

Perhitungan pada Pemilihan Material *Welding Fixture K Horizontal Bracing* Struktur *Belt Conveyor*

Mochamad Taufik Ismail^{1*}, Rosidi¹, dan Asep Yana Yusyama¹

¹Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

Abstrak

Terdapat pengelasan pada komponen struktur belt conveyor yaitu *K horizontal bracing*. Proses instalasinya manual dengan memasang besi siku ke gusset plate yang dimana pemasangannya memerlukan ketelitian yang tinggi. Pengamatan terhadap kurang efektifnya proses pengelasan untuk struktur belt conveyor sehingga mendapatkan data aktual yang berguna dalam penyelesaian masalah. Solusi dilakukan dengan cara merancang metode baru yaitu membuat alat bantu pengelasan. Langkah awal membuat desain yang dilanjutkan pemilihan material dan perhitungan agar mengetahui pembebanan yang terjadi. Tegangan tarik pada baut stopper adalah 451,3317 N/mm² dan tegangan gesernya sebesar 266,3703 N/mm². Reaksi setiap bautnya 4252,222 N dengan ukuran M6 serta gaya pengekaman 7140,18692 N. Tegangan bengkok stopper 191,3499 N/mm². Tegangan geser maksimum toggle horizontal 43,1947 N/mm² dan tegangan tarik maksimum 69,5424 N/mm². Tegangan geser kepala toggle 188,1317 N/mm². Tegangan tarik maksimum toggle vertical 159,961 N/mm². Dimana baut untuk toggle clamp horizontal berukuran M8, toggle clamp vertical berukuran M6, tebal stopper serta tebal pengelasannya telah aman terhadap tegangan bengkok. Pembebanan yang bekerja pada welding fixture masih di bawah tegangan ijin material.

Kata-kata kunci: *Bracing, Pengelasan, Struktur, Tegangan, Welding Fixture*

Abstract

There is welding on structural components of conveyor belt, called *K horizontal bracing*. The installation process is manual by attaching an angle bar to the gusset plate which requires high accuracy. Observation of the ineffectiveness of welding process for conveyor belt structure so as to obtain actual data that is useful in solving problems. The solution is done by designing a new method by making welding fixtures. The first step is to make a design followed by material selection and calculations to find out the loading that occurs. Tensile stress on stopper bolt is 451.3317 N/mm² and shear stress is 266.3703 N/mm². The reaction of each bolt is 4252.222 N with a size of M6 and a clamping force of 7140.18692 N. Bending stress of stopper is 191.3499 N/mm². Maximum shear stress of horizontal toggle is 43.1947 N/mm² and maximum tensile stress is 69.5424 N/mm². Toggle head shear stress 188.1317 N/mm². Maximum tensile stress vertical toggle 159.961 N/mm². Where the bolts for the horizontal toggle clamp are M8, the vertical toggle clamp is M6, thickness of stopper and thickness of weld are safe against bending stress. Load acting on welding fixture is still below the allowable stress of the material.

Keywords: *Bracing, Welding, Structure, Stress, Welding Fixtures*

* Corresponding author E-mail address: mochamad.taufikismail.tm19@mhs.w.pnj.ac.id

1. PENDAHULUAN

Pada zaman sekarang dalam industri *Engineering Procurement Construction* tidak dapat dilepaskan dari proses pengelasan. Pengelasan adalah salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekan dan dengan atau tanpa logam tambahan dan menghasilkan sambungan yang berkelanjutan [1]. Sejalan dengan berkembangnya teknologi pengelasan, membuat semua perusahaan harus berusaha memaksimalkan kemampuan produksinya namun tetap mengutamakan biaya produksi yang rendah agar dapat berkompetisi dengan industri lain.

Dalam penggunaan alat bantu, hampir semua proses produksi memerlukan penggunaannya termasuk dalam proses pengelasan. Penggunaan alat ini menyesuaikan terhadap spesifikasi produk yang hendak diciptakan. Semakin sulit bentuk produknya, maka akan bertambah kompleks juga alat yang diaplikasikan. Jenis alat bantu tersebut diantaranya adalah *jig and fixture*. *Jig and fixture* biasanya dibuat secara khusus sebagai alat bantu proses produksi untuk mempermudah dalam pengaturan material yang menjamin keseragaman bentuk dan ukuran produk dalam jumlah banyak (*mass product*) serta untuk mempersingkat waktu produksi [2]. Penerapan dari *jig and fixture* ini diseimbangkan berdasarkan fungsi serta karakteristiknya.

