

**PERANCANGAN *PORTABLE CONTINUOUS PASSIVE MOTION (CPM)*
BERBASIS *MICROCONTROLLER* SEBAGAI ALAT BANTU
REHABILITASI PASIEN FRAKTUR *TIBIAL PLATEAU* PASCA
PEMBEDAHAN**



SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Universitas Widya Dharma Klaten.

Disusun oleh :

WARSAT RESTI ARBI NUGROHO

NIM. 1741100007

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS WIDYA DHARMA KLATEN

2021

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi :

PERANCANGAN *PORTABLE CONTINUOUS PASSIVE MOTION (CPM)*

BERBASIS *MICROCONTROLLER* SEBAGAI ALAT BANTU

REHABILITASI PASIEN FRAKTUR *TIBIAL PLATEAU* PASCA

PEMBEDAHAN

Disusun oleh :

WARSAT RESTI ARBI NUGROHO

NIM. 1741100007

Disetujui untuk dipertahankan dalam ujian Skripsi di hadapan dewan penguji Skripsi Program Studi S-1 Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Widya Dharma Klaten.

Disahkan Tanggal :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



I Wayan Angga Wijaya Kusuma, S.T., M.Eng.

Afriliana Kusumadewi, S.T., M.Eng.

NIK. 690 914 343

NIP.19780411 200501 2 002

Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Afriliana Kusumadewi, S.T., M.Eng.

NIP.19780411 200501 2 002

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **WARSAT RESTI ARBI NUGROHO**

NIM : 1741100007

Program Studi : S1 Teknik Elektro

Judul Skripsi : **PERANCANGAN *PORTABLE CONTINUOUS PASSIVE MOTION (CPM)* BERBASIS *MICROCONTROLLER* SEBAGAI ALAT BANTU REHABILITASI PASIEN FRAKTUR *TIBIAL PLATEAU* PASCA PEMBEDAHAN**

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya buat dan serahkan ini merupakan hasil karya saya sendiri dan bebas dari plagiat. Hal-hal yang bukan karya saya dalam skripsi ini telah diberi tanda sitasi dan ditunjukkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti pernyataan saya tidak benar, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pembatalan ijazah dan pencabutan gelar yang saya peroleh dari skripsi ini.

Klaten, 25 Agustus 2021

Yang membuat pernyataan



WARSAT RESTI ARBI NUGROHO
NIM. 1741100007

HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI

**PERANCANGAN *PORTABLE CONTINUOUS PASSIVE MOTION (CPM)*
BERBASIS *MICROCONTROLLER* SEBAGAI ALAT BANTU
REHABILITASI PASIEN FRAKTUR *TIBIAL PLATEAU* PASCA
PEMBEDAHAN**

yang dipersiapkan dan disusun oleh
WARSAT RESTI ARBI NUGROHO
NIM. 1741100007

Diterima dan disetujui oleh Dewan Penguji Skripsi Program Studi S-1
Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Widya Dharma Klaten.

Disahkan Tanggal :

Disahkan oleh

Ketua Dewan Penguji



I Wayan Angga Wijaya Kusuma, S.T., M.Eng.

NIK. 690 914 343

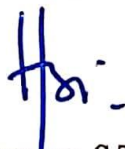
Sekretaris Dewan Penguji



Afriliana Kusumadewi, S.T., M.Eng.

NIP.19780411 200501 2 002

Penguji I



Harri Purnomo, S.T.,M.T.

NIK.690 499 196

Penguji II

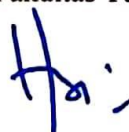


Rossy Lydia Ellyana, S.Si., M.Sc.

NIK.690 915 359

Disahkan oleh

Dekan Fakultas Teknik



Harri Purnomo, S.T.,M.T.

NIK.690 499 196

MOTTO

“Kecerdasan adalah hukuman berupa kita harus menghadapi orang-orang bodoh.”

