

PERANCANGAN *JIG* DAN *FIXTURE* SISTEM PNEUMATIK UNTUK PROSES PEMASANGAN *BEARING* DAN *ABSORBER* PADA *VELG REAR WHEEL*

Aa Santosa

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang
aa_santosa72@yahoo.com.

INFO ARTIKEL

Diterima : 28 November 2016
Direvisi : 15 Desember 2016
Disetujui : 21 Januari 2017

Kata Kunci :

Jig dan *fixture*,
bearing dan *absorber*,
velg rear wheel

ABSTRAK

Jig and Fixture merupakan alat bantu yang sangat diperlukan ketika akan melakukan suatu proses pembuatan komponen atau benda kerja untuk menjamin keregaman dan kesesuaiannya, selain untuk membantu mempermudah dan mempercepat proses pekerjaan.

Pada Industri Otomotif, khususnya bagian pemasangan bearing dan absorber pada roda kendaraan seperda motor selalu dilakukan dengan dua kali proses sehingga waktu yang diperlukan untuk pemasangan menjadi lebih lama hal ini menjadi kurang efektif. Untuk membantu mempermudah dan mempercepat proses pemasangan tersebut maka dirancang sebuah *Jig and Fixture* dengan menggunakan system pneumatic. Alat yang dirancang untuk melakukan proses pemasangan *bearing* dengan *absorber* secara bersamaan sehingga waktu yang dibutuhkan menjadi lebih singkat.

Sumber energi yang digunakan untuk melakukan proses penekanan berasal dari kompresor dengan kapasitas 6 bar yang dihubungkan dengan system pneumatik yang menggunakan *double actuator*, gaya penekanan yang diperlukan sebesar 3595,6 N, waktu yang diperlukan untuk melakukan proses pemasangan *bearing* dengan *absorber* secara bersamaan 95 detik. Untuk melihat kekuatan dari *Jig and Fixture* yang dirancang maka dilakukan simulasi *stress analisis* dengan menggunakan software solidwork

I. PENDAHULUAN

Perkembangan industri yang pesat memunculkan inovasi teknologi yang lebih baik untuk mengembangkan kapasitas dan kualitas suatu produksi. Untuk mengurangi biaya produksi, peningkatan efisiensi proses manufaktur suatu produk sangat berpengaruh, terutama dengan menurunkan waktu proses manufakturnya. Hampir seluruh proses produksi menggunakan mesin perkakas yang sesuai dengan spesifikasi produk yang dibuat. Semakin kompleks bentuk produk, maka semakin rumit perkakas yang digunakan. Peningkatan kualitas produk dapat dicapai salah satunya dengan penggunaan alat bantu proses produksi, seperti *jig* dan *fixture*, *mold*, dan *dies* [1].

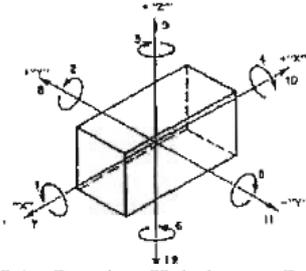
Jig dan *fixture* merupakan alat bantu produksi yang digunakan pada proses manufaktur, sehingga dihasilkan duplikasi *part* yang akurat. *Jig* dan *fixture* dirancang secara khusus untuk mempermudah penyetingan material yang menjamin keseragaman bentuk dan ukuran produk dalam jumlah banyak (*mass product*), serta mempersingkat waktu produksi [2-4]. *Jig and fixture* berfungsi untuk memegang dan mengarahkan benda kerja, sehingga proses manufaktur suatu produk lebih efisien dan kualitas produk dapat terjaga seperti kualitas yang telah ditentukan.

Menurut Edgard G. Hoffman (1996), *jig* dan *fixture* merupakan alat bantu produksi yang digunakan pada proses manufaktur, sehingga dihasilkan duplikasi *part* yang akurat. *Jig* dan *fixture* biasanya dibuat secara khusus sebagai alat bantu proses produksi untuk mempermudah dalam penyetingan material yang menjamin keseragaman bentuk dan ukuran produk dalam jumlah banyak (*mass product*) serta untuk mempersingkat waktu produksi. *Jig dan fixture* merupakan salah satu jenis alat bantu yang terdapat dalam proses manufaktur sehingga diperoleh produk yang seragam dengan keakuratan yang tinggi.