Pada proyek yang dikerjakan oleh PT X terdapat pengelasan pada komponen struktur *belt conveyor* untuk mentransfer batu bara dari *jetty receiving hopper* menuju *coal bunker*. Salah satu bagian strukturnya yaitu K horizontal *bracing*. K horizontal *bracing* merupakan salah satu bagian struktur *conveyor* yang penting dan berjumlah banyak. Pada proses instalasi K horizontal *bracing* masih manual dengan memasang besi siku satu persatu ke *gusset plate* yang dimana pemasangannya memerlukan ketelitian, akurasi, serta presisi yang tinggi. Tingkat kerapian serta kekuatan sambungan pada *bracing* struktur *conveyor* sangat diperhatikan pada *quality control*. Pengerjaan K horizontal *bracing* yang cukup sulit serta waktu yang lama disebabkan memiliki ukuran yang cukup besar, sehingga diperlukan alat bantu dalam proses pemasangannya.

Untuk menjawab permasalahan tersebut, dibuatlah alat bantu pengelasan K horizontal *bracing*. Adapun alat yang akan diciptakan adalah *welding fixture*. Dengan diciptakannya *welding fixture* maka bisa memproduksi K horizontal *bracing* dengan mudah tanpa memerlukan kemampuan tinggi dari operator dalam operasi produksi. Artinya proses produksi akan jauh lebih mudah untuk mencapai kualitas barang yang tinggi dengan waktu yang cepat. Dengan begitu, efisiensi ketika proses instalasi juga akan meningkat.

Perlu dilakukannya perancangan untuk menentukan karakteristik alat sesuai dengan yang dibutuhkan. Desain merupakan suatu proses yang bertujuan untuk menganalisis, menilai memperbaiki dan menyusun suatu sistem, baik sistem fisik maupun non fisik yang optimum untuk waktu yang akan datang dengan memanfaatkan informasi yang ada [3]. Setelah proses perancangan atau desain selesai, maka perlu dilakukan proses pemilihan material untuk bagian-bagian *fixture* serta perhitungan pembebanan yang terjadi. Tujuannya adalah untuk mengetahui ukuran yang ideal dan aman dalam proses rancang bangun *welding fixture* ini. Intensitas gaya dalam yang bekerja pada setiap titik material disebut sebagai tegangan, sedangkan tegangan maksimum yang terukur pada saat terjadinya kegagalan disebut sebagai kekuatan bahan [4].

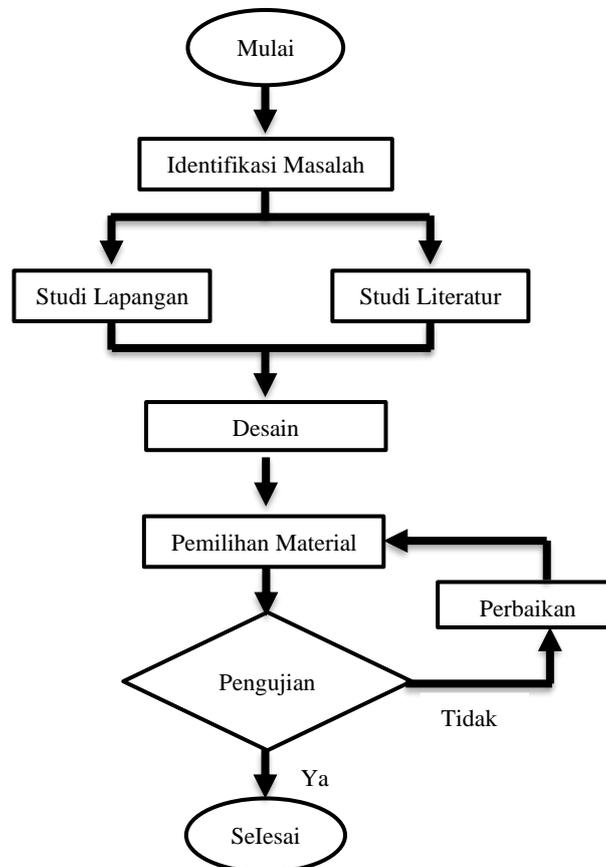
Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Mendapatkan material dan ukuran yang aman untuk *welding fixture*.
2. Mendapatkan perhitungan pembebanan yang bekerja pada *welding fixture*.
3. Mengetahui tingkat kekuatan dari konsep perancangan *welding fixture*.

