

Redesain Kompor Ergonomis Menggunakan Konversi Bahan Bakar Dengan Metode *Value Engineering*

M. Abid Hamami^{*1}, Satriardi², dan Ari Andriyas Puji³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Riau

Jl. KH. Ahmad Dahlan No.88, Pekanbaru, 28156, Indonesia

Email: abid.smakpa@gmail.com

DOI:10.20961/performa.19.2.44217

Abstrak

Penggunaan kompor yang tidak ergonomis menjadi kendala bagi pedagang makanan karena dapat mengganggu kenyamanan fisik saat bekerja yang disebabkan oleh kondisi kompor yang tidak fleksibel untuk digunakan. Oleh karena itu, penelitian ini akan melakukan identifikasi data yang dibutuhkan, memberikan usulan rancangan kompor yang ergonomis dalam bentuk 3 dimensi serta langsung diaplikasikan dalam bentuk nyata dengan menggunakan metode *value engineering*. Tahapan yang digunakan adalah tahap informasi, tahap kreatifitas, tahap analisis (analisis kreatif, biaya bahan baku, antropometri, dan analisis bahan baku). Data antropometri diperoleh dari 135 pedagang pecel lele di Pekanbaru yaitu berupa data dimensi rentang siku dalam posisi berdiri (D33), dimensi panjang lengan atas dalam posisi duduk (D23), dan dimensi tinggi tulang ruas pada posisi berdiri (D6). Tahap selanjutnya adalah tahap pengembangan dan rekomendasi. Tahap terakhir adalah tahap analisis terhadap hasil perancangan. Hasil penelitian diperoleh bahwa rentangan siku dalam posisi berdiri ($2x D33$) = $2x 66,6 \text{ cm} = 133,2 \text{ cm}$, panjang lengan atas dalam posisi duduk (D23) = $40,0 \text{ cm}$, dan tinggi tulang ruas pada posisi berdiri (D6) = $75,2 \text{ cm}$.

Kata kunci: *value engineering, konversi energi, bahan bakar, ergonomis, redesign kompor*

Abstract

The use of stoves that are not ergonomic becomes an obstacle for food sellers because it can interfere with physical comfort while working due to inflexible stove conditions for use. Therefore, this research will identify the data needed, provide suggestions for an ergonomic stove design in form of 3 dimensions, and be directly applied in tangible form using the *value engineering* method. The stages used are information stage, creativity stage, analysis stage (creative analysis, raw material costs, anthropometry, and raw material analysis). Anthropometry data was obtained from 135 of pecel lele seller in Pekanbaru in form of dimensions of elbow span in standing position (D33), upper arm length dimensions in sitting position (D23), and height dimensions of vertebrae in standing position (D6). The next stage in the development and recommendation stages and the last stage is the analysis stage from the result of design. The result obtained that the elbow in the standing position ($2x D33$) = $2x 66.6 \text{ cm} = 133.2 \text{ cm}$, the length of the upper arm in the sitting position (D23) = 40.0 cm , and the height of the vertebrae in the standing position (D6) = 75.2 cm .

Keywords: *value engineering, energy conversion, fuel, ergonomics, stove redesign*

1. Pendahuluan

Usaha pecel lele merupakan salah satu usaha warung tenda yang paling banyak berdiri di sepanjang jalan-jalan yang ada di Pekanbaru. Usaha pecel lele ini juga menjual beragam jenis makanan lainnya yang membutuhkan peralatan masak yang mampu menghasikan produk dalam jumlah yang besar. Jenis peralatan yang digunakan akan dapat mempengaruhi sistem dan proses dalam pembuatan suatu produk menjadi berbeda (Subiantoro, 2015). Dari hasil wawancara yang dilakukan dengan 135 responden pelaku usaha pecel lele diketahui masalah bahwa mereka menjelaskan keluhannya terkait dengan peralatan dan teknologi yang digunakan dalam proses memasak produknya, seperti keluhan sakit pinggang dan pundak dikarenakan posisi dan desain dari kompor tersebut tidak sesuai dengan kenyamanan fisik pekerja sehingga dapat memicu kelelahan dan risiko cedera fisik. Selain itu, bentuk dari kompor yang digunakan juga tidak

^{*}Corresponding author

ramping, tidak fleksibel, karena ukuran kompor yang berat dan membutuhkan ruang yang besar untuk meletakkan kompor tersebut., serta sulit untuk dipindah-pindahkan, mengingat usaha warung tenda seperti usaha pecel lele dapat berpindah-pindah lokasi. Untuk itu, pelaku usaha pecel lele perlu memperhitungkan teknologi memasak yang digunakan dan memahami karakteristik fisiologi dan psikologi para pekerja. Oleh karena itu, muncul suatu gagasan untuk menciptakan kompor yang ergonomis bagi pedagang pecel lele.

Selain itu, penggunaan kompor juga tidak lepas dari bahan bakar yang digunakan. Penggunaan gas LPG dianggap lebih hemat dan efisien. Namun. Kekhawatiran yang dirasakan oleh pedagang pecel lele adalah kelangkaan gas LPG. Menurut Direktur Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi (EBTKE) Kementerian ESDM Rida Mulyana menyatakan bahwa hal tersebut dikarenakan semakin menipisnya cadangan sumber daya energi terutama bahan bakar fosil dan gas dalam beberapa tahun terakhir. Menanggapi hal tersebut muncul gagasan tentang penggunaan energi alternatif salah satunya dengan pemanfaatan sampah plastik yang dicampur dengan bahan bakar minyak sebagai bahan bakar alternatif atau terbarukan sebagai upaya menghemat sumber bahan bakar fosil dan gas yang semakin menipis.

