

RANCANGAN ALAT PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BATERAI

Bitson Nerpandi Hutapea¹
Ganda Sirait, S.Si., M.Si.²

¹Program Studi Teknik Industri, Universitas Putera Batam

²Program Studi Teknik Industri, Universitas Putera Batam

email: pb160410127@upbatam.ac.id

ABSTRACT

Many factors could affect electricity distribution to seclusion places or the outer part of an island that needs electricity, for instance the power plant center is located very far away, low population, and difficult access to electricity. This is a design to establish a battery power generator that has the same concept with a common generator that could result in electricity power up to 36 kWh, this power can supply electricity to 30 houses with 1,2 kWh for each house. The goal of this research is to re-designing a generator by considering user needs. A survey had been made to acknowledge what customers might need from this product and axiomatic design is used to compile a parameter design using mapping process from customer attribute and functional requirement.

Keywords: *Axiomatic design, Pembangkit listrik tenaga terbarukan*

PENDAHULUAN

Listrik merupakan salah satu energi penunjang dalam kehidupan sehari – hari, akan tetapi distribusi energi listrik hingga saat ini masih belum maksimal. Hampir semua kalangan masyarakat pada era saat ini teknologi yang digunakan semakin kedepannya semakin canggih, semua jenis alat elektronik menggunakan sumber daya listrik AC atau DC. Masyarakat desa yang belum mendapatkan aliran listrik dari PLN tidak habis akal guna menunjang aktifitas sehari – hari mereka menggunakan Genset berbahan bakar solar, akan tetapi mulai dari akses pembelian solar bagi warga pulau terpencil akan banyak menguras tenaga, waktu dan biaya, disebabkan susahnya mendapatkan bahan bakar solar mereka membatasi penggunaan genset hanya di malam hari

dan pada saat pagi genset dimatikan agar menghemat konsumsi solar. Melihat kondisi seperti itu maka terfikirkan ide ingin membuat genset tanpa bahan bakar, kedepannya dapat digunakan oleh masyarakat terpencil yang belum menikmati listrik guna menunjang aktifitas ekonomi, pendidikan dan pastinya kehidupan sehari – hari yang banyak menggunakan tenaga listrik. Rancangan alat pembangkit listrik tenaga baterai ini belum pernah dirancang dan dibuat sebelumnya sehingga masih banyak proses penelitian untuk uji coba yang harus dilakukan.

KAJIAN TEORI

A. Axiomatic design

Metode perancangan yang digunakan dalam mendesain produk menggunakan *axiomatic design* ini dikembangkan oleh

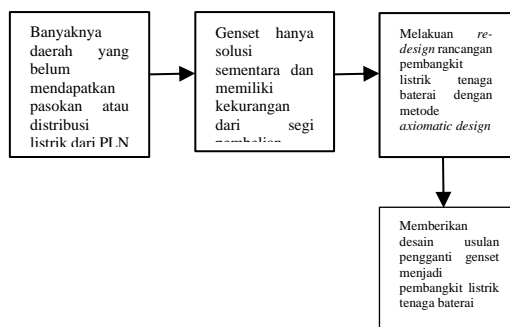
salah satu professor dari MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) yaitu professor Nam Pyo Suh yang membuat sebuah logika proses desain (*Purnomo et al., 2019*). *Axiomatic Design* yaitu suatu metode yang mendefinisikan dua aksioma dan suatu metode yang mendefinisikan rancangan sebagai bentuk dari sintesis solusi dalam sebuah produk, proses, dan sebuah sistem yang memenuhi kebutuhan konsumen dengan memetakan *functional requirement* (FR) dalam fungsional domain dan desain parameter (DP) dari domain fisik yang melalui pemilihan dari DP yang sesuai untuk memenuhi FR (Achmadi & Purnomo, 2018). Dengan adanya istilah-istilah diatas bahwa *CA/Customer Attribute* merupakan domain yang memenuhi keinginan dari seorang pengguna, *FR/Functional Requirement* yaitu domain berisi fungsi yang dapat dicapai dari suatu rancangan produk, *DP/Design Parameter* ialah yang terjadi perubahan dari FR bagaimana fungsi FR itu diwujudkan, *PV/Process Variable* membahas bahwa rancangan produk dibuat, atau dengan kata lain PV menceritakan langkah-langkah produksi dari suatu rancangan sebelum menjadi produk (Achmadi & Purnomo, 2018).

