

PERANCANGAN *WELDING FIXTURE SIDE BEAM ASSEMBLY* KERETA LISTRIK-KFW DENGAN *TOGGLE* HIDROLIK DENGAN POSISI *PEDESTAL* DI BAWAH DI PT INDUSTRI KERETA API(INKA) MADIUN

Bustami Ibrahim, Ade Ramdan, Taufik Ashra

Jurusan Teknik Perancangan Manufaktur, Politeknik Manufaktur Negeri Bandung
Jl. Ir. H. Juanda Komp. Kanayakan Dago, Tromol Pos 851, Bandung 40135 Indonesia
Phone : 082120169526, E-mail : bustami@polman-bandung.ac.id, tfk_de@yahoo.com

Abstrak

Fixture Side Beam merupakan alat bantu untuk pengelasan komponen *assy side beam*. Dengan *Fixture Side Beam* dapat meringkas proses pengelasan tetapi tetap dengan satu *fixture*. Dengan pemanfaatan *Fixture Side Beam* ini waktu proses pengelasan produk (*side beam*) dapat dipersingkat karena menggunakan sistem hidrolik.

Tujuan dari penggunaan *Fixture Side Beam* ini adalah penghematan biaya produksi suatu produk dengan cara meminimalkan waktu pembuatan produk. Dengan penggunaan *Fixture Side Beam* ini juga diharapkan dapat meminimalkan penggunaan *fixture* dan mengoptimalkan penggunaan mesin dengan operator yang tidak terlatih sekalipun sehingga akan banyak menghemat biaya. Penekanan jumlah produk *reject* juga dapat dilakukan atau bahkan dihilangkan dengan penggunaan dari *Fixture Side Beam* ini.

Diharapkan dengan penggunaan *Fixture Side Beam* ini semua permasalahan yang dihadapi dalam proses pengelasan *side beam* dapat diatasi. Sehingga dapat meningkatkan kualitas dan jumlah produk yang dihasilkan. Selain itu dapat memenuhi kepuasan pelanggan terhadap produk yang dihasilkan.

Kata kunci : *Fixture Side Beam, side beam, sistem hidrolik, penghematan biaya produksi, Penekanan jumlah produk, meningkatkan kualitas.*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT Industri Kereta Api (PT INKA) merupakan sebuah Badan Usaha Milik Negara yang berdiri pada 19 Agustus 1981. PT INKA merupakan pengembangan dari Balai Yasa Lokomotif Uap yang dimiliki oleh PJKA (sekarang PT Kereta Api) pada saat itu. Balai jasa ini berlokasi di Madiun. Semenjak lokomotif uap sudah tidak dioperasikan lagi, maka balai jasa ini dialih fungsikan menjadi pabrik kereta api. PT INKA melakukan *joint venture* dengan General Electric dalam memproduksi lokomotif. Selain untuk kebutuhan dalam negeri, produksi juga ditujukan untuk ekspor terutama ke Malaysia.

Salah satu komponen kereta api yang dikerjakan PT. INKA untuk mendukung pasar perkereta apian dalam bentuk *mass product* adalah *Side Beam* untuk Bogie MC KRL KFW dan *Side Beam* untuk Bogie TC KRL KFW yang digunakan pada Kereta Rel Listrik yang dipesan oleh negara Malaysia. Permintaan *Side Beam* dari negara Malaysia itu sendiri dengan jumlah permintaan sebanyak 1600 unit.

Side Beam termasuk dalam sub *assy* penggerak kereta api, dimana part ini merupakan komponen yang sangat penting. Posisi part ini berada di daerah kerangka pembawa roda yang fungsinya mengikat *Bogie* dan membuatnya tetap sejajar. Oleh karena itu pengerjaan *Side Beam* ini harus sesuai dengan gambar kerja dan mengikuti toleransi yang diberikan pada gambar kerja tersebut, sehingga *Side Beam* tersebut dapat digunakan dengan baik dan pemasangan part komponen dengan mudah.

Side Beam terdiri dari 22 komponen dengan dua part utama yaitu *body side beam* dan *pedestal*.

Dimana part yang akan di las adalah *pedestal* terhadap *body side beam*.

Proses pengelasan antar bagian *side beam* membutuhkan penyetingan yang lama yakni 3 jam, dengan bidang posisi pengerjaan yang berbeda-beda dan dengan menggunakan *fixture* yang berbeda pula setiap operasinya ini menyulitkan operator dalam pengerjaannya dan pencekaman.

Pengelasan *side beam* pada *fixture* yang lama posisi *pedestalnya* berada pada atas *body side beam* pada saat pengelasan. Sedangkan pada *fixture* yang baru posisi *pedestalnya* berada dibawah *body side beam* pada saat pengelasan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas penulis merumuskan permasalahan tersebut menjadi : perancangan dan perhitungan biaya produksi *fixture* untuk proses pengerjaan 4 buah pengelasan *pedestal* pada komponen *side beam* dengan posisi *pedestal* di bawah *body side beam*.

