

Perancangan *Portable Continuous Passive Motion (CPM)* sebagai Alat Bantu Rehabilitasi Fraktur Lutut Pasca Operasi Berbasis *Internet of Things (IoT)*

Warsat Resti Arbi Nugroho¹⁾, Syaiful Ari Hangga Hidayah²⁾, Rizki Nugraheni Budi Widodo³⁾, Adila Eka Saputri⁴⁾, Fatkurohman Nanda Prambudi⁵⁾, Ifnu Agus Riyanto⁶⁾, dan I Wayan Angga Wijaya Kusuma⁷⁾

^{1,2,5,6,7)}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Widya Dharma

³⁾Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Widya Dharma

⁴⁾Program Studi Psikologi, Fakultas Psikologi dan Kesehatan, Universitas Widya Dharma

^{1,2,3,4,5,6,7)}Jl. Ki Hajar Dewantara No. Desa, Macanan, Karangnom, Kec. Klaten Utara, Kab. Klaten, Jawa Tengah 57438

e-mail : warsatran@gmail.com¹⁾, syaifulari75@gmail.com²⁾, rizkinugrabudi@gmail.com³⁾, dilap807@gmail.com⁴⁾, Fatur9001@gmail.com⁵⁾, ifnuagusriyanto@gmail.com⁶⁾, anggaelectro@yahoo.com⁷⁾

ABSTRACT

One of the steps needed in patients with fractures of the knee joint is therapeutic exercises guided by physiotherapists. Therapeutic exercise is a physiotherapy modality by moving the joints both actively and passively. Inspired by this, the Portable Continuous Passive Motion (CPM) tool was created which is a physiotherapy aid for patients after surgery or knee surgery. Portable Continuous Passive Motion (CPM) has been developed based on IoT. Portable Continuous Passive Motion (CPM) uses Arduino LoRa as a micro controller, a stepper motor as a driver and uses a software application as a controller. The form of this research is research and development. From the results of the development, it can be concluded that Portable Continuous Passive Motion (CPM) can be useful for postoperative fracture patients as a practical and flexible postoperative manual therapy tool.

Keywords: Fracture Rehabilitation, IoT, Arduino LoRa, Manual Therapy

ABSTRAK

Salah satu tahapan yang dibutuhkan pada pasien penderita fraktur pada sendi lutut adalah latihan terapi yang dipandu oleh ahli fisioterapi. Latihan terapi merupakan suatu modalitas fisioterapi dengan pergerakan persendian baik secara aktif maupun pasif. Terinspirasi dari hal tersebut maka terciptalah alat *Portable Continuous Passive Motion (CPM)* yang merupakan sebagai alat bantu fisioterapi bagi pasien pasca operasi atau pembedahan area lutut. *Portable Continuous Passive Motion (CPM)* telah dikembangkan berbasis IoT. *Portable Continuous Passive Motion (CPM)* menggunakan Arduino LoRa sebagai pengendali mikro, motor stepper sebagai penggerak serta menggunakan aplikasi perangkat lunak sebagai kontrolernya. Bentuk dari penelitian ini adalah *research and development*. Dari hasil pengembangan dapat disimpulkan bahwa *Portable Continuous Passive Motion (CPM)* dapat bermanfaat bagi pasien fraktur pasca operasi sebagai alat bantu terapi manual pasca pembedahan yang praktis dan fleksibel.

Kata kunci: Rehabilitas Fraktur, IoT, Arduino LoRa, Terapi Manual

I. PENDAHULUAN

Meningkatnya perkembangan dibidang industri dan transportasi menyebabkan melonjaknya aktivitas dan mobilitas pada pengguna kendaraan bermotor. Berdasarkan data dari *World Health Organization (WHO)* kecelakaan lalu lintas jalan menembus angka sekitar 1,35 juta mengalami kematian dan menyebabkan cedera non-fatal antara 20 – 50 juta orang setiap tahun diseluruh dunia. Data yang tertera pada Riskesdas tahun 2018, cedera yang disebabkan oleh kecelakaan sepeda motor mencapai 72% yang dialami oleh pengendara dan 19,2% dialami oleh penumpang. Pada tahun yang sama data kecelakaan bermotor yang mengalami cedera alat gerak bawah mencapai angka 67,9% [1].

