

Rancangan *Welding Fixture* Pembuatan Produk *Front Engine Mounting* Mobil Suzuki Baleno

Hendro Prasetiyo ^{1*}, Rispianda ², Puspita Dewi ³

^{1*,2,3}) Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Industri,

Institut Teknologi Nasional

Jl. P.H.H. Mustafa No. 23, Bandung 40124

email : hprasetiyo@itenas.ac.id , rispianda@itenas.ac.id, puspitadewi23.pd@gmail.com

Abstract

Manufacture industry develops very rapidly, it could be seen from the various technology that is used in the process of the production. This developments causes the increasing of consumers needs, so the businessmen of manufacture have to be able to increase the quality and quantity of the products that are produced. One of the way to increase it that is by using aids of productions which are Jig and Fixture. This paper is talking about the design of Welding Fixture which this kind of fixture is always used for welding processes. These aids are used for the welding process of front engine mounting cars products of Suzuki Baleno. The design of welding fixture is done to decrease the defects of the products caused by the less precise components placement when the welding process is underway. Moreover, the design is done to hasten the processes of loading and unloading (setup).

Keywords: Jig, Fixture, Welding Fixture, Welding, Front Engine Mounting

Abstrak

Industri manufaktur berkembang sangat pesat, hal ini dapat dilihat dari berbagai teknologi yang digunakan dalam proses produksi. Perkembangan ini mengakibatkan meningkatnya keinginan konsumen, sehingga para pengusaha manufaktur harus dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas terhadap produk yang dihasilkan. Salah satu cara peningkatan kualitas produksi yaitu dengan menggunakan alat bantu produksi *Jig* dan *Fixture*. Makalah ini berisi mengenai perancangan *Welding Fixture*, dimana jenis *Fixture* ini sering digunakan untuk proses pengelasan. Alat bantu ini digunakan untuk proses pengelasan produk *front engine mounting* mobil Suzuki Baleno. Perancangan *welding fixture* dilakukan untuk untuk mempercepat proses pengelasan dan proses *loading* serta *unloading (setup)*.

Kata Kunci: Jig, Fixture, Welding Fixture, Pengelasan, Front Engine Mounting

1 Pendahuluan

Perkembangan dunia industri manufaktur saat ini berkembang sangat pesat, hal ini dapat dilihat dari teknologi yang digunakan oleh setiap industri manufaktur. Semakin tinggi perkembangan teknologi yang digunakan, semakin tinggi tingkat permintaan konsumen. Hal ini disebabkan oleh banyaknya tingkat pemakai-

an produk oleh konsumen. Dengan kondisi seperti ini, Konsistensi jumlah, bentuk dan ukuran untuk sebuah produk atau komponen yang sama harus memiliki kualitas yang seragam. Peningkatan kualitas produk dapat dicapai salah satunya dengan penggunaan alat bantu terhadap suatu proses produksi, diantaranya adalah: *jig and Fixture, mold*, dan *dies* (Pras-setiyo, 2010). Penggunaan alat bantu produksi akan mempermudah proses pengerjaan, mem-

*Korespondensi Penulis

percepat proses produksi, menghasilkan produk atau komponen yang seragam dan berkualitas, menghemat biaya produksi serta memberikan rasa aman bagi operator. Pada proses pengelasan sering terjadi beberapa kesalahan baik dari segi operator maupun dari segi perancangan dan pemilihan alat bantu pengelasan yang digunakan. Kesalahan yang sering terjadi pada saat proses pengelasan yaitu kurangnya kepresisian antara dua buah komponen yang akan dilas sehingga menghasilkan produk yang cacat. Hal ini terjadi karena kesalahan dalam melakukan perancangan dan pemilihan alat bantu yang digunakan sebagai alat untuk menopang benda kerja yang akan dilas. Oleh karena itu dibutuhkan sebuah alat bantu agar dapat membantu operator dalam melakukan pengelasan. Salah satu alat bantu dalam melakukan pengelasan yaitu *Jig* dan *Fixture*.

Menurut Hoffman (1996), *Jig* dan *Fixture* merupakan suatu alat bantu yang digunakan dalam proses pemesinan agar dapat menghasilkan duplikasi *part* yang lebih akurat. *Jig* dan *Fixture* dipilih dan dirancang sesuai dengan bentuk *part* dan proses pemesinan yang akan diproses. Salah satu jenis *Fixture* yang digunakan untuk proses pengelasan yaitu *Welding Fixture*. *Welding Fixture* merupakan jenis alat bantu yang berfungsi untuk menopang benda kerja ketika proses pengelasan berlangsung.

