

Perancangan Mesin Pemotong Kain *Upper* Sandal yang Ergonomis Menggunakan Metode Pahl *and* Beitz

Etwin Fibrianie Soeprapto^{a*}, Aldino Wibisono^b, dan Tranggono^c

^a Program Studi Desain, Politeknik negeri Samarinda

^{b,c} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

* Corresponding author: etwin.f@gmail.com

ABSTRAK

Pada proses produksi pemotongan *upper* sandal di sebagian besar UMKM, masih dilakukan secara manual menggunakan gunting secara satu per satu tiap cetakannya. Tujuan penelitian ini adalah untuk menciptakan mesin pemotong *upper* sandal yang ergonomis. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Pahl and Beitz*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mesin pemotong *upper* sandal ini telah dirancang dengan menyesuaikan kebutuhan pengguna sehingga meminimalisir waktu produksi dan proses pemotongan menjadi lebih efisien. Sebelumnya, waktu produksi atau pemotongan memerlukan waktu 2 menit per satu cetakan *upper* sandal, namun dengan mesin pemotong yang baru ini, proses pemotongan hanya memerlukan waktu 1 menit per cetakan *upper* sandal, sehingga berhasil menghemat waktu hingga 1 menit. Hasil dari penelitian ini akan memberikan solusi yang lebih baik dalam perancangan mesin pemotong kain *upper* sandal yang mengutamakan aspek ergonomi dan dapat mengurangi keluhan muskuloskeletal.

Kata Kunci: Antropometri, *Pahl and Beitz*, Perancangan Produk

ABSTRACT

The upper sandal cutting production process in almost MSME's is still done with manually using scissors one by one for each mold. The purpose of this research is to create an ergonomic upper sandal cutting machine. The method used in this research is Pahl and Beitz. The results show that this sandal upper cutting machine has been designed by adjusting user needs so as to minimize production time and the cutting process becomes more efficient. Previously, the production or cutting time took 2 minutes per one upper sandal mold, but with this new cutting machine, the cutting process only takes 1 minute per upper sandal mold, thus successfully saving time up to 1 minute. The results of this study will provide a better solution in designing a sandal upper fabric cutting machine that prioritizes ergonomic aspects and can reduce musculoskeletal complaints.

Keywords: Anthropometry, *Pahl and Beitz*, Product Development

1. Pendahuluan

Salah satu industri UMKM Surabaya yang memproduksi alas kaki untuk memenuhi permintaan dari perusahaan sandal Barnett dengan jumlah produksi sekitar 6.000 pasang per bulan, masih menggunakan peralatan yang sederhana pada proses produksinya. Proses produksi pada *upper* sandal diawali dengan menyiapkan bahan baku berupa lembar cetakan yang sudah terdapat pola *upper* sandal. Selanjutnya lembar cetakan tersebut dipotong dan dilubangi sesuai pola cetakan. Setelah itu dilakukan pemasangan gesper dan penguncian gesper pada *upper* sandal lalu masuk ke tahap finishing yaitu pemasangan *upper* sandal. Dalam sehari jumlah produksi *upper* sandal yang bisa dibuat sekitar 200 hingga 300 pasang.

Permasalahan yang ditemukan adalah pada stasiun kerja pemotongan cetakan *upper* sandal, para pekerja menggunakan alat pemotong kain, yaitu gunting untuk melakukan pemotongan kain secara manual satu per satu. Proses ini memerlukan waktu yang cukup lama dan berdampak negatif pada produktivitas stasiun kerja, serta dapat menyebabkan keluhan rasa sakit dan pegal-pegal pada tubuh karyawan. Rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk memotong satu cetakan *upper* sandal adalah sekitar 2 menit. Keluhan muskuloskeletal dan kelelahan dapat menyebabkan penurunan produktivitas kerja, kehilangan jam kerja, meningkatnya biaya pengobatan dan penggunaan material, serta menurunnya kualitas kerja [1]. Jika otot menerima beban berulang selama periode yang panjang, hal itu bisa menyebabkan masalah seperti kerusakan pada sendi, ligamen, dan tendon [2]. Produktivitas memainkan peran utama dalam perkembangan dan kemunduran suatu perusahaan [3].

