

Body Posture Position Alarm Prototype Based on NodeMCU ESP8266 [Prototype Alarm Posisi Postur Tubuh Berbasis NodeMCU ESP8266]

Candra Dwi Setyawan¹⁾, Arief Wicaksono^{*2)}

¹⁾ Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾ Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email: ariefwisaksono@umsida.ac.id

Abstract. Lack of physical activity has a negative impact, namely reduced motor coordination abilities and changes in posture or shape of the spine. Sitting positions that are more static and less ergonomic, such as sitting in a hunched position, can trigger significant muscle activation. Therefore, in an effort to prevent bone abnormalities, research was carried out regarding a prototype body posture alarm based on the NodeMCU ESP8266. This prototype uses a flexible sensor to read spinal curvature integrated into the NodeMCU ESP8266 and a buzzer as the output. This prototype will be attached to the back support shoulder, so this prototype design can also help repair bones that have been damaged due to bad sitting habits. In general, this prototype reminds users to always be in a normal body position by making a sound when the body position is not normal. From the test results, the prototype works well. NodeMCU's speed in capturing WiFi signals is fast enough so that the prototype works quickly, flexible sensor readings are accurate without using an amplifier. The back support shoulder design is very efficient in helping users to maintain a normal body position.

Keywords – Alarm; Back support shoulder; ESP8266; Flexible sensor; NodeMCU

Abstrak. Aktivitas fisik yang kurang menimbulkan dampak buruk seperti berkurangnya sinkronisasi motorik dan perubahan postur serta bentuk tulang belakang. Duduk dalam posisi yang lebih statis dan tidak ergonomis, seperti membungkuk, dapat menyebabkan aktivasi otot yang signifikan. Untuk mencegah kelainan tulang, prototipe alarm postur berbasis NodeMCU ESP8266 dipelajari. Prototipe ini menggunakan sensor pembacaan kelengkungan tulang belakang fleksibel yang terintegrasi ke dalam NodeMCU ESP8266 dan buzzer sebagai outputnya. Karena prototipe ini dipasang pada penyangga bahu di bagian belakang, prototipe ini juga dapat membantu memperbaiki tulang yang rusak akibat postur duduk yang tidak tepat. Umumnya prototipe ini mengeluarkan suara saat postur tidak normal, mengingatkan pengguna untuk selalu menjaga postur normal. Berdasarkan hasil pengujian, prototipe bekerja dengan baik. Kecepatan perolehan sinyal WiFi NodeMCU cukup tinggi sehingga prototipe dapat bekerja dengan cepat dan memberikan pembacaan sensor yang fleksibel dan akurat tanpa menggunakan amplifier. Desain penyangga punggung bahu sangat efektif membantu pengguna mempertahankan postur normal.

Kata kunci – Alarm; Back support shoulder; ESP8266; Flexible sensor; NodeMCU

I. PENDAHULUAN

Postur tubuh sangat penting bagi setiap orang. Postur tubuh sendiri seringkali merupakan faktor penting yang berhubungan dengan risiko jatuh. Hal ini menunjukkan betapa pentingnya keseimbangan manusia [1]. Postur adalah posisi di mana Anda menahan tubuh saat berdiri atau duduk. Perubahan postur tubuh dapat terjadi karena beberapa faktor, antara lain cacat lahir, cedera, proses degeneratif (osteoporosis), penyakit otot, dan kebiasaan buruk seperti salah duduk. Tanda-tanda penyakit ini antara lain nyeri pada anggota badan dan rasa tidak nyaman pada otot selama dan setelah bekerja. Salah satu penyebab gangguan muskuloskeletal akibat pekerjaan statis adalah postur dan postur pekerja yang tidak tepat [2].

Di zaman modern, pola aktivitas cenderung statis. Kurangnya aktivitas fisik mempunyai dampak negatif. Hal ini berarti berkurangnya sinkronisasi motorik dan gangguan postur serta geometri tulang punggung [3]. Postur duduk mempengaruhi risiko nyeri pinggang. Posisi duduk konstan sangat tidak ergonomis: Misalnya: Duduk dalam posisi bungkuk membuat otot bekerja lebih keras, memperpanjang masa pemulihan, dan mengganggu sirkulasi darah pada otot [4].

