

# **Desain Alat Bantu Duduk Dokter Bedah Dengan Mekanisme Roda Gigi Cacing**

## **SKRIPSI**

**Oleh:**

**Nama: Randy Media Rachayu**

**NPM: 183030006**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS PASUNDAN  
BANDUNG  
2022**

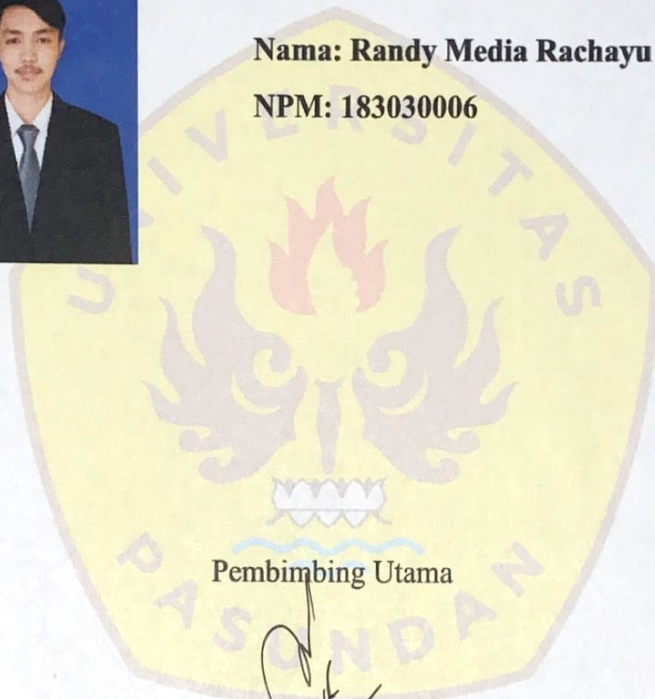
# LEMBAR PENGESAHAN

## Desain Alat Bantu Duduk Dokter Bedah Dengan Mekanisme Roda Gigi Cacing



**Nama: Randy Media Rachayu**

**NPM: 183030006**



**Pembimbing Utama**

*[Signature]*  
**Dr. Ir. Sugiharto, MT.**

**Pembimbing Pendamping**

*[Signature]*

**Ir. Gatot Santoso, MT.**

## ABSTRAK

Seorang dokter bedah bekerja lebih dari delapan jam dengan cara berdiri. Hal ini akan menyebabkan dokter tersebut mengalami penyakit nyeri punggung bagian bawah, penyakit punggung tersebut dinamakan dengan penyakit *musculoskeletal*. Untuk membantu dokter bedah nyaman ketika bekerja, fokus ketika bekerja, dan terhindar dari penyakit *musculoskeletal*, seorang dokter bedah memerlukan *Surgeon chair* yang dirancang sesuai dengan ukuran antropometri tubuh orang Indonesia. Tujuan dari penelitian ini yaitu merancang alat bantu duduk dokter bedah untuk mengurangi kelelahan selama bekerja yang sesuai dengan postur tubuh orang Indonesia. Metode penelitian desain alat bantu duduk dokter bedah ini menggunakan pedoman VDI (*Verein Deutscher Ingenieure*) 2221 yang dibagi menjadi 4 phase yaitu Phase I Penjabaran Tugas (*Clasification of the task*), Phase II Perancangan Konsep (*Conceptual Design*), Phase Perancangan Perwujudan III (*Embodiment Design*). Phase Perancangan Terperinci IV (*Detail Design*). Hasil dari penelitian ini yaitu desain alat bantu duduk dokter bedah memiliki fungsi dan komponen sesuai dengan kebutuhan dokter ketika bekerja, dan memiliki mekanisme naik turun menggunakan *worm gear*. Hasil analisis kekuatan pada komponen kritis dengan beban 1200 N menggunakan bantuan *software Solidwork 2016* menyatakan komponen tersebut aman. Kesimpulannya desain alat bantu duduk dokter bedah memiliki spesifikasi yang sesuai dengan kebutuhan dokter ketika bekerja yaitu: ukuran kursi sesuai dengan antropometri tubuh orang Indonesia, kursi mudah berpindah tempat, mekanisme naik turun menggunakan *worm gear* yang dapat menggerakkan kursi setinggi 100 mm, dan mekanisme *worm gear* digerakkan oleh motor listrik DC. Saran dari penelitian ini yaitu harus memerhatikan segi keringkasan dan estetika agar lebih baik dilihat dan harga jual dapat meningkat, mengubah semua mekanisme yang menggunakan tangan menjadi kaki agar dokter bedah benar-benar fokus ketika melakukan operasi bedah, jumlah survei kepada dokter bedah harus bertambah agar persentase dari *responden* meningkat, karena jawaban dokter tersebut sangat berpengaruh pada desain alat bantu duduk dokter bedah.