1.3 Tujuan Penulisan

Adapun tujuan penulisan karya tulis ini adalah sebagai berikut :

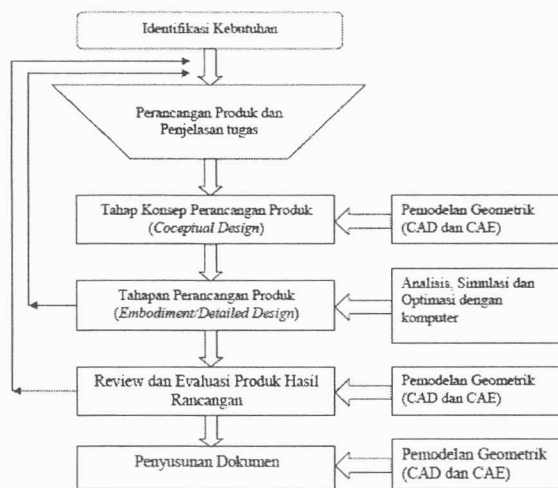
1. Sebagai media pembelajaran dalam perancangan dan pembuatan *fixture*.
2. Memenuhi persyaratan kelulusan semester 6 program D3AT POLMAN Bandung jurusan Teknik Perancangan Perangkat Presisi.
3. Menghasilkan rancangan *fixture* terbaik untuk proses pengerjaan 4 buah pengelasan *Pedestal* pada komponen *Side Beam*

2. LANDASAN TEORI

2.1. Pengertian

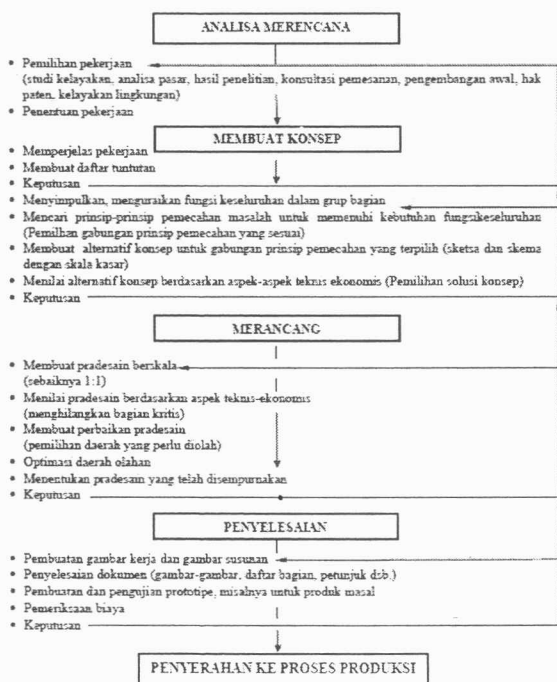
Secara sederhana perancangan dapat didefinisikan sebagai kegiatan pemetaan dari ruang fungsional (tidak kelihatan/ *imajiner*) kedalam ruang fisik (kelihatan dan dapat dirasakan atau diraba) untuk memenuhi tujuan akhir perancangan secara spesifik dan obyektif.

Kegiatan perancangan terdiri dari serangkaian kegiatan yang berurutan. Setiap fase masih terdiri dari beberapa kegiatan, yang dinamakan langkah dalam fase. Salah satu deskripsi proses perancangan adalah deskripsi yang menyebutkan bahwa proses perancangan terdiri dari fase-fase berikut, yaitu:



Gambar 2.1 Diagram alir fase-fase proses perancangan

2.2 Metode Perancangan Menurut VDI 2222



Gambar 2.2 Diagram Alir Cara Merancang VDI 2222

VDI 2222 mendapat pengakuan baik nasional maupun internasional dari para praktisi rekayasawan maupun dari pendidik. Metoda ini terdiri

dari 4 fase : analisis/merencana, mengkonsep, merancang, dan penyelesaian. Setiap fase terdiri dari langkah-langkah seperti yang terlihat pada gambar 2.2. VDI adalah singkatan dari *Verein Deutsche Ingenieur* yang artinya adalah Persatuan Insinyur Jerman.

2.3 Jig & Fixture (Peralatan Pengarah dan Penepat)

2.3.1 Pengertian Jig & Fixture

Kata *Jig* diartikan sebagai alat untuk mengontrol dan mengarahkan alat potong dalam suatu proses pembentukan benda kerja atau produk. Secara umum penggunaan *jig* adalah pada pengarah alat potong seperti : mengarahkan proses pelubangan (*drilling*), peluasan lubang (*boring*), pembuatan lubang presisi (*reaming*), pengarah busur las atau solder, pengelasan (*riveting*) atau dimana proses pengarah dianggap sangat penting untuk digunakan.

