



Tersedia secara online di <http://ojs.unik-kediri.ac.id/index.php/jatiunik/index>

JATI UNIK

Jurnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri



Perancangan Meja Lipat Multifungsi yang Ergonomis Menggunakan *Pahl and Beitz* dan *Value Engineering*

Alma Adellia^{*1}, Mochammad Tutuk Safirin²

almaadellia9@gmail.com^{*1}, mochtusa@gmail.com²

^{1,2}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur

Informasi Artikel

Riwayat Artikel :

Received : 22 – Juli – 2023

Revised : 27 – Maret – 2023

Accepted : 29 – April – 2023

Kata kunci :

Anthropometri, Ergonomic,
Pahl and Beitz, Product plan,
Value Engineering

Untuk melakukan sitasi pada penelitian ini dengan format :

A. Adellia and M. T. Safirin, "Perancangan Meja Lipat Multifungsi yang Ergonomis Menggunakan *Pahl and Beitz* dan *Value Engineering*," *JATI UNIK J. Ilm. Tek. dan Manaj. Ind.*, vol. 6, no. 2, pp. 26–37, 2023.

Abstract

A futuristic and comfortable desk design is a priority need for consumers today. The need for a proper design to produce a product that consumers are interested in. This research aims to produce ergonomic multifunctional folding table product designs at minimal cost. The method used is Pahl and Beitz and value engineering using anthropometric calculations. Pahl and Beitz analysis produces ergonomic folding table products with table dimensions of 75x54cm, for table leg height of 35-40cm. The results of the value engineering method from the 3 alternatives made resulted in folding table products at a cost of Rp. 355,000 with the addition of lights, drinking places, USBs, and adjustable table legs. With the design of folding tables using Pahl and Beitz and value engineering can produce an ergonomic product design so that it is comfortable to use and can be realized at an affordable cost with optimal folding table features.

Abstrak

Desain meja yang futuristik dan nyaman digunakan menjadi kebutuhan prioritas konsumen saat ini. Perlunya sebuah perancangan yang tepat untuk menghasilkan sebuah produk yang diminati konsumen. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan rancangan produk meja lipat multifungsi yang ergonomis dengan biaya minimal. Metode yang digunakan adalah *Pahl and Beitz* dan *value engineering* dengan menggunakan perhitungan antropometri. Analisis *Pahl and Beitz* menghasilkan produk meja lipat multifungsi yang ergonomis dengan dimensi meja 75x54cm, untuk tinggi kaki meja 35-40cm. Hasil dari metode *value engineering* dari 3 alternatif yang dibuat menghasilkan produk meja lipat dengan pembuatan biaya Rp355.000 dengan penambahan fitur lampu, tempat minum, USB, dan kaki meja dapat di *adjustable*. Dengan perancangan meja lipat menggunakan *Pahl and Beitz* dan *value engineering* dapat menghasilkan sebuah

rancangan produk ergonomis sehingga nyaman untuk digunakan dan dapat direalisasikan dengan biaya yang terjangkau dengan fitur meja lipat yang optimal.

1. Pendahuluan

Desa Karang Sari, Ngawi, Jawa Timur dikenal sebagai penghasil mebel berbahan kayu jati. Kualitas yang baik membuat kayu jati yang dihasilkan hingga diekspor ke Belanda. Kualitas ini ditentukan dari kepadatan, kehalusan serat, kekohohan, tingkat kelembaban dan lokasi tumbuh [1]. Penentuan kualitasnya dapat menghasilkan produk unggulan berupa furnitur yang ramah lingkungan [2]. Salah satunya, meja untuk ruangan [3]. Jenis meja yang futuristik menjadi daya tarik konsumen hingga kini, tentunya dengan gaya tradisional Tiongkok- Eropa [4].

