguraian elemen-elemen kerja

Dalam tahap ini pada proses pemasangan dan pelepasan dies 710149 D01 dilakukan pemisahan-pemisahan elemen kerja, agar didapat tiap proses pemasangan dan pelepasan dies itu sendiri. Kemudian diuraikan secara satu persatu bagaimana penggunaan alat bantu setup dies, transportasi dies, dan proses setup dies.

A. Elemen kerja pemasangan.

1. Menyiapkan alat bantu setup
2. Memindahkan 1 unit dies dari rak dies ke *forklift truck*.
3. Membersihkan meja mesin *punch T 160*.
4. Membawa 1 unit dies dengan *forklift truck* dari rak dies (*tool shop*) menuju ruangan produksi (*punch T 160*).
5. Memindahkan 1 unit dies dari *forklift truck* ke meja mesin *punch T 160*.
6. Melonggarkan *lock spindle* dengan kunci 24 dan menurunkan *cylinder press*.

7. Memasang baut M 16 dengan kunci 27 di dies A.
 8. Mengencangkan *lock spindle* dengan kunci 24 dan menaikkan *cylinder press*.
 9. Memasang baut dan klem dengan kunci 27 pada dies B.
 10. Memposisikan dies A dan B.
 11. Melakukan uji coba.
- B. Elemen kerja pelepasan.
1. Menyiapkan alat bantu setup.
 2. Membersihkan meja mesin punch T 160 dan 1 unit dies 710149 D01.
 3. Melonggarkan *lock spindle* dengan kunci 24 dan menurunkan *cylinder press*.
 4. Melepaskan baut M 16 pada dies A dengan kunci 27.
 5. Mengencangkan *lock spindle* dengan kunci 24 dan menaikkan *cylinder press*.
 6. Melepaskan baut dan klem pada dies B dengan kunci 27.
 7. Memindahkan 1 unit dies dari meja mesin punch T 160 ke *forklift truck*.
 8. Membawa 1 unit dies dengan forklift truck dari ruangan produksi (mesin punch T 160) menuju ruang *tool shop* (rak dies).
 9. Memindahkan 1 unit dies dari forklift truck ke rak dies.

Setelah didapatkan elemen-elemen kerja dalam proses pemasangan dan pelepasan dies maka dilanjutkan dengan melakukan pengamatan dan pengukuran tiap proses elemen kerja itu sendiri. Pengamatan dan pengukuran dilakukan sebanyak 24 kali pengamatan dan digunakan sebanyak 20 kali pengamatan. Kemudian dilakukan uji keseragaman terhadap data yang diperoleh.

Uji keseragaman ini dilakukan untuk mengetahui apakah data yang diperoleh tersebut sudah seragam atau belum. Untuk menentukan keseragaman dari data tersebut, maka perlu dilakukan perhitungan menentukan batas atas, dan batas bawah untuk setiap elemen-elemen kerja pada pemasangan dan pelepasan dies. Proses selanjutnya dilakukan uji kecukupan data, uji kecukupan data dilakukan untuk mengetahui apakah data yang telah di ambil telah memenuhi standar data penelitian. Maka bila N lebih besar daripada N', maka data penelitian yang telah dilakukan dianggap mencukupi dan dapat dilakukan penelitian lanjutan.

Eksternal setup adalah setup yang bisa dilakukan pada saat mesin sedang berkerja, sedangkan untuk internal setup adalah setup yang hanya bisa dilakukan pada saat mesin sedang berkerja.

Tahap pemisahan elemen kerja Internal dan External pada proses pemasangan dan pelepasan.

1. Elemen kerja internal (IED atau *Inside Exchange Dies*) pada proses pemasangan dies 710149 D01 di mesin punch T 160.

Tahap proses pemisahan antara internal dan external dilakukan untuk melihat bagaimana elemen kerja internal dilakukan pada saat mesin punch dalam keadaan mati. Adapun data waktu baku dan elemen kerja internal pemasangan dies 710149 D01 adalah sebagai berikut :

Waktu baku elemen kerja internal pemasangan dies 710149 D01 terlihat saat mesin punch T 160 dalam keadaan mati waktu setup pemasangan dies dilakukan selama **57.57766667** menit atau bila dibulatkan menjadi 58 menit.

2. Elemen kerja external (OED atau *Outside Exchange Dies*) pada proses pemasangan dies 710149 D01 di mesin punch T 160.

Pada tahap pemisahan elemen kerja external pada proses pemasangan dies 710149 D01 saat mesin punch T 160 dalam keadaan hidup adalah sebagai berikut :

Waktu baku elemen kerja external pemasangan dies 710149 D01 terlihat saat mesin punch T 160 dalam keadaan hidup waktu setup pemasangan dies dilakukan selama **26.905** menit atau bila dibulatkan menjadi 27 menit.

Jadi total waktu pada proses pemasangan dies 710149 D01 adalah.

$58 \text{ menit} + 27 \text{ menit} = 85 \text{ menit}$

Sehingga total waktu yang dibutuhkan saat seorang operator melakukan setup memasang dies 710149 D01 di mesin punch T 160 sampai dies tersebut siap digunakan adalah 85 menit.

3. Elemen kerja internal (IED atau *Inside Exchange Dies*) pada proses pelepasan dies 710149 D01 di mesin punch T 160.

Tahap proses pemisahan antara internal dan external dilakukan untuk melihat bagaimana elemen kerja internal dilakukan pada saat mesin punch dalam keadaan mati.

Waktu baku elemen kerja internal pelepasan dies 710149 D01 terlihat saat mesin punch T 160 dalam keadaan mati, waktu setup pelepasan dies dilakukan selama **23.393** menit atau bila dibulatkan menjadi 23 menit.

Pemisahan eksternal setup dan internal setup

4. Elemen kerja external (OED atau *Outside Exchange Dies*) pada proses pelepasan dies 710149 D01 di mesin punch T 160.

Waktu baku elemen kerja external pelepasan dies 710149 D01 terlihat saat mesin punch T 160 dalam keadaan hidup waktu setup pemasangan dies dilakukan selama **19.8476** menit atau bila dibulatkan menjadi 20 menit.

Jadi total waktu pada proses pemasangan dies 710149 D01 adalah.

23 menit + 20 menit = 43 menit

Sehingga total waktu yang dibutuhkan saat seorang operator melakukan setup melepaskan dies 710149 D01 dari mesin punch T 160 sampai dies tersebut diletakan kembali pada rak dies adalah 43 menit.

Total waktu keseluruhan pada proses pemasangan dan pelepasan dies 710149 D01 di mesin punch adalah. 85 menit + 43 menit = 128 menit.

Improvisasi elemen-elemen kerja pemasangan dan pelepasan dies

Perubahan dan pembaharuan pada tiap elemen kerja pemasangan dan pelepasan dies

dilakukan agar didapatkan pengurangan waktu pada tiap-tiap elemen kerja pemasangan dan pelepasan dies.

Melakukan perubahan dan perbaikan terhadap setup pemasangan dan pelepasan dies 710149 D01 di mesin punch T 160. Improvisasi dilakukan untuk menekan waktu yang terlalu lama atau terbuang pada setiap pengerjaan pemasangan dan pelepasan dies 710149 D01 di mesin punch T 160. Perubahan dan perbaikan dilakukan pada setiap elemen-elemen kerja yang bisa dilakukan perubahan dan perbaikan baik itu proses pemasangan dan pelepasan dies 710149 D01.

Perubahan elemen kerja pada proses internal pemasangan dies 710149 D01 di mesin punch T 160.

Di dalam *internal setup* pemasangan dies 710149 D01 ada 7 elemen kerja dan dilakukan perubahan dan perbaikan untuk mengurangi waktu yang terlalu lama saat melakukan *setup* pemasangan dies. Perubahan dan perbaikan yang dilakukan pada *internal setup* pemasangan hanya ditekankan pada 6 elemen kerja

Tabel 3
data-data waktu baku pengukuran *internal setup* pemasangan dies 710149 D01

No	Elemen Kerja	Waktu Baku
1	Membersihkan meja mesin punch T 160	350.85
2	Memindahkan 1 unit dies dari <i>handtruck</i> ke meja mesin punch T 160	117.65
3	Melonggarkan <i>lock spindle</i> dengan kunci 24 automatic dan menurunkan <i>cylinder press</i>	82.23
4	Memasang baut M 16 dengan kunci 27 automatic di dies A	229.86
5	Mengencangkan <i>lock spindle</i> dengan kunci 24 automatic dan menaikan <i>cylinder press</i>	93.33
6	Memasang baut dan klem dengan kunci 27 automatic pada dies B	236.52
7	Memosisikan dies A dan dies B dengan menggunakan <i>jig</i>	1027.2
	Total detik	2137.64
	Total menit	35.6273

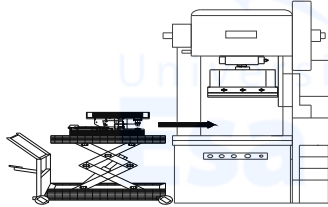
1. Memindahkan 1 unit dies dari *handtruck* ke meja mesin punch T 160.