Fixture adalah alat bantu yang berfungsi memegang, melokasikan benda kerja atau produk pada posisi tertentu dan menjamin agar benda kerja tetap pada posisinya saat proses pengerjaan berlangsung. Istilah lain yang digunakan adalah *checking jig* yang sering digunakan pada industri otomotif, yaitu alat bantu pengukuran untuk menguji ketepatan ukuran yang dihasilkan setelah benda kerja mengalami suatu proses.

2.3.2 Tujuan Penggunaan Jig & Fixture

Tujuan penggunaan JF dapat dilihat dari berbagai aspek, diantaranya adalah :

Aspek Teknis/fungsi :

- Mendapatkan ketepatan ukuran
- Mendapatkan keseragaman ukuran

Aspek Ekonomi :

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

Aspek sosial/keamanan :

- Mengurangi beban kerja fisik operator
- Mengurangi resiko kecelakaan kerja

2.3.3 Pertimbangan umum pembuatan Jig & Fixture

Sebelum memastikan penggunaan *Jig & Fixture* pada suatu proses produksi sangat perlu dipertimbangkan pemenuhan tuntutan sebagai berikut

1) Tuntutan Fungsi

- Tuntutan fungsi yang utama pada penggunaan *Jig & Fixture* atau JF adalah bentukan dan toleransi yang diharapkan dapat tercapai.

- Keseragaman ukuran pada produk masal dapat terpenuhi.
 - Waktu proses sebelum penggunaan JF yang relatif panjang akibat penyetingan dan penanganan benda kerja dapat berkurang secara nyata.
 - Pada penggunaan *Checking Fixture* ukuran atau bentuk yang diterima dan tidak dapat segera dikenali.
- 2) Tuntutan Penanganan atau Pengoperasian**
- JF harus dapat dioperasikan dengan mudah dan cepat oleh operator awam sekalipun.
 - Penggunaan aspek ergonomi harus diperhatikan.
 - Elemen operasi mudah dikenali dan dimengerti cara kerjanya.
 - Perlu mempertimbangkan aspek pengguna misalnya: wanita untuk pertimbangan berat, alat bantu khusus jika menggunakan operator cacat, dll.
- 3) Tuntutan Ekonomi**
- Biaya pembuatan JF tidak terlampaui.
 - Target pencapaian BEP (*Break Even Point*) tercapai.
- 4) Tuntutan Konstruksi**
- Optimalisasi penggunaan elemen standar.
 - Rancangan hendaknya logis dan tidak berlebihan.
 - Elemen yang lepas pasang harus diikat agar tidak jatuh atau hilang.
 - JF yang bergerak atau berputar harus diseimbangkan terlebih dahulu.
 - Penggunaan elemen yang mengunci sendiri (*self locking*) pada mesin yang memiliki getaran tinggi atau tergesernya benda kerja akibat kerusakan alat potong perlu dipertimbangkan lebih dalam.
- 5) Tuntutan Keamanan**
- Aspek umum keselamatan ditempat kerja dapat diperhatikan.
 - Pengamanan terhadap bahaya listrik, mekanik dan tekanan yang berlebihan.
 - Pengamanan pada saat proses pemesinan atau kegagalan pemesinan.
 - Pengamanan terhadap sumber tenaga pencekaman.
 - Keamanan terhadap benda kerja akibat kesalahan peletakan, pencekaman dan saat proses.

2.3.4 Aspek Teknis Pembuatan Jig & Fixture

Untuk merancang dan membuat peralatan penepat yang baik diperlukan beberapa persyaratan yang harus dipenuhi yaitu :

1) Peletakkan Benda Kerja (*Location*)

Titik peletakan cukup jelas terlihat oleh operator. Pada benda kerja yang memiliki ukuran mentah seperti pada benda tuangan (*casting*) dimungkinkan peletakan yang dapat diatur (*adjustable*) untuk menjaga keausan locator atau adanya variasi ukuran benda kerja.

2) PENCEKAMAN (*Clamping*)

Penyusunan atau peletakan pencekam dan besarnya gaya pencekaman benar-benar meniadakan gaya reaksi akibat gaya-gaya luar akibat proses pemotongan benda kerja. Gaya pencekaman tidak menyebabkan benda kerja terdeformasi atau merusak permukaannya.

3) Penanganan (*Handling*)

Komponen kontrol dan JF keseluruhan harus ringan dan mudah untuk dinaikturunkan dari dan ke mesin. Tidak ada sisi tajam pada JF. Benda kerja yang kecil dan sulit, dalam pemasangan atau pelepasan benda kerja diberikan kemudahan.