Meja futuristik menjadi kebutuhan konsumen secara massal [5]. Meja ini harus dilengkapi dengan teknologi, material kokoh, multi fungsi dan memenuhi kebutuhan untuk tugas berbeda. Namun, kelengkapan yang ada masih sulit dijangkau oleh masyarakat di Ngawi, Jawa Timur. Jangkauan ini melihat dari kondisi ekonomi pasca pandemi. Perekonomian yang belum stabil, untuk membeli meja belum menjadi prioritas utama. Kebutuhan meja dengan kelengkapan tersebut dibutuhkan untuk aktivitas perkuliahan melalui *zoom meeting*. Perkuliahan berlangsung pukul 18.00 WIB hingga 20.00 WIB dirasa membosankan jika menggunakan meja yang ada di rumah masing – masing. Kondisi meja dengan permukaan yang tidak rata, pencahayaan rumah kurang terang, belum terdapat port untuk pemindai data dan dimensi terlalu tinggi. Perbaikan kondisi ini menjadi prioritas untuk mahasiswa yang membutuhkan. Diperlukan rancangan meja yang lebih baik untuk menunjang kegiatan perkuliahan yang dilakukan. Mahasiswa tersebut berharap biaya terjangkau dengan perbaikan kondisi dari meja yang akan dirancang.

Rancangan meja yang telah ada, dominan dengan biaya tinggi namun berkualitas [6], dengan fitur rak, desain dan ketahanan selama digunakan [7]. Setidaknya dalam meancang terdapat lebih dari 1 prototype untuk solusi dari keunikan antropometri, toleransi ruang gerak dan biaya tinggi. Potensi rancangan yang semakin berkembang, menuntut kebutuhan biaya kecil nan kualitas baik [8]. Tidak hanya itu, adaptasi antropometri juga menjadi pertimbangan khusus pada rancangan yang tersistematis [9]. Kebutuhan meja yang berkembang dengan model lipat akan memenuhi trend kalangan pengguna mayoritas

kalangan terpelajar. Biaya rendah dengan fungsionalitas tinggi, mencangkup sistem penggunaan, model lipat dan hemat tempat [10].

Rancangan ini dapat diterapkan pada metode value engineering [8]. Namun, kreatifitas dalam menyusun material menjadi faktor penting untuk menghasilkan kinerja tinggi [11]. Kinerja dari kreatifitas akan menghasilkan minimasi biaya, kualitas terbaik dan fungsionalitas dari meja yang lain [12]. Minimasi biaya mencapai 50% dari eksisting dan kualitas terbaik meningkat 50% dapat ditentukan dari alternatif rancangan terpilih. Namun, fungsionalitas perlu dipertimbangkan kembali. Pertimbangan yang dapat diadaptasi dari pengguna dengan menggunakan antropometri [13]. Penggunaan antropometri akan erat dengan dimensi yang akan dihasilkan dari meja tersebut [14]. Pengukuran yang umum dilakukan adalah tinggi meja, panjang meja dan jangkauan tangan kedepan [14].

Namun, idealnya antropometri meja lipat harus di fokuskan pada 3 titik. Titik tinggi siku saat duduk, jarak jangkauan tangan kedepan dari bahu hingga jari tangan dan jarak bentang dari siku tangan kanan ke siku tangan kiri. Setelah itu, analisa kemudahan untuk menulis yang dibutuhkan material yang tepat, dapat dilipat, tahan gores, bersifat adjustable, terdapat port dan lampu belum terdapat pada rancangan meja sebelumnya [15]. Perancangan produk meja lipat pasti erat dengan komponen yang akan digunakan. Komponen ini sebagai kekuatan dalam menghasilkan biaya paling kecil dengan fungsionalitas tinggi pada alternatif prototype yang dirancang. Informasi utama yang harus ada selain komponen yaitu spesifikasi teknik dari masing – masing komponen dan kreatifitas untuk meningkatkan kualitas dari prototype tersebut[16].

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan meja lipat dengan biaya terkeci, kualitas tinggi dan fungsionalitas untuk mahasiswa yang berada di Ngawi, Jawa Timur. Diharapkan penelitian ini menghasilkan prototype yang mampu mengurangi biaya dari meja sebelumnya, namun dapat meningkatkan kualitas dan fungsionalitasnya. Prototype ini diharapkan layak digunakan karena kebutuhan harapan tercapai dan berfungsi dengan baik.