(Yuusafina)

“Jika tidak bisa membantuku, setidaknya jangan membebaniku!” (W Ran)

“MAS!” (Putty)

“Di kesempatan yang baik ini ingin saya sampaikan... Sabar!” (Jokowi)

“Wait, Spongebob! We’re not caveman. We have technology.” (Patrick Star)

“ I dont wanna brag or anything. But when it comes to being the worst, I’m at the top.” (Astolfo)

“Termasuk yang bisa mengalahkan setan adalah menikmati barang halal.” (Gus Baha)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini dipersembahkan kepada:

1. Allah SWT. yang telah memberi saya kesempatan, kemampuan dan kemauan.
2. Putty Rahmasari yang tiada henti memberi saya motivasi dalam menyelesaikan skripsi.
3. Yuusafina yang telah memberi semangat dan motivasi selama ini.

KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah, penulis bisa menyelesaikan skripsi yang berjudul “PERANCANGAN *PORTABLE CONTINUOUS PASSIVE MOTION* (CPM) BERBASIS *MICROCONTROLLER* SEBAGAI ALAT BANTU REHABILITASI PASIEN FRAKTUR *TIBIAL PLATEAU* PASCA PEMBEDAHAN“, sebagai syarat untuk menyelesaikan pendidikan pada Program Teknik Elektro jenjang Strata-1 Fakultas Teknik Universitas Widya Dharma Klaten.

Dalam penyusunan skripsi ini saya menyadari tanpa bantuan, bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak, saya tidak akan bisa menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya ucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. H. Triyono, M.Pd. Selaku Rektor Universitas Widya Dharma Klaten.
2. Bapak Harri Purnomo, S.T., M.T. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Widya Dharma Klaten.
3. Ibu Afriliana Kusumadewi, S.T., M.Eng. Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Widya Dharma Klaten sekaligus dosen pembimbing II.
4. Bapak I Wayan Angga Wijaya Kusuma, S.T, M.Eng. Selaku pengelola Laboratorium Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Widya Dharma Klaten sekaligus dosen pembimbing I.

5. Bapak/Ibu Dosen, khususnya Dosen Jurusan Teknik Elektro serta seluruh staf karyawan Universitas Widya Dharma Klaten, yang dengan setulus hati memberikan bantuan dan bimbingan selama menyelesaikan studi.
6. Orang tua saya dan seluruh keluarga saya yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan baik materi maupun moral.
7. Seluruh sahabat saya yang telah memberikan dukungan dan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.

Klaten 25 Agustus 2021

Penyusun,

A handwritten signature in black ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke extending to the left.

Warsat Resti Arbi Nugroho

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI.....	iv
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
DAFTAR ISTILAH	xv
<i>ABSTRACT</i>	xvi
ABSTRAK	xvii
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.1 Landasan Teori	8
2.2.1 Fraktur <i>Tibial Plateau</i>	8
2.2.2 Rehabilitasi Fraktur <i>Tibial Plateau</i>	9
2.2.3 Arduino	10
2.2.4 Motor Stepper	10
2.2.5 <i>Liquid Crystal Display</i> (LCD)	15
2.2.6 Baterai	18
2.2.7 <i>Battery Management System</i> (BMS)	20
2.2.8 Driver Motor Stepper	21
2.2.9 Lampu Indikator	22
2.2.10 Arduino IDE	24
2.2.11 Proteus Professional	25
2.2.12 SweetHome 3D	25
METODE PENELITIAN.....	27
3.1 Waktu dan lokasi Penelitian	27
3.2 Alat dan Bahan	27
3.2.1 Alat Penunjang Penelitian	27
3.3.2 Aplikasi Perangkat Lunak.....	27