4) Kelonggaran (*Clearance*)

Tersedia cukup ruang untuk pembuangan beram hasil pemotongan benda kerja, jika beram tidak diinginkan terbuang keluar melalui arah yang sama dengan pemotongan. Penggunaan celah untuk tangan operator atau alat bantu yang dimaksudkan untuk mengeluarkan beram yang tersumbat sangat dimungkinkan.

5) Kekakuan atau Stabilitas (*Rigidity/Stability*)

Meskipun JF diharapkan seringnya mungkin kestabilan sangat diperlukan, proposional terhadap besar benda kerja dan gaya luar yang bekerja. Jika perlu digunakan pengikatan baut-mur terhadap mesin.

6) Bahan (*Material*)

Komponen utama yang mendapatkan gesekan dan atau tumbukan gaya menggunakan material *Tool Steel* atau mendapatkan perlakuan pengerasan. Penggunaan material sisipan (*insert*) pada komponen yang bergesekan dimaksudkan untuk mempermudah penggantian. Jika digunakan komponen yang dilas perlu dilakukan perlakuan *stress relief* setelah pengelasan atau sebelum pemesinan untuk menghindari tegangan dalam maupun pelentingan akibat las.

7) Toleransi (*Tolerance*)

Toleransi pengerjaan komponen JF yang berhubungan dengan hasil proses adalah sepertiga dari toleransi benda kerja. Misalnya jarak lubang yang akan diproses pada benda kerja memiliki toleransi ± 0.3 mm toleransi pada jignya untuk setting jarak antar pengarah (*bush*) adalah 0.1 mm.

8) Keamanan (Keamanan)

Penggunaan JF tidak membahayakan baik bagi operator, mesin, benda kerja maupun konstruksi dari *jig & fixture* itu sendiri.

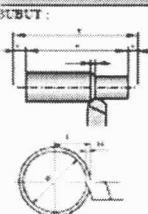
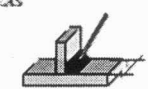
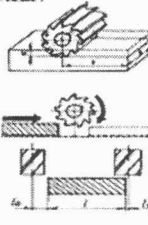
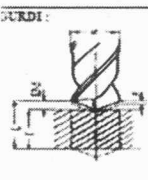
2.3 Alat dan Bagian Penunjang Conveyor

Berdasarkan gambar teknik, dimana dinyatakan spesifikasi geometrik suatu produk komponen mesin salah satu atau beberapa mesin proses pemesinan harus dipilih sebagai suatu proses atau urutan proses yang digunakan untuk membuatnya untuk itu perlu dipahami lima elemen dasar proses pemesinan :

1. Kecepatan Potong (*Cutting Speed*) : V_c [m/min].
2. Kecepatan Pemakanan (*Feeding Speed*) : S [m/min]

3. Kedalaman Pemotongan (*Depth Of Cut*) : A [mm]
4. Waktu Pemotongan (*Cutting Time*) : Tc [min]
5. Putaran (*Rotation*) : n [rpm]

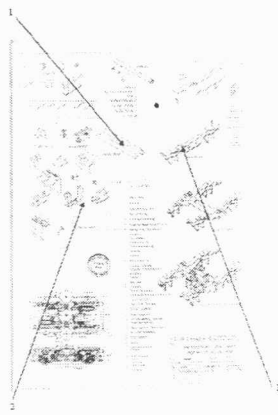
Elemen proses pemesinan di atas dipengaruhi oleh dimensi benda kerja atau dimensi alat potong dan bahan alat potong atau bahan benda kerja. Proses pemesinan yang akan kami bahas adalah proses pemesinan yang umum dikenal yaitu proses bubut, frais, bor, shaping.

GAMBAR	PERSAMAAN	KET
	<ul style="list-style-type: none"> • Waktu pemeraan $th = \frac{L}{S \cdot n}$ $n = \frac{F \cdot r \cdot 1000}{\pi \cdot d}$ $L = l - (R - l)$ (braket silinder) $L = r - l$ (braket permukaan) 	<ul style="list-style-type: none"> th = waktu pemeraan [min] l = panjang langkah [mm] d = diameter benda kerja [mm] Vc = kecepatan potong [m/min] n = putaran [rpm] r = radius benda kerja [mm] S = kecepatan pemakanan [mm/min] la = jarak alat potong terhadap benda kerja yang akan dipotong [mm] l = jumlah pemotongan
	<ul style="list-style-type: none"> • Waktu pengelasan $th = l \cdot z$ 	<ul style="list-style-type: none"> th = waktu pemakanan [menit] l = panjang pengelasan z = kecepatan pemakanan (0.75 mm/min = 100 cm = 0.0075 mm/cm)
	<ul style="list-style-type: none"> • Waktu pemeraan $th = \frac{L}{S}$ • Feeding $S = n \cdot z \cdot f$ $n = \frac{F \cdot r \cdot 1000}{\pi \cdot d}$ $L = l + l_1 + l_2$ 	<ul style="list-style-type: none"> th = waktu pemeraan [min] n = jumlah putaran [rpm] z = jumlah gigi pada fa = kemampuan tiap gigi [mm/min] l = panjang gerak meja [mm] l1 = panjang benda [mm] l2 = gerak awal [mm] l3 = gerak akhir [mm] l = jumlah pemotongan z = jumlah pemotongan ke samping
	<ul style="list-style-type: none"> • Waktu pemeraan $th = \frac{L}{S \cdot n}$ $L = l + 0.3d$ $n = \frac{F \cdot r \cdot 1000}{\pi \cdot d}$ 	<ul style="list-style-type: none"> th = waktu pemeraan [min] l = kedalaman lubang [mm] l1 = jarak langkah mata bor [mm] d = diameter mata bor [mm] Vc = kecepatan potong [m/min] n = putaran [rpm] S = feeding [mm/min] z = jumlah lubang