B. Antropometri

Antropometri yaitu pengetahuan untuk melakukan hitungan tubuh manusia termasuk postur duduk, berdiri dan lain-lain guna merancang lingkungan kerja yang nyaman (Putra, 2018). Banyak hal yang mempengaruhi data antropometri antaralain jenis kelamin, usia, etnis dan jenis pekerjaan (Purnomo et al., 2019). Pada penelitian antropometri dipakai untuk merancang beberapa fungsi dalam pembangkit listrik tenaga baterai yaitu pegangan dan tombol *on/off*. Pegangan

dibuat untuk memudahkan saat mengangkat produk sehingga praktis digunakan atau pemindahan produk. Ada 2 pengukuran tubuh yang digunakan dalam merancang pegangan, yaitu pengukuran lebar telapak tangan (LTT) dan panjang telapak tangan (PTT) (Ghufrani, 2020).

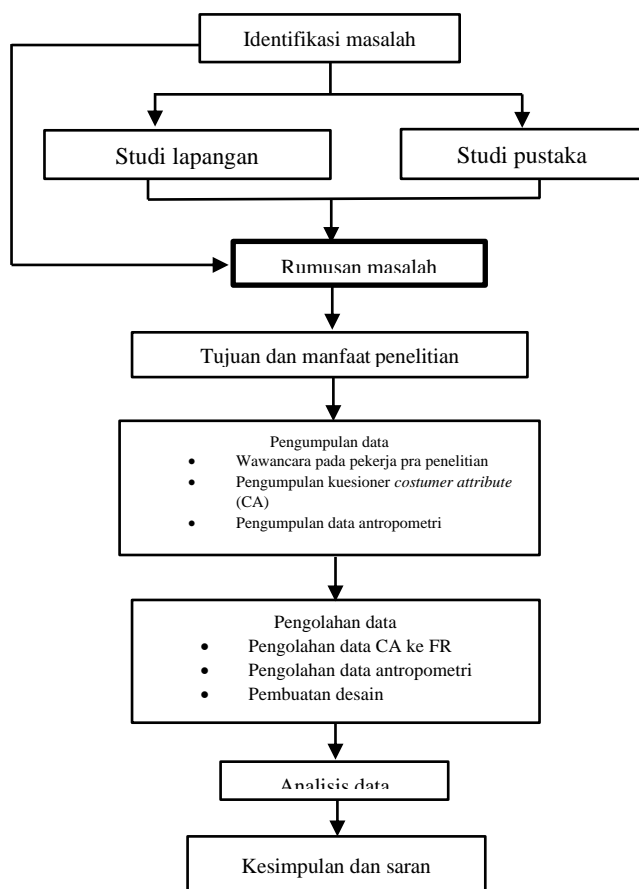
C. Kerangka Pemikiran



Gambar 1 Kerangka pemikiran

METODE PENELITIAN

A. Flowchart Penelitian



Gambar 2 Flowchart Penelitian

B. Populasi dan sampel

Populasi untuk penelitian adalah pekerja dan konsumen CV.FF Service dan diambil data melalui kuisisioner dalam jangka waktu kedatangan konsumen mulai dari awal bulan Mei 2023 sampai akhir bulan juni 2023.

C. Teknik Pengumpulan Data

Dalam mengumpulkan data informasi penulis memakai cara wawancara, kuesioner *customer Attribute* dan pengambilan data antropometri dimensi.

D. Teknik pengolahan data

1. Pertama penulis melakukan pengolahan data dari kuesioner dengan konsep pengerjaan *Axiomatic design* yaitu mengidentifikasi keinginan penggunaan pembangkit listrik tenaga baterai dimana ini akan menghasilkan *Customer Attribute* (CA), kemudian melakukan pemetaan *Functional requirement* (FR) dan kemudian menghasilkan *Design Parameter* (DP) lalu langkah terakhir adalah melakukan *Process Variable* (PV) yang menghasilkan rancangan virtual pembangkit listrik tenaga baterai (Andriani et al., 2018).
2. untuk langkah kedua adalah antropometri dimana langkah ini bertujuan untuk merancang beberapa bagian dalam rancangan alat pembangkit listrik tenaga baterai. Ada tiga dimensi antropometri yang dipakai yaitu lebar ibu jari untuk menghasilkan rancangan tombol yang ergonomis, lebar telapak tangan dan panjang telapak tangan untuk menghasilkan rancangan yang nyaman untuk di genggam (Thaha et al., 2021). Data antropometri didapatkan dengan penilaian langsung kepada 32 orang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Identifikasi *Customer Attribute*

