

STUDI PERANCANGAN *WELDING FIXTURE* UNTUK PENGELASAN *BEVEL GEAR SUPPORT* DAN *MOTOR DRIVE SUPPORT* PADA TRANSFORMATOR

Asep Indra Komara, Fhirman Syaleh

Jurusan Teknik Perancangan Manufaktur, Politeknik Manufaktur Negeri Bandung
Jln. Ir. H. Juanda Komplek Kanayakan Dago, Tromol Pos 851, Bandung 40008 Indonesia
Phone: (022)2500241, E-mail : asep.indra@polman-bandung.ac.id, sepindra@yahoo.com

Abstrak

Salah satu industri yang berkembang pesat saat ini adalah industri yang memproduksi transformator bertegangan tinggi. PT. Pauwels Trafo Asia, adalah salah satu perusahaan yang memproduksi transformator bertegangan tinggi dan merupakan perusahaan yang masuk kedalam sepuluh besar di dunia dalam kategori perusahaan yang memproduksi transformator bertegangan tinggi dengan kapasitas daya antara 3 MVA sampai 250 MVA. Namun demikian pada proses produksi salah satu produknya terdapat suatu permasalahan, yaitu mengenai proses *setting* antar komponen transformator pada pemasangan *motor drive* dan *bevel gear* yang memiliki hubungan posisi kesatusumbuan antar porosnya. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dibutuhkan suatu alat bantu pengelasan (*welding fixture*) dimana alat tersebut akan dirancang sedemikian rupa sehingga dapat menyelesaikan permasalahan ketidaksatusumbuan yang terjadi pada saat ini dan akan mempercepat waktu proses pengelasan.

Kata kunci: perancangan, *welding fixture*, *bevel gear support*, *motor drive support*

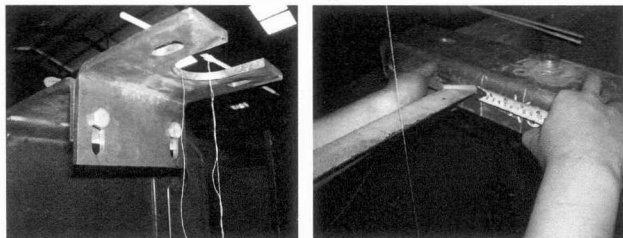
1. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Salah satu produk transformator yang diproduksi oleh perusahaan PT. Pauwels Trafo Asia adalah transformator distribusi yang berkapasitas 3 MVA – 250 MVA. Jenis transformator ini termasuk transformator bertegangan tinggi yang biasa digunakan pada gardu-gardu listrik sampai pada stasiun pembangkit listrik.

Pada proses produksi salah satu bagiannya terdapat beberapa permasalahan, yaitu ketika proses pengelasan komponen *bevel gear* dan *motor drive*. Hubungan antara kedua komponen ini memiliki tuntutan kesatusumbuan yang baik.

Hubungan kesatusumbuan antara poros keluaran *bevel gear* dengan poros keluaran *motor drive* tidak pernah tercapai. Penyebab utama dari ketidaksatusumbuan antara poros keluaran *bevel gear* dan poros keluaran *motor drive* adalah pada saat proses pemosisian *bevel gear support* dan *motor drive support* pada saat akan di las, dimana operator hanya menggunakan bandul dan benang yang kemudian diposisikan oleh tangan dan ditepatkan dengan cara diukur dengan roll meter/meteran dan penggaris siku (lihat gambar 1).



Gambar 1. Proses pemosisian produk ketika akan di las

1.2 Rumusan dan batasan masalah

Berdasar pada uraian diatas, maka muncul keinginan untuk melakukan perbaikan pada proses pengelasan kedua komponen tersebut. Dengan demikian diperlukan alat bantu berupa *welding fixture* untuk pengelasan *bevel gear support* dan *motor drive support* yang dapat :

- Menetapkan ukuran posisi antara *bevel gear support* dan *motor drive support* pada transformator
- Mempercepat waktu proses pembuatan dan perakitan transformator khususnya pada saat pengelasan *bevel gear support* dan *motor drive support*
- Mengurangi beban kerja operator produksi dan operator *assembling*

1.3 Tujuan penelitian

Penulisan ini bertujuan untuk menghasilkan rancangan *welding fixture* yang handal dengan kemampuan kerja yang baik dan pengoperasian yang lebih cepat serta dapat menurunkan biaya produksi saat ini.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Jig and Fixture

Jig adalah alat untuk mengontrol dan mengarahkan alat potong dalam suatu proses pembentukan benda kerja. *Fixture* adalah alat untuk memegang dan melokasikan benda kerja pada posisi tertentu dan menjamin agar benda kerja tetap pada posisinya. *Fixture* selalu ditempatkan (ditempelkan) pada meja dari suatu mesin atau permukaan lain yang tetap maupun bergerak.

Dari kedua definisi di atas, dapat disimpulkan bahwa *jig and fixture* merupakan alat untuk mengarahkan alat potong dan menetapkan posisi benda kerja pada lokasi tertentu pada proses permesinan. Suatu *jig* tidak dapat

bekerja dengan baik tanpa bantuan *fixture* tetapi *fixture* dapat bekerja sendiri tanpa harus ada *jig*.

