

# OPTIMASI SET-UP TIME PADA MESIN PUNCHING KENKAD DENGAN PENDEKATAN DESAIN ALAT BANTU BARU (Studi Kasus : PT. XYZ)

## SET-UP TIME OPTIMIZATION AT KENKAD PUNCHING MACHINE WITH NEW DESIGN APPROACH (STUDY CASE : PT.XYZ)

Kurnia Nindyo Priyotomo<sup>1)</sup>, Sugiono<sup>2)</sup>, Zefry Darmawan<sup>3)</sup>

Jurusan Teknik Industri Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167, Malang, 65145, Indonesia

E-mail : [kurnia.nindyo@gmail.com](mailto:kurnia.nindyo@gmail.com)<sup>1)</sup>, [sugiono@ub.ac.id](mailto:sugiono@ub.ac.id)<sup>2)</sup>, [zefry\\_ti@ub.ac.id](mailto:zefry_ti@ub.ac.id)<sup>3)</sup>

### Abstrak

PT. XYZ mempunyai variasi produk yang sangat beragam yang melakukan produksi berdasarkan pesanan. Untuk meningkatkan produktivitas perusahaan PT. XYZ memfokuskan untuk meningkatkan utilitas dari mesin produksi. Mesin punching KENKAD merupakan mesin produksi dengan tingkat utilitas terendah yaitu hanya sebesar 35,82%. Faktor utama penyebab dari rendahnya utilitas dari mesin ini disebabkan tingginya waktu set-up mesin yang membutuhkan waktu rata – rata 52,96 menit. Optimasi proses set-up ini dilakukan dengan cara analisis proses kerja untuk mereduksi gerakan yang tidak perlu dan menggantikannya dengan penggunaan dari rancangan alat bantu baru. Hasil observasi pada proses set-up sebelum perbaikan, teridentifikasi sebanyak 14 aktivitas yang membutuhkan waktu total selama 52,96 menit dan membutuhkan sebanyak 3 manpower. Dengan penggunaan rancangan alat bantu baru, aktivitas set-up mesin teridentifikasi menjadi sebanyak 18 aktivitas yang membutuhkan waktu 24,61 menit dan hanya membutuhkan 2 manpower. Proses optimasi pada penelitian ini dapat mereduksi waktu set-up sebesar 53,5%.

**Kata kunci :** optimasi, set-up mesin, analisis kerja, desain alat bantu

### 1. Pendahuluan

PT. XYZ merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang *refrigeration and air conditioning technology*. Sebagai *world class company* PT. XYZ harus dapat memproduksi produk dengan kualitas yang baik dan dengan waktu yang tepat sesuai dengan pesanan. Atas dasar itulah Departemen Produksi PT. XYZ merumuskan Indikator Kinerja atau *key Performance Indicator* untuk memfokuskan pada peningkatan utilitas dari mesin produksi. Untuk menentukan waktu mesin yang akan dijadikan fokus perbaikan dalam meningkatkan utilitas maka dilakukan analisis berdasarkan data rata – rata waktu mesin per bulan untuk masing – masing jenis waktu. Rata – rata waktu mesin/bulan dalam keadaan *holiday* 4.508 menit, *other* 4.254 menit, *no order* 3.616 menit, *set-up* mesin 2.004 menit, *material preparation* 498 menit, *unplan maintenance* 339 menit, *plan maintenance* 219 menit. Dapat diamati bahwa waktu *holiday*, *other*, dan *no order* merupakan tiga teratas jenis waktu yang memiliki rata – rata waktu mesin / bulan paling tinggi. Untuk meningkatkan utilitas mesin sebisa mungkin alokasi waktu untuk aktivitas tersebut dapat

dikurangi, akan tetapi untuk waktu libur, lain – lain, dan tidak ada pesanan tidak dapat dilakukan antisipasi untuk meminimalkannya. Sehingga fokus yang akan dilakukan untuk meningkatkan utilitas mesin adalah dengan mengurangi alokasi waktu untuk *set-up* mesin yang memiliki rata – rata 2.004 menit / bulan. Untuk menganalisa waktu *set-up* mesin produksi yang akan dijadikan fokus dalam perbaikan maka dilakukan analisis berdasarkan data waktu *set-up* rata – rata dan data waktu *running time* rata – rata untuk setiap mesin. Berdasarkan data perusahaan mesin *punching* KENKAD memiliki rata – rata waktu *set-up* paling lama yaitu 52,96 menit dan dengan persentase utilitas terendah yaitu 35,82%. Tingkat kesulitan dalam mengatasi masalah menurunkan waktu *set-up* mesin KENKAD adalah proses membutuhkan bantuan *forklift* dan 3 *manpower*. Rata – rata waktu yang dibutuhkan untuk menunggu *forklift* juga cukup lama yaitu 23,19 menit. Sehingga untuk mengatasi masalah ini akan dilakukan analisis proses kerja untuk menentukan desain alat bantu yang akan mempermudah dan

mempersingkat waktu proses mengganti *tool* pada mesin *punching* KENKAD.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini tentang optimasi waktu *set-up* dengan pendekatan analisis kerja dan perancangan alat bantu. Merupakan jenis penelitian rekayasa.

### 2.1 Langkah – langkah Penelitian

Langkah – langkah yang dilakukan dalam melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut.

#### 1. Survei Pendahuluan

Survei pendahuluan dimaksudkan untuk mengetahui permasalahan yang sedang dihadapi oleh perusahaan.

#### 2. Mengidentifikasi Permasalahan

Identifikasi masalah adalah tahap awal pemahaman terhadap suatu permasalahan yang terjadi di perusahaan dan untuk mencari solusi permasalahan tersebut.

#### 3. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan untuk memberikan landasan teori dalam melakukan penelitian.