Banyak cara yang dilakukan dalam menanggulangi sampah, salah satunya dengan cara dibakar, namun masih banyak masyarakat yang belum memahami dampak bahaya jika sampah dibakar. Sampah yang dibakar langsung akan menghasilkan karbon monoksida dan zat-zat yang beracun sehingga efeknya membahayakan pernapasan manusia (Kholisyah, 2019). Dengan meningkatnya produksi limbah plastik, maka diperlukan pengolahan limbah khusus untuk menanggulunginya, salah satunya adalah dengan cara mengkonversi sampah plastik menjadi bahan bakar alternatif (Prasetyo, 2010). Proses pengolahan tersebut disebut dengan proses termokimia yaitu melalui pirolisis dengan mengubah limbah plastik menjadi bahan bakar cair alternatif (P.Bhattacharya, 2009). Menggunakan metode pirolisis diharapkan dapat mewujudkan suatu solusi untuk mengurangi penggunaan bahan bakar fosil dan menjaga lingkungan dari bahaya sampah plastik serta menghadirkan suatu solusi baru untuk bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan khususnya bagi para pelaku usaha kecil menengah yaitu pelaku usaha pecel lele.

2. Metode Penelitian

Adapun metode penelitian yang dilakukan menggunakan lima tahapan kerja dalam *value engineering* (Chandra, 2014).

1) Tahap Informasi

Tahap ini merupakan tahap awal dalam rencana kerja *value engineering* yang bertujuan untuk mendapatkan informasi tentang asumsi rancangan, batasan-batasan produk, kepekaan terhadap biaya dan pengoperasian produk. Informasi diperoleh melalui penyebaran kuesioner terbuka dengan tujuan untuk memperoleh informasi tentang kompor yang digunakan dan setelah dilakukan analisis akan diperoleh hasil lebih dalam tentang alat yang menjadi variabel penelitian. Kemudian dilakukan penyebaran kuesioner tertutup dengan tujuan untuk mengetahui tingkat kepentingan dari variabel yang diteliti. Penyebaran kuesioner tersebut dilakukan pada 134 gerai pedagang pecel lele dari jumlah 200 yang ada di Pekanbaru. Kemudian melakukan uji data kuesioner menggunakan dua tahap yaitu uji validitas dan uji reliabilitas yang menggunakan software SPSS, serta melakukan perhitungan antropometri.

Antropometri

Antropometri merupakan suatu bagian yang mendukung ergonomi dalam haal perancangan alat yang berdasarkan prinsip ergonomi (Sokhibi, 2017) .salah satu metode yang digunakan untuk mengetahui dimensi tubuh manusia dalam hal bentuk dan ukuran tubuh manusia yang terdiri dari tinggi tubuh, lebar tubuh, berat tubuh, massa otot dan lemak tubuh. Pengukuran antropometri berperan penting dalam mengetahui perkembangan tubuh manusia. Selain itu, dapat digunakan untuk berbagai keperluan seperti perancangan lingkungan kerja (*workplaces*), fasilitas kerja, dan

lainnya untuk memperoleh ukuran yang sesuai dan layak dengan dimensi ukuran anggota tubuh manusia yang akan menggunakannya.

Berikut rumus perhitungan antropometri :

1. Mean / Rata-rata (\bar{X})

Mean merupakan perbandingan antara jumlah nilai data dengan banyak data. Jika suatu data terdiri atas $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$, maka mean/rata-rata data tersebut dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\bar{X} = \frac{\sum \bar{X}_i}{k}$$

Dimana :

\bar{X} = mean/rata-rata

k = banyak data

$\sum \bar{X}_i$ = nilai data ke-i

2. Standar Deviasi / Simpangan Baku (σ)

Rumus yang digunakan sebagai berikut :

$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum (x_i - \bar{X})^2}}{N-1}$$

Dimana :

σ = standar deviasi / simpangan baku

x_i = nilai data ke-i

\bar{X} = mean/rata-rata

N = banyaknya data

3. Standar Deviasi rata-rata (σ_x)

Rumus yang digunakan sebagai berikut :

$$\sigma_x = \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$$

Dimana :

σ_x = standar deviasi rata-rata

σ = standar deviasi

\sqrt{N} = akar dari jumlah data

4. Uji Keseragaman Data

$$BKA = \bar{X} + 2 \cdot \sigma_x$$

$$BKB = \bar{X} - 2 \cdot \sigma_x$$

Dimana :

σ_x = standar deviasi rata-rata

\bar{X} = mean/rata-rata

BKA = batas kontrol atas

BKB = batas kontrol bawah

5. Uji Percentil (5%, 50%, 95%)

Jika kumpulan data dibagi menjadi 100 bagian yang sama, maka diperoleh sembilan pembagi dan tiap pembagi dinamakan percentil. Adapun distribusi dan perhitungan percentil yang diperoleh sebagai berikut:

Tabel 1. Distribusi Normal dan Perhitungan Percentil

Percentil	Calculation
1	$X - 2,325$
2,5	$X - 1,960$
5	$X - 1,645$
10	$X - 1,280$
50	X
90	$X + 1,280$
95	$X + 1,645$
97,5	$X + 1,960$
99	$X + 2,325$

2) Tahap Kreatifitas

Tahap ini bertujuan untuk mengembangkan sebanyak mungkin alternatif yang dapat memenuhi fungsi primernya. Kreatifitas dalam penelitian ini sangat berperan dalam memperoleh alternatif-alternatif yang dibutuhkan. Pada tahap ini, peneliti melakukan pengembangan ide dari rancangan produk yang memiliki nilai sesuai harapan responden (mewakili teknis yang sesuai dengan hasil pada tahap informasi). Ide tersebut dapat berupa ide asli, perbaikan terhadap suatu ide, kombinasi beberapa ide, dan pemakaian analogi.

3) Tahap Analisa

Tahap ini melakukan analisa terhadap ide yang diperoleh pada tahap sebelumnya yaitu tahap kreatifitas, dengan tujuan untuk mengetahui kelebihan dan kelemahan dari masing-masing ide. Pada kondisi ini, kelebihan suatu ide dapat menghilangkan atau menutupi kekurangan ide lainnya. Tahap ini juga dilakukan evaluasi terhadap rancangan yang telah dibentuk dan melakukan pemilihan nilai terbesar, kemudian menentukan apa yang akan dilakukan dan bagaimana biayanya.