**Kata kunci:** Antropometri, Dokter bedah, Kursi dokter, *Musculoskeletal*, Perancangan kursi.

## **ABSTRACT**

*A surgeon must stand for eight hours while performing surgery. If the surgeon stands for a long time while working, it will cause lower back pain. Lower back pain is known as musculoskeletal disease. To help surgeons feel comfortable while working, focus while working, and avoid musculoskeletal diseases. A surgeon needs surgeon chair designed according to the anthropometric size of the Indonesian body. The purpose of this study was to design a surgeon's sitting aid to reduce fatigue while working in accordance with the posture of the Indonesian people. The method used in this study is the VDI guideline (Verein Deutscher Ingenieure) 2221 which is divided into four phases including: Phase I Job Description, Phase II Concept Design, Phase III Embodiment Design, Phase IV Detailed Design. The results of this study are the design of the surgeon's sitting aid has functions and components according to the doctor's needs when working, and has an up and down mechanism using a worm gear. The results of the strength analysis on critical components with a load of 1200 N using the help of Solidwork 2016 software state that these components are safe. The conclusion of the final result of the design of the surgeon's sitting aid is a chair that fits the doctor's needs when performing surgical operations, the size of the chair is in accordance with the anthropometry of the Indonesian body, the chair is easy to move, the up and down mechanism uses the mechanical principle, namely worm gear that can move the chair as high as 100 mm, the worm gear mechanism is driven by a DC electric motor. Suggestions from this research are to pay attention to conciseness and aesthetics so that it can be seen better and the selling price can increase, change all mechanisms that use hands to feet so that surgeons really focus when performing surgical operations, the number of surveys to surgeons should increase so that the percentage of respondents increased, because the doctor's answer was very influential on the design of the surgeon's sitting aids.*

**Keywords:** *Anthropometry, Design chair, Doctor's chair, Musculoskeletal, Surgeon.*

# DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN .....	i
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
ABSTRAK.....	xiii
<i>ABSTRACT</i> .....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1. Latar Belakang .....	1
2. Rumusan Masalah.....	1
3. Tujuan Penelitian .....	2
4. Manfaat .....	2
5. Batasan Masalah .....	2
6. Sistematika Penulisan .....	2
BAB II STUDI LITERATUR.....	4
1. Desain .....	4
2. Komponen Kursi.....	4
2.1 <i>Backrest</i> .....	4
2.2 <i>Seat</i> .....	5
2.4 <i>Base</i> .....	7
3. Standar Antropometri Tubuh Orang Indonesia.....	7
4. Mekanisme <i>Worm Gear</i> .....	10
5. Motor DC (Arus Searah).....	12
6. Torsi Motor .....	13
7. <i>Buckling</i> (Tekukan).....	13
BAB III METODOLOGI.....	15
1. Tahapan Penelitian.....	15
2. Tempat Penelitian .....	23
3. Peralatan dan bahan yang digunakan.....	23
4. Setup Pengukuran/Pengujian .....	23
5. Metode Pengukuran/Pengujian .....	26
6. Metode Pengolahan Data .....	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	28