#### 4. Merumuskan Masalah Penelitian

Dari identifikasi masalah awal dan studi pustaka, selanjutnya dirumuskan masalah yang akan dikaji pada penelitian ini.

#### 5. Menentukan Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ditentukan berdasarkan perumusan masalah yang telah ditetapkan sebelumnya.

#### 6. Pengumpulan Data

Pengumpulan data mencakup data sekunder meliputi data – data perusahaan dan juga data primer yang meliputi data observasi *stopwatch time study*.

#### 7. Pengolahan Data

Setelah melakukan identifikasi awal dan studi literatur, maka dilakukan pengumpulan data kemudian dari data-data yang telah diperoleh dilakukan pengolahan data.

##### a. Uji keseragaman dan kecukupan data

Data *time study* hasil pengukuran terlebih dahulu dilakukan uji keseragaman dan kecukupan data. Apabila berdasarkan uji kecukupan data kurang memenuhi jumlah yang dibutuhkan, maka perlu dilakukan penambahan data. Apabila data yang diambil terdapat data tidak seragam maka dilakukan eliminasi terhadap data tersebut.

##### b. Melakukan analisis terhadap proses kerja

Melakukan pengolahan data untuk menentukan waktu siklus, waktu normal, dan waktu baku untuk setiap elemen kerja dari aktivitas *set-up*. Untuk kemudian dilakukan analisa proses kerja menggunakan peta kelompok kerja (*gang process chart*) dan menentukan proses – proses kerja yang tidak efektif berdasarkan prinsip – prinsip ekonomi gerakan (*motion economy*).

##### c. Analisis solusi untuk menghilangkan aktivitas yang tidak diperlukan

Melakukan analisis solusi untuk menghilangkan aktivitas kerja yang tidak diperlukan dalam melakukan set up mesin berdasarkan hasil dari analisis proses kerja yang telah dilakukan sebelumnya.

##### d. Analisis kebutuhan dalam perancangan desain alat bantu

Berdasarkan analisis solusi, dilakukan analisis kebutuhan akan desain alat bantu yang dibutuhkan untuk membantu proses set-up.

##### e. *Function analysis system technique*

Berdasarkan kebutuhan desain alat bantu yang telah dianalisis maka dilakukan pemetaan fungsi – fungsi kritis yang berperan penting terhadap performansi alat.

##### f. Perancangan desain alat bantu

Berdasarkan analisis solusi untuk menghilangkan aktivitas yang tidak diperlukan dilakukan pelaksanaan proses perbaikan dengan perancangan desain alat bantu.

##### g. Pembuatan *prototype*

Dari desain alat bantu, dilakukan pembuatan *prototype* alat bantu yang akan digunakan untuk uji coba dari desain yang telah dibuat.

##### h. Uji coba desain alat bantu dan perbaikan desain

Berdasarkan desain alat bantu yang telah dibuat, dilakukan uji coba untuk menerapkan alat bantu tersebut. Perbaikan desain dilakukan apabila terjadi kendala dalam proses percobaan yang dilakukan.

##### i. Pengukuran waktu kerja proses *set-up* setelah perbaikan

Untuk mengetahui pengaruh perbaikan yang telah dilakukan dan pengaruh penggunaan alat bantu terhadap waktu *set-up* mesin *punching* KENKAD maka

dilakukan pengukuran waktu secara langsung pada proses aktivitas *set-up*.

- j. Uji keseragaman dan kecukupan data pengukuran setelah perbaikan

Data hasil pengukuran secara langsung dari proses *set-up* setelah perbaikan kemudian dilakukan uji keseragaman dan kecukupan. Apabila berdasarkan uji keseragaman data yang diambil terdapat data tidak seragam maka dilakukan eliminasi terhadap data tersebut. Apabila berdasarkan uji kecukupan data kurang memenuhi jumlah yang dibutuhkan, maka perlu dilakukan penambahan data.

- k. Menetapkan standar kerja baru

Melakukan perhitungan waktu siklus, waktu normal, dan waktu standar untuk setiap elemen aktivitas kerja. Pembuatan peta kelompok kerja untuk proses *set-up* setelah perbaikan dan pembuatan *standart operating procedure* (SOP) untuk aktivitas *set-up* mesin *punching* KENKAD dengan menggunakan alat bantu baru.

8. Analisis Hasil

Melakukan analisis hasil dari perbaikan yang telah dilakukan dengan membandingkannya dengan proses *set up* sebelumnya. Sekaligus analisis biaya perbaikan yang dilakukan dan menetapkan BEP dari investasi yang dikeluarkan.

9. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dibuat berdasarkan seluruh tahapan yang dilalui dalam penelitian dimana peneliti melakukan penarikan kesimpulan berhubungan dengan tujuan penelitian yang ingin dicapai, sedangkan saran merupakan masukan yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan selanjutnya.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Data Pengamatan Proses *Set-Up* Sebelum Perbaikan (*Existing*) pada Mesin *Punching* KENKAD