4) Tahap Pengembangan

Tahap ini bertujuan untuk mempersiapkan saran-saran (rekomendasi) final secara tertulis untuk alternatif yang terpilih. Mengembangkan desain usulan yang berupa prototype, mode atau gambar. Kemudian melakukan penyempurnaan dan penyesuaian terhadap rancangan, mengenai hal apa yang perlu dikembangkan lagi.

5) Tahap Rekomendasi

Tahap ini merupakan tahap terakhir dan sangat menentukan rangkaian kerja rekayasa nilai atau *value engineering*. Pada tahap ini disajikan laporan lengkap hasil evaluasi serta rekomendasi terhadap alternatif terpilih yang memperlihatkan kelebihan dari alternatif terpilih serta menjelaskan pengaruh dari perkembangan ide dari rancangan dan besaran biaya yang dikeluarkan.

3. Hasil dan Pembahasan

1) Tahap Informasi

Pada tahap ini telah diperoleh data dan diolah sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Adapun data penyebaran kuesioner sebagai berikut:

Tabel 2. Data penyebaran kuesioner (2020)

No	Variabel	Jumlah Responden
1	Mudah digunakan	64
2	Desain yang menarik	67
3	Daya tahan yang kuat	68
4	Multifungsi	66
5	Aman dan nyaman saat digunakan	70

Uji Validitas

Teknik pengujian yang dilakukan untuk menunjukkan tingkat-tingkat kevalidan suatu instrumen. Suatu instrumen dikatakan valid apabila instrumen tersebut mampu mengungkap dari variabel yang diteliti secara tepat. Jika nilai r hitung lebih besar dari nilai r tabel artinya instrumen pertanyaan memiliki korelasi signifikan terhadap skor total atau dinyatakan valid, sebaliknya jika nilai r hitung lebih kecil dari r tabel maka instrumen tersebut dikatakan tidak valid (Arikunto, 2010).

a. Uji Validitas Tingkat Kepentingan

Tabel 3. Hasil Uji Validitas Tingkat Kepentingan

Variabel	Nilai Korelasi	Probabilitas Korelasi	$\alpha = 5\%$	Valid Jika $2 > 6$	Nilai Korelasi Tabel R	Hasil
1	2	3	4	5	6	7
Mudah Digunakan	0,684	0,000	0,05	$0,684 > 0,159$	0,159	Valid
Desain yang menarik	0,504	0,000	0,05	$0,504 > 0,159$	0,159	Valid
Daya tahan yang kuat	0,600	0,000	0,05	$0,600 > 0,159$	0,159	Valid
Multifungsi	0,562	0,000	0,05	$0,562 > 0,159$	0,159	Valid
Aman dan nyaman saat digunakan	0,594	0,000	0,05	$0,594 > 0,159$	0,159	Valid
Harga yang ekonomis	0,487	0,000	0,05	$0,487 > 0,159$	0,159	Valid

Dari tabel di atas, disimpulkan bahwa semua variabel dapat dinyatakan valid karena nilai probabilitas korelasi < dari nilai $\alpha = 0,05$.

b. Uji Validitas Tingkat Kepuasan

Tabel 4. Hasil Uji Validitas Tingkat Kepuasan

Variabel	Nilai Korelasi	Probabilitas Korelasi	$\alpha = 5\%$	Valid Jika $2 > 6$	Nilai Korelasi Tabel R	Hasil
1	2	3	4	5	6	7
Mudah Digunakan	0,689	0,000	0,05	$0,689 > 0,159$	0,159	Valid
Desain yang menarik	0,666	0,000	0,05	$0,666 > 0,159$	0,159	Valid
Daya tahan yang kuat	0,744	0,000	0,05	$0,744 > 0,159$	0,159	Valid
Multifungsi	0,627	0,000	0,05	$0,627 > 0,159$	0,159	Valid
Aman dan nyaman saat digunakan	0,816	0,000	0,05	$0,816 > 0,159$	0,159	Valid
Harga yang ekonomis	0,816	0,000	0,05	$0,816 > 0,159$	0,159	Valid

Dari tabel di atas, disimpulkan bahwa semua variabel dapat dikatakan valid karena nilai probabilitas korelasi < dari nilai $\alpha = 0,05$.

Uji Reliabilitas

Uji ini dilakukan untuk mengetahui tingkat konsistensi hasil pengukuran data dua kali atau lebih pada gejala yang sama. Hasilnya ditunjukkan oleh sebuah indeks yang menunjukkan seberapa jauh alat ukur dapat dipercaya. Uji ini diterapkan untuk mengetahui apakah responden telah menjawab pernyataan-pernyataan secara konsisten atau tidak, sehingga kesungguhan jawabannya dapat dipercaya. Untuk melihat reliabilitas instrument akan dihitung *Cronbach's Alpha* masing-masing instrument (Arikunto, 2010).

Semakin tinggi koefisien reliabilitas semakin reliabel jawaban yang diperoleh dari responden

a. Uji Reliabilitas Tingkat Kepentingan

Tabel 5. Hasil Uji Reliabilitas Tingkat Kepentingan

Jumlah Variabel	Probabilitas Validasi (Cronbach's Alpha)	R Tabel	Reliabel Jika CA>R tabel	kesimpulan
6	0,572	0,159	0,572 > 0,159	Reliabel

b. Uji Reliabilitas Tingkat Kepuasan

Tabel 6. Hasil Uji Reliabilitas Tingkat Kepuasan

Jumlah Variabel	Probabilitas Validasi (Cronbach's Alpha)	R Tabel	Reliabel Jika CA>R tabel	kesimpulan
6	0,822	0,159	0,822 > 0,159	Reliabel

Dari tabel 5 dan 6 di atas, diketahui bahwa nilai koefisien reliabilitas (*Cronbach Alpha*) adalah 0,572 dan 0,822. Dinyatakan reliabel jika nilai *cronbach alpha* > nilai r tabel pada $N=134$, $DF=N-2=134-2=132$ dengan $\alpha =5\%$. Maka nilai $r_{tabel} = 0,159$. N adalah jumlah kuesioner yang disebar. Berdasarkan kriteria, nilai *cronbach alpha* di atas sudah besar dari 0,159, maka hasil data kuesioner memiliki tingkat reliabilitas yang baik atau dapat dipercaya.