Tujuan penggunaan *jig & fixture* dapat ditinjau dari tiga aspek, yaitu:

a) Aspek Teknis / Fungsi

Adalah aspek yang berhubungan dengan teknik pengerjaan produk dengan menggunakan alat bantu *jig & fixture* yang bertujuan:

- Mendapatkan ketepatan ukuran
- Mandapatkan keseragaman ukuran

b) Aspek Ekonomi

Adalah aspek yang bertujuan mengoptimalkan penggunaan waktu dan mengurangi kegiatan yang tidak memberi nilai tambah (*non added value*) yaitu:

- Mengurangi ongkos produksi dengan memperpendek waktu proses
- Menurunkan ongkos produksi dengan pemakaian bukan operator ahli / terampil
- Meningkatkan efisiensi penggunaan alat/mesin
- Optimalisasi mesin yang kurang teliti
- Mengurangi waktu inspeksi dan alat ukur
- Meniadakan kesalahan pengerjaan (*reject*)

c) Aspek Sosial / Keamanan

Adalah aspek yang menyangkut fisik manusia dan bertujuan:

- Mengurangi beban kerja fisik operator
- Mengurangi risiko kecelakaan kerja

2.2 Transformator

Transformator adalah suatu peralatan tenaga listrik yang berfungsi untuk menyalurkan tenaga/daya listrik secara elektromagnetik yang level tegangannya dapat diatur dari tegangan tinggi ke tegangan rendah atau sebaliknya. Transformator yang dimaksud disini adalah *transformator* daya (*Power Transformer*) yaitu *transformator* yang mempunyai kapasitas daya 20kV – 150kV.

2.2.1 Motor Drive dan Bevel Gear

Motor drive dan *bevel gear* merupakan komponen standar yang digunakan pada *transformator*, keduanya merupakan komponen untuk bagian kontrol dan proteksi.

2.2.2 Motor Drive

Motor drive adalah salah satu komponen pada *transformator* yang berfungsi untuk mengontrol dan menginformasikan setiap tegangan yang masuk pada *transformator* dan sebagai kendali pengatur tegangan *output* dari *transformator*. Dengan *motor drive* ini, tegangan *output* yang dihasilkan dari *transformator* dapat diatur sesuai dengan kebutuhan. Prinsip kerja dari *motor drive* ini dapat digambarkan seperti motor bakar pada kendaraan. Dimana motor bakar tersebut menggerakkan roda gigi pada *gearbox* dan putaran yang dihasilkan dari *gearbox* ini diteruskan ke roda, sehingga menghasilkan gerakan linear pada kendaraan tersebut. Sama halnya dengan sistem pengaturan tegangan *output* pada *transformator* yaitu *motor drive* menghasilkan putaran yang kemudian diteruskan melalui *shaft bevel gear* untuk ditransmisikan ke *bevel gear* (roda gigi konus), sehingga mengubah arah gerakan yang dihasilkan oleh *motor drive* menjadi tegak lurus dengan dengan arah sebelumnya menuju OLTC. Komponen inilah (OLTC) yang berfungsi

sebagai aktuator untuk mengatur tegangan pada *transformator* yang dikendalikan melalui *motor drive*.

2.2.3 Bevel Gear

Telah dijelaskan di atas, *bevel gear* ini berfungsi sebagai elemen transmisi untuk merubah arah putaran yang dihasilkan dari *motor drive*. Komponen utama dari *bevel gear* ini merupakan satu pasang roda gigi konus didalamnya, hanya saja diberi *cover* untuk melindungi roda gigi yang ada didalamnya. Selain itu *cover*-nya dibuat secara khusus agar tidak mengalirkan tegangan listrik dari transformator (terdapat *grounding*). Komponen standar ini memiliki komponen-komponen bawaan seperti *shaft bevel gear* yang berbentuk pipa *square tube* dan pencekamnya.

3. METODOLOGI

Metodologi penyelesaian masalah yang di gunakan dalam penyelesaian masalah ini mengacu pada VDI 2222 dan dapat dilihat pada gambar 2 dibawah ini :



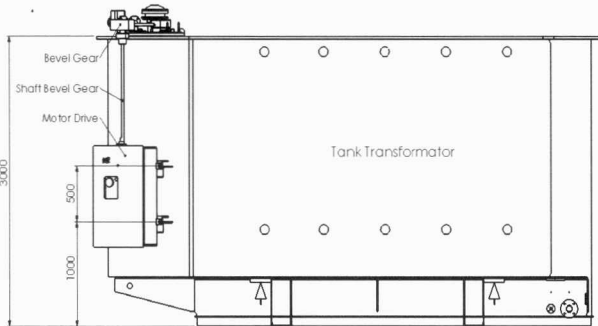
Gambar 2. Metodologi penyelesaian masalah

