

# PERANCANGAN SISTEM PNEUMATIK PADA *PLASTIC INJECTION*

**Peniel Immanuel Gultom**

Jurusan Teknik Mesin Institut Teknologi Nasional Malang

E-mail: [peniel\\_immanuel@yahoo.com](mailto:peniel_immanuel@yahoo.com)

**Abstrak:** Salah satu peralatan yang perkembangannya cukup pesat adalah peralatan yang menggunakan sistem pneumatik, karena sistem pneumatik adalah peralatan yang perubahan energinya dari energi fluida (udara) menjadi energi mekanik. Disamping itu, peralatan ini cukup sederhana dan memberikan keamanan bagi operator dan tidak merusak lingkungan hidup karena menggunakan udara disekitar kita. Pada penelitian ini produk yang diteliti adalah tutup botol plastik. Berdasarkan hasil survey di industri kecil pembuatan tutup botol plastik Malang, ditemukan bahwa aktivitas operator mempunyai beban kerja (*torque*) yang tinggi dan dilakukan secara manual sehingga hal ini dapat mempengaruhi produktifitas kerja karena sikap kerja operator yang kurang ergonomis sehingga operator menjadi cepat lelah dalam bekerja.

Oleh karena itu diperlukan suatu alat yang dapat meringankan kerja operator dengan merancang alat kerja baru, *plastic injection* berdasarkan prinsip ergonomi. Untuk dapat menentukan *plastic injector* yang benar, diperlukan kriteria penilaian antara lain: analisis sikap kerja (*Nordic Body Map*) dan analisis torsi.

Hasil penelitian pada pembuatan tutup botol plastik dengan menggunakan *plastic injection* baru berdasarkan prinsip ergonomi tersebut terdapat kenaikan jumlah produksi sebesar 87,5 % dibandingkan dengan cara manual dan efisiensi waktu sebesar 46,41%.

**Kata kunci:** tutup botol plastik, *plastic injection*, produktifitas

**F**aktor yang paling penting dalam meningkatkan hasil serta produktifitas tenaga kerja adalah kelancaran dalam proses produksi yang didukung oleh mesin dan peralatan kerja yang seimbang, serta adanya sarana fasilitas yang mendukung proses produksi tersebut. Sehingga proses bekerja dapat berjalan secara optimal serta berjalan dengan baik dan lancar juga dapat mencapai tujuan perusahaan tepat pada waktu yang diinginkan.

Produk ini berupa produk tutup botol dari plastik seperti: bagian dari tutup botol kecap, saos, botol aqua. Berdasarkan hasil survey dilapangan ditemukan bahwa

aktivitas operator mempunyai *torque* yang tinggi dan dilakukan secara manual. Nosel yang sudah dipanaskan dengan kompor gas kemudian plastik daur ulang yang sudah dibersihkan terus dimasukkan ke dalam *hopper* dan bahan plastik tersebut meleleh kemudian diinjeksikan dengan cara menekan ke bawah tuas injektor dan keluar lewat nosel. Dalam proses produksi ini terdapat kesulitan dalam proses pengoperasiannya, yaitu dengan menekan keras tuas injektor. Disamping itu posisi tuas injektor terlalu tinggi dan berat. Pada proses membuka *clamping* dan menutup untuk pengambilan produk pun terdapat

masalah karena pada proses ini menggunakan *hand clamping* untuk membuka cetakan. Pada saat menarik *hand clamping* pekerja harus memaksakan tenaga karena terlalu berat.

Berdasarkan atas pertimbangan diatas didesain suatu alat *plastic injection* dengan sistem pneumatik. Alat yang sudah ada sekarang mempunyai beban yang berlebihan karena dikerjakan secara manual dan membutuhkan waktu yang lama dan terlalu memberatkan pekerja karena menggunakan sistem tuas injektor dan *hand clamping*.

Berkaitan dengan hal tersebut diatas, maka perancangan dilakukan dengan pemberian fasilitas kerja pada operator, perbaikan prosedur kerja yang lebih baik dengan pendekatan prinsip – prinsip mengenai sifat, kemampuan, keterbatasan manusia dan cara pelaksanaan yang efektif, sederhana serta memberi kemudahan bagi operator dalam bekerja.