Faktor lain yang mempengaruhi LBP antara lain faktor pribadi seperti kebiasaan merokok. Menurut laporan resmi Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), merokok menyebabkan 4,9 juta kematian setiap tahunnya. Ada hubungan yang kuat antara kebiasaan merokok dan gejala otot punggung, karena zat nikotin dalam rokok yang membuat berkurangnya aliran darah ke jaringan tubuh, terutama selama aktivitas yang memerlukan tenaga otot. Merokok juga mengurangi kadar air pada tulang dan menimbulkan ngilu sebab tulang retak dan rusak [5].

Maka, dibuat penelitian untuk mencegah kelainan tulang antara lain:

Penelitian sebelumnya mengenai upaya pencegahan penyakit tulang meliputi: Penelitian Shafa Salsabila dengan judul “DESAIN DAN PEMBANGUNAN KOREKSI POSTUR DAN PANJANG DUDUK MENGGUNAKAN FLEX SENSOR BERBASIS ARDUINO UNO”. Alur pembacaan data alat ini adalah ketika pengguna memulai aktivitas menggunakan alat, sensor flex mendeteksi lengkungan pada perut bagian atas dan sensor ultrasonik yang diletakkan di depan pengguna menghitung jarak antar sensor. Dan pengguna. Saat pengguna mengubah posisi, sensor fleksibel mengirimkan sinyal dan buzzer sebagai output untuk mendeteksi waktu duduk. LCD menampilkan output berupa timer yang menghitung waktu duduk pengguna. Jika pengguna telah duduk selama 30 menit, maka buzzer akan berbunyi dan akan muncul pengingat pada LCD untuk mengingatkan pengguna agar bangun dan bergerak [6].

Anggraini, MitaWildian, Penelitian Wildian berjudul “Perancangan dan Pengembangan Sistem Peringatan Posisi Tubuh, Jarak Pandang dan Durasi Kerja di Depan Komputer”. Alat koreksi posisi tubuh ini menggunakan sensor MPU6050 dan sensor VL53L0X untuk mendeteksi jarak pandang ke layar komputer. Untuk outputnya, peneliti menggunakan speaker yang terhubung ke DF Mini Player [7].

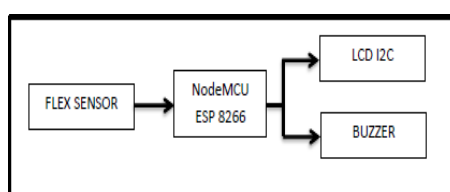
Pada penelitian kali ini kami mengembangkan prototype dari penelitian sebelumnya yaitu prototype alarm sikap berbasis NodeMCU ESP8266. NodeMCU ESP8266 dipilih sebagai mikrokontroler karena mempunyai keunggulan dimensi yang lebih efisien dan dapat dihubungkan dengan jaringan WiFi. Penelitian terbaru sejauh ini adalah mengembangkan prototipe yang lebih efisien untuk mencapai tulang belakang yang ergonomis.

II. METODE

Penelitian yang dilakukan peneliti adalah penelitian pengembangan atau Research and Development (R&D). Penelitian dan pengembangan yang merujuk pada kegiatan penelitian yang diawali dengan penelitian dan dilanjutkan dengan pengembangan. Kami melakukan kegiatan penelitian untuk memahami kebutuhan pengguna dan kegiatan pengembangan untuk menciptakan alat pembelajaran [8]. Metode penelitian ini dipilih karena lebih efektif dalam menyempurnakan penelitian sebelumnya.