2. METODE PENELITIAN

Dalam pemilihan material dan perhitungan pada *welding fixture* K horizontal *bracing* struktur *belt conveyor*, penulis menggunakan pedoman diagram alir seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Pemilihan Material *Welding Fixture*

Berdasarkan gambar 1, tahap awal yang dilakukan dalam penelitian ini adalah mengidentifikasi masalah yang berguna untuk mencari penyebab permasalahan yang terjadi. Permasalahannya yaitu pada proses pengelasan K horizontal *bracing* dilakukan dengan cara yang kurang efektif dan efisien. Kemudian dilanjutkan dengan studi lapangan yaitu mengamati secara langsung pengelasan K horizontal *bracing* untuk mengetahui penyebab dari kurang efektifnya proses pengelasan K horizontal *bracing* pada struktur *belt conveyor* sehingga mendapatkan data aktual yang berguna untuk menyelesaikan masalah. Selanjutnya melakukan studi literatur yang bertujuan untuk mendapatkan informasi dalam perancangan *welding fixture* K horizontal *bracing* dengan mengumpulkan data atau informasi melalui membaca jurnal ilmiah, buku-buku referensi dan literatur lainnya yang berkaitan.

Setelah data yang dibutuhkan terkumpul, penulis membuat desain *welding fixture* dengan mempertimbangkan beberapa aspek seperti kebutuhan perusahaan. Sebelum melakukan perhitungan komponen pada setiap perencanaan pada suatu alat bantu harus mempertimbangkan material. Selain itu pemilihan bahan juga harus selalu sesuai dengan kemampuannya. Jenis-jenis bahan dan sifat-sifat bahan yang akan digunakan, misalnya terhadap keausan, korosi dan sebagainya. Dalam tahap ini, analisa perhitungan akan dilakukan sesuai dengan teori yang telah diperoleh. Analisa perhitungan ini dilakukan dengan tujuan mengetahui kemampuan *fixture* ketika sedang digunakan. Selain itu analisa perhitungan ini juga membahas mengenai gaya yang berpengaruh terhadap pembuatan *fixture*. Pada tahap ini hasil dari perancangan akan dilakukan pengujian yang bertujuan untuk mengetahui apakah rancangan yang telah dibuat sudah sesuai dengan yang diharapkan atau belum. Apabila rancangan tersebut belum sesuai dengan yang diharapkan maka rancangan akan dilakukan proses revisi atau perbaikan rancangan baik dari segi ukuran ataupun penempatan.

Persamaan yang Digunakan dalam Penelitian

Menurut R.S. Khurmi dan J.K. Gupta [5], persamaan yang digunakan pada perhitungan konsep pembebanan untuk mengetahui keamanan dari material adalah sebagai berikut:

1. Persamaan Tegangan Geser Akibat Kombinasi Tarik dan Geser

Persamaan ini digunakan untuk mengetahui tegangan geser maksimum akibat pembebanan eksentrik tegak lurus sumbu baut.

$$\tau_{g \text{ maksimum}} = \frac{1}{2} \times \sqrt{(\sigma_t)^2 + 4 \times (\tau_g)^2} \quad (1)$$

2. Persamaan Tegangan Tarik Akibat Kombinasi Tarik dan Geser

Persamaan ini digunakan untuk mengetahui tegangan tarik maksimum akibat pembebanan eksentrik tegak lurus sumbu baut.

$$\sigma_t \text{ maksimum} = \frac{\sigma_t}{2} + \frac{1}{2} \times \sqrt{(\sigma_t)^2 + 4 \times (\tau_g)^2} \quad (2)$$

3. Persamaan Gaya Pencekaman pada Baut

Persamaan ini digunakan untuk mengetahui gaya pencekaman baut berdasarkan diameter *pitch* dan torsi pengencangannya.

$$F_{cekam} = \frac{T_{baut} \times 2}{d_p} \quad (3)$$

4. Persamaan Tegangan Bengkok

Persamaan ini digunakan untuk mengetahui tegangan bengkok yang dihasilkan karena Karena gaya yang bekerja memiliki jarak tertentu terhadap penampang potong.