2. Metode Penelitian

2.1 Desain Penelitian

Penelitian ini berbentuk deskriptif dengan menggunakan metode *value engineering* dan *Pahl and Beitz*. Penelitian ini akan merancang 3 alternatif desain meja lipat yang nanti

akan dipilih salah satunya untuk diwujudkan menjadi produk jadi dengan spesifikasi yang telah ditentukan.

2.2 Populasi dan Sampel

Populasi pada penelitian ini adalah pelajar aktif daerah Ngawi yang berjumlah 100 orang. Karena pada usia ini merupakan usia perkembangan dan banyak belajar sehingga membutuhkan meja dalam belajar baik di rumah maupun sekolah. Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini menggunakan perhitungan slovin yang dapat dilihat detail dibawah ini[17][18].

$$n = \frac{N}{1+N(e)^2} \quad (1)$$

keterangan :

n = ukuran sampel
N = ukuran populasi
e = batas kesalahan maksimal (0,1)

Dari perhitungan menggunakan rumus slovin dengan jumlah populasi adalah 100 orang, maka di dapatkan hasil 50 sampel. Jumlah sampel ini akan digunakan sebagai responden dalam penyebaran kuisisioner[19].

2.3 Metode Pengumpulan dan Analisis Data

Dalam penelitian ini untuk mendapatkan data dari responden dengan menggunakan kuesioner tertutup, setelah itu diukur persepsi responden menggunakan skala *likert* dengan pertanyaan dan skor [20].

Teknik yang digunakan untuk menganalisis data yang diperoleh adalah analisis deskriptif yang digunakan dalam perancangan meja multifungsi ini. Dalam menganalisa data, peneliti menggunakan program *Microsoft Excel* dengan bantuan sistem komputer, dan melakukan perhitungan manual menggunakan rumus, uji keseragaman data, uji kecukupan data dan rumus perhitungan persentil. Penjelasannya sebagai berikut:

1. Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman data dilakukan untuk mengetahui apakah data yang diperoleh sudah seragam, yang ditandai dengan tidak adanya data keluar dari batasan (*out of control*). Penentuan batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB) untuk tingkat kepercayaan 95% dan tingkat ketelitian 10%.

2. Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data berfungsi untuk mengetahui apakah data hasil pengamatan dapat dianggap mencukupi.

$$N' = \left(\frac{k/s\sqrt{N \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2}}{\sum Xi} \right)^2 \quad (2)$$

Keterangan:

N = Jumlah data pengamatan sebenarnya

N' = Jumlah data secara teoritis

s = Derajat ketelitian (*degree of accuracy*)

k = Tingkat kepercayaan (*level of confidence*)

xi = Data hasil pengukuran

3. Metode *Pahl and Beitz* terdiri dari 4 langkah yaitu menjelaskan ide-ide yang ada pada responden terhadap penelitian ini, mendesain produk yang telah dipilih sesuai dengan keinginan dari responden dengan memberikan alternatif pilihan, membuat produk yang sudah dipilih oleh responden kedalam produk nyata atau jadi, dan menambahkan detail dari produk yang masih kurang[21].
4. Metode *value engineering* terdiri dari 5 langkah utama, antara lain tahap mengumpulkan informasi mengenai produk yang akan diteliti kepada responden dan juga pembuatnya, mengidentifikasi dan menentukan kepentingan relatif dari setiap fungsi, mengevaluasi ide-ide yang dihasilkan dan juga menghilangkan hambatan yang ada, mengembangkan ide-ide yang sudah dievaluasi, dan memilih produk mana yang nantinya akan dijadikan sebagai produk jadi dengan mempertimbangkan beberapa faktor[22][23]. Dari berbagai alternatif tersebut ditentukan bobot kriteria prioritas dengan AHP [24][25].