2.1 Sistem Diagram Blok

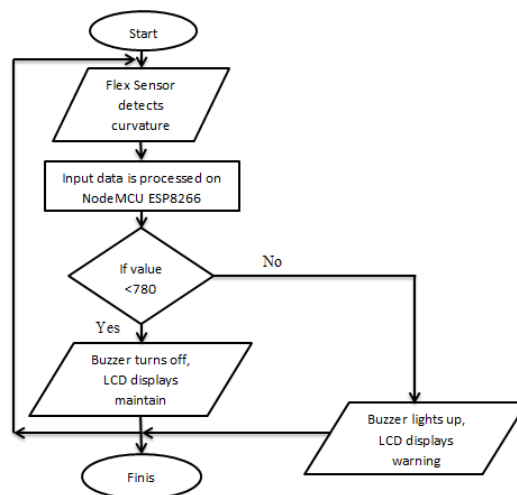
Pada diagram di bawah, ada tiga bagian desain sistem: input, proses, dan output. Area input memiliki sensor untuk akuisisi data. Area proses memiliki NodeMCU ESP8266 yang memproses data masukan dari sensor. NodeMCU adalah firmware dan alat yang membantu Anda merancang prototipe Internet of Things (IoT). Node Mcu adalah platform Internet of Things (IoT) sumber terbuka dan NodeMCU menggunakan Lua sebagai bahasa skrip [9].



Gambar 1. Skema prototype alarm postur tubuh berbasis nodeMCU ESP 8266

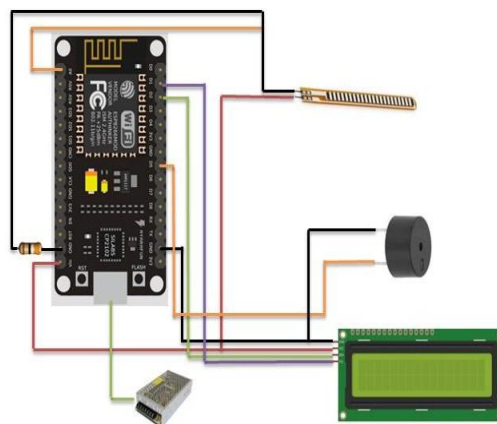
2.2 Diagram Flow Chart

Anda harus membuat diagram alur karena memiliki fungsi seperti merancang proyek baru, mengelola alur kerja, memodelkan struktur proses bisnis, mendokumentasikan setiap proses, substitusi algoritma, dan mengaudit proses [10]. ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Flow Chart

Dapat dilihat pada bagian start, program akan berjalan dan bagian input prototype akan mendapatkan pembacaan data. Kemudian data yang diperoleh akan diolah pada mikrokontroler. Setelah pengolahan data di mikrokontroler selesai maka akan diambil keputusan, jika nilainya memenuhi maka output akan aktif dan jika nilainya tidak memenuhi maka output tidak akan aktif. Rangkaian alat dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Rangkaian alat koreksi postur berbasis NodeMCU

Pin NodeMCU ESP8266 pada rangkaian yang digunakan dapat dipahami dari penjelasan pada Tabel 1. Penjelasan pin Vin pada NodeMCU terhubung ke semua terminal positif komponen. Vin pin mempunyai tegangan 5 Volt. Pin Gnd pada NodeMCU terhubung ke semua komponen negatif terminal. Pin D1 merupakan pin digital pada NodeMCU yang terhubung dengan pin SCL pada LCD. Pin D2 adalah digital pin pada NodeMCU dihubungkan dengan pin SDA pada LCD. Pin D5 adalah pin digital pada NodeMCU terhubung ke pin buzzer positif. Pin A0 merupakan pin analog pada NodeMCU dan akan dihubungkan menjadi satu dari kaki sensor fleksibel.

Tabel 1. Pin NodeMCU yang digunakan

No.	PIN Name	Information
1.	Vin	VCC 5 Volt DC
2.	Gnd	Ground
3.	D1	Terhubung ke SCL LCD
4.	D2	Terhubung ke SDA LCD
5.	D5	Terhubung ke pin positif Buzzer

6.	A0	Terhubung ke salah satu pin sensor fleksibel
----	----	--

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Rancangan yang telah dibuat pada penelitian prototype ini adalah postur tubuh berbasis NodeMCU ESP8266 prototipe alarm yang dipasang pada bahu penyangga punggung, sehingga lebih mudah mencapai ergonomis postur badan.



