

Perancangan Alat Bantu Naik Turun Tangga untuk Lansia

Gusti Ravi Ali Akbar¹, Bayu Wiro Karuniawan^{1*}, Am Maisarah Disrinama²

Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia¹

Program Studi Teknik Keselamatan Dan Kesehatan Kerja, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia²
Email: bayuwiro@ppns.ac.id

Abstract – According to the World Health Organization (WHO), the elderly population in developing countries is projected to reach 75%, with Indonesia specifically expected to reach 19.9% by 2045. This increase in the elderly population presents challenges, including a decrease in mobility and independence, affecting their quality of life. This research focuses on developing ergonomic stair climbing aids for the elderly, using the Ulrich design method and evaluating upper body position using the RULA method. The design, created with Autodesk Fusion 360 software, was tested using Catia software to assess ergonomic aspects. The study found that design concept 2 was the most suitable, with a safety factor value of 2.878, stress value of 260,636 Mpa, and ability to support a load of 272,14 Kg. Additionally, the selected design received a RULA simulation score of 3, reducing the risk of injury when using the tool. The total cost to produce these stair aids amounts to Rp. 1,683,000, calculated from the costs of raw materials and manufacturing expenses.

Keyword: RULA, Stair Climbing Aids, Ulrich Method, Elderly

Nomenclature

n	putaran mesin
fc	faktor koreksi
η	efisiensi sistem puli
k	faktor keamanan
σ_b	kekuatan putus bahan kawat tali
i	perbandingan sistem tali
e_1	faktor tipe pesawat angkat
e_2	faktor pada konstruksi tali baja

1. PENDAHULUAN

Menurut World Health Organization (WHO, 2010), usia 60 tahun atau lebih dianggap sebagai fase lanjut dalam siklus hidup manusia, di mana individu mengalami proses penuaan yang secara bertahap mengurangi kemampuan tubuh untuk menjalankan fungsi normal. Perubahan ini merupakan karakteristik dari kelompok usia lanjut, yang sering dikategorikan sebagai usia tua. Proyeksi WHO untuk tahun 2025 mengindikasikan bahwa populasi lansia di negara berkembang akan mencapai 75%, sementara data dari Badan Pusat Statistik (BPS, 2018) Indonesia memperkirakan proporsi orang tua akan mencapai 19,9% pada 2045. Pertumbuhan ini didorong oleh peningkatan angka harapan hidup, kemajuan teknologi medis, dan penurunan tingkat kelahiran. Peningkatan populasi lansia menghadirkan tantangan signifikan, khususnya dalam sektor kesehatan. Fokus utama adalah mempertahankan kesehatan fisik agar lansia dapat tetap mandiri dan beraktivitas normal. Mobilitas yang menurun dapat mengancam kemandirian mereka, serta

mempengaruhi kualitas hidup dan interaksi sosial (Rohmah et al., 2012).

Lansia rentan mengalami isolasi sosial akibat masalah kesehatan, seperti kesulitan berpartisipasi dalam aktivitas harian seperti berbelanja atau mengunjungi keluarga. Kejadian jatuh menjadi masalah serius yang dapat mengurangi mobilitas, kemandirian, dan kualitas hidup mereka. Upaya pencegahan jatuh menjadi krusial dalam menangani masalah ini.

Pemerintah perlu memprioritaskan kebutuhan lansia dengan menyediakan lingkungan yang ramah bagi mereka di fasilitas umum atau tempat umum. Penelitian ini menyoroti permasalahan di Rusunawa Keputih, di mana sebagian besar lansia menghadapi kesulitan menggunakan tangga, terutama pada pegangan yang tidak nyaman.

Penelitian ini menekankan pentingnya merancang alat bantu untuk naik turun tangga yang dapat mengatasi kendala fisik lansia tanpa memodifikasi struktur tangga yang ada. Menggunakan software seperti Autodesk Fusion 360 dan Catia, penelitian ini mengintegrasikan desain dan pengujian ergonomi untuk mencapai solusi yang efektif. Metode perancangan Ulrich dan evaluasi ergonomi dengan metode RULA diharapkan dapat menyumbangkan solusi konstruktif terhadap tantangan penggunaan tangga bagi lansia di Rusunawa Keputih.