Tabel 1 Identifikasi *Customer Attribute*

No	<i>Customer attribute</i>	Jumlah	No	<i>Customer attribute</i>	Jumlah
1	Tidak Berat	43	6	Harga Terjangkau	15
2	Mudah Digunakan	43	7	<i>Waterproof</i>	14
3	Mudah Dibawa	42	8	Desain menarik	13
4	Aman digunakan	37	9	Ukuran Kecil	10
5	Awet	34	10	Perawatan Mudah	10

Tabel 2 *output* uji validitas data

<i>Attribute</i>	<i>Corrected Item-Total Correlation</i>	Keterangan
Tidak berat	0,750	Valid
Mudah digunakan	0,164	Tidak valid
Mudah dibawa	0,526	Valid
Aman digunakan	0,160	Tidak valid
Awet	0,524	Valid
Harga Terjangkau	0,123	Tidak valid
<i>Waterproof</i>	0,511	Valid
Desain menarik	0,530	Valid
Ukuran kecil	0,651	Valid
Perawatan mudah	0,101	Tidak valid

Tabel 3 *output* uji reliabilitas data

<i>Reliability Statistics</i>	
<i>Cronbach's Alpha</i>	<i>N of Items</i>
.743	6

B. Uji kecukupan data

$$N = \frac{Z^2 pq}{e^2}$$

$$N = \frac{1.64^2 \times 0,97 \times 0,03}{0,05^2}$$

$$N = 33$$

Agar mendapatkan apakah memakai data yang sesuai tidak perlu melakukan perbandingan dari nilai N dengan total sampel yang dipakai. Terlihat perhitungan didapat nilai N = 33 dengan total sampel adalah 76 orang. Dari perhitungan tersebut dapat diartikan yaitu sampel yang dipakai sudah cukup dikarenakan nilai $N < n$.

C. Uji keseragaman lebar ibu jari

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

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(2.5 - 2.36)^2 + (2.3 - 2.36)^2 + (2.2 - 2.36)^2 + \dots + (2 - 2.36)^2}{32 - 1}}$$

$$\sigma = 0.22$$

$$BKA = \bar{x} + k\sigma$$

$$= 2.36 + 2(0.22) = 2.804$$

$$BKB = \bar{x} - k\sigma$$

$$= 2.36 - 2(0.22) = 1,908$$

D. Uji keseragaman data dimensi lebar telapak tangan

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

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(8.5 - 8.28)^2 + (8.7 - 8.28)^2 + (8.3 - 8.28)^2 + \dots + (8.5 - 8.28)^2}{32 - 1}}$$

$$\sigma = 0.399$$

$$BKA = \bar{x} + k\sigma$$

$$= 8.278 + 2(0.399) = 9.077$$

$$BKB = \bar{x} - k\sigma$$

$$= 8.278 - 2(0.399) = 7.479$$

E. Uji keseragaman data dimensi panjang telapak tangan

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

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(18.5 - 18.196)^2 + (18 - 18.196)^2 + (17.9 - 18.196)^2 + \dots + (17.6 - 18.196)^2}{32 - 1}}$$

$\sigma = 0.506$

BKA = $\bar{x} + k\sigma$
 = $18.197 + 2(0.506) = 19.210$

BKB = $\bar{x} - k\sigma$
 = $18.197 - 2(0.506) = 17.184$

F. Uji Normalitas Data Antropometri

Tabel 4 uji normalitas data

	Kolmogorov-snirov			Shapiro-wilk		
	statistic	df	Sig	statistic	df	Sig
LIB	0.103	3	0.082	0.958	3	0.293
LT	0.089	3	0.128	0.977	3	0.428
PT		2	0.079		2	0.276

G. Persentil

Tabel 5 Persentil

Persentil	Dimensi tubuh		
	LIJ	LTT	PTT
P5	1.987	7.620	17.364
P50	2.356	8.278	18.197
P95	2.725	8.936	19.030

H. Pemetaan Desain Dengan Axiomatic Design

Tabel 6 Atribut Awet

Kode	Customer Attribute	Kode	Functional Requirement	Kode	Design Parameter
CA1	Awet		Meningkatkan ketahanan produk	DP1	Produk yang durable
		FR1	Meningkatkan ketahanan terhadap kondisi lingkungan	DP1.1	Material yang kokoh pada produk
		FR1.1.1	Melindungi bagian body dari perubahan temperatur	DP1.1.1	Material dari aluminium seng
		FR1.1.2	Melindungi dinamo dari objek yang dapat merusak (percikan air, jangkauan anak-anak, dll)	DP1.1.2	Material dari besi