Bengkel Timur Raya merupakan suatu perusahaan yang bergerak dibidang manufaktur, dimana studi kasus yang akan dilakukan mengenai perbaikan perancangan alat bantu *welding fixture*. Salah satu produk yang akan dianalisis yaitu produk *Front Engine Mounting* untuk Suzuki Baleno. Salah satu proses pemesinan yang digunakan untuk pembuatan produk *front engine mounting* Suzuki Baleno adalah proses pengelasan. Penggunaan alat bantu yang kurang tepat membuat proses pengelasan menjadi terhambat karena operator merasakan kesulitan dalam menggunakan alat bantu tersebut. Selain itu, operator merasa kesulitan dalam memposisikan dua buah komponen yang akan dilas agar produk yang dihasilkan tetap presisi dan sesuai. *Welding fixture* yang digunakan saat ini mengharuskan operator memegang alat bantu selama proses pengelasan berlangsung. Hal ini yang mengakibatkan terjadinya cacat produk karena benda kerja akan mudah tergeser sehingga pengelasan kurang presisi. Akibatnya waktu *setup* menjadi lama dan produk yang dihasilkan menjadi cacat. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengurangi hal tersebut adalah dengan melakukan perancangan dan pemilihan alat bantu kembali agar produk yang

dihasilkan lebih baik dan produktivitas menjadi meningkat. Penelitian ini akan membahas mengenai perancangan *welding fixture* proses pengelasan produk *Front Engine Mounting* untuk Suzuki Baleno untuk mengurangi waktu *set-up*, kemudahan pengerjaan dan meningkatkan kecepatan proses produksi.

2 Pendekatan Pemecahan Masalah

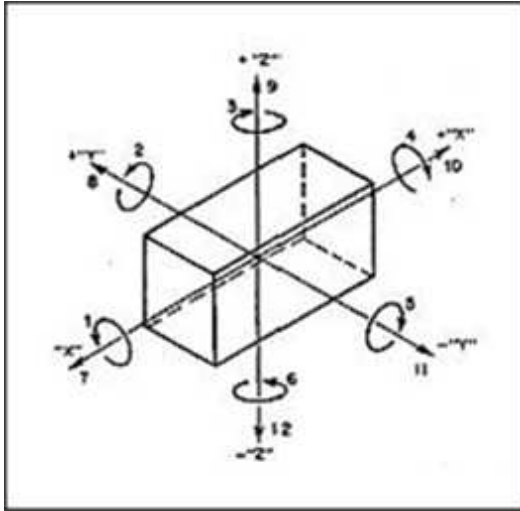
Menurut Hoffman (1996) *Jig & Fixture* merupakan alat bantu produksi yang digunakan pada proses manufaktur sehingga dihasilkan duplikasi *part* yang akurat. Hubungan yang tepat antara pemotong, atau alat yang lain, dan benda kerja harus dijaga. Untuk melakukannya sebuah *Jig* atau *Fixture* didesain dan dibangun untuk menahan, menopang dan memposisikan setiap bagian untuk memastikan bahwa proses pemesinan dilakukan dengan akurat dan presisi. *Jig* adalah peralatan khusus yang berfungsi untuk menahan dan menopang benda kerja, yang akan mengalami proses pemesinan. *Jig* tidak hanya menahan dan menopang benda kerja, tetapi juga mengarahkan alat pemotong ketika proses produksi dilakukan. *Jig* biasanya terbuat dari *hardened steel*, untuk memandu proses *drilling* atau alat pemotong lainnya. *Fixture* adalah peralatan yang berfungsi untuk menahan benda kerja dan mendukung pekerjaan sehingga operasi pemesinan dapat dilakukan. Set blok dan pengukur atau alat pengukur ketebalan digunakan bersama dengan *Fixture* untuk mengarahkan pemotong kepada benda kerja. Sebuah *Fixture* harus dikunci erat pada mesin yang akan digunakan. Walaupun lebih banyak digunakan pada mesin *milling*, *Fixture* juga dirancang untuk menahan benda kerja untuk operasi yang beragam pada peralatan mesin standar, misalnya untuk proses pengelasan.

2.1 Prinsip Rancangan Perkakas Pemegang

Rong dan Zhu (1999) menyatakan bahwa sebuah benda kerja terdiri dari beberapa permukaan bidang (*surface*). Pada penggunaan sebuah *Fixture*, proses penempatan (*locating*) adalah proses penempatan beberapa permukaan benda kerja hingga bersentuhan dengan lokator-lokator, yang kemudian dilanjutkan dengan proses pencekaman (*clamping*) benda kerja sehingga benda kerja stabil selama

proses pemesinan. Permukaan-permukaan benda kerja yang bersentuhan dengan lokator tersebut disebut sebagai *locating-surface*.

Pada sebuah benda kerja terdapat 6 derajat kebebasan (*degree of freedom*) pergerakan, yaitu pergerakan linear searah atau berlawanan arah dengan sumbu X, Y, dan Z serta pergerakan rotasi terhadap sumbu X, Y, dan Z searah atau berlawanan dengan jarum jam, seperti pada Gambar 1.