Akibat yang ditimbulkan dari kecelakaan, yaitu pengendara bisa mengalami cedera patah tulang (Fraktur). Fraktur merupakan terputusnya kesinambungan antar tulang. Gejala yang akan dirasakan yaitu 1. Nyeri di

area tulang yang patah saat disentuh, 2. Bergesernya beberapa bagian tubuh (tulang), 3. Pembengkakan bahkan hingga mengalami memar pada area sekitar fraktur, 4. Mati rasa dan kesemutan, 5. Kesulitan pada saat menggerakkan anggota tubuh. Penanganan fraktur dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu 1. Mobilisasi dengan mempertahankan posisi tulang selama masa penyembuhan, 2. *Imobilisasi* dengan pemasangan pin atau skrup pada area tulang yang mengalami fraktur, dan 3. Reposisi dengan mengembalikan posisi tulang yang mengalami fraktur ke posisi semula. Dampak yang akan disebabkan dari penanganan tersebut yaitu terhambatnya *mobilitas* fisik atau biasa disebut dengan penurunan lingkup gerak sendi.

Berat badan merupakan gambaran tentang massa tubuh. Dalam keadaan normal, berat badan berkembang mengikuti perkembangan usia (balita). Sedangkan saat dalam keadaan tidak normal, berat badan dapat mengalami pertambahan secara cepat atau lambat [2]. Perubahan berat badan pada seseorang dapat menghambat

mobilitas fisik. Untuk mencegah hambatan mobilitas fisik dapat dilakukan dengan terapi gerak Latihan *Range Of Motion* (ROM) yang dilakukan untuk mempertahankan atau memperbaiki tingkat kesempurnaan kemampuan menggerakkan persendian secara normal dan lengkap untuk meningkatkan massa otot dan *tonus* otot yang bertujuan untuk mengurangi resiko dari kontraktur dan mencegah pembentukan *thrombus* [3]. Terapi gerak sendi tersebut akan dibantu oleh ahli Fisioterapi yang merupakan bagian dari manajemen rehabilitasi fisik.

Dengan adanya kecenderungan seseorang terhadap pembatasan pada anggota gerak bawah, sehingga membuat pasien menjadi takut dan enggan melakukan terapi secara mandiri. Oleh karena itu kami mengajukan pengembangan alat *Portable Continuous Passive Motion* (CPM) sebagai solusi dari permasalahan tersebut, yaitu *Portable Continuous Passive Motion* (CPM) merupakan alat bantu terapi mandiri yang bekerja secara otomatis berbasis *microcontroller* dengan menggunakan Arduino LoRa atau *Long Range* serta dilengkapi dengan kecanggihan IoT (*Internet of Thing*). Salah satu kecanggihan pada IoT adalah dengan menggunakan beberapa teknologi yang secara garis besar digabungkan menjadi satu kesatuan, IoT (*Internet of Things*). Pada dasarnya menghubungkan semua perangkat ke internet, sehingga IoT sering disebut sebagai teknologi masa kini. IoT adalah teknologi yang memanfaatkan perangkat komputer berukuran mini dan dapat dihubungkan ke jaringan lokal atau internet [4].

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. *Portable Continuous Passive Motion* (CPM) Alat Bantu Rehabilitasi Fraktur Lutut Pasca Operasi Berbasis *Internet Of Things* (IoT)

Terapi latihan merupakan suatu modalitas fisioterapi dengan menggerakkan persendian baik secara aktif maupun pasif. Terapi latihan bertujuan untuk meningkatkan lingkup gerak sendi dan dapat memperkuat otot-otot. Otot-otot dapat diperbaiki dengan terapi latihan yang dilakukan secara rutin dan berulang [5]. Hasil yang optimal akan diperoleh saat pasien melanjutkan terapi secara mandiri sesuai saran dokter atau ahli fisioterapi dengan menggunakan alat bantu fisioterapi.

Oleh sebab itu pada *Portable Continuous Passive Motion* (CPM) telah dikembangkan dengan menggabungkan teknologi berbasis IoT, *Internet of Things* (IoT) adalah jaringan benda-benda fisik atau "things" yang tertanam (*embedded*) dengan elektronik, perangkat lunak, sensor dan konektivitas untuk memungkinkannya untuk mencapai nilai yang lebih tinggi dan layanan. dengan bertukar data dengan produsen, operator atau perangkat lain yang terhubung [6].