Pada kegiatan ini tahap pertama yang dilakukan adalah melakukan analisa pada produk yang akan di las. Selanjutnya melakukan pengumpulan data kebutuhan atau spesifikasi alat yang diperlukan sesuai dengan tuntutan produk. Selanjutnya membuat konsep rancangan alat dengan mempertimbangkan berbagai alternatif *operation planning* yang dapat dilakukan. Setelah dipilih alternatif yang paling baik, selanjutnya mulai membuat konsep rancangan *welding fixture* dengan memperhatikan daftar tuntutan yang ada. Pada saat pembuatan konsep ini akan dikembangkan lebih dari satu konsep, minimal tiga buah konsep rancangan. Dari tiga konsep rancangan ini dipilih konsep desain yang terbaik untuk kemudian dibuat gambar *draft*. Selanjutnya hasil *draft* rancangan *welding fixture* akan di periksa terhadap pemenuhan tuntutan yang harus dicapai oleh produk hasil pengelasan.

4. PROSES PERANCANGAN *FIXTURE*

Proses perancangan *fixture* dimulai dari identifikasi produk, analisis *operation planning* sampai pada desain bentuk *fixture* pengelasan yang sesuai.

4.1 Identifikasi produk



Gambar 3. Posisi produk pada transformator yang memerlukan alat bantu pada proses pemasangannya

Posisi pemasangan produk pada transformator dapat dilihat dari gambar diatas, dimana posisi pemasangan antara motor drive dan bevel gear memiliki hubungan kesatusumbuan antara poros keluarannya seperti dijelaskan sebelumnya. Selain itu *fixture* ini harus dapat digunakan untuk semua bentuk transformator yang ada. Oleh karena itu, dari gambar diatas didapat informasi seperti dimensi-dimensi penting yang menjadi referensi untuk rancangan welding *fixture* yang akan dibuat. Berikut data-data yang dibutuhkanannya:

- Batas ketinggian transformator yang dapat dicapai oleh *welding fixture* maksimal 3000 mm(ketinggian transformator yang dibuat berkisar 2200mm-3000mm)
- Posisi *bottom mounting* dari motor drive terhadap pondasi /base ± 1000 mm
- Dimensi untuk *mounting motor drive* terhadap support-nya ± 500 mm
- Poros keluaran motor drive dan poros keluaran bevel gear memiliki hubungan kesatusumbuan.

Dari hasil analisa produk dan pemilihan alternatif operation plan, maka menghasilkan beberapa tuntutan yang harus terpenuhi oleh *fixture* yang akan dibuat. Dimana tuntutan-tuntutan tersebut diklasifikasi sesuai dengan prioritas kebutuhan (lihat gambar 4).

Tabel 1. Daftar tuntutan *fixture* pengelasan

No	Daftar Tuntutan	Kuantifikasi [mm]
Tuntutan Utama		
1	Ketinggian transformator yang dapat dicapai oleh <i>fixture</i>	2200 s/d 3000
2	Jarak antara pondasi/base dan <i>bottom mounting motor drive</i>	1000
3	Kesatusumbuan antara poros keluaran motor drive dan poros keluaran bevel gear	$\pm \emptyset 0.3$

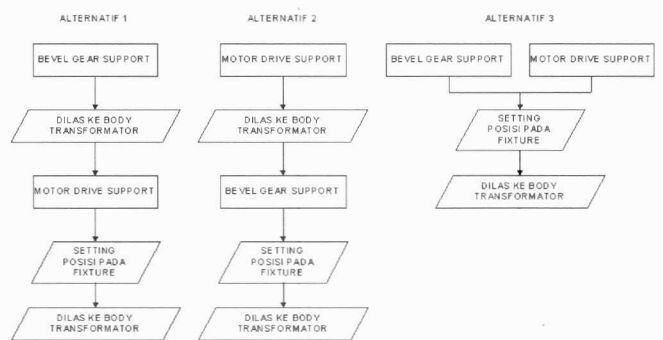
Tabel 1. Daftar tuntutan *fixture* pengelasan (lanjutan)

Tuntutan kedua		Kuantifikasi [mm]
1	Pengoperasian penyettingan dan pengelasan	Manual
2	Jumlah operator	1 orang
3	<i>Fixture</i> mampu digunakan pada dua jenis/bentuk transformator	Round dan square
Keinginan		
1	<i>Fixture</i> mudah dipindahkan cukup dengan gaya tangan	1 orang
2	Pelumasan pada bagian yang bergesekan	1 kali/minggu

4.2 Analisis *operation planning*

Operation planning yang dimaksud disini adalah urutan proses pengelasan dari setiap komponen ke body transformator.

Urutan proses yang diusulkan terdiri dari tiga alternatif, selanjutnya dari ketiga alternatif ini dipilih proses yang paling baik.



Gambar 4. Alternatif *operation plan*

4.3 Konsep rancangan *fixture*

Untuk mempermudah proses perancangan, maka penulis membuat suatu diagram *black box* untuk menentukan fungsi-fungsi yang dibutuhkan pada rancangan. Diagram dibawah ini menggambarkan alur proses *operation plan* yang telah dipilih.