Gambar 1: Derajat Kebebasan Benda Kerja

Menurut Zhu (1982) dalam Rizki (2003) berdasarkan prinsip kinematik, diperlukan 6 titik kontak dengan benda kerja agar derajat kebebasannya terbatas secara penuh. Rong dan Zhu (1999) menyatakan bahwa pada masing-masing titik kontak dipasang lokator yang akan menahan pergerakan benda kerja. Keenam titik kontak atau titik lokator tersebut diletakkan pada 3 bidang yang saling tegak lurus, yaitu:

1. Tiga lokator diletakkan pada bidang dasar (bidang X-Y) sehingga membatasi derajat kebebasan linear pada arah sumbu Z dan derajat kebebasan rotasi terhadap sumbu X, dan Y. Bidang ini disebut sebagai bidang lokator utama (*Primary locating surface*).
2. Dua lokator diletakkan pada bidang yang tegak lurus bidang lokator primer, yaitu bidang X-Z, sehingga membatasi derajat kebebasan linear sumbu Y dan derajat kebebasan rotasi terhadap sumbu Z. Bidang ini disebut sebagai bidang lokator sekunder (*seconder locating surface*).
3. Satu lokator diletakkan pada bidang yang tegak lurus bidang lokator primer dan bidang lokator sekunder, yaitu bidang Y-Z, sehingga membatasi derajat kebebasan linear sumbu X.

2.2 Penentuan Besar Gaya Pengekaman

Rizki (2003) menyatakan bahwa suatu pendekatan dalam menentukan besarnya gaya pengekaman yang harus diberikan pada benda kerja dapat ditentukan berdasarkan besarnya gaya pemesinan yang akan terjadi selama pengekaman berlangsung. Pada penelitian ini gaya yang dialami oleh *welding fixture* hanya gaya pengelasan saja, sedangkan gaya pemotongan tidak terjadi. Perhitungan gaya pengekaman menurut Okpala & Okechukwu (2015) dapat dilihat pada persamaan (1).

$$\text{GayaPengekaman(Clamping Force)} = \frac{\text{Torque}(M) \times \text{safetyfactor}}{\quad} \quad (1)$$

2.3 Prinsip Kesetimbangan Gaya Pada Benda Kerja yang Ditahan Fixture

Chou (1989) menyatakan hubungan antara gaya pengekaman, gaya reaksi pada lokator, dan gaya pemesinan dapat dinyatakan oleh persamaan (2).

$$\sum_{i \in P} f_i \cdot w_i + \sum_{j \in A} f_j \cdot w_j + f_k \cdot w_k = 0 \quad (2)$$

untuk semua k

dimana:

w_i = Arah gaya (*colom wrench*) yang bekerja pada lokator ke-i

w_j = Arah gaya yang bekerja pada clamp ke-j

w_k = Arah gaya pemotongan k

f_i = Besarnya gaya (*colom wrench*) yang bekerja pada kolom ke-i (Newton)

f_j = Besarnya gaya yang bekerja pada clamp ke-j (Newton)

f_k = Besarnya gaya pemotongan k (Newton)

Persamaan (2) dapat ditulis dalam bentuk sebagai berikut:

$$(W_p \cdot W_a)(F_p \cdot F_a)^T + f_k \cdot w_k = (0) \quad (3)$$

atau

$$W_p \cdot F_p + W_a \cdot F_a + f_k \cdot w_k = 0 \quad (4)$$

untuk semua k

dimana:

W_p : Matriks arah gaya yang bekerja pada lokator

W_a : Matriks arah gaya yang bekerja pada clamp

w_k : Matriks arah gaya pemotongan

F_p : Matriks gaya yang bekerja pada lokator (Newton)

F_a : Matriks gaya yang bekerja pada *clamp* (Newton)

f_k : Matriks gaya pemotongan (Newton)

p : pasif

a : aktif

Matriks W_p , W_a , w_k dan disusun berdasarkan arah gaya dan momen dari suatu gaya tertentu dan terdiri dari tiga arah gaya pada sumbu X, Y, dan Z (n_x, n_y, n_z) dan tiga momen terhadap sumbu X, Y, dan Z (m_x, m_y, m_z). Gaya reaksi di lokator (F_p) dapat dihitung sebagai berikut:

$$F_p = -W_p^{-1} \cdot W_a \cdot F_a - W_p^{-1} \cdot w_k \cdot f_k \quad (5)$$

Pada kasus perancangan *welding fixture* ini, nilai f_k bernilai nol karena tidak terdapat proses pemotongan. Persamaan (5) ini harus menghasilkan solusi non-negatif untuk F_p , yang artinya setiap lokator memiliki kontak dengan benda kerja. Menurut Chou (1989), penyusunan *invers* dari matriks dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$W_p = \begin{pmatrix} A & O \\ T & B \end{pmatrix} \quad (6)$$

dan

$$W_p^{-1} = \begin{pmatrix} A^{-1} & O \\ -B^{-1}T.A^{-1} & B^{-1} \end{pmatrix} \quad (7)$$

Pada tahap penempatan (*locating stage*), benda kerja didorong oleh gaya luar, yaitu gaya penempatan f_l , pada arah yang berlawanan dengan arah gaya lokator (w_l). Pada tahap ini benda kerja belum dicekam sehingga belum ada gaya pencekaman. Persamaan (5) dapat dituliskan menjadi:

$$\begin{aligned} W_p \cdot F_p &= -w_l \cdot f_l \\ &\text{atau} \\ F_p &= -W_p^{-1} \cdot w_l \cdot f_l \end{aligned} \quad (8)$$

dimana:

w_l : Arah gaya penempatan

f_l : Besar gaya penempatan

Persamaan (8) harus menghasilkan solusi non-negatif untuk F_p , yang artinya setiap lokator memiliki kontak dengan benda kerja. Pada tahap pencekaman (*clamping stage*), gaya luar (f_l) sudah tidak bekerja lagi sedangkan gaya pemesian tidak bekerja, sehingga persamaan yang berlaku adalah:

$$F_p = -W_p^{-1} \cdot W_a \cdot F_a \quad (9)$$

Persamaan (9) harus menghasilkan solusi non-negatif untuk F_p , yang artinya setiap lokator memiliki kontak dengan benda kerja.