1. Kriteria Perancangan.....	28
2. Pemilihan Konsep Kursi Sesuai Kebutuhan Dokter .....	28
2.1 Survei Responden Dokter .....	28
2.2 Desain Referensi Alat Bantu Duduk Dokter Bedah.....	30
2.3 Desain Kursi Sesuai Kebutuhan Dokter.....	30
3. Pemilihan Mekanisme Naik Turun .....	31
3.1 Referensi Konsep <i>Rack and Pinion</i> .....	31
3.2 Referensi Konsep <i>Worm Gear</i> .....	32
3.3 Referensi Konsep <i>Crankshaft</i> .....	33
3.4 Referensi Konsep <i>Cam and Follower</i> .....	33
4. Konsep Desain Mekanisme Naik Turun .....	34
4.1 Konsep 1 <i>Rack and Pinion</i> .....	34
4.2 Konsep 2 <i>Worm Gear</i> .....	34
4.3 Konsep 3 <i>Crankshaft</i> .....	35
4.4 Konsep 4 <i>Cam and Follower</i> .....	35
5. Pemilihan Konsep Perancangan Dengan Metode Matriks Seleksi .....	36
5.1 Matriks Penyaringan Konsep.....	36
5.2 Matriks Penilaian Konsep .....	37
6. Analisis <i>Worm Gear</i> .....	38
6.1 Torsi <i>Worm Gear</i> .....	42
6.2 Torsi Poros .....	44
6.3 Torsi Motor .....	44
7. Analisis Tegangan Pada Poros.....	45
7.1 Diagram Benda Bebas Mekanisme <i>Worm Gear</i> .....	45
7.2 Analisis Gaya Poros .....	47
7.3 Analisis Daerah Kritis Pada Komponen .....	51
7.4 Torsi Poros .....	58
7.5 Tegangan Normal dan Tegangan Geser Poros.....	58
7.6 Tegangan Utama Pada Area Kritis Komponen (Lingkaran <i>Mohr</i> ).....	58
7.7 Analisis <i>Endurance Limit</i> ( $S_e$ ).....	61
7.8 Analisis <i>Fatigue Strength</i> Pada Siklus Tertentu ( $10^3$ Siklus) .....	61
7.9 Analisis <i>Endurance Limit</i> dengan Faktor Modifikasi ( $S_e$ ) .....	63
7.10 Analisis Faktor Keamanan Statik ( <i>Von Mises Maximum Stress</i> ).....	67
7.11 Analisis Faktor Keamanan <i>Fatigue</i> ( <i>Goodman, Soderberg, Gerber, dan ASME-Elilptic</i> ) .....	68
7.12 Analisis Dimensi Komponen .....	70
8. Analisis Kekuatan Pada Desain Terpilih .....	71
8.1 Hasil Analisis <i>Frame</i> .....	71

8.1.1 Hasil Analisis Simulasi <i>Frame</i> .....	71
8.1.2 Hasil Analisis Simulasi <i>Truss</i> .....	73
8.1.3 Hasil Analisis Simulasi <i>Frame</i> Beban Merata .....	75
8.2 Analisis Mekanisme <i>Lifting</i> .....	77
8.2.1 Hasil Analisis Simulasi Alas Duduk.....	79
8.2.2 Hasil Analisis Simulasi Plat Engsel.....	87
8.2.3 Hasil Analisis Simulasi Poros.....	94
8.3 Kesimpulan Simulasi .....	102
8.3.1 Kesimpulan Simulasi Alas Duduk .....	102
8.3.2 Kesimpulan Simulasi Plat Engsel .....	104
8.3.3 Kesimpulan Simulasi Poros .....	106
8.4 Analisis <i>Buckling</i> .....	108
9. Hasil Akhir Desain Terpilih.....	111
10. Komponen Standar Pada Alat Bantu Duduk Dokter Bedah .....	112
11. Komponen Dibuat Pada Alat Bantu Duduk Dokter Bedah.....	116
12. <i>Sub-Assembly</i> .....	119
13. Rekayasa Desain Alat Bantu Duduk Dokter Bedah.....	122
14. <i>Bill Of Material</i> .....	124
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	126
1. Kesimpulan .....	126
2. Saran .....	127
DAFTAR PUSTAKA .....	128
LAMPIRAN.....	133
1. Data Hasil Kuesioner Dokter .....	133
2. Data Hasil Kuesioner Produksi Mekanisme Naik Turun.....	135
3. Gambar Teknik .....	137

# BAB I PENDAHULUAN

## 1. Latar Belakang

Manusia ketika melakukan aktivitas yang terlalu lama akan menyebabkan tubuh kelelahan. Khususnya seorang dokter bedah yang bekerja dengan cara berdiri hingga berjam-jam akan menyebabkan penyakit nyeri punggung bagian bawah. Nyeri punggung bagian bawah tersebut dinamakan dengan penyakit *musculoskeletal*. Penyakit *musculoskeletal* disebabkan karena dokter bedah tidak memperhatikan posisi tubuhnya ketika melakukan operasi *orthopedic* [1]. Selain mementingkan kesehatan pasien, seorang dokter juga harus mementingkan kesehatannya sendiri.