Proses memindahkan 1 unit dies ke meja mesin punch T 160 biasanya dilakukan dengan menggunakan forklift truck, karena didalam usulan yang digunakan untuk pemindahan dan transportasi dies penggunaan forklift truck ditiadakan dan digantikan dengan penggunaan

handtruck table untuk transportasi dan pemindahan dies. Penggunaan *handtruck* table saat melakukan pemindahan dies 710149 ke meja mesin adalah sebagai berikut.

- Mengunci roda *handtruck* table agar *handtruck* table tidak bergerak.
- Menaikan *spindle* pada *handtruck* table yang ada pada dibagian bawah.

- Menyesuaikan tinggi meja handtruck agar sejajar dengan meja mesin punch T 160 dan menguncinya.
- Operator menggeser 1 unit dies 710149 dari meja handtruk ke meja mesin punch T 160, pengerjaan ini dilakukan secara manual.



Gambar 30
penggunaan handtruck table pada perpindahan dies
dari handtruck table ke meja mesin.

Waktu simulasi pada proses pemindahan 1 unit dies dengan menggunakan handtruck table adalah 117,65 detik. Sedangkan pada proses sebelumnya perpindahan 1 unit dies dengan menggunakan forklift truck adalah 135.51 detik, dapat terlihat reduksi waktu sebesar 17.86 detik pada saat perpindahan dies.

$135.51 \text{ detik} - 117.65 \text{ detik} = 17.86 \text{ detik}$.

2. Melonggarkan *lock spindle* dengan kunci 24 automatic dan menurunkan *cylinder press*.

Pada proses sebelumnya biasanya seorang operator melonggarkan lock spindle dengan kunci 24 dan membutuhkan waktu 117,75 detik untuk melonggarkan lock spindle pada mesin punch, dan menurunkan cylinder press. Penggunaan kunci 24 automatic diusulkan untuk mengurangi waktu pada saat melonggarkan lock spindle, pengerjaan ini disimulasikan dengan elemen pekerjaan yang sama dan membutuhkan waktu selama 82,23 detik, Sehingga terlihat reduksi waktu sebesar :

$117,75 \text{ detik} - 82,23 \text{ detik} = 35,52 \text{ detik}$

3. Memasang baut M 16 dengan kunci 27 automatic di dies A.

Pada proses sebelumnya biasanya seorang operator memasang ke empat buah baut M 16 dengan menggunakan satu tangan untuk satu baut sehingga bila tangan kanan yang dipergunakan untuk memasang baut pada dies A, maka tangan kiri operator otomatis tidak melakukan pekerjaan atau hanya membantu pengerjaan tangan. Pada usulan kali ini digunakan penggunaan pada kedua tangan kanan untuk memasangkan baut yaitu setiap tangan memasang satu baut, sehingga hanya terjadi dua kali proses pemasangan dan bila

dibandingkan dengan proses sebelumnya dapat menimbulkan empat kali proses pemasangan satu baut. Kemudian pada proses sebelumnya untuk mengencangkan baut biasanya seorang operator menggunakan alat bantu yaitu kunci pas 27 untuk mengencangkan baut M 16. Untuk alat bantu setup diusulkan untuk menggunakan kunci 27 otomatis, karena pada pengerjaan dengan menggunakan kunci 27 otomatis putaran yang dihasilkan lebih banyak, sehingga memudahkan operator dalam proses pengerjaan dan mengurangi waktu prosesnya. Waktu pengerjaan memasang baut M 16 dengan kunci 27 di dies A pada proses sebelum dilakukan perubahan adalah 325,32 detik. Sedangkan pada proses setelah dilakukan perubahan adalah 228,75 detik. Dapat terlihat reduksi waktu antara proses sebelum dilakukan perubahan dan setelah dilakukan perubahan adalah sebesar 96,57 detik.

$325,32 \text{ detik} - 228,75 \text{ detik} = 96,57 \text{ detik}$.

Total waktu siklus pada pengerjaan tangan kiri adalah 30 detik, untuk waktu siklus pengerjaan tangan kanan adalah 172 detik. Sehingga total waktu siklus adalah. $34 \text{ detik} + 172 \text{ detik} = 206 \text{ detik}$. Bila diasumsikan kedalam waktu baku adalah :

Waktu siklus = 206 detik

Penyesuaian = 1,11

Waktu normal = $Ws \times p$
 $= 206 \times 1,11 = 228,66$

Allowance = 0,2

Waktu baku = $Wn + (1 + \text{Allowance})$
 $= 228,66 + (1 + 0,2)$
 $= 229,86$

4. Mengencangkan *lock spindle* dengan kunci 24 automatic dan menaikkan *cylinder press*.

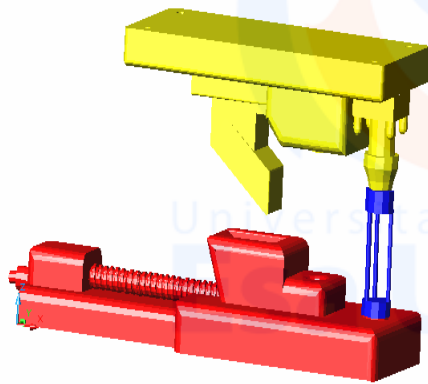
Pada proses sebelumnya biasanya seorang operator mengencangkan *lock spindle* dengan kunci 24 dan membutuhkan waktu 133,29 detik untuk mengencangkan *lock spindle* pada mesin punch, dan menurunkan cylinder press. Penggunaan kunci 24 automatic diusulkan untuk mengurangi waktu pada saat mengencangkan lock spindle, pengerjaan ini disimulasikan dengan elemen pekerjaan yang sama dan membutuhkan waktu selama 93,33 detik, Sehingga terlihat reduksi waktu sebesar :

$133,29 \text{ detik} - 93,33 \text{ detik} = 39,96 \text{ detik}$

5. Memasang baut dan klem dengan kunci 27 automatic pada diesB.

Pada proses sebelumnya biasanya seorang operator memasang ke empat buah baut M 16 dan klem dengan menggunakan satu tangan

untuk satu baut dan klem sehingga bila tangan kanan yang dipergunakan untuk memasang baut dan klem pada dies B, maka tangan kiri operator otomatis tidak melakukan pekerjaan atau hanya membantu pengerjaan tangan kanan. Pada usulan kali ini digunakan penggunaan kedua tangan. untuk memasangkan baut dan klem yaitu setiap tangan memasang satu baut dan klem, sehingga hanya terjadi dua kali proses pemasangan dan bila dibandingkan dengan proses sebelumnya dapat menimbulkan empat kali proses pemasangan satu baut. Kemudian pada proses sebelumnya untuk mengencangkan baut biasanya seorang operator menggunakan alat bantu yaitu kunci pas 27 untuk mengencangkan baut M 16. untuk alat bantu setup diusulkan untuk menggunakan kunci 27 otomatis, karena pada pengerjaan dengan menggunakan kunci 27 otomatis putaran yang dihasilkan lebih banyak, sehingga memudahkan operator dalam proses pengerjaan dan mengurangi waktu prosesnya. Waktu pengerjaan memasang baut M 16 dengan kunci 27 di dies B pada proses sebelum dilakukan perubahan adalah 337.53 detik. sedangkan pada proses



Gambar 31
Dies 710149D01 dengan penempatan jig

setelah dilakukan perubahan adalah 236.52 detik. Dapat terlihat reduksi waktu antara proses sebelum dilakukan perubahan dan setelah dilakukan perubahan adalah sebesar 101,1 detik.

