

Rancang Bangun Alat Terapi Gerak Tangan Otomatis Untuk Pemulihan Fungsi Motorik Pasca Stroke

Ardiansyah Putra Norman^{1*}, Delsina Faiza², Winda Agustiarmi³, Ryan Fikri⁴

¹ Pendidikan Teknik Elektronika, Universitas Negeri Padang

Abstrak

Stroke merupakan kondisi medis yang disebabkan oleh gangguan aliran darah ke otak, dimana pembuluh darah ke otak terganggu yang disebabkan penyempitan pembuluh darah, tersumbatnya pembuluh darah dan ataupun pecahnya pembuluh darah. Menurut world health organization (WHO), stroke merupakan salah satu penyebab utama kecacatan dan kematian di seluruh dunia. Kalsifikasi berdasarkan hasil skor tersebut yaitu skor <5 untuk stroke ringan, 5-14 stroke sedang, 14-25 stroke berat, dan > 25 stroke sangat berat. Gangguan motorik yang tampak setelah stroke dapat diperhatikan dari kelemahan otot, kurangnya terkontrolnya gerakan, sampai dengan peningkatan tingkat kekakuan tangan ketika tidak berkontraksi maupun relaksasi. Pemulihan fungsi motorik, khususnya tangan, sangat membantu pasien stroke mendapatkan kembali kemandirian mereka. Metode terapi ROM yang umumnya dilakukan melibatkan interaksi langsung antara pasien dan terapis. Namun keterbatasan terapis dan ketidakmerataan fasilitas medis untuk pasien pasca stroke serta tingginya biaya menjadi salah satu faktor yang memperlambat proses rehabilitasi. Teknologi otomatisasi dengan fokus pada pengembangan perangkat terapi yang dapat memberikan latihan gerakan secara otomatis dan berulang serta dapat dilakukan di rumah merupakan solusi dari masalah tersebut. Salah satu keuntungan utama dari alat terapi gerak tangan otomatis adalah kemampuannya untuk memberikan gerakan berulang yang presisi dan terukur. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun alat terapi gerak tangan otomatis yang didesain dengan anggaran yang terjangkau. Alat terapi gerak tangan otomatis dirancang untuk membantu pasien melakukan gerakan sederhana, seperti menekuk dan memutar yang terpusat pada pergelangan tangan.