3 PROSES PERANCANGAN

3.1 Analisi Produk

Side Beam merupakan komponen bagian dari *Sub Assy Bogie*. Dimana bagian ini berfungsi sebagai rangka utama dari *bogie* yang diperuntukan untuk proyek kereta listrik-KFW pesanan negara Malaysia yang mendapatkan lisensi dari negara Jerman.

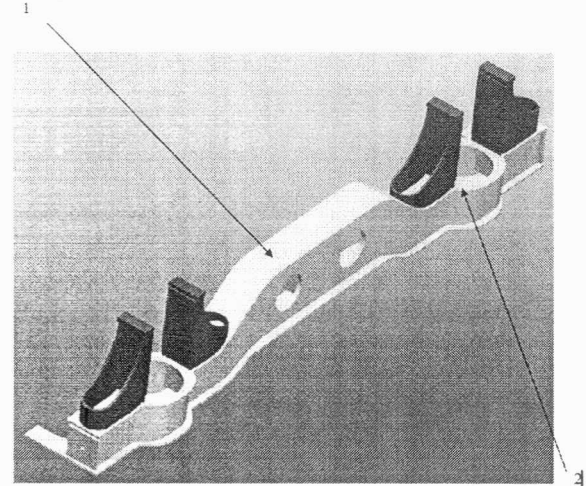


Gambar 3.1 Flow Chart Bogie: (1)Tutup Bogie, (2)Tutup Rangka, (3)Rangka Bogie

Pada gambar diatas menunjukan alur dari perakitan *bogie*, dimana *bogie* itu sendiri tersusun atas 3 sub assy yaitu *cross beam*, *brocket assy*, *side beam*.

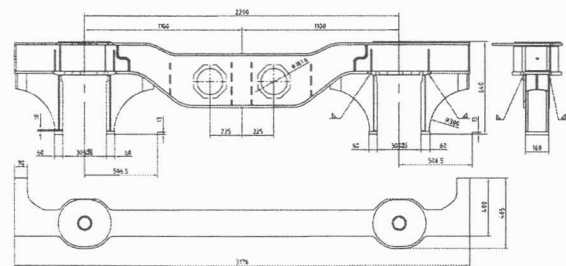
Produk *Side Beam* memiliki ukuran yang besar yakni 485 x 640 x 3176 mm sehingga proses pengangkatannya dilakukan oleh *crane*. *Side Beam* ini akan diproduksi sebanyak 1600 unit.

Side Beam ini terdiri dari 22 part dengan dua part utama yaitu : *body side beam*, *pedestal*.



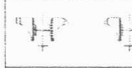
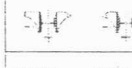


Gambar 3.3 Produk Side Beam; (1) body side beam, (2) pedestal

Pada *Side Beam* terdapat 4 komponen *Pedestal* yang dikerjakan dengan proses pengelasan terhadap *Body Side Beam*. Proses pengelasan *Pedestal* terhadap *Body Side* merupakan proses terakhir pengelasan dari komponen sub assy dari *Side Beam* itu sendiri. Sistem pengelasan *Side Beam*, ini dimana *pedestal* berada di atas *body side beam*. Empat buah *pedestal* ini menuntut kesumbuan satu sama lain. Dimensi komponen *pedestal* yang akan dilas adalah 160 x 160 x 410 (mm).



Gambar 3.4 side beam

Analisis Operation Plan (OP)

Gambar	Proses
	Pembuatan pedestal pada katrol.
	Catam busur kera.
	Pembuatan bogie pada frame pada bogie.
	Catam busur kera.