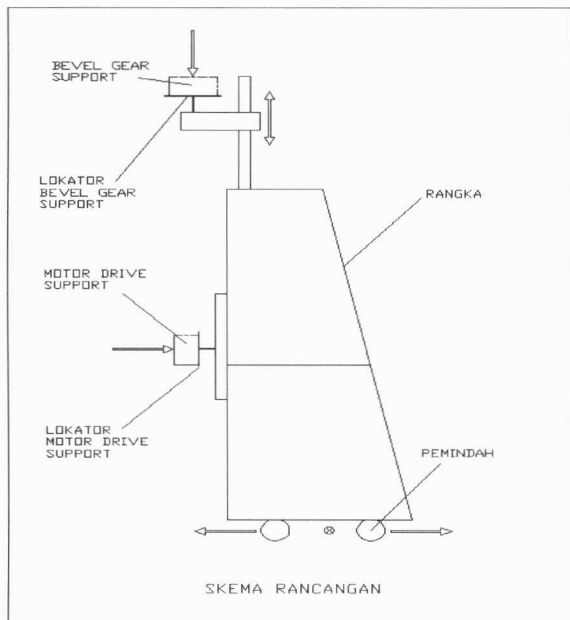
Gambar 5. Diagram *black box*

Dari diagram *black box* diatas diketahui fungsi-fungsi apa saja yang diperlukan pada alat yang ingin di rancang. Selanjutnya disusunlah diagram fungsi bagian untuk memperjelas dan mempermudah proses perancangan pada tahap selanjutnya.



Gambar 6. Diagram penguraian fungsi keseluruhan

Dari penguraian fungsi keseluruhan diatas, tahap selanjutnya adalah membuat skema rancangan yang memuat seluruh fungsi bagian. Skema rancangan di buat dalam bentuk diagram mekanism.



Gambar 7. Skema rancangan

Tahap selanjutnya adalah mencari mekanisme atau konstruksi yang dapat memenuhi fungsi diatas. Pada pencarian mekanisme ini akan dilakukan dengan memunculkan masing-masing tiga buah alternatif.

a) Fungsi lokator

▪ Lokator motor drive support

Alternatif fungsi lokator motor drive support	A-1 Alternatif 1		A-2 Alternatif 2		A-3 Alternatif 3	
	Lokator pin horizontal		Lokator pin horizontal berulir		Lokator pin vertikal	
Aspek yang dinilai	Kriteria	Nilai	Kriteria	Nilai	Kriteria	Nilai
Manufaktur	Pengerjaan mudah	3	Pengerjaan mudah	1	Pengerjaan mudah	2
Fungsi	Pemosisian produk kurang baik	1	Pemosisian produk baik	3	Pemosisian produk baik	2
Harga	Harga murah	3	Harga cukup mahal	1	Harga murah	2

Gambar 8. Alternatif fungsi bagian lokator

▪ Lokator bevel gear support

Alternatif fungsi lokator bevel gear support	B-1 Alternatif 1		B-2 Alternatif 2		B-3 Alternatif 3	
	Lokator pin berulir		Lokator berkontur dalam		Lokator berkontur luar	
Aspek yang dinilai	Kriteria	Nilai	Kriteria	Nilai	Kriteria	Nilai
Manufaktur	Pengerjaan mudah	3	Pengerjaan cukup sulit	1	Pengerjaan cukup sulit	2
Fungsi	Pemosisian produk baik	2	Pemosisian produk baik	3	Pemosisian produk kurang baik	1
Harga	Harga cukup mahal	2	Harga murah	3	Harga mahal	1

Gambar 9. Alternatif fungsi bagian lokator (lanjutan)

b) Fungsi pencekam

▪ Pencekam motor drive support

Alternatif fungsi pencekam motor drive support	C-1 Alternatif 1		C-2 Alternatif 2		C-3 Alternatif 3	
	Straight toggle		Vertical toggle		Mur kartel	
Aspek yang dinilai	Kriteria	Nilai	Kriteria	Nilai	Kriteria	Nilai
Manufaktur	Komponen standar	3	Komponen standar	3	Pengerjaan mudah	2
Fungsi	Pencekaman cepat	3	Pencekaman cepat	3	Pencekaman lama	1
Harga	Harga mahal	1	Harga mahal	1	Harga murah	3

▪ Pencekam bevel gear support

Alternatif fungsi pencekam bevel gear support	D-1 Alternatif 1		D-2 Alternatif 2		D-3 Alternatif 3	
	Mur kartel		Mur kepala segi enam		Baut kartel	
Aspek yang dinilai	Kriteria	Nilai	Kriteria	Nilai	Kriteria	Nilai
Manufaktur	Pengerjaan lebih mudah	1	Komponen standar	3	Pengerjaan mudah	2
Fungsi	Pencekaman cepat	2	Pencekaman lama	1	Pencekaman cepat	3
Harga	Harga cukup mahal	2	Harga murah	3	Harga mahal	1