Berdasarkan pengambilan data dari hasil kuesioner *Nordic Body Map* semua pekerja mengalami keluhan sakit dibahu kiri, kanan dan lengan atas kiri dengan hasil rata-rata yang diperoleh sebesar 58 menandakan bahwa dalam skala tersebut dikategorikan “sedang” yang artinya tindakan pada stasiun kerja mungkin akan dilakukan tindakan dikemudian hari. Dengan menggunakan metode RULA dalam pengambilan data awal menghasilkan skor 5 yang artinya menunjukkan pemeriksaan dan perubahan perlu segera dilakukan dalam proses pemotongan cetakan *upper* sandal. Kuesioner *Nordic Body Map* digunakan untuk mengidentifikasi keluhan nyeri muskuloskeletal pada bagian tubuh tertentu sedangkan metode RULA digunakan untuk menganalisis postur kerja pada operator atau karyawan [4]. Keluhan muskuloskeletal merupakan keluhan yang dialami seseorang, mulai dari keluhan nyeri yang tertahankan hingga keluhan nyeri yang tidak tertahankan [5].

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah alat pemotong kain cetakan *upper* sandal yang ergonomis dan dapat meningkatkan produktivitas para pekerja serta mengevaluasi postur kerja operator di stasiun kerja pemotongan *upper* sandal. Tujuan utama pendekatan ergonomi adalah mengarah pada peningkatan performansi kerja manusia, terutama melalui peningkatan kecepatan dan produktivitas pekerja, ketelitian, dan keselamatan, serta pengurangan kelelahan terjadi lebih cepat akibat aktivitas yang tidak menunjang tenaga kerja [6]. Dengan demikian, waktu kerja sangat menentukan biaya yaitu semakin cepat waktu pengerjaan, semakin rendah pula biaya yang dikeluarkan [7]. Dalam merancang mesin pemotong kain cetakan *upper* ini, dimensi dan ukurannya akan disesuaikan dengan ukuran antropometri para pengguna atau operator, sehingga alat tersebut dapat digunakan dengan lebih nyaman dan aman.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Perancangan Produk

Perancangan produk merupakan langkah-langkah dalam proses pembuatan suatu produk berdasarkan bentuk, ukuran, dan pola warna tertentu. Produk yang diciptakan mempunyai nilai jual dan kegunaan bagi konsumen pada pasar sasaran penjualannya. Seiring berjalannya waktu, konsumen bisa saja mensubstitusi atau mengonsumsi produk lain, sehingga pelaku usaha harus mampu menjaga daya saing konsumen di pasar [8]. Saat merencanakan dan mengembangkan desain produk, beberapa langkah perlu diambil. Salah satu langkah penting yang harus diambil perancang adalah mengidentifikasi kebutuhan konsumen [9]. Kegunaan dan efisiensi adalah persyaratan utama saat merancang suatu produk [10].

2.2 Ergonomi

Ergonomi adalah ilmu yang fokus pada berbagai aspek manusia dalam konteks lingkungan kerjanya, termasuk aspek-anatomi, fisiologi, psikologi, teknik, manajemen, dan desain [11]. Kata "ergonomi" berasal dari bahasa Yunani, terdiri dari dua kata, yakni "ergon" berarti pekerjaan dan "nomos" berarti hukum [12]. Sebelum memulai proses perancangan dan pengembangan, penting untuk melakukan evaluasi dan analisis ergonomi guna mengidentifikasi masalah-masalah ergonomi dalam lingkungan kerja tertentu [13].

2.3 Antropometri

Antropometri didefinisikan dalam dua kata pertama "*anthro*" yang berarti manusia sedangkan "*metrik*" berarti ukuran [14]. Data Antropometri akan secara akurat menentukan bentuk, ukuran dan dimensi dalam kaitannya dengan produk yang akan dirancang dan orang-orang yang akan mengoperasikan/menggunakan produk tersebut [15]. Pengetahuan ini mencakup metode pengukuran dan pemodelan dimensi tubuh manusia, serta teknik terapan dalam desain. [16]

2.4 Persentil

Persentil memberikan informasi tentang bagaimana data didistribusikan selama periode waktu tertentu, dari nilai terendah hingga nilai tertinggi [17]. Nilai ukuran tubuh biasanya dinyatakan dalam 3 bentuk yaitu nilai persentil terkecil diambil dari persentil ke 5, nilai persentil ke 50 sama dengan nilai rata-rata, dan diperoleh nilai persentil terbesar diambil dari persentil ke 95 [18].

