



Konsep Desain *Welding Fixture* K Horizontal *Bracing*

Neng Mustika Dewi^{1*}, Rosidi¹, dan Asep Yana Yusama¹

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

Abstrak

K horizontal bracing merupakan salah satu bagian struktur conveyor yang penting dan berjumlah banyak. Proses instalasi manual cukup sulit dan membutuhkan waktu yang lama, sehingga diperlukan alat bantu dalam proses pengelasannya. Oleh karena itu dibuatlah desain alat bantu pengelasan dan mensimulasikan stopper yang didesain. Observasi pengamatan lapangan dalam pemasangan struktur conveyor dan studi literatur dalam mengumpulkan data yang berkaitan. Solusi yang dapat dilakukan adalah dengan cara merancang sebuah metode baru yaitu dengan membuat alat bantu pengelasan dari K Horizontal bracing. Solusi ini dapat mengatasi penyebab permasalahan bagian material, method, machine, dan man. Berdasarkan hasil analisa kebutuhan desain, maka dipilihlah konsep desain yang memiliki tingkat kepentingan tertinggi dan simulasi dilakukan pada stopper yang dipilih. Salah satu desain ini dilengkapi dengan 2 macam toggle clamp, salah satu kepala toggle dimodifikasi agar miliki gaya tekan yang merata. Desain yang dipilih ini mudah untuk difabrikasikan, dilakukan perawatan, safety, mudah dipindahkan dan mudah dioperasikan sehingga dapat memudahkan operator dalam proses pengelasan K bracing. Hasil simulasi stopper dari konsep desain yang terpilih, dinyatakan aman dengan gaya yang bekerja sebesar 3785.3069(N).

Kata-kata kunci: Welding, Fixture, K bracing, Toggle Clamp, Stopper

Abstract

K horizontal bracing is one of the most important parts of the conveyor structure and numerous part. The manual installation process is quite difficult and takes a long time, so tools are needed in the welding process. Therefore, the design of welding fixtures was made and simulated the designed stopper. Field observations in the installation of conveyor structures and literature studies in collecting related data. The solution that can be done is to design a new method by making welding fixtures for K Horizontal bracing. This solution can solve the problem of the material, method, machine, and man parts. Based on the results of the analysis of design requirements, the design concept that has the highest importance is chosen and the simulation is carried out on the selected stopper. One of these designs is equipped with 2 types of toggle clamps, one of which is to adjust the head to have an even pressure. The chosen design is easy to fabricate, maintain, safe, easy to move and operate so that it can facilitate the operator in the K bracing welding process. The stopper simulation results from the selected design concept are declared safe with a working force of 3785.3069(N).

Keywords: K bracing, Welding, Fixture, Toggle Clamp, Stopper

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

1. PENDAHULUAN

Di era sekarang dalam industri *Engineering Procurement Construction* tidak dapat terlepas dari 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 kontinu [1]. Sebanding dengan berkembangnya teknologi pengelasan, membuat semua perusahaan harus senantiasa memaksimalkan kapabilitas produksinya agar dapat berkompetisi dengan industri lain dan mengutamakan biaya produksi yang rendah.

Pada proyek yang dikerjakan oleh PT. X terdapat pengelasan pada komponen struktur *conveyor* untuk mentransfer batu bara dari *Jetty Receiving Hopper* menuju *Coal Bunker*. K horizontal *bracing* merupakan salah satu bagian struktur *conveyor* yang penting dan berjumlah banyak. K horizontal *bracing* ini memiliki fungsi untuk menopang/mengaku portal dalam menahan beban dan gaya lateral pada struktur [2].

Proses penginstalasian K horizontal *bracing* masih manual dengan memasang *angle bar* satu persatu ke *gusset plate* yang mana pemasangannya memerlukan ketelitian, akurasi, serta presisi yang tinggi. Pengerjaan K horizontal *bracing* yang cukup sulit dan waktu yang lama disebabkan memiliki ukuran yang cukup besar. Hal ini membuat proses pengelasan menjadi tidak efektif dan tidak efisien.