Dengan menggunakan konsep IoT memiliki bertujuan agar internet semakin berkembang dan meluas pada *Portable Continuous Passive Motion* (CPM).

Menurut para penelitian IoT sudah banyak diterapkan di beberapa bidang salah satunya pada bidang ilmu kesehatan. Pada *Portable Continuous Passive Motion* (CPM) IoT berperan sebagai media simpan (*database*) pasien adapun data tersebut akan terkirim secara otomatis ke tenaga medis (*database server*) maupun pada aplikasi ARGIS 2.0 yang terpasang pada *smartphone*. Aplikasi ARGIS 2.0 selain berfungsi sebagai kontrol otomatis, ARGIS 2.0 juga digunakan untuk memonitoring proses rehabilitasi pasien fraktur lutut. Oleh sebab itu diharapkan agar alat ini dapat digunakan pasien tanpa memiliki rasa khawatir terhadap luka jahitan yang akan terbuka lagi, sehingga pasien lebih memilih diam dan tidak melakukan pergerakan apapun [7].

Terinspirasi dari hal tersebut maka *Portable Continuous Passive Motion* (CPM) berkembang menjadi alat bantu fisioterapi bagi pasien fraktur lutu pasca operasi berbasis internet of things (IoT) yang diharap mempercepat proses rehabilitasi pasien fraktur lutut dengan mengedepankan kenyamanan dan fleksibilitas alat, harga yang terjangkau dengan kualitas yang baik.

B. Alat dan Bahan

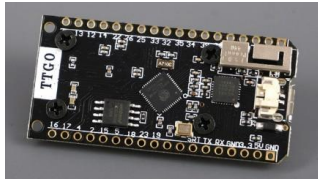
Portable Continuous Passive Motion (CPM) jauh berbeda dengan sebelumnya dimana *Portable Continuous Passive Motion* (CPM) telah mengadopsi kecanggihan teknologi berupa kontroler otomatis menggunakan *software application* yang berisi beberapa fitur seperti, pengertian, petunjuk penggunaan, kontroler alat sekaligus *database* sebagai rekam jejak penggunaan alat.

Alat dan bahan yang digunakan untuk membuat *Portable Continuous Passive Motion* (CPM) adalah

a. Arduino LoRa TTGO

Arduino merupakan platform elektronik *open-source*, berbasis perangkat keras dan perangkat lunak yang mudah digunakan. Kode program yang ditulis untuk Arduino dikenal sebagai *sketch*. Software yang digunakan untuk mengembangkan *sketch* tersebut untuk Arduino dikenal sebagai Arduino IDE. Arduino IDE menyediakan platform terintegrasi sederhana yang dapat digunakan di komputer pribadi dan memungkinkan pengguna untuk menulis program Arduino menggunakan Bahasa C atau C ++. Salah satu jenis arduino adalah arduino LoRa TTGO.

LoRa memiliki jangkauan yang luas karena dilengkapi *link budget* dan teknologi *chirp spread spectrum* yang digunakan. LoRa termasuk dalam teknologi *wireless* karena dapat mentransfer data dengan jumlah kecil pada interval yang pendek melalui jarak komunikasi yang jauh [8].



Gambar 1. Arduino LoRa TTGO

b. LCD 2x16 Character

LCD (*Liquid Crystal Display*) merupakan salah satu komponen elektronik yang berfungsi untuk menampilkan tampilan berupa huruf ataupun karakter. LCD 16x2 digunakan untuk menampilkan status pengiriman serta menampilkan beberapa kesalahan dari *node* lampu. Gambar 2 menunjukkan bentuk fisik dari tampilan LCD.



Gambar 2. Liquid Crystal Display (LCD)

c. Software MIT APP Inventor

App Inventor merupakan aplikasi web sumber terbuka yang awalnya dikembangkan oleh Google, dan saat ini dikelola oleh *Massachusetts Institute of Technology* (MIT). App Inventor memungkinkan pengguna baru untuk memprogram komputer untuk menciptakan aplikasi perangkat lunak bagi sistem operasi Android [9].

d. Motor Stepper Nema 34

Motor stepper adalah motor listrik yang dikendalikan dengan mengubah data pulsa digital ke rotasi mekanik yang gerakannya bertahap (*step per step*) dan memiliki akurasi yang tinggi tergantung pada spesifikasinya [10]. Banyaknya rotasi yang dilakukan sebanding dengan pulsa digital yang diberikan dan kecepatan putaran sebanding dengan frekuensi pulsa digital tersebut.