$337,53 \text{ detik} - 236, 52 \text{ detik} = 101,1 \text{ detik}$

Total waktu siklus pada pengerjaan tangan kiri adalah 36 detik, untuk waktu siklus pengerjaan tangan kanan adalah 176 detik. Sehingga total waktu siklus adalah. $36 \text{ detik} + 176 \text{ detik} = 212$

detik. Bila diasumsikan kedalam waktu baku adalah :

Waktu siklus = 212 detik

Penyesuaian = 1,11

Waktu normal = $Ws \times p$

$$= 212 \times 1,11 = 235, 32$$

Allowance = 0,2

Waktu baku = $Wn + (1+Allowance)$

$$= 235,32 + (1 + 0,2)$$

$$= 236.52$$

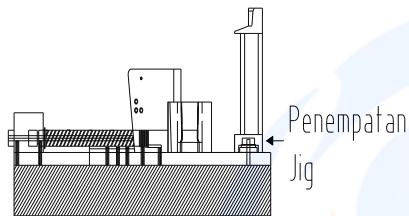
6. Memposisikan dies A dan dies B dengan menggunakan jig

Pada proses memposisikan antara dies A dan B adalah proses yang paling banyak menyita waktu bagi seorang operator, sehingga waktu setup lebih banyak terbuang di elemen kerja ini. Pada proses sebelumnya biasanya seorang operator memposisikan dies dengan melonggarkan terlebih dahulu ke empat baut dan klem yang mengikat antara dies B dan meja mesin punch T 160 kemudian operator mengatur kepresisian agar sejajar dan menjadi sumbu center dengan mata dies di dies A, dan proses ini dilakukan secara manual sehingga bila seorang operator harus memperkirakan apakah dies B sudah sejajar dengan dies A. Lalu untuk mengetahui apakah dies B sudah menjadi satu sumbu center dengan mata dies A, maka operator harus menurunkan cylinder press agar dies A turun dan menjadi satu dengan dies B dan melihat apakah sudah center atau belum, bila dies B belum menjadi satu sumbu center dengan dies A, maka operator harus melakukan pengerjaan tadi kembali, pengerjaan ini yang banyak memakan waktu dalam memposisikan antara dies A dan B. Bila dies B telah menjadi satu sumbu center dengan dies A dan membentuk sudut 90°, maka operator tinggal menyesuaikan ketinggian dies A terhadap dies B. Ketinggian antara dies A dan dies B adalah 350 mm dan proses ini dilakukan dengan operator memperkirakan apakah ketinggian dies sudah sempurna atau 350 mm. Pada usulan elemen kerja ini digunakan alat bantu setup, yaitu penggunaan jig untuk mengatur posisi dan ketinggian. Penggunaan jig diusulkan untuk memudahkan seorang operator dalam mengatur posisi dies dan dapat mengurangi waktu dalam melakukan proses memposisikan dies A dan B. Alat bantu setup atau jig dibuat dan diusulkan hanya untuk ukuran dies. Untuk segi bahan/material tidak dapat dicantumkan karena keterbatasan data , karena untuk klasifikasi bahan adalah bentuk rahasia dari perusahaan

sendiri. Pada waktu proses memposisikan dies A dan B sebelum dilakukan perubahan adalah 2054,41 detik sedangkan setelah dilakukan perubahan dengan menggunakan alat bantu jig adalah 1027,2 detik. Waktu ini didapat dengan melakukan simulasi langsung terhadap dies di mesin punch T 160, dapat dilihat reduksi waktu antara sebelum dan sesudah adalah 1078,02. $2054,41 \text{ detik} - 1027,2 \text{ detik} = 1027,21 \text{ detik}$

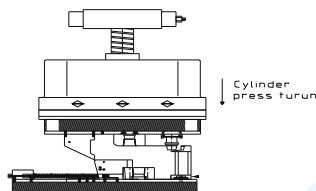
Cara penggunaan alat bantu jig pada pengaturan posisi antara dies A dan B dimesin punch T 160 adalah sebagai berikut :

- Melonggarkan 4 buah baut dan klem yang mengikat antara dies B dan meja mesin punch T 160.
- Meletakkan jig pada tempat landasan peletakan muffle.



Gambar 32
Penempatan jig pada dies B

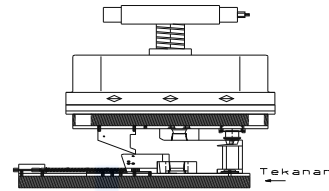
- Menurunkan cylinder press secara perlahan dengan mengatur ram dan mengendalikan rem yang berada dibawah atau biasa disebut dengan rem mesin. Proses ini agar mata dies A menempel dipinggir kepala jig untuk mengatur ketinggian dies.



Gambar 33
Menurunkan cylinder press untuk mendekatkan pada jig

- Mengatur posisi dies B dengan cara menggeserkan posisi dies B agar jig menyatu dengan mata dies pada dies A. Biasanya pada proses ini operator dapat memukulkan dengan palu secara perlahan pada dies B agar dies B dapat bergerak dan jig menempel pada mata dies. Bila jig telah menempel pada mata dies

maka antara dies A dan dies B telah sejajar dan mempunyai ketinggian 350 mm, karena alat bantu jig ini memiliki ketinggian 350 mm.



Gambar 34
Dies A dan dies B telah sejajar

Setelah semua elemen kerja internal (IED atau *Inside Exchange Dies*) pada proses pemasangan dies 710149 D01 di mesin punch T 160 yang bisa dilakukan untuk mengurangi waktu setupnya dapat dilihat pada tabel 5.8 dibawah ini yaitu terlihat antara perbedaan waktu antara proses sebelum dan sesudah mengalami perubahan usulan. Pada proses sebelum usulan perubahan adalah 3456,44 detik dan setelah dilakukan perubahan 2136,53. sehingga reduksi waktu sebesar. $3456,44 \text{ detik} - 2136,53 \text{ detik} = 1319,91 \text{ detik}$.

Perubahan elemen kerja pada proses *external* pemasangan dies 710149 D01 dimesin *punch* T 160.

Di dalam *external setup* pemasangan dies 710149 D01 ada 4 elemen kerja dilakukan perubahan dan perbaikan untuk mengurangi waktu yang terlalu lama saat melakukan *setup* pemasangan dies. Perubahan dan perbaikan yang dilakukan pada *internal setup* pemasangan hanya ditekankan pada 3 elemen kerja

1. Menyiapkan alat bantu setup dengan menggunakan *check list*
Penggunaan *checklist* pada proses persiapan alat bantu setup adalah untuk mengurangi waktu pencarian alat dalam setiap kali bila akan melakukan setup. Kondisi yang biasa terjadi pada saat penggunaan atau pemakaian alat adalah kurangnya kesadaran akan pengembalian alat ke tempat semula. Sehingga bila alat tersebut akan dipergunakan kembali maka akan terjadi proses pencarian alat, dan ini yang akan menimbulkan waktu terbuang percuma. Dalam hal ini diusulkan untuk penggunaan *checklist* yaitu *form* yang berfungsi sebagai informasi ada atau tidaknya alat yang akan dipergunakan. Penggunaan *checklist* adalah tindakan

pengecekan untuk mengetahui ada atau tidak adanya alat tersebut, bila alat tersebut berada pada tempatnya maka di *form check* tersebut akan dituliskan *checklist* dengan simbol (\checkmark), sedangkan bila alat tersebut tidak ada pada tempatnya maka dipapan *check* tersebut akan dituliskan *checklist* dengan simbol (\times). Setelah melakukan penggunaan proses *checklist* sebagai informasi alat bantu setup,

maka dilakukan simulasi pada setiap melakukan setup persiapan alat waktu yang dibutuhkan pada saat pencarian alat adalah 247,62 detik. Sebelum penggunaan *checklist* seorang operator membutuhkan waktu untuk pencarian alat adalah 354,18 detik, sehingga terlihat waktu reduksi 106,56 detik.
354,18 detik – 247,62 detik = 106,56 detik.

Tabel 4
Data-data waktu baku pengukuran *external setup* pemasangan dies 710149 D01.

No	Elemen Kerja	Waktu Baku
1	Menyiapkan alat bantu setup dengan menggunakan <i>checklist</i>	247.62
2	Memindahkan 1 unit dies dari rak dies <i>handtruck</i>	113.54
3	Membawa 1 unit dies dengan <i>handtruck</i> dari rak dies menuju mesin punch T 160	497.37
4	Melakukan uji coba	407.46
	Total detik	1265.99
	Total menit	21.0998333

Setelah dilakukan improve dengan penggunaan *checklist* maka seorang operator yang hendak melakukan persiapan alat dengan memulai pencarian sampai dengan pengumpulan alat adalah 247,62 detik.