2.4 Perancangan *Fixture*

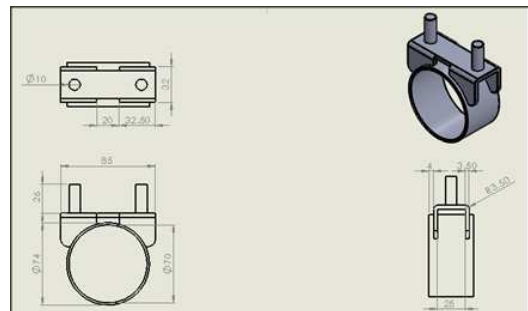
Welding Fixture dirancang untuk membantu dan mempermudah operator dalam melakukan proses pengelasan pada produk *front engine mounting* Suzuki Baleno. Produk ini merupakan sebuah komponen yang ada di dalam mobil yang berfungsi untuk meredam getaran pada casis sehingga interior mobil lebih nyaman. *Front engine mounting* Suzuki Baleno terdiri dari dua buah komponen utama. Komponen pertama berbentuk pipa dengan diameter luar $\varnothing 74$ mm dan diameter dalam $\varnothing 70$ mm. Sedangkan untuk komponen kedua memiliki ukuran dengan panjang 85 mm, lebar 32 mm dan tinggi 56 mm.

Proses pembuatan produk *front engine mounting* terdiri dari beberapa proses pemesian dari masing-masing komponen, kemudian kedua komponen tersebut dirakit dengan menggunakan proses pengelasan. Gambar produk *front engine mounting* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2: Produk *Front Engine Mounting* Suzuki Baleno

Gambar teknik produk *front engine mounting* yang telah dirakit beserta dimensi dari setiap komponennya dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3: Gambar Teknik Produk *Front Engine Mounting*

Berdasarkan permintaan perusahaan, *Welding fixture* yang dirancang dapat mengakomodasi proses pengelasan untuk dua produk sekaligus dalam satu alat bantu tanpa mengubah kualitas dari produk tersebut. Agar mendapatkan *Welding Fixture* yang baik maka perancangan *Welding Fixture* ini harus disesuaikan dengan bentuk produk yang akan dibuat. Berikut ini adalah komponen-komponen yang ada pada *Welding Fixture*, yaitu:

1. Landasan (*Base Plate*)
2. Pencekam (*Clamping*)
3. *Set Block*
4. Lokator

Perancangan untuk masing-masing komponen pada *Welding Fixture* dijelaskan berikut ini

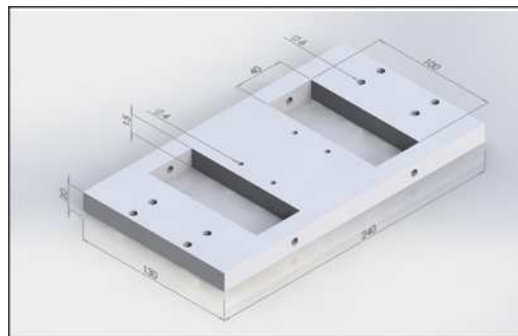
2.4.1 Perancangan *Baseplate* (Landasan)

Pada perancangan *welding Fixture* yang pertama dilakukan yaitu melakukan perancangan *baseplate* atau disebut juga landasan. Landasan merupakan salah satu bagian utama dari *Fixture*. Landasan berfungsi sebagai tempat untuk peletakan lokator, *supports*, *clamping*, dan komponen lainnya yang dibutuhkan oleh benda atau produk agar penempatan pada *Fixture* tetap dalam posisi yang *rigid*. Landasan dibuat dengan menggunakan bahan jenis ST-37. Bahan jenis ini dipilih karena selain jenis bahan yang dapat dengan mudah didapat, bahan jenis ini memiliki kekuatan yang cukup baik dan tidak terlalu mahal

Baseplate atau landasan memiliki panjang sebesar 240 mm dengan lebar 130 mm dan memiliki tebal 20 mm. Ukuran landasan tersebut sudah dapat menampung semua komponen yang dibutuhkan dalam pembuatan *Fixture*. Landasan dirancang dalam bentuk persegi panjang dan mampu memproses 2 buah produk yang akan di las. Untuk lebih lengkapnya gambar rancangan *baseplate* dapat dilihat pada Gambar 4.