Tabel 3.1 Analisis OP

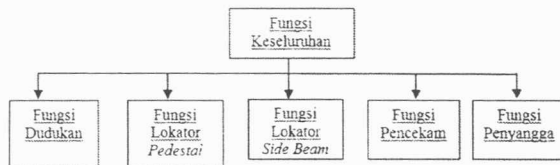
Daftar Tuntutan

No.	Tuntutan	Kriteria
1.	Tuntutan utama:	
	1.1 Pencekaman	Tidak merusak benda kerja
	1.2 Penagaman	Mudah dalam pengoperasian fixture
	1.3 Posisi BK	<i>Pedestal</i> berada diatas <i>body</i>
2.	Tuntutan kedua:	
	2.1 Material	Memfaatkan material yang tersedia dibagian <i>Maintenance</i> PT. INKA
3.	Keinginan:	
	3.1 Pengoperasian alat	Hanya dilakukan oleh satu operator

Tabel 3.2 Daftar tuntutan

Penguraian fungsi

Pada tahapan ini dilakukan pembagian fungsi pada alat *fixture* sebagai sarana untuk pencarian alternatif dan pemecahan masalah fungsi tersebut.



Gambar 3.5 Pembagian Fungsi Bagian

Alternatif pemecahan masalah fungsi bagian

1. Fungsi Dududukan

A-1	ALTERNATIF 1	A-2	ALTERNATIF 2	A-3	ALTERNATIF 3
	• Base plate dengan pengelasan	• Base plate dengan pemressan		• Base plate tuangan	
• Kelebihan	• Kelebihan	• Kelebihan		• Kelebihan	
1. Mudah dibuat	1. Represisasinya bagus	1. Konstruksi kokoh		1. Konstruksi kokoh	
2. Konstruksi cukup kokoh	2. Konstruksi kokoh				
• Kekurangan	• Kekurangan	• Kekurangan		• Kekurangan	
1. Tidak bisa dibongkar	1. Harga mahal	1. Harga mahal		1. Harga Mahal	

Tabel 3.3 Alternatif Fungsi Dudukan

2. Fungsi Lokator Pedestal

B-1	ALTERNATIF 1	B-2	ALTERNATIF 2	B-3	ALTERNATIF 3
	• Lokator tuangan	• Lokator pengelasan		• Lokator pemressan	
• Kelebihan	• Kelebihan	• Kelebihan		• Kelebihan	
1. Konstruksi kokoh	1. Konstruksi kokoh	1. Konstruksi kokoh		1. Konstruksi kokoh	
2. Ketahanan hasil baik					
• Kekurangan	• Kekurangan	• Kekurangan		• Kekurangan	
1. Harga Mahal	1. Kurang presisi	1. Rumit			

Tabel 3.4 Alternatif Fungsi Lokator Pedestal

3. Fungsi Side Beam

C-1	ALTERNATIF 1	C-2	ALTERNATIF 2	C-3	ALTERNATIF 3
	• Lokator Pengelasan	• Lokator Angle Plate		• Lokator pemressan	
• Kelebihan	• Kelebihan	• Kelebihan		• Kelebihan	
1. Konstruksi kokoh	1. Harga murah	1. Konstruksi kokoh		1. Harga murah	
	2. Part Standar				
• Kekurangan	• Kekurangan	• Kekurangan		• Kekurangan	
1. Kapasitas kurang		1. Rumit		1. Rumit	

Tabel 3.5 Alternatif Fungsi Lokator Side Beam

4. Fungsi Pencekam

D-1	ALTERNATIF 1	D-2	ALTERNATIF 2	D-3	ALTERNATIF 3
	• Intermediate flange mounting	• Head square flange		• End angle mounting	
• Kelebihan	• Kelebihan	• Kelebihan		• Kelebihan	
1. Sedikit memakan dudukan	1. Sedikit memakan dudukan	1. Konstruksi kokoh		1. Konstruksi kokoh	
2. Part Standar	2. Part Standar				
• Kekurangan	• Kekurangan	• Kekurangan		• Kekurangan	
		1. Banyak memakan dudukan			

Tabel 3.6 Alternatif Fungsi Pencekam

5. Fungsi Penyangga

E-1	ALTERNATIF 1	E-2	ALTERNATIF 2	E-3	ALTERNATIF 3
	• Penyangga di las	• Welded Steel Struts		• Penyangga tuangan	
• Kelebihan	• Kelebihan	• Kelebihan		• Kelebihan	
1. Mudah di buat	1. Murah	1. Konstruksi kokoh		1. Konstruksi kokoh	
2. Konstruksi kokoh	2. Part Standar				
• Kekurangan	• Kekurangan	• Kekurangan		• Kekurangan	
1. Banyak pengelasan	1. Banyak memakan tempat	1. Mahal			

