

PERANCANGAN ALAT BANTU FASILITAS KERJA OPERATOR LAS DENGAN PRINSIP ERGONOMI DAN KONSEP VALUE ENGINEERING

(“Studi Kasus :UD. Sumber Anyar”)

Oleh :

Ahmad Irwanto

Program Teknik Industri – Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Gresik

Abstrak

Industri Pompa Air merupakan salah satu industri yang sedang berkembang di Indonesia. Pada UD. Sumber Anyar, aktivitas pengelasan dilakukan terhadap benda kerja las yaitu berupa kipas sirip (baling-baling) dengan menggunakan mesin las listrik. Setiap operator melakukan aktivitas pengelasan dengan fasilitas bantu yang ada sejajar dengan lantai, sehingga mengharuskan operator cenderung menghasilkan posisi duduk jongkok, punggung membungkuk, mengabaikan prinsip-prinsip kerja ergonomis, yang mengakibatkan ketidaknyamanan kerja(kelelahan). Keadaan ini beresiko menimbulkan kelelahan dan cedera kerja. Penelitian ini diawali dengan mengidentifikasi fasilitas kerja pengelasan, posisi postur tubuh pekerja, ketidaknyamanan operator mengenai keluhan dan harapan operator untuk sikap kerja melalui analisis kuesioner nordic body map dan wawancara, yang kemudian hasilnya diterjemahkan menjadi konsep perancangan alat bantu pengelasan, yaitu berupa meja dudukan benda kerja kipas sirip. Tahapan kedua adalah memunculkan alternatif- alternatif alat bantu. Tahapan ketiga adalah melakukan analisis terhadap alternatif- alternatif alat bantu yang muncul. Tahapan keempat dilakukan analisa biaya dan perhitungan value dengan menggunakan nilai performansi diperoleh dari hasil tahapan ketiga. Dan tahapan kelima akan dipersentasikan alternatif terbaik yang terpilih dengan nilai (value) tertinggi yaitu 1,16 , serta akan disajikan laporan lengkap hasil evaluasi. Penelitian ini bertujuan untuk mendesain alat bantu pengelasan dan memperbaiki postur pekerja operator saat melakukan aktivitas pengelasan melalui konsep Value Engineering(VE), dengan penerapan prinsip ergonomi terutama dalam hal penentuan dimensi ukuran-ukurannya yang akan mengaplikasikan data antropometri yang relevan. Perancangan alat bantu ini dapat dinyatakan bahwa terdapat perbaikan postur kerja operator pada saat melakukan aktivitas pengelasan, sehingga operator berada dalam kondisi yang aman.

Kata Kunci: Perancangan Alat Bantu Pengelasan, Ergonomi-Anthropometri, Value Engineering, Fast Diagram, AHP-Expert Choice

1. Pendahuluan

Bengkel UD.Sumber Anyar merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang pengelasan dan perakitan pompa air. Bengkel ini berlokasi di Jl.Raya Pasar Glagah, Lamongan No.34. Bengkel UD. Sumber Anyar menghasilkan beberapa produk, salah satunya adalah *Kipas Sirip* yang digunakan untuk kipas pada pompa sentrifugal.

Pada proses produksi pembuatan *part* dan aksesoris, teridentifikasi bahwa fasilitas

kerjaoperator kurang memperhatikan prinsip-prinsipergonomi terutama pada bagian pengelasan. Pada bagian pengelasan, operator bekerja dalam posisi kerja yang tidak benar, yang menyebabkan posisi kerja yang terbentuk adalah duduk jongkok dengan punggung membungkuk. Kondisi kerja dimana punggung dan leher operator selalu membungkuk mengindikasikan bahwa fasilitas kerja yang ada bersifat tidak ergonomis.

Fasilitas kerja yang tidak sesuai menyebabkan posisi kerja menjadi tidak

nyaman. Perbaikan posisi kerja dan perancangan fasilitas kerja serta alat bantu dalam proses produksi merupakan salah satu solusi untuk menyelesaikan permasalahan diatas. Dengan adanya alat bantu pengelasan yang dirancang secara khusus; maka posisi kerja operator akan dirubah yaitu dari posisi kerja duduk/jongkok menjadi berdiri. Sebuah posisi kerja natural yang seharusnya dan sebaiknya dilakukan oleh operator yang melaksanakan pengelasan. Evaluasi dan pertimbangan ergonomis dalam perancangan alat bantu ini ditunjukkan melalui aplikasi konsep *value engineering* dan prinsip ergonomi (data antropometri) yang relevan dan untuk perancangan alat bantu yang diperlukan operator di stasiun kerja pengelasan.

2. Metodologi Penelitian

a. Tahap Survey awal

Survey awal dilakukan untuk mengetahui pengelasan pembuatan kipas sentrifugal pompa air serta fasilitas apa saja yang digunakan.

b. Identifikasi Masalah

Pada tahap ini dilakukan identifikasi masalah yang menyebabkan ketidaknyamanan operator pada saat bekerja, yaitu pada stasiun kerja yang tidak ergonomis.

c. Analisa Postur Kerja dan Alat Bantu

Adapun analisa yang diperlukan dalam penelitian ini antara lain :

1. Postur kerja
2. Alat bantu awal
3. Keluhan dan harapan operator
4. Desain alat bantu rencana

Setelah analisa dilakukan maka perlu perbaikan pada posisi kerja operator agar dapat bekerja dengan posisi kerja yang benar yang sesuai dengan prinsip-prinsip ergonomis.

d. Tahap Analisa Anthropometri

Analisa berikutnya yaitu anthropometri ukuran tubuh operator pengelasan, dengan jumlah operator las yang ada di bengkel jumlahnya tidak memenuhi maka digunakan

data anthropometri masyarakat orang indonesia sebagai dasar perancangan fasilitas kerja.

e. Tahap Perancangan

Perancangan dibuat sesuai dengan kebutuhan dari fasilitas kerja yang dirancang yaitu fasilitas kerja yang dimensinya sesuai dengan prinsip-prinsip ergonomis, melalui penerapan *Five Phase Job Plan* yang merupakan pengaplikasian dari langkah-langkah rekayasa nilai (*Value Engineering*).