2.4.2 Perancangan *Set Block*

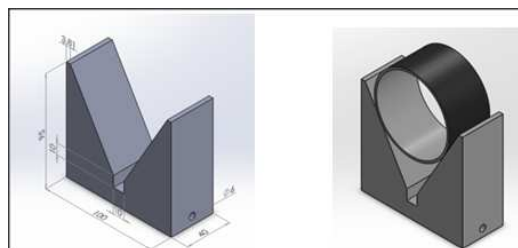
Set block merupakan komponen yang dibutuhkan dalam melakukan perancangan *Fixture*. *Set block* memiliki fungsi sebagai alat dalam memposisikan benda kerja pada *Fixture* agar benda kerja yang akan diproses tetap dalam posisi yang diinginkan. *Set block* dirancang menggunakan bahan ST-37. Selain mudah di dapat material jenis ini memiliki kekuatan yang



Gambar 4: Perancangan *Baseplate* (Landasan)

cukup baik dan memiliki harga yang lebih murah dibandingkan dengan jenis material yang lain.

Set block yang digunakan dalam perancangan *Fixture* merupakan jenis *V-block*. Jenis *v-block* ini dipilih karena akan digunakan untuk memposisikan benda dengan bentuk silinder atau tabung. *V-block* yang dirancang memiliki ukuran dengan panjang 100 mm, lebar 40 mm, dan tinggi 95 mm. Ukuran *v-block* tersebut disesuaikan dengan ukuran diameter dari benda kerja yang akan diproses. Selain *v-block* yang digunakan memiliki sudut kemiringan sebesar 60°. Kemiringan *v-block* dipilih sesuai dengan ukuran standar kemiringan *v-block* pada umumnya. Pada rancangan *Fixture*, *v-block* yang digunakan sebanyak 2 buah karena digunakan untuk dua buah benda kerja. Hasil rancangan *v-block* dapat dilihat pada Gambar 5.

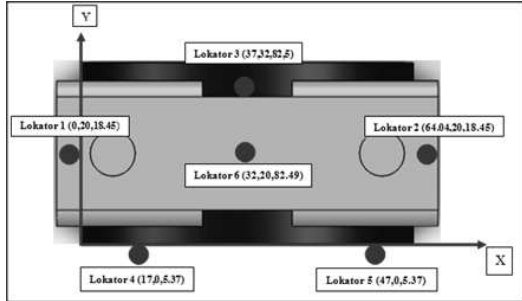


Gambar 5: Hasil Perancangan *V-block* dengan Benda Kerja

2.4.3 Penentuan Posisi Lokator (Lokator, *Stopper*, *Clamping*)

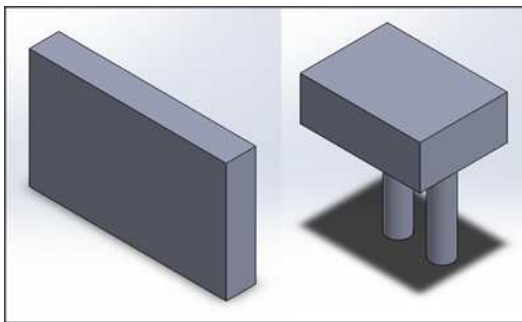
Spogel (2014) menyatakan bahwa desain dari *fixture* harus *foolproof*, yang berarti bahwa rancangan harus dapat mencegah penggunaan atau pemasangan yang salah. Pemasangan yang tepat dapat diakomodasi dengan cara pemilihan jumlah dan penempatan lokator yang tepat. Pada perancangan ini algoritma penentuan titik

lokator yaitu menggunakan prinsip 3-2-1. Dengan prinsip ini rancangan *welding fixture* terdiri dari 4 buah titik lokator, 1 *stopper*, dan 1 buah *clamping*. Titik lokator dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6: Penempatan Titik Lokator Pada Rancangan *Welding Fixture*

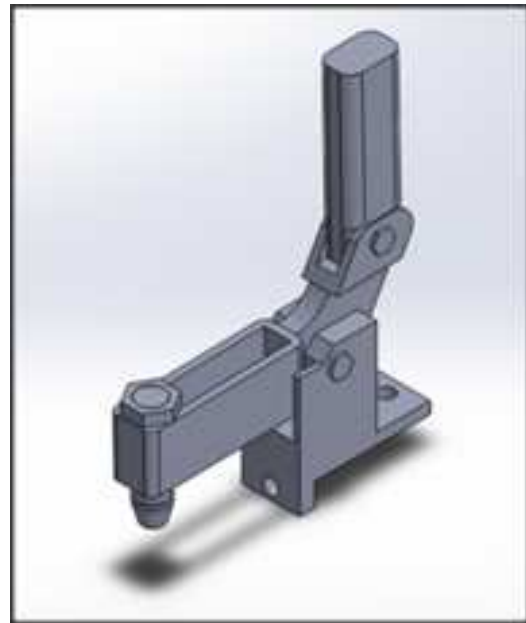
Lokator memiliki ukuran sebesar 100mm x 15mm x 60mm, karena ukuran lokator disesuaikan dengan ukuran dari benda kerjanya. Terdapat dua buah lokator yang digunakan dalam perancangan. Lokator pertama digunakan untuk penempatan produk pertama, sedangkan lokator kedua digunakan untuk produk kedua. *Stopper* memiliki ukuran 27,50mm x 20mm x 10 mm, ukuran dan bentuk *stopper* disesuaikan dengan ukuran benda kerja yang akan diproses. Untuk komponen *stopper* terdapat tiang yang berfungsi sebagai tempat peletakan *stopper*. *Stopper* digunakan untuk menopang bagian atas benda kerja. Terdapat 2 *stopper* untuk masing-masing benda kerja. *Stopper* digunakan untuk menjamin jarak komponen yang akan dilakukan proses pengelasan adalah sebesar 4mm dari sisi terluar komponen selinder. Agar lebih jelas mengenai lokator yang digunakan, maka hasil perancangan dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7: Hasil Perancangan Lokator dan *stopper*

