

Prototype Alarm Posisi Postur Tubuh Berbasis NodeMCU ESP8266

Oleh:

Candra Dwi Setyawan,

Arief Wicaksono

Progam Studi Teknik Elektro

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Februari , 2024



Pendahuluan

Postur tubuh merupakan suatu hal yang sangat penting untuk dimiliki oleh setiap manusia, postur tubuh itu sendiri seringkali menjadi hal yang penting berhubungan dengan risiko jatuh. Hal ini menunjukkan pentingnya keseimbangan yang dimiliki seseorang [1]. Postur tubuh adalah posisi seseorang yang dapat menahan tubuh dengan baik ketika berdiri atau duduk. Perubahan postur tubuh terjadi karena beberapa faktor yaitu cacat lahir, cedera, proses degeneratif (osteoporosis), kelainan otot, dan kebiasaan buruk seperti salah duduk. Tanda-tanda gangguan ini antara lain badan terasa pegal-pegal baik saat bekerja maupun setelahnya kerja dan ketidaknyamanan pada otot. Salah satu penyebab terjadinya gangguan muskuloskeletal akibat pekerjaan yang dilakukan secara statis adalah posisi dan postur tubuh pekerja yang salah [2].

Pendahuluan

Di era modern, pola aktivitas cenderung statis. Kurangnya aktivitas fisik mempunyai dampak negatif, yaitu menurunnya kemampuan koordinasi motorik dan mengakibatkan gangguan postur atau bentuk tulang belakang [3]. Posisi duduk berpengaruh terhadap risiko terjadinya Low Back Pain (LBP) atau nyeri pinggang. Posisi duduk statis yaitu Kurang ergonomis, seperti duduk dalam posisi membungkuk, tanpanya dapat memicu kerja otot yang kuat dan berkepanjangan pemulihan yang cukup sehingga aliran darah ke otot terhambat [4].

Faktor lain yang mempengaruhi LBP antara lain faktor individu seperti kebiasaan merokok. Dalam laporan resmi, menurut Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), jumlah kematian akibat merokok setiap tahunnya adalah 4,9 juta orang per tahun. Terdapat hubungan yang signifikan antara kebiasaan merokok dengan keluhan otot punggung, terutama untuk pekerjaan yang membutuhkan pengerahan tenaga otot, karena nikotin pada rokok dapat menyebabkan berkurangnya darah mengalir ke jaringan. Selain itu, merokok juga dapat menurunkan kandungan mineral pada tulang sehingga menimbulkan rasa nyeri karena retak atau kerusakan pada tulang [5].

Pendahuluan

Maka dari itu, sebagai upaya untuk mencegah terjadinya kelainan pada tulang, maka dilakukanlah penelitian terhadap alat alarm posisi postur tubuh berdasarkan NodeMCU ESP8266. Pada penelitian sebelumnya mengenai upaya pencegahan kelainan tulang, penelitian telah dilakukan, antara lain:

Penelitian Shafa Salsabila dengan judul "Rancang Bangun Koreksi Postur Dan Panjang Waktu Duduk Menggunakan Sensor Flex Berbasis Arduino Uno". Alur pembacaan data alat ini adalah pada saat pengguna menggunakan alat dan memulai aktivitas, sensor flex akan mengidentifikasi kelengkungan di perut bagian atas dan sensor ultrasonik yang ditempatkan di depan pengguna, menghitung jarak antara sensor dan pengguna. Ketika pengguna mengubah posisi, sensor fleksibel akan mengirimkan sinyal dan buzzer sebagai output untuk mendeteksi lamanya waktu duduk. LCD menampilkan output berupa timer untuk menghitung waktu duduk pengguna. Ketika pengguna telah duduk selama 30 menit, buzzer akan berbunyi dan LCD akan menampilkan pengingat pengguna untuk berdiri dan bergerak [6].

Pendahuluan

Anggraini, MitaWildian, penelitian Wildian berjudul “Rancangan dan Pengembangan Sistem Peringatan untuk 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 keluarannya, peneliti menggunakan speaker yang terhubung ke DF Mini Player [7].

Pada penelitian kali ini kami sedang mengembangkan prototype dari penelitian sebelumnya yaitu membuat prototipe alarm postur tubuh berdasarkan NodeMCU ESP8266. NodeMCU ESP8266 dipilih sebagai mikrokontroler karena mempunyai kelebihan yaitu lebih efisien dimensinya, dan dapat dihubungkan ke jaringan WiFi. Pembaruan penelitian dari penelitian sebelumnya terletak pada perancangan prototipe yang lebih efisien membantu mendapatkan tulang belakang yang ergonomis.