3. Pengolahan Data Dan Pembahasan

Metode Pengumpulan data yang di gunakan dalam penelitian kali ini adalah dengan menggunakan metode riset lapangan yang mana data yang diperoleh peneliti dengan melihat langsung yang sebenarnya terjadi dilapangan. Langkah awal sebelum dilakukan perancangan alat bantu adalah mengidentifikasi fasilitas kerja yang menyebabkan kondisi dari posisi tubuh para pekerja tidak ergonomis.



Gambar 1. Posisi Kerja dan Fasilitas Bantu Awal

Setelah menyebarkan kuisioner kepada seluruh operator yang berjumlah 3 orang pada bagian pengelasan, dapat terlihat beberapa keluhan yang sering dialami oleh operator pengelasan. Hasil rekapitulasi perhitungan kuisioner *Nordic Body map* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Tabel Keluhan Segmen Tubuh Pekerja

NO	SEGMENT TUBUH	OPERATOR KE			JUMLAH	PRESENTASE OPERATOR YANG MENGELUH
		1	2	3		
1	Telapak kaki	✓	✓	✓	3	100%
2	Lutut	✓	✓		2	66,70%
3	Pinggang	✓	✓	✓	3	100%
4	Punggung			✓	1	33,30%

Dari rekapitulasi kuisioner diatas dapat dilihat bahwa jumlah keluhan terbesar terdapat pada bagian pinggang dan telapak kaki yaitu sebesar 100%, kemudian pada bagian lutut sebesar 66,70% dan terakhir pada bagian punggung sebesar 33,30%. Berdasarkan hasil kuisioner diatas dapat dilihat penyebab keluhan tersebut sebagai berikut:

- a. Keluhan pada pinggang dan punggung dikarenakan punggung dalam posisi membungkuk akibat sering menunduk pada saat proses pengelasan.
- b. Keluhan pada telapak kaki dan lutut disebabkan oleh posisi duduk jongkok pada saat melakukan proses pengelasan karena beban tubuh bertumpu pada keadaan yang kurang seimbang.

Pada tahap selanjutnya, di gunakan dalam penelitian kali ini adalah dengan menggunakan metode *Five Phase Job Plant* yang merupakan pengaplikasian dari langkah-langkah Rekayasa Nilai.

Tahap Informasi

Berdasarkan pada gambar 4.1 dan latar belakang masalah seperti yang telah diuraikan maka pokok permasalahan yang dihadapi adalah bagaimana meningkatkan kinerja operator dengan melakukan modifikasi posisi dan tata cara kerja yang benar melalui pendekatan prinsip ergonomi. Pengumpulan data dilakukan dengan cara wawancara langsung terhadap 3 operator las sebagai responden yang telah dipilih. Berdasarkan posisi postur tubuh pekerja dan hasil wawancara didapatkan keluhan dan harapan dari para operator. Untuk memudahkan dan lebih jelasnya mengenai keluhan dan harapan dari para operator dapat di lihat pada tabel 2 berikut.

No	Keluhan	Harapan Operator	Kebutuhan operator	Desain alat
1	Nyeri pada bagian telapak kaki, lutut, pinggang, dan punggung	Operator menginginkan alat bantu meja dudukan yang lebih tinggi sehingga posisi postur tubuh dalam bekerja tidak jongkok dan dapat meningkatkan kenyamanan kerja	Alat bantu las yang mengurangi nyeri pada bagian telapak kaki, lutut, pinggang, dan punggung	Alat dibuat dengan menambahkan meja sehingga posisi postur tubuh dalam bekerja dilakukan dengan berdiri yang disesuaikan dengan antropometri yang dilengkapi dengan klem penjepit
		Operator menginginkan benda yang dilas tidak harus dipegang sehingga tetap berada pada posisi yang terkunci	Alat bantu las dengan menggunakan sistem pengunci yang lebih baik	
2	Proses pengelasan pada dua bidang kampuh benda kerja	Operator menginginkan alat bantu las yang lebih mudah pada saat melakukan proses pengelasan terhadap dua bidang kampuh benda kerja	Alat bantu las dengan dengan proses pengelasan dua kampuh secara kontinyu	Ada penempatan meja putar yang mekanismenya kontinyu

Tabel 2. Tabel Keluhan dan Harapan Operator

Tabel 2 menjelaskan tentang keluhan-keluhan yang terjadi pada operator pada saat melakukan pengelasan. Berdasarkan tabel 2

maka didesain meja yang berfungsi untuk memudahkan operator untuk melakukan aktivitas pengelasan, sehingga operator bisa dengan aman dan nyaman dalam melakukan aktivitas pengelasan dan mengurangi keluhan kerja. Berdasarkan harapan dan kebutuhan operator yang ditampilkan pada tabel 2, maka dikembangkan sejumlah ide maupun alternatif pemecahan masalah. Ide maupun alternatif-alternatif yang dikembangkan diharapkan dapat memenuhi kebutuhan dan mewakili konsep mekanisme perancangan alat bantu duduk benda kerja *kipas sirip* yang baru.

Untuk selanjutnya dilakukan penyebaran kuisioner untuk mendapatkan kriteria awal pada penentuan desain alat bantu. Hasilnya berupa data yang masih mentah karena belum merupakan keinginan atau kebutuhan pemakai alat, dimana kriteria tersebut diperoleh dari kuisioner para pekerja. Tabel 3 menunjukkan kriteria- kriteria produk menurut keinginan pekerja las.