2.5 Pahl and Beitz

Gerhard Pahl dan Wolfgang Beitz mengenalkan metode perancangan Pahl & Beitz pada tahun 1988 [17]. Dalam metode Pahl & Beitz, terdapat suatu daftar kriteria untuk desain produk yang terdiri dari dua elemen yang dikenal sebagai persyaratan (D) dan keinginan (W) [18]. Metode ini melibatkan empat tahap utama, yakni tahap perencanaan dan klarifikasi tugas, tahap perancangan konseptual, tahap perancangan bentuk, dan tahap perancangan detail. Setiap tahap menghasilkan hasil kerja khusus, seperti tahap pertama menghasilkan daftar spesifikasi mesin, tahap kedua menghasilkan tata letak awal dalam bentuk sketsa, tahap ketiga menghasilkan tata letak definitif dalam bentuk model 3 dimensi, dan tahap terakhir menghasilkan gambar kerja [19].

3. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan menggunakan metode Pahl *and* Beitz. Penerapan metode ini terdiri dari 4 tahapan, yaitu tahap perencanaan tugas dan penjelasan, tahap perencanaan konsep produk, tahap perencanaan bentuk, dan tahap perencanaan bentuk rencana detail.

3.1 Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman data digunakan untuk mengetahui standar deviasi, batas kontrol atas, batas kontrol bawah dan rata-rata data yang diperoleh. Digunakan juga untuk membuang data ekstrim (jika ada). Rumus uji yang dilakukan, yaitu:

$$\bar{X} = \frac{(\sum xi)}{n} \quad (1)$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum(xi - \bar{x})}{n-1}} \quad (2)$$

$$BKA = \bar{X} + ks \quad (3)$$

$$BKA = \bar{X} - ks \quad (4)$$

Keterangan :

xi = data ke-1

n = jumlah sampel

k = tingkat keyakinan

x = nilai rata-rata

s = standar deviasi

3.2 Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data pada penelitian ini digunakan untuk mengetahui apakah data hasil pengamatan dapat dianggap mencukupi. Penetapan berapa jumlah data yang seharusnya dibutuhkan, terlebih dulu ditentukan derajat ketelitian (s) yang menunjukkan penyimpangan maksimum hasil penelitian, dan tingkat kepercayaan (k) yang menunjukkan besarnya keyakinan pengukur akan ketelitian data antropometri. Sedangkan rumus uji kecukupan data, yaitu:

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right]^2 \quad (5)$$

Keterangan :

N = Jumlah pengamatan yang telah dilakukan

N' = Jumlah pengamatan yang harus dilakukan

X = Data hasil pengamatan

3.3 Pahl and Beitz

Metode Pahl and Beitz terdiri dari 4 langkah yaitu menjelaskan ide yang diberikan responden untuk penelitian ini, merancang produk yang dipilih sesuai keinginan responden dengan memberikan alternatif, menjadikan produk yang akan dipilih responden, responden memilih menjadi produk nyata atau produk jadi dan menambahkan informasi detail tentang produk yang masih belum tersedia [20].

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil Uji Keseragaman Data

Hasil uji keseragaman data antropometri yang digunakan terdiri dari dimensi tinggi dalam posisi duduk (TPD), panjang lengan atas (PLA), panjang lengan bawah (PLB), panjang rentang tangan ke depan (PTD). Uji menunjukkan hasil data seragam dan dapat dilihat seperti tabel dibawah ini :

Tabel 1
Hasil Uji Keseragaman Data

Dimensi	BKA	BKB	$\sum X$	\bar{x}	Data Min	Data Max	Keterangan
TPD	78,4	63,1	568	71	65	75	Seragam
PLA	43,2	39,7	332	41,5	40	43	Seragam
PLB	53	46,63	397	49,625	48	53	Seragam
PTD	88,29	74,7	652	81,5	76	84	Seragam