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Uji Keseragaman Data

Hasil uji keseragaman data tinggi siku dalam posisi duduk (TSD), jarak jangkauan tangan ke depan dari bahu sampai jari tangan (JTD), jarak bentang dari siku tangan kanan ke siku tangan kiri (BST) menunjukkan telah seragam dan dapat dilanjutkan ke tahap analisis berikutnya yang dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 1. Hasil Uji Keseragaman Data

Dimensi Tubuh	BKA (cm)	BKB (cm)	ΣX (cm)	\bar{x} (cm)	Data Min (cm)	Data Max (cm)	Keterangan
TSD	44,84	28,40	1831	36,62	29	44	Seragam
JTD	67,07	53,03	3003	60,06	54	66	Seragam
BST	75,98	67,94	3598	71,96	69	75	Seragam

(Sumber: Olah Data 2022)

3.2 Uji Kecukupan Data

Hasil uji kecukupan data dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. Hasil Uji Kecukupan Data

No	Uraian	Nilai (N')
1.	Tinggi siku dalam posisi duduk (TSD)	19,75.
2.	Jarak jangkauan tangan ke depan dari bahu sampai ujung jari (JTD)	5,35
3.	Jarak bentang siku tangan kanan sampai siku tangan kiri (BST)	1,22.

(Sumber: Olah data, 2022)

Jika nilai $N' < N$, data tersebut mencukupi, jika nilai $N' > N$, data tersebut belum mencukupi. Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa nilai N' lebih kecil dari nilai $N = 50$. Maka data sudah mencukupi

3.3 Hasil Persentil

Untuk menetapkan penyangga meja yang dapat di *adjust* diperoleh nilai \bar{X} untuk data wanita = 35 cm dan \bar{X} untuk data pria = 40 cm dengan menggunakan persentil 50% yang merupakan nilai tengah dari hasil pengukuran dimensi tubuh didapatkan tinggi kaki meja lipat multifungsi adalah antara 35 cm sampai 40 cm. Untuk menetapkan lebar meja lipat diperoleh nilai $\bar{X} = 60,06$ cm dengan menggunakan persentil 5% yang merupakan nilai terkecil. Jadi tinggi meja lipat multifungsi adalah antara 54 cm atau 0,54 meter. Untuk menetapkan panjang meja diperoleh nilai $\bar{X} = 71,96$ cm dengan menggunakan persentil 95% yang merupakan nilai terbesar dari hasil pengukuran dimensi tubuh. Maka didapatkan tinggi meja lipat multifungsi adalah antara 75 cm atau 0,75 meter.

3.4 Perancangan Metode *Pahl and Beitz*

Hasil rancangan konsep produk dengan menggunakan ide-ide yang sudah ada, dipilih untuk mejadi kombinasi dan konsep yang baik secara desain maupun fungsinya yang dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 1. Rancangan Alternatif meja 1, meja 2, dan meja 3

Pada fase ini konsep yang sudah ada dan dipilih akan dibuat menjadi barang jadi dengan komponen dan material yang sudah direncanakan yaitu papan HMR, besi, slot USB, lampu LED, laminasi PVC, *power bank*.

3.5 Perancangan Metode *Value Engineering*

Berikut merupakan rincian biaya untuk desain awal yang belum ergonomis dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 3. Biaya Material Desain Awal

No	Nama Material	Ukuran/Jumlah	Harga
1	Besi Pipa	17 cm x 2 cm	20.000
2	Papan Mdf	48cm x 35cm	25.000
3	Laminasi PVC	1	10.000
4	Pembuatan Meja		45.000
Total Biaya Bahan			100.000

(Sumber: Olah Data, 2022)

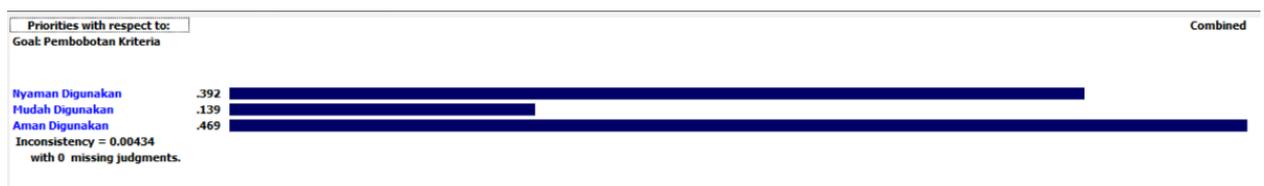
Berikut ini adalah tabel rincian rancangan produk meja lipat dengan spesifikasi masing-masing yang dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 4. Spesifikasi Rancangan Meja Lipat