Kata Kunci: Stroke, ESP32, Servo, Blynk, Internet of Think

PENDAHULUAN

Stroke merupakan kondisi medis yang disebabkan oleh gangguan aliran darah ke otak, dimana pembuluh darah ke otak terganggu yang disebabkan penyempitan pembuluh darah, tersumbatnya pembuluh darah dan ataupun pecahnya pembuluh darah. [1]. Hal ini yang mana mengakibatkan kematian sel-sel yang ada pada otak. Menurut world health organization (WHO), stroke merupakan salah satu penyebab utama kecacatan dan kematian di seluruh dunia. Menurut kementerian kesehatan republik Indonesia, Setelah mengalami stroke, banyak pasien yang mengalami kelemahan fisik, terutama pada anggota gerak, seperti tangan dan kaki, yang memengaruhi kemampuan mereka dalam melakukan aktivitas sehari-hari. Berdasarkan tingkat keparahan, stroke dapat diklasifikasikan menggunakan alat penilaian klinis National of Institute Health Stroke Scale (NIHSS). Kalsifikasi berdasarkan hasil skor tersebut yaitu skor <5 untuk stroke ringan, 5-14 stroke sedang, 14-25 stroke berat, dan > 25 stroke sangat berat. [2] Pasien dengan kondisi kelemahan otot pada sebagian badan cenderung mengalami tingkat keparahan kelemahan otot pada lengan lebih tinggi dibandingkan kelemahan otot pada tubuh bagian bawah. [3] Pemulihan fungsi motorik, khususnya tangan, sangat membantu pasien stroke mendapatkan kembali kemandirian mereka. Salah satu terapi yang digunakan adalah terapi Range of Motion (ROM) yang mana proses rehabilitasi ini mendorong pasien melakukan pergerakan berulang terhadap sendi yang mengalami kekakuan yang disebabkan melemahnya otot sehingga dapat melatih kembali masa otot. [4] Keterbatasan yang terjadi pada kasus dalam Negara Indonesia adalah terkendalanya biaya dan akses yang jauh. Dalam kasus Indonesia, distribusi fasilitas rehabilitasi dan terapis tidak merata. [1] Teknologi otomatisasi dengan fokus pada pengembangan perangkat terapi yang dapat memberikan latihan gerakan secara otomatis dan berulang serta dapat dilakukan di rumah merupakan solusi dari masalah tersebut. Dengan menggunakan teknologi ini, pasien dapat melakukan latihan secara lebih konsisten dan berkelanjutan, yang merupakan faktor kunci dalam pemulihan fungsi motorik. [5] Salah satu keuntungan utama dari alat terapi gerak tangan otomatis adalah kemampuannya untuk memberikan gerakan berulang yang presisi dan terukur. Penelitian menunjukkan bahwa latihan gerakan yang terstruktur dan intensif dapat mempercepat proses pemulihan dan membantu pasien mendapatkan kembali fungsi motorik yang hilang. [6] pengembangan alat terapi gerak tangan otomatis dalam ruang lingkup Indonesia dapat menjadi solusi nyata untuk mengatasi berbagai tantangan dalam proses rehabilitasi pasca stroke. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun alat terapi gerak tangan otomatis yang didesain dengan anggaran yang terjangkau. Alat terapi gerak tangan otomatis dirancang untuk membantu pasien melakukan gerakan sederhana, seperti menekuk dan memutar yang terpusat pada pergelangan tangan. Gerakan ini difokuskan untuk memberikan rangsangan kembali pada bagian sendi dan otot yang terhubung dengan pergelangan tangan.

METODE

Tahapan Penelitian

Metode perancangan dan pembuatan alat terapi gerak tangan otomatis ini menggunakan metode waterfall yang meliputi tahap analisis kebutuhan, perancangan, pembuatan alat. Pengujian dan pemeliharaan

Analisis kebutuhan

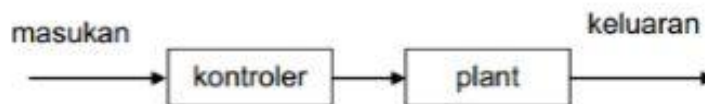
Proses pembuatan dilakukan dengan mengidentifikasi apa saja komponen yang dibutuhkan dalam proses pembuatan alat, maka diperoleh analisis kebutuhan dalam rancang bangun alat terapi gerak tangan otomatis untuk pemulihan fungsi motorik pasca stroke yaitu sebagai berikut

- a. Analisis perangkat keras
 1. Modul ESP32 sebagai otak dari program dan mengirim serta menerima data ke smartphone.
 2. Motor servo DC sebagai penggerak sendi alat untuk menekuk tangan .
 3. Adaptor 12volt sebagai sumber tegangan atau catu daya.
 4. ESP32Exten DC – DC digunakan untuk menurunkan tegangan yang diinputkan ke tangkai sesuai dengan yang bisa diterima rangkaian.
 5. Kabel jumper sebagai penghubung atau media alir tegangan pada rangkaian.
- b. Analisis perangkat lunak
 1. Aplikasi blynk terunduh pada android digunakan sebagai media pengontrol .
 2. Aplikasi arduino IDE digunakan sebagai aplikasi untuk membuat, mengedit, dan mengunggah program ke board yang telah ditentukan
 3. Blynk cloud merupakan sebuah platform yang digunakan sebagai penghubung antara perangkat lunak dan rangkaian atau perangkat keras jauh.