Gambar 4. Realisasi desain back support shoulder

Cara kerja alat ini sangat sederhana, yang perlu Anda lakukan hanyalah terhubung ke WiFi untuk menggunakan alat ini. Buat program di Arduino IDE seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5, Gambar 6, dan Gambar 7 dan upload program tersebut ke board NodeMCU. Arduino IDE adalah aplikasi pemrograman yang menggunakan bahasa C yang disederhanakan. Aplikasi ini diciptakan untuk membuat sebuah program dan diimplementasikan ke dalam board microcontroller [11]. Ada dua fungsi yang selalu ada dalam pemrograman Arduino: void setup(). Semua kode di dalam kurung kurawal dieksekusi hanya sekali, pertama kali Anda menjalankan program Arduino, dan fungsi void loop(){} dijalankan setelah setup (batalkan setup) selesai. Fungsi ini berjalan satu kali dan berjalan kembali hingga listrik padam [12].

```
const int pinFlex = A0;
int flexSensor;
#include <ESP8266WiFi.h>
const char* ssid = "POCO M4 Pro";
const char* password = "w2br25p93wzkwgp";
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
int wifiStatus;
int buzzer = 14;
```

Gambar 5. Input library

Pada bagian input library anda harus memasukkan library dan juga pin yang digunakan sebagai input atau output. Disebutkan pada Gambar 5, pin A0 pada NodeMCU merupakan pin sensor yang fleksibel untuk mengirimkan data pembacaan sensor. Dan pin 14 pada NodeMCU merupakan pin yang terintegrasi dengan Buzzer. Pin 14 akan didefinisikan sebagai pin keluaran masuk bagian pengaturan kosong. Setting SSID dan password wifi dimaksudkan sebagai saklar on dan off prototype. SSID dan password diatur agar tidak ada pihak lain yang dapat mengganggu penggunaan alat tersebut.

```

void setup() {
  lcd.init();
  pinMode (buzzer , OUTPUT);
  WiFi.begin(ssid, password);
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
  }
}

```

Gambar 6. Void setup

Pada bagian void setup, penentuan pin yang akan dijadikan input atau output diatur pada bagian ini. Dari Gambar 6, Hasil pembacaan dapat dilihat menggunakan program lcd.init() sebagai keluaran teks dan beep pada LCD. NodeMCU memperbarui status koneksi WiFi setiap 0,5 detik. Fungsi pengaturan ini dijalankan hanya sekali saat program dimulai atau reset Arduino [13].

```

void loop() {
  flexSensor = analogRead(A0);
  wifiStatus = WiFi.status();

  if(wifiStatus == WL_CONNECTED){
    lcd.backlight();
    lcd.display();
    lcd.setCursor (3,0);
    lcd.print ("terhubung!");
    lcd.setCursor (0,1);
    lcd.print ("nilai sensor=");
    lcd.print (flexSensor);
    Serial.print ("nilai sensor=");
    Serial.println(flexSensor);
    delay(500);
    lcd.clear();
  }
  if(flexSensor<725){
    tone (buzzer , 500);
  }
  else{ noTone (buzzer);}
}
else{
  lcd.setCursor (1,1);
  lcd.print ("hubungkan wifi");
  delay(1200);
  lcd.noDisplay();
  lcd.noBacklight();
  noTone (buzzer);
}
}

```

Gambar 7. Void Loop

Fungsi void loop() adalah untuk mengeksekusi perintah secara berulang-ulang [14]. Di bagian void loop, itu benar menjelaskan bahwa pin A0 merupakan pin input yang menyampaikan data pembacaan sensor secara fleksibel ke NodeMCU. Dan itu dapat dipahami bahwa ketika status WiFi terhubung, pembacaan sensor fleksibel telah dimulai dan layar LCD menyala menampilkan karakter tulisan hasil pembacaan sensor. Program ini memiliki dicantumkan nilai batas kapan buzzer akan menyala yaitu nilai kurang dari 725. Nilai ini diambil dari kalibrasi sederhana sensor fleksibel. Kalibrasi dilakukan dengan menempatkan sensor pada bidang datar dan hasil pembacaan yang muncul pada LCD dijadikan nilai batas pada saat buzzer menyala. Buzzer akan mati ketika nilai minimum mencapai 725. Ketika status WiFi tidak lagi terhubung, perintah untuk menyambung kembali akan muncul di layar LCD selama 1,2 detik dan kemudian layar LCD akan mati.