2. METODOLOGI

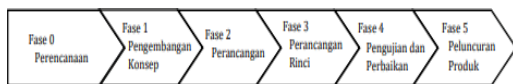
2.1 Tangga

Tangga adalah salah satu bagian dari bangunan yang berfungsi menghubungkan antara lantai satu dengan lainnya. Tangga digunakan sebagai upaya untuk meminimalkan luas ruang yang ada. Tangga dapat dirancang untuk digunakan baik dalam ruangan atau luar ruangan. Serta juga memiliki berbagai desain dan karakteristik sesuai dengan kebutuhan dan estetika. Tangga memiliki beberapa bagian penting yaitu :

- 1) Pondasi tangga
Sebagai tumpuan agar tangga tidak mengalami pergeseran, penurunan.
- 2) Anak tangga
Merupakan tempat bertumpunya telapak kaki saat naik turun tangga. Bentuk dan ukuran dapat bervariasi sesuai dengan kebutuhan arsitek atau pemilik.
- 3) Ibu tangga
Merupakan bagian yang berfungsi mengikat tangga, material yang digunakan biasanya beton bertulang, kayu, baja, dan besi.
- 4) Bordes
Permukaan datar diantara anak tangga sebagai tempat beristirahat sejenak. Biasanya bordes dipasang pada bagian sudut tangga yang berbelok.
- 5) Pagar tangga / pegangan tangan
Bagian dari tangga sebagai pembatas yang terletak di sisi samping tangga yang berfungsi melindungi agar seseorang tidak terjatuh.

2.2 Perancangan dan Pengembangan Produk

Menurut (Ginting Rosnani, 2010), perancangan produk adalah serangkaian tindakan yang berurutan. Menurut Ulrich Eppinger (Ulrich & Eppinger, 2016), proses pengembangan produk terdiri dari enam tahap, yaitu pengubahan sekumpulan input menjadi sekumpulan output. Proses pengembangan produk secara umum sebagai berikut pada Gambar 1. :



Gambar 1. Tahap Perancangan dan Pengembangan Produk
 Sumber: (Ulrich & Eppinger)

2.3 Momen Inersia

Momen inersia adalah ukuran kelembaman (mempertahankan diri) suatu benda untuk berotasi terhadap porosnya.

- Momen Inersia Penampang *Hollow* Segiempat

$$I = Ix' = \frac{1}{12} b \cdot h^3 - \frac{1}{12} b' \cdot h'^3 \quad (1)$$

- Momen Inersia Penampang *Hollow* Lingkaran

$$I = \frac{\pi(r^4 - r'^4)}{64} \quad (2)$$

- Momen Inersia Penampang Persegi Panjang

$$Ix = \frac{1}{12} b \cdot h^3 \quad (3)$$

2.4 Momen Lentur

- Tumpuan jepit (satu sisi) dengan beban terpusat

$$M_{max} = -P(L - a) = -P \cdot b \quad (4)$$

- Tumpuan jepit dan jepit dengan beban terpusat

$$M_{max} = \frac{1}{8} P \cdot L \quad (5)$$

2.5 Pembebanan pada Rangka

Untuk keperluan desain perlu diperhitungkan kemungkinan terjadinya kombinasi pembebanan dan beberapa kasus beban yang dapat bekerja secara bersamaan.

- $P_{desain} = Massa \times Faktor \text{ desain}$ (6)

2.6 Tegangan Tarik

- $\sigma_t = \frac{F}{A}$ (7)

2.7 Tegangan Bending

- $\sigma_b = \frac{M \cdot x \cdot y}{I}$ (8)

2.8 Pemilihan Mur dan Baut

- Pembebanan Aksial Murni

$$\sigma_t = \frac{W}{A} = \frac{W}{\left(\frac{\pi}{4}\right) \times d_1^2} \quad (9)$$

- Tekanan kontak pada permukaan ulir

$$q = \frac{W}{\pi d_2 h z} \leq q_a \quad (10)$$

- Jumlah Ulir

$$z = W / (\pi d_2 h q_a) \quad (11)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Penyusunan Daftar Kebutuhan