Gambar 3. Motor Stepper Nema 34

e. Baterai Lithium 3,7V

Baterai adalah daya atau sumber energi untuk mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Baterai dapat digunakan untuk perangkat elektronik yang bersifat portabel [11]. Ada beberapa jenis macam baterai antara lain baterai 18650. Daya pada baterai 18650 dapat diisi ulang atau bersifat *rechargeable*. Tegangan kerja battery 18650 adalah 3,7 Volt. Tegangan maksimum pada saat terisi

penuh adalah 4,2 Volt dan battery kosong pada 3,0 Volt. Secara umum battery 18650 memiliki kapasitas 3600 mAH.



Gambar 4. Baterai Lithium 3,7V

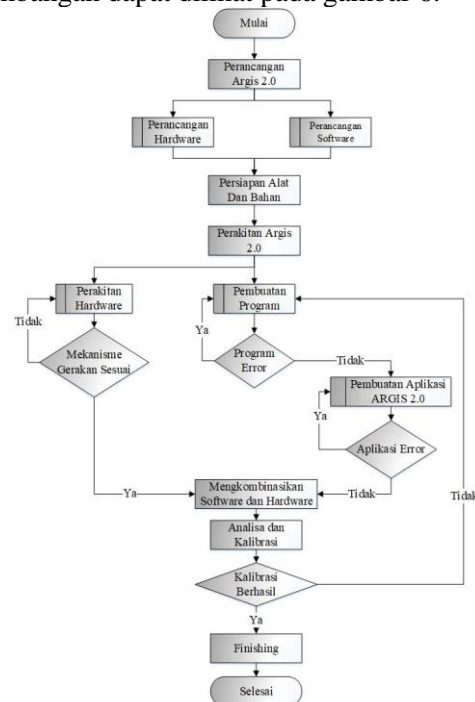
f. Push Button (Saklar)

Saklar merupakan komponen elektronika yang memiliki fungsi untuk menghubungkan dan memutus suatu arus pada dua titik atau lebih dalam suatu rangkaian elektronika. *Push button* merupakan saklar yang dapat menghubungkan dua titik atau lebih dalam rangkaian elektronika saat tombol ditekan dan pada saat tombol dilepaskan maka akan memutus dua titik atau lebih dalam rangkaian elektronika.

III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan jenis penelitian dan pengembangan atau *Research and Development* dari *Continuous Passive Motion* (CPM) yang sudah ada.

Tahapan yang dilakukan dalam penelitian dan pengembangan ini yaitu : (1) perumusan, (2) perancangan, (3) pengembangan, dan (4) diseminasi. Tahap perancangan di tujuakan untuk menganalisa pengembangan dari *Portable Continuous Passive Motion* (CPM) agar dapat selaras dengan tujuan dan manfaat yaitu sebagai alat bantu rehabilitas pasien fraktur lutut pasca operasi. Diagram alir penelitian dan pengembangan dapat dilihat pada gambar 6.