### **Pengertian Pneumatik**

Menurut, (Sugihartono, 1996) Pneumatik merupakan ilmu yang mempelajari gerakan atau perpindahan udara dan gejalanya. Kelebihan dari alat pneumatik yang sangat menonjol adalah karena udara dapat mengembang dengan begitu kuat dan cepat dalam ruangan yang sempit dan waktu yang relatif singkat. Bagian-bagian utama dalam instalasi pneumatik adalah : Kompresor, Katup, Silinder, Air Filter, Pengatur Tekanan

Udara, Pelumasan Udara Mampat **Perancangan Fasilitas Kerja** Menurut, (Gustopo, D.,2005, ) Perancangan fasilitas kerja pada perusahaan yang dapat memenuhi syarat saat dioperasikan harus memiliki penampilan yang baik, memenuhi standart *performance* yang ditetapkan, tingkat keandalan yang cukup tinggi, sedang optimal penggunaannya tergantung pada aktivitas tenaga kerja untuk memanfaatkan rancangan fasilitas kerja tersebut.

Dua prinsip aplikasi konsep *Human Integrated Design* yang digunakan dalam merancang fasilitas kerja yaitu: (1). Seorang perancang fasilitas kerja harus menyadari benar bahwa faktor manusia akan menjadi kunci kesuksesan dalam penggunaan perancangan fasilitas kerja. (2). Perlu juga menyadari bahwa setiap produk akan memerlukan informasi-informasi yang mendetail dari semua faktor yang terkait dalam setiap proses perancangan.

### **Memperbaiki Efisiensi Kerja Fisik**

Pendapat,( Wigjosoebroto, S., 2000) Dalam industri modern ini operator hanya akan diperlukan untuk mengarahkan dan mengendalikan pekerjaan yang akan dilakukan oleh sebuah mesin atau jaman sekarang disebut otomatisasi.

Jika setiap pekerjaan membutuhkan banyak energi, maka setiap pekerjaan yang akan dilakukan perlu diatur terlebih dahulu agar dapat bekerja sesuai dengan kondisi fisiknya. Untuk itu operator tidak

akan merasa terlalu lelah. Agar dalam mengendalikan mesin tidak terjadi sebuah kesalahan. Operator harus berhadapan dengan sebuah mesin yang harus diperhatikan adalah:

1. Mengenali semua pengendali mesin seperti: panel atau tombol yang ada pada mesin tersebut.
2. Tombol atau panel harus ditempatkan sesuai dengan fungsinya dan ditandai dengan sesuatu baik huruf maupun angka.
3. Rancangan sebuah mesin harus menjamin keselamatan operator.

### Sikap Kerja

Sikap kerja adalah bentuk tubuh pada saat melakukan pekerjaan. Sikap kerja yang salah menyebabkan terjadinya keluhan *muskuloskeletal*. Mengukur dan mengenali sumber penyebab keluhan *muskuloskeletal* :( Tarwaka, Solichul H. Bakri, Lilik Sudiajeng., 2004).

1. Checklist
2. Model biomekanik
3. Tabel psikofisik
4. Model fisik
5. Pengukuran dengan *videotape*
6. Pengamatan melalui monitor
7. Metode analitik
8. *Nordic Body Map (NBM)*

Melalui NBM dapat diketahui bagian-bagian otot yang mengalami keluhan dengan tingkat keluhan mulai dari rasa tidak nyaman (agak sakit) sampai sangat sakit. Dengan demikian maka dapat

diestimasi jenis dan tingkat keluhan otot *skeletal* yang dirasakan oleh pekerja.

### Torsi (Torque)

Pendapat (Nurmianto, E., 1997, ) Analisa ini adalah tentang momen torsi yang terjadi pada bagian tubuh tertentu dari pekerja saat melakukan pekerjaannya. Analisa torsi bisa disimulasikan dengan *software Mannequin Pro*.