Untuk mencapai proses pengelasan K horizontal *bracing* yang efektif dan efisien, maka diperlukan alat bantu pengelasan untuk membantu pengerjaannya K horizontal *bracing*. Fixture yang digunakan untuk menggabungkan dua benda kerja pada proses pengelasan (*welding*) terdiri dari *locting* dan *clamping* yang biasa juga terdapat pada *fixture* yang lain [3].

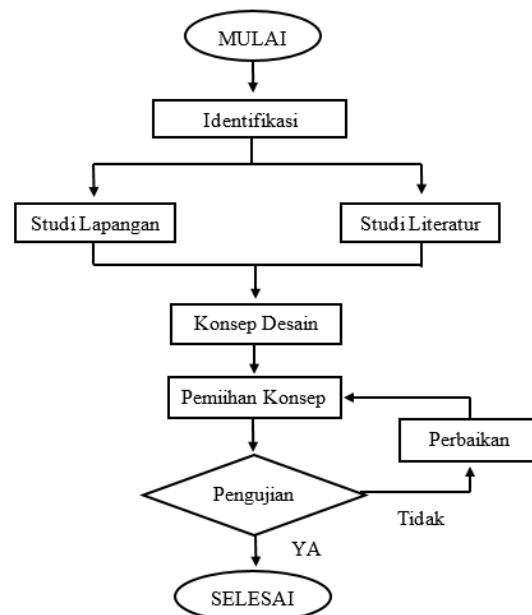
Maka dari itu, dirancanglah *welding fixture* dengan tujuan mempercepat proses pengelasan K horizontal *bracing*. Dengan dibuatnya *welding fixture*, maka bisa memproduksi K horizontal *bracing* secara mudah tanpa memerlukan skill tinggi dari operator dalam operasi produksi. Artinya pengerjaan proses produksi akan jauh lebih mudah untuk mencapai kualitas barang yang tinggi dengan waktu yang cepat. Dengan begitu, efisiensi pada saat instalasi akan meningkat.

Dalam penelitian ini, terdapat tujuan dari penelitian yaitu:

1. Mendesain *welding fixture* yang memberi kemudahan pengelasan K horizontal *bracing*.
2. Dapat membuat simulasi desain *stopper* yang sudah ditentukan.

2. METODE PENELITIAN

Pada metode penelitian ini, peneliti menggunakan diagram alir sebagai acuan tahap-tahapan dalam menyelesaikan penelitian berupa desain *welding fixture*. Tujuannya agar setiap poses pendesainan dapat lebih terarah. Metodologi penelitian ini dilakukan dengan tahap-tahapan sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Alir

Dari Gambar 1, maka dapat diketahui tahapan-tahapan metode penelitian yang digunakan. Tahap pertama dimulai dari identifikasi masalah yang terjadi pada proses pengelasan K horizontal bracing dengan melakukan observasi lapangan. Masalah yang ditemukan, yaitu proses pengelasan K horizontal bracing dilakukan dengan cara manual yang kurang efektif dan efisien. Studi lapangan bertujuan untuk mendapatkan data aktual yang berfungsi untuk menjadi parameter perancangan welding fixture. Studi literature bertujuan untuk mendapatkan informasi dari jurnal ilmiah, buku-buku referensi dan literature lainnya yang berfungsi untuk menyelesaikan masalah.

Berdasarkan data-data yang ditemukan, tahap berikutnya penulis membuat konsep desain dengan metode perancangan forward engineering. Forward engineering merupakan proses pembuatan konsep dengan desain yang masuk akal, lalu diterapkan menjadi suatu alat fisik atau sistem kerja [4]. Setelah itu dilakukan pemilihan dari beberapa konsep yang sudah dibuat. Pemilihan konsep ini dilakukan agar mendapatkan desain yang sesuai dengan kebutuhan untuk nantinya dikembangkan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

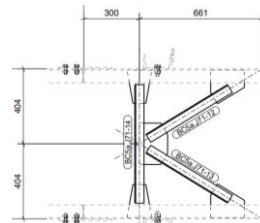
Pada hasil dan pembahasan penelitian ini, peneliti membahas tentang konsep dan rancangan desain welding fixture K horizontal bracing yang bertujuan untuk mengetahui hasil konsep dan perancangan desain yang telah dibuat dan agar data diaplikasikan dengan maksimal.