No	Rancangan	Spesifikasi
1.		Meja lipat dapat dibuka keatas dan ke samping, terdapat laci, lampu dan terdapat USB. Material yang digunakan adalah kaki meja terbuat dari besi, badan mejaterbuat dari kayu MDF.
2.		Meja terdapat dua sisi, sisi kanan yang lebih kecil terdapat usb, lampu, <i>phone holder</i> , tempat bolpoin kemudian yang sisi kiri bisa dinaikkan untuk penggunaan laptop. Material yang digunakan adalah kaki meja terbuat dari besi, mejanya terbuat dari kayu MDF.
3.		Bagian kiri meja terdapat lampu yang bisa dilipat dan dimasukkan ke laci, terdapat USB dan tempat minum. Material yang digunakan untuk meja adalah papan HMR, dan kaki meja terbuat dari besi.

(Sumber: Olah data, 2022)

Hasil akhir penilaian ketiga rancangan ditambah kondisi awal dengan menggunakan kriteria nyaman digunakan, mudah digunakan, dan aman digunakan didapatkan hasil bobot sebagai berikut:



Gambar 2. Hasil Pembobotan Kriteria dengan *Software Expert Choice*

Dari hasil perhitungan didapatkan hasil bobot kriteria 1 yaitu 0,392, kriteria 2 yaitu 0,139, dan kriteria 3 yaitu 0,469. Nilai inkonsistensi yang ada sebesar 0,004. Karena nilai

yang didapat lebih kecil dari batas yang diijinkan yaitu 0,1. Maka konsistensi dari penentuan bobot kriteria ini baik.

Selanjutnya tahap perkalian dari penjumlahan matriks evaluasi untuk tiap kriteria dari alternatif dan juga kondisi awal meja lipat. Hasil dari perhitungan performansi keseluruhan dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Performansi

No	Alternatif	Bobot Kriteria			Performance (P)
		Kriteria 1	Kriteria 2	Kriteria 3	
1	Kondisi Awal	12,544	5,421	15,008	32,973
2	1	57,232	16,958	56,749	130,939
3	2	57,232	19,182	61,439	140,538
4	3	57,624	20,572	68,005	146,201

(Sumber: Olah Data, 2022)

Hasil perhitungan nilai dengan menggunakan rumus performansi dibagi dengan biaya.

Tabel 6. Hasil Perhitungan Nilai

No	Alternatif	Performance (P)	Cost (C)	Konversi performance dalam rupiah	Value	Rangking
1	Kondisi Awal	32,973	Rp100.000	Rp100.000	1,00	4
2	1	130,939	Rp370.000	Rp397.109,76	1,07	3
3	2	140,538	Rp395.500	Rp426.221,45	1,08	2
4	3	146,201	Rp355.000	Rp443.396,11	1,25	1

(Sumber: Olah Data, 2022)

Dari tabel diatas didapatkan hasil dari segi harga, *performance*, dan *value* dari desain awal beserta ketiga alternatif dapat dilihat melalui ranking bahwa hasil yang didapatkan *value* terbesar adalah rancangan ke 3, sehingga desain alternatif ke 3 terpilih menjadi alternatif yang akan dibuat menjadi produk jadi.

Dari hasil keputusan diatas, maka tahap selanjutnya adalah membuat produk jadi dari rancangan meja lipat pada alternatif 3 dengan spesifikasi Bagian kiri meja terdapat lampu yang bisa dilipat dan dimasukkan ke laci, terdapat USB dan tempat minum. Material yang digunakan untuk meja adalah papan HMR, dan kaki meja terbuat dari besi. Untuk gambar produk jadi meja lipat dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 2. Meja Lipat Multifungsi

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan secara ergonomi dengan metode *pahl and beitz* dan *value engineering* untuk membuat meja lipat multifungsi yang ergonomis menghasilkan meja lipat dengan panjang dan lebar sebesar 75cm x 54cm dengan panjang kaki meja *adjust* 35-40cm sehingga tinggi meja dapat disesuaikan dengan penggunaannya agar merasa nyaman dan ergonomis. Dengan metode *value engineering* dalam mempertimbangkan penambahan fungsi yang terdiri dari lampu, USB, dan tempat minum dengan harga yang sangat minimal sebesar Rp355.000. Dengan metode *value engineering* dapat membantu mengidentifikasi bahan-bahan dan teknologi yang lebih efisien dan ekonomis dalam pembuatan meja lipat multifungsi. Dengan demikian, biaya produksi meja dapat ditekan, sehingga harga jual meja dapat lebih terjangkau bagi konsumen.