2.1 Menguji koneksi wifi di NodeMCU

NodeMCU ESP8266 merupakan papan elektronik berbasis chip ESP8266 yang mampu bertindak sebagai mikrokontroler dengan konektivitas Internet (WiFi) dan juga memiliki fungsi untuk mengoperasikan server web [15]. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali dalam ruangan yang diberi jarak antara board NodeMCU

dan sumber hotspot sejauh 1 meter dan akan ditampilkan pada Tabel 2. Namun jarak maksimal pendeteksian koneksi WiFi melalui uji konektivitas membuktikan NodeMCU ESP8266 mampu terhubung ke jaringan Internet dengan jarak hingga 30 meter dari akses poin [16].

Tabel 2. Pengujian NodeMCU terhadap WiFi

No.	Kondisi	Waktu (Detik)
1.	Terhubung	5,31
2.	Terhubung	5,06
3.	Terhubung	3,94
4.	Terhubung	3,66
5.	Terhubung	2,96

Rata-rata waktu yang dibutuhkan NodeMCu untuk terhubung ke WiFi adalah untuk mendapatkan nilai rata ratanya, rumus yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$\text{Rata - rata} = \frac{x_1+x_2+x_3+\dots+x_n}{n} \quad (1)$$

Dimana (x) adalah data yang diperoleh dan (n) adalah banyaknya data.

$$\text{Rata - rata} = \frac{5,3+5,06+3,94+3,66+2,96}{5} \quad (2)$$

$$\text{Rata - rata} = \frac{20,92}{5} = 4,184 \text{ Detik} \quad (3)$$

Jadi rata-rata kecepatan penangkapan wifi adalah 4,184 detik, yang merupakan waktu cepat agar prototipe dapat beroperasi juga lebih cepat dan aman.

3.2 Pengujian Sensor Fleksibel dengan Amplifier LM358

Pengujian sensor fleksibel menggunakan op amp LM358. Penguat operasional adalah IC yang memperkuat sinyal atau tegangan [17]. Pengujian dilakukan terhadap lima orang pria dengan melihat perbedaannya pembacaan sensor ketika sudut kurva diubah diperlihatkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengujian prototype menggunakan amplifier LM358

No.	Nama	Nilai Awal	Perubahan Nilai	Waktu (Menit)
1.	Ahmad	852	852	4,17
2.	Bahtiar	852	850	5,23
3.	Didik	852	851	4,11
4.	Lingga	852	852	5,31
5.	Zaki	852	847	5,34

Sensor fleksibel bertindak sebagai jaringan resistif yang secara efektif dapat memvariasikan resistansi antara setiap baris dan kolom perangkat [18]. Sensor fleksibel dapat digambarkan sebagai resistor variabel. Oleh karena itu, meskipun arus meningkat melalui penguat yang melewati resistor, masih terdapat nilai arus yang besar pada keluaran resistor, dan nilai yang dihasilkan tetap konstan seiring dengan perubahan sudut tekuk sensor fleksibel. Jika nilai tetap ditetapkan untuk setiap perubahan kelengkungan sudut, alarm postur tidak akan berfungsi dengan baik.

3.3 Pengujian Sensor Fleksibel Tanpa Amplifier LM358

Pengujian sensor fleksibel tanpa menggunakan amplifier LM358 dilakukan pada lima orang dengan cara melihat perbedaan pembacaan sensor ketika sudut lengkung diubah. Pada hasil pengujian tanpa amplifier 358, terjadi perubahan pembacaan nilai sensor ketika sensor fleksibel merubah sudut lengkungnya. Dengan mengganti nilainya, prototipe alarm posisi postur tubuh dapat bekerja sesuai fungsinya. Karena programnya telah disetel bila nilainya di bawah 725, bel akan berbunyi untuk mengingatkan pengguna agar mengoreksi tubuhnya sikap. Data pada Tabel 3 juga menunjukkan perbedaan lamanya waktu setiap orang dapat memelihara sebuah postur tubuh ergonomis diperlihatkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil pengujian prototype tanpa amplifier LM358