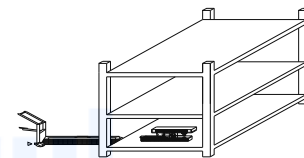
1. Memindahkan 1 unit dies dari rak dies ke *handtruck*.

Proses pemindahan 1 unit dies dari rak dies ke *handtruck* adalah bentuk usulan dari kelanjutan proses internal setup pemindahan dies dari *handtruck table* ke meja mesin. Adapun keuntungan dan kekurangan penggunaan *handtruck* dibandingkan forklift adalah :

- Keuntungan
 - Tidak memerlukan bahan bakar.
 - Jalur transportasi dies lebih singkat dan tidak memakan waktu banyak.
 - Harga 1 unit *handtruck* lebih terjangkau.
 - Bisa dipergunakan untuk keperluan lain
 - Biaya perawatan *handtruck* lebih murah.
 - Siapapun bisa menggunakan *handtruck Table*.
 - Area penempatan lebih kecil.
- Kekurangan
 - Menggunakan tenaga manusia (manual)
 - Tidak bisa mengangkat beban melebihi 1 Ton.
 - Keterbatasan pada ketinggian meja *handtruck*.

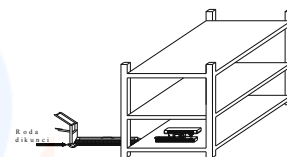
Proses urutan memindahkan 1 unit dies dari rak dies ke *handtruck table* adalah sebagai berikut :

- Mengambil *handtruck table* dan mendekatkannya ke rak penyimpanan dies



Gambar 35
Handtruck table didekatkan ke rak dies

- Mengunci roda *handtruck table* agar *handtruck table* tidak bergerak.

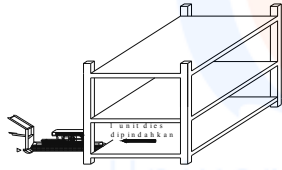


Gambar 36
Mengunci roda *handtruck table*

- Memindahkan 1 unit dies dengan cara menggeser 1 unit dies ke *handtruck*, karena penempatan 1 unit dies 710149 D01 berada pada rak bawah

sehingga memudahkan operator langsung menggeserkan 1 unit dies ke *handtruck table*.

711,6 detik - 497,37 detik = 214,23 detik.



Gambar 37

1 unit dies 710149 D01 dipindahkan dari rak dies ke handtruck table.

Waktu yang dibutuhkan dalam pemindahan 1 unit dies dengan menggunakan handtruck adalah 113,54 detik, sedangkan dalam penggunaan forklift waktu yang dibutuhkan adalah 141,06 detik. Reduksi atau pengurangan waktu yang terjadi sebesar 27,52 detik.

141,06 detik - 113,54 detik = 27,52 detik.

2. Membawa 1 unit dies dengan *handtruck* dari rak dies menuju mesin punch T 160.

Pada transportasi 1 unit *dies* 710149 D01 dari rak dies menuju mesin punch T 160 biasanya menggunakan *forklift truck*, karena penggunaan *forklift truck* untuk transportasi *dies* membutuhkan waktu yang cukup lama. Sehingga diusulkan dengan menggunakan *handtruck* tabel dan penggunaan jalur transportasi yang berbeda.

- Pada jalur transportasi *forklift truck* harus melewati jalur pintu masuk untuk mengambil *dies* dan keluar melalui pintu tadi, kemudian masuk kembali menuju ruangan produksi yaitu tepatnya di mesin *punch* T 160. Jarak tempuh yang dilalui *fork lift* ± 53 meter dengan waktu 711,6 detik untuk sampai di mesin *punch* T 160. kendala-kendala sebelumnya ialah seorang operator pasang *dies* harus terlebih dahulu memberitahukan seorang *driver forklift truck* untuk memindahkan 1 unit dies. Sehingga bila seluruh *forklift* sedang dipergunakan untuk kegiatan pengangkutan barang maka proses transportasi *dies* harus menunggu terlebih dahulu.

- Pada jalur transportasi *handtruck* tabel yaitu *handtruck* berada diruangan *toolshop* mengambil dies dan membawa *dies* melewati jalur yang tidak bisa dilalui *forklift truck* jarak tempuh pada *handtruck* ± 27 meter dan dengan waktu tempuh selama 497,37 detik.

Waktu pengurangan yang terjadi setelah penggunaan *handtruck table* adalah sebesar 214,23.

Analisa Waktu setelah dilakukan perubahan pada pemasangan dies 710149

Hasil waktu dapat terlihat perbedaan antara proses sebelum dan sesudah dilakukan aplikasi perubahan pada pemasangan internal dan external setup

- *Internal setup* (IED *inside exchange dies*) atau proses elemen kerja yang bisa dilakukan pada saat mesin *punch* T 160 dalam keadaan mati sebelum dilakukan perubahan adalah sebesar 3454.66 detik atau bila diasumsikan dalam bentuk menit adalah 57.57766667 menit atau bila dibulatkan menjadi 58 menit. Sedangkan setelah dilakukan aplikasi perubahan pada proses pemasangan *internal setup* adalah 2137.64 detik atau bila diasumsikan dalam bentuk menit adalah 35.6273 menit atau bila dibulatkan menjadi 36 menit. Reduksi waktu yang terjadi pada saat proses pemasangan *internal setup* adalah 24 menit.

58 menit - 36 menit = 22 menit.

- *External setup* (OED *outside exchange dies*) atau proses elemen kerja yang bisa dilakukan pada saat mesin *punch* T 160 dalam keadaan hidup.

Sebelum dilakukan perubahan adalah sebesar 1614,3 detik atau bila diasumsikan dalam bentuk menit adalah 26.905 menit atau bila dibulatkan menjadi 27 menit. Sedangkan setelah dilakukan aplikasi perubahan pada proses pemasangan *external setup* adalah 1265.99 detik atau bila diasumsikan dalam bentuk menit adalah 21.09983333 menit atau bila dibulatkan menjadi 21 menit. Reduksi waktu yang terjadi pada saat proses pemasangan *external setup* adalah 6 menit.

27 menit - 21 menit = 6 menit.

- Total keseluruhan waktu pemasangan sebelum proses aplikasi perubahan adalah 58 menit + 27 menit = 85 menit. Total waktu pemasangan adalah 85 menit.

Total keseluruhan waktu pemasangan setelah proses aplikasi perubahan adalah 36 menit + 21 menit = 57 menit. Total waktu pemasangan adalah 57 menit.

Pengurangan waktu yang terjadi setelah dilakukan aplikasi perubahan adalah sebesar 28 menit.

85 menit waktu sebelum aplikasi - 57 menit waktu setelah aplikasi = 28 menit

maka efisiensi yang terjadi :

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi} &= 85 - 57 = 28 \\ &= \frac{28}{85} \times 100 \% \\ &= 32,94 \% \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas didapat waktu pemasangan *dies* 710149 D01 pada mesin *punch* T 160 adalah 57 menit. Dengan dilakukan improvisasi pada setiap elemen kerja yang bisa dilakukan perubahan akan mampu meminimasi waktu yang terlalu lama dalam setiap kali pemasangan. Sehingga dalam pemasangan *dies* 710149 D01 dapat meminimasi waktu selama 28 menit dengan tingkat efisiensi sebesar 32,94 %

Perubahan elemen kerja pada proses *internal* pelepasan *dies* 710149 D01 di mesin *punch* T 160.

Di dalam *internal setup* pelepasan *dies* 710149 D01 ada 6 elemen kerja dan dilakukan perubahan dan perbaikan untuk mengurangi waktu yang terlalu lama saat melakukan *setup* pelepasan *dies*. Perubahan dan perbaikan yang dilakukan pada *internal setup* pelepasan hanya ditekankan pada 5 elemen kerja yaitu dapat dilihat pada tabel 4.41 perubahan elemen kerja pada proses *internal* pelepasan *dies*.