Perancangan prangkat keras

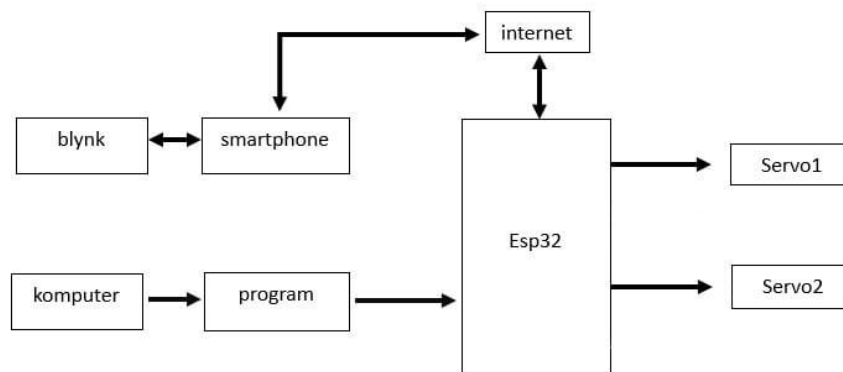
- a. Desain konseptual

Perancangan merupakan tahapan yang sangat penting dalam menyelesaikan sebuah alat[7]. Tujuan dari perencanaan alat ini adalah mempermudah dalam pembuatan alat dengan cara yang sistematis sehingga terciptanya sebuah produk sesuai dengan yang diharapkan dengan memperhatikan penggunaan komponen dengan harga yang lebih ekonomis. Perancangan alat ini dibuat menggunakan desain yang dibentuk dengan sistem kontrol loop terbuka.



Gambar 1 open Loop

Sistem kontrol loop terbuka adalah jenis sistem kendali yang keluaran sistemnya tidak mempengaruhi masukan untuk kendali selanjutnya. Dengan kata lain, sistem bertindak berdasarkan perintah yang diberikan tanpa mempertimbangkan apakah keluaran yang dihasilkan sesuai dengan yang diharapkan. Dimana visualisasinya dapat dilihat pada Gambar 2.

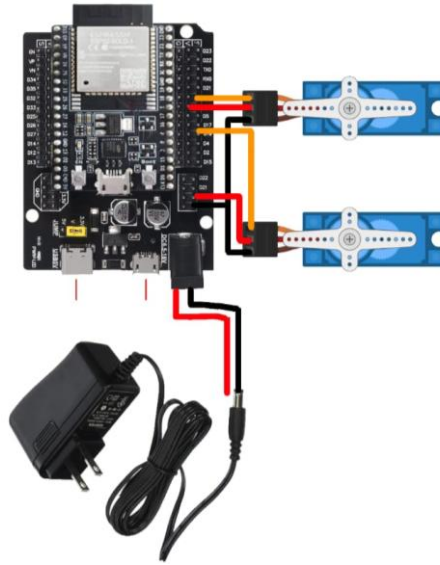


Gambar 2 blok diagram sistem

Pada gambar blynk akan bekerja dengan smartphone untuk memberikan kontrol esp32 yang menggerakkan servo. ESP32 akan diisi program yang ditulis pada software arduino uno.

b. Perancangan sistem

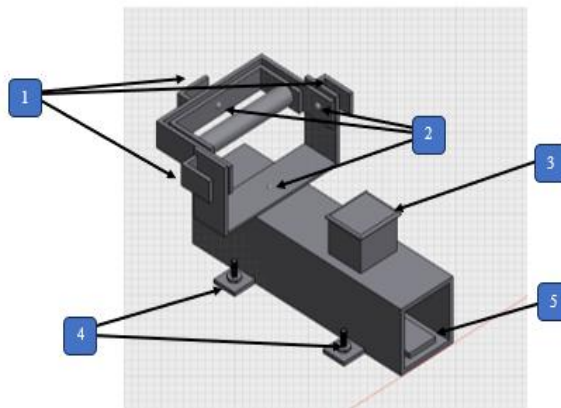
Perancangan sistem alat yang akan dibangun seperti pada gambar dibawah ini