Data Hasil Observasi

Dari observasi yang dilakukan, peneliti mendapatkan data sebagai berikut:

1. Benda Kerja

K horizontal bracing merupakan salah satu bagian struktur conveyor yang penting dan berjumlah banyak. K horizontal bracing ini memiliki fungsi untuk menopang/mengaku portal dalam menahan beban pada struktur. Produk yang dihasilkan yaitu K horizontal bracing seperti yang terlihat pada gambar 2, gambar 3.



Gambar 2. Gambar Kerja



Gambar 3. K Horizontal Bracing

2. Analisa Kebutuhan

Tanggung jawab seorang perancang yaitu mengelola informasi menjadi gambar kerja yang akan berdampak secara langsung dengan alat yang akan dibuat. Agar efektifitas dan efisiensi terus meningkat saat proses pembuatan *jig and fixture*, maka perancang harus terus meninjau desain produk untuk menentukan apakah ada perubahan yang mungkin diperlukan [5].

Faktor-faktor yang mungkin secara langsung memengaruhi pemilihan desain yang akan dibuat. Faktor-faktor harus dipertimbangkan ini adalah:

- Bentuk dan ukuran dari seluruh komponen *jig and fixture*.
- Penempatan komponen seperti *locator* dan *clamp*.
- Akurasi.
- Jenis dan kondisi material dari setiap komponen yang akan digunakan.
- Jenis pengoperasian permesinan yang akan digunakan saat proses fabrikasi.

Kebutuhan yang perlukan dari rancangan *welding fixture* untuk menyelesaikan masalah yang terdapat pada proses pengelasan K horizontal bracing yaitu:

Tabel 1. Analisa Kebutuhan

No	Kebutuhan	Kepentingan
1	Tingkat kepresisian	5
2	Mudah untuk diciptakan	5
3	Material yang digunakan mudah didapat	5
4	Mudah dalam penggunaan atau pengoperasian	5
5	Mudah dalam proses pemasangan dan pelepasan produk	5
6	<i>Safety</i>	5
7	Perawatan yang mudah	5

Keterangan:

- (1) Sangat tidak dibutuhkan
- (2) Tidak dibutuhkan
- (3) Cukup dibutuhkan
- (4) Dibutuhkan
- (5) Sangat dibutuhkan

Dalam menentukan desain produk untuk diproduksi maka dapat dilakukan penilaian dari beberapa analisis kebutuhan yang sudah dipaparkan. Setiap penilaian berpengaruh terhadap fungsi, proses pembuatan dan juga pengoperasian. Analisa kebutuhan ini menjadi patokan dari hasil yang diinginkan dalam proses rancang bangun sebuah *welding fixture*.

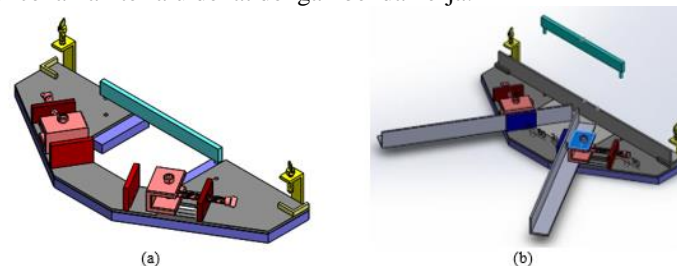
Konsep Desain

Setelah mengetahui ukuran dan analisa kebutuhan produk yang diinginkan, maka perancangan *welding fixture* pada proses pengelasan K horizontal *bracing* memiliki beberapa komponen utama yaitu base, locator atau *sopper*, dan *clamp*.