Dokter bedah harus memiliki tubuh yang sehat ketika melakukan operasi untuk memberikan hasil yang maksimal kepada pasiennya. Seorang dokter bedah ketika melakukan operasi memerlukan waktu hingga lebih dari delapan jam tanpa duduk. Hal ini dapat mengakibatkan tubuh dokter tersebut rusak [2]. Oleh sebab itu dokter tersebut akan merasa kelelahan dan tidak fokus saat melakukan operasi bedah, sehingga akan berbahaya terhadap pasiennya. Maka dari itu dokter perlu alat bantu duduk yang dapat menjaga kesehatan dan fokus ketika melakukan operasi. Alat bantu duduk tersebut merupakan perancangan kursi yang memiliki teknologi mekanisme naik turun dan bentuk ergonomis yang sesuai dengan anatomi manusia yang disebut dengan *Surgeon Chair*.

*Chairless Chair* merupakan kursi yang bentuknya seperti rangka dan digunakan di bagian luar tubuh manusia [3]. Fungsinya yaitu untuk mengurangi cedera yang terjadi pada tubuh yang disebabkan pegal, kesemutan, kekakuan, bengkak, sulit tidur karena dampak dari posisi duduk yang tidak benar [4]. *Chairless Chair* dapat dikembangkan menjadi *Surgeon chair* yang dirancang untuk dokter bedah agar nyaman ketika melakukan operasi. *Chairless Chair* memiliki mekanisme naik turun yang bisa dioperasikan menggunakan kaki, dan mudah berpindah tempat. Dengan desain yang menyesuaikan anatomi manusia, kursi ini dapat mengurangi rasa lelah dan menghindari penyakit jangka panjang pada dokter.

## 2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini yaitu:

1. Apa alat bantu dokter bedah agar dokter bedah tidak mengalami kelelahan selama bekerja lebih dari delapan jam.
2. Apakah *chairless chair* dapat menjadi solusi alat bantu dokter bedah.
3. Bagaimana desain dan komponen *Surgeon Chair*.

## 3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini yaitu:



1. Merancang alat bantu duduk dokter bedah (*Surgeon Chair*) untuk mengurangi kelelahan selama bekerja selama lebih dari delapan jam yang sesuai dengan postur tubuh orang Indonesia.
2. Mengevaluasi apakah *chairless chair* dapat menjadi solusi alat bantu dokter bedah.
3. Menentukan desain dan komponen *Surgeon Chair*.

#### **4. Manfaat**

Manfaat dari penelitian ini yaitu ikut berkontribusi dan membantu kebutuhan dunia medis dalam bentuk teknologi.

#### **5. Batasan Masalah**

Batasan masalah dari penelitian ini meliputi:

1. Pemilihan desain *Surgeon Chair* yang sesuai dengan anatomi manusia dan kebutuhan dokter.
2. Mekanisme pada kursi dapat bergerak naik turun setinggi 100 mm.
3. Beban maksimum pada kursi sebesar 1200 N.

#### **6. Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan laporan penelitian dibagi dalam beberapa bab yang merupakan satu kesatuan yang saling berkaitan. Berikut adalah sistematika dari penulisan penelitian.

### **BAB I PENDAHULUAN**

Pada bab ini berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, dan sistematika penelitian.

### **BAB II STUDI LITERATUR**

Pada bab ini berisi tentang teori – teori dasar yang berkaitan dengan objek penelitian berupa komponen kursi, standar antropometri tubuh manusia Indonesia, dan mekanisme *worm gear*.

### **BAB III METODOLOGI**

Bab ini meliputi tentang metoda yang dilakukan adalah merancang alat bantu duduk dokter bedah dengan sistematika penelitian menggunakan pedoman VDI (*Verein Deutscher Ingenieure*) 222.