Pengamatan pada proses *set-up* mesin *punching* kenkad dilakukan secara langsung dengan cara pengukuran waktu dan merekam proses *set-up*. Waktu *set-up* dalam penelitian ini didefinisikan sebagai lama waktu yang dibutuhkan saat mesin dimatikan untuk mengakhiri proses produksi sampai mesin dihidupkan kembali dan siap melakukan aktivitas produksi selanjutnya. Sehingga didalam waktu *set-up* terdiri dari waktu

melakukan persiapan peralatan *set-up*, waktu pergantian komponen mesin, melakukan penyesuaian komponen, melakukan penyetelan pada gerakan mesin sampai mesin kembali dihidupkan dan siap untuk melakukan aktivitas produksi selanjutnya. Dilakukan pengambilan data sebanyak 30 data dengan asumsi sebagai sampel kecil menurut Iqbal (1999:83). Waktu dalam pengambilan data ini dilakukan secara random antara pukul 08.00 – 16.00. Pengamatan dilakukan pada *shift* kerja yang sama dengan kombinasi operator yang sama. Aktivitas yang teridentifikasi total adalah sebanyak 14 aktivitas. Aktivitas pertama adalah membuka baut klem atas dan bawah dengan kunci manual yang memiliki rata – rata waktu proses selama 4,72 menit. Aktivitas kedua adalah memasang klem penjepit *tool* atas dan bawah yang memiliki rata – rata waktu proses selama 1,66 menit. Aktivitas ketiga adalah menaikkan bed atas yang memiliki rata – rata waktu proses selama 0,61 menit. Aktivitas keempat adalah aktivitas menunggu *forklift* yang memiliki rata – rata waktu proses selama 17,55 menit. Aktivitas kelima adalah aktivitas mengeluarkan *tool* dari mesin yang memiliki rata – rata waktu proses selama 1,71 menit. Aktivitas keenam adalah aktivitas meletakkan *tool* pada palet yang memiliki rata – rata waktu proses 5,30 menit. Aktivitas ketujuh adalah aktivitas mengambil *tool* baru yang memiliki rata – rata waktu proses selama 2,43 menit. Aktivitas kedelapan adalah aktivitas memasukkan *tool* pada mesin yang memiliki rata – rata waktu proses selama 2,15 menit. Aktivitas kesembilan adalah *centering* lubang *tool* bawah yang memiliki rata – rata waktu proses selama 8,10 menit. Aktivitas kesepuluh adalah aktivitas memasukkan *stick* pada dies bawah yang memiliki rata – rata waktu proses selama 1,37 menit. Aktivitas kesebelas adalah aktivitas menempelkan bed atas pada *tool* yang memiliki rata – rata waktu proses selama 0,64 menit. Aktivitas kedua belas adalah aktivitas memasang baut klem dies atas dan dies bawah secara manual yang memiliki rata – rata waktu proses selama 5,25 menit. Aktivitas ketiga belas adalah aktivitas melepas klem penjepit *tool* atas dan bawah yang memiliki rata – rata waktu proses selama 1,96 menit. Aktivitas keempat belas adalah aktivitas *setting* program yang memiliki rata – rata waktu proses selama 3,37 menit.

**Tabel 1** Peta Kerja Proses *Set-up* Mesin *Punching* KENKAD

No	Operator A	Waktu	Operator B	Waktu	Operator C	Waktu	Durasi	Mulai	Selesai
1	Membuka baut klem atas dan bawah dengan kunci manual	00.05.16					00.05.16	00.00.00	00.05.16
2	Memasang klem penjepit <i>tool</i> atas dan bawah	00.01.48					00.01.48	00.05.16	00.07.04
3	Menaikkan bed atas	00.00.40					00.00.40	00.07.04	00.07.44
4					Mengendarai <i>forklift</i> menuju station	00.19.28	00.19.28	00.07.44	00.17.12
5	Menarik <i>tool</i> keluar dari mesin menuju <i>forklift</i>	00.01.54	Menarik <i>tool</i> keluar dari mesin menuju <i>forklift</i>	00.01.54	Setting ketinggian <i>forklift</i> dengan mesin	00.01.54	00.01.54	00.17.12	00.19.06
6					Meletakkan <i>tool</i> pada palet dengan menggunakan <i>forklift</i>	00.05.55	00.05.55	00.19.06	00.25.01
7					Mengambil <i>tool</i> baru dari palet dengan menggunakan <i>forklift</i> dan membawanya ke mesin	00.02.42	00.02.42	00.25.01	00.27.43
8	Memasukkan <i>tool</i> ke dalam mesin	00.02.29	Memasukkan <i>tool</i> ke dalam mesin	00.02.29	Setting ketinggian <i>forklift</i> dengan mesin	00.02.29	00.02.29	00.27.43	00.30.12
9	<i>Centering</i> lubang <i>tool</i> bawah	00.09.00	<i>Centering</i> lubang <i>tool</i> bawah	00.09.00	Mendorong <i>tool</i> dengan menggunakan <i>forklift</i>	00.09.00	00.09.00	00.30.12	00.39.12
10	Memasukkan <i>stick</i> pada dies bawah	00.01.29	Memasukkan <i>stick</i> pada dies bawah	00.01.29			00.01.29	00.39.12	00.40.41
11	Menempelkan bed atas pada <i>tool</i>	00.00.40					00.00.40	00.40.41	00.41.21
12	Memasang baut klem dies atas dan dies bawah secara manual	00.05.46					00.05.46	00.41.21	00.47.07
13	Melepas klem penjepit <i>tool</i> atas dan bawah	00.02.10					00.02.10	00.47.07	00.49.17
14	Setting program dan <i>tool</i> siap digunakan	00.03.41					00.03.41	00.49.17	00.52.58
11	Menempelkan bed atas pada <i>tool</i>	00.00.40					00.00.40	00.40.41	00.41.21
Total		00.34.24		00.14.48		00.41.24		00.52.58	

Sehingga berdasarkan data tersebut dapat dianalisis bahwa aktivitas menunggu *forklift* memiliki rata – rata waktu yang paling lama yaitu 17,55 menit.

