

# Perancangan Otomasi Proses Tempa (*Forging*) Untuk *Engine Valve* Berbasis Robot Industri

D. L Zariatina, Agus Mulyana

Jurusan Teknik Mesin Peminatan Konversi Energi, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila  
Jl. Srengseng Sawah Jagakarsa, Jakarta Selatan 12640 - Indonesia  
Telp: (021) 78880305, 7270086, Fax: (021) 7864721, 7271868  
Email: [dedeliazariatina@univpancasila.ac.id](mailto:dedeliazariatina@univpancasila.ac.id), Website: [www.univpancasila.ac.id](http://www.univpancasila.ac.id)

## Abstrak

*Engine valve* adalah salah satu komponen otomotif yang diproduksi melalui serangkaian proses, salah satunya adalah proses tempa (*forging*). Proses tempa digunakan sebagai proses pembentukan *Head Valve*, dimana ujung produk dipanaskan terlebih dahulu (*Upsetter*) lalu kemudiannya dimasukkan ke dalam *die* tempa (*forging*) untuk di *press*. Proses pengepresan tersebut, masih dilakukan secara manual, sehingga produktivitasnya yang terkait dengan *cycle time*, masih sangat tergantung pada kondisi dan keahlian operator. Di sisi lain, kondisi kerja yang bertemperatur tinggi dapat membahayakan operator. Untuk itu, pada penelitian ini dirancang otomasi *line* proses tempa (*forging*) untuk *engine valve* berbasis robot industri. Metode perancangan yang digunakan adalah VDI 2222. Sedangkan perhitungan dan analisis rancangan dilakukan menggunakan *software* "Creo 1.0" dan "Robot Studio 5.14" untuk dapat menampilkan kandesain dan simulasi yang nyata.

**Kata kunci** : Otomasi, *Forging*, *Engine Valve*, produktivitas

## 1. PENDAHULUAN

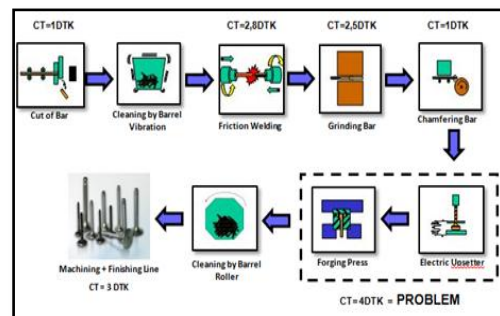
Untuk menghasilkan produk *Engine Valve*, tahapan proses yang dilakukan adalah mulai persiapan *raw material*, pemotongan, *upsetting* *forging*, dan *machining* sebagai proses *finishing*.

Seperti produsen komponen kendaraan bermotor lainnya, saat ini terjadi peningkatan permintaan produknya untuk tipe *engine valve* Y90MM dari 19.500 *pcs/day* menjadi 27.000 *pcs/day*. Dengan kondisi mesin-mesin yang ada dan penambahan investasi mesin-mesin baru dan beroperasi 3 *shift* seharusnya masih bisa tercapai.

Tetapi kenyataannya target produktivitas tidak tercapai karena produktivitas di *Line Forging* tidak bisa mengimbangi *Line* proses sebelumnya (*bottle neck*). Hal ini disebabkan oleh produktivitas di *Line Forging* sangat dipengaruhi oleh operator, terkait area produksi yang membutuhkan konsentrasi tinggi dan lingkungan

yang berbahaya. Gambar 1 adalah diagram proses produksi *engine valve*.

Berdasarkan perhitungan waktu aktivitas operator untuk *pick and place* produk ke mesin tempa (*Forging*) seperti diperlihatkan pada Gambar 2, operator membutuhkan waktu 3 detik sehingga *cycle time* menjadi 4 detik, 1 detik lebih lama dari target *cycle time* 3 detik. Untuk mengatasi problem di *Line Forging* dan untuk meningkatkan produktivitas, akan dilakukan perubahan proses dari yang sebelumnya manual menjadi otomasi menggunakan robot, yang akan dirancang pada penelitian ini.



Gambar 1. Diagram *Flow* Proses Produksi *Engine Valve* [1]



Gambar 2. Operator di Line Forging

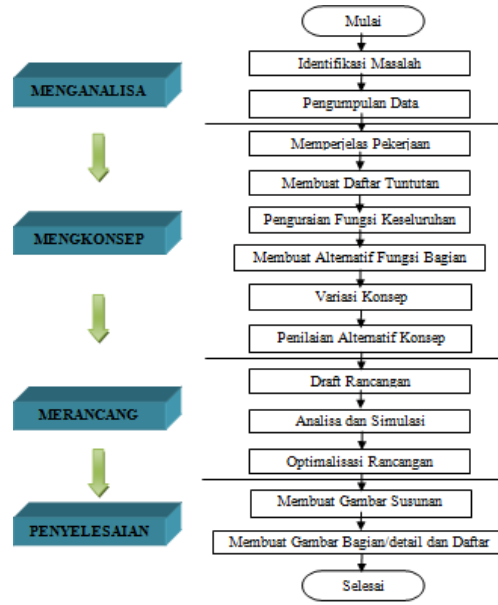
## 2. BATASAN MASALAH

Batasan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah :

1. Perancangan otomasi line forging engine valve menggunakan robot industri disesuaikan dengan kebutuhan dan spesifikasi teknis.
2. Perancangan otomasi terbatasi pada sistem kerjanya secara mekanis saja, tidak membahas sistem kendali maupun komponen elektriknya.
3. Menggunakan robot industri standar.
4. Perancangan dan analisis Gripper dan Base Robot menggunakan software *Creo 1.0*.
5. Simulasi cycle timelinemenggunakan software *Robot Studio 5.14*.
6. Metode perancangan yang digunakan adalah dengan metode VDI 2222.