Tahap awal penyusunan daftar kebutuhan ini diperoleh dari pengumpulan dan pengolahan data dari studi lapangan dan wawancara yang diberikan kepada lansia Rusunawa Keputih. Tujuan dari penyusunan daftar kebutuhan adalah untuk mengetahui kebutuhan konsumen dan membuat produk yang tepat untuk memenuhi kebutuhan lansia yang berada di Rusunawa Keputih. Berdasarkan hasil wawancara, dibuatlah daftar kebutuhan produk yang ditunjukkan pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1 Daftar Kebutuhan Produk

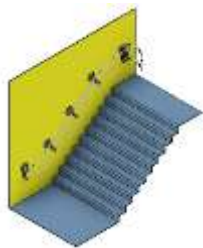
S/H	Uraian Kebutuhan	Penanggung Jawab
S	Ergonomi 1. Posisi pengguna saat menggunakan alat didesain ergonomis	Tim Desain

S/H	Uraian Kebutuhan	Penanggung Jawab
H	2. Bentuk <i>Handle</i> nyaman untuk digenggam	
S	Operasional 1. Pengoperasian alat dibuat secara sederhana	Tim Desain dan Manufaktur
H	2. Posisi <i>handle</i> didesain ringkas	
H	3. <i>Handle</i> dibuat <i>adjustable</i>	
S	Dimensi 1. Dimensi keseluruhan yang ringkas	Tim Desain
S H	Kekuatan 1. Kekuatan rangka harus kuat 2. Tahan lama dalam jangka panjang	Tim Desain dan Manufaktur
S	Biaya 1. Biaya produksi dalam batas wajar	Tim Desain dan Manufaktur

Keterangan:
 S (Syarat) ; H (Harapan)

3.2 Pembuatan Konsep Desain

Pada tahapan pembuatan konsep desain ini dibutuhkan lebih dari satu konsep desain. Semakin banyak konsep desain yang akan dibuat juga dapat membantu untuk memperbanyak pilihan dari konsep desain yang akan digunakan. Pada penelitian ini telah dibuatkan 3 konsep desain alat bantu naik turun tanggaseperti pada Gambar 2, Gambar 3, dan Gambar 4 berikut ini:



Gambar 1 Konsep Desain 1 tampak isometri



Gambar 2 Konsep Desain 2 tampak isometri



Gambar 3 Konsep Desain 3 tampak isometri

3.1 Perhitungan Desain

Pipa yang digunakan pada konsep desain 2 menggunakan pipa *stainless steel* 304 dengan ukuran diameter 35 mm dengan tebal pipa 2 mm. Dapat diketahui berat pipa sendiri (W_{pipa}) dari *software* Fusion pada Gambar 4.44 adalah 14,6 kg.

- Kekuatan Pipa handle**

$$P_{\text{pipa}} = W_{\text{pipa}} \times \text{Gaya Gravitasi}$$

$$= 14,6 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$= 143,08 \text{ N} \approx 143 \text{ N}$$

$$P = P_{\text{lansia}} + P_{\text{pipa}}$$

$$= 784 \text{ N} + 143,08 \text{ N}$$

$$= 927 \text{ N}$$

- Tegangan Bending Pipa Handle**

$$I_{xx} = \frac{\pi (od^4 - id^4)}{64}$$

$$= \frac{3,14 (35^4 - 31^4)}{64}$$

$$= 28335,81 \text{ mm}^4$$

$b = 464,51 \text{ mm}$ (jarak dari ujung konektor ke ujung handle paling jauh)

$$P = 927 \text{ N}$$

$$M_{\text{maks}} = P \times b$$

$$= 927 \text{ N} \times 464,51 \text{ mm}$$

$$= 430600,77 \text{ Nmm}$$

$$y = \text{OD}/2$$

$$= 35 \text{ mm} / 2$$

$$= 17,5 \text{ mm}$$

$$\text{Tegangan bending} = \frac{M \times y}{I}$$

$$= \frac{430600,77 \text{ Nmm} \times 17,5 \text{ mm}}{28335,81 \text{ mm}^4}$$

$$= 265,94 \text{ Mpa}$$

- Perhitungan Baut**

Perhitungan ini ditujukan kepada baut knop yang terletak pada bagian *clamp*. Terdapat 2 baut yang digunakan :

$$P = 927 \text{ N}$$

Jumlah baut = 2 buah

Sehingga penggunaan satu baut mendapatkan gaya sebesar :