Sumber: Data Primer diolah, 2023

4.2 Hasil Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data yang dilakukan (menggunakan tingkat kepercayaan 95% jadi $k=2$, $s=0,05$). Hasil uji kecukupan data dapat dilihat seperti tabel dibawah ini :

Tabel 2
Hasil Uji Kecukupan Data

Dimensi	Nilai N'
Tinggi Posisi Duduk (TPD)	4,44
Panjang Lengan Atas (PLA)	0,69
Panjang Lengan Bawah (PLB)	1,45
Panjang Rentang Tangan ke Depan (PTD)	1,32

Sumber: Data Primer diolah, 2023

Jika nilai $N' < N$ maka data cukup. Tabel di atas menunjukkan bahwa nilai N' lebih kecil dari nilai $N = 8$. Maka data tersebut cukup.

4.3 Hasil Persentil

Pada perancangan mesin pemotong upper sandal ini digunakan tinggi posisi duduk untuk menentukan tinggi mesin sesuai dengan tinggi duduk operator sehingga dapat bekerja dengan postur tubuh yang benar dan terhindar dari ketegangan atau cedera, oleh karena itu dimensi tinggi posisi duduk menggunakan persentil 5 dengan tinggi posisi duduk yaitu 65 cm.

Dimensi panjang lengan atas untuk penyesuaian panjang mesin dan ruang gerak lengan agar pada saat bekerja lengan operator dapat bergerak dengan bebas dan tanpa hambatan saat memotong bahan kain yang akan dipotong selain itu operator dapat bekerja dengan nyaman, aman dan menjaga postur kerja yang baik, oleh karena itu dimensi panjang lenfa menggunakan persentil 5 dengan panjang lengan atas yaitu 40 cm.

Dimensi panjang lengan bawah untuk memperkirakan ruang gerak lengan bawah operator agar memiliki ruang gerak yang cukup saat menggunakan kontrol dan alat

pemotongan selain itu untuk mempertimbangkan ukuran desain alat penopang bahan yang akan dipotong agar operator dapat memegang bahan dengan posisi yang nyaman dan aman tanpa harus membebani atau memaksakan lengan bawah secara berlebihan, oleh karena itu dimensi panjang lengan bawah menggunakan persentil 5 dengan panjang lengan bawah yaitu 47 cm.

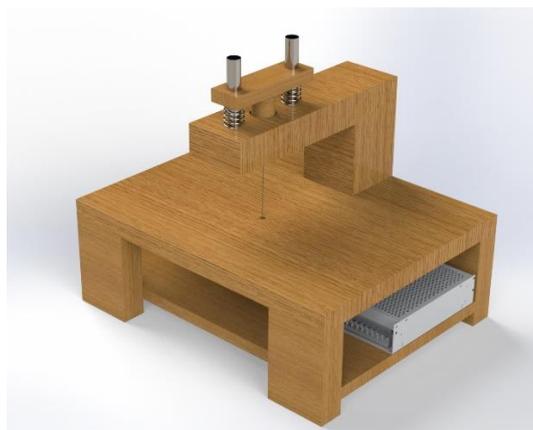
Dimensi panjang rentang tangan ke depan untuk jarak kontrol mesin seperti tombol power yang harus ditempatkan pada jarak yang memungkinkan operator untuk mengoperasikannya dengan mudah menggunakan rentang tangan ke depan, oleh karena itu dimensi panjang rentang tangan ke depan menggunakan persentil 5 dengan ukuran panjang lengan bawah yaitu 47 cm.

4.4 Perancangan Metode Pahl *and* Beitz

Hasil perancangan produk dengan menggunakan ide-ide terpilih yang ada merupakan suatu kombinasi dan konsep yang bersifat konseptual dan fungsional, seperti terlihat pada gambar di bawah ini :



Gambar. 1. Rancangan Alternatif Mesin 1



Gambar. 2. Rancangan Alternatif Mesin 2



Gambar. 3. Rancangan Alternatif Mesin 3

Pada tahap ini khusus merancang ide produk dengan menggunakan ide yang sudah ada, yang disempurnakan menjadi kombinasi dan ide yang baik dari segi desain dan fungsionalitas. Dari hasil wawancara dengan pekerja atau operator dapat diperoleh informasi mengenai spesifikasi masalah, sehingga dari hal tersebut dapat menentukan daftar persyaratan produk untuk perancangan produk. Konsep perancangan mesin pemotong yang dibuat menjadi produk jadi dengan fitur dan komponen yang sudah disesuaikan dengan permintaan konsumen yaitu *solid wood*, motor dc, mata pisau, pelindung pisau, *power switch* dan *power supply*.