## 3. METODOLOGI PERANCANGAN

Diagram alir perancangan pada penelitian ini adalah seperti di perlihatkan pada Gambar 3.



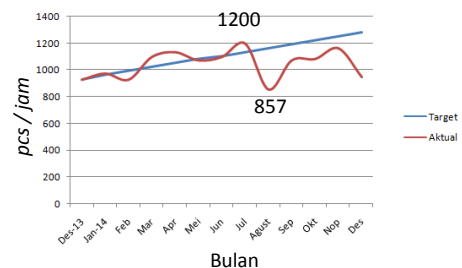
Gambar 3. Diagram alir perancangan VDI 2222 [2]

### 3.1. Identifikasi Masalah

Peningkatan kapasitas produksi untuk engine valve type Y90MM dari 19.500 pcs/day menjadi 27.000 pcs/day di PT. X belum dapat terpenuhi karena produktifitas di line forging yang masih manual tidak dapat mengimbangi line proses sebelum dan sesudahnya (*bottle neck*). Penyebabnya adalah karena:

- Lingkungan kerja yang berbahaya, suhu produk bisa mencapai 1000<sup>0</sup>cc.
- Siklus kerja yang berulang, karena Cycle Time pendek yaitu 4 detik.
- Handling yang sulit bagi operator, karena memerlukan alat bantu capitan.
- Banyaknya Scrap, yaitu produk yang suhunya dibawah 800<sup>0</sup>cc yang tidak bisa diproses di mesin forging.

Keempat masalah tersebut menyebabkan produktifitas di line forging rendah, tidak efisien dan tidak stabil. Sehingga PT. X akan mengubah line forging yang masih manual menjadi otomasi.



GAMBAR 4. Produktivitas Line Forging

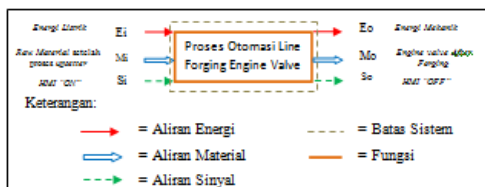
### 3.2. Membuat Daftar Tuntutan

Tahapan selanjutnya adalah menentukan daftar tuntutan / spesifikasi teknis untuk *Otomasi Line Forging Engine Valve*. Berikut adalah daftar tuntutan dari desain yang akan dibuat :

1. Output produksi meningkat, *cycle time* maksimal 3 detik
2. Menghilangkan proses *forging* manual / *reduce Man Power*
3. Menghilangkan kecelakaan kerja akibat proses *forging*
4. *Scrap rates* akibat *dango* dingin berkurang / Efisiensi material
5. Menggunakan mesin *press* dan mesin *upsetter* yang sudah ada di *Line*
6. Biaya investasi tidak terlalu mahal, maksimal 800 juta rupiah
7. Tidak memakan ruang yang cukup besar untuk meletakkan alat tersebut, sekitar 6 m x 3 m
8. Mudah dalam perawatan
9. Mudah dalam penggantian suku cadang jika terjadi kerusakan, setiap bagian mudah dilepas pasang.

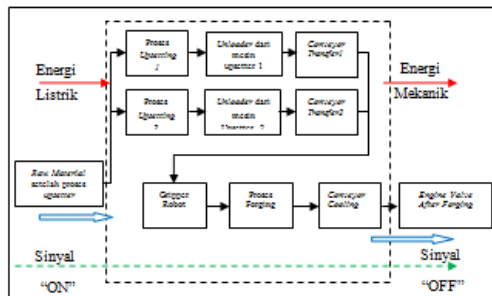
### 3.3. Struktur Fungsi

Fungsikeseluruhandibuatsetelahditentukanny atugasdaribagian yang dirancangsecarakeseluruhan yang menjalankantugassecaraterperinci.StrukturFungs isepertiterdapatpadaGambar 5.



Gambar 5. Struktur Fungsi

Kemudian fungsikeseluruhandiuraikanmenjadi sub fungsikeseluruhansepertiterdapatpadaGambar 6.



Gambar 6. Struktur Sub Fungsi

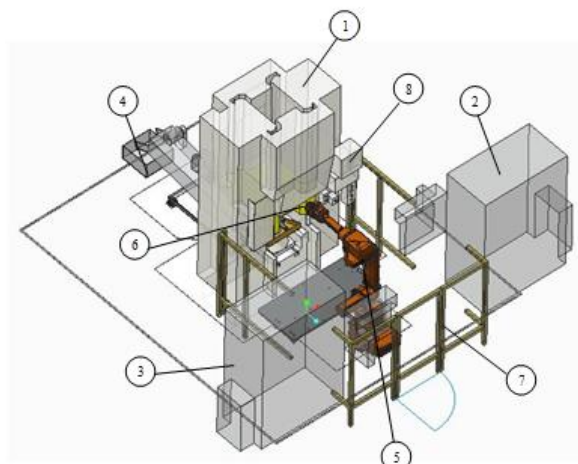
### 3.4 Alternatif Fungsi Varian

Beberapakriteria yang perlu diperhatikandalampenilaiankombinasi yang paling sesuai, antara lain:

- a. Kesesuaian terhadap fungsikeseluruhan
- b. Terpenuhi tuntutan yang tertulis dalam daftar spesifikasi, yaitu :
  1. Peningkatan produktivitas atau kemudahan perakitan.
  2. Kendalabiaya.
  3. Segikeamanan dan kenyamanan.
  4. Kemungkinan untuk pengembangan lebih lanjut.