*Mannequin Pro* dapat juga menampilkan suatu grafik dari semua informasi statistik dan pengukuran yang terseleksi. Terakhir, dapat juga diukur *Torque Effect* dari setiap *force* (tekanan) yang ditimpakan ke bagian badan dan akibatnya kepada bagian / anggota badan yang lainnya. Kapabilitas ini sangat membantu didalam menghitung suatu hambatan terhadap *stress* dan *strenght* yang menimpa sebagian anggota badan.

### Metode Statistik Untuk Perhitungan Data

#### Keseragaman Data :

Untuk keperluan penghitungan data dalam penelitian ini menggunakan rumus sebagai berikut (Sudjana, 1996)

- Rata – Rata Hitung

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N} \quad (1)$$

- Standart Deviasi untuk 30 sampel

$$\sigma = \sqrt{\frac{n(\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2}{n^2}} \quad (2)$$

- **Batas Kontrol**

$$\text{BKA} = \bar{X} + k \cdot \sigma$$

$$\text{BKB} = \bar{X} - k \cdot \sigma$$

(3)

- **Kecukupan Data**

Pengujian kecukupan data ditentukan berdasarkan rumus sebagai berikut :

$$N' = \left[ \frac{k/s \sqrt{N(\sum X^2) - (\sum X)^2}}{\sum X} \right]^2$$

(4)

**Jumlah Ukuran Sampel Yang Seharusnya**

$$N = \left[ \frac{k \cdot \sigma}{s \cdot \bar{X}} \right]^2$$

(5)

**Performance Rating**

Sistem yang digunakan untuk rating dalam pengukuran kerja adalah *Westing House Sistem Rating*. Berdasarkan pengamatan lapangan, maka ditetapkan faktor penyesuaian (*performance rating*) pekerja untuk proses pembuatan produk dengan injeksi plastik adalah sebagai berikut :

- a. Keterampilan : Good (C1) : + 0,06
- b. Usaha : Good (C1) : + 0,02
- c. Kondisi : Average (D) : 0,00
- d. Konsistensi : Good (C) : + 0,01

±

$$P_i = + 0,09$$

Pada pekerjaan pembuatan produk dengan injeksi plastik operator bekerja secara normal, maka P yang digunakan adalah P = 1. Maka Faktor Penyesuaian

yang akan digunakan dalam perhitungan data nantinya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} F_p &= P + P_i \\ &= 1 + 0,09 \\ &= 1,09 \end{aligned}$$

**Perhitungan Waktu Normal**

$$W_s = \frac{\sum X}{N} \quad (6)$$

$$W_n = W_s \times \text{Faktor Performance (\%)} \quad (7)$$

**Perhitungan Waktu Baku**

$$W_b = W_n \times \frac{100\%}{100\% - \text{Allowance (\%)}} \quad (8)$$

**Perhitungan Output Standar**

$$\text{OutputStandart} = \frac{1}{W_b} \quad (9)$$

**METODE**

**Kerangka Penelitian**

**1. Studi Literatur**

Pencarian buku-buku pedoman yang mendukung penelitian.

**2. Pengumpulan Data**

Diawali dengan pengambilan data proses produksi beberapa produk plastik yang dibuat dengan proses injeksi dan terbuat dari plastik daur ulang, seperti tutup berbagai macam botol plastik. Kemudian dilanjutkan dengan mengamati waktu dari tiap-tiap proses produk tersebut yang nantinya diolah menjadi waktu standard, yang setelah itu dapat pula dihitung *output* standar per jam. Diikuti dengan pengamatan sikap kerja yang nantinya akan dihitung beban torsinya melalui *manequin pro*.

### 3. Pengolahan Data

Pada pengolahan data awal dilakukan pembuatan peta proses operasi dengan alat lama. Kemudian dilakukan uji keseragaman dan kecukupan data waktu proses alat lama dan perhitungan  $W_n$ ,  $W_s$  dan  $O_s$ . Dilakukan perhitungan beban torsi dengan *software manequin pro* untuk kemudian dicari sikap kerja terbaik dengan beban torsi paling ringan.