Tabel 3. Kriteria Produk Menurut Keinginan Pekerja Las

No	Keteria	Definisi
1.	Kemampuan (mengunci benda kerja)	Kemampuan alat untu memposisikan serta menahan benda kerja dengan stabil pada bagian-bagian yang memerlukan penyetelan/pengelasan.
2.	Kemudahan (<i>spare part</i>)	<i>Spare Part</i> tersedia banyak dijumpai sehingga mudah untuk mendapatkannya.
3.	Kehandalan	Rasa percaya atau kepercayaan konsumen terhadap suatu produk (kwalitas atau daya tahan produk tersebut).
4.	Kenyamanan (Saat Pengoperasian)	Memberikan kenyamanan, dimensi alat bantu disesuaikan dengan mempertimbangkan faktor teknis dan prinsip ergonomi.
5.	Multi guna / Fleksibel	Fungsi pada posisi kerja, operator tidak perlu berubah (bergerak-pindah) pada saat penyetelan sekaligus proses pengelasan komponen-komponen(rangkaian benda kerja).

Kemudian penggunaan ukuran dimensi Anthrpometri pada alat digunakan sebagai penyempurna dalam pembuatan desain

alternatif alat , agar dapat memenuhi keinginan dari fungsi alat yang akan dicapai peneliti. Dimana perancangan alat sangat berkaitan dengan aktifitas pemakainya dan data yang dibutuhkan guna pencapaian kebutuhan tersebut ialah data ukuran dimensi tubuh anthropometri para pekerja, sehubungan dengan data populasi sampel yang terpilih untuk data pengukuran tidak mencukupi, maka peneliti menggunakan Data Anthropometri orang indonesia yang terakhir diperbarui pada tahun 2010. Tabel Anthropometri orang indonesia selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Dimana dalam pembuatan alat bantu dikatakan berhubungan dengan data anthropometri tersebut. Data anthropometri yang digunakan dalam perancangan alat bantu ialah :

1. Lebar Bahu
2. Tinggi Mata Berdiri
3. Tinggi Siku Berdiri
4. Panjang Lengan ke Samping Kanan
5. Jangkauan Tangan ke Depan

Berdasarkan penentuan data *anthropometri*, maka alat bantu las dirancangmelalui data *anthropometri* yang ditampilkan. Perancangan alat bantu fasilitas dibutuhkan perhitungan persentil dari data yang telah ditentukan. Persentil yang digunakan adalah persentil ke-5 dan ke-50. Nilai persentil 50 adalah sama dengan nilai rata-rata (*mean*) dari data *anthropometri* yang dihitung. Nilai persentil ke-5 dan ke-50 data lebar bahu, tinggi mata berdiri, tinggi siku berdiri, panjang lengan ke samping kanandan jangkauan tangan ke depan, sebagai berikut :

Tabel 4. Perhitungan Ukuran Dimensi dan Persentil Data Anthropometri Pada Perancangan Alat

No	Spesifikasi Pada Alat	Dimensi Tubuh yang digunakan	Persentil	Ukuran (cm)	Tujuan
1	Diameter meja putar	Lebar bahu	50 th	42 cm	Untuk menentukan panjang diameter meja
2	Tinggi alat Bantu	Tinggi mata berdiri	50 th	151,4 cm	Untuk menentukan tinggi alat bantu keseluruhan
3	Tinggi meja putar dari lantai	Tinggi siku berdiri	5 th	93 cm	Untuk menyesuaikan posisi postur tubuh pekerja pada saat melakukan pengelasan
4	Lebar rangkaian penjepit dari titik tengah	Panjang lengan tangan ke samping kanan	5 th	47,7 cm	Untuk menentukan panjang lengan statis
5	Lebar kaki meja	Jangkauan tangan ke depan	50 th	81 cm	Untuk menyesuaikan jarak alat bantu las terhadap postur tubuh pekerja

Berdasarkan tabel 4 diatas dapat diketahui setiap spesifikasi alat bantu pengelasan memiliki ukuran yang disesuaikan terhadap bagiannya masing-masing, sehingga setiap bagian alat bantu pengelasan digunakan sesuai dengan tujuan dan kebutuhan yang ada.

Tahap Kreatif

Pada tahap kreatif ini peneliti membuat *Diagram FAST* yang disusun berdasarkan heraki fungsi, fungsi tingkat tinggi diletakkan sebelah kiri sedangkan fungsi tingkat rendah diletakkan disebelah kanan. Penyusunan fungsi– fungsi dalam diagram FAST dilakukan dengan menggunakan dua buah pernyataan yaitu : mengapa (how) dan bagaimana (why).



Gambar 2. Diagram FAST Alat Bantu Pengelasan

Selanjutnya peneliti melakukan pengumpulan data dengan melakukan survey menggunakan kuisioner yang di sebarakan kepada responden yang telah di pilih dalam penentuan tingkat kriteria produk. Adapun yang bertindak sebagai responden adalah:

1. Pemilik Usaha = 1 orang
 2. Karyawan = 6 orang
 3. Operator Las = 3 orang
- Total = 10 orang

Mengenai responden yang terdapat di tempat kerja penelitian, sebagaimana yang telah disebutkan pada rincian tabel di atas, bahwasanya Pemilik Usaha sekaligus menjadi kepala bengkel dan Karyawan (selain operator las) ialah objek responden yang telah ditentukan dengan kemampuan tingkat pemahaman dan berpengalaman yang cukup mengenai klasifikasi ketrampilan yang sama atau mendekati nilai rata-rata terhadap para ahli di bidang pengelasan dan perancangan alat yang dimaksud. Hal ini bertujuan agar hasil penilaian yang dihasilkan selanjutnya, dapat mewakili kondisi yang sebenarnya.