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisikan tentang pembahasan hasil penelitian dan data yang didapat dalam melakukan penelitian.

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisikan kesimpulan terhadap materi yang penulis tulis dalam laporan juga saran hasil penelitian.

## **DAFTAR PUSTAKA**

Berisikan buku acuan atau jurnal yang digunakan penulis dalam penelitian.

## **LAMPIRAN**



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. Santoso, S. Sugiharto, A. Mughni, M. I. Ammarullah, A. P. Bayuseno, and J. Jamari, "Chairless Chairs for Orthopedic Surgery Purpose – A Literature Review," *Open Access Maced. J. Med. Sci.*, vol. 10, no. F, pp. 146–152, Feb. 2022, doi: 10.3889/oamjms.2022.8148.
- [2] E. Refresitaningrum, "Analisa Sikap Kerja Dokter Gigi Yang Berhubungan Dengan Keluhan Nyeri Pinggang Di Rumah Sakit Surabaya," *Jph Recode*, pp. 109–119, 2018.
- [3] R. M. Magdum and S. M. Jadhav, "Design and Implementation of Chair Less Seating Arrangement for Industrial Workers and Farmers," *Ged J. Eng.*, vol. 3, 2018, [Online]. Available: [www.grdjournals.com](http://www.grdjournals.com)
- [4] G. C. Firmansyah, "Studi Literatur Penggunaan Kursi Ergonomi Untuk Menurunkan Keluhan Otot Rangka Dan Kelelahan," 220AD.
- [5] G. E. . Dieter and L. C. . Schmidt, *Engineering Design Fourth Edition*, New York: McGraw-Hill, vol. 57. 2016. doi: 10.1007/978-3-319-32703-7\_119.
- [6] Chairsfx, "ChairFX," 2021. <https://chairsfx.com/computing-chair-advice/is-a-gaming-chair-worth-it/>. (accessed Apr. 25, 2022).
- [7] S. H. Taufik, "Hubungan Antara Keseuaian Ukuran Tubuh Dan Ukuran Kursi Dengan Tingkat Kelelahan Pada Mahasiswa Fisioterapi Fakultas Kedokteran Universitas Hasanudin," 2020.
- [8] E. Trend, "Ergonomic Trends," 2021. <https://ergonomictrends.com/> (accessed Apr. 25, 2022).
- [9] S. Riaei, H. Daneshmandi, M. Razeghi, B. Kouhnavard, and Z. Zamanian, "Features of an Ergonomic Chair Designed for Surgeons Performing Microscopic Surgeries," *Malaysian J. Med. Heal. Sci.*, vol. 17, no. 2, pp. 203–209, 2021.
- [10] C. J. Padilla, F. A. Ferreyro, and W. D. Arnold, "Anthropometry as a Readily Accessible Health Assessment of Older Adults," *Exp. Gerontol.*, vol. 153, no. June, p. 111464, 2021, doi: 10.1016/j.exger.2021.111464.
- [11] T. K. Chuan, M. Hartono, and N. Kumar, "Anthropometry of the Singaporean and Indonesian Populations," *Int. J. Ind. Ergon.*, vol. 40, no. 6, pp. 757–766, 2010, doi: 10.1016/j.ergon.2010.05.001.
- [12] Amri, Fatimah, and Yusnidar, "Perancangan Kursi yang Ergonomis sebagai Alat Bantu di Stasiun Kerja Produksi Air Galon ( Studi Kasus PT Ima Montaz Sejahtera )," *Malikussaleh Ind.*