Gambar 3. Perancangan alat

Perancangan sistem alat dapat dilihat bahwa alat akan dimotori oleh ESP32 yang mana terhubung langsung ke ESP32Extend dan menerima tegangan dari adaptor

c. Perancangan desain perangkat keras



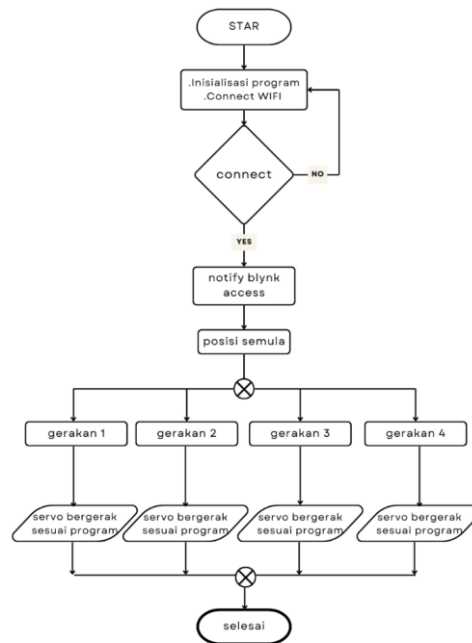
Gambar 4. desain perangkat keras

Terlihat pada gambar 4 dapat disimpulkan keterangan tanda nomor sebagai berikut

1. Menunjuk posisi motor servo yang berfungsi sebagai penggerak plat besi yang terhubung
2. Sumbu perputaran batang besi yang digerakkan oleh servo
3. Penyangga tangan yang akan digerakkan
4. mur dan baut sebagai penyangga alat ke bidang yang digunakan
5. posisi mikro kontroler NodeMCU ESP32 yang akan digunakan

Perancangan perangkat lunak

Perancangan perangkat lunak pada alat mengikuti sistem flowchart seperti pada gambar dibawah ini



Gambar 5. Flowchart

Pengujian

Pengujian adalah teknik untuk menguji perangkat atau komponen di alat, yang mempunyai mekanisme untuk menentukan data uji yang dapat menguji secara lengkap dan mempunyai kemungkinan tinggi untuk menemukan kesalahan. Pengujian dilakukan kesetiap rangkaian baik input, proses maupun output.

Pemeliharaan

Pemeliharaan merupakan suatu kegiatan yang diarahkan pada tujuan untuk menjamin kelangsungan fungsional suatu system produksi sehingga dari sistem itu dapat diharapkan menghasilkan output sesuai dengan yang dikehendaki. Menurut Sofjan mengatakan “maintenance adalah kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas atau peralatan pabrik dan mengadakan perbaikan atau penyesuaian atau pergantian yang diperlukan agar terdapat suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai dengan apa yang direncanakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian merupakan salah satu langkah penting yang harus dilalui dengan tujuan untuk mengetahui apakah sistem yang dibuat sesuai dengan apa yang direncanakan, hal tersebut dapat dilihat dari hasil pengujian sistem. Pengambilan data dan pengujian pada penelitian ini dimulai dari komponen yang digunakan pada alat seperti mikrokontroler NodeMCU Esp32, motor servo, dan ESP32Extend serta pengaplikasiannya pada alat.

Pengujian perangkat keras dan pembahasan

Pengujian perangkat keras mencakup pengujian rangkaian input, rangkaian proses dan rangkaian output

1. Adaptor merupakan rangkaian input yang digunakan sebagai sumber daya untuk mengoperasikan alat ini. Hasil pengujian alat ini dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1

Alat yang diukur	Input	Output
adaptor	220VAC	4.88VDC

2. ESP32Eksten merupakan alat bantu yang digunakan sebagai penyalur daya ke ESP32 sekaligus ke kedua servo yang digunakan. Hasil dari pengujian komponen ini dapat dilihat pada tabel 2

Tabel 2

Alat Yang Diukur	Pin yang diukur	Tegangan VDC
Esp32Extend	VCC	4.88
	5V	3.18
	3V3	4.88
	V	4.88