Proses Perancangan *welding fixture* pada proses pengelasan K horizontal *bracing* berawal dengan membuat konsep-konsep berdasarkan analisis kebutuhan yang didapat. Konsep desain ini dibuat dengan tiga alternatif konsep desain, dan disetiap konsep desain memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing.

1. Konsep Desain 1

Pada konsep pertama benda kerja akan diletakan seperti pada gambar 4(b), kemudian benda kerja akan dicekam dengan dengan sistem pencekaman menggunakan ulir. Hal itu menyebabkan butuh waktu dalam proses pengerjaan. Juga ada memungkinkan terjadinya kerusakan pada hasil benda kerja saat pelepasan, yang disebabkan pencekaman terlalu dekat dengan benda kerja.



Gambar 4. Konsep Desain 1

Pada konsep ini terdapat kelebihan dan kekurangan, salah satunya adalah:

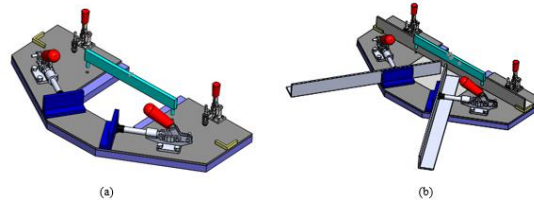
Tabel 2. Kelebihan dan kekurangan konsep 1

Kelebihan	Kekurangan
1. Bahan mudah didapat	1. Proses pencekaman terlalu lama. 2. Pelepasan benda kerja sulit dilakukan karena tersangkut pencekam. 3. Komponen untuk fabrikasi terlalu banyak. 4. Sulit dalam melakukan perawatan

2. Konsep Desain 2

Prinsip kerja pada konsep kedua yaitu, benda kerja akan dipasang seperti pada gambar 5(b) sampai mengenai *stopper*. Pencekaman yang digunakan untuk mencekam benda kerja dengan menggunakan *toggle clamp*, yang mana pencekaman hanya dengan menarik tuas pada *toggle clamp*. Bila pengelasan sudah selesai dilakukan maka pelepasan benda kerja dengan cara melepaskan semua pencekaman dan kemudian mengambil benda kerja kearah atas.

Pada konsep desain 2 ini, gaya yang diberikan dari *toggle clamp* kepada adalah gaya terpusat yang memungkinkan besar dapat memberi tegangan yang tidak merata di setiap bagian *stopper*. Konsep ini juga berkemungkinan sulit untuk dilakukan perawatan, yang disebabkan oleh proses perakitan *welding fixture* menggunakan lasan.



Gambar 5. Konsep Desain 2

Terdapat kelebihan dan kekurangan dari konsep desain 2 ini, salah satunya yaitu:

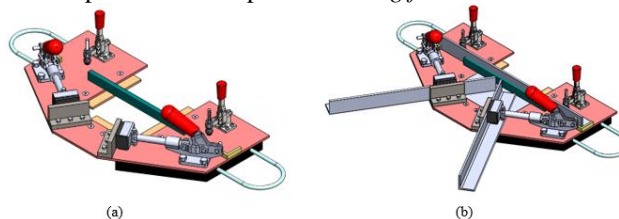
Tabel 3. Kelebihan dan kekurangan konsep 2

Kelebihan	Kekurangan
1. Komponen lebih sedikit	1. Pencekaman pada salah satu jenis <i>toggle clamp</i> hanya terpusat pada tengah <i>stopper</i> .
2. Pengoperasian mudah dilakukan.	2. Sulitnya fabrikasi <i>sub base</i>
3. Benda kerja mudah dilepas dan pasang.	3. Sulit dalam proses perawatan yang dilakukan

3. Konsep Desain 3

Pada konsep desain 3, perubahan dilakukan untuk memperbaiki konsep desain kedua. Yaitu memodifikasi bentuk kepala *toggle push clamp* dari bentuk lingkaran satu titik pusat menjadi bentuk persegi panjang dengan ukuran lebih besar, sehingga saat pencekaman bisa mengantisipasi ketidakrataan dari besi siku dan mengantisipasi gaya yang diterima *stopper* tidak merata