- Eng. J.*, vol. 4, no. 2, pp. 17–23, 2015.
- [13] D. Su and D. Qin, “Integration of Numerical Analysis, Virtual Simulation and Finite Element Analysis for the Optimum Design of Worm Gearing,” *J. Mater. Process. Technol.*, vol. 138, no. 1–3, pp. 429–435, 2003, doi: 10.1016/S0924-0136(03)00112-2.
- [14] F. Luis and G. Moncayo, *Shigley’s Mechanical Engineering Design, Ninth Edition*. McGraw-Hill, 2011.
- [15] A. . F. Angel, Lukman, M. Dwi Rahayu H, M. Masyhuri, T. Nadzir Aban, and Casmuriyah, “Makalah Motor DC,” Bandung, 2015.
- [16] M. Sogears, “Apa Perbedaan Antara Motor DC dan Motor Roda Gigi DC,” 2021. <https://id.sogears.com/blog/Apa-perbedaan-antara-motor-dc-dan-motor-roda-gigi-dc> (accessed May 20, 2022).
- [17] R. Harahap and S. Nofriadi, “Analisa Perbandingan Efisiensi dan Torsi dengan Menggunakan Metode Penyadapan Sejajar Terhadap Metode Pergeseran Sikat pada Motor Arus Searah Kompon Pendek Dengan Kutub Bantu,” *J. Electr. Technol.*, vol. 4, no. 3, pp. 105–111, 2019.
- [18] Y. Bakhtiar, “Analisis *Buckling* Terhadap Tabung Plat Tipis,” 2015.
- [19] J. Jansch and H. Birkhofer, “The Development Of The Guideline VDI 2221 - The Change Of Direction,” *9th Int. Des. Conf. Des. 2006*, pp. 45–52, 2006.
- [20] R. B. C. Chair, “Rancang Bangun Chairless Chair,” 2018.
- [21] Noonee, “Noonee.” <https://www.noonee.com/> (accessed May 11, 2022).
- [22] S. M. Basha *et al.*, “Design , Fabrication & Analysis of Exoskeleton - The Chair less Chair using Aluminum Alloy ( T6 ) 6082,” *Am. Int. J. Res. Sci. Technol. Eng. Math.*, pp. 17–21, 2018.
- [23] M. R. Sumartono, T. Supriyono, and H. Sonawan, “Perancangan Dan Pembuatan *Heat Pipe* Untuk Pendingin *Photovoltaic Module* 100Wp,” 2021.
- [24] R. Hartono, B. Tarigan, T. Supriyono, and G. Santoso, “Perancangan dan Pembuatan Sistem Kendali Gerak Pahat Pada Mesin *Router NC 3-Axis* Untuk Kriya Seni Ukiran Kayu,” *Rotasi*, vol. 22, no. 1, pp. 36–42, 2020.
- [25] Panero, Julius, Zelnik, and Martin, “Dimensi Manusia & Ruang Interior,” 2003.
- [26] M. N. 0406125802 (Ketua) D. I. M. S. P. N. 0422106202 (Anggota) Ir. Gatot Santoso and U. Pasundan, “Pengembangan Desain Mekanisme dan *Prototyping Giant Umbrella* ( Studi kasus : Lahan Parkir Universitas Pasundan ),” vol. 0406125802, pp. 0–54, 2016.