Terdapat evaluasi berdasarkan setiap rancangan alternatif yang telah dibuat, yaitu :

Rancangan alternatif mesin 1 adalah rancangan awal dari desain produk yang dibuat, dalam rancangan 1 ini produk memiliki perbedaan dalam bentuk mata pisau yang berbentuk bulat dan berada di tengah meja kerja mesin, kemudian untuk motor dc juga berada di atas meja kerja mesin sedangkan untuk *power supply* berada di bawah meja kerja mesin. Pada rancangan ini memiliki kekurangan yaitu kurangnya fleksibilitas pada proses pemotongan dimana ruang kerja tidak terlalu luas. Selain itu, rancangan ini tetap memiliki fitur keamanan dalam melindungi kontak langsung antara mata pisau dan tangan operator.

Rancangan alternatif mesin 2 adalah pengembangan dari rancangan awal dimana pada rancangan ini memiliki perbedaan dalam bentuk dan peletakan mata pisau. Pada rancangan ini menggunakan mata pisau tegak dan memiliki pengunci diatas dan bawah dilengkapi dengan per pegas yang berfungsi menaikkan kembali mata pisau keatas. Sedangkan, motor dc dan *power supply* tetap berada dibawah dan berfungsi untuk menarik mata pisau kebawah sehingga mata pisau bergerak naik turun dan dapat memotong kain *upper* sandal lebih fleksibel.

Rancangan alternatif mesin 3 diperoleh rancangan desain yang telah dikembangkan dari desain sebelumnya. Pada desain ini, meja kerja lebih luas dan fleksibel. Posisi mata pisau, motor dc, power supply dan mekanisme alat potong hampir sama dengan desain rancangan mesin 2. Material yang digunakan pada bagian bawah meja kerja menggunakan besi yang berguna untuk membuat mesin lebih stabil dan kuat dalam pengoperasiannya, serta dibagian bawah terdapat tempat untuk pengunci tambahan yang bisa dikaitkan dengan meja. Selain itu, rancangan 3 ini juga dilengkapi fitur keamanan yaitu akrilik yang melindungi kontak langsung antara mata pisau dan tangan. Rancangan ini juga mempunyai kemudahan dalam perawatan.

\Berdasarkan dari 3 rancangan alternatif mesin tersebut diperoleh rancangan desain ke-3 yang memiliki fitur dan bentuk yang lebih optimal. Perancangan ini juga didasarkan pada perhitungan dimensi tubuh antropometri operator sehingga mesin pemotong kain *upper* sandal ini memiliki bentuk yang ergonomis dan dapat digunakan dengan nyaman dan aman.

5. Kesimpulan

Dengan menggunakan metode Pahl & Beitz, beberapa kriteria desain dapat ditentukan untuk menghasilkan 3 variasi desain mesin. Di antara perancangan alternatif tersebut, yang terpilih adalah rancangan alternatif mesin ke-3. Berdasarkan hasil perhitungan ergonomi dengan metode Pahl & Beitz maka dihasilkanlah sebuah mesin pemotong kain *upper* sandal yang ergonomis dengan ukuran panjang dan lebar 40 cm x 25 cm dengan tinggi meja kerja pemotongan 14 cm dan keseluruhan tinggi mesin 37 cm. Prinsip kerja mesin pemotong *upper* sandal ini cukup sederhana yaitu operator meletakkan kain *upper* ke atas meja kerja kemudian ketika mesin dinyalakan, operator hanya mengarahkan kain *upper* ke mata pisau yang telah bergerak atau menyala menyesuaikan pola yang ada di kain *upper* sandal tersebut.