Rong dan Zhu (1999) dalam Ahmad Rizki (2003) menyatakan bahwa sebuah benda terdiri dari beberapa permukaan bidang (*surface*). Pada penggunaan sebuah *Fixture*, proses penempatan (*locating*) adalah proses penempatan beberapa permukaan benda kerja hingga bersentuhan dengan locator-lokator, yang kemudian dilanjutkan dengan proses pengecaman (*clamping*) benda kerja yang bersentuhan dengan locator tersebut disebut sebagai *locating surface*.

Pada sebuah benda kerja terdapat 6 derajat kebebasan (*degree of freedom*) pergerakan, yaitu pergerakan linier searah atau berlawanan arah dengan sumbu X,Y,Z serta

pergerakan rotasi terhadap sumbu X, Y, dan Z searah atau berlawanan dengan jarum jam, seperti pada gambar 1.



Gambar I.1. Derajat Kebebasan Benda Kerja (12 gaya)

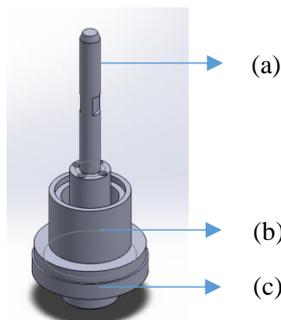
Aa Santosa (2015) Software Solidwork merupakan salah satu software yang bias menganalisa dan mensimulasikan suatu fenomena pembebanan dalam bentuk elemen-elemen kecil (elemen hingga) sehingga bias menunjukkan bagian mana pada suatu komponen yang mengalami titik kritis. Proses analisis dengan menggunakan software perlu dilakukan untuk melihat kemungkinan terjadi kegagalan bias dihindari.

Salah satu penggunaan *jig* dan *fixture* yaitu pada proses pemasangan *velg* roda belakang sepeda motor. Terdapat dua mesin yang digunakan untuk memasang *bearing* dan *absorber* pada *velg* roda, yaitu mesin *press bearing* dan mesin *press absorber*. Pada penelitian ini dilakukan analisis perancangan ulang *jig* dan *fixture* dengan sistem pneumatik yang dipasang pada mesin *press bearing*, sehingga dapat menggabungkan kedua proses *bearing* dan *absorber* tanpa mengubah standar pemasangan. Penggunaan rancangan perkakas bantu ini diharapkan mempercepat proses pemasangan *bearing* dan *absorber*, khususnya pada *velg rear wheel*. Dengan demikian efisiensi proses manufaktur suatu produk dapat ditingkatkan dan produk yang dihasilkan memiliki ketelitian dan kepresisian yang tinggi.

II. METODE PENELITIAN

A. Desain awal *jig* dan *fixture*

Perancangan *jig* dan *fixture* harus memperhatikan kriteria tertentu, yaitu konstruksi sederhana, mudah dalam pengoperasian dan perawatan, serta memiliki kualitas yang baik dan teliti. Rancangan *jig* dan *fixture* ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Desain *jig* dan *fixture*

Jig dan *fixture* yang dirancang mempunyai dua keuntungan satu kali proses untuk dua bagian, yaitu sebagai penekan *bearing* sekaligus menekan *absorber*. Komponen (a) adalah *bearing locator* sebagai komponen yang berhubungan dengan sistem pneumatik. Komponen (b) adalah *locator up jig* yang berfungsi sebagai penyearah ketika melakukan proses *press* sedangkan komponen (c) adalah *locator lower jig* yang berfungsi melakukan *press* pada *bearing* dan *absorber*.

B. Identifikasi kebutuhan *jig* dan *fixture*

Hasil identifikasi keinginan produsen menjadi salah satu kriteria dalam perancangan *jig* dan *fixture*, seperti aman dalam pemakaian, mudah dioperasikan, waktu operasi singkat, menghemat tenaga operator dan mudah perawatannya.

C. Penentuan parameter-parameter perancangan

Parameter-parameter perancangan *jig* dan *fixture* harus diperhitungkan untuk mendapatkan hasil rancangan yang optimal. Beberapa parameter yang ditentukan antara lain :

1. Gaya penekan aktuator
2. Diameter silinder dan batang piston
3. Debit dan daya kompresor
4. Kapasitas Udara
5. Perbandingan kompresi

Langkah selanjutnya menentukan suaian antara *bearing* dengan *velg* roda untuk mengetahui penyimpangan dan kesesakan yang terjadi. Setelah parameter-parameter perancangan ditentukan, selanjutnya menentukan material yang cocok digunakan dalam pembuatan *jig* dan *fixture*. Pemilihan material disesuaikan dengan besarnya gaya yang terjadi ketika melakukan proses pengepresan *bearing* dan *absorber* ke *velg* roda.