Pertanyaan Penelitian (Rumusan Masalah)

Perumusan masalah berdasarkan latar belakang diatas adalah bagaimana merancang dan membuat alat koreksi postur tubuh yang bisa membantu untuk mendapatkan postur tubuh yang ergonomis.

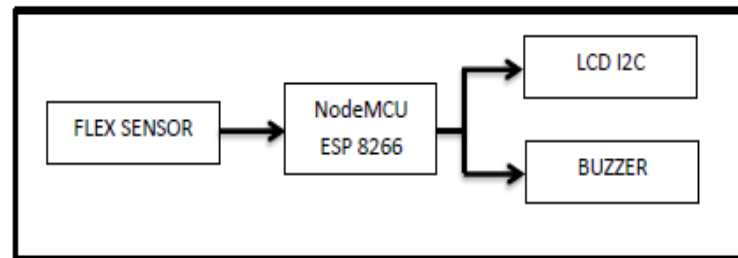
Metode

Penelitian yang dilakukan peneliti merupakan jenis penelitian pengembangan atau Research and Development (R&D). Penelitian & Pengembangan dipahami sebagai kegiatan penelitian yang dimulai dengan penelitian dan dilanjutkan dengan perkembangan. Kegiatan penelitian dilakukan untuk memperoleh informasi mengenai kebutuhan pengguna sedangkan kegiatan pengembangan dilakukan untuk menghasilkan perangkat pembelajaran. Metode penelitian ini dipilih karena lebih efektif dalam menyempurnakan penelitian sebelumnya.

Metode

2.1. Sistem Diagram Blok

Pada diagram Gambar 1 terdapat tiga bagian perancangan sistem yaitu input, proses dan output. Dalam dibagian input terdapat sensor untuk pengambilan data. Pada bagian proses terdapat NodeMCU ESP8266 yang berfungsi untuk mengolah data masukan dari sensor. Node Mcu adalah firmware dan kit pengembangan sumber terbuka yang membantu membuat prototipe produk IoT (Internet of Things) dalam beberapa baris skrip Lua Node Mcu terbuka sumber platform IoT (Internet Of Things). Node MCU menggunakan Lua sebagai bahasa skrip [9].

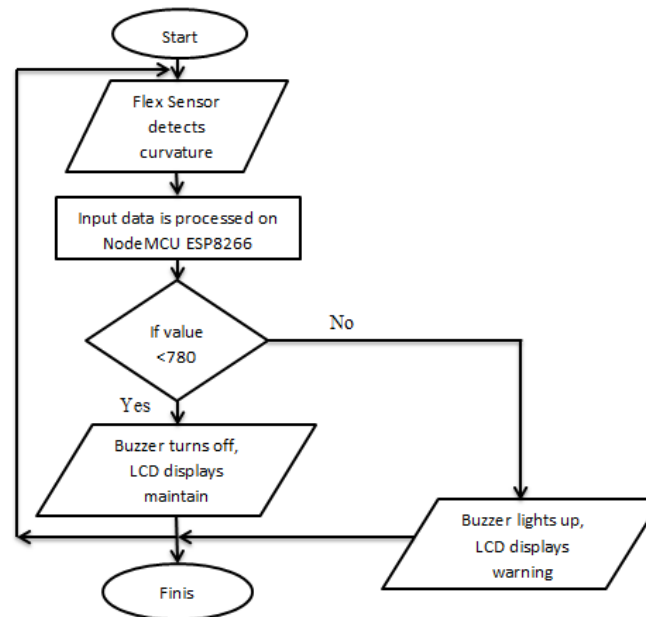


Gambar 1. Skema prototype alarm postur tubuh berbasis nodeMCU ESP 8266

Metode

2.2. Program Flow Chart

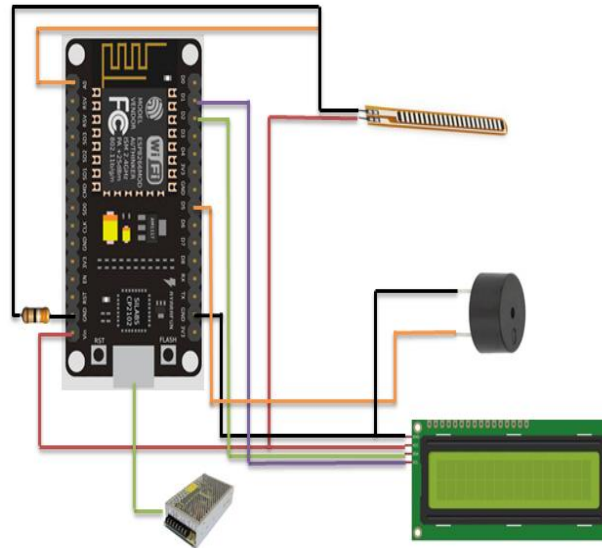
Diagram flow chart dibuat karena mempunyai fungsi Merancang Proyek Baru, Mengelola Alur Kerja, Pemodelan Proses Bisnis, Mendokumentasikan Setiap Proses, Mewakili Algoritma, Audit Proses [10] ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Flow Chart