2) Tahap Kreatifitas

Pada tahap kreatifitas ini dilakukan pengembangan ide dari rancangan produk yang memiliki nilai sesuai harapan responden (dalam hal ini mewakili teknisi) yang sesuai dengan hasil pada tahap informasi maka diperoleh ide-ide yang menjadi faktor penting pilihan konsumen yang berdasarkan variabel dari penyebaran kuisisioner. Adapun ide perancangan produk yang diperoleh dari hasil wawancara sebagai berikut:

Tabel 7. Ide Rancangan Produk

Variabel	Ide		
	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
Mudah digunakan	Item kerja bongkar pasang pada semua bagian kompor	Sistem kerja menggunakan engsel pada kaki kompor	Sistem kerja menggunakan <i>cope join</i> (dipen) pada kaki kompor (poisi kaki kompor bisa di bongkar pasang)
Desain yang menarik	Memiliki desain yang ramping, kuat dan elegan	Memiliki bentuk seperti persegi dan bulat pda bagian atasnya	Memiliki desain tambahan pada bagian samping kompor

Daya tahan yang kuat	Material yang digunakan adalah besi siku, plat besi	Material yang digunakan adalah besi hollow (stalbus), plat besi	Material yang digunakan adalah alumunium, plat besi
Multifungsi	Fungsi utama	Memiliki fungsi lain dalam penggunaan	-
Aman dan nyaman saat digunakan	Menggunakan besi tambahan pada engsel sebagai penguat pada kaki kompor	Menggunakan <i>cope join</i> (dipen) pada kaki kompor sehingga kompor bisa berdiri kokoh	-
Harga yang ekonomis	Harga berkisar 50% dari harga produksi	Harga disesuaikan dengan permintaan jumlah yang dipesan dan diberikan diskon	Harga relatif murah dan disesuaikan dengan harga pasar saat ini

3) Tahap Analisa

a. Analisa Ide Kreatif

Pada tahap ini akan mengevaluasi alternatif berdasarkan kuesioner yang disebar pada tahap kreatifitas kepada 134 pelaku usaha. Adapun rekapitulasi data kuesioner berdasarkan pilihan kuesioner sebagai berikut:

Tabel 8. Rekapitulasi Data Kuesioner Berdasarkan Pilihan Responden

Variabel	Jawaban Responden			Jumlah
	1	2	3	
Mudah digunakan	10	36	88	134
Desain yang menarik	77	15	42	134
Daya tahan yang kuat	14	87	33	134
Multifungsi	18	116	-	134
Aman dan nyaman saat digunakan	29	105	-	134
Harga yang ekonomis	20	28	86	134

Dari tabel di atas dijelaskan bahwa pada variabel 1, pilihan responden dominan kepada alternatif ketiga dengan jumlah 88, untuk variabel 2 dominan pada alternatif pertama dengan jumlah 77, untuk variabel 3 dominan kepada alternatif kedua dengan jumlah 87, untuk variabel 4 dominan pada alternatif kedua dengan jumlah 116, untuk variabel 5 dominan pada alternatif kedua dengan jumlah 105 sedangkan untuk variabel 6 dominan pada alternatif ketiga dengan jumlah 86.

b. Analisa Biaya Bahan Baku

Tabel 9. Karakteristik dan harga Biaya Bahan Baku

Bahan Baku	Qty	Harga	Total	ukuran
Besi Hollow (Stalbus)	2	Rp 112.155	Rp 224.310	40 x 40 x 2 mm x 6 M
Plat Besi	1	Rp 300.000	Rp 300.000	1 mm 1.20 x 2.40 M
Besi Padu	1	Rp 55.500	Rp 55.500	6 M x 8 mm
Besi Jaring Panggang	1	Rp 100.000	Rp 100.000	39,60 cm x 39,60 cm
Alas Kaki Besi Hollow	4	Rp 20.000	Rp 80.000	4 Pcs
Kompor Semawar 203	1	Rp 52.500	Rp 52.500	1 Pcs
Cat Minyak Hitam	1	Rp 50.000	Rp 50.000	1 Kaleng
Total		Rp 690.155	Rp 802.310	

c. Analisa Data Antropometri

Pengolahan data antropometri ini menggunakan data subjek dari 135 orang pelaku usaha pecel lele yang berada di Pekanbaru dengan jumlah responden pria sebanyak 83 orang dan wanita

sebanyak 51 orang. Hasil dari perhitungan ini akan digunakan untuk mencari dimensi dari alat yang akan dibuat. Adapun data yang digunakan dalam perhitungan sebagai berikut:

Tabel 10. Data yang Digunakan untuk Perhitungan

No	Dimensi Tubuh	Simbol	Penggunaan Ukuran	Persentil (cm)				
				P5	P10	P50	P90	P95
1	Rentangan siku dalam posisi berdiri	D33	Digunakan untuk ukuran panjang kompor secara penuh	65,9	66,1	66,6	67,2	67,4
2	Panjang lengan atas dalam posisi duduk	D23	Digunakan untuk ukuran lebar kompor secara penuh	38,6	38,7	39,3	39,8	40,0
3	Tinggi tulang ruas pda posisi berdiri	D6	Digunakan untuk ukuran tinggi kompor secara penuh	73,2	73,4	74,2	74,9	75,2

Tabel 11. Data Persentil yang Terpilih untuk Perancangan Kompor Ergonomis

No	Data Geometris	Persentil	Hasil Dari	Dimensi (cm)
1	Panjang	P50	2 x D33	133,2
2	Lebar	P95	D23	40
3	Tinggi	P95	D6	75,2

Pengukuran antropometri.