### 3.2 Peta Kerja Proses *Set-Up* pada Mesin *Punching* KENKAD Sebelum Perbaikan

Peta kerja proses *set-up* dibuat berdasarkan hasil pengamatan pada proses *set-up* yang dilakukan sebelum perbaikan. Pada penelitian ini peta kerja yang digunakan adalah peta kelompok kerja. Peta kerja ini dipilih karena mampu menggambarkan kemungkinan yang bisa diperoleh untuk memperbaiki kondisi kerja dengan jalan mengurangi waktu menganggur operator. Sehingga dapat mengindikasikan bahwa suatu proses atau operasi kerja dilaksanakan dengan memanfaatkan tenaga kerja yang dianggap terlalu banyak dari yang seharusnya diperlukan ataupun sebaliknya.

Menurut Wignjosoebroto (2008) peta kelompok kerja merupakan bagian peta kerja

yang digunakan untuk menganalisa proses kerja setempat. Peta kelompok kerja (*Gang Process Chart*) pada dasarnya merupakan adaptasi dari Peta Pekerja dan Mesin. Peta kelompok kerja ini akan menunjukkan hubungan antara siklus menganggur dan siklus waktu operasi dari mesin / proses dan waktu menganggur serta waktu kerja persiklus dari pekerja – pekerja yang akan melayani mesin atau proses tersebut. Peta ini akan menggambarkan kemungkinan yang bisa diperoleh untuk memperbaiki kondisi kerja dengan jalan mengurangi waktu menganggur tadi.

Berdasarkan pemetaan proses kerja pada Tabel 1 yang telah dilakukan waktu yang dibutuhkan proses *set-up* mesin *punching* KENKAD adalah selama 52 menit 58 detik. Aktivitas yang teridentifikasi adalah sebanyak 14 aktivitas, aktivitas ini dikerjakan oleh tiga orang operator yaitu operator A, operator B, dan operator C. Operator A merupakan operator asli dari mesin *punching* kenkad, operator C

merupakan operator dari *forklift*, dan operator B adalah operator mesin lain yang ikut membantu dalam proses. Dari peta kelompok kerja ini dapat diamati masih terdapat ketidakefektifan dalam metode kerja yang dilakukan. Hal ini dapat terlihat dari jumlah waktu dan aktivitas kerja yang kurang seimbang diantara ketiga operator, dimana operator A melakukan 11 aktivitas selama 34 menit 24 detik, operator B melakukan 4 aktivitas selama 14 menit 48 detik, dan operator C melakukan 6 aktivitas selama 41 menit 24 detik. Berdasarkan fakta yang demikian maka perlu dilakukan perbaikan waktu *set-up* dengan analisa elemen gerakan kerja untuk mengurangi *unnecessary motion waste* seperti pada aktivitas 1 dan 12 membuka / memasang baut secara manual dan waktu menunggu agar waktu *set-up* dapat dipersingkat.

### 3.3 Analisis Proses Kerja Berdasarkan Peta Kerja

Berdasarkan peta kelompok kerja proses *set-up* mesin *punching* KENKAD yang telah dibuat dapat dianalisis sebagai berikut:

1. Aktivitas Kerja yang Tidak Seimbang Untuk Setiap Operator.  
Aktivitas kerja yang tidak seimbang diantara 3 operator, ini dapat diamati dari jumlah aktivitas dan lama waktu kerja untuk masing – masing operator. Dalam proses *set-up* ini operator B hanya memiliki 4 aktivitas kerja dan total waktu aktivitas selama 14 menit 48 detik. Sangat terlihat kontras apabila dibandingkan dengan operator A yang memiliki 11 aktivitas dan total waktu aktivitas selama 34 menit 24 detik.
2. Waktu Menunggu yang Terlalu Lama.  
Aktivitas menunggu kedatangan *forklift* dalam proses *set-up* mesin *punching* kenkad dirasa terlalu lama yang mencapai waktu 19 menit 28 detik. Aktivitas ini dirasa kurang efektif dan perlu dilakukan perbaikan proses.
3. Aktivitas yang Membutuhkan Banyak Sumber Daya.  
Untuk aktivitas menarik *tool* keluar dari mesin menuju *forklift*, aktivitas memasukkan *tool* kedalam mesin, dan aktivitas *centering* lubang *tool* bawah membutuhkan hingga tiga orang sumber daya manusia. Ini dirasakan terlalu banyak, apabila aktivitas ini dapat diperbaiki akan dapat mengurangi penggunaan jumlah tenaga kerja.
4. Aktivitas Kerja yang Manual.

Pada aktivitas membuka dan memasang baut klem atas dan bawah masih dilakukan dengan menggunakan kunci manual. Aktivitas kerja yang dilakukan secara manual seharusnya dapat diotomasi sehingga dapat mempersingkat waktu proses.

#### 5. *Centering* Lubang *Tool* Bawah.

Aktivitas *centering* lubang *tool* bawah memakan waktu yang cukup lama apabila dibandingkan dengan aktivitas yang lain yaitu 10 menit 43 detik. Selain itu aktivitas ini juga membutuhkan banyak tenaga kerja.

### 3.4 Analisis Kebutuhan dalam Perancangan Desain Alat Bantu

Berdasarkan analisis solusi perbaikan terhadap proses *set-up* mesin *punching* KENKAD maka dapat dianalisis kebutuhan desain alat bantu yang diperlukan dalam membantu proses *set-up* mesin *punching* KENKAD adalah sebagai berikut:

1. Dapat menggantikan fungsi *forklift* dalam memindahkan *tool* mesin *punching* KENKAD.
2. Dapat mempermudah proses memasukkan *tool* dari dan kedalam mesin.
3. Dapat mengurangi penggunaan tenaga kerja (*manpower*) pada proses *set-up* mesin *punching* KENKAD.
4. Dapat memudahkan proses *centering tool* dengan mesin, sehingga dapat mempersingkat waktu proses.