3. ESP32 merupakan pusat kontrol dari alat yang akan dibangun. Komponen ini memiliki 2 jenis luaran tegangan yang akan diuji. Berikut hasil pengujian ESP32 dapat dilihat pada tabel 3

Tabel 3

Alat Yang Diukur	Pin yang diukur	Tegangan VDC
Esp32	VIN	4.88
	3V3	4.88

4. Servo1 digunakan sebagai penggerak alat terapi bergerak dengan pengaturan derajat putarannya. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada tabel 4

Tabel 4

Alat Yang Diukur	Pin yang diukur	Tegangan VDC
Motor servo	Aktif	4.78
	Non aktif	0

5. Servo1 digunakan sebagai penggerak alat terapi bergerak dengan pengaturan derajat putarannya. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada tabel 5

Tabel 5

Alat Yang Diukur	Pin yang diukur	Tegangan VDC
Motor servo	Aktif	4.78
	Non aktif	0

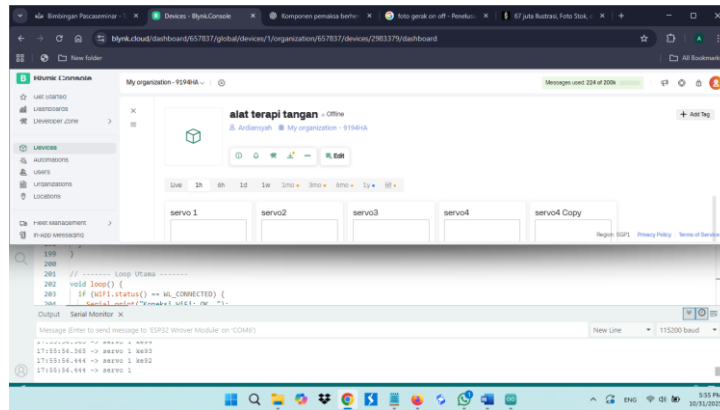
Pengujian perangkat lunak dan pembahasan

a. Perangkat lunak.

Perangkat lunak yang dibutuhkan dalam pembuatan alat ini adalah arduino IDE dan blynk. Arduino IDE adalah aplikasi yang digunakan sebagai wadah penulisan script program yang nantinya akan diunggah kedalam papan kontroler yang digunakan (NodeMCU ESP32). Sedangkan Blynk merupakan platform IoT yang berfungsi sebagai interface pengguna dengan mikrokontroler yang digunakan.

1. Hasil dan pengujian blynk

Pengujian aplikasi blynk dilakukan untuk mengetahui output yang dihasilkan sudah sesuai dengan rancangan yang dibangun. Jika input perintah yang diberikan tidak sesuai dengan rancangan yang telah dibuat menandakan pada pemrograman masih terjadi kesalahan yang perlu diperbaiki. Langkah pengujian alat Pada device terdapat kolom status yang menandakan apakah blynk terhubung atau tidak.



Gambar 6 tampilan web blynk

Pada gambar 6 terlihat status online dan saat menekan virtual button dari web akan menggerakkan servo. Hal ini mengindikasikan bahwa blynk bekerja dengan baik

2. Hasil dan pengujian arduino IDE

Pembuatan program yang dirancang sesuai dengan fungsi yang direncanakan yang dilakukan dalam software arduino ide. Berikut hasil dari pemrograman. #define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL6kWo_YXCP"

#define BLYNK_TEMPLATE_NAME "alat terapi tangan"

#define BLYNK_AUTH_TOKEN "2hhb0R8IWm-F3ldNanHmLo27xSyP64YH"

// ----- Library -----

#include <WiFi.h>

#include <WiFiClient.h>

#include <BlynkSimpleEsp32.h>

#include <ESP32Servo.h>

char auth[] = BLYNK_AUTH_TOKEN;

char ssid[] = "MAMEN THRIFTING";

char pass[] = "11111112";