Konsep desain 3 ini juga mengubah penyanggah atau *subbase* di konsep desain dua dari pelat tebal 6[mm] menjadi *subbase* menggunakan pelat tebal 5[mm] dengan ukuran lebih kecil dan penyanggah menggunakan besi *hollow square* dengan ukuran 40x40[mm]. Untuk memudahkan proses pemindahan alat bantu ini dibuat juga *handle* pada bagian penyanggah. Sebagian besar proses perakitan pada konsep ini menggunakan baut dan mur, untuk memperkecil perusakan komponen *welding fixture* saat melakukan perawatan.



Gambar 6. Konsep Desain 3

Terdapat kelebihan dan kekurangan dari konsep desain 2 ini, salah satunya yaitu:

Tabel 4. Kelebihan dan kekurangan konsep 3

Kelebihan	Kekurangan
1. Pembebanan dari <i>toggle</i> lebih merata terhadap <i>stopper</i> .	1. Harus melakukan modifikasi pada <i>toggle</i> .
2. Bentuk <i>sub base</i> lebih sederhana.	2. Penyambungan kaki terhadap <i>base</i> menggunakan metode las, sehingga jika ingin dilepas akan merusak bahan.
3. Mudah untuk dipindahkan karena terdapat <i>handle</i> .	
4. Mudah dilakukan proses perawatan.	

Penilaian Konsep

Dari tiga konsep desain akan dipilih menggunakan nilai kepentingan dari setiap konsep desain agar mendapatkan konsep desain yang terbaik. Table 5 berisi tentang penilaian dari ketiga konsep desain.

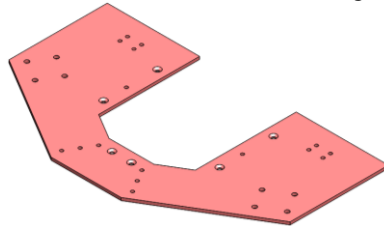
Tabel 5. Penilaian Konsep Desain

No	Kebutuhan	Bobot	Kepentingan		
			Desain 1	Desain 2	Desain 3
1	Tingkat kepresisian	5	4	4	4
2	Mudah untuk diciptakan	5	2	3	4
3	Material mudah didapat		3	3	3
4	Mudah dalam penggunaan atau pengoperasian	5	2	4	4
5	Mudah dalam proses pemasangan dan pelepasan produk	5	2	3	4
6	<i>Safety</i>	5	3	3	4
7	Perawatan yang mudah	5	2	3	4
Total			19	23	27

Berdasarkan hasil tabel penilaian di atas total penilaian pada konsep desain 1 sebesar 19 poin, konsep desain 2 sebesar 23 poin dan konsep desain 3 sebesar 27. Maka sudah dapat ditentukan bahwa konsep desain yang terbaik merujuk pada konsep desain 3 untuk *welding fixture K horizontal bracing*, dimana konsep ini mudah diciptakan dan dapat dipakai atau dioperasikan dengan baik. Konsep desain 3 ini memiliki beberapa komponen, yaitu:

- *Base plate*

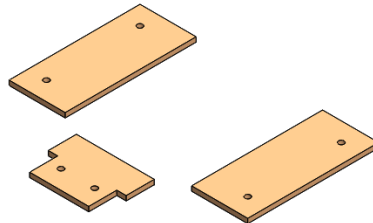
Base plate adalah pelat yang menjadi alas untuk komponen lainnya. Ukuran dan jarak lubang serta slot disesuaikan dengan benda kerja dan komponen lainnya, seperti yang terlihat pada gambar 7. Komponen-komponen yang ditempatkan diatas *base plate* ialah *locator*, *stopper*, dan *toggle clamp*. Bahan yang digunakan untuk *base plate* adalah SS400 yang setara dengan ASTM A36. Massa *base plate* berdasarkan *software solidworks* dengan material ASTM A36 adalah 3725.44 gram.