### 3.5 *Function Analysis System Technique*

Berdasarkan kebutuhan desain alat bantu yang telah dianalisis maka dilakukan pemetaan fungsi – fungsi kritis yang berperan penting terhadap performansi alat. Borza (2011) melalui diagram FAST dapat diamati tingkatan fungsi tertinggi (*high order function*) adalah desain alat bantu proses *set-up* mesin *punching* KENKAD, dan tingkatan fungsi terendah (*low order function*) adalah proses *set-up* mesin *punching* KENKAD. Garis tebal yang menghubungkan garis fungsi di tengah menandakan bahwa fungsi yang ada tersebut merupakan fungsi utama (*basic function*) yang tidak boleh dihilangkan.

### 3.6 Perancangan Desain Alat Bantu

Dalam pembuatan rancangan desain alat bantu dilakukan pertimbangan berdasarkan ukuran mesin, ukuran diameter *tool*, dan berat

*tool*. Berikut merupakan data ukuran diameter *tool*.

**Tabel 2** Data Ukuran Diameter *Tool*

	<i>Tool</i>					
	1	2	3	4	5	6
Ukuran diameter (mm)	310	400	450	500	550	600

Berat *tool* rata – rata adalah 250 Kg. Sementara untuk ukuran mesin *punching* kenkad adalah Tinggi mesin keseluruhan 3500 mm, ketinggian meja kerja dari permukaan 948 mm, panjang mesin 2904 mm, lebar mesin 1200 mm. Untuk mempermudah dalam proses memasukkan *tool* dari alat bantu ke dalam mesin maka ukuran tinggi dari alat bantu harus sama dengan ketinggian dari meja kerja mesin yaitu 948 mm. Sementara untuk ukuran luas permukaan dari alat bantu minimal harus memiliki ukuran panjang dan lebar 600 mm sehingga dapat digunakan untuk *tool* yang paling besar yang memiliki ukuran diameter 600 mm. Berdasarkan data – data ukuran dan kebutuhan dari fungsi desain alat bantu tersebut kemudian dilakukan desain alat bantu seperti pada Lampiran A.

Desain alat bantu terdiri dari dua bagian utama yaitu meja *sliding* dan *lift trolley*. *Lift trolley* didesain untuk mengganti fungsi *forklift* untuk memindahkan *tools* pada saat aktivitas *set-up*, dengan menggunakan *lift trolley* selain dapat menghilangkan waktu dalam menunggu *forklift* juga menghilangkan waktu dalam *setting* ketinggian dikarenakan terdapat *limiter* ketinggian pada *trolley* sehingga ketinggian *trolley* akan sesuai dengan ketinggian mesin. Desain meja *sliding* digunakan untuk mempermudah proses memasukkan dan mengeluarkan *tools* dari mesin. Dengan menggunakan meja *sliding* diharapkan proses memasukkan *tools* yang sebelumnya memakan waktu lama dapat dikurangi hingga separuhnya, jumlah *manpower* yang sebelumnya memerlukan 3 *manpower* dapat dikurangi, dan juga aktivitas *centering* lubang *tool* bawah dapat dieliminasi.

### 3.7 Pembuatan *Prototype*

Berdasarkan perancangan desain alat bantu yang telah dibuat, selanjutnya dilakukan pembuatan *prototype*. Pembuatan *prototype* dilakukan di sebuah bengkel bernama Karya Raya *Construction Family* milik Bapak Adhi Karyadi beralamatkan di JL. Kyai Parseh Jaya No. 50 A, RT. 3 RW. 02, Bumiayu – Malang. Proses pembuatan *prototype* alat bantu

diselesaikan dalam waktu 7 hari dengan rincian biaya proses pembuatan sebagai berikut.

**Tabel 3** Rincian Biaya Pembuatan Alat

No.	Jenis Pengeluaran	Biaya
1.	Profile L 50 x 50 mm sepanjang 10,5 meter	Rp 350.000,00
2.	Multipleks 10 mm seluas 1 m <sup>2</sup>	Rp 50.000,00
3.	As kotak 50 mm x 2500 mm	Rp 50.000,00
4.	Plat galvanis 3 mm seluas 200 cm <sup>2</sup>	Rp 100.000,00
5.	4 buah roda <i>heavy duty</i> @ 250 kg	Rp 50.000,00
6.	6 buah bearing beban statis 250 kg	Rp 30.000,00
7.	29 buah baut L tanam 6 x 25 mm	Rp 30.000,00
8.	Plat <i>black steel</i> 900 x 805 x 10 mm	Rp 250.000,00
9.	Hidrolik kapasitas 2 ton	Rp 300.000,00
10.	As kotak 100 x 50 x 930 mm	Rp 80.000,00
11.	Profile U 50 x 100 mm <i>black stell</i> L=1800 mm	Rp 70.000,00
12.	Pipa besi D = 50 mm L = 240 mm	Rp 30.000,00
13.	Pipa besi D = 40 mm L = 1680 mm	Rp 90.000,00
14.	Ongkos pembuatan	Rp 550.000,00
<b>Total</b>		<b>Rp 2.030.000,00</b>

Dari rincian biaya tersebut dapat di total biaya pembuatan alat bantu menghabiskan biaya sebesar Rp 2.030.000,00.

### 3.8 Uji Coba Alat Bantu dan Evaluasi

*Prototype* alat bantu yang telah dibuat selanjutnya dilakukan uji coba secara langsung pada aktivitas *set-up* mesin *punching* kenkad di PT. Guentner Indonesia. Proses uji coba dilakukan pada tanggal 17 Desember 2013 – 19 Desember 2013. Berikut merupakan hasil uji coba dari pengaplikasian alat bantu pada proses *set-up*.