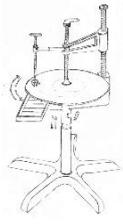
Kemudian untuk pengisian kuisioner pada bagian tingkat kepentingan, responden diminta memberikan skala nilai kriteria– kriteria sesuai dengan tingkat kepentingan. Skala nilai kriteria yang digunakan adalah 1/9 dengan penjelasan masing-masing skala. Berdasarkan

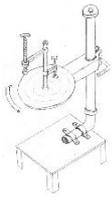
hasil penilaian responden melalui kuisioner yang di edarkan untuk menentukan tingkat kepentingan, didapat urutan perolehan tingkat kepentingan dari kriteria yang akan dipakai dalam perhitungan matrik kelayakan pada alternatif awal dan alternatif pilihan. Adapun urutan peoritas tingkat kepentingan tersebut adalah:

1. Kemampuan (mengunci benda kerja)
2. Kenyamanan
3. Multi guna / Fleksibel
4. Kehandalan
5. Kemudahan *spare part*

Sesudah urutan prioritas tingkat kepentingan didapat, tahap selanjutnya ialah memunculkan beberapa alternatif berdasarkan dari penelitian alternatif awal dan berbagai macam pertimbangan. Adapun alternatif yang di munculkan antara lain :

Tabel 5. Alternatif-alternatif Pilihan Alat Bantu

No	Desain Alternatif	Keterangan alternatif
1	I (Awal)	Alat Bantu sederhana berupa besi siku yang diletakkan pada lantai sebagai tumpuan benda kerja , penggaris siku dan plat besi kecil sebagai penjepit komponen
2		<ul style="list-style-type: none"> • Bentuk kaki meja berdimensi rangka kubus • Meja putar berbentuk persegi • Rangkaian pengunci benda kerja menyatu dengan meja putar • Lengan penyangga rangkaian, bertumpu pada tepi meja putar
3		<ul style="list-style-type: none"> • Bentuk kaki meja berupa jari-jari berdimensi lingkaran menyatu dengan poros penyangga utama • Meja putar berbentuk lingkaran • Rangkaian pengunci benda kerja bertumpu pada lengan pembantu yang mengait pada poros penyangga utama • Poros penyangga utama berbentuk adjustable

4		<ul style="list-style-type: none"> • Bentuk kaki meja berdimensi kubus dengan poros penyangga berada di atasnya • Meja putar berbentuk lingkaran • Rangkaian pengunci benda kerja di lengkapi dengan poros statis yang bertumpu pada diameter tengah meja putar • Poros penyangga utama berbentuk adjustable
---	---	--

Tahap Analisa

Setelah melalui tahap kreatif, selanjutnya dilakukan Tahap Analisa atau tahap evaluasi. Tahap Analisa ini dilakukan dengan berberapa analisa antara lain: (1) Analisa keuntungan dan kerugian pada alternative. (2) Perhitungan penilaian keteria yang dibangun dengan matrik kelayakan (3) Analisa pembobotan pada kriteria (4) Perhitungan performansi dengan matrik evaluasi terhadap alternatif yang terpilih.

Tahap permulaan dari tahap ini adalah melakukan analisa keuntungan dan kerugian pada alternatif-alternatif yang dijelaskan pada tahap kreatif. Analisa keuntungan dan kerugian untuk tiap-tiap alternatif alat bantu pengelasan dijelaskan pada tabel analisa berikut ini :

Tabel 6. Analisa Keuntungan dan Kerugian

Keuntungan	Kerugian
Alternatif I (Awal)	
<ul style="list-style-type: none"> • Komponen mudah di dapat • Harga murah 	<ul style="list-style-type: none"> • Faktor kenyamanan dalam pengoperasiannya kurang • Kemampuan pencekam benda pengelasan tidak maksimal • Waktu pengelasan tangan kiri digunakan untuk memegang benda kerja
Alternatif II	
<ul style="list-style-type: none"> • Komponen mudah di dapat • Mudah diperbaiki • Dalam Pengelasan operator tidak berpindah-pindah tempat 	<ul style="list-style-type: none"> • Biaya pembuatan lebih mahal • Rangkaian penahan benda kerja ikut berputar dengan meja. • Kaki penyangga meja terlalu besar • Sulit di bawa (dipindah)
Alternatif III	

<ul style="list-style-type: none"> • Komponen mudah di dapat • Dalam Pengelasan operator tidak berpindah-pindah tempat • Tinggi rendah alat bisa diatur (adjustable) • Kemampuan sistem pengunci benda lebih efektif (rangkain sistem pengunci tidak ikut berputar) • Tersedia tempat untuk menaruh komponen lain 	<ul style="list-style-type: none"> • Biaya pembuatan lebih mahal • Sulit dibawa (dipindah)
Alternatif IV	
<ul style="list-style-type: none"> • Dalam Pengelasan operator tidak berpindah-pindah tempat • Dalam Pengelasan operator tidak berpindah-pindah tempat • Tinggi rendah alat bisa diatur (adjustable) 	<ul style="list-style-type: none"> • Komponen sukar didapat • Kemampuan sistem pengunci benda kurang efektif (rangkain sistem pengunci bertumpu pada tengah diameter meja) • Biaya pembuatan lebih mahal • Sulit dibawa (dipindah)

Selanjutnya dilakukan perhitungan matrik kelayakan. Tujuan dilakukanya matrik ke;layakan adalah untuk menyeleksi alternatif-alternatif yang diambil agar memenuhi tujuan yang diinginkan. Dan memberikan nilai untuk menentukan urutan rangking tingkat kelayakan pada tiap-tiap altenatif dari kriteria-kriteria yang ada. Dalam penelitian ini penilaian melalui penyebaran kuisisioner dilakukan terhadap 10 responden yang sama yang sudah berpengalaman. Sedangkan kriteria-kriteria penilaian dari alat bantu pengelasan adalah sebagai berikut :

1. Kemampuan (mengunci benda kerja)
2. Kenyamanan
3. Multi guna / Fleksibel
4. Kehandalan
5. Kemudahan *spare part*

Hasil penilaian matrik kelayakan dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Pada tahap berikutnya dilakukan analisa terhadap beberapa alternatif terpilih yang diambil berdasarkan urutan rangking terbaik yang telah dihasilkan pada matrik kelayakan yaitu matrik evaluasi.