A. Rentangan Siku dalam Posisi Berdiri (D33)

1. Mean / rata-rata (\bar{X})

$\sum \bar{X}_i$ Total rata-rata sub group adalah = 8997 cm

$$\bar{X} = \frac{\sum \bar{X}_i}{k} = \frac{8997}{135} = 66,6 \text{ cm}$$

Dimana:

$$\bar{X} = \text{mean/rata-rata}$$

$$k = \text{banyak data}$$

$$\sum \bar{X}_i = \text{nilai data ke-i}$$

2. Standar Deviasi / Simpangan Baku (σ)

$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum (x_i - \bar{X})^2}}{N-1}$$

$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum (64-66,6)^2 + (67-66,6)^2 + (65-66,6)^2 \dots \dots \dots (69-66,6)^2}}{135-1}$$

$$\sigma = \frac{391,6}{134} = 1,7 \text{ cm}$$

Dimana:

$$\sigma = \text{standar deviasi (simpangan baku)}$$

$$x_i = \text{nilai data ke-i}$$

$$\bar{X} = \text{mean/rata-rata}$$

$$N = \text{banyaknya data}$$

3. Standar Deviasi Rata-rata

$$\sigma_x = \frac{\sigma}{\sqrt{N}} = \frac{1,7}{\sqrt{15}} = 0,4 \text{ cm}$$

Dimana:

$$\sigma_x = \text{standar deviasi rata-rata}$$

$$\sigma = \text{standar deviasi}$$

$$\sqrt{N} = \text{Akar dari jumlah data}$$

4. Uji Keseragaman Data

$$\text{BKA} = \bar{X} + 2 \cdot \sigma_x = 66,6 + 2 \times 0,4 = 67,5 \text{ cm}$$

$$\text{BKB} = \bar{X} - 2 \cdot \sigma_x = 66,6 - 2 \times 0,4 = 65,8 \text{ cm}$$

Dimana:

σ_x = standar deviasi rata-rata

\bar{X} = mean/rata-rata

BKA = Batas Kontrol Atas

BKB = Batas Kontrol Bawah

5. Uji Persentil (5%, 10%, 50%, 90%, 95%)

Persentil 5 = $\bar{X} - 1,645 \times \sigma_x = 66,6 - 1,645 \times 0,4 = 65,9$ cm

Persentil 10 = $\bar{X} - 1,28 \times \sigma_x = 66,6 - 1,28 \times 0,4 = 66,1$ cm

Persentil 50 = $\bar{X} = 66,6 = 66,6$ cm

Persentil 90 = $\bar{X} + 1,28 \times \sigma_x = 66,6 + 1,28 \times 0,4 = 67,2$ cm

Persentil 95 = $\bar{X} + 1,645 \times \sigma_x = 66,1 + 1,645 \times 0,4 = 67,4$ cm

d. Analisa Bahan Baku

Setelah dilakukan pengumpulan dan pengolahan data antropometri, maka dilakukan estimasi bahan baku per unit dan ukuran bahan baku yang digunakan.

Tabel 13. Biaya Bahan Baku Per Unit

Material	Ukuran	Harga (Rp)	Ukuran Terpakai (cm)	Scraps (cm)	Per Unit	Harga Bahan Baku Per Unit (Rp)
Besi Hollow (Stalbus)	40 x 40 x 2 mm x 12 M	224.310	953,6	246,4	2	178.252
Plat Besi	1 mm 1.20 x 2.40 M	300.000	98,2 x 106,6	21,8 x 133,4	1	113.160
Besi Padu	6 meter x 8 mm	55.500	124,16	475,84	1	11.522
Besi Jaring Panggang	39,60 cm x 39,60 cm	100.000	39,60 cm x 39,60 cm	0	1	100.000
Alas kaki besi hollow	4 Pcs	20.000	4 Pcs	0	4	20.000
Kompor semawar 203	1 Pcs	52.500	1 Pcs	0	1	52.500
Cat minyak hitam	1 Kaleng	50.000	1 Kaleng	0	1	50.000
Total						525.434

4) Tahap Pengembangan

Dalam tahap ini semua ide yang sudah dievaluasi, akan direalisasikan dalam bentuk gambar 2 dimensi yang menjelaskan hasil dari ide alternatif yang terpilih sesuai keinginan pengguna berdasarkan kuesioner yang disebar, berikut ini adalah penjelasannya:

a. Kemudahan Penggunaan Alat

Ide dari variabel ini menjelaskan bagaimana cara kerja sistem alat ini dengan menggunakan baut/sekrup pada kaki kompor sehingga kaki-kaki kompor dapat di bongkar pasang yang memudahkan para pelaku usaha pecel lele warung tenda dalam perpindah-pindah tempat karena sifat dari kompor ini yaitu *portable* (dapat dipindah-pindahkan). Dalam merakit kompor ini sangat mudah karena tinggal memasangkan kaki kompornya dan dibuka penutup atasnya yang berfungsi sebagai tempat bahan-bahan masak atau lainnya dalam usaha pecel lele.



Gambar 2. Desain Kompor 3D

b. Memiliki Desain yang Menarik

Unit ini memiliki desain yang menarik dalam hal bentuk fisiknya, ramping dalam segi ukuran dan pemakaian karena dapat dijinjing serta dapat dibongkar pasang, kuat dalam dudukan pada kaki-kaki kompor yang memakai sistem kerja baut/sekrup dan elegan dalam penampilan karena bentuknya yang unik dan berbeda.

c. Memiliki Daya Tahan yang Kuat

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah material yang tahan, kuat saat digunakan dan anti karat. Seluruh sambungan material yang digunakan dirancang menjadi sebuah unit yang tangguh yang tiap sambungannya di las dengan rapi dan bersih.

d. Multifungsi

Kompor ini dirancang untuk memudahkan penggunaannya dalam melakukan aktivitasnya sehingga kompor ini memiliki lebih dari satu fungsi yaitu sebagai kompor memasak dan sebagai tempat panggangan yang mana dua kegiatan tersebut bisa dilakukan sekaligus yang bisa menghemat waktu dan bekerja secara efektif dan efisien.