### 3.5 Variasi Konsep

Terdapat tiga konsep varian yang dihasilkan dalam perancangan ini, seperti terdapat pada Gambar 7, 8 dan 9.



Keterangan:

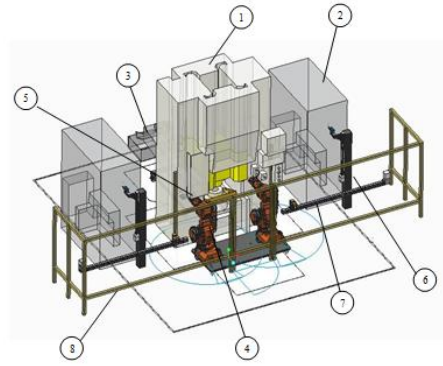
1. Mesin Forging Press
2. Mesin Upsetter 1
3. Mesin Upsetter 2
4. Cooling Conveyor
5. Robot 6 axis (Medium)
6. Single Gripper Robot
7. Safety fence
8. Touchscreen

Gambar 7. Konsep varian 1

Tabel 1. Variasi Kombinasi Prinsip Solusi Sub Fungsi

No	Sub Fungsi	Solusi	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
1	Layar		1.1 L-Player	1.2 U-Player	1.3 Single
2	Robot		2.1 Koordinat Kartesian (2 axis)	2.2 Artikulasi (6 axis)	2.3 SCARA
3	Unloader Mesin Upsetter		3.1 Cyl Gripper & Radial Cylinder	3.2 Cyl Gripper & Reba Cylinder	3.3 Gripper Robot
4	Conveyor Transfer		4.1 Cyl Gripper & Linear Actuator	4.2 Cyl Gripper & Reba Cylinder	4.3 Gripper Robot
5	Gripper Robot		5.1 Single Gripper	5.2 Double Gripper	5.3 Vacuum Gripper
6	Styal		6.1 Push Button	6.2 Touch Screen	6.3 Fender
7	Safety Area		7.1 Alarm Panel	7.2 Bca Lamp Berkedip	7.3 Sensor Area

Alternatif 2
Alternatif 3
Alternatif 1

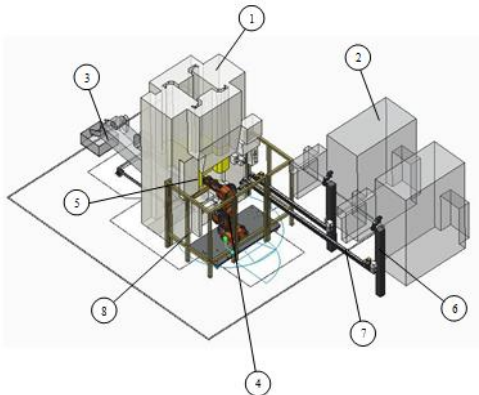


- Keterangan:
- 1. Mesin Forging Press
  - 2. Mesin Upsetter
  - 3. Cooling Conveyor
  - 4. Robot 6 axis (small)
  - 5. Single Gripper Robot
  - 6. Unloader Upsetter
  - 7. Conveyor Transfer
  - 8. Safety Fence

Gambar9.Konseparian3

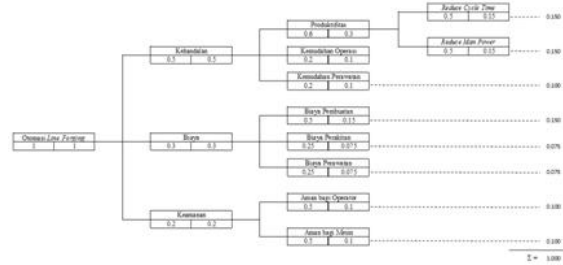
### 3.6 KriteriaPembobotandanEvaluasi

Penilaiandilakukanuntukmemilihvarian yang akandikembangkanadalahsesuaidenganpembobotannilaipadaGambar 10, Tabel 2, 3 dan 4.



- Keterangan:
- 1. Mesin Forging Press
  - 2. Mesin Upsetter
  - 3. Cooling Conveyor
  - 4. Robot 6 axis (small)
  - 5. Double Gripper Robot
  - 6. Unloader Upsetter
  - 7. Conveyor Transfer
  - 8. Safety Fence

Gambar8.Konseparian 2



Gambar 10.AlurKriteriaPembobotanPenilaian

Tabel2.Nilai Alternatif 1

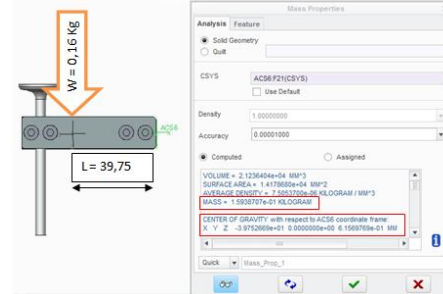
NO	KRITERIA PENILAIAN	PARAMETER	BOBOT	ALTERNATIF 1	
				NILAI	BOBOT NILAI
1	Reduce Cycle Time	waktu	0.15	1	Kurang 0.15
2	Reduce Man Power	Jumlah Operator	0.15	1	Kurang 0.15
3	Kemudahan Operasi	Pengoperasian	0.1	3	Baik 0.3
4	Kemudahan Perawatan	Bentuk	0.1	3	Baik 0.3
5	Biaya Pembastuan	Harga	0.15	4	Baik Sekali 0.6
6	Biaya Perakitan	Harga	0.075	2	Sedang 0.15
7	Biaya Perawatan	Harga	0.075	3	Baik 0.225
8	Aman bagi Operator	Pengoperasian	0.1	3	Baik 0.3
9	Aman bagi Mesin	Konstruksi	0.1	3	Baik 0.3
TOTAL			1	23	2.475