3.3	Langkah Penelitian	28
HASIL DAN PEMBAHASAN.....		33
4.1	Konsep Alat.....	33
4.2	Rancangan Kerangka Alat.....	33
4.3	Rancangan Perangkat Kontrol.....	35
4.4	Pemilihan Komponen Hardware	38
4.4.1	Pemilihan microcontroller.....	38
4.4.2	Pemilihan motor stepper	39
4.4.3	Pemilihan driver motor stepper.....	42
4.4.4	Pemilihan Catu Daya Baterai	43
4.5	Rancangan Perangkat Lunak	44
4.6	Prinsip Kerja Alat.....	54
KESIMPULAN DAN SARAN.....		58
5.1	Kesimpulan.....	58
5.2	Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA		60
LAMPIRAN.....		62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Penampang Melintang Motor Stepper <i>Variable Reluctance</i> (VR) ...	11
Gambar 2.2 Ilustrasi Sederhana dari Motor Stepper Permanent Magnet.....	12
Gambar 2.3 Penampang Melintang dari Motor Stepper Tipe Hibrid.....	13
Gambar 2.4 Prinsip Kerja Motor Stepper Unipolar	14
Gambar 2.5 Prinsip Kerja Motor Stepper Bipolar	15
Gambar 2.6 LCD 1602.....	16
Gambar 2.7 Modul BMS-20A-3S-S	21
Gambar 2.8 Rangkaian Driver Motor Stepper Tipe A4988.....	22
Gambar 2.9 Tampilan Arduino IDE.....	24
Gambar 2.10 Tampilan Awal Proteus Professional	25
Gambar 2.11 Tampilan Awal SweetHome 3D	26
Gambar 3.1 Diagram alur perancangan <i>Portable CPM</i>	29
Gambar 4.1 Tampilan SweetHome 3D	34
Gambar 4.2 Kerangka <i>Portable CPM</i>	34
Gambar 4.3 Desain Rangkaian Catu Daya.....	36
Gambar 4.4 Desain Rangkaian Motor Stepper	36
Gambar 4.5 Desain Rangkaian LCD.....	37
Gambar 4.6 Rangkaian Perangkat Kontrol <i>Portable CPM</i>	37
Gambar 4.7 Arduino Nano	39
Gambar 4.8 Baterai Lithium-Ion 18650.....	44
Gambar 4.9 Tampilan Simulasi Motor Bergerak Ekstensi	46
Gambar 4.10 Tampilan Simulasi Motor Bergerak Fleksi	46

Gambar 4.11 Tampilan Penambahan Kecepatan	48
Gambar 4.12 Tampilan Penambahan Sudut.....	49
Gambar 4.13 Tampilan LCD ketika Motor Diam	51
Gambar 4.14 Tampilan LCD ketika Motor Bergerak	51
Gambar 4.15 Tampilan Awal LCD.....	54
Gambar 4.16 Tampilan LCD dengan Kecepatan dan Besar Sudut Tertinggi.....	55
Gambar 4.17 Tampilan LCD ketika Motor sedang Bergerak	55
Gambar 4.18 Desain <i>Portable</i> CPM dalam Bentuk 3D	56

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Pin LCD 1602.....	18
Tabel 3.1 Alat Penunjang Penelitian.....	27
Tabel 3.2 Aplikasi Perangkat Lunak.....	27
Tabel 4.1 Ukuran Kerangka <i>Portable</i> CPM.....	33
Tabel 4.2 Spesifikasi Arduino.....	38
Tabel 4.3 Spesifikasi Motor Stepper.....	40
Tabel 4.4. Spesifikasi Driver Motor Stepper	42
Tabel 4.5. Spesifikasi Baterai	43

DAFTAR LAMPIRAN

1. Perancangan Kerangka <i>Portable</i> CPM	62
2. Pembuatan Program Perangkat Lunak	63
3. Uji Coba Menggunakan <i>Software</i> Proteus Professional	64
4. Desain <i>Portable</i> CPM dalam Bentuk 3D.....	65
5. <i>Portable</i> CPM Bergerak Fleksi.....	66
6. <i>Portable</i> CPM Bergerak Ekstensi	66