Tabel 7 Atribut Waterproof

Kode	Customer Attribute	Kode	Functional Requirement	Kode	Design Parameter
CA2	Waterproof		Meningkatkan ketahanan terhadap bocor	DP2	Waterproof material
		FR2	Meningkatkan ketahanan produk terhadap air	DP2.1	Material dengan aluminium seng
		FR2.1	Mengantisipasi air tidak masuk ke mesin	DP2.1.1	Material dari besi



Terbit online pada laman web jurnal : <http://ejournal.upbatam.ac.id/index.php/comasiejurnal>

Jurnal Comasie

ISSN (Online) 2715-6265



Tabel 8 Desain menarik

Kode	Customer Attribute	Kode	Functional Requirement	Kode	Design Parameter
CA3	Desain Menarik	FR3	Menyajikan desain dan fitur produk yang unik	DP3	innovative design
		FR3.1	Meminimalisir resiko benda jatuh	DP3.1	Hydrodynamic design
		FR3.1.1	Mengoptimalkan putaran dinamo	DP3.1.1	Praktik berbentuk kubus
		FR3.1.1.1	Mengoptimalkan putaran dinamo	DP3.1.1.1	Desain 3 dinamo penggerak
		FR3.2	Memberikan kemudahan penggunaan produk	DP3.2	Desain tombol power dan lampu indikator ergonomis
		FR3.2.1	Meniadakan misetick tombol power	DP3.2.1	Bentuk tombol yang bulat dan cekung kedalam
		FR3.2.1.1	Meniadakan kelebihan	DP3.2.1.1	Diameter tombol yang tepat
		FR3.2.1.1.1	Mencegah ketidaknyamanan pada jari tangan	DP3.2.1.1.1	Persentil 99% lebar jari jari : 2,75cm
		FR3.2.1.1.2	Meningkatkan kejelasan simbol	DP3.2.1.1.2	Warna hitam
		FR3.2.2	Meniadakan penggunaan energi besar pada lampu indikator	DP3.2.2	Lampu LED putih
		FR3.3	Meminimalisa perpotongan energi	DP3.3	Baterai
		FR3.3.1	Mengoptimalkan penyediaan energi	DP3.3.1	Deep cycle battery
		FR3.4	Memberikan warna produk yang menarik	DP3.4	Kombinasi warna hitam dan merah

Tabel 11 Mudah dibawa

Kode	Customer Attribute	Kode	Functional Requirement	Kode	Design Parameter
CA6	Mudah dibawa	FR6	Kenyamanan saat digunakan	DP6	Ergonomic handle design
		FR6.1	Kenyamanan saat menggunakan pegangan	DP6.1	panjang dan diameter pegangan sesuai dengan data antropometri
		FR6.1.1	Mengurangi licin saat pegangan digunakan	DP6.1.1	Bahan dari rubber
		FR6.1.1.1	Mencegah tidak nyaman saat pegangan digunakan	DP6.1.1.1	Persentil 95% panjang telapak tangan 8,68cm
		FR6.1.1.2	Mengurangi ketidaknyamanan ditelapak tangan karena ukuran terlalu besar	DP6.1.1.2	Persentil 5% lebar telapak tangan 7,62cm

Tabel 9 Tidak berat

Kode	Customer Attribute	Kode	Functional Requirement	Kode	Design Parameter
CA4	Tidak Berat	FR4	Memberikan kemudahan saat dibawa	DP4	Lightweight design
		FR4.1	Mengurangi beban berlebih	DP4.1	Bobot produk yang ringan
		FR4.1.1	Mengurangi risiko kram otot	DP4.1.1	Bobot produk s

Tabel 10 Ukuran kecil

Kode	Customer Attribute	Kode	Functional Requirement	Kode	Design Parameter
CA5	Ukuran Kecil	FR5	Memberikan kepraktisan dalam penggunaan	DP5	Adjustable design
		FR5.1	Memberikan kemudahan perubahan ukuran	DP5.1	2 level penyesuaian bentuk
		FR5.1.1	Mengoptimalkan putaran dinamo	DP5.1.1	Memberikan gear box in dinamo
		FR5.1.1.1	Memberikan pelumas pada gear dinamo	DP5.1.1.1	Panjang total body dan space 90 cm
		FR5.1.2	Memberikan penyesuaian untuk meringkas produk	DP5.1.2	Penutup gear box sama dengan dimensi dinamo
		FR5.1.2.1	Menurunkan space untuk penyimpanan	DP5.1.2.1	Panjang body 80 cm