Tabel3.Nilai Alternatif 2

NO	KRITERIA PENILAIAN	PARAMETER	BOBOT	ALTERNATIF 1	
				NILAI	BOBOT NILAI
1	Reduce Cycle Time	waktu	0.15	4	Baik Sekali 0.6
2	Reduce Man Power	Jumlah Operator	0.15	4	Baik Sekali 0.6
3	Kemudahan Operasi	Pengoperasian	0.1	3	Baik 0.3
4	Kemudahan Perawatan	Bentuk	0.1	2	Sedang 0.2
5	Biaya Pembastuan	Harga	0.15	2	Sedang 0.3
6	Biaya Perakitan	Harga	0.075	3	Baik 0.225
7	Biaya Perawatan	Harga	0.075	2	Sedang 0.15
8	Aman bagi Operator	Pengoperasian	0.1	3	Baik 0.3
9	Aman bagi Mesin	Konstruksi	0.1	3	Baik 0.3
TOTAL			1	26	2.975

**Gambar 12.**KonsepGripper Robot

Agar lebih memudahkan perhitungan berat, titik berat dan analisis kekuatannya dapat menggunakan *Software* Creo 1.0



**Gambar 13.**AnalisisBeratdanTitikBeratLengan Gripper

**Tabel4.**Nilai Alternatif 3

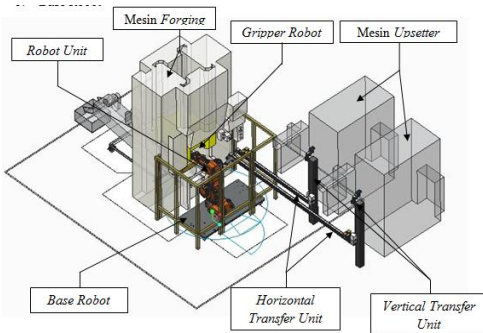
NO	KRITERIA PENILAIAN	PARAMETER	ROBOT	ALTERNATIF 1		
				NILAI	KETERANGAN	BOBOT NILAI
1	Reduce Cycle Time	waktu	0.15	4	Baik Sekali	0.6
2	Reduce Man Power	jumlah Operator	0.15	4	Baik Sekali	0.6
3	Kemudahan Operasi	Pengoperasian	0.1	2	Kurang	0.2
4	Kemudahan Perawatan	Bentuk	0.1	3	Baik	0.3
5	Biaya Pembelian	Harga	0.15	1	Kurang	0.15
6	Biaya Perakitan	Harga	0.075	2	Sedang	0.15
7	Biaya Perawatan	Harga	0.075	2	Sedang	0.15
8	Aman bagi Operator	Pengoperasian	0.1	3	Baik	0.3
9	Aman bagi Mesin	Konstruksi	0.1	3	Baik	0.3
TOTAL			1	24		2,75

Dari ketigavariantersebutdipilihvarian 2, yaitu1.1 ; 2.2 ; 3.1 ; 4.2 ; 5.2 ; 6.2 ; 7.1karenamempunyainilai yang paling baikdengan total **2.975**.

#### 4. PERANCANGAN DETAIL

Untuk perancangan detail varian 1 dibagi menjadi lima sub-fungsi, yang diantaranya:

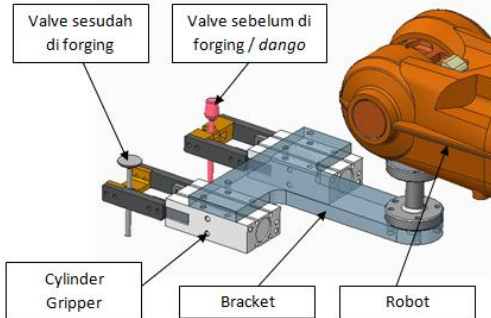
1. *Gripper Robot*
2. *Pemilihan Robot*
3. *Vertical Transfer Unit*
4. *Horizontal Transfer Unit*
5. *Base Robot*



**Gambar 11.** Sub FungsiKonsepTerpilih

#### 4. 1. Gripper Robot

Telah ditentukan bahwa gripper robot menggunakan “*Double Gripper*” kemudian di tahap ini akan di detailkan dan dianalisis kekuatannya.