### 4. Perancangan Alat

Merancang alat injeksi plastik dengan menggunakan sistem pneumatik sebagai pengganti cara manual serta membuat prototipe alat untuk kemudian dilakukan uji operasional untuk membandingkan  $W_n$ ,  $W_s$  dan  $O_s$  lama dengan yang baru. Setelah itu dibuat peta aliran proses kerja dengan alat baru.

### 5. Kesimpulan

Pada tahap ini merupakan jawaban atas tujuan penelitian dan tahap akhir dari metode penelitian. Hasil rancangan ini diharapkan dapat memberikan masukan untuk industri kecil pembuatan produk plastik dengan sistem injeksi.

Diagram alir penelitian dapat dilihat pada gambar 1.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

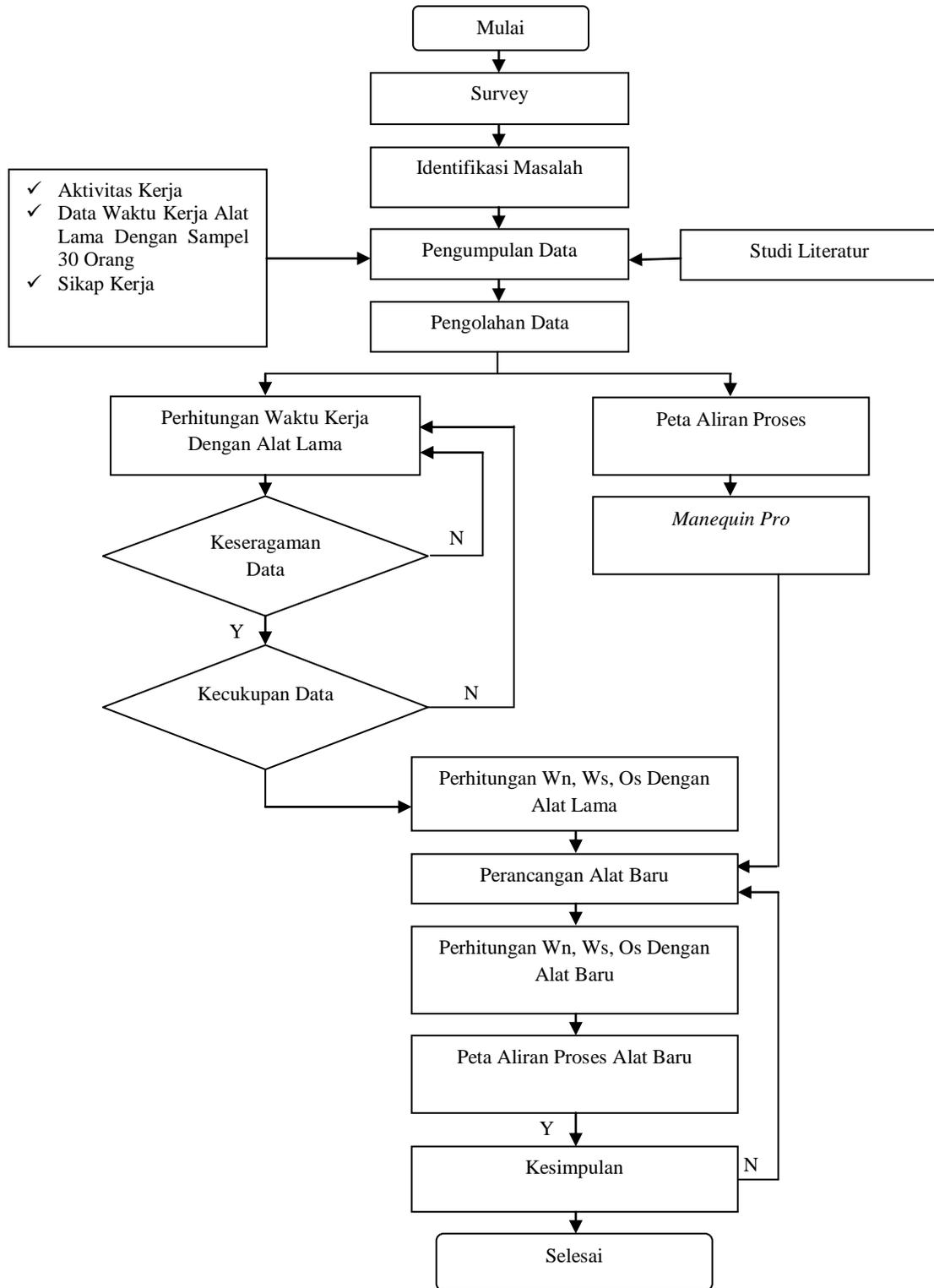
### A. Kondisi Awal

Aktivitas pada proses produksi alat injeksi plastik saat ini adalah :