$$P_x = \frac{927 \text{ N}}{2}$$

$$= 463,5 \text{ N}$$

$$\sigma_{\text{ijin tarik}} (\sigma_a) = \frac{\sigma_t}{sf}$$

$$= \frac{830 \text{ MPa}}{16}$$

$$\begin{aligned} &= 51,875 \text{ Mpa} \\ \sigma_{\text{ijin geser}} (\tau_a) &= (0,5 - 0,7) \sigma_a \\ &= 0,5 \times 51,875 \text{ Mpa} \\ &= 25,938 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d &\geq \sqrt{\frac{2 \times P_x}{\sigma_a}} \\ &\geq \sqrt{\frac{2 \times 463,5 \text{ N}}{51,875 \text{ MPa}}} \\ &\geq 4,227 \text{ mm} \end{aligned}$$

Diketahui :

$$\begin{aligned} \text{Diameter luar ulir (D)} &= 6 \text{ mm} \\ \text{Diameter efektif (d}_2\text{)} &= 5,350 \text{ mm} \\ \text{Diameter dalam (d}_1\text{)} &= 4,917 \text{ mm} \\ \text{Tinggi kaitan (h}_k\text{)} &= 0,541 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_a &= 3 \text{ kg/mm}^2 \\ &= 3 \text{ kg/mm}^2 \times 9,8 \text{ m/s} \\ &= 29,4 \text{ N/mm}^2 \\ Z &= \frac{W}{\pi \times d_2 \times h \times q_a} \\ &= \frac{463,5 \text{ N}}{3,14 \times 5,35 \text{ mm} \times 0,541 \text{ mm} \times 29,4 \text{ N/mm}^2} \\ &= 1,73 \approx 2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q &= \frac{W}{\pi \times d_2 \times h \times z} \\ &= \frac{463,5 \text{ N}}{3,14 \times 5,35 \text{ mm} \times 0,541 \text{ mm} \times 2} \\ &= 25,51 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} k &= 0,84 \text{ (untuk ulir matriks)} \\ p &= 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \tau_b &= \frac{W}{\pi \times d_1 \times k \times p \times z} \\ &= \frac{463,5 \text{ N}}{3,14 \times 4,917 \text{ mm} \times 0,84 \times 1 \times 2} \\ &= 19,56 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Jadi, tegangan geser baut sebesar 19,56 N/mm² dinyatakan aman dikarenakan nilai kurang dari tegangan geser yang diijinkan sebesar 25,938 N/mm².

• Luas penampang pada railing atas

$$\begin{aligned} \text{Outside Diameter (D)} &= 60,3 \text{ mm} \\ \text{Inside Diameter (d)} &= 52,48 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_1 &= \pi r^2 \quad \text{Beban miring (P}_x\text{)} \\ &= 3,14 \times 30,15^2 \\ &= 2854,33 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_2 &= \pi r^2 \\ &= 3,14 \times 26,24^2 \\ &= 2162,01 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{A pipa} &= A_1 - A_2 \\ &= 2854,33 \text{ mm}^2 - 2162,01 \text{ mm}^2 \\ &= 692,32 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Setelah menghitung luas penampang railing, dicari perhitungan bebannya terhadap railing sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{L pipa} &= 2124,01 \text{ mm} \\ \text{Sudut kemiringan pipa} &= 30^\circ \\ \text{H} &= \text{L} \times \sin 30^\circ \\ &= 2124,01 \text{ mm} \times 0,5 \\ &= 1062,005 \text{ mm} \\ P_{\text{ultimate frame railing}} &= 1042,25 \text{ N.} \end{aligned}$$

Beban miring (P_x)

$$\begin{aligned} &= \frac{L_{\text{pipa}}}{H} \times P_{\text{ultimate frame railing}} \\ &= \frac{2124,01 \text{ mm}}{1062,005 \text{ mm}} \times 1042,25 \text{ N} \\ &= 2084,5 \text{ N} \end{aligned}$$