#### 1. Uji Coba 1

Pada proses pengaplikasian alat bantu untuk aktivitas *set-up* untuk uji coba yang pertama memiliki beberapa kendala antara lain:

- Proses keluar masuk *tool* dari *trolley* ke mesin atau dari mesin ke *trolley* masih sulit dikarenakan tinggi *trolley* tidak sama dengan tinggi mesin, kurang lebih terdapat selisih 3 mm.
- Proses *centering tool* dengan mesin masih sulit sehingga proses pemasangan pen pada dies masih memakan waktu lama.

Sehingga untuk mengatasi kendala tersebut dilakukan perencanaan solusi sebagai berikut.

- Melakukan modifikasi *trolley* dengan memberikan tambahan plat galvanize dengan ketebalan 3 mm pada sambungan antara roda dengan frame, sehingga ketinggian *trolley* dapat sesuai dengan ketinggian mesin.

- b. Untuk memudahkan proses *centering* maka dilakukan penambahan stoper pada bagian depan dan belakang mesin.
2. Uji Coba 2  
Setelah melakukan perbaikan berdasarkan solusi yang telah dirumuskan pada uji coba pertama maka dilakukan kembali uji coba pengaplikasian alat bantu pada aktivitas *set-up*.



**Gambar 1.** *Stopper* Depan



**Gambar 2.** Pemasangan Baut dengan *Impact Wrench*

Pada uji coba yang kedua proses mendorong dies kedalam mesin kenkad sudah ringan dan mudah dikarenakan tinggi *trolley* telah sesuai dengan ketinggian mesin. Proses *centering tool* dengan mesin dan pemasangan pen sudah mudah setelah penambahan stoper pada bagian depan dan belakang mesin. Proses pemasangan baut secara manual yang digantikan dengan menggunakan *impact wrench* terbukti dapat diterapkan pada aktivitas *set-up* mesin punching kenkad. Rata – rata waktu pemasangan baut dengan menggunakan *impact wrench* adalah sebesar 1,46 menit. Rata – rata waktu ini mengalami penurunan dari yang sebelumnya proses pemasangan baut secara manual memiliki rata – rata waktu sebesar 4,75 menit.

### 3.9 Pengukuran Waktu Kerja Proses *Set-Up* Setelah Perbaikan

Untuk mengetahui pengaruh pengaplikasian desain alat bantu berupa *trolley* dan meja

*sliding* terhadap waktu *set-up* mesin punching kenkad maka dilakukan pengukuran waktu secara langsung pada proses aktivitas *set-up*. Dikarenakan keterbatasan dalam kebijakan perusahaan dalam proses pengukuran ini hanya dibatasi pengambilan data sebanyak 10 kali.

Setelah dilakukan perbaikan proses *set-up* mesin punching kenkad dengan menggunakan alat bantu berupa *trolley* dan meja *sliding* dapat diidentifikasi terdapat 18 elemen aktivitas untuk proses *set-up*. Aktivitas pertama adalah memasang klem penjepit *tool* atas dan bawah yang memiliki rata – rata waktu proses selama 1,78 menit. Aktivitas kedua adalah membuka baut klem bawah dengan *impact wrench* yang memiliki rata – rata waktu proses selama 1,48 menit. Aktivitas ketiga adalah menaikkan bed atas yang memiliki rata – rata waktu proses selama 0,63 menit. Aktivitas keempat adalah menempatkan *trolley* tepat pada posisi didepan meja kenkad yang memiliki rata – rata waktu proses selama 0,18 menit. Aktivitas kelima adalah memasukkan meja *sliding* pada mesin yang memiliki rata – rata waktu proses selama 0,76 menit. Aktivitas keenam adalah menurunkan *tool* hingga menyentuh meja *sliding* yang memiliki rata – rata waktu proses selama 0,58 menit. Aktivitas ketujuh adalah melepaskan baut klem atas dengan menggunakan *impact wrench* yang memiliki rata – rata waktu proses selama 1,48 menit. Aktivitas kedelapan adalah mengeluarkan *tool* dari mesin dengan menarik meja *sliding* yang memiliki rata – rata waktu proses selama 1,91 menit. Aktivitas kesembilan adalah mengambil *tool* baru yang telah ada pada meja *sliding* yang memiliki rata – rata waktu proses selama 1,85 menit. Aktivitas kesepuluh adalah mendorong meja *sliding* yang sudah berisi *tool* baru menuju mesin yang memiliki rata – rata waktu proses selama 1,33 menit. Aktivitas kesebelas adalah menempelkan bed atas pada *tool* yang memiliki rata – rata waktu proses selama 0,68 menit. Aktivitas kedua belas adalah memasang baut klem dies atas dan dies bawah menggunakan *impact wrench* yang memiliki rata – rata waktu proses selama 1,37 menit. Aktivitas ketiga belas adalah menaikkan bed atas yang memiliki rata – rata waktu proses selama 0,62 menit. Aktivitas keempat belas adalah

mengeluarkan meja *sliding* dari mesin yang memiliki rata – rata waktu proses selama 0,61 menit. Aktivitas kelima belas adalah menurunkan *tool* hingga menempel pada bed bawah yang memiliki rata – rata waktu proses selama 0,64 menit. Aktivitas keenam belas adalah memasang baut klem bawah yang memiliki rata – rata waktu proses selama 1,46 menit. Aktivitas ketujuh belas adalah melepaskan klem penjepit *tool* atas dan bawah yang memiliki rata – rata waktu proses selama 2,11 menit. Aktivitas kedelapan belas adalah *setting* program yang memiliki rata – rata waktu proses selama 3,65 menit. Berdasarkan data tersebut dapat diperhatikan aktivitas *setting* program akhir memiliki rata – rata waktu paling lama yaitu selama 3,65 menit.