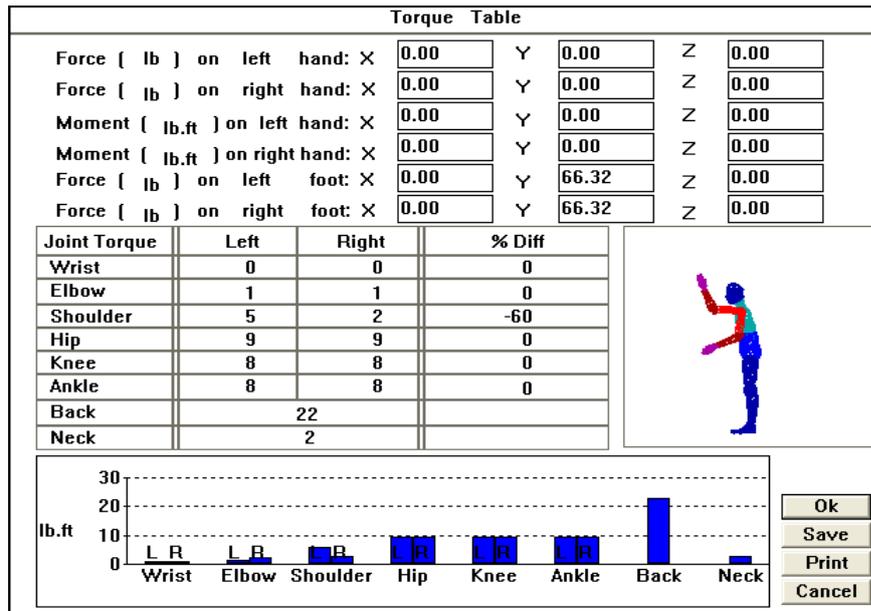
- Kompiler gas pada bagian bawah *barrel* dinyalakan, kemudian ditunggu sampai pada panas yang diinginkan untuk dapat melelehkan plastik.
- Setelah panas, cacahan plastik sebanyak 3 kg dimasukkan ke dalam *hopper* hingga plastik meleleh.
- Kemudian *clamping* ditutup dan produk mulai dicetak dengan cara manual yaitu menarik tuas injektor pada setiap proses pencetakan (sekali cetak=1 produk).
- Setelah semua tercetak / proses selesai maka *clamping* dibuka kembali.
- Produk yang telah dicetak masuk ke dalam ember penampung yang terletak dibagian bawah alat.
- Proses selesai, produk diambil untuk proses selanjutnya.



Gambar 1 Proses Pencetakan



Gambar 2 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3 Torsi Pekerja Kondisi Awal

Tabel 1 Peta Aliran Proses Produksi Alat Injeksi Plastik Saat Ini (3 kg bahan baku)

<b>Peta Aliran Proses</b>									
<i>Kegiatan</i>	<i>Total</i>	<i>Waktu</i>						<i>Jrk (m)</i>	<i>Wkt (mnt)</i>
Operasi	6	14,3	Pekerjaan : Plastic Injection No. Peta : 01 Dipetakan oleh : Peniel Tanggal : -						
Inspeksi	-	-							
Operasi & Inspeksi	-	-							
Transportasi	-	-							
Delay	1	50							
Storage	-	-							
<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>64,3</b>	<b>Lambang</b>						
<b>Aktifitas</b>			○	□	→	D	▽		
1. Menyalakan Kompur			●						0,3
2. Menunggu Panas Barel						●			50
3. Memasukan Bahan ke Dalam Hopper			●						4
4. Menutup Clamping			●						1
5. Mencetak Produk			●						5
6. Membuka Clamping			●						1
7. Mengambil Produk			●						3
<b>Jumlah Total</b>									<b>64,3</b>