Setelah didapatkan luas penampang railing dan beban pada railing, maka dapat dihitung tegangan tarik pada railing sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Tegangan Tarik} &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{2084,5 \text{ N}}{692,32 \text{ mm}^2} \\ &= 3,01 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Berikut perhitungan tegangan tarik ijin sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \sigma_{y \text{ steel SS 304}} &= 215 \text{ MPa} \\ \text{Sf} &= 1,5 \\ \sigma_{\text{ijin tarik SS 304}} &= \frac{\sigma_y}{\text{sf}} \\ &= \frac{215 \text{ MPa}}{1,5} \\ &= 143,33 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

• Railing bawah

$$\begin{aligned} \text{Outside Diameter (D)} &= 33,4 \text{ mm} \\ \text{Inside Diameter (d)} &= 26,64 \text{ mm} \\ A_1 &= \pi r^2 \\ &= 3,14 \times 16,7^2 \\ &= 875,72 \text{ mm}^2 \\ A_2 &= \pi r^2 \\ &= 3,14 \times 13,32^2 \\ &= 557,11 \text{ mm}^2 \\ \text{A pipa} &= A_1 - A_2 \\ &= 875,72 \text{ mm}^2 - 557,11 \text{ mm}^2 \\ &= 318,61 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Setelah menghitung luas penampang railing, dicari perhitungan bebannya terhadap railing sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{L pipa} &= 2124,01 \text{ mm} \\ \text{Sudut kemiringan pipa} &= 30^\circ \\ \text{H} &= \text{L} \times \sin 30^\circ \\ &= 2124,01 \text{ mm} \times 0,5 \\ &= 1062,005 \text{ mm} \\ P_{\text{ultimate frame railing}} &= 980,02 \text{ N.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{L_{\text{pipa}}}{H} \times P_{\text{ultimate frame railing}} \\ &= \frac{2124,01 \text{ mm}}{1062,005 \text{ mm}} \times 980,02 \text{ N} \\ &= 1960,04 \text{ N.} \end{aligned}$$

Setelah didapatkan luas penampang railing dan beban pada railing, maka dapat dihitung tegangan tarik pada railing sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Tegangan Tarik} &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{1960,04 \text{ N}}{318,61 \text{ mm}^2} \\ &= 6,15 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Berikut perhitungan tegangan tarik ijin sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \sigma_{y \text{ steel SS 304}} &= 215 \text{ MPa} \\ \text{Sf} &= 1,5 \\ \sigma_{\text{ijin tarik SS 304}} &= \frac{\sigma_y}{\text{sf}} \\ &= \frac{215 \text{ MPa}}{1,5} \end{aligned}$$

= 143,33 MPa

3.4 Kriteria Seleksi

Dibawah ini terdapat matrik pemilihan konsep Alat bantu Naik Turun Tangga dengan beberapa aspek yang diminta dan telah diberi bobot dengan detail pemilihan sebagai berikut:

Tabel 2 Matrik Pemilihan Konsep

Konsep Seleksi	Bobot	Konsep 1		Konsep 2		Konsep 3		Existing	
		Rate	Skor	Rate	Skor	Rate	Skor	Rate	Skor
Existing	40%	2	0,80	4	1,60	2	0,80	3	1,20
Operasional	25%	3	0,75	4	1	3	0,75	3	0,75
Dayanya	2%	3	0,12	3	0,12	3	0,12	3	0,12
Kekuatan	15%	3	0,45	4	0,60	3	0,45	3	0,45
Biaya	15%	4	0,60	3	0,45	3	0,45	3	0,45
Nilai Absolut		11	2,90	20	4,00	18	1,80	12	3,00
Nilai Relatif		24,40%	21,40%	38,57%	38,62%	21,70%	16,60%	21,42%	22,22%
Ranking		3		1		2		4	

Jika nilai rate adalah 3, berarti konsep baru sama dengan konsep yang sudah ada. Nilai 5 berarti konsep baru sangat jauh lebih baik dari konsep referensi dan nilai 4 berarti konsep baru lebih baik daripada konsep referensi. Dalam pemilihan konsep didapatkan konsep nomor 2 sebagai konsep dengan nilai *absolute* paling tinggi daripada konsep lainnya.