### 3.10 Peta Kerja Proses *Set-Up* pada Mesin *Punching* KENKAD Setelah Perbaikan

Untuk memetakan proses *set-up* mesin *punching* kenkad setelah dilakukan perbaikan dengan menggunakan alat bantu maka digambarkan dengan menggunakan peta kelompok kerja seperti pada Tabel 4. Waktu yang dibutuhkan untuk proses *set-up* mesin *punching* kenkad setelah dilakukan perbaikan adalah selama 24 menit 37 detik. Aktivitas yang teridentifikasi adalah sebanyak 16 aktivitas dan dikerjakan oleh 2 orang operator. Total waktu kerja yang dilakukan oleh operator A adalah selama 24 menit 37 detik, dan total waktu kerja untuk operator B adalah 6 menit.

**Tabel 4** Peta Kerja Proses *Set-Up* Mesin *Punching* KENKAD Setelah Perbaikan

No	Operator A	Waktu	Operator B	Waktu	Durasi	Mulai	Selesai
1	Memasang klem penjepit <i>tool</i> atas dan bawah	00.01.52			00.01.52	00.00.00	00.01.52
2	Membuka baut klem atas dan bawah dengan <i>impact wrench</i>	00.01.33			00.01.33	00.01.52	00.03.25
3	Menaikkan bed atas	00.00.39	Mengambil dan menempatkan <i>trolley</i> tepat pada posisi didepan meja kenkad	00.00.39	00.00.39	00.03.25	00.04.04
4	Menaikkan bed atas	00.00.33			00.00.33	00.04.04	00.04.37
5	Memasukkan meja pada mesin	00.00.48			00.00.48	00.04.37	00.05.25
6	Menurunkan <i>tool</i> hingga menyentuh meja <i>sliding</i>	00.00.36			00.00.36	00.05.25	00.06.01
7	Melepaskan baut klem atas dengan menggunakan <i>impact wrench</i>	00.01.33			00.01.33	00.06.01	00.07.34
8	Mengeluarkan <i>tool</i> dari mesin dengan menarik meja <i>sliding</i>	00.02.00	Mengeluarkan <i>tool</i> dari mesin dengan menarik meja <i>sliding</i>	00.02.00	00.02.00	00.07.34	00.09.34
9	Mengambil <i>tool</i> baru yang telah ada pada meja <i>sliding</i>	00.01.57	Mengambil <i>tool</i> baru yang telah ada pada meja <i>sliding</i>	00.01.57	00.01.57	00.09.34	00.11.31
10	Mendorong meja <i>sliding</i> yang sudah berisi <i>tool</i> baru menuju mesin	00.01.24	Mendorong meja <i>sliding</i> yang sudah berisi <i>tool</i> baru menuju mesin	00.01.24	00.01.24	00.11.31	00.12.55
11	Menempelkan bed atas pada <i>tool</i>	00.00.43			00.00.43	00.12.55	00.13.38
12	Memasang baut klem dies atas dan dies bawah menggunakan <i>impact wrench</i>	00.01.26			00.01.26	00.13.38	00.15.04
13	Menaikkan bed atas	00.00.39			00.00.39	00.15.04	00.15.43
14	Mengeluarkan meja <i>sliding</i> dari mesin	00.00.38			00.00.38	00.15.43	00.16.21
15	Menurunkan <i>tool</i> hingga menempel pada bed bawah	00.00.40			00.00.40	00.16.21	00.17.01
16	Memasang baut klem bawah	00.01.32			00.01.32	00.17.01	00.18.33
17	Melepaskan klem penjepit <i>tool</i> atas dan bawah	00.02.13			00.02.13	00.18.33	00.20.46
18	Setting program dan <i>tool</i> siap digunakan	00.03.51			00.03.51	00.20.46	00.24.37
Total		00.24.37		00.06.00		00.24.37	

### 3.11 Analisis Hasil

Untuk membandingkan dan menganalisa perbaikan proses *set-up* dengan mengaplikasikan alat bantu baru, maka dilakukan analisis hasil sebagai berikut.

#### 1. Analisis Waktu *Set-Up* Sebelum dan Sesudah Perbaikan.

Perbaikan proses *set-up* mesin *punching* kenkad dengan menerapkan alat bantu baru terbukti dapat menurunkan waktu *set-up* mesin secara keseluruhan dan mempermudah proses dengan dibuktikan adanya penurunan kebutuhan tenaga kerja. Waktu *set-up* mesin *punching* kenkad sebelum dilakukan perbaikan adalah selama 1 jam 14 menit 56 detik, dan setelah dilakukan perbaikan waktu *set-up* turun menjadi 27 menit 27 detik.

$$\text{Penurunan waktu}(\%) = \frac{28,35 \text{ menit}}{52,96 \text{ menit}} \times 100\% = 53,5\%$$

Berdasarkan perhitungan tersebut didapatkan selisih waktu *set-up* sebesar 28,35 menit dan persentase penurunan waktu *set-up* sebesar 53,5 %.

#### 2. Analisis *Break Even Point* Untuk Pengadaan Alat Bantu Baru.

Menurut Pujawan (2003) analisa titik impas adalah salah satu analisis dalam ekonomi teknik yang sangat populer digunakan terutama pada sektor – sektor industri yang padat karya. Analisis ini akan berguna apabila akan mengambil keputusan pemilihan alternatif yang cukup sensitif terhadap variabel atau parameter dan bila variabel – variabel tersebut sulit diestimasi nilainya. Melalui analisa titik impas seseorang akan bisa mendapatkan nilai dari parameter tersebut yang menyebabkan dua atau lebih alternatif dianggap sama baiknya, dan oleh karenanya bisa dipilih salah satu diantaranya.

Untuk menganalisis kelayakan dari pengadaan alat bantu baru dalam proses *set-up* mesin *punching* kenkad maka dilakukan analisis *break even point* sebagai berikut.