Pada matrik evaluasi akandiambil sebanyak tiga alternatif dan di tambah dengan alternatif awal yang telah ditetapkan sebelumnya. Pada matrik evaluasi ini akandigunakan sebanyak lima kriteria sebagai bahan pertimbangan didalam memberikan penilaian. Untuk selanjutnya hasil yang di dapat akan digunakan pada perhitungan tahap selanjutnya, yaitu tahap perhitungan performansi. Kelima kriteria tersebut berdasarkan kuisisioner yang telah di edarkan diawal sebagai berikut :

1. Kemampuan (mengunci benda kerja)
2. Kenyamanan
3. Multi guna / Fleksibel
4. Kehandalan
5. Kemudahan *spare part*

Cara penilaian yang dilakukan pada matrik evaluasi ini dengan kriteria yang diambil terhadap alternatif yang dipilih adalah sebagai berikut :

Tabel 7. Hasil Akhir Matrik Kelayakan

Alternatif	Kriteria					Total	Rangking
	1	2	3	4	5		
I	4	3	5	5	8	266	4
	4	5	3	2	2		
II	7	8	7	6	7	372	2
	7	1	2	4	8		
III	8	8	7	7	7	396	1
	7	2	9	3	5		
IV	7	7	6	6	6	351	3
	4	9	3	8	7		

- Sangat baik (5)
Baik (4)
Cukup baik (3)
Kurang baik (2)
Sangat kurang baik (1)

Penilaian dilakukan keempat alternatif yang

dipilih dengan menggunakan kriteria yang telah ditetapkan. Dalam penelitian ini penilaian melalui penyebaran kuisioner dilakukan terhadap 10 responden yang sama yang sudah berpengalaman. Adapun hasil dari perhitungan matrik evaluasi terdapat pada tabel di bawah ini:

Tabel 8. Hasil Penilaian Matrik Evaluasi

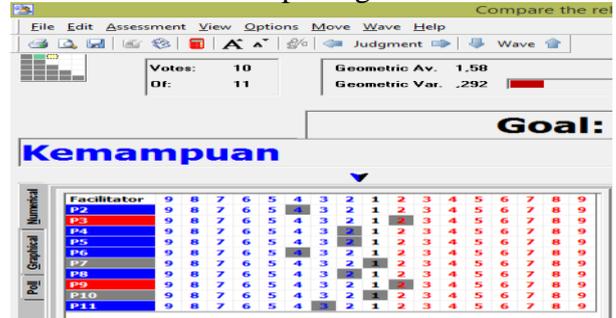
No	Alternatif	Kriteria				
		Kemampuan (mengunci benda kerja)	Kenyamanan	Multi Guna /Fleksibel	Kehandalan (tahan lama)	Kemudahan spare part
		1	2	3	4	5
1	I (Awal)	15	13	14	20	42
2	II	44	43	38	31	28
3	III	40	44	37	36	27
4	IV	39	33	35	39	23

Setelah dilakukan penilaian matrik evaluasi maka dilakukan pembobotan terhadap kriteria. Perhitungan pada pembobotan kriteria diperlukan sebelum menghitung performansi untuk tiap-tiap kriteria dengan menggunakan metode perbandingan berpasangan berdasarkan pada "Analytic Hierarchy Proses" (AHP) dari tingkat kepentingan. Matrik berpasangan dilakukan untuk menormalisasikan pembobotan dengan jalan membagi setiap entri dengan jumlah kolom yang bersangkutan tiap kriteria, selanjutnya menentukan beberapa baik nilai konsistensi dari data yang ada. Dengan ketentuan bilamana besar rasio inconsistency yang dapat dikatakan memenuhi data konsisten ialah $< 0,1$ (kurang dari pada 0,1).

Perhitungan bobot dari data kuisioner perbandingan berpasangan untuk alternatif pilihan dan kriteria setiap alternatif menggunakan *Software Expert Choise 11 for windows*. Adapun contoh perhitungan menggunakan *Software Expert Choise 11*

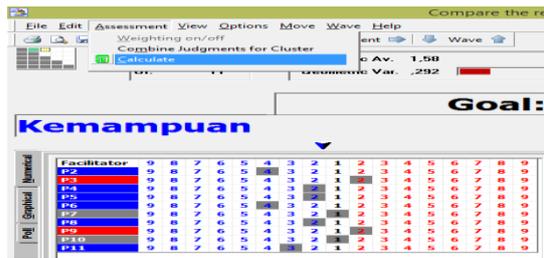
untuk penentuan bobot adalah sebagai berikut:

Tabel 9. Skor kuisioner Perbandingan Berpasangan



Dari hasil kuisioner di atas yang telah diisi oleh responden, data lalu dimasukkan dalam software expert choice, sebagai berikut

KRITERIA PEMBILANGAN	RESPONDEN										KRITERIA PEMBAGI
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Kemampuan	4	2	4	2	2	1	2	5	2	1	Kenyamanan
Kemampuan	4	5	6	4	3	5	4	5	5	3	Multi Guna/fleksibel
Kemampuan	7	4	6	6	2	3	1	5	6	6	Kehandalan
Kemampuan	8	2	7	6	5	3	7	7	8	9	Kemudahan spare part
Kenyamanan	3	4	4	2	5	3	4	5	1	1	Multi Guna/fleksibel
Kenyamanan	4	3	4	7	5	5	5	5	3	8	Kehandalan
Kenyamanan	6	5	6	2	5	5	2	5	4	4	Kemudahan spare part
Multi Guna/fleksibel	4	2	2	5	4	3	4	1	1	5	Kehandalan
Multi Guna/fleksibel	2	6	7	6	1	1	5	7	6	6	Kemudahan spare part
Kehandalan	2	3	4	3	2	2	3	2	1	3	Kemudahan spare part