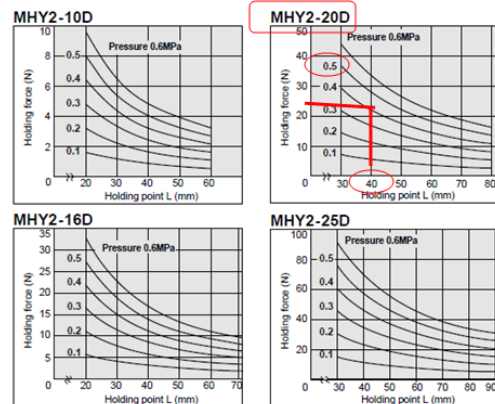


$Gripping\ Force\ Cylinder\ [N] = Work\ Weight\ [kg] \times \mu \times 9,8\ [m/s^2]$  dimana,  $\mu$  adalah koefisien gesek antara produk dan gripper (10 – 20). Sehingga didapatkan hasil :

$$F = 0,16\ [kg] \times 15 \times 9,8\ [m/s^2]$$

$$F = 23,52\ [N]$$

Setelah menghitung *Gripping Force* langkah selanjutnya adalah menentukan *bore size Cylinder gripper* MHY pada katalog SMC (Gambar 14) dengan asumsi tekanan udara yang disuplai oleh kompresor adalah 0,5 MPa.



**Gambar 14.** Effective Holding Force Diagram [11]

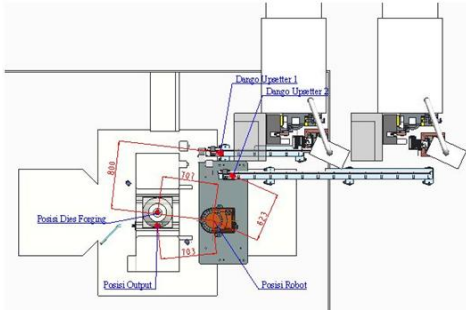
Berdasarkan data-data perhitungan dan Gambar 14 di atas, maka *cylinder gripper* yang akan digunakan adalah SMC MHY2-20D.

#### 4. 2. Pemilihan Robot

##### a. Menghitung Area Kerja Robot (*Work Volume*)

Area kerja robot dapat diketahui dari *layout* konsep yang terpilih, kemudian dilakukan pengukuran dari posisi robot terhadap titik

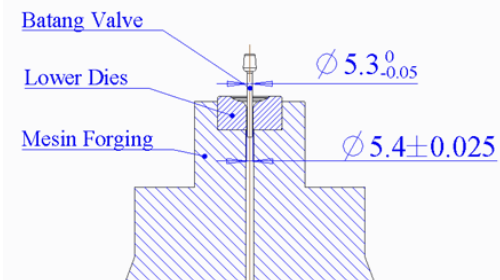
acuan terjauh. Gambar skematik area kerja robot seperti pada Gambar 15.



Gambar 15. Area Kerja Robot

**b. Menghitung Keakuratan Gerak (Repeatability)**

Untuk menentukan keakuratan gerak yang dibutuhkan bisa dihitung dari toleransi dimensi suaian terkecil antara batang valve dan lubang lower dies mesin forging, seperti terdapat pada Gambar 16.



Gambar 16. Suaian antara Batang Valve dan Lower Dies

Dari Gambar 16 di atas dapat diperoleh beberapa informasi sebagai berikut :

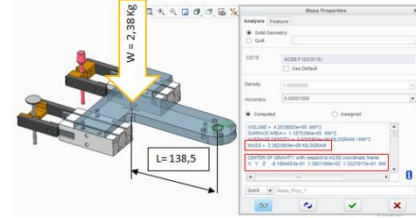
1. Dimensi terbesar batang valve ( $d_{maks}$ ) =  $\phi 5,3$  mm
2. Dimensi terkecil batang valve ( $d_{min}$ ) =  $\phi 5,25$  mm
3. Dimensi terbesar lubang dies ( $D_{maks}$ ) =  $\phi 5,425$  mm
4. Dimensi terkecil lubang dies ( $D_{min}$ ) =  $\phi 5,375$  mm

Sehingga keakuratan gerak robot (Repeatability) yang diperlukan adalah :

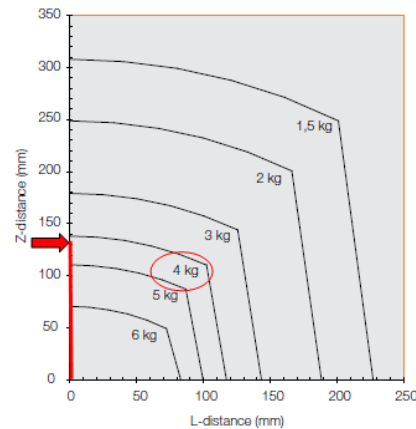
$$X = \frac{(D_{min} - d_{maks})}{2}$$

$$X = 0,0375 \text{ mm}$$

**c. Menghitung Pay Load Robot**



Gambar 17. Analisis Berat dan Titik Berat Gripper Robot Hasil analisis pada Gambar 17, didapat berat total gripper adalah 2,38 kg, sehingga bisa menggunakan robot dengan payload 6 kg, kemudian kita cari dikatalog standar robot salah satunya adalah katalog robot ABB, kita bisa gunakan robot ABB seri IRB 140 . Langkah selanjutnya adalah mengecek kemampuan robot menahan momen, dapat dilihat pada Gambar 18, yang terdapat pada katalog robot.



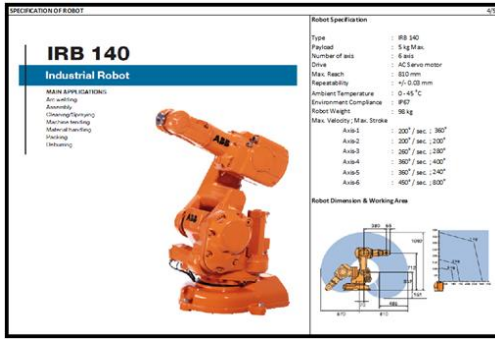
Gambar 18. Effective Payload Robot ABB 140 [13]

Berat Total Gripper 2,38 kg < 4 kg , sehingga robot dengan payload 6 kg dapat digunakan.