- Melonggarkan *lock spindle* dengan kunci 24 *automatic* dan menurunkan *cylinder press*
Pada proses sebelumnya biasanya seorang operator melonggarkan *lock spindle* dengan kunci 24 dan membutuhkan waktu 113,31 detik untuk melonggarkan *lock spindle* pada mesin *punch*, dan menurunkan *cylinder press*. Penggunaan kunci 24 *automatic* diusulkan untuk mengurangi waktu pada saat melonggarkan *lock spindle*, pengerjaan ini disimulasikan dengan elemen pekerjaan yang

sama dan membutuhkan waktu selama 81,12 detik, Sehingga terlihat reduksi waktu sebesar :
113,31 detik – 81,12 detik = 32,19 det

- Melepaskan baut M 16 dengan kunci 27 *automatic* di *dies* A.

Pada proses sebelumnya biasanya seorang operator melepaskan ke empat buah baut M 16 dengan menggunakan satu tangan untuk satu baut sehingga bila tangan kanan yang dipergunakan untuk melepaskan baut pada *dies* A, maka tangan kiri operator otomatis tidak melakukan pekerjaan atau hanya membantu pengerjaan tangan kanan. Pada usulan kali ini digunakan penggunaan kedua tangan kanan untuk melepaskan baut yaitu setiap tangan melepas satu baut, sehingga hanya terjadi dua kali proses pelepasan dan bila dibandingkan dengan proses sebelumnya dapat menimbulkan empat kali proses pelepasan satu baut. Kemudian pada proses sebelumnya untuk melepaskan baut biasanya seorang operator menggunakan alat bantu yaitu kunci pas 27 untuk melepaskan baut M 16. Untuk alat bantu setup diusulkan untuk menggunakan kunci 27 *otomatis*, karena pada pengerjaan dengan menggunakan kunci 27 *otomatic* putaran yang dihasilkan lebih banyak, sehingga memudahkan operator dalam proses pengerjaan dan mengurangi waktu prosesnya. Waktu pengerjaan melepaskan baut M 16 dengan kunci 27 di *dies* A pada proses sebelum dilakukan perubahan adalah 283,14 detik. sedangkan pada proses setelah dilakukan perubahan adalah 197,67 detik. Dapat terlihat reduksi waktu antara proses sebelum dilakukan perubahan dan setelah dilakukan perubahan adalah sebesar 85,47 detik.

$$283,14 \text{ detik} - 85,67 \text{ detik} = 85,47 \text{ detik.}$$

Tabel 5

Data-data waktu baku pengukuran *internal setup* pelepasan *dies* 710149 D01

No	Elemen Kerja	Waktu Baku
1	Membersihkan meja mesin dan dies	407.46
2	Melonggarkan <i>lock spindle</i> dengan kunci 24 <i>automatic</i> dan menurunkan <i>cylinder press</i>	81.12
3	Melepaskan baut M 16 pada dies A dengan kunci 27 <i>automatic</i>	198.78
4	Mengencangkan <i>lock spindle</i> dengan kunci 24 <i>automatic</i> dan menaikkan <i>cylinder press</i>	92.22
5	Melepaskan baut dan klem pada dies B dengan kunci 27 <i>automatic</i>	232.08
6	Memindahkan 1 unit dies dari meja mesin ke <i>handtruck</i>	120.39
	Total detik	1132.05
	Total menit	18.8675

Total waktu siklus pada pengerjaan tangan kiri adalah 24 detik, untuk waktu siklus pengerjaan tangan kanan adalah 154 detik. Sehingga total waktu siklus adalah. 24 detik + 154 detik = 178 detik. Bila diasumsikan kedalam waktu baku adalah :

Waktu siklus = 178 detik

Penyesuaian = 1,11

Waktu normal = $W_s \times p$
= $178 \times 1,11 = 197,58$

melepaskan baut M 16. Untuk alat bantu setup diusulkan untuk menggunakan kunci 27 otomatis, karena pada pengerjaan dengan menggunakan kunci 27 otomatis putaran yang dihasilkan lebih banyak, sehingga memudahkan operator dalam proses pengerjaan dan mengurangi waktu prosesnya. Waktu pengerjaan melepas baut M 16 dengan kunci 27 di dies B pada proses sebelum dilakukan perubahan adalah 330.87 detik. sedangkan pada proses setelah dilakukan perubahan adalah 230.97 detik. Dapat terlihat reduksi waktu antara proses sebelum dilakukan perubahan dan setelah dilakukan perubahan adalah sebesar 99,9 detik.

$330,87 \text{ detik} - 230,97 \text{ detik} = 99,9 \text{ detik}$.

Total waktu siklus pada pengerjaan tangan kiri adalah 38 detik, untuk waktu siklus pengerjaan tangan kanan adalah 170 detik. Sehingga total waktu siklus adalah. 38 detik + 170 detik = 208 detik. Bila diasumsikan kedalam waktu baku adalah :

Waktu siklus = 208 detik

Penyesuaian = 1,11

Waktu normal = $W_s \times p$
= $208 \times 1,11 = 230,88$

Allowance = 0,2

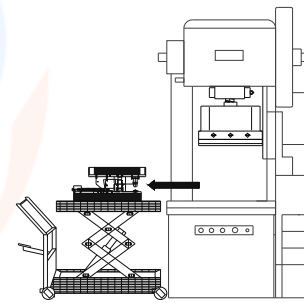
Waktu baku = $W_n + (1 + \text{Allowance})$
= $230,88 + (1 + 0,2)$
= 232.08

Untuk mereduksi waktu yang lebih besar pada setiap pemasangan dan pelepasan baut maka diusulkan untuk penggunaan alat bantu setup yaitu : Air Screw Driver yang dapat memasang dan melepaskan baut lebih cepat dibandingkan kunci pas automatic. Usulan penggunaan *Air Screw Driver* pada tiap-tiap proses pemasangan dan pelepasan baut akan lebih mempersingkat waktu pengerjaan proses pemasangan dan pelepasan baut, adapun gambar *air screw driver* dapat dilihat pada lampiran halaman 59.

3. Memindahkan 1 unit dies dari meja mesin *punch* T 160 ke *handtruck*.

Proses memindahkan 1 unit *dies* dari meja mesin *punch* T 160 biasanya dilakukan dengan menggunakan *forklift truck*, karena didalam usulan yang digunakan untuk pemindahan dan transportasi dies penggunaan *forklift truck* ditiadakan dan digantikan dengan penggunaan *handtruck table* untuk transportasi dan pemindahan *dies*. Penggunaan *handtruck table* saat melakukan pemindahan *dies* 710149 dari meja mesin ke *handtruck* adalah sebagai berikut.

1. Mengunci roda *handtruck table* agar *handtruck table* tidak bergerak.
2. Menaikan spindle pada *handtruck table* yang ada pada dibagian bawah.
3. Menyesuaikan tinggi meja *handtruck* agar sejajar dengan meja mesin *punch* T 160 dan menguncinya.
4. Operator menggeser 1 unit dies 710149 dari meja mesin *punch* T 160 ke *handtruck*, pengerjaan ini dilakukan secara manual.



Gambar 38

penggunaan *handtruck table* pada perpindahan *dies* dari meja mesin ke *handtruck*.

Waktu simulasi pada proses pemindahan 1 unit *dies* dengan menggunakan *handtruck table* adalah 120,39 detik. Sedangkan pada proses sebelumnya perpindahan 1 unit *dies* dengan menggunakan *forklift truck* adalah 138.84 detik, dapat terlihat reduksi waktu sebesar 18.45 detik pada saat perpindahan *dies*.

$138,84 \text{ detik} - 120,39 \text{ detik} = 18,45 \text{ detik}$.