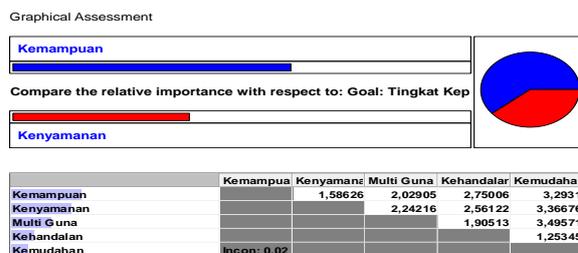


Gambar 3. Tampilan Software Setelah Data Dimasukkan

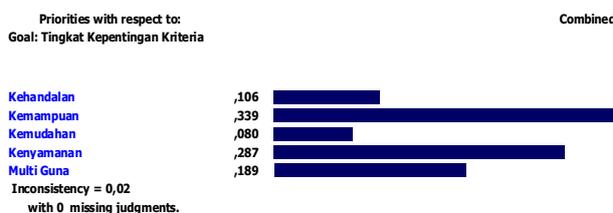
Dan untuk selanjutnya pilih assessment – calculate

Gambar 4. Cara Menghitung Dengan Memilih Assessment – Calculate

Kemudian dari hasil calculation Software Expert Choice di atas, didapat hasil perhitungan dalam bentuk diagram sebagai berikut :



Gambar 5. Hasil Calculation Dengan Tampilan Diagram



Gambar 6. Hasil Akhir Calculation Software Expert Choice

Dari hasil running software expert choice diatas, didapat kesimpulan untuk kriteria *kemampuan* menempati urutan pertama dengan nilai 0,339 . Selanjutnya adalah kriteria *kenyamanan* dengan nilai 0,287 , kriteria *multi guna* dengan nilai 0,189 , kriteria *kehandalan* dengan nilai 0,106 dan kriteria *kemudahan* dengan nilai 0,080.

Dengan besar rasio inconsistency adalah 0,02 kurang dari pada 0,1. Maka hasil penilaian

berdasarkan kuisioner tersebut sudah memenuhi syarat atau bisa dikatakan konsisten.

Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai performansi untuk tiap alternatif yang terpilih, perhitungan performansi dilakukan dengan mengalikannilai bobot pada tiap-tiap kriteria dengan nilai yang didapat dari hasil akhir evaluasi matriks.

Berikut ini tabel hasil perhitungan nilai performansi untuk alternatif-alternatif alat bantu terpilih dan alternatif awal sebagai berikut :

Tabel 10. Hasil Perhitungan Performansi

Alternatif	Kriteria evaluasi					Pn	Rangking
	Kemampuan	Kenyamanan	Multi guna / Fleksibel	Kehandalan	Kemudahan spare part		
	Bobot tiap kriteria						
	0,339	0,287	0,189	0,106	0,08		
I (awal)	15	13	14	20	42	27,076	4
II	44	43	38	31	28	39,965	2
III	40	44	42	36	38	40,982	1
IV	39	33	35	39	23	35,281	3

Pada tabel 4.12 diatas menjelaskan penilaian pada alternatif 3 menempati urutan pertama berdasarkan rangking hasil perhitungan performansi terbesar dari alternatif-alternatif yang lain. Sehingga dapat dipertimbangkan untuk ditindak lanjuti sebagai alternatif terpilih dalam pengembangan alternatif perbaikan alat bantu pengelasan pada tahap penentuan nilai (*value*) selanjutnya. Untuk perumusanperolehan nilai alternatif terpilih, dan alternatif yang lain dalam perhitungan performansi diatas, selengkapnya ditampilkan pada lampiran perhitungan performansi.

Tahap Pengembangan

Pada tahap pengembangan ini akan dilakukan 2 perhitungan yaitu analisa biaya dan perhitungan *Value* dengan menggunakan nilai performansi yang diperoleh dari hasil analisa dengan menggunakan matrik evaluasi.

Dalam perhitungan biaya ini akan dijelaskan mengenai biaya komponen dari alternatif yang terpilih. Perhitungan biaya dilakukan pada 3 alternatif dan 1 alternatif awal. Komponen biaya yang dipertimbangkan meliputi : biaya material atau bahan, biaya pendukung yang dikeluarkan dalam pembuatan, biaya pembuatan yang dikeluarkan dalam proses pembuatan alternatif juga termasuk tenaga kerja yang terlibat. Biaya pembelian dari setiap alternatif terpilih dan alternatif awal adalah sebagai berikut :

Tabel 11. Biaya Pembuatan Tiap Alternatif Pada Alat Bantu

NO	BIAYA ALTERNATIF	
	Alternatif	Biaya (Rp)
1.	I	Rp 70.000
2.	II	Rp 158.000
3.	III	Rp 146.000
4.	IV	Rp 136.000

Berdasarkan hasil analisa pada tahap sebelumnya diperoleh performansi dari biaya pembuatan alat bantu pengelasan, maka nilai tersebut akan dibandingkan sehingga diperoleh suatu nilai (*value*) sebagai bahan pertimbangan dalam pemilihan alternatif. Perhitungan nilai akan ditentukan dengan menggunakan :

$$\text{Rumus} = \frac{P}{C}$$

Dimana : V = Nilai (*value*)
 P = Performansi
 C = Biaya

maka alternatif terpilih dapat diketahui dengan rumus sebagai berikut :

$$V = \frac{P_n \times (C_o / P_o)}{C_n}$$

$$V_n = \frac{n \times P_n}{C_n}$$

Perhitungan nilai Value Alternatif I (Awal)

$$V_n = \frac{4134,67 \times 16,93}{70.000} = 0,99$$

Perhitungan nilai Value Alternatif II

$$V_n = \frac{4134,67 \times 39,965}{158.000} = 1,05$$

Perhitungan nilai Value Alternatif III

$$V_n = \frac{4134,67 \times 40,982}{146.000} = 1,16$$

Perhitungan nilai Value Alternatif IV

$$V_n = \frac{4134,67 \times 35,281}{153.000} = 0,95$$

Dengan menggunakan perumusan diatas, maka dapat diperoleh nilai untuk alternatif terpilih, dan alternatif yang lain.