Hasil analisis perhitungan:

- Area Kerja (Work Volume) = 800 mm
- Keakuratan gerak (Repeatability) = 0,0375 mm
- Payload = 2,38 kg

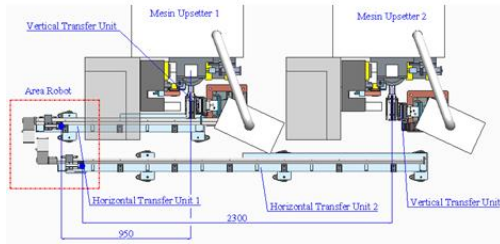
Setelah mengetahui spesifikasi teknis yang dibutuhkan, langkah selanjutnya adalah mencari tipe robot yang sesuai di katalog robot. Robot yang akan digunakan adalah ABB IRB 140, dengan spesifikasi teknis sebagai berikut :



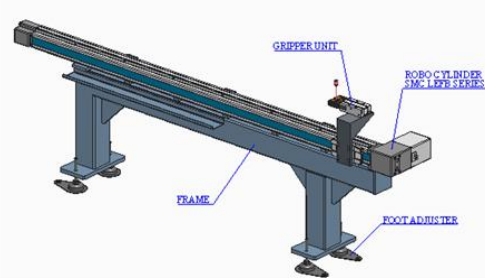
Gambar 19. Spesifikasi Robot ABB IRB 140

### 4.3. Horizontal Transfer Unit

Tahap selanjutnya adalah penentuan spesifikasi horizontal transfer unit, seperti terdapat pada Gambar 20.



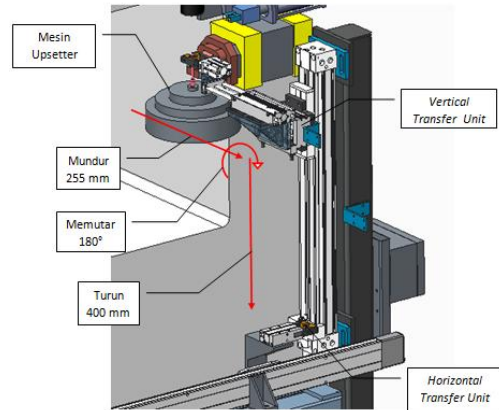
Gambar 20. Layout Horizontal Transfer Unit



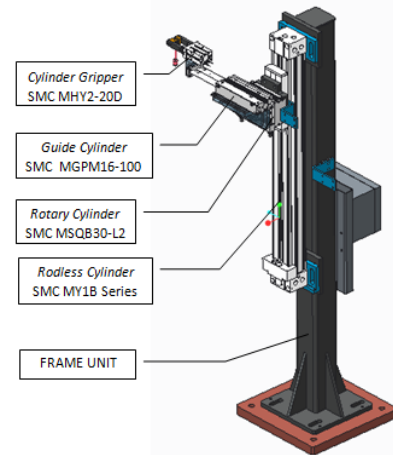
Gambar 21. Konstruksi Horizontal Transfer Unit

### 4.4. Vertical Transfer Unit

Lay out dan penentuan spesifikasi Vertical Transfer Unit seperti pada Gambar 22 dan 23.



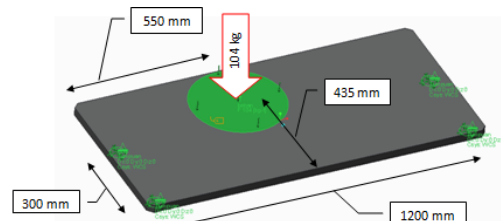
Gambar 22. Layout Vertical Transfer Unit



Gambar 23. Konstruksi Vertical Transfer Unit

### 4.5. Base Robot

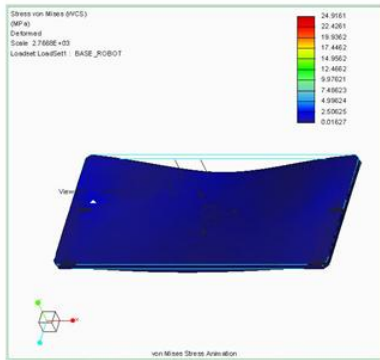
Base robot yang dirancang, harus mampu menahan beban robot. Untuk itu dilakukan analisis kekutan dari base robot menggunakan perangkat lunak CAE. Gambar 24 memperlihatkan kondisi tumpuan dan beban yang terjadi pada Base Robot.



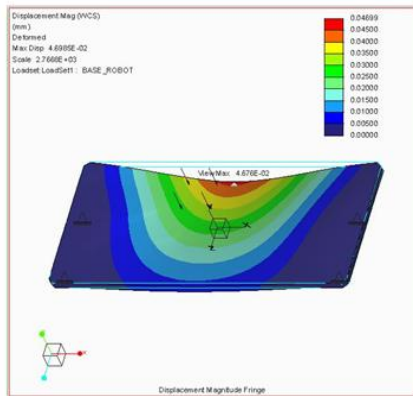
Gambar 24. Kondisi Tumpuan dan Beban pada Base Robot

Setelah diketahui beban yang diterima oleh base beserta posisinya, maka dapat dianalisis tegangan (*stress*) dalam [Mega Pascal] dan pergeseran karena beban terhadap base (*displacement*) dalam [mm],

menggunakan *software* Creo. Hasil analisis seperti ditunjukkan pada Gambar 25 dan 26.