$$\sigma_b = \frac{M}{Z} \quad (4)$$

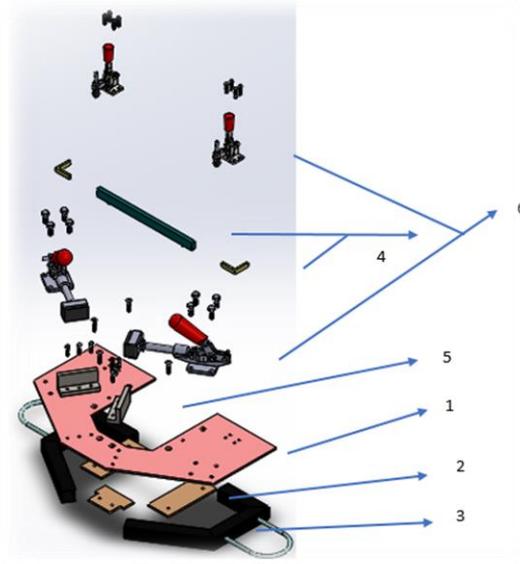
5. Persamaan Tegangan Tarik Akibat Momen

Persamaan ini digunakan untuk mengetahui tegangan tarik maksimum akibat pembebanan eksentrik sejajar sumbu baut.

$$\sigma_t = \frac{F_{tarik} \times 4}{\pi \times d_c^2} \quad (5)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam proses pemilihan material tidak dapat dipisahkan dengan penentuan bentuk dan dimensi. Dalam penentuan bentuk serta dimensi bisa diketahui tingkat keamanannya dengan cara membandingkan nilai tegangan maksimum yang terjadi dengan nilai tegangan ijin dari material. Pada hasil rancangan *welding fixture*, terdapat beberapa bagian dari *fixture* yang mendapatkan pembebanan di antaranya *stopper*, *toggle clamp horizontal*, dan *toggle clamp vertical*. Sehingga fokus perhitungan akan lebih mengarah ke bagian tersebut.



Gambar 2. Bagian-bagian *Welding Fixture*

Bagian-Bagian *Welding Fixture*

Penentuan material pada *welding fixture* ini memiliki beberapa faktor-faktor dasar, seperti kekuatan, kemudahan produksi, ketersediaan di pasar, dan harga material. Bahan mentah atau *raw material* harus disesuaikan dengan kegunaan dari alat yang akan dibuat, maka harus memahami dulu karakteristik dari bahan yang akan dipilih. Dengan acuan tersebut penulis melakukan pertimbangan dalam proses pemilihan material. Berdasarkan gambar 2, bagian-bagian *fixture* beserta materialnya adalah sebagai berikut:

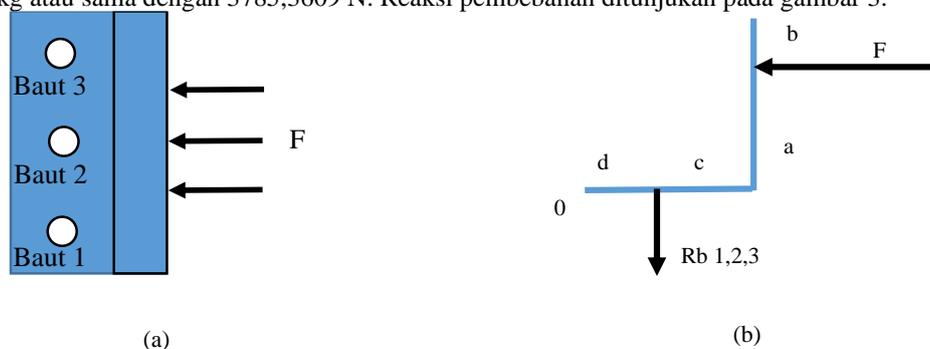
1. *Base*, bagian ini merupakan pelat dasar setebal 5 mm yang berfungsi sebagai penempatan bagian *fixture* yang lain. Material dari *base* harus memiliki sifat yang keras dengan kekuatan tarik yang tinggi serta kinerja pengelasan yang baik. Berdasarkan pertimbangan material tersebut maka rancangan *base* menggunakan bahan SS400 dengan kekuatan tarik maksimum hingga 425 N/mm².
2. *Sub base*, bagian ini dirancang sebagai penahan untuk *gusset plate*. Ketebalan dari *sub base* ini juga sebesar 5 mm karena dalam perencanaannya menggunakan bahan yang sama dengan *base* agar menghambat biaya material. Maka rancangan *sub base* menggunakan bahan SS400 dengan baut *countersunk* M6 grade 12.9 yang memiliki kekuatan luluh minimum sebesar 1100 N/mm².
3. Penyangga, bagian ini dirancang supaya *base* dan *sub base* tidak menempel langsung pada permukaan tanah. Material dari penyangga ini harus memiliki sifat tahan korosi, daya tahan yang tinggi, tahan lama, serta minim perawatan. Maka rancangan penyangga menggunakan besi *hollow galvanis* dengan ukuran 40 mm x 40 mm. Karena adanya pelapisan galvanis pada besi, maka besi *hollow* tidak mudah korosi ketika terkena gesekan ataupun potongan.
4. *Locator*, bagian ini adalah sebagai pembatas jarak besi siku terhadap *gusset plate*. Untuk *locator* 1, pin menggunakan bahan ST 41 diameter 6 mm dan badannya menggunakan SS400 tebal 10 mm. Untuk *locator* 2 menggunakan bahan SS400 dan dilas pada *base*.
5. *Stopper*, bagian ini menahan benda kerja agar tidak bergerak, Komponen *stopper* harus memiliki sifat yang tangguh, daya tahan yang tinggi, mudah dilakukan permesinan, serta ulet ketika menerima beban langsung. Maka rancangan *stopper* menggunakan bahan baja SS400 dengan baut M6 grade 12.9.
6. *Toggle clamp vertical* ini menekan tegak lurus *base* sehingga reaksi permukaan *base* cenderung menekan *toggle* ke arah berlawanan. Maka dari itu terjadi gaya tarik pada baut. Berdasarkan pertimbangan tersebut maka baut yang direncanakan adalah baut M6 grade 12.9. *Toggle clamp horizontal* ini memberikan gaya tekan kepada *stopper* sehingga *stopper* memberikan gaya reaksi cenderung menggeser dan menarik braket dari *toggle clamp horizontal* ini. Berdasarkan pertimbangan tersebut maka baut yang direncanakan adalah baut M8 grade 12.9, Pada kepala *toggle clamp horizontal* terdapat beberapa *part* yang terdiri dari karet, rumah karet, *bosh*, dan baut. Untuk karet yang direncanakan menggunakan karet sintesis neoprene. Rumah karet direncanakan menggunakan *galvanized steel*. Untuk *bosh* direncanakan menggunakan bahan ST 41 dengan diameter luar 8 mm dan diameter dalam 6 mm. Baut yang direncanakan adalah baut M6 grade 12.9.

Perhitungan

Perhitungan dilakukan untuk mencari besarnya gaya-gaya, tegangan, serta reaksi yang terkait pada proses pengecaman benda kerja. Aman tidaknya ukuran dan material yang dipilih akan diketahui dari perhitungan ini.

1. *Stopper*

Stopper menerima beban eksentrik tegak lurus sumbu baut akibat gaya pengecaman yang diberikan oleh *toggle clamp horizontal*. Berdasarkan spesifikasi, beban maksimum yang dapat diberikan sebesar 386 kg atau sama dengan 3785,3609 N. Reaksi pembebanan ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Pandangan Atas dari Reaksi Pembebanan Diberikan pada Gambar (A). Gambar (B) Menunjukkan Reaksi Pembebanan dari Pandangan Samping

Baut mengalami pergeseran serta penarikan pada *base*. Diketahui gaya geser *equivalent* tiap bautnya sebesar 3429,7069 N dan gaya tarik *equivalent* sebesar 6618,8734 N dengan tegangan tarik sebesar 369,9229 N/mm² dan tegangan gesernya 191,6832 N/mm². Tegangan akibat beban gabungan atau kombinasi harus diperiksa sebagai tegangan utama. Tegangan geser ijin baut 330 N/mm² dan tegangan tarik ijin baut 660 N/mm².