2.4.4 Perancangan *Clamping*

Penempatan *clamping* pada perancangan *Fixture* disesuaikan berdasarkan dengan posisi atau bagian benda kerja yang akan diproses. Pada rancangan *Fixture* ini menggunakan satu buah *clamping* dengan jenis *toggle-action clamp*. Jenis *clamping* ini dipilih karena pengoperasiannya yang cepat dibandingkan dengan jenis *clamping* yang lain dan memiliki tekanan yang cukup kuat. Gaya penekaman yang diberikan oleh *clamping* bersentuhan langsung dengan benda kerja agar tetap menjaga kestabilan posisi kedua buah komponen yang akan di las. *Toggle-action clamp* yang digunakan memiliki gaya penekaman sebesar 450 N. Hal ini dikarenakan untuk proses pengelasan gaya penekaman yang dibutuhkan oleh benda kerja tidak boleh terlalu besar. Penggunaan gaya penekaman pada proses pengelasan dapat mengakibatkan perubahan bentuk atau deformasi akibat suhu panas yang dihasilkan dari proses pengelasan. Jenis *toggle-action clamp* dapat dilihat pada Gambar 8.

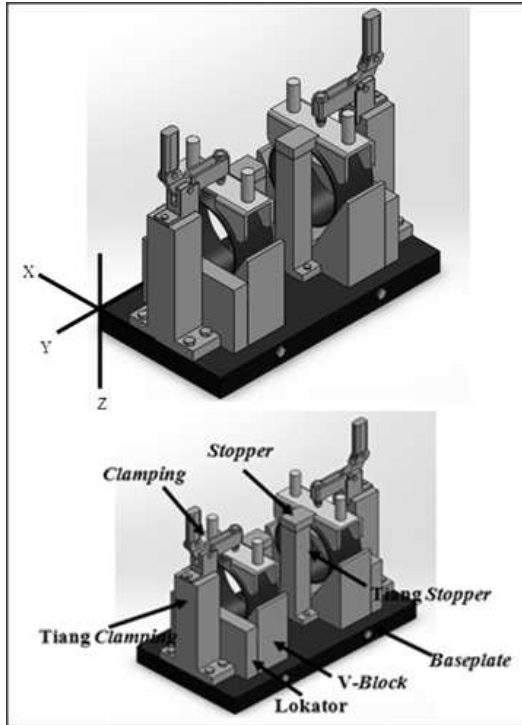


Gambar 8: *Toggle-Action Clamp*

2.5 Perhitungan Matriks Gaya Penempatan dan Gaya Penekaman

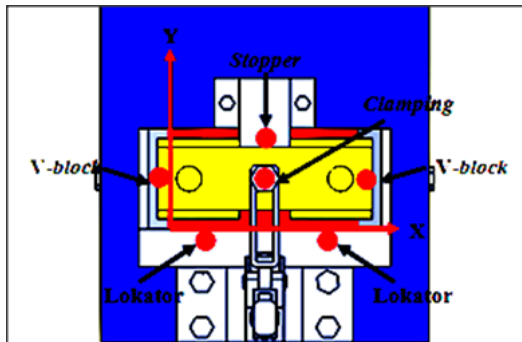
Untuk setiap titik lokator dilakukan proses pengujian dengan menggunakan perhitungan matriks. Apabila nilai yang dihasilkan bernilai negatif maka peletakan lokator pada rancangan *welding Fixture* harus dilakukan perancangan kembali. Tetapi apabila nilai yang dihasilkan

positif maka rancangan *welding Fixture* dapat digunakan sebagai alat bantu proses pengelasan. Posisi penempatan komponen pada *welding Fixture* dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9: Penempatan Komponen Pada *Welding Fixture*

Untuk posisi penempatan komponen pada *welding Fixture* tampak atas dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10: Penempatan Titik Lokator Pada Rancangan *Welding Fixture*

Pada tahap penempatan untuk setiap titik koordinat lokator dilakukan proses pengujian. Dimana tujuan pengujian untuk mengetahui apakah terjadi kontak dan gaya yang tidak diinginkan terhadap benda kerja ketika proses pengelasan berlangsung. Berikut ini merupakan perhitungan matriks penempatan dengan nilai