D. Simulasi rancangan *jig* dan *fixture*

Simulasi rancangan *jig* dan *fixture* menggunakan software yaitu berupa simulasi tumpuan komponen, gaya tekan, jumlah mesh, tegangan, *displacement* dan regangan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perhitungan sistem pneumatik

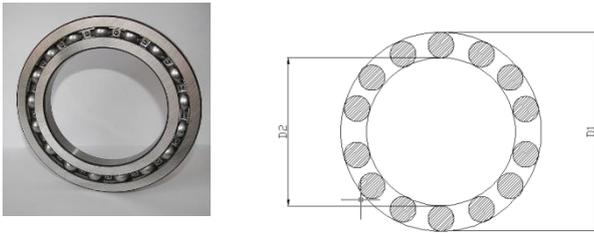
Untuk mendapatkan hasil maksimal pada pemasangan *bearing* pada *velg* roda, maka harus diperhitungkan tekanan maksimum yang dihasilkan oleh aktuator pada proses pengepresan.

1. Penentuan gaya penekan aktuator

Kompresor yang digunakan mempunyai kapasitas tekanan udara $P = 6 \text{ bar} = 6 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, yang dialirkan secara seri ke setiap mesin yang berjumlah 6 buah, sehingga 1 buah mesin mendapat suplay tekanan udara sebesar 1 bar. Tekanan kerja yang digunakan sebesar $1 \text{ bar} \times \eta$ mesin. Efisiensi mesin (η) diambil sebesar 0,88 merupakan efisiensi untuk kondisi mesin yang baik. Jadi tekanan kerja yang tersedia sebesar 80.000 N/m^2 . Kecepatan udara (v_u) yang keluar dari kompresor sebesar 2 m/s. Koefisien gesek baja (μ) sebesar 0,61 dan kapasitas mesin *press* adalah 4 ton. Gaya penekan aktuator (F) dihitung menggunakan persamaan berikut:

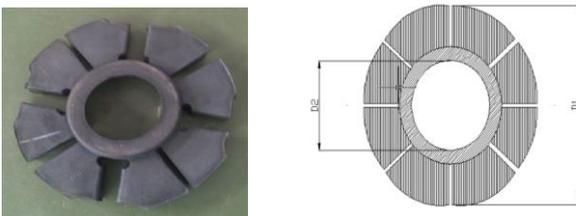
$$P = \frac{F}{A} \quad (1)$$

dimana P tekanan yang dihasilkan kompresor (N/m^2) dan A luas penampang *bearing* (m^2).



Gambar 3.1 Bearing velg roda dengan diameter D1 = 42 mm dan D2 = 15 mm

Luas penampang ($A = \pi \cdot r^2$) A1 dan A2 masing-masing sebesar 0,138474 m² dan 0,01766 m². Sehingga luas penampang bearing sebesar A1 - A2 = 0,120814 m². Dengan memasukkan koefisien gesek antara bearing dengan velg ($\mu = 0,61$), maka gaya yang dibutuhkan untuk menekan bearing ke dalam velg sebesar 5895,6 N.



Gambar 3.2 Absorber velg roda dengan diameter D1 = 13134mm dan D2 = 72 mm

Luas penampang absorber sebesar 1,0026 m². Tekanan kerja untuk menekan absorber akan mengalami penurunan. Menurut Hukum Pascal $\frac{P_1}{P_2} = \frac{A_1}{A_2}$ maka diperoleh tekanan kerja sebesar 38.400 N/m². Sehingga dengan memasukkan koefisien gesek karet dengan baja ($\mu = 0,78$) diperoleh gaya yang dibutuhkan untuk menekan absorber sebesar 30029,8 N. Total gaya yang dibutuhkan bearing dan absorber sebesar 35925,6 N. Kapasitas mesin press sebesar 4 ton = 39200 N. Gaya yang dibutuhkan untuk menekan bearing dan absorber lebih kecil dari kapasitas mesin, sehingga mesin dianggap aman.

2. Perencanaan silinder pneumatik

Luas penampang silinder pneumatik dihitung menggunakan persamaan (1), dimana tekanan kerja 6.10⁵ N/m² dan gaya tekan maksimal 35925,6 N. Sehingga diperoleh luas penampang silinder sebesar 0,06 m² dengan diameter 130 mm.