Tegangan geser utama maksimal akibat beban kombinasi tarik dan geser dihitung menggunakan persamaan (1).

$$\begin{aligned}\tau_{g \text{ maksimum}} &= \frac{1}{2} \times \sqrt{(\sigma_t)^2 + 4 \times (\tau_g)^2} \\ \tau_{g \text{ maksimum}} &= \frac{1}{2} \times \sqrt{(369,9229 \text{ [N/mm}^2\text{)})^2 + 4 \times (191,6832 \text{ [N/mm}^2\text{)})^2} \\ \tau_{g \text{ maksimum}} &= 266,3703 \text{ [N/mm}^2\text{]}\end{aligned}$$

Tegangan tarik utama maksimal akibat beban kombinasi tarik dan geser dihitung menggunakan persamaan (2).

$$\begin{aligned}\sigma_t \text{ maksimum} &= \frac{\sigma_t}{2} + \frac{1}{2} \times \sqrt{(\sigma_t)^2 + 4 \times (\tau_g)^2} \\ \sigma_t \text{ maksimum} &= \frac{369,9229 \text{ [N/mm}^2\text{]}}{2} + \frac{1}{2} \times \sqrt{(369,9229 \text{ [N/mm}^2\text{)})^2 + 4 \times (191,6832 \text{ [N/mm}^2\text{)})^2} \\ \sigma_t \text{ maksimum} &= 451,3317 \text{ [N/mm}^2\text{]}\end{aligned}$$

Karena tegangan geser dan tarik yang terjadi kurang dari tegangan geser ijin, maka bahan baut grade 12.9 dengan ukuran M6 berjumlah 3 buah dinyatakan aman. Baut M6 memiliki diameter *pitch* sebesar 5,350 mm serta torsi pengencangan sebesar 19,1 Nm. Maka gaya pengekaman bisa dihitung menggunakan persamaan (3).

$$\begin{aligned}F_{cekam} &= \frac{T_{baut} \times 2}{d_p} \\ F_{cekam} &= \frac{19,1 \text{ [Nm]} \times 2}{\frac{5,350 \text{ [mm]}}{1000 \text{ [m]}}} \\ F_{cekam} &= 7140,18692 \text{ [N]}\end{aligned}$$

Jadi, gaya pengekaman oleh baut M6 terhadap *stopper* adalah sebesar 7140,18692 N. Kemudian Karena gaya yang bekerja memiliki jarak tertentu terhadap penampang potong sehingga menimbulkan pembebanan bengkok. Diketahui gaya yang diberikan *toggle* sebesar 3785,3609 N, tegangan bengkok ijin SS400 229,284 N/mm² dengan momen bengkok senilai 127566,6623 Nmm. Tebal *stopper* 10 mm dengan momen tahanan bengkoknya sebesar 666,6667 mm³. Sehingga tegangan bengkoknya dihitung menggunakan persamaan (4).

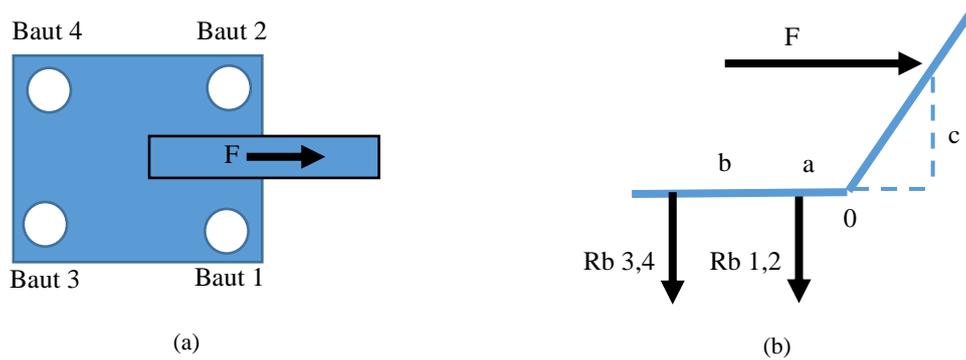
$$\begin{aligned}\sigma_b &= \frac{M}{Z} \\ \sigma_b &= \frac{127566,6623 \text{ [Nmm]}}{666,6667 \text{ [mm}^3\text{]}} \\ \sigma_b &= 191,3499 \text{ [N/mm}^2\text{]}\end{aligned}$$

Karena $\sigma_b < \bar{\sigma}_b$, maka rancangan *stopper* dengan tebal 10 mm bahan SS400 dinyatakan aman.