I. Perhitungan Daya Listrik dari Rancangan Alat Pembangkit Listrik Baterai

$$P = V \cdot I$$

$$P = 15.000 \text{ Volt} \cdot 3 \text{ Ampere}$$

$$P = 45.000 \text{ VA}$$

$$P = 36.000 \text{ Watt} = 36 \text{ kWh}$$

J. Uji Marginal Homogeneity

Uji *marginal homogeneity* digunakan untuk mengidentifikasi apakah desain yang diusulkan sesuai dengan *customer attribute* atau tidak. Hipotesis yang digunakan adalah H_0 : Tidak ada perbedaan signifikan antara *users requirement* dengan desain usulan yang dibuat H_1 : Ada perbedaan yang signifikan antara *users requirement* dengan desain usulan yang dibuat. Dengan tingkat signifikansi 5% didapatkan hasil uji sebagai berikut:

Tabel 12 Hasil uji *marginal homogeneity*

Attribute	Asymp.sig (2-tailed)
Awet	0.110
Waterproof	0.190
Desain menarik	0.137
Tidak berat	0.009
Ukuran kecil	0.610
Mudah dibawa	0.120

K. Uji Wilcoxon Signed Rank Test

Wilcoxon digned rank test digunakan untuk menguji signifikansi perbedaan antara 2 data berpasangan, dalam hal ini adalah desain pembangkit listrik tenaga air *portable* sebelum desain dan setelah didesain ulang. Hipotesis yang digunakan dalam pengujian ini adalah H_0 : Tidak ada perbedaan desain

pembangkit listrik tenaga baterai sebelum dan sesudah didesain ulang H_a : Ada perbedaan desain pembangkit listrik tenaga baterai sebelum dan sesudah didesain ulang

Tabel 13 Hasil uji *wilcoxon signed rank test*

Attribute	Asymp.sig (2-tailed)
Awet	0.00
Waterproof	0.03
Desain menarik	0.00
Tidak berat	0.01
Ukuran kecil	0.01
Mudah dibawa	0.00

SIMPULAN

Berdasarkan dari uraian hasil penelitian yang telah dilakukan perbandingan perhitungan desain genset yang sudah ada dengan desain pembangkit listrik tenaga baterai ini adalah Kapasitas keluaran daya listrik adalah 36 kWh dengan menggunakan, Desain yang lebih diperlukan melalui perhitungan *Customer Attribute* menghasilkan 6 atribut yaitu atribut awet, tidak berat, mudah dibawa, desain menarik, *Waterproof* dan ukuran kecil. Bobot dari produk ini berkisar antara 4,83 kg dengan dua level perubahan ukuran panjang produk yaitu antara 80 cm - 90cm. Produk ini dilengkapi dengan sebuah tombol *power* berwarna putih berbentuk bulat dengan cekungan kedalam yang didesain sesuai dengan data antropometri yang berukuran 2,75 cm, lampu LED berwarna putih, sebuah baterai tipe *deep cycle battery* sebagai media penyimpanan daya, dan sebuah

handle dari karet dengan ukuran diameter 8,68 cm dan lebar 7,62 cm.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi, O., & Purnomo, H. (2018). Konsep Rancangan Alat Penanam Benih Jagung Dengan Pendekatan Axiomatic Design. *Seminar Nasional Teknik Industri UGM*, 93–101.
- Andriani, D. P., Choiri, M., & Desrianto, F. B. (2018). Redesain Produk Berfokus Pada Customer Requirements Dengan Integrasi Axiomatic Design dan House of Quality. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 17(1), 71. <https://doi.org/10.23917/jiti.v17i1.5867>
- Ghufrani, S. (2020). *Perancangan Alat Pengangkut Galon Ke Dispenser Dengan Pendekatan Metode Axiomatic Design*.
- Purnomo, H., Kurnia, F., & Samodro, G. (2019). Seminar NaPerancangan Interior City Bus Handles Pada Trans Jogja Menggunakan Metode Axiomatic Design. *IENACO-2019*. *Ienaco*, 294–301.
- Putra, E. A. (2018). *Perancangan desain pembangkit listrik tenaga air*. 99.
- Thaha, H. M., Eko, D., & Prasetio, A. (2021). Perancangan Alat Bantu Pengujian Komponen Gear Pump Hd 785-7 Di Pt Saptaindra Sejati Design Testing Tools Gear Pump Components Hd 785-7 At Pt Saptaindra Sejati. *Jurnal Baut Dan Manufaktur*, 03(1), 47–52.

	<p>Biodata oleh penulis pertama Bitson Nerpandi Hutapea merupakan mahasiswa program pascasarjana Prodi Teknik Industri Universitas Putera Batam,</p>
	<p>Biodata oleh Penulis kedua, Ganda Sirait, S.Si., M.Si., merupakan Dosen Prodi Teknik Industri Universitas Putera Batam.</p>