e. Aman dan Nyaman Saat Digunakan

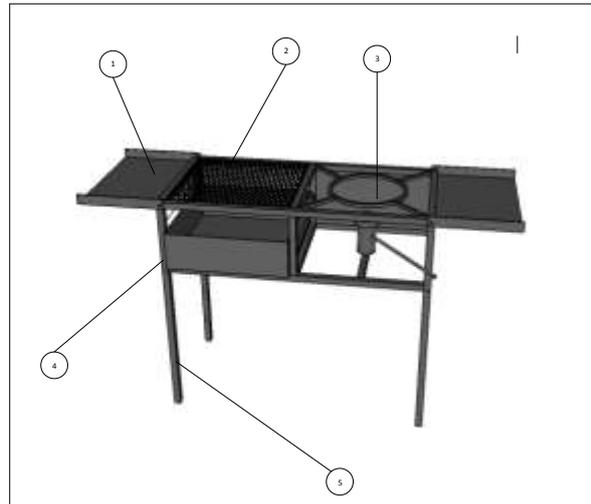
Keamanan dalam penggunaan alat adalah merupakan suatu hal yang sangat penting dalam perancangan produk karena hal ini mengandung nilai lebih dari suatu produk yang akan dibuat. Dapat dipahami bahwa kenyamanan, keindahan dipengaruhi oleh bentuk, tekstur, warna produk dan material yang digunakan. Pada alat ini tidak hanya mempertimbangkan fungsi secara teknis saja melainkan juga dapat mempertimbangkan faktor kenyamanan dan keamanan dalam memakai. Kompor ini telah dirancang sesuai antropometri yang diharapkan bisa pelaku usaha pecel lele dapat bekerja dengan efektif, nyaman, aman, sehat dan efisien yang bisa memperbaiki sistem kerja yang buruk kearah yang lebih baik dalam perancangan kompor ini.

f. Harga yang Ekonomis

Dalam masalah harga untuk alat ini sangat murah dan terjangkau bagi penggunaannya. Karena dilihat dari segi fungsi dan kegunaannya sangat membantu bagi pelaku usaha pecel lele untuk menunjang kegiatan usahanya. Sehingga kebutuhan kompor yang ergonomis terpenuhi dan bisa dikerjakan sekaligus secara berbarengan antara penggorengan dan pemanggangan sehingga bisa lebih cepat dan efisien. Seperti yang telah di sebutkan diawal untuk harga total bahan baku yang dikeluarkan dalam rancangan alat ini sebesar **Rp.802.310,-** dan untuk harga modal unit adalah **Rp 525.434,-**.

5) Tahap Rekomendasi

Berdasarkan hasil tahapan sebelumnya dari tahap informasi, tahap kreatifitas, tahap analisa dan tahap pengembangan maka telah dapat dibuat suatu kesimpulan untuk menentukan rekomendasi kompor ergonomis dengan konversi bahan bakar plastik dan minyak menjadi bahan bakar gas. Berikut adalah rekomendasi kompor yang terpilih yang sesuai dengan kebutuhan pengguna.



Gambar 3. Desain Kompor 3D

Tabel 14. Nama dan Fungsi Komponen Kompor

No	Nama Komponen	Fungsi Komponen
1	Penutup Atas/Meja	Sebagai tempat meletakkan bahan-bahan masakan dan lainnya, Sebagai penutup kompor apabila dilipat.
2	Tempat Panggangan	Sebagai tempat memanggang masakan
3	Kompor	Sebagai tempat memasak
4	<i>Cope Joint</i> (dipen)	Untuk penguat kaki-kaki kompor
5	Kaki Kompor	untuk dudukan pada rangka kompor

Untuk nama kompor ini yang direkomendasikan adalah “**Mix Gas Stove**”.

Rancangan Kompor Tidak Ergonomis

Berikut salah satu contoh desain kompor tidak ergonomis yang banyak digunakan oleh pelaku usaha pece lele di Pekanbaru:

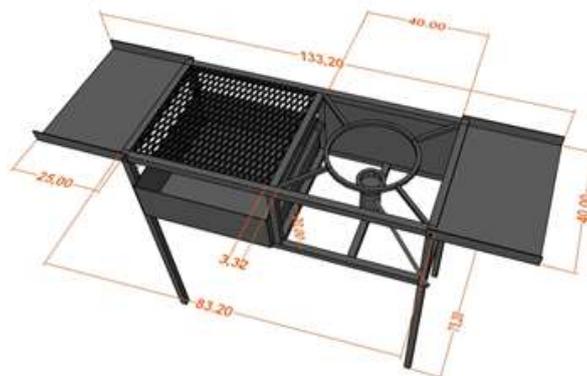


Gambar 4. Kondisi Kompor Sebelum Perancangan

Dari gambar di atas terlihat bahwa kondisi kompor yang tidak minimalis memerlukan ruang yang luas untuk meletakkan kompor tersebut. Posisi dan bentuk dari kompor yang tidak ergonomis bisa lebih tinggi atau lebih rendah dari kondisi fisik pekerja, dapat menimbulkan ketidaknyamanan dalam bekerja. Untuk itu, pelaku usaha pece lele harus lebih memperhitungkan teknologi memasak yang digunakan, dan juga memahami karakteristik fisiologi dan psikologi para pekerja.

Perancangan Kompor Ergonomis

Pada tahap ini ditunjukkan hasil dari rancangan kompor ergonomis dalam bentuk dan ukuran cm yang diperoleh dari hasil pengukuran antropometri sebagai berikut:



Gambar 5. Desain dan Ukuran Kompor Ergonomis 3D (dalam ukuran cm)



Gambar 6. Kondisi Kompor Setelah Perancangan

Rancangan dan Pembuatan Sistem Pendukung Terintegrasi pada Kompor

Dalam rancangan dan pembuatan sistem pendukung terintegrasi ini terdapat dua alat pendukung pada pembuatan kompor ini yaitu sistem pengolahan sampah plastik menjadi bahan bakar alternatif dan alat konversi energi dari cair menjadi gas. Perancangan ini dilakukan untuk mengintegrasikan semua sistem menjadi satu kesatuan lengkap tidak hanya merancang kompor tetapi disini peneliti juga merancang bahan bakar yang digunakan dalam pengopersian kompor tersebut.