Gambar 3.3 Rancangan silinder pneumatik

Batang piston dan silinder terbuat dari aluminium dengan alasan supaya lebih ringan. Diameter batang piston dihitung menggunakan persamaan:

$$\sigma_y = \frac{F}{A} \tag{2}$$

dimana σ_y adalah kekuatan tarik batang piston 11,6 kg/mm² (aluminium). Sehingga diperoleh luas penampang 111,4 mm² dengan diameter 12 mm.

3. Perhitungan daya kompresor

Debit kompresor merupakan jumlah udara yang harus dialirkan ke dalam silinder pneumatik, dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$Q_k = A \cdot v \tag{3}$$

dimana v kecepatan udara (2 m/s), A luas penampang pipa kompresor yang digunakan dengan diameter 67,2 mm. sebesar 3,55 x 10⁻³ m². Sehingga diperoleh debit kompresor sebesar 0,0071 m³/s.

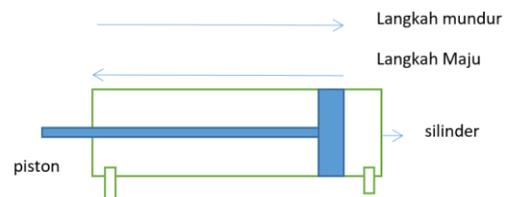
Laju aliran massa udara sebesar (m_u) = $\rho \cdot V \cdot A$ sehingga diperoleh m_u sebesar 0,0088 kg/s. Daya kompresor dapat dicari dengan menggunakan persamaan:

$$W_k = C_p m_u (T_2 - T_1) \tag{4}$$

dimana C_p adalah kalor jenis udara (1.025 kJ.kg/K), T_2 temperatur keluar kompresor (K) dan T_1 temperatur masuk kompresor (K). Dengan T_1 dan T_2 masing-masing 25 °C dan 27,23 25 °C, maka diperoleh daya kompresor sebesar 20,1 kW.

4. Perhitungan kapasitas udara

Untuk mengetahui kapasitas dari mesin ini, terlebih dahulu harus mengetahui volume tabung dan waktu untuk 1 kali pengepresan. Gerak langkah aktuator ditunjukkan pada Gambar 3.4 berikut :



Gambar 3.4 Gerak langkah aktuator

a. Waktu langkah turun

Waktu langkah turun dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$t_1 = (A_s \times h) / Q_k \tag{5}$$

dimana A_s luas penampang silinder pneumatik = 22686,5 mm², A_p luas penampang poros pneumatik = 111,4 mm² dan h adalah 1 langkah = 15 cm = 0,15 m. Dengan memasukan nilai Q_k sebelumnya sehingga diperoleh nilai t_1 sebesar 47 detik.

b. Waktu langkah balik

Diperoleh nilai t_2 sebesar 48 detik, dengan menggunakan persamaan:

$$t_2 = ((A_s - A_p) \times h) / Q_k \tag{6}$$

c. Waktu untuk 1 kali pengepresan

Waktu 1 kali pengepresan merupakan penjumlahan waktu langkah turun dan waktu langkah balik. Sehingga diperoleh nilai waktu 1 kali pengepresan sebesar 95 detik.

5. Perbandingan kompresi (P_k)

Perbandingan kompresi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut

$$P_k = (1,031 + p) / 1,031 \tag{7}$$

sehingga diperoleh nilai P_k sebesar 6,8. Konsumsi udara tiap langkah piston mempunyai dua arah, yaitu konsumsi udara saat piston maju dan konsumsi udara saat piston mundur. Konsumsi udara kompresi pada waktu silinder bergerak maju dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$V_1 = P_k \times A_s \times h \quad (8)$$

sehingga diperoleh V_1 sebesar 2,15 m³.

Konsumsi udara saat piston mundur dapat dihitung dengan menggunakan persamaan

$$V_1 = P_k \times (A_s - A_p) \times h \quad (9)$$

sehingga diperoleh V_2 sebesar 2,3 m³. Silinder kerja ganda dengan diameter 170 mm, panjang langkah 150 mm, tiap menit membutuhkan udara sebesar $Q = V_1 + V_2 = 4,45$ m³.

B. Material jig dan fixture

Menentukan material yang digunakan untuk jig dan fixture dilihat dari besarnya gaya yang terjadi ketika melakukan proses pengepresan *bearing* dan *absorber* ke *velg* roda yaitu sebesar **35925,6 N** (gaya total). Kriteria yang digunakan dalam pemilihan material yaitu ketersediaan material dipasaran, material harus kuat menahan beban pengoperasian dan material harus mudah *dimachining* karena materialnya membutuhkan proses permesinan yang bertujuan untuk mendapatkan bentuk yang sesuai dengan desain [5].