No.	Nama	Nilai Awal	Perubahan Nilai	Waktu (Menit)
1.	Ahmad	737	680	4,23
2.	Bahtiar	737	695	5,50
3.	Didik	737	685	5,27
4.	Lingga	737	682	4,12
5.	Zaki	737	691	5,09

Menguji faktor usia terhadap waktu terjadinya perubahan kelengkungan tulang belakang. Pengujian dilakukan pada 5 orang usia yang berbeda ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengaruh umur terhadap lama waktu posisi duduk ergonomis

No.	Nama	Usia	Waktu perubahan kelengkungan (Menit)
1.	Ahmad	27	4,23
2.	Bahtiar	22	5,50
3.	Didik	25	5,27
4.	Lingga	28	4,12
5.	Zaki	28	5,09

Berdasarkan data yang diperoleh, usia juga mempengaruhi berapa lama seseorang dapat bertahan dalam posisi normal. Semakin bertambah usia Anda, semakin kurang elastis tulang dan semakin tinggi risiko terkena gejala LBP [19]. Menguji faktor berat badan terhadap waktu perubahan tulang belakang kelengkungan ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Pengaruh berat badan terhadap lama waktu duduk tegak

No.	Nama	Berat (Kg)	Waktu perubahan kelengkungan (Menit)
1.	Ahmad	53	5,17
2.	Bahtiar	67	4,31
3.	Didik	43	5,19
4.	Lingga	72	4,47
5.	Zaki	59	5,04

Berat badan yang berlebih dapat menaikkan beban pada tulang punggung dan tekanan terhadap cakram intervertebralis dan struktur tulang belakang, membuat punggung bagian bawah lebih rentan terhadap herniasi cakram. Adanya hubungan antara lamanya duduk dengan LBP. Risiko LBP lainnya juga diketahui bertambah seiring bertambahnya umur dan kelebihan berat badan [20]. Hal ini sesuai dengan hasil tabel menguji pengaruh berat badan terhadap lama waktu pemeliharaan posisi tubuh ergonomis.

IV. SIMPULAN

Kesimpulan yang diambil dari hasil penelitian pada alarm sikap berbasis NodeMCU ESP8266 adalah pembacaan sensor fleksibel yang dipadukan dengan amplifier LM358 kurang akurat. Karena sensor fleksibel bertindak seperti resistor variabel. Oleh karena itu, meskipun arus yang disuplai ke resistor lebih besar daripada arus sumber, keluaran dari resistor akan memiliki nilai arus yang besar. Oleh karena itu, nilai sensor tidak berubah meskipun sudut sudutnya berubah. Jadi prototipe tidak akan berfungsi dengan baik jika nilainya tidak berubah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Ibu Setyawati yang telah membantu dan memfasilitasi penelitian ini.