W_p , W_l , F_l (satuan Newton), dan F_p (satuan Newton):

| | | | | | | |
|-------|----------|-------|-------|------|----|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| W_p | w_x | -1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| | w_y | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| | w_z | -20 | 64 | 37 | 17 | 47 |
| | w_{xz} | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | w_{mx} | 0 | 20 | 32 | -4 | -5,7 |
| | w_{my} | 13,45 | 13,45 | 32,5 | 0 | 0 |
| | | | | | | 32,49 |

| | | | |
|-------|----------|-------|-------|
| | F_1 | F_2 | F_3 |
| W_l | w_x | 0 | -1 |
| | w_y | -1 | 0 |
| | w_z | -33 | 0 |
| | w_{xz} | 0 | -1 |
| | w_{mx} | 4,9 | 0 |
| | w_{my} | 0 | 32 |

| | | | | | |
|-------|-----|---|--|----------|---------|
| F_l | x | 1 | | w_x | 0,00040 |
| | y | 0 | | w_y | 0,00064 |
| | z | 1 | | w_z | 0 |
| | | | | w_{xz} | 0,46747 |
| | | | | w_{mx} | 0,53253 |
| | | | | w_{my} | 0 |

Berdasarkan dari hasil perhitungan matriks untuk penempatan, maka hasil F_p atau gaya kontak antara lokator dan benda kerja bernilai non-negatif. Sehingga dapat disimpulkan bahwa untuk proses penempatan terjadi kontak antara lokator dengan benda kerja selama gaya penempatan bekerja.

Pada tahap penempatan, besarnya gaya penempatan yang dihasilkan oleh *clamping* yaitu sebesar 450 N. Selain itu, besarnya gaya yang dihasilkan oleh benda kerja yaitu sebesar 0,0523 N. Berikut ini merupakan perhitungan matriks penempatan dengan nilai W_a , F_a (satuan Newton), dan F_p (satuan Newton):

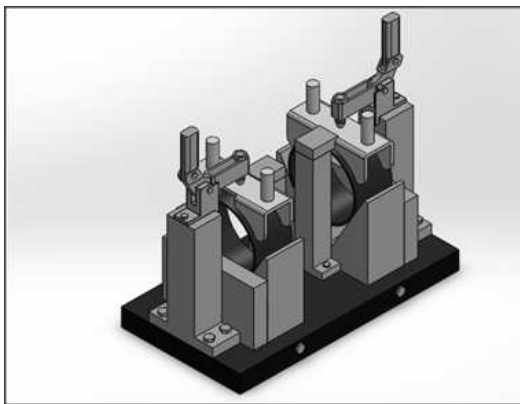
| | | | |
|-------|----------|--------|----|
| | W_1 | W_2 | |
| W_a | w_x | -1 | -1 |
| | w_y | -1 | 0 |
| | w_z | -82,49 | 0 |
| | w_{xz} | 0 | -1 |
| | w_{mx} | -20 | 0 |
| | w_{my} | -32 | 32 |

| | |
|-------|--------|
| F_a | 450 |
| | 0,0523 |

| | | |
|-------|----------|---------|
| F_p | w_x | 51,020 |
| | w_y | 435,375 |
| | w_z | 65,697 |
| | w_{xz} | 444 |
| | w_{mx} | 6,481 |
| | w_{my} | 0,0523 |

Hasil perhitungan matriks untuk pengecaman, maka hasil F_p atau gaya kontak antara *clamping* dan benda kerja bernilai non-negatif. Sehingga dapat disimpulkan bahwa untuk proses penempatan terjadi kontak antara lokator dengan benda kerja selama gaya penempatan bekerja.

Berdasarkan dari hasil perhitungan dan pengujian matriks untuk titik penempatan dan pengecaman, dapat disimpulkan bahwa *welding Fixture* yang telah dirancang dapat digunakan sebagai alat bantu produksi dalam pengelasan produk *front engine mounting*. Gambar rancangan *welding Fixture* yang telah dibuat dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11: Rancangan *Welding Fixture*

3 Analisis Hasil Perancangan

Pada tahap ini berisi mengenai analisis perbandingan terhadap proses pembuatan produk *front engine mounting*. Perbandingan dilakukan antara dengan menggunakan *welding Fixture* yang lama dan dengan menggunakan *welding Fixture* yang baru.

3.1 Analisis Waktu Dengan Menggunakan *Welding Fixture*

Untuk proses perhitungan waktu setup menggunakan metode *Motion Time Measurement* (MTM). Metode ini dipakai untuk perhitungan waktu setup ketika menggunakan *welding fixture* yang lama dan yang baru. Berdasarkan dari data yang didapat, untuk waktu *setup* menggunakan *welding Fixture* yang lama dapat dilihat pada Tabel 1.