DAFTAR ISTILAH

- Adhesi Sinovial : Terjadinya peradangan pada sendi sehingga menyebabkan pasien kesulitan menggerakkan sendinya
- Artritis : Osteoarthritis adalah radang sendi yang disebabkan oleh penipisan dan kerusakan tulang rawan. Kondisi ini akan menyebabkan terjadinya gesekan langsung antartulang.
- Atrofi otot : Penurunan massa otot
- Fibula : Tulang betis
- Bilateral dual plating : Pemasangan dua plat logam pada tulang.
- Fraktur : Diskontinuitas susunan tulang yang disebabkan oleh cedera traumatik atau keadaan patologis.
- Kontraksi kapsular : Kapsul yang telah menjadi tebal dan mengeras. Kapsul terdiri daripada fibroblas, kolagen, dan saluran darah
- Luksasi sendi : Dislokasi pada persendian
- Patella : Tempurung lutut
- Prognosis : Istilah kedokteran yang mengacu kepada prediksi mengenai perkembangan suatu penyakit
- Tarsal : Tulang pembentuk pergelangan kaki
- Tibia : Tulang kering

ABSTRACT

One of the steps needed in the rehabilitation of patients with fractures in the knee joint is manual therapy guided by a physiotherapist. Manual therapy is done by moving the knee joint passively and gradually. Therefore, the design of postoperative knee fracture rehabilitation aids was made with an automatic drive. The design of independent therapy aids works automatically based on a microcontroller using Arduino. The recommended stepper motor is a Nema 24 stepper motor with a L298N, A4988 or DRV8825 stepper drive driver. The recommended battery type is a Lithium-Ion 18650 battery.

Keyword : *fracture rehabilitation, Arduino Nano, manual therapy tool*

ABSTRAK

Salah satu tahapan yang diperlukan dalam upaya rehabilitasi pasien penderita fraktur pada sendi lutut adalah *manual therapy* yang dipandu oleh ahli fisioterapi. *Manual therapy* dilakukan dengan cara menggerakkan persendian lutut secara pasif dan bertahap. Oleh karena itu desain alat bantu rehabilitasi fraktur lutut pasca operasi dibuat dengan penggerak otomatis. Desain alat bantu terapi mandiri bekerja secara otomatis berbasis *microcontroller* dengan menggunakan Arduino. Motor stepper yang disarankan adalah motor stepper Nema 24 dengan driver penggerak stepper L298N, A4988 atau DRV8825. Jenis baterai yang disarankan adalah baterai Lithium-Ion 18650.

Kata kunci: rehabilitasi fraktur, Arduino Nano, alat terapi manual

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan penggunaan kendaraan bermotor dapat menyebabkan kepadatan kendaraan di jalan raya dan meningkatkan resiko terjadinya kecelakaan lalu lintas. Menurut Riskesdas pada tahun 2018 angka cedera yang disebabkan kecelakaan sepeda motor 72% dialami oleh pengendara sepeda motor dan 19,2% dialami oleh penumpang. Pada tahun 2018 angka cedera alat gerak bawah mencapai 67,9% (Kementerian Kesehatan RI Badan Penelitian dan Pengembangan, 2018). Kecelakaan lalu-lintas dapat menyebabkan berbagai macam resiko salah satunya fraktur.

Penanganan fraktur meliputi rekognisi, reduksi, retensi dan rehabilitasi (Mahartha, Maliawan and Kawiayana, 2013). Salah satu tahapan yang diperlukan dalam upaya rehabilitasi pasien penderita fraktur pada sendi lutut adalah manual therapy yang dipandu oleh ahli fisioterapi. Terapi ini bermanfaat bagi pasien pasca operasi patah tulang (fraktur), osteoarthritis, stroke, kelumpuhan dan orang yang harus melakukan istirahat total. Terapi dilakukan oleh fisioterapi dengan cara menggerakkan otot persendian pasien secara pasif (Arovah, 2007). Manual therapy dilakukan dengan cara menggerakkan persendian lutut secara pasif dan bertahap. Hasil yang optimal dapat diperoleh pasien dengan melanjutkan terapi secara mandiri sesuai saran dokter atau ahli fisioterapi serta menggunakan alat bantu fisioterapi (Alfian, 2014).