Gambar 7. *Base*

- *Sub Base Plate*

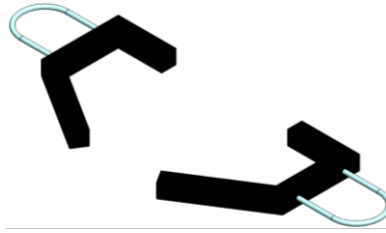
Sub base plate adalah pelat yang menjadi penopang untuk benda kerja (*gusset*) lainnya. *Sub base* diletakan di bawah *base plate* dan dihubungkan dengan baut dan mur yang berukuran M6. Ukuran dan jarak lubang menyesuaikan kebutuhan. Bahan yang digunakan untuk *sub base plate* sama dengan bahan yang digunakan oleh *base plate* yaitu SS400 atau setara dengan ASTM A36. Massa *base plate* berdasarkan *software solidworks* dengan material ASTM A36 adalah 824.78 gram.



Gambar 8. *Sub base*

- Penyanggah dan pemegang

Penyanggah adalah komponen yang digunakan untuk menopang beban dari seluruh komponen dan benda kerja. Penyanggah dibuat dengan besi *hollow* yang berukuran 40X40(mm). Sedangkan pemegang digunakan untuk memudahkan perpindahan *welding fixture*.

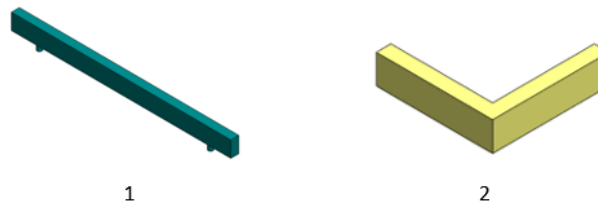


Gambar 9. penyanggah dan pemegang

- *Locator*

Locator adalah komponen yang berfungsi untuk memposisikan benda kerja secara tepat meskipun berulang-ulang. *Locator* diletakkan di atas base. Bentuk dan ukuran menyesuaikan kebutuhan dari benda kerja dan bisa dilihat pada gambar 10.

Terdapat dua jenis *locator* yaitu *locator 1* sebanyak satu buah dan *locator 2* sebanyak dua buah. Bahan yang digunakan untuk *locator* yaitu SS400 atau setara dengan ASTM A36. Massa *locator 1* berdasarkan *software solidworks* adalah 435.54 gram. Sedangkan massa total dari *locator 2* berdasarkan *software solidworks* adalah 58.88 gram.

Gambar 10. *Locator*

- *Stopper*

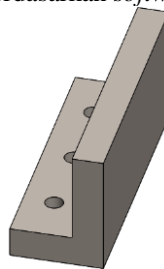
Fixture memiliki salah satu kegunaan yaitu kepresisian dan keakuratan saat memproduksi barang lebih terjamin[6]. Terdapat beberapa fungsi penting dari *locator* atau *Stopper* yaitu:

1. Posisi peletakkan benda kerja lebih terarah dan sama.
2. Mudahkan proses pemasangan dan pelepasan benda kerja.
3. Menjamin kondisi *foolproof*.

Terdapat beberapa prinsip dasar dalam menempatkan *locator* yang harus terpenuhi yaitu :

1. Permukaan benda kerja harus bersentuhan dengan *locator* atau *Stopper*.
2. *Repeatability* merupakan fungsi *tool* untuk menghasilkan produk yang seragam
3. *Locator* atau *Stopper* harus mampu mencakup toleransi benda, umumnya toleransi antara 20% sampai 50%

Stopper adalah komponen yang berfungsi untuk memposisikan sudut benda yang di cekam menggunakan *clamp*. Bentuk didesain seperti pada gambar 11 agar aman saat terkena gaya dari *clamp*. Terdapat dua *stopper* dengan bentuk dan ukuran yang sama. Bahan yang digunakan untuk *locator* yaitu SS400 atau setara dengan ASTM A36. Massa total *stopper* berdasarkan *software solidworks* dengan dimensi 777.96 gram.