Sedangkan untuk waktu setup setelah menggunakan *welding fixture* yang baru dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1: FMEA *worksheet* untuk menentukan akar penyebab 3 CTQ yang menjadi prioritas

| | Waktu (Menit) | Jumlah Produk per siklus (Unit) |
|---------------------------|------------------|---------------------------------|
| Waktu Loading & Unloading | 2,28 | 1 |
| | Waktu Pengelasan | 12 |
| | Total Waktu | 14,28 |

Tabel 2: FMEA *worksheet* untuk menentukan akar penyebab 3 CTQ yang menjadi prioritas

| | Waktu (Menit) | Jumlah Produk per siklus (Unit) |
|---------------------------|------------------|---------------------------------|
| Waktu Loading & Unloading | 0,54 | 2 |
| | Waktu Pengelasan | 24* |
| | Total Waktu | 24,54 |

Ket: waktu pengelasan untuk 2 unit produk (1 unit membutuhkan 12 menit)

Berdasarkan Tabel 2 terlihat bahwa rancangan *welding fixture* yang baru memudahkan operator untuk melakukan *set-up* sehingga total waktu pengerjaan menjadi lebih cepat. Waktu proses pengelasan menggunakan alat bantu *welding fixture* yang baru menghasilkan waktu yang lebih cepat dibandingkan dengan menggunakan *welding fixture* yang lama. Hal ini disebabkan karena untuk peletakan benda kerja yang akan dilas dirancang untuk memudahkan operator dalam melakukan peletakan sehingga waktu *setup* lebih cepat. Selain itu, pada sistem pengecaman untuk perancangan ini menggunakan *toggle-action clamp*. Dimana jenis *clamp* ini dapat mempermudah operator dan mempercepat dalam proses *set-up*.

3.2 Analisis Produktivitas Dengan Menggunakan *Welding Fixture*

Proses pengelasan yang dilakukan menggunakan *welding Fixture* yang lama hanya menghasilkan 1 produk untuk setiap 14,28 menit. Sedangkan untuk proses pengelasan dengan menggunakan *welding Fixture* yang baru dapat menghasilkan 2 produk untuk setiap 25,54 menit. Perbandingan produktivitas yang dihasilkan menggunakan *welding Fixture* yang lama dan yang baru pada setiap harinya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3: Perbandingan Produktivitas Menggunakan *Welding Fixture* yang Lama dan yang Baru

| Kondisi | Jumlah Produk/Jam (Unit) | Jumlah Produk/Hari (Unit) |
|---|--------------------------|---------------------------|
| Menggunakan <i>Welding Fixture</i> Lama | 4,20 | 33,61 |
| Menggunakan <i>Welding Fixture</i> Baru | 4,89 | 39,12 |

Tabel 4: Perbandingan Ongkos

| Kondisi | Jumlah Produk/Jam (Unit) | Jumlah Produk/Hari (Unit) |
|----------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Ukuran Lot Produksi | 300 unit | 300 unit |
| Jumlah Benda kerja per Jam | 4,20 unit/ jam | 4,89 unit/ jam |
| Ongkos Tenaga Kerja | Rp. 892,562,50 | Rp. 766.906,25 |
| Ongkos pembuatan/unit | Rp. 2.975,21 | Rp. 2.556,35 |

3.3 Analisis Kelayakan Ekonomis Alat Bantu Produksi

Untuk dapat menganalisis apakah *Fixture* yang dibuat cukup layak secara ekonomis, maka dilakukan pengujian dengan cara membandingkan ongkos dan waktu yang dibutuhkan antara *welding fixture* yang lama dan usulan *welding Fixture* yang baru. Hasil perbandingan dapat dilihat pada Tabel 4.

Hasil perbandingan menunjukkan bahwa penggunaan *welding fixture* dapat menurunkan biaya pembuatan produk, sehingga perusahaan dapat lebih kompetitif.

4 Kesimpulan

Berdasarkan hasil rancangan dan pengujian serta analisis yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa *Welding Fixture* yang dibuat dapat digunakan sebagai alat bantu produksi proses pengelasan komponen *front engine mounting*. Penggunaan *Welding Fixture* dapat membantu untuk memberikan solusi proses produksi pengelasan dari sisi waktu *set-up*, kemudahan pengerjaan dan kecepatan proses produksi.

Daftar Pustaka

- Chou, Y-C., Chandru, V., and Barash, M, M., 1989. *A Mathematical Approach to Automatic Configuration of Machining Fixtures: Analysis and Synthesis*, *ASME Journal of Engineering for Industry*, Vol. 111, pp. 299-206
- Hoffman, Edward G., 1996, *Jig And Fixture Design*, Delmar Publishers.
- Prasetyo, Hendro., Taroepatjeka, Harsono., Pratama, Jonathan F., 2010, *Rancangan Jig & Fixture Untuk Produksi Pembuatan Gear Belakang Sepeda Motor Yamaha*, *Proceeding Seminar Nasional IV Manajemen dan Rekayasa Kualitas*, Itenas, Bandung
- Okpala, Charles Chikwendu and Okechukwu, Ezeanyim., 2015. *The Design and Need for Jigs and Fixtures in Manufacturing.*, *Science Research* 2015; 3(4): 213-219
- Rizki, A., 2003, *Perancangan Fixture Berbantuan Komputer untuk Benda Kerja Prismatik pada Mesin Milling Vertikal*, Tugas Akhir Sarjana, Departemen Teknik Industri, Institut Teknologi Bandung.
- Rong, Y. dan Y. Zhu; 1999; *Computer Aided Fixture Design*; Marcel Decker Inc, New York.
- Spogel (2014). *Mini project on Jigs and Fixtures* [Online] <http://files.spogel.com/miniprojects/mech/p-0027-Jigs-and-Fixtures.pdf> [Accessed 18 May 2015].