Perubahan elemen kerja pada proses *external* pelepasan *dies* 710149 D01 di mesin *punch* T 160

Di dalam *external setup* pelepasan *dies* 710149 D01 ada 3 elemen kerja dan dilakukan perubahan dan perbaikan untuk mengurangi waktu yang terlalu lama saat melakukan *setup* pelepasan *dies*. Perubahan dan perbaikan yang dilakukan pada

external setup pelepasan hanya ditekankan pada 3 elemen kerja

- Menyiapkan alat bantu *setup* dengan menggunakan *check list*
 Penggunaan *checklist* pada proses persiapan alat bantu *setup* adalah untuk mengurangi waktu pencarian alat dalam setiap kali bila akan melakukan *setup*. Kondisi yang biasa terjadi pada saat penggunaan atau pemakaian alat adalah kurangnya kesadaran akan pengembalian alat ke tempat semula. Sehingga bila alat tersebut akan dipergunakan kembali maka akan terjadi proses pencarian alat, dan ini yang akan menimbulkan waktu terbuang percuma. Dalam hal ini diusulkan untuk penggunaan *checklist* yaitu papan yang berfungsi sebagai informasi ada atau tidaknya alat yang akan dipergunakan. Penggunaan *checklist* adalah tindakan pencegahan untuk mengetahui ada atau tidak adanya alat tersebut, bila alat tersebut berada

pada tempatnya maka di papan *check* tersebut akan dituliskan *ceklis* dengan simbol (\checkmark), sedangkan bila alat tersebut tidak ada pada tempatnya maka dipapan *check* tersebut akan dituliskan *ceklis* dengan simbol (x). Setelah melakukan penggunaan proses *checklist* sebagai informasi alat bantu *setup*, maka dilakukan simulasi pada setiap melakukan *setup* persiapan alat waktu yang dibutuhkan pada saat pencarian alat adalah 242,07 detik. Sebelum penggunaan *checklist* seorang operator membutuhkan waktu untuk pencarian alat adalah 346,41 detik, sehingga terlihat waktu reduksi 106,56 detik. $346,41 \text{ detik} - 242,07 \text{ detik} = 104,34 \text{ detik}$. Setelah dilakukan improve dengan penggunaan *checklist* maka seorang operator yang hendak melakukan persiapan alat dengan memulai pencarian sampai dengan pengumpulan alat adalah 242,07 detik.

Tabel 6
 Data-data waktu baku pengukuran *external setup* pelepasan dies 710149 D01.

No	Elemen Kerja	Waktu Baku
1	Menyiapkan alat bantu <i>setup</i> dengan menggunakan <i>checklist</i>	242.07
2	Membawa 1 unit dies dengan <i>handtruck</i> menuju rak	497.37
3	Memindahkan 1 unit dies dari <i>handtruck</i> ke rak	113.54
	Total detik	852.98
	Total menit	14.163

- Membawa 1 unit dies dengan *handtruck* dari rak dies menuju mesin *punch* T 160.
 Pada transportasi 1 unit dies 710149 D01 dari meja mesin menuju rak dies biasanya menggunakan *forklift truck*, karena penggunaan *forklift truck* untuk transportasi dies membutuhkan waktu yang cukup lama. Sehingga diusulkan dengan menggunakan *handtruck table* dan penggunaan jalur transportasi yang berbeda.
 Waktu pengurangan yang terjadi setelah penggunaan *handtruck table* adalah sebesar 213.79 detik.
 $711,16 \text{ detik} - 497,37 \text{ detik} = 213,79 \text{ detik}$.
- Memindahkan 1 unit dies dari *handtruck table* ke rak dies
 Waktu yang dibutuhkan dalam pemindahan 1 unit dies dengan menggunakan *handtruck* adalah 113,54 detik, sedangkan dalam penggunaan *forklift* waktu yang dibutuhkan

adalah 133,29 detik. Reduksi atau pengurangan waktu yang terjadi sebesar 19.75 detik.
 $133,29 \text{ detik} - 113,54 \text{ detik} = 19,75 \text{ detik}$.

Analisa Waktu setelah dilakukan perubahan pada pelepasan dies 710149

Hasil waktu dapat terlihat perbedaan antara proses sebelum dan sesudah dilakukan aplikasi perubahan pada pelepasan *internal* dan *external setup*

- Internal setup (IED *inside exchange dies*) atau proses elemen kerja yang bisa dilakukan pada saat mesin *punch* T 160 dalam keadaan mati sebelum dilakukan perubahan adalah sebesar 1403.58 detik atau bila diasumsikan dalam bentuk menit adalah 23.393 menit atau bila dibulatkan menjadi 23 menit. Sedangkan setelah dilakukan aplikasi perubahan pada proses pelepasan *internal setup* adalah 1132.05 detik atau bila diasumsikan dalam bentuk menit

adalah 18.8675 atau bila dibulatkan menjadi 19 menit. Reduksi waktu yang terjadi pada saat proses pelepasan *internal setup* adalah 4 menit. 23 menit – 19 menit = 4 menit.

- *External setup* (OED *outside exchange dies*) atau proses elemen kerja yang bisa dilakukan pada saat mesin *punch* T 160 dalam keadaan hidup. Sebelum dilakukan perubahan adalah sebesar 1190.86 detik atau bila diasumsikan dalam bentuk menit adalah 19.4 menit atau bila dibulatkan menjadi 19 menit. Sedangkan setelah dilakukan aplikasi perubahan pada proses pelepasan *external setup* adalah 852.98 detik atau bila diasumsikan dalam bentuk menit adalah 14.21 menit atau bila dibulatkan menjadi 14 menit. Reduksi waktu yang terjadi pada saat proses pelepasan *external setup* adalah 6 menit. 19 menit – 14 menit = 5 menit.
- Total keseluruhan waktu pelepasan sebelum proses aplikasi perubahan adalah 23 menit + 19 menit = 42 menit. Total waktu pelepasan adalah 42 menit.
Total keseluruhan waktu pelepasan setelah proses aplikasi perubahan adalah 19 menit + 14 menit = 33 menit. Total waktu pelepasan adalah 33 menit.
Pengurangan waktu yang terjadi setelah dilakukan aplikasi perubahan adalah sebesar 9 menit.
42 menit waktu sebelum aplikasi – 33 menit waktu setelah aplikasi = 9 menit
maka efisiensi yang terjadi :
Efisiensi = $\frac{42 - 33}{42} \times 100\%$
= $\frac{9}{42} \times 100\%$
= 21,42 %

Dari hasil perhitungan diatas didapat waktu pelepasan *dies* 710149 D01 pada mesin *punch* T 160 adalah 33 menit. Dengan dilakukan improvisasi pada setiap elemen kerja yang bisa dilakukan perubahan akan mampu meminimasi waktu yang terlalu lama dalam setiap kali pemasangan. Sehingga dalam pemasangan *dies* 710149 D01 dapat meminimasi waktu selama 9 menit dengan tingkat efisiensi sebesar 21,42 %

Mengubah *Internal Setup* Menjadi *External Setup*

Dari data yang diperoleh pada elemen-elemen kerja *internal setup* baik pemasangan dan pelepasan *dies* 710149 D01 hanya satu elemen kerja yang bisa dipindahkan ke *external setup*, atau

dihilangkan. Yaitu elemen kerja membersihkan meja mesin *punch*. Karena tugas membersihkan meja mesin adalah tugas dari seorang operator mesin *punch* T 160 setelah melakukan pekerjaan. Sehingga seorang operator pemasangan *dies* tidak perlu lagi membersihkan meja mesin *punch*, atau elemen kerja ini dihilangkan.

Sehingga waktu *internal setup* pemasangan adalah 57 menit – waktu membersihkan meja mesin *punch* T 160 adalah 6 menit

57 menit – 6 menit = 51 menit

waktu setup pelepasan adalah 33 menit – waktu membersihkan meja mesin *punch* T 160 adalah 6 menit

33 menit – 6 menit = 27 menit

Total Waktu

51 menit + 27 menit = 78 menit

Prediksi Jumlah Produksi *Muffe* Setelah Aplikasi SMED

Data jumlah produksi pengerjaan proses *forming muffe* dimesin *punch* T 160 dengan menggunakan *dies* 710149 D01 sebelum implementasi SMED. pada periode bulan april –mei adalah sebagai berikut.

Kebutuhan material

= $\frac{\text{jumlah produksi}}{\text{Jumlah}}$ x berat material / sheet

= $\frac{26544 \text{ Pcs}}{1 \text{ Pcs}}$ x 0.4 kg

= 10618 Kg

Jumlah produksi per hari

= $\frac{26544 \text{ Pcs}}{24 \text{ hari}}$ = 1106 Pcs/hari

Data jumlah produksi *muffe* pada pengerjaan proses *forming* dimesin *punch* T 160 dengan menggunakan *dies* 710149 D01 sesudah dilakukan implementasi SMED dapat terlihat dari penggunaan reduksi sebesar 30 %, 40 %, dan 50 % jumlah produksi bertambah. Didapat bahwa setelah penggunaan SMED sistem pada pengerjaan proses *forming muffe* dimesin *punch* T 160 dengan penerapan reduksi waktu sebesar 40 % adalah 1256 Pcs/hari dengan waktu operasi 402 menit dan waktu *setup* 78 menit.