Metode

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

Metode

Pin NodeMCU ESP8266 pada rangkaian yang digunakan dapat dipahami dari penjelasan pada Tabel 1. Pin 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.

Metode

Tabel 1. Pin NodeMCU yang digunakan

No.	Nama PIN	Keterangan
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 salahsatu pin fleksibel sensor

Hasil

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 bahu penyangga punggung

Hasil

Mekanisme alat ini sangat sederhana, cukup sambungkan ke WiFi dan alat dapat beroperasi. Membuat program di Arduino IDE seperti pada Gambar 5, Gambar 6, dan Gambar 7 kemudian upload program tersebut ke papan NodeMCU. Arduino IDE merupakan aplikasi pemrograman berbasis bahasa C yang disederhanakan, aplikasi ini akan digunakan untuk menulis program dan ditanamkan pada board Arduino Uno [11]. Setiap pemrograman Arduino memiliki dua fungsi yang harus ada yaitu `void setup(){}` semua kode yang ada di dalam kurung kurawal akan dieksekusi hanya sekali saat program Arduino dijalankan pertama kali, fungsi `void loop(){}` akan dieksekusi setelah pengaturan (batalan pengaturan) selesai. Setelah dijalankan satu kali, fungsi ini akan dijalankan lagi hingga catu daya dihilangkan [12].

Hasil

```
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 komponen dan juga pin yang digunakan sebagai input atau output. Seperti 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 const char untuk setting SSID dan password wifi sebagai prototype saklar on dan off. SSID dan password diatur agar tidak ada pihak lain yang dapat mengganggu penggunaan alat tersebut.

Hasil

```
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, terlihat hasil pembacaan berupa karakter tulisan yang akan ditampilkan pada LCD dengan program `lcd.init()` dan Buzzer sebagai keluaran suara. Setiap 0,5 detik NodeMCU akan mengupdate status koneksi wifi. Fungsi setup ini dijalankan hanya sekali ketika program mulai berjalan atau ketika Arduino direset [13].