Alat bantu fisioterapi sudah banyak beredar, misalnya Adjustable Knee Support. Adjustable Knee Support berfungsi sebagai alat bantu penopang pada sendi lutut (Carl and Brook, 1985). Alat tersebut belum dilengkapi dengan penggerak otomatis untuk proses rehabilitasi pasien pasca operasi atau pembedahan pada sendi lutut sehingga sebagian besar pasien tidak melakukan terapi manual secara mandiri yang mengakibatkan proses rehabilitasi cenderung lebih lama. Pasien kurang mengerti pergerakan yang dapat atau boleh dilakukan akibat kurangnya informasi tentang waktu pasien diperbolehkan untuk melakukan mobilisasi atau pergerakan pasca operasi. Pasien umumnya enggan melakukan pergerakan karena khawatir kakinya patah dan luka atau jahitan terbuka kembali sehingga pasien memilih diam dan tidak melakukan pergerakan (Lestari, 2017). Oleh karena itu desain alat bantu rehabilitasi fraktur lutut pasca operasi dibuat dengan penggerak otomatis. Desain alat bantu terapi mandiri bekerja secara otomatis berbasis *microcontroller* dengan menggunakan Arduino Nano. Desain alat ini diharapkan dapat membantu pengembangan alat bantu bagi pasien untuk menggerakkan sendi lutut dengan sudut dan kecepatan gerak yang dapat diatur sesuai dengan kebutuhan pasien. Perancangan ini kemudian akan dievaluasi untuk kebutuhan penelitian atau pembuatan alat bantu yang selanjutnya.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana konsep rancangan *Portable Continuous Passive Motion* (CPM) yang dapat digunakan untuk terapi manual bagi pasien yang mengalami fraktur pada sendi lutut ?
2. Memilih komponen yang sesuai dengan kebutuhan pembuatan desain *Portable CPM* ?
3. Bagaimana desain program *Portable CPM* yang disesuaikan dengan komponen yang telah dipilih agar dapat mengatur kecepatan gerak dan besar sudut yang sesuai dengan kebutuhan pasien ?

1.3 Batasan Masalah

Dalam perancangan desain alat ini, terdapat batasan masalah sebagai berikut :

1. Perancangan alat bantu rehabilitasi masih pada tahap desain awal.
2. Desain alat diterapkan untuk pasien fraktur *tibial plateau* pasca operasi sebagai alat bantu terapi secara mandiri.
3. Motor yang digunakan dalam pembuatan desain *Portable CPM* adalah motor stepper
4. Pengujian rancangan dilakukan dengan cara mensimulasikan program menggunakan *software* Proteus Professional.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Membuat konsep rancangan *Portable Continuous Passive Motion* (CPM) yang dapat digunakan untuk terapi manual bagi pasien yang mengalami fraktur pada sendi lutut.
2. Memilih komponen yang sesuai dengan kebutuhan pembuatan desain *Portable CPM*.
3. Membuat desain program *Portable CPM* yang disesuaikan dengan komponen yang telah dipilih agar dapat mengatur kecepatan gerak dan besar sudut yang sesuai dengan kebutuhan pasien.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini bermanfaat untuk pengembangan teknologi pada bidang medis yang dapat digunakan untuk membantu fisioterapi bagi penderita fraktur pada persendian lutut dengan terapi manual. Terapi manual dilakukan dengan cara menggerakkan sendi secara otomatis menggunakan alat rehabilitasi fraktur lutut.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB I Pendahuluan

Sebagai pendahuluan dari skripsi yang memuat latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan yang hendak dicapai, batasan masalah, manfaat penelitian, tinjauan penelitian terdahulu dan sistematika penulisan

BAB II Tinjauan Pustaka dan Landasan Teori

Bab ini berisi tinjauan pustaka penatalaksanaan rehabilitasi fraktur pasca pembedahan, penggunaan alat bantu rehabilitasi fraktur, landasan teori dan penjelasan berupa pengertian, definisi, dan rumus yang diambil dari kutipan buku serta beberapa literatur yang berhubungan dengan perancangan.

BAB III Metode Penelitian

Pada bab ini berisi waktu dan lokasi penelitian, alat dan bahan, dan metode perancangan.