Dikarenakan nilai BEP yang singkat yaitu hanya selama 14 kali proses *set-up*, sementara dalam satu *shift* rata – rata dilakukan 3 kali *set-up* mesin, sehingga BEP akan terjadi pada saat *shift* ke – 5. Karena waktu yang singkat tersebut pengadaan dari alat bantu ini layak untuk dilakukan.

**Tabel 5** Analisis *Break Even Point*

Keterangan	Nilai	Unit
Waktu <i>set-up</i> sebelum perbaikan	52,96	menit
Waktu <i>set-up</i> setelah perbaikan	24,61	menit
Penurunan waktu	28,35	menit
<i>Cycle time</i> produk <i>Sumber: cycle time infor</i>	5,94	menit
Harga ventilatorblech Stulz AY990.003662G <i>Sumber: item costing data infor</i>	22,75	Euro
	364.000	Rupiah
Margin keuntungan = 10% x harga produk <i>Sumber: asumsi keuntungan terkecil</i>	2,275	Euro
	36.400	Rupiah
Keuntungan <i>output</i> yang dihasilkan dari penurunan waktu <i>set-up</i> <i>Keuntungan = penurunan waktu / cycle time product</i>	4	pcs
	145.600	Rupiah
Biaya pembuatan alat	2.030.000	Rupiah
BEP	14	Kali <i>set-up</i>

### 4. Kesimpulan

Kesimpulan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Metode kerja yang optimal untuk proses *set-up* mesin *punching* kenkad adalah dengan menggunakan alat bantu *lift trolley* dan meja *sliding*. Sementara untuk proses pemasangan baut klem adalah dengan menggunakan bantuan *impact wrench*. Dengan menerapkan metode kerja sebagaimana pada Bab IV terbukti terjadi perbaikan waktu *set-up* mesin *punching* KENKAD.
2. Desain alat bantu yang sesuai untuk optimasi *set-up time* mesin *punching* kenkad adalah berupa *lift trolley* yang menggantikan fungsi *forklift* dan meja *sliding* yang dapat mempermudah proses memasukkan *tool* ke dalam mesin dan mengeluarkan *tool* dari mesin.
3. Keuntungan dari proses optimasi *set-up time* mesin *punching* KENKAD adalah sebagai berikut:
  - a. Pengurangan penggunaan sumber daya dari yang sebelumnya membutuhkan 3 orang operator menjadi hanya membutuhkan 2 orang operator.
  - b. Terjadi penurunan waktu *set-up* mesin *punching* kenkad dari yang sebelumnya membutuhkan waktu 52 menit 58 detik turun menjadi 24 menit 37 detik. Atau terjadi penurunan sebesar 53,5 % dari waktu *set-up* sebelum dilakukan perbaikan.
  - c. Biaya untuk pengadaan alat bantu tidak terlalu mahal hanya sebesar Rp 2.030.000,00 dan waktu untuk

mencapai *break even point* yang singkat yaitu setelah mencapai 14 kali proses *set-up*.

- d. Desain alat bantu dari *lift trolley* yang dilengkapi dengan hidrolis, memungkinkan untuk dipergunakan pada jenis mesin produksi selain mesin *punching* KENKAD yang memiliki ketinggian mesin berbeda.

#### **Daftar Pustaka**

Borza, John. (2011). *FAST Diagrams: The Foundation for Creating Effective Function Models*. Detroit: Value Innovation

Hasan, Iqbal. (1999). *Pokok – Pokok Materi Statistik 2 (Statistik Inferensi)*. Jakarta: Penerbit Bumi Aksara.

Pujawan, Nyoman. (2003). *Ekonomi Teknik*. Surabaya: Penerbit Guna Widya.

Sutalaksana, I. Z., R.A. Anggawisastra, dan Jann H. Tjaraatmadja, (1979). *Teknik Tata Cara*

*Kerja*. Edisi Pertama. Bandung: Departemen Teknik Industri ITB.

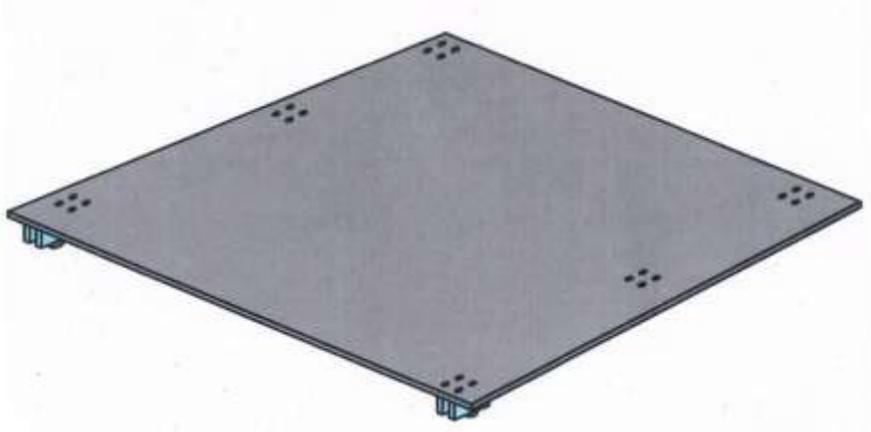
Wignjosoebroto, Sritomo. (2008). *Ergonomi Studi Gerak dan Waktu*. Edisi Pertama. Surabaya: Penerbit Guna Widya.

Wignjosoebroto, Sritomo. (2003). *Pengantar Teknik dan Manajemen Industri*. Edisi Pertama. Surabaya: Penerbit Guna Widya.

**Lampiran A** Desain Alat Bantu Proses *Set-Up* Mesin *Punching* KENKAD



A



B

Keterangan : *Lift Trolley* (A), *Meja Sliding* (B)