Hasil

```
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

Hasil

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. Bel 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.

Pembahasan

Pengujian koneksi wifi pada NodeMCU

NodeMCU ESP8266 yang merupakan papan elektronik berbasis chip ESP8266 dengan kemampuan berfungsi sebagai mikrokontroler yang dilengkapi dengan koneksi internet (WiFi), selain itu juga mencakup kemampuan menjalankan Web Server [15]. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali pada ruangan dengan jarak board NodeMCU dengan sumber hotspot 1 meter dan akan ditampilkan pada Tabel 2. Namun jarak maksimal untuk menangkap koneksi WiFi melalui pengujian konektivitas membuktikan bahwa NodeMCU ESP8266 dapat terhubung ke jaringan internet dengan jarak maksimal 30 meter dari akses point [16].

Pembahasan

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.

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

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

Pembahasan

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

$$\text{Rata - rata} = \frac{20,92}{5} = 4,184 \text{ sec.}$$

Jadi rata-rata kecepatan penangkapan wifi adalah 4,184 detik yang merupakan waktu yang cepat sehingga pengoperasian prototype juga lebih cepat dan aman.

Pembahasan

Pengujian sensor fleksibel dengan amplifier LM358

Pengujian sensor fleksibel menggunakan Op-amp amplifier LM358 dimana Op-amp tersebut merupakan IC yang berfungsi untuk memperkuat sinyal atau tegangan listrik [17]. Pengujian dilakukan terhadap lima orang pria dengan melihat perbedaannya pembacaan sensor ketika sudut kurva diubah ditunjukkan 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

Pembahasan

Sensor fleksibel beroperasi sebagai grid resistansi dengan resistansi variabel yang efektif antara setiap baris dan kolom perangkat [18]. Dapat dikatakan bahwa sensor fleksibel adalah resistor variabel. Jadi ketika saat ini ditingkatkan dengan penguat melewati resistor, keluaran dari resistor tersebut akan tetap mempunyai arus yang besar nilainya sehingga ketika sensor fleksibel diubah sudut lenturnya nilai yang dihasilkan akan tetap konstan. Dengan nilai yang tetap setiap perubahan kelengkungan sudut, maka alarm posisi postur tubuh tidak dapat bekerja dengan baik.

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 sikap tubuhnya.

Pembahasan

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

Pada hasil pengujian tanpa amplifier 358 terjadi perubahan pembacaan nilai sensor ketika sensor fleksibel merubah sudut lengkungnya. Dengan adanya perubahan nilai maka prototype alarm posisi postur tubuh dapat bekerja sesuai fungsinya. Karena program telah disetel ketika nilainya di bawah 725, maka buzzer akan berbunyi untuk mengingatkan pengguna agar memperbaiki postur tubuh.

Pembahasan

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

Pembahasan

Dari data yang diperoleh, usia juga mempengaruhi berapa lama seseorang dapat bertahan dalam tubuh normal sikap. Semakin tua usia seseorang, maka semakin tinggi pula risiko orang tersebut mengalami penurunan elastisitas tulang yang memicu gejala LBP [19].

Pengujian faktor berat badan terhadap waktu perubahan tulang belakang

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 Badan (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

Pembahasan

Kelebihan berat badan meningkatkan beban pada tulang belakang dan tekanan pada cakram, struktur tulang belakang, dan herniasi diskus lumbal rentan terjadi. Ada hubungan yang signifikan antara waktu duduk dan LBP. Risiko LBP lainnya juga diketahui meningkat seiring bertambahnya usia dan obesitas [20]. Hal ini sesuai dengan Hasil tabel menguji pengaruh berat badan terhadap lama waktu pemeliharaan ergonomis tubuh posisi.

Temuan Penting Penelitian

Hasil pembacaan sensor fleksibel tidak bisa akurat jika dipadukan dengan penguat LM358. Itu karena sensor fleksibel bekerja seperti resistor variabel. Jadi ketika resistor disertakan arus yang lebih besar dari sumbernya maka keluaran resistor tetap mempunyai nilai arus yang besar. Jadi pembacaan sensor tidak berubah ketika sudut kurva berubah. Jadi jika tidak ada perubahan nilai, maka prototype tidak bekerja dengan baik.

Manfaat Penelitian

- Memberikan informasi mengenai kondisi postur tubuh.
- Memudahkan pengguna alat untuk mendapatkan postur tubuh yang lebih baik.
- Membantu membentuk kebiasaan posisi tubuh yang lebih baik.

Referensi

- [1] Q. Song, X. Zhang, M. Mao, W. Sun, C. Zhang, Y. Chen, and L. Li, "Relationship of proprioception, cutaneous sensitivity, and muscle strength with the balance control among older adults," *Journal of sport and health science*, vol. 10, no. 5, pp. 585-593, 2021, <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2021.07.005>.
- [2] A. H. Wibowo and A. Mawadati, "The analysis of employees' work posture by using rapid entire body assessment (REBA) and rapid upper limb assessment (RULA)," In *IOP conference series: earth and environmental science*, vol. 704, no. 1, p. 012022, 2021, <https://doi.org/10.1088/1755-1315/704/1/012022>.