Tahap Presentasi

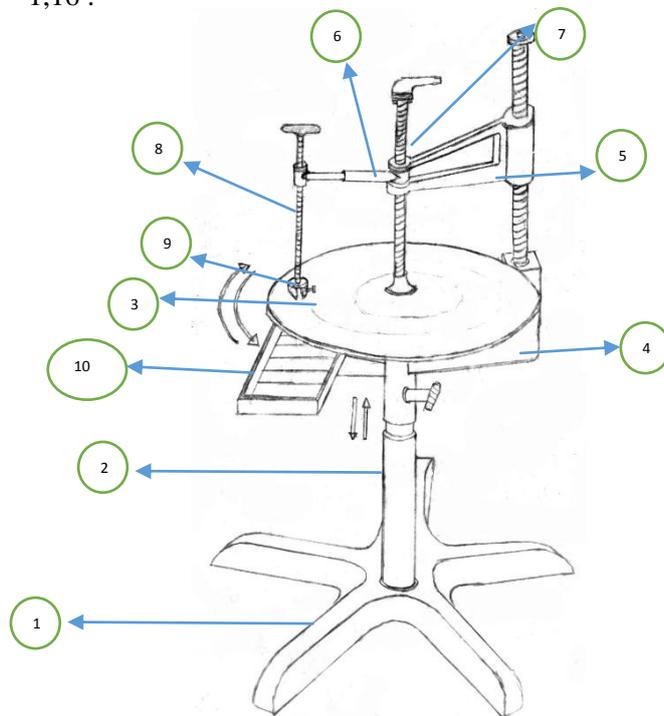
Tahap akhir dari 5 tahap rencana kerja adalah tahap presentasi yang merupakan tahap yang menjelaskan dari alternatif yang terbaik yang dipilih dari perhitungan nilai performansi pada masing-masing alat bantu dapat diperoleh nilai

(value) yang dapat menentukan alat bantu terbaik yang akan dipresentasikan. Berdasarkan hasil perhitungan nilai (*value*), maka dapat diketahui selisih nilai dari ke tiga alternatif terpilih dengan alternatif awal. Bahwasanya pada alternatif III (tiga) memiliki *nilai (value)* lebih tinggi dari alternatif awal dan alternatif yang lain. Hal ini di jelaskan selengkapnya pada tabel 4.14 sebagai berikut :

Tabel 12 Perhitungan Nilai

Alternatif	Pn	Biaya	Vn
I (Awal)	16,93	Rp 70.000	0,99
II	39,965	Rp 164.000	1,05
III	40,982	Rp 146.000	1,16
IV	35,281	Rp 136.000	0,95

Dengan demikian, maka pada tahap presentasi ini alternatif yang dipilih dan menjadi alternatif yang akan dipresentasikan pada alat bantu pengelasan adalah Alternatif III dengan value tertinggi yaitu 1,16 .



Gambar 7. Desai Alat Bantu Pengelasan (Alternatif terpilih)

Keterangan :

1. Kaki Meja
2. Poros Penyangga (penyangga utama)
3. Meja Putar
4. Lengan Statis
5. Lengan Dinamis
6. Lengan Dinamis Pembantu
7. Poros Pengunci Utama
8. Poros pengunci Pembantu
9. Mulut Cekam
10. Tool Box

Analisis posisi postur tubuh pekerja baru yaitu analisis posisi postur tubuh kerja saat operator melakukan pengelasan menggunakan alat bantu pengelasan yang baru. Posisi postur tubuh pekerja pada saat menggunakan alat bantu las rancangan dapat disesuaikan dengan kenyamanan operator karena sifat alat diposisikan sesuai kebutuhan. Adanya alat bantu akan menyebabkan berubahnya posisi maupun tata cara (metode) kerja yang harus dilakukan oleh operator. Dengan memberikan pelatihan dan sosialisasi penggunaan peralatan bantu, maka diharapkan operator akan bisa memahami dan menerima tata cara kerja yang baru yang lebih ergonomis dan produktif. Seberapa jauh kondisi kerja yang baru mampu memberikan perubahan tata cara kerja dan perbaikan kerja yang mampu dihasilkan di stasiun kerja pengelasan dapat dilihat dalam tabel berikut ini:

Tabel 13 Perbandingan Kondisi Kerja Sebelum dan Sesudah Menggunakan Alat Bantu (Stasiun Kerja Proses Pengelasan)

PARAMETER	SEBELUM	SESUDAH
Aktivitas kerja	Aktivitas kerja mengukur, memposisikan, menekan serta menahan dilakukan berulang kali (aktivitas tidak produktif)	Aktivitas-Aktivitas kerja tersebut bisa digabung jadi satu dengan bantuan alat bantu (meringankan beban kerja)
Material Handling	Aktivitas kerja manual dengan menggunakan peralatan yang kurang	Menggunakan peralatan yang lebih efektif (tidak lagi duduk jongkok dan

	memadai	membungkuk)
Kualitas Hasil Kerja	Kurang presisi, kurang variasi, dan hasil pengelasan kurang baik	Lebih presisi, menambah variasi, hasil pengelasan lebih baik
Kenyamanan	Pekerja sering mengalami keluhan rasa nyeri pada segmen tubuh	Keluhan kelelahan otot dan rasa nyeri pekerja pada saat sebelum dan sesudah melakukan aktivitas pengelasan berkurang.
Ergonomis	Alat bantu kurang memperhatikan ukuran antropometri	Ukuran pada alat bantu tepat secara teknis dan sesuai dengan antropometri

Berdasarkan analisis yang dihasilkan diperoleh hasil bahwa posisi postur tubuh pekerja operator saat melakukan pengelasan dengan menggunakan alat bantu yang dirancang dapat mengurangi resiko keluhan rasa nyeri di beberapa segmen tubuh karena rancangan alat merubah posisi postur tubuh pekerja yang semula duduk jongkok menjadi berdiri.