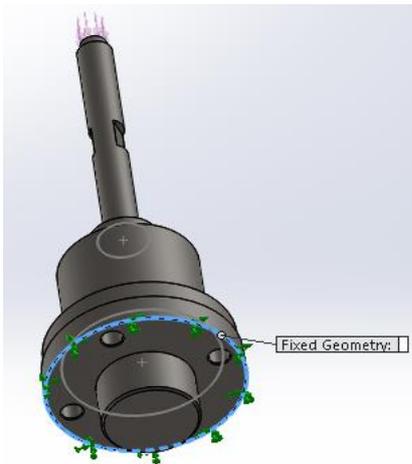
Material yang cocok digunakan dalam pembuatan jig dan fixture yaitu **SKD 11** yang mempunyai kekerasan 62 HRC dan kekuatan tarik sebesar 415 Mpa. Material ini cocok digunakan untuk peralatan yang menggunakan tekanan atau gaya luar yang cukup besar.

C. Simulasi rancangan jig dan fixture

Simulasi jig dan fixture dilakukan menggunakan *Software Solid Work 2016*.

1. Menentukan tumpuan pada komponen jig dan fixture

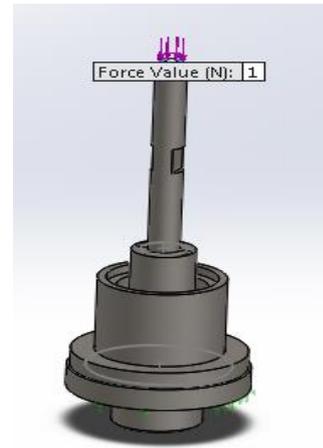
Untuk melihat dan menghitung besarnya defleksi yang terjadi pada jig dan fixture terlebih dahulu harus ditentukan tumpuan yang terletak di bagian bawah, seperti yang terlihat pada gambar 3.5.



Gambar 3.5 Tumpuan pada jig dan fixture

2. Menentukan arah gaya penekan pada jig dan fixture

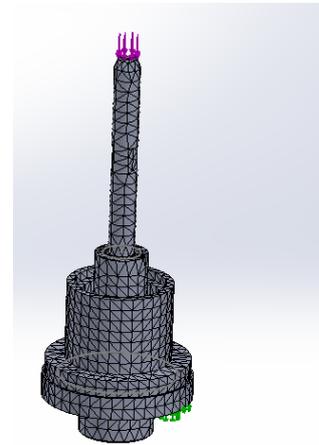
Proses penekanan dilakukan di bagian atas jig dan fixture ditunjukkan pada gambar 3.6, dimana besarnya gaya penekanan adalah 35925,6 N



Gambar 3.6 Arah gaya penekan jig dan fixture

3. Menentukan jumlah mesh pada komponen jig dan fixture

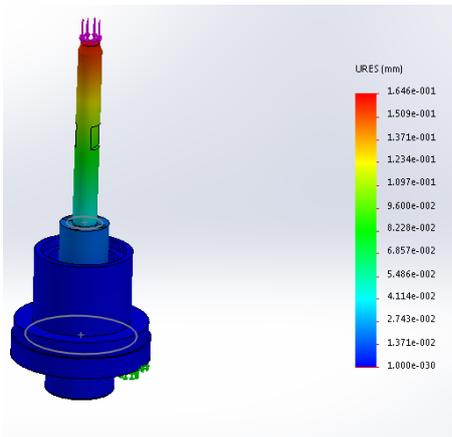
Untuk mendapatkan hasil simulasi yang akurat, bentuk dan jumlah *mesh* sangat berpengaruh. Semakin banyak dan semakin kecil bentuk *mesh*, maka hasil simulasi lebih akurat dalam memberikan informasi pada jig dan fixture yang mengalami penekanan dari gaya tekan. Untuk simulasi jig dan fixture ini jumlah *mesh* yang diberikan sebesar 10000.



Gambar 3.7 Jumlah mesh pada jig dan fixture

4. Hasil simulasi pada proses pengepresan dengan menggunakan jig dan fixture

Gambar 3.8 menunjukkan tegangan yang terjadi akibat gaya penekanan.