Hasil perancangan ini dapat memudahkan operator dalam memotong kain *upper* sandal yang sebelumnya hanya menggunakan alat potong manual berupa gunting dan mengakibatkan waktu produksi yang terlalu lama. Dengan mesin pemotong yang baru ini, proses pemotongan hanya memerlukan waktu 1 menit per cetakan *upper* sandal, sehingga berhasil menghemat waktu hingga 1 menit. Selain itu, mesin pemotong *upper* sandal ini dapat meningkatkan produktivitas pekerja dan mengurangi keluhan muskuloskeletal pada pekerja dalam memotong kain *upper* sandal.

Pustaka

- [1] U. Wicaksono, "Gambaran Keluhan Muskuloskeletal Dan Kelelahan Sebelum dan Setelah Bekerja Pada Pekerja Di UD. Batu Bukit," *Jurnal Keperawatan Suaka Insan (JKSI)*, vol. 6 pp. 40–45, 2021. doi <https://doi.org/10.51143/jksi.v6i1.260>
- [2] C. K. Sumigar, *et al.*, "Hubungan Antara Umur dan Masa Kerja Dengan Keluhan Muskuloskeletal pada Petani di Desa Tambelang Minahasa Selatan," *Jurnal KESMAS*, vol.11 pp. 22–30, 2022.
- [3] A. Syahputra, and M. Andriani, "Strategi Peningkatan Produktivitas Perusahaan Menggunakan Total Productivity Model (TPM) Di PT. Dolomit Putra Tamiang," *Jurnal Industri Samudra*, vol. 2 pp. 2797–7730, 2021.
- [4] S. Uslianti, *et al.*, "Rancang Bangun Meja Dan Kursi Kerja Untuk Perbaiki Postur Kerja Pada Pekerja Pengolah Ikan Berdasarkan Pengukuran NBM Dan RULA," *Operations Excellence: Journal of Applied Industrial Engineering*, vol.12 pp. 298, 2020. doi [10.22441/oe.2020.v12.i3.003](https://doi.org/10.22441/oe.2020.v12.i3.003).
- [5] G. L. Rusmawarda and E. Dwiyantri, "Correlation of Standing Work Position and Musculoskeletal Disorders (MSDs) Complaints on Rack Frame Bending Section Workers in Informal Industry of Rack Making in Surabaya, Indonesia," *Indian Journal of Forensic Medicine and Toxicology*, vol. 14 pp. 1257–62, 2020. doi [10.37506/ijfomt.v14i3.10518](https://doi.org/10.37506/ijfomt.v14i3.10518).
- [6] P. E. D. K. Wati, and H. Murnawan, "Perancangan Alat Pembuat Mata Pisau Mesin Pemotong Singkong Dengan Mempertimbangkan Aspek Ergonomi," *JISI: Jurnal Integrasi Sistem Industri*, vol. 9 pp. 59, 2022. doi [10.24853/jisi.9.1.59-69](https://doi.org/10.24853/jisi.9.1.59-69).
- [7] F. JR, "Analisis Perancangan Produk Alat Pencetak Spasi Semen Batu Bata Untuk Meningkatkan Produktivitas (Studi Kasus: CV. Mangku Putra)," *Jurnal Tekno* vol. 16 pp. 58–68, 2019. doi [10.33557/jtekn.v16i1.361](https://doi.org/10.33557/jtekn.v16i1.361).
- [8] S. Nurochim, and A. N. Rukmana, "Perancangan Produk Waistbag Dengan Menggunakan Metode Quality Function Deployment (QFD)," *Jurnal Riset Teknik Industri*, vol. 1, pp. 1–13, 2021. doi [10.29313/jrti.v1i1.91](https://doi.org/10.29313/jrti.v1i1.91).
- [9] I. A. Soenandi, *et al.*, "Perancangan dan Pengembangan Produk Desk Organizer dengan Metode Kansei Engineering dan Model Kano," *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, vol. 9, pp. 117-128, 2021. doi <https://doi.org/10.24912/jitiuntar.v9i2.12701>
- [10] I. R. Pamungkas, *et al.*, "Perancangan Mesinn Tube Notcher Menggunakan Metode G. Pahl dan W. Beitz," *Jurnal Ilmiah TEKNOBIZ*, vol. 9, 2019. doi <https://doi.org/10.35814/teknobiz.v9i2.536>
- [11] R. Pujiyanto, *et al.* "Perancangan Tangga Telescopic Sebagai Alat Kerja Ergonomi," *Jurnal Trinistik*, vol. 1 pp. 89-100, 2022. Doi <https://doi.org/10.20895/trinistik.v1i2.657>
- [12] A. Huda, "Perancangan Mesin Potong Akrilik Yang Ergonomis Dan Ekonomis Menggunakan Metode Ergonomic Function Deployment (Efd)," *Jurnal Surya Teknika*, vol. 7, pp.96–103, 2020. doi [10.37859/jst.v7i1.2356](https://doi.org/10.37859/jst.v7i1.2356).
- [13] J. Tesalonika, *et al.*, "Perancangan Stasiun Kerja Instruktur Laboratorium Desain Produk dan Inovasi Menggunakan Metode Ergonomic Function Deployment," *Operations Excellence: Journal of Applied Industrial Engineering*, vol. 13, pp. 148, 2021. doi [10.22441/oe.2021.v13.i1.009](https://doi.org/10.22441/oe.2021.v13.i1.009).
- [14] F. N. Fauzan, *et al.*, "Perancangan Meja Makan Multifungsi Dengan Menggunakan Metode Quality Function Deployment Dan Antropometri Pada CV Tunas Interior," *Jurnal Riset Teknik Industri (JRTI)*, vol. 3, pp. 35–42, 2023. doi [10.29313/bcsies.v3i1.7003](https://doi.org/10.29313/bcsies.v3i1.7003).
- [15] A. Hanafie, *et al.*, "Penerapan Antropometri Terhadap Rancangan Alat Press Jerami," *Seminar Nasional Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh*, pp. 773–82, 2022.