#define SERVO1_PIN 5

#define SERVO2_PIN 14

Servo servo1;

Servo servo2;

void setup() {

delay(1000);

Serial.begin(115200);

servo1.attach(SERVO1_PIN, 600, 2500);

servo2.attach(SERVO2_PIN);

posisi_awal();

Serial.println("Menghubungkan ke WiFi...");

WiFi.begin(ssid, pass);

while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {

delay(500);

Serial.print(".");

}

Serial.println("\nWiFi Terhubung!");

Serial.print("IP Address: ");

Serial.println(WiFi.localIP());

WiFi.mode(WIFI_STA);

WiFi.begin(ssid, pass);

Blynk.begin(auth, ssid, pass, "Blynk.cloud", 80);

while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {delay(500);}

```
Serial.println("Menunggu koneksi ke Blynk...");
}

void posisi_awal() {
Serial.println("posisi awal");
servo1.write(110);
servo2.write(90);

}
void fleksi ekstensikanan() {

for (int sudut = 90; sudut >= 0; sudut--) {
servo2.write(sudut);
Serial.print("servo 2 ke");
Serial.println(sudut);
delay(15);
}
for (int i = 0; i < 2; i++){
for (int sudut = 110; sudut >= 60; sudut--) {
servo1.write(sudut);
Serial.print("servo 1 ke");
Serial.println(sudut);
delay(15);
}
for (int sudut = 60; sudut <= 160; sudut++) {
servo1.write(sudut);
Serial.print("servo 1 ke");
Serial.println(sudut);
delay(15);
}
for (int sudut = 160; sudut >= 110; sudut--) {
servo1.write(sudut);
Serial.print("servo 1 ke");
Serial.println(sudut);
delay(15);
}
}

for (int sudut = 0; sudut <= 90; sudut++) {
servo2.write(sudut);
Serial.print("servo 2 ke");
Serial.println(sudut);
delay(15);
}
}
void radialulnarkanan() {

for (int i = 0; i < 2; i++){
for (int sudut = 110; sudut >= 65; sudut--) {
servo1.write(sudut);
Serial.print("servo 1 ke");
Serial.println(sudut);
delay(15);
}
for (int sudut = 65; sudut <= 150; sudut++) {
servo1.write(sudut);
Serial.print("servo 1 ke");
Serial.println(sudut);
delay(15);
}
for (int sudut = 150; sudut >= 110 ; sudut--) {
servo1.write(sudut);
Serial.print("servo 1 ke ");
```

```
Serial.println(sudut);
delay(15);
}
}
}
void supinasipronasikanan() {

for (int i = 0; i < 2; i++){
for (int sudut = 90; sudut >= 0; sudut--) {
servo2.write(sudut);
Serial.print("servo 2 ke");
Serial.println(sudut);
delay(15);
}
for (int sudut = 0; sudut <= 180; sudut++) {
servo2.write(sudut);
Serial.print("servo 2 ke");
Serial.println(sudut);
delay(15);
}
for (int sudut = 180; sudut >= 90; sudut--) {
servo2.write(sudut);
Serial.print("servo 2 ke");
Serial.println(sudut);
delay(15);
}
}
}

BLYNK_WRITE(V1) {
int value = param.asInt();

if (value == 1) {
Serial.println("V1 ON, gerakan servo dimulai");
fleksiextensikanan();
} else {
Serial.println("V1 OFF, servo ke posisi awal");
posisi_awal();
}
}

BLYNK_WRITE(V2) {
int value = param.asInt();

if (value == 1) {
Serial.println("V2 ON, gerakan servo dimulai");
radialulnarkanan();
} else {
Serial.println("V2 OFF, servo ke posisi awal");
posisi_awal();
}
}

BLYNK_WRITE(V3) {
int value = param.asInt();
if (value == 1) {
Serial.println("V3 ON, gerakan servo dimulai");
supinasipronasikanan();
} else {
Serial.println("V3 OFF, servo ke posisi awal");
posisi_awal();
}
}
}
```

```

BLYNK_WRITE(V4) {
  int value = param.asInt();
  if (value == 1) {
    for (int sudut = 90; sudut >= 0 ; sudut-=5) {
      servo2.write(sudut);
      Serial.print("servo 2 ke ");
      Serial.println(sudut);
      delay(15);
    }
  } else {
    for (int sudut = 0; sudut <= 90 ; sudut++) {
      servo2.write(sudut);
      Serial.print("servo 2 ke ");
      Serial.println(sudut);
      delay(15);
    }
  }
}

void loop() {
  if (WiFi.status() == WL_CONNECTED) {
    Serial.print("Koneksi WiFi: OK, ");
  } else {
    Serial.print("Menghubungkan WiFi...");
  }
  if (Blynk.connected()) {
    Serial.println(" Blynk Terhubung");
  } else {
    Serial.println("Menghubungkan ke Blynk...");
  }
  Blynk.run();
  delay(1000);
}