BAB IV Perancangan dan Hasil Penelitian

Bab ini berisi sub bab antara lain : perancangan sistem alat terapi manual pasien fraktur lutut pasca operasi, pemilihan jenis motor yang digunakan pada alat terapi manual dan respon yang diberikan berdasarkan pemilihan sudut yang dimasukkan.

BAB V Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Portable CPM dirancang sebagai alat bantu terapi dalam meningkatkan lingkup gerak sendi pada persendian lutut. Kerangka *Portable* CPM dibuat sesuai dengan struktur kaki pada manusia dewasa dengan tinggi badan 180cm dan *Body Mass Index* (BMI) 25. Pemilihan komponen difokuskan pada empat komponen utama yaitu *microcontroller*, motor stepper, driver motor stepper dan catu daya baterai. *Portable* CPM dapat menggunakan *microcontroller* Arduino Mini, Arduino Pro Mini atau Arduino Nano. Motor stepper yang disarankan adalah motor stepper Nema 24 dengan driver penggerak stepper L298N, A4988 atau DRV8825. Jenis baterai yang disarankan adalah baterai Lithium-Ion 18650. Program yang dibuat dengan Arduino IDE pada *Portable* CPM berfungsi untuk menggerakkan motor stepper. Program *Portable* CPM dibuat dengan cara menggabungkan beberapa pemrograman yakni, pemrograman menjalankan motor stepper, pemrograman penambahan variabel dan pemrograman LCD.

5.2 Saran

Besar sudut pada saat uji coba dengan 17 langkah adalah 30° . Penambahan langkah yang diperlukan untuk menambah besar sudut sebanyak 10° adalah 5,5555 langkah. Penambahan langkah pada motor sebanyak 5 langkah setiap kali tekan menghasilkan penambahan besar sudut sebanyak 9° . Perubahan sudut pada tampilan LCD belum sesuai dengan penambahan sudut sesungguhnya. Diperlukan adanya kalibrasi ulang untuk memperoleh gerakan dengan besar sudut yang sesuai dengan tampilan LCD.

DAFTAR PUSTAKA

- Arnold, J. B. *et al.* 2017. Characteristics of postoperative weight bearing and management protocols for tibial plateau fractures : Findings from a scoping review. *Injury*. Elsevier Ltd. doi: 10.1016/j.injury.2017.10.040.
- Atmel Corporation. 2012. Atmel AVR Battery Management Devices for Rechargeable Lithium Batteries. *1600 Technology Drive, San Jose, CA 95110 USA*.
- Carl, B. and Brook, S. 1985. United States patent. *Geothermics*. 14(4), pp. 595–599. doi: 10.1016/0375-6505(85)90011-2.
- Faturrahman, A. 2013. PENATALAKSANAAN FISIOTERAPI PADA SCOLIOSIS VETEBRA THORACAL 7 – LUMBAL 1 DI RSAL DR . RAMELAN. Penelitian Tidak Dipublikasikan, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Freye, K. *et al.* 2019. Fraktur, *Radiologisches Wörterbuch*, pp. 126–127. doi: 10.1515/9783110860481-111.
- Gaston, P., Will, E. M. and Keating, J. F. 2005. Recovery of knee function following fracture of the tibial plateau. *Journal of Bone and Joint Surgery - Series B*, 87(9), pp. 1233–1236. doi: 10.1302/0301-620X.87B9.16276.
- Halim, L. 2017. Perancangan dan Implementasi Sistem Charging & Monitoring Baterai Lithium. Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Katolik Parahyangan, pp. 2–26.
- IEC, 2016. IEC 60204-1:2016 RLV Safety of machinery - Electrical equipment of machines - Part 1: General requirements. *International Standard*, pp. 1–439. Available at: <https://webstore.iec.ch/publication/26036>.
- Kementerian Kesehatan RI Badan Penelitian dan Pengembangan, 2018. Hasil Utama Riset Kesehatan Dasar. *Kementrian Kesehatan Republik Indonesia*, pp. 1–100. doi: 1 Desember 2018.
- Laumets, R. *et al.*, 2017. Lower Leg Length is Associated with Running Economy in High Level Caucasian Distance Runners. *Journal of Human Kinetics*, 56(1), pp. 229–239. doi: 10.1515/hukin-2017-0040.
- Lestari, Y. E. D., 2017. Pengaruh Rom Exercise Dini Pada Pasien Post Operasi Fraktur Ekstremitas Bawah (Fraktur Femur Dan Fraktur Cruris) Terhadap Lama Hari Rawat Di Ruang Bedah Rsud Gambiran Kota Kediri. *Jurnal Ilmu Kesehatan*, 3(1), p. 34. doi: 10.32831/jik.v3i1.43.
- Luo, C. F. *et al.*, 2010. Three-column fixation for complex tibial plateau fractures. *Journal of Orthopaedic Trauma*, 24(11), pp. 683–692. doi: 10.1097/BOT.0b013e3181d436f3