- [16] R. A. Ikhsan and M. E. N. Rahman, "Perancangan Fasilitas Keran Air Menggunakan Metode REBA (Rapid Entire Body Assessment) dan Antropometri," *Jurnal Teknik Mesin dan Industri*, vol. 2, pp 23-29, 2023. doi <https://doi.org/10.55331/jutmi.v2i1.23>
- [17] R. Fitriani, "Perancangan Kursi Duduk-Berdiri Berdasarkan Pendekatan Antropometri di PT. Otscon Safety Indonesia," *Jurnal Desain Produk (Pengetahuan dan Perancangan Produk)*, vol. 4, pp. 137-144, 2021. doi <https://doi.org/10.24821/productum.v4i2.4613>
- [18] A. F. Aras, *et al.*, "Perancangan Meja Laptop Portable yang Ergonomis untuk Penyandang Cerebral Palsy dengan Pendekatan Antropometri," *Jurnal Inovator*, vol. 1, pp. 1-2, 2018. doi
- [19] Z. M. Nasution, *et al.*, "Metode Perancangan Produk Dalam Teknik Mesin," *Jurnal Vokasi Mekanika (VoMek)*, vol. 4, pp. 20–29, 2022. doi [10.24036/vomek.v4i3.389](https://doi.org/10.24036/vomek.v4i3.389).
- [20] M. G. A. Prayoga, *et al.*, 2023. "Perancangan Mesin Pembuat Tepung Jagung Kapasitas 5 Kg / Jam Dengan Metode Pahl Dan Beitz," *Jurnal Asimetrik: Jurnal Ilmiah Rekayasa Dan Inovasi*, vol. 5, pp. 71–82, 2023. doi <https://doi.org/10.35814/asiimetrik.v5i1.4143>
- [21] W. Widaningrum, *et al.*, "Perancangan Konseptual Mesin Pengayak Bahan Baku Tegel Limbah Tempurung Kelapa," *Al Jazari Journal of Mechanical Engineering*, vol. 3, pp. 46–51, 2018. doi
- [22] A. Adellia and M. T. Safirin, "Perancangan Meja Lipat Multifungsi yang Ergonomis Menggunakan Pahl and Beitz dan Value Engineering," *Jurnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri*, vol. 6, pp, 26-37, 2023. doi <https://doi.org/10.30737/jatiunik.v6i2.3034>