Gambar 11. *Stopper*

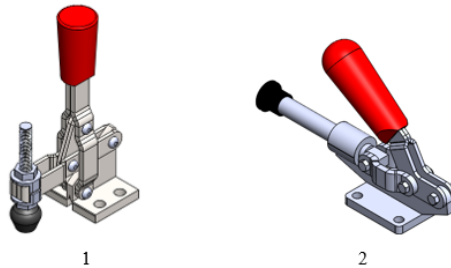
- *Toggle Clamp*

Sebuah *clamp* dapat berguna dalam operasi pengelasan yang berbeda seperti sambungan pantat dan sambungan pangkuan. Peningkatan tekanan dengan biaya minimal telah meningkatkan kebutuhan akan waktu pemasangan yang lebih singkat. Umumnya, waktu penyetulan berkaitan dengan produktivitas dalam pengelasan atau operasi pemrosesan lainnya. Kemampuan untuk menemukan pekerjaan secara tepat sangat menentukan kualitas output. Penjepitan yang aman dan pemosisian yang tepat yang digunakan dalam sistem penjepitan tradisional bertentangan dengan penggunaan penjepitan yang cepat dan efisien[7].

Welding fixture sering kali menggunakan *toggle clamp*. *Clamp* ini menawarkan kombinasi desain terbaik fleksibilitas, kapasitas *holding*, dan kecepatan operasional. Selain itu, karena sebagian besar *toggle clamp* bergerak sepenuhnya bersih dari area kerja saat dibuka, operasi bongkar muat juga disederhanakan.

Toggle dapat diterapkan untuk sistem konvensional maupun otomatis. Cara kerja *toggle* agar dapat melakukan *clamping* adalah dengan menyetel bagian *clamp*-nya sesuai dengan kebutuhan. Setelah itu operator tinggal menggerakkan tuas/*handle toggle* sampai maksimal (sangat cepat dan mudah). *Toggle* sendiri juga memiliki banyak macam dan ukuran tergantung dari bagaimana desain *fixture* yang akan dibuat.

Setelah melakukan studi literatur, maka dipilihlah jenis pencekaman *toggle clamp*. Pada desain ini terdapat 2 macam *toggle clamp*, yaitu *toggle clamp 1 (hold down action)* seperti pada gambar 12 dan *toggle clamp 2 (push/pull action)*. Pada umumnya bentuk *toggle clamp 2* seperti pada gambar 12 dengan gaya tekan terpusat.



Gambar 12. *toggle clamp*

Untuk merubah gaya terpusat menjadi gaya merata, maka dilakukan modifikasi pada bagian depan atau kepala dari *toggle clamp* seperti yang terlihat pada gambar 13.

Memodifikasi kepala *toggle clamp* dengan pertimbangan bila gaya yang diberikan oleh *toggle clamp* adalah gaya merata, maka gaya yang diterima oleh *locator* juga merata yang mengakibatkan *locator* lebih aman atau lebih kecil kemungkinan untuk terjadi gaya tegangan.



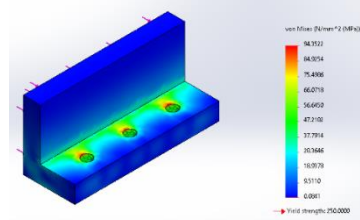
Gambar 13. Modifikasi kepala *toggle 2*

Simulasi *Stopper*

Setelah melakukan perancangan, tahap selanjutnya adalah melakukan simulasi. Simulasi dilakukan dengan menggunakan *software solidwork*. Gaya yang bekerja sebesar 3785.3069 (N) dan gaya yang bekerja adalah gaya merata. Adapun hasil dari simulasi *stopper* dijelaskan pada sub subbab berikut.