Rancangan dan Pembuatan Alat Pengolahan Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Alternatif

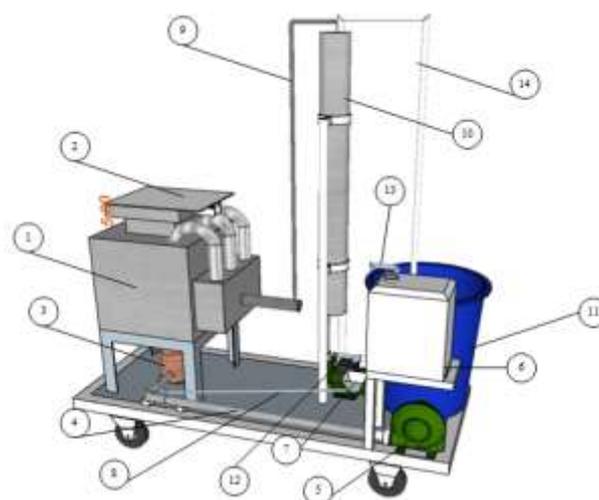
Alat pengolahan sampah plastik ini berfungsi sebagai salah satu bahan bakar yang akan digunakan dalam proses pengapian pada kompor. Tujuannya untuk mengurangi sampah plastik secara bertahap sehingga diharapkan dalam pemakaian sampah plastik ini dapat menghemat sumber daya alam seperti minyak bumi dan gas.

Pada proses pengolahan ini peneliti telah melakukan studi literatur berupa jurnal tentang pengolahan sampah plastik menjadi bahan bakar dan juga melalui wawancara kepada para pakar baik dari akademisi maupun lapangan. Dalam perancangan ini ada beberapa variabel yang dibutuhkan dalam merancang alat ini yaitu:

1. Metode yang dilakukan merupakan metode pirolisis yaitu dekomposisi termokimia bahan organik melalui proses pemanasan tanpa atau sedikit oksigen atau pereaksi kimia lainnya, kemudian material mentah akan mengalami pemecahan struktur kimia menjadi fase gas.
2. Perancangan bahan bakar untuk proses pemanasan plastik memakai kompor oli bekas.

3. Sistem pendinginan uap plastik menjadi cair dilakukan dengan cara destilasi spiral dalam kondisi air bersuhu normal akan bertemu dengan uap bersuhu tinggi yang akan mentransfer panasnya (*Heat Exchanger*) kepada air sehingga uap tadi lebih cepat berubah ke fase cair. Sistem pendinginan yang kita gunakan dalam posisi vertikal.
4. Dalam proses akhir peneliti hanya menampung cairan yang berupa minyak yang setara dengan bensin (premium) dan yang lain diabaikan. Tujuannya ntuk menguji keefektifan pertukaran panas (*Heat Exchanger*) yang terjadi pada sistem pendingin tersebut.
5. Hasil akhir berupa bahan bakar plastik tersebut akan kita konversikan menjadi gas dengan campuran bahan bakar minyak (premium ataupun pertalite).

Dari beberapa variabel tersebut maka terbentuklah suatu rancangan alat pengolahan sampah menjadi bahan bakar alternatif yang di rancang oleh peneliti sendiri. Adapun bentuk rancangan alat pengolahan sampah menjadi bahan bakar alternatif sebagai berikut:



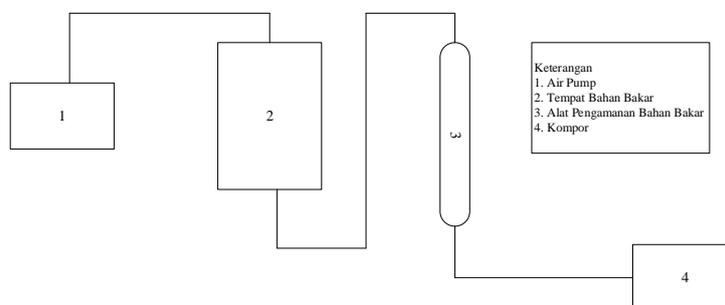
Gambar 7. Desain Alat Pengolahan Sampah Plastik

Tabel 15. Nama dan Fungsi Komponen Alat Pengolah Sampah

No	Nama Komponen	Fungsi Komponen
1	Reaktor/Tempat Pembakaran	Sebagai wadah pembakaran sampah plastik
2	Mainhole	Tempat penutup utama reaktor/tempat pembakaran
3	Tungku Api	Tempat berlangsungnya pengapian untuk proses pembakaran pada reaktor/tempat pembakaran
4	LineBlower (Exhaust Fan)	Sebagai lewatnya aliran udara menuju tungku api
5	Blower (Exhaust Fan)	Untuk menghembuskan udara sehingga oli bekas bisa masuk menuju tungku api dengan cepat dan pembakarannya sempurna
6	Drum Oli Bekas	Tempat penampungan oli bekas
7	Tempat Oli Bekas	Untuk menampung oli bekas menuju line oli bekas
8	Line Oli Bekas	Sebagai lewatnya aliran oli menuju tungku api
9	Line Uap	Tempat lewatnya aliran uap hasil pembakaran sampah plastic
10	Tabung Pendingin	Tempat terjadi proses <i>Heat Exchanger</i> pada uap menjadi fase cair dengan bantuan pendingin berupa air dalam kondisi normal
11	Ember Air	Sebagai tempat penampungan air
12	Pompa Air	Untuk memompakan air ke dalam tabung pendingin secara sirkulasi
13	Line Air Masuk	Tempat masuknya air dari ember air menuju tabung pendingin
14	Line Air Keluar	Tempat keluarnya air tabung pendingin menuju ember air