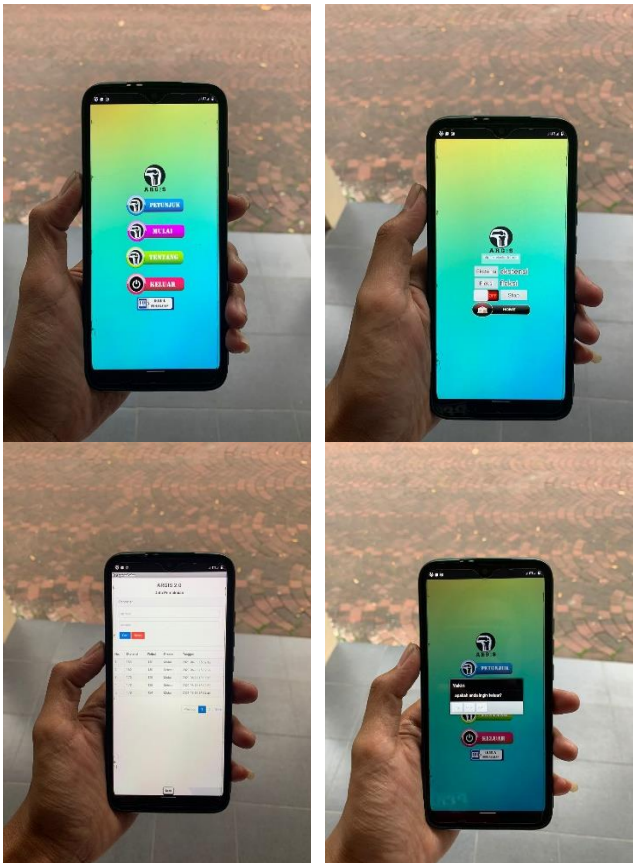


Gambar 6. Diagram Alir Pengembangan *Portable Continuous Passive Motion* (CPM)

Tahap perancangan membahas tentang desain pengembangan dari *Portable Continuous Passive Motion* (CPM) yang berupa gambaran alat secara fisik dan spesifikasi yang diinginkan, tampilan aplikasi di *smartphone* serta proses yang dilakukan sebelum pembuatan pertangkat *Portable Continuous Passive Motion* (CPM) Desain tampilan aplikasi dan perangkat *Portable Continuous Passive Motion* (CPM) dapat dilihat pada gambar .

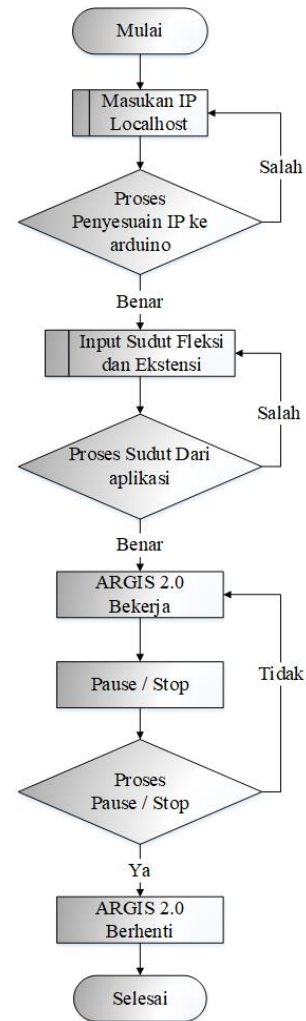


Gambar 7. Desain *Portable Continuous Passive Motion* (CPM)

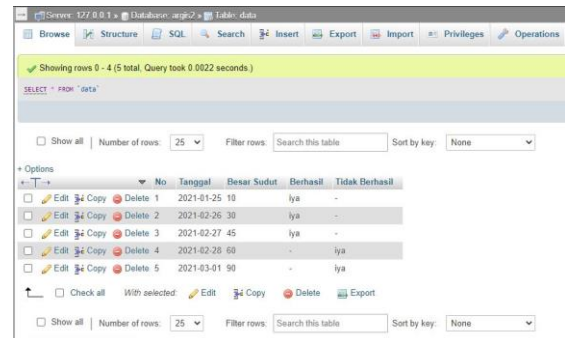


Gambar 8. Tampilan Aplikasi Pada *Smartphone*

Tahap selanjutnya adalah pengujian *software* dengan menggunakan Aplikasi *Smartphone* dan platform *phpMyAdmin*. Pengujian bertujuan untuk melihat apakah *database* bisa tersimpan di *localhost phpMyAdmin* sesuai dengan perintah. Diagram alir pengujian menggunakan Aplikasi *Smartphone* dapat dilihat pada gambar 9, Pengujian *software database Portable Continuous Passive Motion* (CPM) dapat dilihat pada gambar.



Gambar 9. Diagram alir Aplikasi *Portable Continuous Passive Motion* (CPM)



Gambar 10. Uji coba platform *phpMyAdmin* sebagai *database*

Tahap akhir yaitu diseminasi (penyebaran informasi). Ada dua cara yang dilakukan yaitu dengan pembuatan video dan karya ilmiah. Video dipublikasikan melalui kanal YouTube. Artikel ilmiah dipublikasikan dalam bentuk jurnal penelitian dan pengembangan bertujuan untuk menyebarkan inovasi dari pengembangan *Portable Continuous Passive Motion* (CPM) agar berguna bagi masyarakat luas khususnya pasien yang mengalami gangguan khususnya pada sendi lutut.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil analisa kasus dan studi literatur diperoleh pengembangan dari desain alat yang terdahulu yang diberi nama *Portable Continuous Passive Motion* (CPM) (Alat Bantu Rehabilitasi Fraktur Lutut Pasca Operasi Berbasis *Internet of Things*). *Portable Continuous Passive Motion* (CPM) memiliki spesifikasi perangkat seperti gambar dibawah ini.