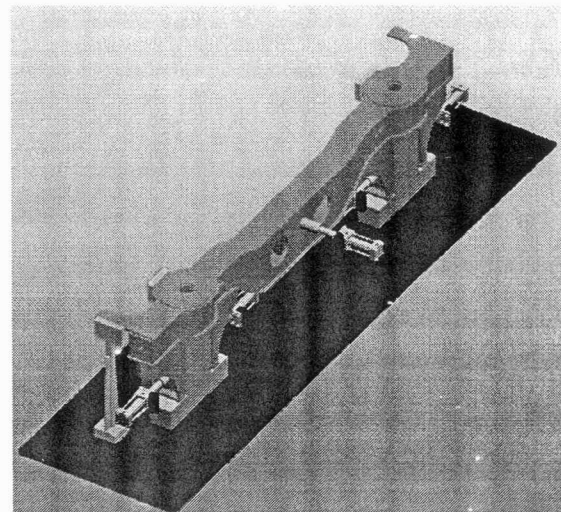
Tabel 3.7 Alternatif Fungsi Penyangga

Kotak Morfologi

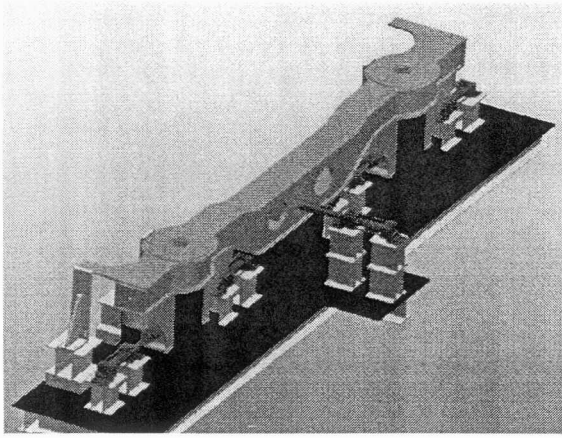
NO	FUNGSI BAGIAN	ALTERNATIF FUNGSI BAGIAN		
		ALT 1	ALT 2	ALT 3
1	Fungsi Dudukan	A-1	A-2	A-3
2	Fungsi Lokator Pedestal	B-1	B-2	B-3
3	Fungsi Lokator Side Beam	C-1	C-2	C-3
4	Fungsi Pencekam	D-1	D-2	D-3
5	Fungsi Penyangga	E-1	E-2	E-3
	AFK	AFK 3	AFK 2	AFK 1

Tabel 3.8 Kotak Morfologi

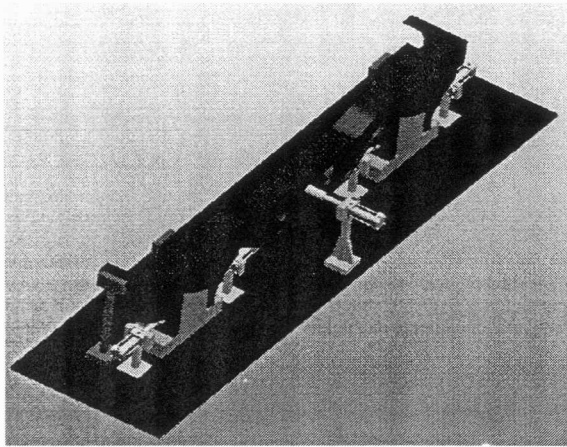
Berdasarkan kotak morfologi di atas, maka dihasilkan tiga rumusan Alternatif Fungsi Keseluruhan. Berikut visualisasi serta keterangan ketiga Alternatif Fungsi keseluruhan tersebut.



Alternatif 1



Alternatif 2



Alternatif 3

Penilaian

1. Penilaian dari segi teknis

No	ASPEK YANG DINILAI	Bobot (%)	AFK			Nilai Ideal
			AFK 1	AFK 2	AFK 3	
1	Pencapaian fungsi	35	4	5	4	5
2	Proses pembuatan	30	3	3	2	5
3	Optimalisasi komponen standar	10	2	3	3	5
4	Perakitan	10	3	3	3	5
5	Perawatan	5	2	3	2	5
6	Keamanan	5	3	4	3	5
7	Ergonomis	5	3	4	3	5
Nilai Total			20	26	22	22
Persentase			57%	80%	62%	100%

2. Penilaian dari segi ekonomis

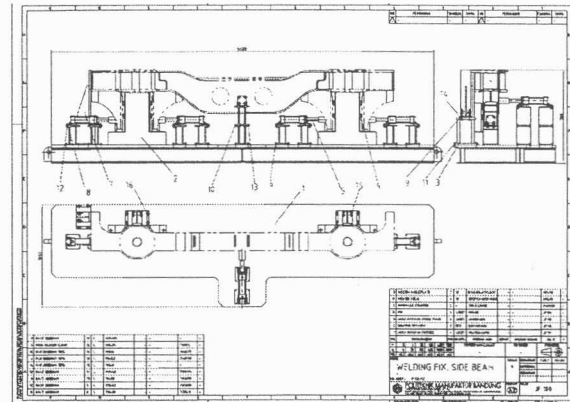
No	ASPEK YANG DINILAI	Bobot (%)	AFK			Nilai Ideal
			AFK 1	AFK 2	AFK 3	
1	Biaya pembuatan	60	3	3	3	5
2	Biaya perawatan	40	3	4	3	5
Nilai Total			6	6	6	10
Persentase			60%	70%	60%	100%