1. Tegangan

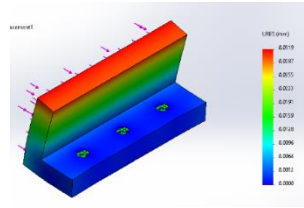
Dari simulasi yang telah dilakukan berikut adalah hasil tegangan pada *stopper* yang dinyatakan aman. Dikarenakan tegangan izin yang terdapat pada *stopper* sebesar 250000 (N/mm²) dan *stopper* memiliki tegangan maksimal sebesar 935.22 (N/mm²) seperti yang tertera pada gambar 14.



Gambar 14. Simulasi Tegangan

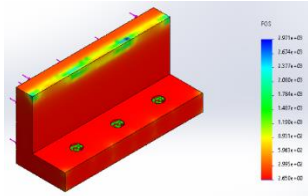
2. *Displacement*

Hasil *displacement* dari simulasi yang telah dilakukan tegangan juga dinyatakan aman. Dikarenakan *displacement* menunjukkan angka yang *relative* kecil yaitu sebesar 0.0319, seperti yang tertera pada gambar 15.

Gambar 15. Simulasi *Displacement*

3. Faktor Keamanan

Hasil faktor keamanan dari simulasi *locator* pada menunjukkan faktor keamanan yang terjadi sebesar 2.650 yang artinya gaya maksimum yang dapat ditahan oleh locator adalah 2.650 kali dari gaya yang ditentukan pada simulasi.



Gambar 16. Simulasi Faktor Keamanan

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Mendapatkan rancangan *welding fixture* yang sesuai dengan analisa kebutuhan. Terdapat 3 konsep dari desain yang dirancang, sesuai dengan kebutuhan terpilihlah desain dari konsep 3. Desain dari konsep 3 ini mudah untuk difabrikasikan, mudah dilakukan perawatan, *safety*, mudah untuk dipindah-pindah dan mudah untuk dioperasikan sehingga dapat memudahkan operator dalam proses pengelasan K horizontal *bracing*.
2. Hasil dari simulasi yang menggunakan aplikasi solidwork pada komponen stopper dari konsep desain yang terpilih dengan gaya yang bekerja sebesar 3785.3069 (N).
 - *Stopper* aman dari tegangan dengan tegangan izin 250000 (N), *stopper* memiliki tegangan maksimal sebesar 935.22 (N)
 - *Displacement* pada *stopper* aman, karena *displacement* menunjukkan angka yang *relative* kecil yaitu sebesar 0.0319
 - Faktor keamanan pada stopper juga aman, karena gaya maksimum yang dapat ditahan oleh locator adalah 2.650 kali dari gaya yang ditentukan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih atas PT X terutama kepada Bapak Lutfi yang telah memberi saran dan bantuan dalam perancangan *welding fixture* K horizontal *bracing*.

REFERENSI

- [1] H. Sonawan and R. Suratman, *Pengantar Untuk Memahami Proses Pengelasan Logam*, 2nd ed. CV Alfabeta, 2006.
- [2] I. T. Nelwan *et al.*, "Respon Dinamis Bangunan Bertingkat Banyak dengan Soft First Story dan Penggunaan Braced Frames Element terhadap Beban Gempa," vol. 6, no. 3, pp. 175–188, 2018.
- [3] P. H. Joshi, *Jigs and fixtures : design manual*, 2nd ed. 2003.
- [4] K. L. Wood, D. Jensen, J. Bezdek, and K. N. Otto, "Reverse Engineering and Redesign: Courses to Incrementally and Systematically Teach Design," *J. Eng. Educ.*, vol. 90, no. 3, pp. 363–374, Jul. 2001, doi: 10.1002/J.2168-9830.2001.TB00615.X.
- [5] E. G. Hoffman, *Jig and Fixture Design Fifth Edition*, New York : Demar Learning, no. 1. 2004.
- [6] J. T. Suci Rahmawati SY, Industri, F. Teknik, and U. Andalas, "Perancangan Fixture Proses Gurdi Untuk," pp. 75–80.
- [7] P. Technology and A. Elahe, "Abstract :," *Desain weldiing Fixt. sample parts user Man. motoman XRC Weld. Robot*, 2017.