- [27] Sugiharto *et al.*, “Design and Manufacturing of Cutting Motion Control System on 3-Axis Router Machine for Wood Carving,” *Proc. 2nd Int. Conf. Sci. Technol. Mod. Soc. (ICSTMS 2020)*, vol. 576, no. Ictms 2020, pp. 132–136, 2021, doi: 10.2991/assehr.k.210909.031.
- [28] Z. Yongxue, “A Lift Table For Machinery Manufacturing,” 20171023295.1, 2017
- [29] Shao Li Huanye, “Worm Gear Type Automatic Lift Study Table,” 201910961262.2, 2017
- [30] M. Rikkardo and L. Klajv, “Hydromechanical Valve Actuator System Of Motor, And Its Application Method,” 2010101968/06, 2012
- [31] D. H. Myszka, *Machines and Mechanism Fourth Edition*.
- [32] R. Hartono, G. Santoso, and B. R. M. D. Widodo, “Pembuatan Alat Ukur Kecepatan Gerak Pelet dengan Menggunakan Sensor Tirai Cahaya dan Mikrokontroller Sebagai Alat Ukur Selang Waktu Pencapaian Dua Posisi Pelet,” no. Snttm Xi, pp. 16–17, 2012.
- [33] H. T. Tudikromo, R. Hartono, and Sugiharto, “Perancangan Dan Pembuatan Mekanisme Angklung Robot,” 2017.
- [34] W. Fauzi, “Pembuatan Mekanisme Simulator Mesin Pembuat Roda Gigi Lurus (*Rack Generation*),” 2015.
- [35] J. Jamari, M. I. Ammarullah, I. Y. Afif, R. Ismail, M. Tauviqirrahman, and A. P. Bayuseno, “Running-In Analysis Of Transmission Gear,” *Tribol. Ind.*, vol. 43, no. 3, pp. 434–441, 2021, doi: 10.24874/ti.1092.04.21.08.
- [36] Prayogo, S. Gatot, and Sugiharto, “Desain Awal Rig untuk Pengujian *Frame Bogie* Kereta Monorel Jenis *Straddle* Produk Industri Lokal,” no. Snttm Xiv, pp. 7–8, 2015.
- [37] J. Jamari *et al.*, “Computational Contact Pressure Prediction of CoCrMo, SS 316L and Ti6Al4V Femoral Head against UHMWPE Acetabular Cup under Gait Cycle,” *J. Funct. Biomater.*, vol. 13, no. 2, 2022, doi: 10.3390/jfb13020064.
- [38] A. Teknik, G. Santoso, and S. Permana, “Analisis Tegangan pada *Giant Umbrella* Berukuran 6x6 m dan Tinggi 5 m dengan Menggunakan FEA,” no. November, pp. 21–22, 2018.
- [39] G. Santoso and M. S. Permana, “Analisis Tegangan Pada Batang Utama Mekanisme Bukaan Payung Raksasa,” *Din. Tek. Mesin*, vol. 7, no. 2, pp. 108–117, 2017, doi: 10.29303/d.v7i2.165.
- [40] J. Jamari, M. I. Ammarullah, G. Santoso, S. Sugiharto, T. Supriyono, and E. van der Heide, “In Silico Contact Pressure of Metal-on-Metal Total Hip Implant with Different Materials Subjected

- to Gait Loading,” *Metals (Basel)*, vol. 12, no. 8, 2022, doi: 10.3390/met12081241.
- [41] D. Harsokoesoemo and G. Santoso, “Stress Distribution In The Region Around Two Normally Intersecting Pipes Due To In-Plane Bending Moments Using Finite Element Method,” *Proc. ASME Turbo Expo*, 1997, doi: 10.1115/97-AA-058.
- [42] M. I. Ammarullah, G. Santoso, S. Sugiharto, and T. Supriyono, “Minimizing Risk of Failure from Ceramic-on-Ceramic Total Hip Prosthesis by Selecting Ceramic Materials Based on Tresca Stress,” pp. 1–12, 2022.
- [43] R. Aulia Nanda, T. Supriyono, Sugiharto, R. A. Raja Ma’arof, and F. Mubina Dewadi, “Analisis Chassis Mobil Robot Penanaman Bibit Kangkung Menggunakan Metode Elemen Hingga,” *Mech. Explor.*, vol. 2, no. 2, pp. 1–8, 2022.
- [44] W. Kwintarini and T. Supriyono, “Perancangan Conveyor Untuk Box Vaksin Polio di PT Biofarma ( Persero ),” 2022.
- [45] T. Supriyono, B. Tarigan, and S. Hidayat, “Perancangan Palu Tiang Pancang Mini ( *Mini Pile Hammer* ),” *Pros. SNTTM XVIII*, pp. 9–10, 2019.
- [46] F. Fahmi Rusdianto, E. Achdi, and Syahbardia, “Perancangan Model Turbin Angin Poros Vertikal Tipe Heliks Kapasitas 5 W,” 2022.
- [47] G. Santoso, M. Satya, and B. R. M. Djoko, “Analisis Tegangan pada Jari-Jari Mekanisme Buka-an Payung Raksasa,” pp. 7–11, 2017.
- [48] P. E. George F. Limbrunner and P. E. Craig T. D’Allaird, *Applied Statics and Strength of Materials*, 6th ed. 2016.
- [49] P. L. S. Beedle, *Specification for Structural Steel Buildings*. American Institute of Steel Construction, Inc., 2005.
- [50] M. I. Ammarullah *et al.*, “Tresca stress study of CoCrMo-on-CoCrMo bearings based on body mass index using 2D computational model,” *J. Tribol.*, vol. 33, no. February, pp. 31–38, 2022, [Online]. Available: <https://jurnaltribologi.mytribos.org/v33/JT-33-31-38.pdf>