REFERENSI

- [1] A. Tobing and S. Sulaiman, "Hubungan Antara Postur Tubuh Terhadap Keseimbangan Statis Pada Lansia Di Klinik Spesialis Pelita Perdagangan," *Heal. Sci. Rehabil. J.*, vol. 1, pp. 12–16, 2021.
- [2] M. R. Malik, M. Alwi, E. Wolok, and A. Rasyid, "Analisis Postur Kerja Pada Karyawan Menggunakan Metode RULA (Studi kasus Area Control Room, Joint Operating Body Pertamina-Medco E&P Tomori Sulawesi)," *Jambura Ind. Rev.*, vol. 1, no. 1, pp. 22–29, 2021, doi: 10.37905/jirev.1.1.22-29.
- [3] A. Hendrawan and D. Setiyawati, "Deteksi Dini Gangguan Postur Melalui Peningkatan Life Skill Education Dokter Kecil," *Aksiologi J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 4, no. 2, p. 12, 2020, doi: 10.30651/aks.v4i2.3300.
- [4] P. Anggraika, A. Apriany, and D. Pujiana, "HUBUNGAN POSISI DUDUK DENGAN KEJADIAN LOW BACK PAIN (LBP)" vol. 4, pp. 1–10, 2019.
- [5] M. F. Hadyan, "Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Kejadian Low Back Pain pada Pengemudi Transportasi Publik Factors That Influence Incidences of Low Back Pain in Public Transportation Drivers," vol. 4, pp. 19–24, 2015.
- [6] P. Studi, T. Informatika, F. Sains, D. A. N. Teknologi, U. Islam, and N. Syarif, "RANCANG BANGUN ALAT KOREKSI POSTUR DAN LAMA WAKTU DUDUK DENGAN FLEX SENSOR BERBASIS ARDUINO UNO," 2023.
- [7] M. Anggraini and W. Wildian, "Rancang Bangun Sistem Peringatan Posisi Tubuh, Jarak Pandang, dan Durasi Kerja Di Depan Komputer," *J. Fis. Unand*, vol. 12, no. 1, pp. 49–55, 2022, doi: 10.25077/jfu.12.1.49-55.2023.
- [8] I. Prasetyo, "Teknik Analisis Data Dalam Research and Development," *UNY Fak. Ilmu Pendidik.*, vol. 6, p. 11, 2014, [Online]. Available: <http://staffnew.uny.ac.id/upload/132310875/pengabdian/teknik-analisis-data-dalam-research-and-development.pdf>
- [9] M. K. Teknologi, "Jurnal iptek," pp. 9–18, 2018, doi: 10.31284/j.iptek.2018.v22i2.
- [10] R. Rosaly, "Pengertian Flowchart Beserta Fungsi dan Simbol-simbol Flowchart yang Paling Umum Digunakan".
- [11] D. Apriani, K. Munawar, A. Setiawan, and M. Cikokol, "ALAT MONITORING PADA DEPO AIR MINUM BIRU CABANG NAGRAK KOTA TANGERANG MENGGUNAKAN AIR GALON," vol. 5, no. 1, pp. 109–117.
- [12] S. Sensor, A. Asap, A. Tujuan, and S. Mq, "MQ 2 Sebagai Sensor Anti Asap Rokok ... (Mauludin dkk.)," pp. 260–265, 2016.
- [13] S. Sadi and I. S. Putra, "RANCANG BANGUN MONITORING KETINGGIAN AIR," vol. 7, no. 1, 2018.
- [14] A. Chobir, A. Andang, and N. Hiron, "SISTEM DETEKSI ELEVASI PERMUKAAN AIR SUNGAI DENGAN SENSOR Kata Kunci : Sensor , JSN-SRT04 , edisson , ultrasonic , Intel," vol. 3, no. 1, pp. 149–155, 2017.
- [15] T. Suryana, "Implementasi Komunikasi Web Server NODEMCU ESP8266 dan Web Server Apache MYSQL Untuk Otomatisasi Dan Kontrol Peralatan Elektronik Jarak Jauh Via Internet Abstrak : Pendahuluan Pembahasan," 2021.

- [16] Q. Hidayati, N. Jamal, and F. A. Bolang, "Sistem monitoring pada jaringan sensor banjir jalan raya menggunakan protokol MQTT," vol. 2, no. 2, pp. 119–128, 2022.
- [17] A. B. Putranto, Z. Muhlisin, A. Lutfiah, and F. Mangkusasmito, "Perancangan Alat Karakterisasi Dioda dengan ESP32 dan Rangkaian Op-Amp LM358 Berbasis Android," vol. 13, no. 1, 2021.
- [18] T. H. Speeter, "Flexible, Piezoresistive Touch Sensing Array," in *Proc.SPIE*, Mar. 1989, pp. 31–43. doi: 10.1117/12.949024.
- [19] F. Andini and U. Lampung, "Risk factors of low back pain in workers," vol. 4, pp. 12–19, 2015.
- [20] P. Saraf, R. Prof, M. Soekarjo, and P. Lbp, "OVERWEIGHT SEBAGAI FAKTOR RESIKO LOW BACK PAIN PADA PASIEN," vol. 4, pp. 26–32, 2010.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.