2. Toggle Clamp Horizontal

Toggle clamp horizontal menggunakan merek Wipro tipe TCP-933 dengan spesifikasi pengekaman maksimal sebesar 3785,3609 N. Pengekaman *Toggle* terhadap besi siku dianggap maksimal. *Stopper* memberikan reaksi yang cenderung menggeser serta menarik braket sehingga baut dikenai beban geser langsung yang dibagi rata oleh semua baut, masing-masing baut menerima beban geser langsung sebesar 946,3402 N. Baut yang digunakan adalah baut M8 grade 12.9 dengan diameter inti baut sebesar 6,466 mm.

Baut mengalami pergeseran serta penarikan pada *base* dengan gaya tarik *equivalent* sebesar 1730,3498 N dengan tegangan tarik 52,6954 N/mm² dan gaya geser *equivalent* senilai 1123,9548 N dengan tegangan gesernya 34,2284 N/mm². Tegangan geser ijin baut 330 N/mm² dan tegangan tarik ijin baut 660 N/mm². Tegangan akibat beban gabungan atau kombinasi harus diperiksa sebagai tegangan utama.



Gambar 4. Pandangan Atas dari Reaksi Pembebanan Braket Diberikan pada Gambar (A). Gambar (B) Menunjukkan Reaksi Pembebanan Braket dari Pandangan Samping

Tegangan geser utama maksimal akibat beban kombinasi tarik dan geser dihitung menggunakan persamaan (1).

$$\tau_{g \text{ maksimum}} = \frac{1}{2} \times \sqrt{(\sigma_t)^2 + 4 \times (\tau_g)^2}$$

$$\tau_{g \text{ maksimum}} = \frac{1}{2} \times \sqrt{(52,6954 \text{ [N/mm}^2\text{)})^2 + 4 \times (34,2284 \text{ [N/mm}^2\text{)})^2}$$

$$\tau_{g \text{ maksimum}} = 43,1947 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

Tegangan tarik utama maksimal akibat beban kombinasi tarik dan geser dihitung menggunakan persamaan (2).

$$\sigma_t \text{ maksimum} = \frac{\sigma_t}{2} + \frac{1}{2} \times \sqrt{(\sigma_t)^2 + 4 \times (\tau_g)^2}$$

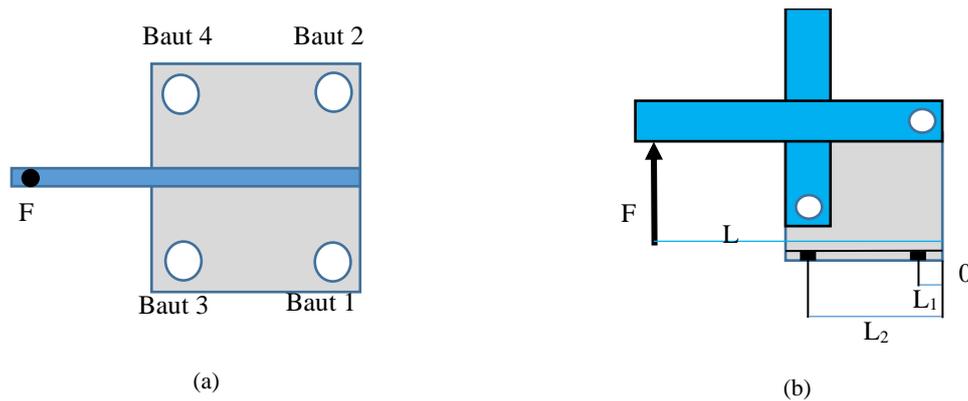
$$\sigma_t \text{ maksimum} = \frac{52,6954 \text{ [N/mm}^2\text{]}}{2} + \frac{1}{2} \times \sqrt{(52,6954 \text{ [N/mm}^2\text{)})^2 + 4 \times (34,2284 \text{ [N/mm}^2\text{)})^2}$$

$$\sigma_t \text{ maksimum} = 69,5424 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