Pengambilan keputusan

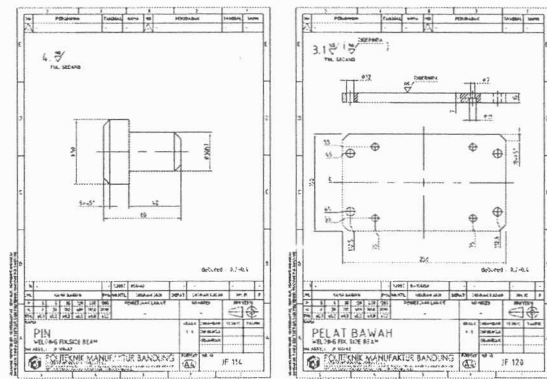
Berdasarkan aspek-aspek diatas maka fungsi kombinasi yang paling ideal dari ke 3 alternatif diatas adalah alternatif 2. Keputusan ini didasarkan pada penilaian ketiga alternatif fungsi keseluruhan terhadap aspek teknis dan aspek ekonomisnya. Adapun spesifikasi alternatif 2 dapat dilihat dari kotak morfologi yang telah ditampilkan sebelumnya.

3.2 Pembuatan Rancangan

Pada tahap ini dibuat gambar kerja susunan dan gambar kerja detail yang nantinya akan digunakan sebagai informasi dalam proses manufaktur juga sebagai bahan dalam pembelian part-part standar yang digunakan.



Gambar 8 Gambar Kerja Susunan



Gambar 9 Gambar Kerja Bagian

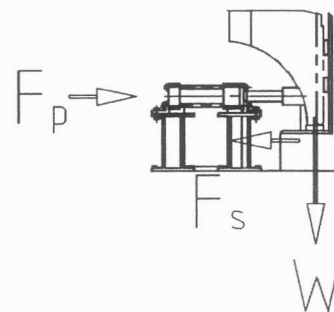
4 PROSES PERHITUNGAN

Perhitungan Silinder pada Pedestal

$$V = 3,119 \times 10^6 \text{ mm}^3 \text{ (analisis Pro E)}$$

$$\rho = 7,85 \times 10^{-6} \text{ kg/mm}^3$$

$$m = \rho \times V = 7,85 \times 10^{-6} \text{ kg/mm}^3 \times 3,119 \times 10^6 \text{ mm}^3 = 24,484 \text{ Kg}$$



$$W = 24,484 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 240,188 \text{ N}$$

$$F_s = W \times \mu = 240,188 \text{ N} \times 0,3 = 72,056 \text{ N}$$

$$P = 4 \text{ Bar} = 4 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$F_s = A \times P$$

$$A = \frac{F_s}{P}$$
$$= \frac{72,056}{4 \times 10^5}$$
$$= 1,801 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$r = \sqrt{\frac{1,801 \times 10^{-4}}{\pi}}$$
$$= 7,57 \times 10^{-3} \text{ m} = 7,57 \text{ mm}$$

$$d = 15,14 \text{ mm} = 15 \text{ mm}$$

Dari perhitungan diatas silinder yang digunakan adalah silinder dengan diameter bor 32 mm.

5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan pengontrolan dan analisis rancangan maka diperoleh data sebagai berikut:

1. Harga *fixture side* pada hasil perhitungan estimasi harga, harga *fixture* adalah **Rp 63,389,912,-**
2. Penggunaan *fixture side beam* untuk posisi *pedestal* di bawah *body* terlalu mahal dan perlu dikaji ulang untuk pengembangan selanjutnya, mungkin saja perlu dibandingkan dengan posisi *body* di bawah dan *pedestal* di atas.

5.2 Saran

Untuk perawatan diharapkan kebersihan di lingkungan mesin lebih dijaga. Pengaturan layout pabrik untuk diperbaiki dan ditata ulang sesuai dengan urutan OP yang baru.

Daftar Pustaka

- (1) _____, _____. 1982 *Machine tool design handbook*. New Delhi. Central Machine Tool Institute Bangalore.
- (2) Kurniawan. 2000. *Perancangan Peralatan Penepat*. Bandung . Politeknik Manufaktur Bandung
- (3) _____, _____. *Western Tables for The Metal Trade*
- (4) _____, _____. 2004. *Metode Perancangan I*. Bandung . Politeknik Manufaktur Bandung
- (5) Rahman, Adies. 2002. *Kekuatan bahan dasar* . Bandung . Politeknik Manufaktur Bandung