Penampang		Periyanga	
Luar - Tampak	30 cm x 3 cm x 0,7 cm	Setengah Layangan	30 cm x 3 cm x 3 cm
Model (P. 2. 0. 0. 0)			
Luar - Raha	25 cm x 1 cm x 0,7 cm	Datar	Datar Injap
Model (P. 1. 1. 1. 1)		Tan	Datar Injap
Datar	Alumunium	Tan	Kawat Sialok Plastik
Datar ARGIS 2.0		Proses	1300 gram

BAHAN PENYANGGA MENGGUNAKAN BAHAN DARI RUMAH DENGAN DESAIN KAIN COORDINA YANG MERUPAKAN BAHAN DARI PERUSAHAAN TANGS OF THINGS

✖ Untuk pengembangan berikutnya ARGIS akan diprediksi untuk pasien anak-anak.

Gambar 11. Spesifikasi Bahan

Cara penggunaan aplikasi ARGIS 2.0 sangatlah mudah, terdiri dari beberapa langkah. Langkah pertama yaitu menginstal aplikasi ARGIS 2.0 kemudian jalankan. Maka akan di tampilkan halaman Home. Tampilan Home bisa dilihat pada gambar berikut.



Gambar 12. Tampilan Home aplikasi ARGIS 2.0

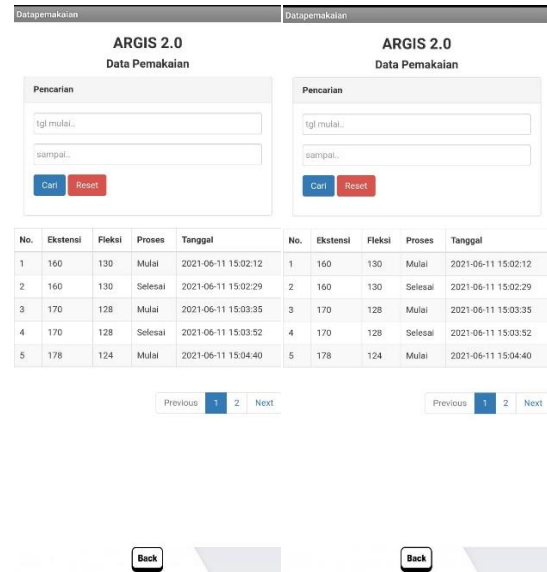
Langkah kedua yaitu mengklik pada bagian mulai yang otomatis akan diarahkan ke bagian pengaturan sudut Fleksi dan Ekstensi dengan menekan tombol yang disediakan. Untuk memulai terapinya ubah tombol “OFF” menjadi “ON” dengan cara mengkliknya. Tampilan Mulai bisa dilihat pada gambar berikut.



Gambar 13. Tampilan Mulai aplikasi ARGIS 2.0

Portable Continuous Passive Motion (CPM) akan menggerakkan kaki Fleksi dan Ekstensi secara bergantian dan terus menerus hingga tombol “ON” diubah menjadi “OFF” atau tombol “Stop” ditekan.

Langkah terakhir yaitu melihat data pemakaian alat terapi atau *Database* terapi dengan cara klik data pemakai yang terdapat di menu Home / menu awal. Data pemakaian *Portable Continuous Passive Motion* (CPM) akan merekam penggunaan alat mulai dari sudut yang digunakan, tanggal, dan jam. Tampilan untuk data pemakaian bisa dilihat pada gambar berikut.