Gambar 25. Analisis *Stress von Mises* Base Mesin

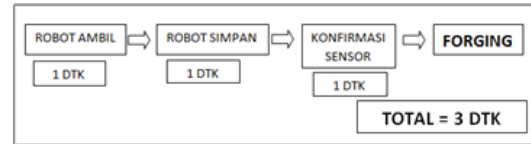


Gambar 26. Analisis *Translation Displacement Magnitude* Base Mesin

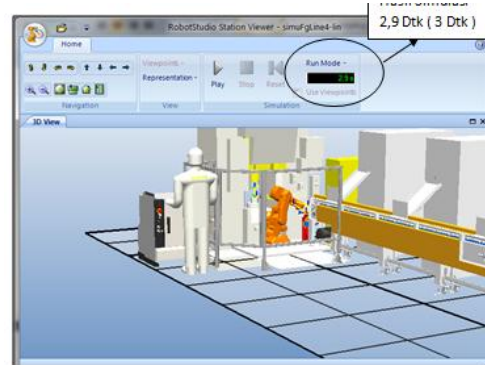
Gambar 25 dan 26 menunjukkan tegangan maksimum adalah sebesar 2,5Mpa sedangkan pergeseran yang terjadi adalah sebesar 0,047 mm. Kondisi ini masih berada dalam batas toleransi. Sehingga, *base robot* yang dirancang dapat diterima.

#### 4. 6. Analisis Cycle Time

Estimasi *cycle time* setelah dilakukannya perancangan, disimulasikan menggunakan perangkat lunak “Robot Studio 5.14.03”. Tahapan analisis adalah dengan cara membuat 3D modeling skala 1:1 di CAD, kemudian diberikan parameter-parameter yang diperlukan sesuai dengan kondisi yang sebenarnya agar estimasi hasilnya mendekati kondisi aktual *real*-nya. Langkah kerja yang dibuat pada analisis *cycle time* adalah seperti diperlihatkan pada Gambar 27. Hasil simulasi ditunjukkan pada Gambar 28.



Gambar 27. Diagram Operasi *Forging* dengan Robot



Gambar 28. Hasil Simulasi Robot Studio

Tabel 5 memperlihatkan perbandingan waktu operasional operator orang dan robot.

Operator	Jml Op.Line	Total Opr 2 Line	Jumlah Jam	Waktu (detik)	Output		

Tabel7: Perbandingan Operasional Manual dan Otomasi

TABEL PERBANDINGAN OPERASIONAL 2 LINE TEMPA PER SHIFT (7 JAM) UNTUK PRODUKSI TIPE KATUP SEPEDA MOTOR Y90MM

OPERATOR	JUMLAH OPR/LINE	TOTAL OPR 2 LINE	CT	JUMLAH JAM	DETK	OUTPUT/SHIFT /LINE	OUTPUT/SHIFT /2 LINE
ORANG	1	2	4	7	25200	6300	12600
ROBOT	0.5 ( 1 )	1	3	7.5	27000	9000.00	18000.00

NOTE:  
 > UNTUK ORANG, JUMLAH OPERATOR 1 ORANG / LINE  
 > UNTUK ROBOT, JUMLAH OPERATOR 1 ORANG / 2 LINE

Bahkan terjadi penambahan produktifitas orang 2 kali lipat nya karena sebelum dilakukan otomatisasi, satu line produksi untuk proses *forging* dilakukan oleh satu orang. Setelah dilakukan otomatisasi menggunakan robot, satu orang bisa mengoperasikan 2 line.

Tabel8: Aktivitas Harian Lain-lain Operator *Forging*

AKTIFITAS HARIAN LAIN-LAIN OPERATOR :		
NO	AKTIFITAS	RATA2 DURASI ( MENIT )
1	1 X TOILET	3
2	MENGENSI JAM KERJA	5
3	MENGENSI DATA SHEET PRODUKSI	5
4	MENGENSI DATA SHEET QC DAN REPORT MESIN	5
TOTAL :		18

Artinya ada kurang lebih 18 menit per shift yang bisa diadopsi oleh robot :  
 18 mnt = 1080 detik



1080 detik bisa menghasilkan produk :

$$\frac{1080}{3} = 360 \text{ pcs}$$

Jadi per shift nya bisa meningkatkan produktifitas sebanyak 360pc, dari aktifitas operator.

Dengan menggunakan perhitungan standar, maka :

$$\text{Produktifitas (Orang)} = \frac{\text{Output}}{\text{Input (SDM)}} = \frac{12600 \text{ pc}}{2} = 6300/\text{shift/orang}$$

$$\text{Produktifitas (Robot)} = \frac{\text{Output}}{\text{Input (SDM)}} = \frac{18000 \text{ pc}}{1} = 18000/\text{shift/orang}$$

Untuk 2 line dapat dinilai index produktifitas robot terhadap orang sebesar :

$$\frac{2}{1} \times 100 \% = 200 \%$$

Atau boleh dikatakan bahwa satu operator bisa menjalankan 2 line sekaligus, ditambah lagi produktifitas aktifitas lainnya yang bisa dilakukan ketika robot memproduksi. Karena Aktifitas operator untuk proses tempa ini antara lain :

1. *Reloading* WIP ( *row* material ke mesin *Upsetter* ).
2. Ganti *Dies* ( rutin saat penggantian shift ).
3. Mencatat semua aktifitas produksi, sampai *supporting* kualitas kontrol.