Rancangan dan Pembuatan Alat Konversi Energi dari Fase Cair Menjadi Fase Gas

Pada rancangan alat ini berfungsi sebagai pengubah energi dari fase cair menjadi fase gas, yang mana dalam hal ini fase cairnya berupa campuran bahan bakar plastik dan bahan bakar minyak (premium ataupun pertalite) yang akan dirubah menjadi fase gas yang bertujuan sebagai bahan bakar pada kompor tersebut. Ini sebagai upaya untuk menghemat sumber daya alam yaitu minyak bumi dan gas, maka sebagai langkah awal peneliti mencampurkan kedua bahan bakar tersebut karena untuk bahan bakar plastik sendiri yang kita hasilkan belum mencapai hasil yang maksimal. Adapun skema alat konversi dari fase cair ke fase gas sebagai berikut:



Gambar 8. Skema Alat Konversi dari Fase Cair ke Fase Gas

Prinsip kerjanya adalah air pump memberikan udara pada tempat bahan bakar disana akan terjadi gelembung-gelembung udara yang akan merubah bahan bakar tersebut menjadi gas-gas karena memiliki nilai oktan. Setelah berubah menjadi gas, gas tersebut melewati alat pengaman bahan bakar yang berfungsi apabila air pump dimatikan aliran balik gas tidak langsung menyentuh bahan bakar tetapi melewati alat pengaman bahan bakar sehingga gas tersebut bisa teredam pada alat pengaman tersebut, alat pengaman tersebut berisi sabut baja. Setelah gas tersebut melewati alat pengaman bahan bakar kemudian menuju kompor dan bisa diatur besar kecil apinya pada kompor.

4. Simpulan

Hasil dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa spesifikasi alat yang dibutuhkan oleh pelaku usaha pecel lele dapat diketahui dari sejumlah aspek seperti mudah digunakan, memiliki desain yang menarik, memiliki daya tahan yang kuat, aman dan nyaman saat digunakan dan harga yang ekonomis. Rancangan kompor ergonomis dengan konversi bahan bakar plastik dan minyak menjadi bahan bakar gas yang sesuai dengan kebutuhan usaha pecel lele adalah peralatan yang mudah untuk digunakan, sistem kerja sangat praktis dan mudah dimengerti oleh pengguna, memiliki desain yang menarik, ramping, kuat dan elegan saat digunakan, mempunyai daya tahan yang kuat. Untuk material yang digunakan berbahan dasar Besi *Hollow* (Stalbus), Plat Besi, Besi Padu, Besi Jaring Panggang, Alas Kaki Besi *Hollow*, Kompor Semawar 203 dan Cat Minyak Hitam.

Selain memiliki fungsi utama sebagai kompor, alat ini juga memiliki fungsi lain sebagai tempat pemanggang yang mana tempat ini saat berguna bagi pelaku usaha pecel lele dalam proses pemanggangan usahanya yang tidak memerlukan banyak tempat serta praktis dalam penggunaannya, memiliki sistem kerja dengan menggunakan baut/sekrup sehingga untuk kaki-kaki kompor bisa lebih kuat, aman dan nyaman pada saat digunakan, harganya relatif murah dan disesuaikan dengan harga pasar saat ini, dan rancangan kompor ergonomis dengan dua alat sistem pendukung yaitu alat pengolahan sampah plastik menjadi bahan bakar alternatif dan alat konversi energi dari fase cair menuju fase gas. Kedua rancangan ini sangat mendukung kerja dari kompor, dalam hal ini kita menggunakan energi campuran yaitu bahan bakar plastik dan minyak sebagai

bahan bakar utama pada kompor tersebut sehingga bisa mengurangi dampak limbah sampah plastik serta menghemat sumber daya alam berupa minyak bumi dan gas.

Adapun saran yang dapat diberikan dari penelitian ini adalah rancangan alat dalam penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan penambahan alat multifungsi lainnya. Seperti penambahan tempat penyaringan minyak pada bagian atas kompor. Untuk rancangan alat pengolah sampah plastik harus terus dikembangkan sehingga menjadi bahan bakar yang bisa memiliki nilai oktan yang setara dengan premium atau lebih di atasnya. Seperti dengan penambahan bahan kimia untuk mempercepat proses pembakaran sehingga pembakarannya menjadi lebih sempurna, perlunya alat tambahan pada hasil akhir dengan menambah tabung pendingin kecil sehingga semua uap bisa dihasilkan ke fase cairan dengan maksimal. Bagi peneliti berikutnya, diharapkan dapat melanjutkan penelitian ini dengan menambah metode, karakteristik dan aspek kelayakan dalam rancangan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhani, Laksmira Kusumo, (2017) Pengembangan rancangan alat tenong yang ergonomis menggunakan metode *value engineering & kansei engineering* di perusahaan makanan x Yogyakarta, Skripsi UGM Yogyakarta
- Arikunto, S. (2010). *Prosedur Penelitian suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Chandra, C. S. (2014). *Maximizing Construction Project and Investment Budget Efficiency with Value Engineering*. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo.
- Haryanto, L. T. (2012). Perancangan Ulang Alat Bantu Jalan (Walker) untuk Pasien Pasca Stroke Menggunakan Metode Value Engineering.
- Kholisyah, Z. (2019). Analisis Beban Emisi Karbon Monoksida (CO) dan Methana (CH₄) dari Kegiatan Pembakaran Sampah RUMah Tangga Secara Terbuka (Studi kasus Kec. Sarirejo, Kab. Lamongan).
- P. Bhattacharya, P. S. (2009). Wood/Plastic co-Pyrolysis in an Auger Reactor: Chemical and Physical Analysis of The Product. *Fuel*. 1251-1260.
- Prasetyo, H. (2010). Mesin Pengolah Limbah Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Alternatif.
- Sokhibi, A. (2017). Perancangan Kursi Ergonomis untuk Memperbaiki Posisi Kerja pada Proses Packaging Jenang Kudus. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 61-72.
- Subiantoro, I. (2015). Rancang Bangun Kompor Batubara untuk Kebutuhan Industri Rumah Tangga. *JRM*, Vol. 02, No.03, 64-67.

[Halaman kosong]