Gambar 10. Alternatif fungsi bagian pencekam

c) Fungsi rangka

▪ Rangka utama


Alternatif fungsi rangka	E-1 Alternatif 1		E-2 Alternatif 2		E-3 Alternatif 3	
	Penggitan dengan baut		Penggitan dengan baut dan las		Penggitan dengan las	
Aspek yang dinilai	Kriteria	Nilai	Kriteria	Nilai	Kriteria	Nilai
Manufaktur	Pengerjaan mudah	3	Pengerjaan cukup sulit	2	Pengerjaan sulit	1
Fungsi	Penyettingan sulit	2	Penyettingan mudah	3	Penyettingan sangat sulit	1
Harga	Harga mahal	1	Harga cukup mahal	2	Harga murah	3

▪ Slider

Alternatif fungsi slider	F-1 Alternatif 1		F-2 Alternatif 2		F-3 Alternatif 3	
	Slider block ekor burung		1 Pipa slider		2 Pipa slider	
Aspek yang dinilai	Kriteria	Nilai	Kriteria	Nilai	Kriteria	Nilai
Manufaktur	Pengerjaan sulit	1	Pengerjaan mudah	3	Pengerjaan cukup sulit	2
Fungsi	Konstruksi sangat kokoh	3	Konstruksi kurang kokoh	1	Konstruksi cukup kokoh	2
Harga	Harga mahal	1	Harga murah	3	Harga cukup mahal	2

Gambar 11. Alternatif fungsi bagian rangka

d) Fungsi pemindah

Alternatif fungsi pemindah	G-1 Alternatif 1		G-2 Alternatif 2		G-3 Alternatif 3	
						
	Roda dengan rem		Roda tanpa rem		Roda dengan pad	
Aspek yang dinilai	Kriteria	Nilai	Kriteria	Nilai	Kriteria	Nilai
Manufaktur	Komponen standar	3	Komponen standar	3	Komponen standar	3
Fungsi	Mampu bergerak rotasi	3	Tidak bisa bergerak rotasi	3	Mampu bergerak rotasi	3
Harga	Harga cukup mahal	2	Harga murah	3	Harga mahal	1

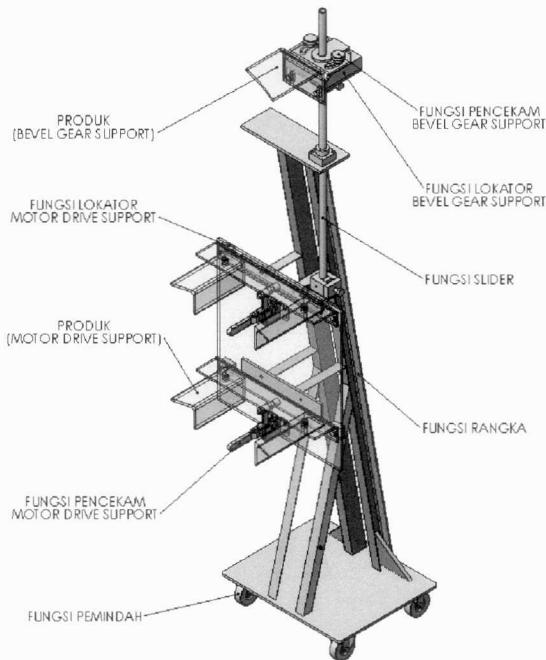
Gambar 12. Alternatif fungsi bagian pemindah

Dari beberapa alternatif fungsi bagian yang diusulkan, selanjutnya dilakukan pencarian variasi fungsi bagian dengan memasang alternatif-alternatif masing-masing fungsi bagian tersebut.

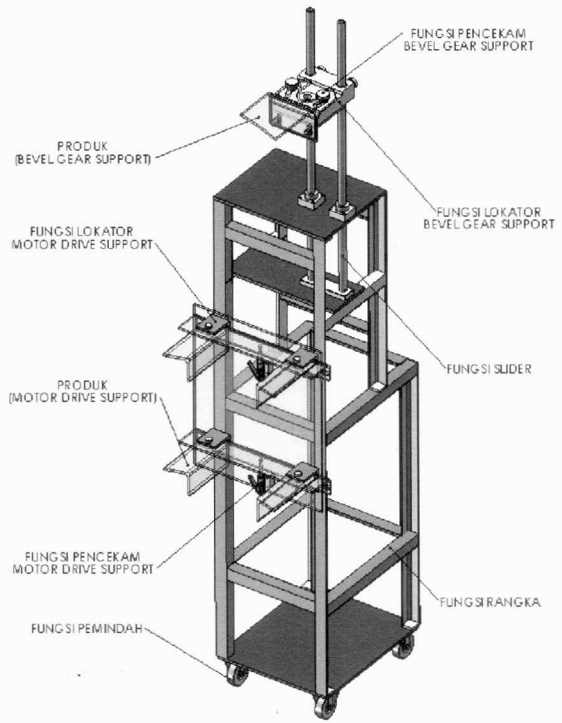
Tabel 2. Diagram morfologi penentuan variasi konsep rancangan