**Waktu Kerja dan *Output* Standar Produksi Dengan Cara Lama**

- Jumlah sampel yang diukur = 30 orang.
- Waktu normal untuk proses pembuatan *produk* plastik per 3 kg bahan baku, dihitung berdasarkan faktor penyesuaian yang telah ditetapkan, yaitu :

$$\begin{aligned}
 W_n &= W_{\text{observasi rata-rata}} \times P \\
 &= 64,3 \times 1,09 \\
 &= 70,08 \text{ menit / proses}
 \end{aligned}$$

- Penetapan prosentase kelonggaran :
  - a. *Personal allowance* = 2 %
  - b. *Fatigue allowance* ditetapkan berdasarkan faktor yang berpengaruh yaitu :
    - Tenaga yang dikeluarkan = 6 %
    - Sikap kerja = 2 %
    - Gerakan tangan = 6 %
  - c. *Delay Allowance* = 0 %

Jadi total *allowance* = 16 %

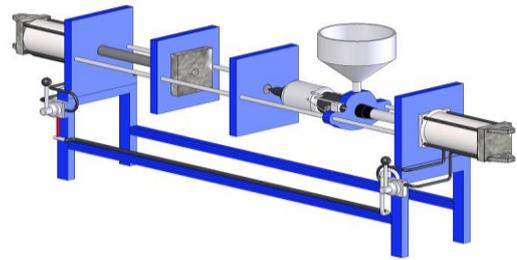
- Perhitungan waktu standar

$$\begin{aligned}
 W_s &= W_n \times \frac{100\%}{100\% - \% \text{ Allowance}} \\
 &= 70,08 \times \frac{100\%}{100\% - 16\%} \\
 &= 83,42 \text{ menit / proses}
 \end{aligned}$$

- *Output* Standart

$$\begin{aligned}
 O_s &= \frac{1}{W_s} \\
 &= \frac{1}{83,42} \\
 &= 0,72 \text{ proses / jam}
 \end{aligned}$$

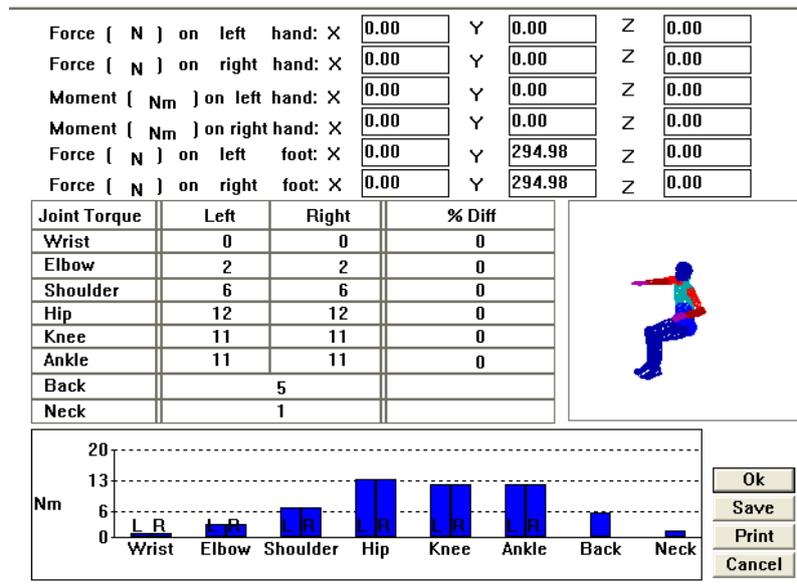
**B. Hasil Rancangan**



Gambar 4 Hasil Rancangan *Plastic Injection*



Gambar 5 Sikap Kerja pada *Plastic Injection*



Gambar 6 Torsi Pekerja pada *Plastic Injection*

### Waktu Kerja dan Output Standar Produksi Dengan Alat Pres Baru

- Jumlah sampel yang diukur = 30 orang.
- Waktu normal untuk proses pembuatan produk actor per 3 kg bahan baku, dihitung berdasarkan faktor penyesuaian yang telah ditetapkan, yaitu :

$$W_n = W_{\text{observasi rata-rata}} \times P = 38,6 \times 1,09 = 42,07 \text{ menit / proses}$$