- Manidakis, N. *et al.*, 2010. Tibial plateau fractures: Functional outcome and incidence of osteoarthritis in 125 cases. *International Orthopaedics*, 34(4), pp. 565–570. doi: 10.1007/s00264-009-0790-5.
- Michael, D. . and Gustina, D., 2018. Rancang Bangun Prototype Monitoring Kapasitas Air Pada Kolam Ikan Secara Otomatis Dengan Menggunakan Mikrokontroler Arduino. *Jurnal IKRA-ITH Informatika Vol 3 No 2 Juli 2019 ISSN 2580-4316*, 3(2), pp. 59–66.
- Mujadin, A. and Astharini, D., 2016. Uji Kinerja Modul Pelatihan Motor Penunjang Mata Kuliah Mekatronika. *Al-Azhar Indonesia Seri Sains Dan Teknologi*, 3(3), pp. 127–133.
- Nugraha P., 2009. Pengembangan Desain CPM (Continuous Passive Motion) Elbow Sebagai Alat Orthose Aktif Bagi Pasien Pasca Operasi Tulang Siku Tangan Menggunakan Kendali Microcontroller AT 89C51. Penelitian Tidak Dipublikasikan, Universitas Sebelas Maret, Surakarta
- Oryan, A., Monazzah, S. and Bigham-Sadegh, A., 2015. Bone injury and fracture healing biology. *Biomedical and Environmental Sciences*, 28(1), pp. 57–71. doi: 10.3967/bes2015.006.
- Purbonegoro, T., 2008. Pengaruh logam berat Kadmium (Cd) terhadap metabolisme dan fotosintesis di laut. *Oseana*, 33(1), pp. 25–31.
- Sahu, S., Paul, D. and Senthilmurugan, S., 2018. Density Based Traffic Signal Control. *International Journal of Novel Research and Development*, 3(4), pp. 73–76.
- Schatzker, J., 2005. Fractures of the tibial plateau. *The Rationale of Operative Fracture Care: Third Edition*, pp. 447–469. doi: 10.1007/3-540-27708-0_19.
- Suryadi, B. and Hamzah, A., 2017. Desain dan Analisa Bidirectional Inverter Untuk Menggerakkan Motor Induksi Tiga Fasa dengan Sumber Baterai 48 V. *jom FTEKNIK*, 4(2), pp. 1–11.
- Susilowati, S. T., Ardesa, Y. H. and Nugroho, A. S., 2012. PENGGUNAAN KNEE SUPPORT PLAT 2 MM DENGAN KNEE SUPPORT PLAT 4 MM DAN PROGRESIVITAS NYERI LUTUT. *Jurnal Terpadu Ilmu Kesehatan*, pp. 17–22.
- Thowil Afif, M. and Ayu Putri Pratiwi, I., 2015. Analisis Perbandingan Baterai Lithium-Ion, Lithium-Polymer, Lead Acid dan Nickel-Metal Hydride pada Penggunaan Mobil Listrik - Review. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 6(2), pp. 95–99. doi: 10.21776/ub.jrm.2015.006.02.1.