NO	FUNGSI BAGIAN	ALTERNATIF FUNGSI BAGIAN		
		AFB 1	AFB 2	AFB 3
1	Fungsi Lokator <i>Motor Drive Support</i>	A-1	A-2	A-3
2	Fungsi Lokator <i>Bevel Gear Support</i>	B-1	B-2	B-3
3	Fungsi Pencekam <i>Motor Drive Support</i>	C-1	C-2	C-3
4	Fungsi Pencekam <i>Bevel gear Support</i>	D-1	D-2	D-3
5	Fungsi Rangka Utama	E-1	E-2	E-3
6	Fungsi <i>Slider</i>	F-1	F-2	F-3
7	Fungsi Pemindah	G-1	G-2	G-3
ALTERNATIF FUNGSI KESELURUHAN		AFK 1	AFK 2	AFK 3

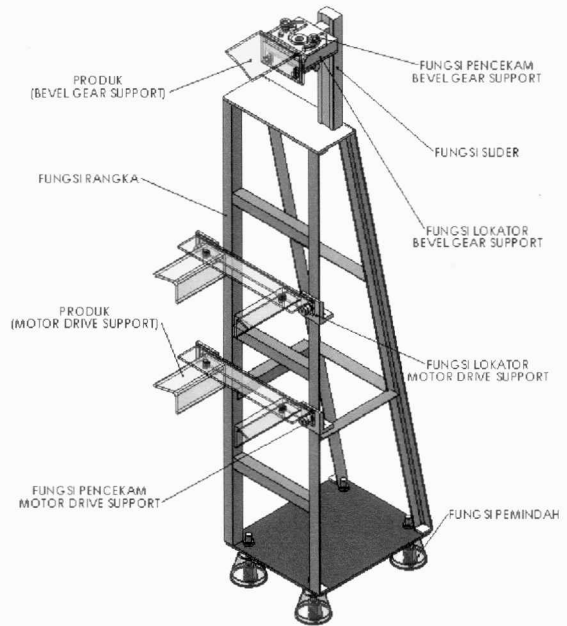
Berikut adalah variasi konsep rancangan yang dihasilkan sesuai dengan diagram morfologi diatas.



Gambar 13. Variasi konsep rancangan 1

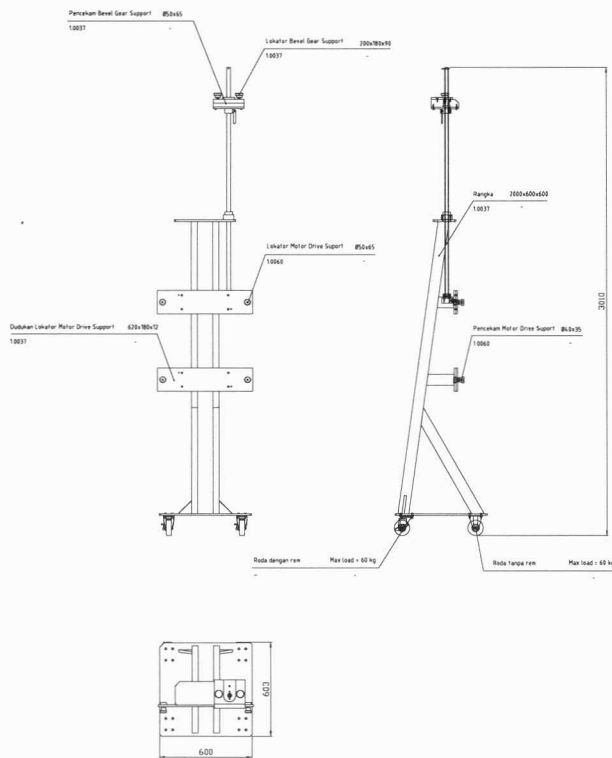


Gambar 14. Variasi konsep rancangan 2



Gambar 15. Variasi konsep rancangan 3

Setelah dihasilkan tiga buah variasi konsep rancangan, selanjutnya adalah melakukan pemilihan variasi konsep. Pemilihan variasi rancangan didasarkan pada dua aspek, yaitu aspek teknik dan aspek ekonomi. Penilaian aspek teknik terdiri atas pemenuhan fungsi, manufaktur, optimalisasi komponen standar, perawatan dan keamanan. Sedangkan aspek ekonomi terdiri atas biaya pembuatan dan biaya perawatan. Dari proses ini maka yang terpilih adalah variasi konsep rancangan 1. Tahap berikutnya adalah membuat draft rancangan dan melakukan optimasi dari rancangan terpilih.