- Penetapan prosentase kelonggaran :
  - a. *Personal allowance* = 1 %
  - b. *Fatigue allowance* ditetapkan berdasarkan actor yang berpengaruh yaitu :
    - Tenaga yang dikeluarkan = 2 %
    - Sikap kerja = 1 %
    - Gerakan tangan = 2 %
  - c. *Delay Allowance* = 0 %

Jadi total *allowance* = 6 %

- Perhitungan waktu standar

$$W_s = W_n \times \frac{100\%}{100\% - \% \text{ Allowance}}$$

$$= 42,07 \times \frac{100\%}{100\% - 6\%}$$

$$= 44,7 \text{ menit / proses}$$

- *Output Standart*

$$O_s = \frac{1}{W_s} = \frac{1}{44,07} = 1,35 \text{ proses / jam}$$

### Kenaikan Waktu Standart dan Output Standart

- Waktu Standar :

Alat Lama : 83,42 menit / proses

Alat Baru : 44,7 menit / proses

- *Output Standart* :

Alat Lama : 0,72 proses / jam

Alat Baru : 1,35 proses / jam

Tabel 2 Peta Aliran Proses *Plastic Injection* Hasil Rancangan (3 kg bahan baku)

Peta Aliran Proses								
Kegiatan	Total	Waktu						
Operasi	6	8,6	Pekerjaan : Plastic Injection					
Inspeksi	-	-	No. Peta : 02					
Operasi & Inspeksi	-	-	Dipetakan oleh : Peniel					
Transportasi	-	-	Tanggal : -					
Delay	1	30						
Storage	1	1						
Total	8	39,6	Lambang				Jrk (m)	Wkt (mnt)
Aktifitas	○	□	◻	→	⊔	▽		
1. Menghidupkan saklar	●						0,1	
2. Menunggu Panas Barel					●		30	
3. Memasukkan Bahan ke Hopper	●						4	
4. Menutup Clamping	●						0,5	
5. Mencetak Produk	●						3	
6. Membuka Clamping	●						0,5	
7. Mengambil Produk	●						0,5	
8. Penyimpanan					●		1	
<b>Jumlah Total</b>							<b>39,6</b>	

### KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil pembahasan dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut : Pertama, Produktifitas kerja operator mengalami peningkatan dikarenakan adanya perubahan pada sistem kerja alat *plastic injection*. Dari proses lama menggunakan cara kerja manual ke proses baru menggunakan mesin. Kedua, Kualitas hasil produksi dapat lebih seragam karena proses produksi menggunakan mesin. Ketiga, Perancangan alat *plastic injection* dapat mengurangi beban kerja (*torque*) dari sistem kerja alat lam, Keempat, Setelah perancangan waktu standart mengalami efisiensi waktu sebesar 46,41%

dan output standart mengalami peningkatan sebesar 87,5%. Saran, Pertama unit elemen pemanas disarankan untuk menggunakan lempeng elemen. Keda, menambahkan tempat untuk cetakan produk.

### DAFTAR PUSTAKA

- Gustopo, D.,2005, *Hand Out Analisa dan Perancangan Kerja*, ITN, Malang, 2005.
- Nurmianto, E., 1997, *Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya*, Penerbit Guna Widya, Surabaya,
- Sudjana, 1996, *Metoda Statistika*, Edisi Kedua, Penerbit Tarsito, Bandung.

Sugihartono, 1996, Dasar-Dasar Kontrol Pnematik, Penerbit Tarsito, Bandung.

Tarwaka, Solichul H. Bakri, Lilik Sudiajeng., 2004,*Ergonomi Untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas*, Uniba Press, Surakarta,

Wigjosoebroto, S., 2000. *Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu*, Edisi Pertama, Penerbit Guna Widya, Surabaya, 2000.