Daftar Pustaka

- [1] S. Dakin Kuiper, N. C. Coops, L. R. Jarron, P. Tompalski, and J. C. White, “An automated approach to detecting instream wood using airborne laser scanning in small coastal streams,” *Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf.*, vol. 118, no. March, p. 103272, 2023, doi: 10.1016/j.jag.2023.103272.
- [2] M. Coloma-Jiménez, O. Akizu-Gardoki, and E. Lizundia, “Beyond ecodesign, internationalized markets enhance the global warming potential in the wood furniture sector,” *J. Clean. Prod.*, vol. 379, no. July, pp. 1–14, 2022, doi: 10.1016/j.jclepro.2022.134795.
- [3] X. Wang, R. Shi, and F. Niu, “Optimization of furniture configuration for residential living room spaces in quality elderly care communities in Macao,” *Front. Archit. Res.*, vol. 11, no. 2, pp. 357–373, 2022, doi: 10.1016/j.foar.2021.11.002.
- [4] W. Zou, Z. Li, and D. Sun, “The teaching content of Shanghai style furniture design for Chinese art design speciality,” *Heliyon*, vol. 8, no. 11, p. e11627, 2022, doi:

10.1016/j.heliyon.2022.e11627.

[5] M. S. Falheiro *et al.*, “Smart Configurator to Integrate Customized Furniture Design and Fabrication,” *IFAC-PapersOnLine*, vol. 55, no. 2, pp. 205–210, 2022, doi: 10.1016/j.ifacol.2022.04.194.

[6] M. Qurthuby and H. Purnomo, “Usulan Desain Meja Komputer dengan Metode Quality Function Deployment (QFD),” *Idec*, pp. 1–9, 2019.

[7] F. N. Fauzan and N. R. As’ad, “Perancangan Meja Makan Multifungsi dengan Menggunakan Metode QFD dan Antropometri pada CV Tunas Interior,” *Bandung Conf. Ser. Ind. Eng. Sci.*, vol. 3, no. 1, 2023.

[8] D. Maya Susiladewi, M. Yusuf, and N. Rahmawati, “Perancangan Ulang Meja Belajar Mahasiswa Menggunakan Metode Rekayasa Nilai dan Pendekatan Ergonomi,” *J. Teknol.*, vol. 14, no. 2, pp. 186–191, 2021, doi: 10.34151/jurtek.v14i2.3629.

[9] A. Amalia, R. Tjahyono, J. Jazuli, and R. Syamwil, “Rancang Bangun Meja Colet Ultraviolet Untuk Pra-Oksidasi Zat Warna Indigosol Dalam Pewarnaan Batik Menggunakan Pendekatan Sistematis Pahl Dan Beitz,” *J@ti Undip J. Tek. Ind.*, vol. 18, no. 1, pp. 42–50, 2023, doi: 10.14710/jati.18.1.42-50.

[10] D. N. R. Simanjuntak, Y. Manik, and B. A. H. Siboro, “Perancangan Rak Sepatu Untuk Laboratorium Desain Produk Dan Inovasi Institut Teknologi Del Dengan Metode Value Engineering Dan Quality Function Deployment (Qfd),” *J. Ilm. Teknol. dan Rekayasa*, vol. 26, no. 2, pp. 122–138, 2021, doi: 10.35760/tr.2021.v26i2.4469.

[11] J. P. E. Sison, P. I. D. Jalac, J. M. N. Dinglasan, M. M. Navarro, A. A. Palisoc, and M. B. A. Torres, “Process value analysis for wood-based furniture company in the Philippines using VA/VE approach,” *Proc. Int. Conf. Ind. Eng. Oper. Manag.*, vol. 2018-March, pp. 2425–2435, 2018.