Jam kerja – Waktu *setup* = Waktu operasi

480 menit – 78 menit = 402 menit

Sedangkan proses *forming* pada pengerjaan *muffe* di mesin *punch* T 160 adalah 0.32 menit/pcs, untuk mendapatkan kapasitas jumlah produksi yang dihasilkan mesin *punch* T 160 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Waktu operasi} &= \text{Pcs/ hari} \\ \text{Waktu Proses/ unit} & \\ \underline{402 \text{ menit}} &= 1256 \text{ Pcs/hari} \\ &0.32 \text{ menit/Pcs} \end{aligned}$$

Setelah diterapkan SMED sistem dengan reduksi 40 % pada pemasangan dan pelepasan *dies* 710149 D01 dimesin punch T 160 pada proses *forming muffle*, jumlah kapasitas pengerjaan *muffle* bertambah sebesar 1256 Pcs/hari sehingga proses yang dihasilkan di mesin *punch* T 160 bertambah 150 Pcs/hari

$$1256 \text{ Pcs} - 1106 \text{ Pcs} = 150 \text{ Pcs}$$

Prediksi Kecacatan Setelah Aplikasi SMED

Pada proses produksi *forming muffle* di mesin punch T 160 dengan penggunaan *dies* seri 710149 D01 sering terjadi kecacatan. Adapun data cacat periode selama bulan april dan mei yang diperoleh pada proses *forming muffle* di mesin *punch* T 160 dengan penggunaan seri *dies* 710149 D01 adalah sebagai berikut :

- *Muffle* pecah pada bagian Ø 65 mm = 503/Pcs
- *Muffle* pecah jarak 15 mm = 60/Pcs
- *Muffle* pecah jarak 30 mm = 88/Pcs
- *Muffle* penyok permukaan = 45/Pcs

Total keseluruhan cacat pada proses *forming muffle* dimesin *punch* T 160 yang di akibatkan pada penggunaan *dies* seri 710149 D01 adalah 696/Pcs.

Jumlah cacat *muffle* per/hari diperkirakan sebelum penggunaan SMED sistem :

Jumlah cacat pada *muffle* 696 Pcs periode bulan april-mei :

$$\begin{aligned} \underline{\text{Jumlah cacat 1 bulan}} &= \text{Pcs/hari} \\ 24 \text{ hari} & \\ \underline{696 \text{ Pcs}} &= 29 \text{ Pcs/hari} \\ 24 \text{ hari} & \end{aligned}$$

Jumlah cacat *muffle* per/ hari setelah penggunaan SMED sistem dengan reduksi 30 % :

$$= \frac{1218 \text{ Pcs/hari} \times 29 \text{ Pcs/hari}}{1106 \text{ Pcs/hari}} = 31.9 = 32 \text{ pcs/hari}$$

Jumlah cacat *muffle* per/ hari setelah penggunaan SMED sistem dengan reduksi 40 % :

$$= \frac{1256 \text{ Pcs/hari} \times 29 \text{ Pcs/hari}}{1106 \text{ Pcs/hari}} = 32.9 = 33 \text{ pcs/hari}$$

Jumlah cacat *muffle* per/ hari setelah penggunaan SMED sistem dengan reduksi 50 % :

$$= \frac{1303 \text{ Pcs/hari} \times 29 \text{ Pcs/hari}}{1106 \text{ Pcs/hari}} = 34.1 = 34 \text{ pcs/hari}$$

Dapat dilihat dari jumlah kecacatan *muffle* sebelum pengaplikasian SMED sistem adalah 29 Pcs/hari dengan jumlah produksi *muffle* 1106 pcs/hari, sedangkan setelah usulan penerapan SMED sistem di mesin *punch* T 160 pada pemasangan dan pelepasan *dies* 710149 D01 dengan menggunakan usulan reduksi waktu sebesar 40 % jumlah cacat pada *muffle* diperkirakan sekitar 33 Pcs/hari dengan jumlah produksi *muffle* 1256 Pcs/hari.

Kesimpulan

Tahapan – tahapan SMED *system* yang telah dilakukan untuk pelepasan dan pemasangan *dies* 710149 D01 pada mesin *punch* T 160 dapat ditarik kesimpulan, adapun Beberapa hal yang dapat disimpulkan dalam pembahasan ini adalah :

1. Elemen-elemen kerja *setup* dapat diuraikan antara elemen kerja pemasangan dan elemen kerja pelepasan *dies*. Adapun beberapa elemen-elemen kerja *setup dies* 710149 D01 di mesin *punch* T 160 adalah sebagai berikut.

- a. Elemen-elemen kerja pemasangan *dies*.
 - Menyiapkan alat bantu *setup*.
 - Memindahkan 1 unit *dies* dari rak *dies* ke *forklift truck*.
 - Membersihkan meja mesin *punch* T 160.
 - Membawa 1 unit *dies* dengan *forklift truck* dari rak *dies (tool shop)* menuju ruangan produksi (*punch* T 160).
 - Memindahkan 1 unit *dies* dari *forklift truck* ke meja mesin *punch* T 160.
 - Melonggarkan *lock spindle* dengan kunci 24 dan menurunkan *cylinder press*.
 - Memasang baut M 16 dengan kunci 27 di *dies* A.
 - Mengencangkan *lock spindle* dengan kunci 24 dan menaikkan *cylinder press*.
 - Memasang baut dan klem dengan kunci 27 pada *dies* B.
 - Memosisikan *dies* A dan B.
 - Melakukan uji coba.
- b. Elemen-elemen kerja pelepasan *dies*
 - Menyiapkan alat bantu *setup*.
 - Membersihkan meja mesin *punch* T 160 dan 1 unit *dies* 710149 D01.
 - Melonggarkan *lock spindle* dengan kunci 24 dan menurunkan *cylinder press*.
 - Melepaskan baut M 16 pada *dies* A dengan kunci 27.
 - Mengencangkan *lock spindle* dengan kunci 24 dan menaikkan *cylinder press*.

- Melepaskan baut dan klem pada *dies* B dengan kunci 27.
 - Memindahkan 1 unit *dies* dari meja mesin *punch* T 160 ke *forklift truck*.
 - Membawa 1 unit *dies* dengan *forklift truck* dari ruangan produksi (mesin *punch* T 160) menuju ruang *tool shop* (rak *dies*).
 - Memindahkan 1 unit *dies* dari *forklift truck* ke rak *dies*.
- Dapat dilihat dari penguraian beberapa elemen kerja setup, didapat jumlah elemen kerja pada pemasangan *dies* adalah 11 elemen kerja dengan total waktu 5068.96 detik atau bila diasumsikan kedalam menit adalah 83 menit, sedangkan untuk elemen kerja pelepasan *dies* adalah 9 elemen kerja dengan total waktu 2594.44 detik atau bila diasumsikan kedalam menit adalah 43 menit. Sehingga total waktu *setup* pemasangan dan pelepasan sebelum dilakukan SMED sistem adalah 128 menit.
2. Elemen-elemen kerja pemasangan dan pelepasan dipisahkan menjadi 2 bagian yaitu IED (*inside exchange dies*) dan OED (*outside exchange dies*). Pemisahan ini dilakukan untuk mengetahui dimana pengerjaan yang bisa dilakukan saat mesin sedang tidak berproduksi dan saat mesin sedang berproduksi. Adapun elemen-elemen kerja yang dipisahkan berdasarkan IED dan OED
- A. Pemasangan *dies*.
- a). IED (*inside exchange dies*)
- Membersihkan meja mesin *punch* T 160.
 - Memindahkan 1 unit *dies* dari *forklift truck* ke meja mesin *punch* T 160.
 - Melonggarkan *lock spindle* dengan kunci 24 dan menurunkan *cylinder press*.
 - Memasang baut M 16 dengan kunci 27 di *dies* A.
 - Mengencangkan *lock spindle* dengan kunci 24 dan menaikkan *cylinder press*.
 - Memasang baut dan klem dengan kunci 27 pada *dies* B.
 - Memposisikan *dies* A dan B.
- b) OED (*outside exchange dies*).
- Menyiapkan alat bantu *setup*.
 - Memindahkan 1 unit *dies* dari rak *dies* ke *forklift truck*.
 - Membawa 1 unit *dies* dengan *forklift truck* dari rak *dies* (*tool shop*) menuju ruangan produksi (*punch* T 160).
 - Melakukan uji coba.
- B. Pelepasan *dies*
- a). IED (*inside exchange dies*)
- Membersihkan meja mesin *punch* T 160 dan 1 unit *dies* 710149 D01.
 - Melonggarkan *lock spindle* dengan kunci 24 dan menurunkan *cylinder press*.
 - Melepaskan baut M 16 pada *dies* A dengan kunci 27.
 - Mengencangkan *lock spindle* dengan kunci 24 dan menaikkan *cylinder press*.
 - Melepaskan baut dan klem pada *dies* B dengan kunci 27.
 - Memindahkan 1 unit *dies* dari meja mesin *punch* T 160 ke *forklift truck*.
- b). OED (*outside exchange dies*).
- Menyiapkan alat bantu *setup*.
 - Membawa 1 unit *dies* dengan *forklift truck* dari ruangan produksi (mesin *punch* T 160) menuju ruang *tool shop* (rak *dies*).
 - Memindahkan 1 unit *dies* dari *forklift truck* ke rak *dies*.
3. Kemudian setelah dilakukan pemisahan antara *internal* dan *external*, dilakukan perbaikan pada elemen-elemen kerja setup, perbaikan dilakukan agar terjadi pengurangan waktu pada setup *dies*. Adapun elemen-elemen kerja yang bisa dilakukan perbaikan adalah.
- A. Pemasangan *dies*
- a). IED (*inside exchange dies*).
- Memindahkan 1 unit *dies* dari *handtruck* ke meja mesin *punch* T 160.
 - Melonggarkan *lock spindle* dengan kunci 24 automatic dan menurunkan *cylinder press*.
 - Memasang baut M 16 dengan kunci 27 automatic di *dies* A.
 - Mengencangkan *lock spindle* dengan kunci 24 automatic dan menaikkan *cylinder press*.
 - Memasang baut dan klem dengan kunci 27 automatic pada *dies* B.
 - Memposisikan *dies* A dan *dies* B dengan menggunakan *jig*.
- b) OED (*outside exchange dies*).
- Menyiapkan alat bantu setup dengan menggunakan *checklist*.
 - Memindahkan 1 unit *dies* dari rak *dies* ke *handtruck*.
 - Membawa 1 unit *dies* dengan *handtruck* dari rak *dies* menuju mesin *punch* T 160
- B. Pelepasan *dies*.
- a). IED (*inside exchange dies*)