No.	Ekstensi	Fleksi	Proses	Tanggal	No.	Ekstensi	Fleksi	Proses	Tanggal
1	160	130	Mulai	2021-06-11 15:02:12	1	160	130	Mulai	2021-06-11 15:02:12
2	160	130	Selesai	2021-06-11 15:02:29	2	160	130	Selesai	2021-06-11 15:02:29
3	170	128	Mulai	2021-06-11 15:03:35	3	170	128	Mulai	2021-06-11 15:03:35
4	170	128	Selesai	2021-06-11 15:03:52	4	170	128	Selesai	2021-06-11 15:03:52
5	178	124	Mulai	2021-06-11 15:04:40	5	178	124	Mulai	2021-06-11 15:04:40

Gambar 14. Tampilan data pemakaian aplikasi ARGIS 2.0

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Dari hasil rancangan *Portable Continuous Passive Motion* (CPM) dapat disimpulkan bahwa *Portable Continuous Passive Motion* (CPM) merupakan alat bantu fisioterapi bagi pasien pasca operasi atau pembedahan area lutut yang berbasis IoT. Keunggulan yang diandalkan pada *Portable Continuous Passive Motion* (CPM) ini terletak di sistem penyimpanan data atau *Database* dan juga di bagian kontroler, terdapat kontroler otomatis dan kontroler manual yang masih bisa digunakan.

B. Saran

Portable Continuous Passive Motion (CPM) masih dalam pengembangan tahap pertama, sehingga masih dapat dikembangkan lebih jauh lagi kedepannya. Misalnya untuk pengembangannya berikutnya bisa ditambahkan sensor yang bisa mengukur ketegangan otot atau juga bisa ditambahkan (*Global Positioning System*) GPS yang bisa memantau penggunaannya. Dengan adanya

pengajuan hak cipta, diharapkan bisa segera dilaksanakan pengujian alat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementerian Kesehatan RI Badan Penelitian dan Pengembangan, “Hasil Utama Riset Kesehatan Dasar,” *Kementrian Kesehat. Republik Indones.*, pp. 1–100, 2018, doi: 1 Desember 2013.
- [2] Setiyawan, “Pengukuran Antropometri,” *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2017.
- [3] P. D. Igianny, “Faktor Yang Mempengaruhi Pasien Post Op Fraktur Untuk Melakukan Range of Motion (Rom),” *J. Manaj. Inf. dan Adm. Kesehat.*, vol. 1, no. 02, 2019, doi: 10.32585/jmiak.v1i02.160.
- [4] A. Muzakky, A. Nurhadi, A. Nurdiansyah, and G. Wicaksana, “Perancangan Sistem Deteksi Banjir Berbasis IoT,” *Conf. Innov. Appl. Sci. Technol. (CIASTECH 2018)*, no. September, pp. 660–667, 2018.
- [5] K. Kuswardani, S. Amanati, and Z. Abidin, “Pengaruh Terapi Latihan terhadap Post ORIF Fraktur Mal Union Tibia Plateu dengan Pemasangan Plate and Screw,” *J. Fisioter. dan Rehabil.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–8, 2017, doi: 10.33660/jfrwhs.v1i1.3.
- [6] M. Munir, M. I. Mahali, S. A. Dewanto, B. Wulandari, and N. Hasanah, “Pengembangan Smart Traffic Light berbasis IoT dengan Mobile Backend as a Service sebagai wujud Smart City bidang transportasi,” *Elektron. dan Inform.*, pp. 1–15, 2016.
- [7] Y. E. D. Lestari, “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,” *J. Ilmu Kesehat.*, vol. 3, no. 1, p. 34, 2017, doi: 10.32831/jik.v3i1.43.
- [8] G. B. P. Candra Eko Sakti; Primananda, Rakhmadhany, “Implementasi Antarmuka Komunikasi Berbasis Long Range Pada Iot Middleware Untuk Mendukung Network Interoperability,” *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 4, no. Vol 4 No 1 (2020), pp. 65–73, 2020.
- [9] Y. Effendi, “Rancangan Aplikasi Game Edukasi Berbasis Mobile Menggunakan App Inventor,” *J. Intra-Tech*, vol. 2, no. 1, pp. 39–48, 2018.
- [10] A. Mujadin and D. Astharini, “Uji Kinerja Modul Pelatihan Motor Penunjang Mata Kuliah Mekatronika,” *J. Al-AZHAR Indones. SERI SAINS DAN Teknol.*, vol. 3, no. 3, p. 127, 2017, doi: 10.36722/sst.v3i3.217.
- [11] L. Halim, “Perancangan dan Implementasi Sistem Charging & Monitoring Baterai Lithium,” pp. 2–26, 2017.