[12] R. Gandhi, A. Chougule, A. Jadhav, and S. Patel, “Furniture Product optimization by using creative phase of Value Engineering (VE),” *Int. Res. J. Eng. Technol.*, pp. 5030–5033, 2019.

[13] Nora Yuanita Restantin, Mirwan Ushada, and Makhmudun Ainuri, “Desain Prototipe Meja dan Kursi Pantai Portabel dengan Integrasi Pendekatan Ergonomi, Value Engineering dan Kansei Engineering,” *J. Tek. Ind.*, vol. 14, no. 1, pp. 53–62, 2012.

[14] Suhartini, “Pengembangan Produk Meja Belajar Multifungsi Dengan Menggunakan Metode Quality Function Deployment Dan Antropometri,” *J. Tecnoscienza*, vol. 4, no. 2, pp. 301–318, 2020.

[15] A. Y. Tripariyanto, L. D. Indrasari, and A. Komari, “Manufacturing Meja-Kursi Portabel untuk Mahasiswa Teknik Industri Universitas Kadiri,” *J. Res. Technol.*, vol. 8, no. 2, pp. 247–258, 2022.

[16] A. Sulistiawan, I., Santoso, H. B., & Komari, “Perancangan Produk Kep Potong Rambut Dengan Mempertimbangkan Voice Of Customer Menggunakan Metode Quality Function Deployment.,” *JATI UNIK J. Ilm. Tek. dan Manaj. Ind.*, vol. 2(1), 46–5, 2019.

- [17] W. Hulukati and M. R. Djibran, “Analisis Tugas Perkembangan Mahasiswa Fakultas Ilmu Pendidikan Universitas Negeri Gorontalo,” *J. Bikotetik*, vol. 2, no. 1, p. 73, 2018.
- [18] S. Sumantri, A. Yusdiarti, and H. Miftah, “Studi Kelayakan Investasi Kopi Robusta (*Coffea Canephora*),” *J. Agribisains*, vol. 6, no. 1, p. 39, 2020, doi: 10.30997/jagi.v6i1.2805.
- [19] A. Khaira and R. K. Dwivedi, “A State of the Art Review of Analytical Hierarchy Process,” *Mater. Today Proc.*, vol. 5, no. 2, Part 1, pp. 4029–4035, 2018, doi: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.11.663>.
- [20] V. H. Pranatawijaya, Widiatry, R. Priskila, and P. B. A. A. Putra, “Pengembangan Aplikasi Kuesioner Survey Berbasis Web Menggunakan Skala Likert dan Guttman,” *J. Sains dan Inform.*, vol. 5, no. 2, p. 129, 2019.
- [21] Puryani, “Perancangan Alat Pelorot Malam/Lilin Menggunakan Metode Pahl and Beitz,” *J. Ilm. Tek. Ind. dan Inf.*, vol. 7, no. 1, 2018.
- [22] Suropto, Sukarman, Aprizal, Rizal, and Anwar, “Pembuatan Mesin Pencacah Single Blade Kapasitas 100 kg/jam dengan Metode Pahl and Beitz,” *J. APTEK*, vol. 13, no. 2, 2021.
- [23] A. A. Andriayansyah, I. Safi’i, and H. B. Santoso, “Perancangan Pengembangan Produk Kursi Tunggu Multifungsi Dengan Metode Rekayasa Nilai (Value Engineering),” *JURMATIS*, vol. 2, no. 2, 2020.
- [24] H. Assidqi, D. Ernawati, and K. R. Hayati, “Perancangan Alat Pemotong Mata Bibit Tebu Dengan Metode Value Engineering,” *J. Ind. Eng. Manag.*, vol. 13, no. 2, 2018.
- [25] M. P. Taufiq Rohman, S.Pd.I, “ANALISA PENGEMBANGAN DAN PERANCANGAN DESAIN PRODUK KURSI GAJAH GARUDA MENGGUNAKAN METODE REKAYASA NILAI DAN ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS(AHP),” *Psikol. Perkemb.*, no. October 2013, pp. 1–224, 2019, doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.