Semua aktifitas tersebut hanya *short time* saja, jadi operator bisa menangani 2 line sekaligus.

## 5. KESIMPULAN

Dari hasil perancangan konsep yang berdasarkan pada identifikasi kebutuhan masalah dan mekanisme yang bekerja pada sistem otomasi *line forging engine valve* yang dituangkan dalam prinsip fungsi, sub-fungsi dan solusi menghasilkan 3 varian. Setelah dilakukan pembobotan nilai pada varian-varian tersebut didapatkan varian mesin terpilih dengan sub fungsi sebagai berikut:

1. *Layout L-Shapes* [Layout]
2. *Robot 6 axis* [Robot]
3. *Cylinder Gripper & Cylinder Rodless* [Vertical Transfer Unit]
4. *Cylinder Gripper & Robo Cylinder* [Horizontal Transfer Unit]
5. *Double Gripper* [Gripper Robot]
6. *Touchscreen* [Sinyal]
7. *Aluminium Frame* [Safety Area]

Setelahnya, dilakukan perhitungan detail pada spesifikasi dari konsep rancang and didapati hasil. Untuk Otomasi *Line Forging engine valve* dibutuhkan spesifikasi sebagai berikut:

### 1. Space Area

P x L x T : 1941 x 1587 x 2572 mm

### 2. Robot Unit

#### a. Robot

- Merk / Tipe : ABB / IRB 140
- *Payload* : 5kg
- *Number of axis* : 6 axis
- *Max. Reach* : 810mm
- *Repeatability* :  $\pm 0,08$ mm
- Berat : 98 kg

#### b. Gripper

- Tipe : *Double Gripper*
- Aktuator : SMC MHY2-20D
- *Air Pressure* : 0,5MPa
- *Holding Force* : 35 N
- Berat : 2,4 kg

### 3. Vertical Transfer Unit

- Merk / Tipe : SMC / *Rodless Cylinder* MHY1B40-400
- *Bore Size* : 40 mm
- *Air Pressure* : 0,5MPa
- *Stroke* : 400 mm
- *Speed* maks. : 1500mm/det

### 4. Horizontal Transfer Unit

- Merk / Tipe : SMC / *Robo Cylinder* LEFB32-2500 & LEFB32-1500
- Aktuator: Servo Motor
- Daya. : 200Watt
- *Stroke* : 1500 & 2500 mm
- *Speed* maks. : 2000 mm/det

### 5. Safety Fence

- Jenis : Aluminium Profil + Ram
- Size : 40X40 mm



Gambar 26: Hasil Rancangan Otomasi *Line Forging*

Sistem otomatisasi khusus nyarobotik di aplikasikan untuk mengganti atau menghilangkan operator, tujuannya dari aspek produktivitas dan efisiensi keuangannya juga salah satu upaya untuk menghilangkan potensi kecelakaan kerja.

Dari data yang dipaparkan di atas, dapat disimpulkan beberapa hal, diantaranya :

1. Peningkatan produktivitas satu operator sebesar 200%/line, atau satu orang operator bisa mengoperasikan 2 line sekaligus.
2. *Down Time* kegiatan lain-lain operator sebesar 1080 detik/shift bisa dihilangkan sehingga produktivitas bertambah 360pc/shift.
3. *Cycle Time* sebelum dan sesudah otomatisasi kerja dipeningkatkan dari 19.500 pcs/day menjadi 27.000 pcs/day.

Setelah di otomatisasi bisa menghilangkan 1 potensi kecelakaan kerja, karena operator tidak kontak langsung dengan produk yang sangat panas  $\pm 1000^{\circ}\text{C}$ , dan juga dengan tidak kontak langsung.

## DAFTAR PUSTAKA

1. *Automotive Engineering 7<sup>th</sup> edition*, published McGraw-Hill Book Company.
2. Ruswandi, Ayi. 2004. *Metode Perancangan I*. Bandung : Politeknik Manufaktur Bandung.
3. Hakim Adies Rahman, *Kekuatan Bahan Dasar*, Bandung, Politeknik Manufaktur Negeri Bandung, 2005.
4. Pahl, G dan W. Beitz, "*Engineering Design, The Design Council*", London, 1984.
5. Groover Mikell P. *Automation, Production Systems, and Computer Integrated Manufacturing., Second Edition*, New Jersey, Prentice Hall, 2001.
6. R.C. Drof, *Robotic and Automated Manufacturing*.
7. Data produksi kendaraan bermotor. <http://www.aisi.or.id/statistic/> (diakses 19 Oktober 2014)

8. Wijaya, Novi. 2011. *Laporan kerja tempa*. <http://id.scribd.com/doc/54823293/Laporan-kerja-tempa>. (diakses 22 Oktober 2014)
9. Gambar mesin *Upsetter*. <http://www.rs.com.tw/rs-heater-e9.htm> (diakses 22 Oktober 2014)
10. D. Sharon, J. Harstein, *Robot dan Otomasi industri*
11. SMC pneumatic component system Catalog 2011.
12. Misumi Catalog, *FA Mechanical Standard Components Book I for 2010.11 to 2011.10*
13. ABB Robot Catalog
14. Data Statistik Upah Buruh. <http://www.bps.go.id/webbeta/frontend/index.php/linkTabelStatis/1441> (diakses 19 Oktober 2014)