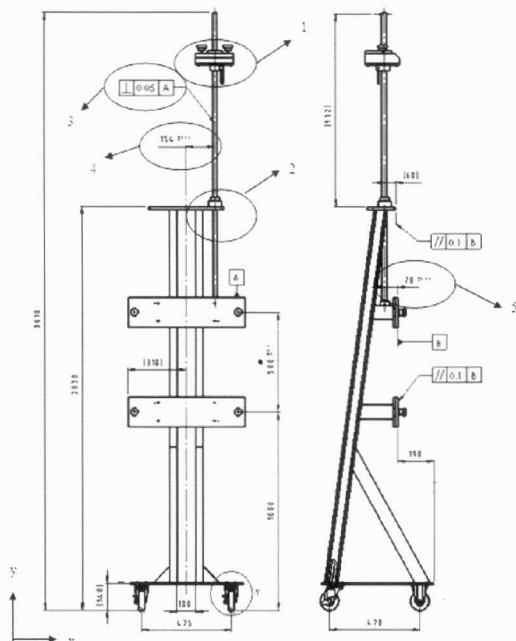
Gambar 16. Draft rancangan terpilih

Tahap selanjutnya adalah melakukan pemeriksaan pada konstruksi rancangan terhadap pemenuhan tuntutan yang ada.

5. ANALISIS RANCANGAN DAN PEMBAHASAN

Setelah proses desain selesai, tahap berikutnya adalah melakukan pemeriksaan terhadap pemenuhan semua tuntutan, diantaranya pemenuhan terhadap toleransi kesatusumbuah, kekuatan kampuh las pada daerah kritis, defleksi pipa dan tegangan tekuk.

5.1 Pemeriksaan kondisi toleransi



Gambar 17. Pemeriksaan kondisi toleransi

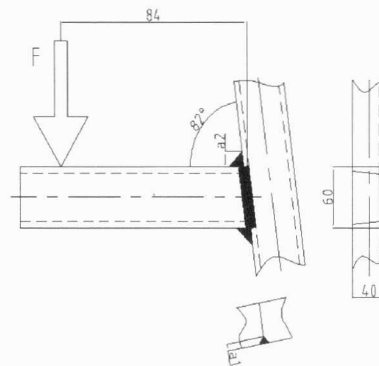
Kondisi pemeriksaan yang dilakukan adalah pada posisi 1 untuk bevel gear support clamper assy, posisi 2 pada pengarah pipa slider, posisi 3 ketegaklurusan antara pipa slider terhadap referensi A dan kondisi pemasangan rangka (sumbu x dan y).

Tabel 3. Kondisi toleransi pada setiap posisi

Posisi	Kondisi	Maksimum [mm]	Minimum [mm]
1	Clearance antara slider dan bush	0,07	0,009
	Clearance antara dudukan produk dan bush	0,06	0,01
2	Clearance antara pengarah pipa dan slider	0,07	0,009
3	Ketegaklurusan antara pipa slider thp datum A	0,05	0,05
4	Posisi pemasangan pipa arah sb. x	0,128	0,3
5	Posisi pemasangan pipa arah sb. y	0,128	0,3

5.2 Perhitungan kekuatan kampuh las

Perhitungan lebar kampuh las (a_1 dan a_2) dengan kasus seperti gambar dibawah.



Gambar 18. Kondisi pengelasan

- Kampuh a_1 menerima beban bengkok dan geser. Maka :

$$\tau_R = \frac{F_g}{A_w} \leq \tau_{Izin} \quad (1)$$

$$A_w = \frac{F_g}{\tau_{Izin}} = \frac{366 \text{ N}}{135 \text{ N/mm}^2} = 2,71 \text{ mm}^2 \quad (2)$$

$$A_w = l \times a \quad (3)$$

$$a = \frac{A}{l} = \frac{2,71 \text{ mm}^2}{65 \text{ mm}} = 0,05 \text{ mm} \quad (4)$$

dengan kondisi ini maka a yang dipakai = 3 mm

$$l = l_s - 2a \quad (5)$$

$$l = 65 \text{ mm} - 2 \cdot (3 \text{ mm}) = 59 \text{ mm}$$

$$A_w = l \times a = 59 \text{ mm} \times 3 \text{ mm} = 177 \text{ mm}^2 \quad (6)$$

Dengan demikian kondisi tegangan yang terjadi pada kampuh las adalah :

$$\tau_g = \frac{F_g}{A_w} = \frac{366 \text{ N}}{177 \text{ N/mm}^2} = 2,06 \text{ N/mm}^2 \quad (7)$$

$$M_b = F \times l \quad (8)$$

$$M_b = 362 \text{ N} \times 84 \text{ mm} = 30,45 \text{ mm} \quad (9)$$

$$W_w = \frac{1}{6} (h - 2.a)^2 \times a \quad (10)$$

$$\frac{1}{6} (60,8 - 2.(3))^2 \times 3 = 1501,52 \text{ mm}^3 \quad (11)$$

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_w} \leq \sigma_{izin} \quad (12)$$

$$\sigma_b = \frac{30,45 \text{ Nmm}}{1510,52 \text{ mm}^3} = 20,3 \text{ N/mm}^2 \quad (13)$$

▪ Kampuh a2 menerima beban tarik (kupas). Maka :

$$\sigma_t = \frac{F}{A_w} \leq \sigma_{izin} \quad (14)$$

$$\sigma_t = \frac{362,5 \text{ N}}{102 \text{ mm}^2} = 3,55 \text{ N/mm}^2 \quad (15)$$

$$\sigma_{w gab} = \sqrt{(\sigma_b + \sigma_t)^2 + 3 \cdot \tau_g^2} \quad (16)$$