4. KESIMPULAN

Dari pembahasan Tugas Akhir dengan judul Perancangan Alat Bantu Naik Turun Tangga untuk Lansia ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Proses desain pada perancangan alat bantu naik turun tangga bagi lansia menggunakan konsep desain 2 dengan dimensi panjang 465 mm, lebar 272,5 mm, dan tinggi 224,3 mm, dimana pada konsep tersebut telah dilakukan analisa ergonomi menggunakan metode RULA. Konsep desain 2 terpilih karena memiliki kriteria ergonomi dengan dibuktikan oleh hasil simulasi menggunakan *software* CATIA, dimana hasil analisa RULA memiliki *final score* 3 yang mempunyai arti memiliki risiko cedera rendah, namun masih perlu investigasi lebih lanjut.
2. Hasil analisa kekuatan menggunakan *software* Autodesk Fusion 360 memiliki nilai *safety factor* maksimal 2,878 dengan nilai maksimal stres 260,636 Mpa dan mampu menopang beban seberat 272,14 kg.
3. Total biaya untuk pembuatan alat bantu naik turun tangga didapatkan dari perhitungan biaya bahan baku dan biaya manufaktur pada biaya bahan baku pembuatan alat bantu naik turun tangga ini sebesar Rp.468.000 sedangkan biaya manufaktur sebesar Rp.1.215.000. Sehingga total biaya yang diperlukan untuk pembuatan alat bantu naik turun tangga sebesar Rp.1.683.000.

5. PUSTAKA

[1] Abu-Faraj, Z. O., Harris, G. F., Smith, P. A., & Hassani, S. (2015). Human gait and Clinical Movement Analysis. In Wiley

Encyclopedia of Electrical and Electronics Engineering (pp. 1–34). Wiley. <https://doi.org/10.1002/047134608x.w6606.pub2>

- [2] Ajar Keperawatan Gerontik dengan Pendekatan Asuhan Keperawatan NANDA, B. (2015). *NIC dan NOC*.
- [3] Akbar, F., Darmiati, D., Arfan, F., & Putri, A. A. Z. (2021). Pelatihan dan Pendampingan Kader Posyandu Lansia di Kecamatan Wonomulyo. *Jurnal Abdidas*, 2(2), 392–397. <https://doi.org/10.31004/abdidas.v2i2.282>
- [4] Djumhariyanto, D. (2016). Pengembangan Alat Bantu Jalan (Walker) Dengan Metode *Quality Function Deployment* (QFD). *Jurnal Flywheel*, 7(1).
- [5] Ginting Rosnani. (2010). *Prancangan Produk*. Graha Ilmu. <http://repository.usu.ac.id/handle/123456789/71008>
- [6] NGO, Y. S. (2011). *Perancangan Sarana Bantu Lansia Naik Turun Tangga* [Undergraduate thesis]. Universitas Surabaya.
- [7] Nurmianto, E. (2008). *Ergonomi : Konsep Dasar dan Aplikasinya, Edisi Kedua*. Guna Widya.
- [8] Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia, Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (2016).
- [9] Popov, E. P. (1984). *Mechanics of Materials* (II). *Profil-kesehatan-indonesia-2018*.(n.d.).
- [10] Pusat, D. V., Kependudukan, P., Ilmu, L., & Indonesia, P. (2018). Surabaya Menuju Kota Ramah Lansia: Peluang dan tantangan (Surabaya *Toward Age-Friendly City: Opportunities and Challenges*). In *Jurnal Kependudukan Indonesia* | (Vol. 13, Issue 2).
- [11] Rianmora, S., & Poulpanich, K. (2022). *Concept Development in a Walking Assistive Device: Offset Handle With a Small Base Area*. *International Journal of Knowledge and Systems Science*, 13(1). <https://doi.org/10.4018/IJKSS.306259>
- [12] Rohmah, A. I. N., Purwaningsih, & Bariyah, K. (2012). *Kualitas Hidup Lanjut Usia*.
- [13] Stanton, N. A. (Neville A. (2005). *Handbook of human factors and ergonomics methods*. CRC Press.
- [14] Tarwaka, Hadi A.Bakri, S., & Sudiajeng, L. (n.d.). *Perpustakaan Nasional: Katalog dalam terbitan (KDT) Tarwaka* (Vol. 323).
- [16] Ulrich, K. T., & Eppinger, S. D. (2016). *Product Design and Development; Sixth Edition*. www.mhhe.com
- [17] World Health Organization. (2010). *World health statistics : 2010*. World Health Organization.