- Melonggarkan *lock spindle* dengan kunci 24 automatic dan menurunkan *cylinder press*.
 - Melepaskan baut M 16 pada dies A dengan kunci 27 automatic.
 - Mengencangkan *lock spindle* dengan kunci 24 automatic dan menaikkan *cylinder press*.
 - Melepaskan baut dan klem pada dies B dengan kunci 27 automatic
 - Memindahkan 1 unit *dies* dari meja mesin ke *handtruck*.
- b) OED (outside exchange dies).
- Menyiapkan alat bantu setup dengan menggunakan *check list*
 - Membawa 1 unit *dies* dengan *handtruck* dari mesin *punch* menuju rak *dies* T 160.
 - Memindahkan 1 unit *dies* dari *handtruck table* ke rak *dies*

Setelah dilakukan improvisasi pada elemen kerja pemasangan dan pelepasan maka didapatkan waktu hasil dari perbaikan elemen kerja tersebut. Pemasangan setelah dilakukan perbaikan didapat waktunya adalah 3403.63 detik atau bila diasumsikan dalam bentuk menit adalah 57 menit. Sedangkan untuk waktu pelepasan adalah 1985.03 detik atau bila diasumsikan dalam waktu menit adalah 33 menit.

4. Mengubah *internal setup* menjadi *external setup*
Dari data yang diperoleh pada elemen-elemen kerja *internal setup* baik pemasangan dan pelepasan *dies* 710149 D01 hanya satu elemen kerja yang bisa dipindahkan ke *external setup*, atau dihilangkan. Yaitu elemen kerja membersihkan meja mesin *punch*. Karena tugas membersihkan meja mesin adalah tugas dari seorang operator mesin *punch* T 160 setelah melakukan pekerjaan. Sehingga seorang operator pemasangan *dies* tidak perlu lagi membersihkan meja mesin *punch*, atau elemen kerja ini dihilangkan. Sehingga waktu total waktu 78 menit.
5. Setelah diterapkan SMED sistem dengan reduksi 40 % pada pemasangan dan pelepasan *dies* 710149 D01 di mesin *punch* T 160 pada proses *forming muffle*, jumlah kapasitas pengerjaan *muffle* bertambah sebesar 1256 Pcs/hari sehingga proses yang dihasilkan di mesin *punch* T 160 bertambah 150 Pcs/hari.
6. Dapat dilihat dari jumlah kecacatan *muffle* sebelum pengaplikasian SMED sistem adalah 29 Pcs/hari dengan jumlah produksi *muffle* 1106 pcs/hari, sedangkan setelah usulan penerapan

SMED sistem di mesin *punch* T 160 pada pemasangan dan pelepasan *dies* 710149 D01 dengan menggunakan usulan reduksi waktu sebesar 40 % jumlah cacat pada *muffle* diperkirakan sekitar 33 Pcs/hari dengan jumlah produksi *muffle* 1256 Pcs/hari.

Saran

Dari penjelasan-penjelasan di atas dapat disimpulkan bahwa SMED *system* dapat mengurangi waktu pergantian *dies* 710149 D01 pada mesin *punch* T 160. Berikut merupakan saran-saran yang dapat membantu kinerja perusahaan terutama dalam minimasi waktu pergantian *dies* :

1. Penelitian seperti ini sebaiknya dilakukan secara menyeluruh dan kontinyu sehingga hasil yang akan didapatkan mampu lebih maksimal sehingga pengurangan terhadap *Setup Time* pada mesin *punch* T 160 bisa lebih tinggi atau mencapai reduksi 50 %.
2. Penelitian ini sebaiknya dilakukan pada mesin-mesin yang lain yang ada di PT. Beton Perkasa Wijaksana. Sehingga mampu meningkatkan produktifitas PT. Beton Perkasa Wijaksana.
3. Sebaiknya dibuatkan *work instruction* pada setiap mesin saat melakukan setup *dies* sehingga seorang operator dapat mengetahui langkah-langkah operasinya.
4. Penggunaan OTED (*one touch exchange dies*) pada SMED sistem lebih diterapkan secara maksimal agar waktu setup yang dibutuhkan dapat berkurang secara drastis atau mencapai reduksi 100 % dibawah 1 menit.
5. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengurangi dampak kecacatan yang diproduksi pada *muffle*.
6. Perlunya untuk penambahan alat-alat bantu setup yang dapat membantu mengurangi pengerjaan seorang operator *setup* dan mengurangi waktu *setup* yang berlebihan.
7. Perlunya dilakukan perubahan-perubahan terhadap desain *dies* secara berkelanjutan agar memudahkan dalam melakukan proses SMED sistem.
8. Penggunaan metode TPM (*total productivity maintenance*) untuk keseluruhan lantai produksi terutama pada mesin-mesin yang tingkat utilitasnya tinggi.
9. Perlunya dilakukan pelatihan-pelatihan terhadap operator mesin.
10. Perlunya dilakukan audit untuk periode 6 bulan sekali atau 1 tahun sekali

Daftar Pustaka

Beigel, Jhon E, "Pengendalian Produksi: Suatu Pendekatan Kuantitatif", Akademika Pressindo, Jakarta, 1992.

Bimjamin N, Andris F, "Methods Standards And Work Design", Eleventh Edition, McGraw Hill, 1999.

Jogger, Memory, "The Lean Enterprise", First Edition, Goal/Qpc, 2002.

Montgomery, Douglas C, "Introduction to Statistical Quality Control", Second Edition, John Wiley & Sons, Inc, USA, 2001.

Monden, Yasuhiro, "Sistem Produksi Toyota", CV Teruna Grafica, Jakarta. 2000.

Prasetyo, Ranto Panca, "Perancangan Sistem Produksi Just In Time", Tugas Sarjana, Institut Teknologi Bandung, Bandung, 2006.

Sutalaksana, Iftikar Z, "Teknik Tata Cara Kerja", Jurusan Teknik Industri Institut Teknologi Bandung, Bandung, 1979.

Shingo, Shigeo, "A Revolution In Manufacturing The SMED System", Productivity press 1985.