```

KESIMPULAN

Hasil perancangan dan pembuatan alat Rancang Bangun alat bantu gerak tangan otomatis untuk pemulihan fungsi motorik pasca stroke, dapat disimpulkan bahwa telah dihasilkan sebuah prototype alat yang dapat mendorong dan membantu pergerakan jenis pergelangan tangan pasca stroke secara otomatis serta memanfaatkan Internet of Things sebagai media dalam pengontrolannya ini berisi kesimpulan yang menjawab hal segala permasalahan yang terdapat didalam penelitian. Isi kesimpulan tidak berupa point-point, namun berupa paragraf.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada saudara Ilham Ilahi atas dukungan secara finansial untuk pembuatan alat ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada rekan G&C yang telah memberikan saran, kritik, dan arahan selama proses penyusunan jurnal ini selesai.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Venketasubramanian, F. L. Yudiarto, and D. Tugaworo, "Stroke Burden and Stroke Services in Indonesia," *Cerebrovasc. Dis. Extra*, vol. 12, no. 1, pp. 53–57, 2022, doi: 10.1159/000524161.
- [2] Z. M. Razdiq and Y. Imran, "Hubungan antara tekanan darah dengan keparahan stroke menggunakan National Institute Health Stroke Scale," *J. Biomedika dan Kesehatan*, vol. 3, no. 1, pp. 15–20, 2020, doi: 10.18051/jbiomedkes.2020.v3.15-20.
- [3] C. D. Mayastuti, "Pengaruh Constrain Induced Movementtherapy (CIMT) terhadap fungsional tangan pasien stroke," *J. Kesehat.*, vol. 12, no. 2, pp. 344–357, 2025.
- [4] L. D. Mustafa, A. M. Imamuddin, and Y. H. P. Isnomo, "Smart hand glove terapi pasien pasca stroke berbasis internet of things (IoT)," *J. Eltek*, vol. 21, no. 1, pp. 20–27, 2023, doi: 10.33795/eltek.v21i1.3012.
- [5] H. Liu, C. Cordella, P. Ishwar, M. Betke, and S. Kiran, "Consistent long-term practice leads to consistent improvement: Benefits of self-managed therapy for language and cognitive deficits using a digital therapeutic.," *Front. Digit. Heal.*, vol. 5, p. 1095110, 2023, doi: 10.3389/fdgth.2023.1095110.

- [6] T. Ingwersen *et al.*, “Long-term recovery of upper limb motor function and self-reported health: results from a multicenter observational study 1 year after discharge from rehabilitation,” *Neurol. Res. Pract.*, vol. 3, no. 1, 2021, doi: 10.1186/s42466-021-00164-7.
- [7] V. Afma, T. Thomas, Z. Arifin, and A. Merjani, “Perancangan Control Switch Automatic Dengan Infrared Menggunakan Metode Quality Function Deployment,” *J. ARTI (Aplikasi Ranc. Tek. Ind.)*, vol. 19, no. 2, pp. 159–165, 2024, doi: 10.52072/arti.v19i2.1087.