- [3] H. Mughal, A. R. Javed, M. Rizwan, A. S. Almadhor and N. Kryvinska, "Parkinson's Disease Management via Wearable Sensors: A Systematic Review," in *IEEE Access*, vol. 10, pp. 35219-35237, 2022, <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3162844>.
- [4] C. Bontrup, W. R. Taylor, M. Fliesser, R. Visscher, T. Green, P. M. Wippert, and R. Zemp, "Low back pain and its relationship with sitting behaviour among sedentary office workers," *Applied ergonomics*, vol. 81, p. 102894, 2019, <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2019.102894>.

Referensi

[5] C. K. Wong et al., "Prevalence, incidence, and factors associated with non-specific chronic low back pain in community-dwelling older adults aged 60 years and older: a systematic review and meta-analysis," *The journal of pain*, vol. 23, no. 4, pp. 509-534, 2022, <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2021.07.012>.

[6] M. K. Ijaz, K. Shomenov, D. Otegen, E. Shehab, and M. H. Ali, "Design and development of a 3D printed water driven spinal posture corrector," *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 124, no. 5-6, pp. 1457-1471, 2023, <https://doi.org/10.1007/s00170-022-10611-7>.

[7] R. Bootsman, P. Markopoulos, Q. Qi, Q. Wang, and A. A. Timmermans, "Wearable technology for posture monitoring at the workplace," *International Journal of Human-Computer Studies*, vol. 132, pp. 99-111, 2019, <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2019.08.003>.

[8] P. Mikalef, M. Boura, G. Lekakos, and J. Krogstie, "Big data analytics and firm performance: Findings from a mixed-method approach," *Journal of Business Research*, vol. 98, pp. 261-276, 2019, <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.01.044>.

Referensi

- [9] Z. Wan, Y. Song and Z. Cao, "Environment Dynamic Monitoring and Remote Control of Greenhouse with ESP8266 NodeMCU," 2019 IEEE 3rd Information Technology, Networking, Electronic and Automation Control Conference (ITNEC), pp. 377-382, 2019, <https://doi.org/10.1109/ITNEC.2019.8729519>.
- [10] B. Schäfer and H. Stuckenschmidt, "Arrow R-CNN for Flowchart Recognition," 2019 International Conference on Document Analysis and Recognition Workshops (ICDARW), pp. 7-13, 2019, <https://doi.org/10.1109/ICDARW.2019.00007>.
- [11] V. Lakshmikantha, A. Hiriyanagowda, A. Manjunath, A. Patted, J. Basavaiah, and A. A. Anthony, "IoT based smart water quality monitoring system," Global Transitions Proceedings, vol. 2, no. 2, pp. 181-186. 2021, <https://doi.org/10.1016/j.gltip.2021.08.062>.
- [12] J. M. S. Waworundeng, M. A. T. Kalalo and D. P. Y. Lokollo, "A Prototype of Indoor Hazard Detection System using Sensors and IoT," 2020 2nd International Conference on Cybernetics and Intelligent System (ICORIS), pp. 1- 6, 2020, <https://doi.org/10.1109/ICORIS50180.2020.9320809>.

Referensi

- [13] L. -C. Kuo and C. -C. Tai, "Robust Image-Based Water-Level Estimation Using Single-Camera Monitoring," in IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, vol. 71, pp. 1-11, no. 5007611, 2022, <https://doi.org/10.1109/TIM.2022.3161691>.
- [14] F. Bandini et al., "Unmanned Aerial System (UAS) observations of water surface elevation in a small stream: Comparison of radar altimetry, LIDAR and photogrammetry techniques," Remote Sensing of Environment, vol. 237, p. 111487, 2020, <https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.111487>.
- [15] A. J. Moshayedi, A. S. Roy, L. Liao and S. Li, "Raspberry Pi SCADA Zonal based System for Agricultural Plant Monitoring," 2019 6th International Conference on Information Science and Control Engineering (ICISCE), Shanghai, China, 2019, pp. 427-433, 2019, <https://doi.org/10.1109/ICISCE48695.2019.00092>.
- [16] A. M. R. Ulil, S. Sukaridhoto, A. Tjahjono, and D. K. Basuki, "The vehicle as a mobile sensor network base IoT and big data for pothole detection caused by flood disaster," In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, vol. 239, no. 1, p. 012034, 2019, <https://doi.org/10.1088/1755-1315/239/1/012034>.

Referensi

- [17] C. E. Medina-Ortega, M. A. Patiño-Noguera, J. Revelo-Fuelagán, and J. E. Candelo-Becerra, "Programmable Electronic Load Prototype for the Power Quality Analysis of an Experimental Microgrid," *Sustainability*, vol. 14, no. 18, p. 11258, 2022, <https://doi.org/10.3390/su141811258>.
- [18] Y. Gong, X. Cheng, Z. Wu, Y. Liu, P. Yu and X. Hu, "A Flexible Tactile Sensor Array for Dynamic Triaxial Force Measurement Based on Aligned Piezoresistive Nanofibers," in *IEEE Sensors Journal*, vol. 21, no. 19, pp. 21989- 21998, 2021, <https://doi.org/10.1109/JSEN.2021.3103781>.
- [19] T. P. F. Bento, C. V. dos Santos Genebra, N. M. Maciel, G. P. Cornelio, S. F. A. P. Simeão, and A. de Vitta, "Low back pain and some associated factors: is there any difference between genders?. *Brazilian journal of physical therapy*, vol. 24(1), 79-87, 2020, <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2019.01.012>.
- [20] Shiri, R., Falah-Hassani, K., Heliövaara, M., Solovieva, S., Amiri, S., Lallukka, T., ... & Viikari-Juntura, E. (2019). Risk factors for low back pain: a Population-Based longitudinal study. *Arthritis care & research*, 71(2), 290-299, 2019, <https://doi.org/10.1002/acr.23710>.