Karena tegangan geser dan tarik yang terjadi kurang dari tegangan geser ijin, maka bahan baut grade 12.9 dengan ukuran M8 berjumlah 4 buah dinyatakan aman. Terdapat satu baut yang berfungsi menghubungkan kepala *toggle* dengan poros *toggle*. Gaya tekan langsung yang diberikan oleh poros sejajar dengan penampang dan tegak lurus terhadap baut sehingga mengakibatkan tegangan geser pada baut. Baut yang digunakan adalah baut M6 grade 12.9 dengan luas penampang baut sebesar 20,1208 mm². Maka gaya dari *toggle* sebesar 3785,3609 N langsung dibagi dengan luasan baut tersebut sehingga tegangan gesernya sebesar 188,1317 N/mm². Karena tegangan geser yang terjadi kurang dari tegangan geser ijin, maka bahan baut dengan ukuran M6 dinyatakan aman.

3. Toggle Clamp Vertical

Toggle clamp vertical menggunakan merek Wipro tipe TCV-904 dengan spesifikasi pencekaman maksimal sebesar 1765,197 N. Pencekaman *Toggle* terhadap besi siku dianggap maksimal. Karena reaksi permukaan *base* cenderung menekan *toggle* ke arah berlawanan sehingga terjadi gaya tarik langsung pada baut sebesar 441,2992 N dengan gaya yang diterima baut per satuan jarak senilai 83,4763 N/mm. Baut dengan beban terberat berada pada jarak L₂ dari titik momen sebesar 2420,8172 N.



Gambar 5. Pandangan Atas dari Reaksi Pembebanan Diberikan pada Gambar (A). Gambar (B) Menunjukkan Reaksi Pembebanan Braket dari Pandangan Samping

Untuk gaya tarik maksimum langsung saja dijumlahkan antara gaya tarik langsung dan yang terberat sehingga hasilnya 2862,1119 N. Baut yang digunakan adalah baut M6 grade 12.9 dengan diameter *pitch* sebesar 5,350 mm dan diameter inti baut sebesar 4,773 mm. Dengan diketahuinya gaya tarik maksimum yang diterima baut, maka tegangan tarik yang dialami baut dapat diselesaikan dengan persamaan (5).

$$\sigma_t = \frac{F_{tarik} \times 4}{\pi \times d_c^2}$$

$$\sigma_t = \frac{2862,1119 [N] \times 4}{\pi \times (4,773 [mm])^2}$$

$$\sigma_t = 159,961 [N/mm^2]$$

Dengan demikian besarnya tegangan tarik yang dialami baut pada *toggle clamp vertical* adalah sebesar 159,961 N/mm². Untuk tegangan ijin tarik bahan baut grade 12.9 adalah 660 N/mm². Karena tegangan tarik yang terjadi kurang dari tegangan tarik ijin, maka ukuran baut dengan bahan tersebut dinyatakan aman.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan pada pemilihan material *welding fixture K horizontal bracing*, maka penulis mengambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Dengan dilakukannya proses pemilihan material dan perhitungan, maka perancangan *welding fixture K horizontal bracing* bisa diketahui tingkat kekuatannya sehingga bisa memasuki proses fabrikasi dan digunakan dengan aman.
2. *Welding fixture* yang didesain telah aman, sesuai dengan perhitungan yang telah dilakukan. Dimana baut untuk *stopper* berukuran M6, baut untuk *toggle clamp horizontal* berukuran M8, baut untuk *toggle clamp vertical* berukuran M6, tebal pengelasan pada *stopper*, serta tebal dari *stopper* telah aman terhadap tegangan bengkok.
3. Pemilihan material dinyatakan aman karena pembebanan yang bekerja pada *welding fixture* semua masih di bawah tegangan ijin dari material.

REFERENSI

1. Wiryosumarto, H., & Okumura, T. *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta: PT Pradnya Paramita. (2000).
2. Hoffman, Edward G. *Jig and Fixture Design Fourth Edition*. Delmar Publishers Inc, New York. (1996).
3. Rusdi, & Arsyad, M. *Perancangan Mesin-Mesin Industri*. Yogyakarta: Deepublish CV Budi Utama. (2012).
4. Widodo, S. *Mekanika Teknik III*. Yogyakarta: Departemen Pendidikan Nasional. (2006).
5. Khurmi, R., & Gupta, J.. *A Text Book of Machine Design*. New Delhi: EURASIA PUBLISHING HOUSE (PVT.) LTD. (2005)