Rancangan fasilitas alat bantu pengelasan digunakan untuk memudahkan proses pengelasan terhadap bidang kampuh las tanpa harus membalik benda kerja, dengan posisi berdiri. Berdasarkan prinsip ergonomi dinyatakan posisi kerja operator berada dalam kondisi yang aman. Berdasarkan aktivitas pengelasan yang dilakukan, berpotensi menimbulkan resiko keluhan. Sedangkan setelah dilakukan perancangan alat bantu pengelasan, dapat mengurangi terjadinya resiko keluhan, karena alat bantu yang dirancang merubah posisi yang semula duduk jongkok dengan punggung membungkuk dirubah menjadi posisi kerja berdiri.

KESIMPULAN

- Berdasarkan dari penelitian alternatif awal dan berbagai macam pertimbangan, maka didapatkan tiga alternatif baru yang memiliki keunggulan dan kekurangan pada masing-masing alternatif. Disamping Value lebih tinggi dari alternatif yang lain, alternatif ke 3 (tiga) mempunyai beberapa keunggulan dalam segi keergonomisnya, yaitu :
 - Mudah dalam pengoperasiannya.
 - Dilengkapi dengan meja yang bisa berputar, untuk mempermudah kerja operator pada saat melakukan pengelasan sehingga operator tidak perlu berpindah memutar untuk mengelas sisi yang lain pada benda kerja .
 - Rangkaian pengunci benda kerja bertumpu pada lengan pembantu yang mengait pada poros penyangga utama sehingga efektif dalam mengurangi resiko pencekaman benda kerja yang tidak stabil.
 - Poros penyangga utama berbentuk adjustable yang bisa dinaik turunkan sesuai kebutuhan tinggi operator.
- Dari hasil penentuan nilai, maka ditentukan alternatif terpilih untuk rancang bangun alat bantu pengelasan ini yaitu alternatif yang ketiga (III), karena memiliki nilai (value) paling tinggi dari alternatif-alternatif yang lain dengan nilai (value) 1,16. Adapun perincian nilai (value) pada masing-masing alternatif sebagai berikut :

SARAN

Hasil analisis dan pembahasan dari aplikasi rekayasa nilai dapat diimplementasikan secara optimal maka perlu dipertimbangkan beberapa hal antara lain:

- Dianjurkan pada tahap ide untuk memunculkan *feature* desain, bekerja dengan tim ahli untuk membuat desain yang lebih bersifat modern dengan penambahan aplikasi otomatisasi.
- Perancangan yang sudah ada, sebaiknya dilakukan pengembangan lagi guna fungsi alat bantu bisa mencakup banyak permasalahan tidak hanya seputar pekerjaan pengelasan saja.
- Penelitian lebih lanjut dalam hal rancangan dapat diarahkan mengenai penjeputan

klemmasa dan untuk sistem penjepitan benda kerja yang lebih sederhana.

Reba (Studi Kasus : UD.Intim Baru).
Surakarta.

DAFTAR PUSTAKA

- Barness, Ralph M. *Motion and Time Study: Design and Measurement of Work*. New York : John Wiley & Sons, 1980.
- Bridger, R.S. *Introduction to Ergonomics*. New York : McGraw-Hill Inc., 1995.
- Dell'Isola, Alphonse. 1975. *Value Engineering in the Construction Industry*. Penerbit Van Nostrand Company New York.
- Daulika, S., 2010, *Perancangan Alat Bantu Pengelasan Perancangan Alat Bantu Pengelasan Deployment (Studi Kasus : PT. ALSTOM Power Energy Systems Indonesia)*. Surabaya : Tugas Akhir Mahasiswa Jurusan Teknik Industri ITS.
- Heller, Edward. D. 1980. "Value Management : Value Engineering and Cost Reduction". Addison Wesley Publishing Co.
- Fariborz, Tayyari dan J.L. Smith. *Occupational Ergonomics : Principles and Applications*. London : Chapman & Hall, 1982.
- Priyanto, J. Iwan 2008, *Perancangan Alat Pengaduk Adonan Kue Terang Bulan Yang Ergonomis Dengan Pendekatan Metode Rekayasa Nilai (Studi Kasus : UKM P.Muchtar)*. Gresik : Tugas Akhir Mahasiswa Jurusan Teknik Industri UMG.
- Nurmianto, Eko. (2004). *Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya*. Edisi ke 2. Guna widya. Surabaya.
- Pheasant, Stephen. 1991. *Ergonomics, Work and Health*. Maryland. Aspen Publishers, Insc : Maryland, Gaithersburg.
- Rachman. 2008, *Analisis Perbandingan Keluhan Pengayuh Becak Menggunakan Kuisisioner Nordic*. Universitas Gunadarma.Tangerang.
- Suma" mur, P. 1996. *Hygiene Perusahaan dan Keselamatan Kerja*. Cetakan 13. Haji Masagung: Jakarta.
- Suparno. 2008, *Perancangan Fasilitas Meja Bor Berdasarkan Antropometri Operator Dengan Analisis Biomekanika dan Metode*
- Sutalaksana, Iftikhar, Zulkifhli. *Teknik Tata Cara Kerja*, Bandung : Penerbit ITB, 1982.
- Tarwaka, Solichul, Sudiajeng.L. *Ergonomi untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas*, Uniba Presss, Surakarta, 2004.
- Ulrich, K.T., dan Eppinger, S.D., 2001, *Perancangan Dan Pengembangan Produk*. Jakarta: Salemba Teknika.
- Wignjosoebroto, Sritomo. 1995, *Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu*, Edisi Pertama, Penerbit : PT. Gunawidya, Surabaya.
- Wignjosoebroto, Sritomo. 2000, *Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu Teknik Analisis untuk Meningkatkan Produktivitas Kerja*, Jakarta : PT. Gunawidya.
- Wignjosoebroto, Sritomo. Sri Gunani Partiwani dan Achmad Hanafi. *Modifikasi Rancangan Mesin Perontok Padi dengan Pendekatan Ergonomi-Antropometri*. Proseding Seminar Nasional Ergonomi – Perhimpunan Ergonomi Indonesia (PEI) dan Fakultas Teknologi Pertanian UGM, Tanggal 13 September 2003.