Gambar 3.8 Simulasi proses pengepresan menggunakan jig dan fixture

Warna merah menunjukkan bagian yang paling besar mengalami tegangan, yang merupakan bagian paling kritis. Sedangkan bagian yang berwarna biru menunjukkan tegangan yang terjadi relatif lebih kecil. Untuk perubahan jarak yang terjadi akibat gaya tekan ditunjukkan oleh warna merah yang mengalami defleksi paling besar.

IV. KESIMPULAN

Jig & Fixture merupakan alat bantu yang berfungsi untuk membantu pekerjaan supaya lebih cepat, mudah dan mempunyai tingkat ketelitian yang baik.

Jig & Fixture yang dirancang digunakan untuk memasang dua buah komponen yaitu bearing dan absorber dalam satu proses dengan tujuan untuk mempersingkat waktu pemasangan. Hasil perhitungan diperoleh waktu satu kali proses untuk dua komponen yang dipasang memerlukan waktu 95 detik dengan gaya yang diperlukan sebesar 3595,6 N, sedangkan kapasitas mesin sebesar 4 ton (39200 N) sehingga kondisi *Jig & Fixture* aman. Prinsip kerja dari *jig & Fixture* ini menggunakan sistem Pneumatik dengan double actuator, kapasitas kompresor yang digunakan 6 bar.

Material yang digunakan pada rancangan *jig & Fixture* ini adalah SKD 11 yang mempunyai $\sigma_y = 400 \text{ Mpa}$ Sehingga aman untuk digunakan karena gaya yang terjadi masih dibawah kekuatan luluh material tersebut. Dilakukan simulasi untuk melihat kondisi kritis dari *Jig & Fixture* ketika mengalami pembebanan dengan menggunakan software Solidwork dengan membagi kedalam bentuk *mesh* sebanyak 100000 *mesh*. Maka terlihat tegangan yang terjadi paling besar berada pada bagian atas dengan ditandai warna merah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada seluruh tim penelitian teknik mesin UNSIKA dan semua pihak yang telah membantu dalam pembuatan paper ini.

DAFTAR RUJUKAN

[1] Prassetiyo, Hendro., Taroepratjeka, Harsono., Pratama, Jonathan F., Rancangan *Jig & Fixture* Untuk Produksi Pembuatan Gear Belakang Sepeda Motor Yamaha,

Proceeding Seminar Nasional IV Manajemen dan Rekayasa Kualitas, Itenas, Bandung, 2010.

- [2] Hofman, Edward. G. *Jig & Fixture Design*. New York: Litton Educational Publishin Inc. 1980
- [3] Agung, Mario. Perancangan Fixture untuk Mesin EDM Wire Cutting. Surabaya: Institute Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. 2004
- [4] Tohari, M. Khamim. Perancangan Press Tool dan Fixture Komponen Bearing Case. Gresik: PT Agrindo Gresik. 2007.
- [5] Richy D.V Sandy dan Sampurno. Analisa Konstruksi dan Perencanaan *Multiple Fixture*. Paper ITS Surabaya. 2012.
- [6] Hoffman, Edward.G. *Jig and Fixture Design*, Delmer Publisher, 1996.
- [7] Rochim, Taufik. Teori & Teknologi Proses Pemesinan, Higher Development Suport Project, 1993.
- [8] Rizky, Perancangan Fixture dengan bantuan computer untuk benda kerja Prismatik pada mesin milling vertical, Tugas akhir sarjana, Departemen Teknik Industri Institut Teknologi Bandung, 2003.
- [9] Prasetio, Hendro. Jurnal Rancangan *Jig and Fixture* untuk produksi Gear Belakang Sepeda Motor Yamaha, Jurusan Teknik Mesin ITENAS, 2010.
- [10] Festo KG, Technical Informasi, Pneumatik.
- [11] Harahap Filino, Termodinamika Teknik, Erlangga, Jakarta, 1991.
- [12] Takeshi Sato, Sugiarto H, Menggambar Mesin Menurut Standar ISO, Cetakan kedelapan, PT AKA, Jakarta, 1999.
- [13] Sularso, Kiyokatsu Suga, Dasar Perencanaan Pemilihan Elemen Mesin, PT Pradnya Paramita, Jakarta, 1991.
- [14] Surdia Tata. Saito, S: Pengetahuan Bahan Teknik, PT. Pradnya Paramita, Jakarta, 1999.
- [15] Van Vlack, H Lawrance, Ilmu dan Teknologi Bahan, Erlangga, Jakarta, 1992.
- [16] Kalpakjan. *Manufacturing Engineering ang Teknologi*, edisi ke-3. Addison-wesley Publishing Company. United States of Amaerica. 1995