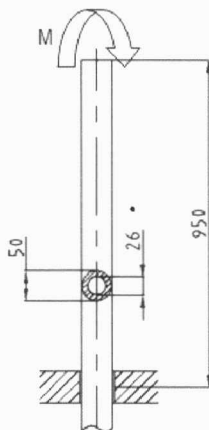
$$\sigma_{w gab} = \sqrt{(20,3 + 3,55)^2 + 3 \cdot (2,06)^2} \quad (17)$$

$$= 24,1 \text{ N/mm}^2 \quad (18)$$

Kondisi ini menunjukkan bahwa konstruksi *fixture* yang menggunakan sistem pengelasan masih sangat aman

5.3 Perhitungan defleksi pada pipa slider

Perhitungan defleksi ini dilakukan akibat adanya momen pengencangan sebesar 3071,4 Nmm pada saat pengencangan baut pada lokator *bevel gear support*.



Gambar 19. Defleksi akibat gaya tangan

$$f = \frac{M \cdot l^2}{2EI_y} = \frac{3071,4 \text{ Nmm} \cdot (950 \text{ mm})^2}{2 \cdot 203300 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 2,84 \cdot 10^5 \text{ mm}^4} = 0,024 \text{ mm}$$

5.4 Perhitungan perkiraan waktu proses dengan menggunakan *fixture*

Setelah *welding fixture* ini dibuatkan perlu dilakukan perhitungan perkiraan waktu proses dengan menggunakan *fixture*, karena salah satu tujuan dibuatnya *welding fixture* ini adalah mempercepat waktu proses pembuatan dan perakitan transformator khususnya pada saat pengelasan *bevel gear support* dan *motor drive support*. Berikut ini adalah perbandingan waktu proses tanpa menggunakan *fixture* dan dengan menggunakan *fixture*.

Tabel 4. Perbandingan waktu proses

No	Uraian	Tanpa <i>Fixture</i> [menit]	Dengan <i>Fixture</i> [menit]	Jumlah Operator [orang]
1	Cutting	20	20	1
2	Grinding	8	8	1
3	Drilling	12	12	1
4	Setting	15	3,97	1
5	Welding	8	8	1

Dari hasil simulasi yang telah dilakukan, maka didapat total waktu perkiraan dari proses *setting motor drive support* dan *bevel gear support* pada transformator ketika akan dilas yaitu **3,97** menit.

6. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil proses perancangan dan analisa konstruksi *welding fixture* untuk pengelasan *motor drive support* dan *bevel gear support* ini, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu :

1. Secara *design* telah dibuktikan bahwa, *welding fixture* yang telah dirancang dapat memenuhi tuntutan utama yaitu mampu menepatkan kesatusumbuan antara poros keluaran *motor drive* dan poros keluaran *bevel gear* dengan penyimpangan maksimum kurang dari Ø 0.3mm
2. Berdasarkan perkiraan waktu proses dengan menggunakan *welding fixture* yang telah dirancang, dapat mempercepat waktu setting produk hampir empat kalinya daripada tidak menggunakan *welding fixture*
3. Harga *welding fixture* **Rp. 4.788.135,-** yang merupakan hasil dari perhitungan estimasi sebagai informasi awal untuk rencana pembuatannya.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih atas perhatian dan kerja sama dari PT. Pauwels Trafo Asia.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gerling, Heinrich. 1974, *All About Machine Tools*, New Delhi. Wiley Eastern Limited.
- [2] Goeritno, Wahjoe, Uli Wikanda dan Ecep Setiawan. 2000. *Standar Polman Seri 0 Elemen Pengikat dan Penghubung*. Bandung: Penerbit Polman
- [3] Hakim, Adies Rahman.2002. *Kekuatan Bahan Dasar*. Bandung: Penerbit Polman
- [4] Herman Jütz dan Eduard Scharkus. 1976. *Westerman Tables for the Metal Trade*, New Delhi. Wiley Eastern Limited.
- [5] Krar, Steve, J.W. Oswald dan J. E. St. Amand. 1997. *Technology of Machine Tools*. New York: McGraw-Hill, Inc.
- [6] Kurniawan. *Perancangan Peralatan Penepat Dasar*. 2000. Bandung: Penerbit Polman
- [7] Purnawarman, Otto. *Fixture pengelasan* Bandung. Politeknik Manufaktur Bandung.
- [8] Ruswandi, Ayi. *Metoda Perancangan*.2000. Bandung: Penerbit Polman
- [9] -----, tt . *Elemen Mesin 3. Perhitungan Elemen Mesin*. Bandung. Politeknik Manufaktur Bandung.
- [10] Rochim, Taufiq. 1993 . *Teori dan Teknologi Proses Pemesinan*. Bandung. Lab. Teknik Produksi Jurusan Teknik Mesin FTI – ITB.
- [11] Rolof / Matek, *maschinenelemente Tabellen, viewegs Fachbucher der Technik*, 1994
- [12] Wiryosuwanto, Harjono dan Toshie Okumura. 2000. *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta: Pradnya Paramita