

Penerapan Algoritma Fuzzy Logic Mamdani pada Sistem Pelurusan Shaf Cerdas Berbasis Arduino Uno R3

¹Qosyifa, ²Mhd. Zulfansyuri Siambaton, ³Syahwin

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sumatera Utara
Jl. Sisingamangaraja, Teladan, Medan, Sumatera Utara, Indonesia

qosyifaselian@gmail.com, zulfansyuri@ft.uisu.ac.id, syahwin@fkip.uisu.ac.id

Penulis Korespondensi

Diajukan : 01/07/2022

Diterima : 07/07/2022

Dipublikasi : 01/08/2022

ABSTRAK

Teknologi ialah ilmu pengetahuan yang mempelajari tentang keterampilan dalam menciptakan alat hingga metode pengolahan guna membantu menyelesaikan berbagai pekerjaan manusia dan juga mempermudah pekerjaan secara sistematis dan praktis, Tak dapat dipungkiri pula berpengaruh pada dikegiatan peribadatan, seperti penentu arah kiblat, dalam peribadatan sholat berjama'ah ada ketentuan tentang pelurusan shaf dalam sholat. Telah dibuat sistem penerapan logika *Fuzzy* dan metode mamdani untuk pelurusan shaf sholat jama'ah. Logika *Fuzzy* dipergunakan untuk memudahkan konsep pelurusan shaf secara sistematis dan mudah dimengerti pada masing-masing shaf, yaitu rapat dan juga lurus nya shaf. Metode *mamdani* akan menghasilkan solusi yang diharapkan dapat mendekati hasil yang di inginkan. Operasi Algoritma tersebut mengolah data status lurus atau tidaknya shaf. Dan digunakan pula sensor *photodiode* untuk menangkap sinyal dari cahaya laser. Sistem pelurusan shaf berbasis Arduino-Uno R3 ini dibuat melalui beberapa tahapan proses yang meliputi: (1) menganalisa kebutuhan komponen sistem pelurusan shaf berbasis Arduino-Uno R3. (2) mendesain rancangan sistem pelurusan shaf berbasis Arduino-Uno R3, (3) merakit komponen sistem pelurusan shaf Arduino-Uno R3, (4) melakukan proses pengujian sistem pelurusan shaf berbasis Arduino-Uno R3 Hasil dari pembuatan sistem pelurusan shaf berbasis Arduino-Uno R3 sesuai dengan rancangan.

Kata Kunci : Pelurusan Shaf, Logika *Fuzzy*, Metode *mamdani*, Sensor *Photodiode*, Arduino uno R3

I. PENDAHULUAN

Teknologi ialah ilmu pengetahuan yang mempelajari tentang keterampilan dalam menciptakan alat hingga metode pengolahan guna membantu menyelesaikan berbagai pekerjaan manusia dan juga mempermudah pekerjaan secara sistematis dan praktis. Kemajuan teknologi saat ini tidak bisa dipisahkan dari kehidupan masyarakat, berbagai informasi yang terjadi di berbagai belahan dunia kini telah dapat langsung kita ketahui berkat kemajuan teknologi (globalisasi). Tak dapat dipungkiri pula berpengaruh pada dikegiatan peribadatan, seperti penentu arah kiblat, dalam peribadatan sholat berjama'ah ada ketentuan tentang pelurusan shaf dalam sholat. Rosulullah memerintahkan para jama'ah shalatnya untuk meluruskan shaf, menutup celah dalam shaf, bahkan Rosulullah mengatur sendiri untuk merapatkan shaf. Hal itu demi kesempurnaan shalat jama'ah dan agar tak diganggu setan yang hadir di sela-sela barisan. Pada dasarnya hukum meluruskan dan merapatkan shaf dalam shalat berjama'ah adalah sunnah yang sangat di anjurkan malah ada ulama yang mengatakan wajib, artinya apabila dikerjakan akan mendapat pahala, dan apabila ditinggalkan tidak berdosa, Karena beliau turun langsung untuk mengatur shaf dan selalu

menganjurkan agar shaf harus diluruskan (Syarbini, 2021). Sering terjadi pada pelurusan shaf sholat berjamaah masih tidak lurus dengan demikian perlu dibuat alat bantu untuk memudahkan pelurusan shaf. Dalam penelitian ini akan di buat suatu penerapan Algoritma *Fuzzy logic* dengan Metode *mamdani* untuk pelurusan shaf sholat jama'ah. Sistem ini dibuat untuk memudahkan para jama'ah dalam merapikan barisan shaf sholatnya. Untuk pelurusan shaf menggunakan *Photodiode* untuk mendeteksi cahaya laser pada alat ini, apakah shaf sudah lurus atau tidak. Berdasarkan permasalahan tersebut penulis tertarik untuk membuat penelitian yang berjudul "Penerapan Algoritma *Fuzzy Logic* Mamdani Pada Sistem Pelurusan Shaf Cerdas Berbasis Arduino Uno R3"

II. STUDI LITERATUR

Pengertian *Fuzzy Logic*

Dalam Bahasa Inggris, *Fuzzy* Mempunyai Arti Kabur Atau Tidak Jelas. Jadi, LOGIKA *Fuzzy* Adalah Logika Yang Kabur, Atau Mengandung Unsur Ketidakpastian. Pada Logika Biasa, Yaitu Logika Tegas, Kita Hanya Mengetahui Dua Nilai, Salah Atau Benar, 0 Atau 1. Sedangkan Logika *Fuzzy* Mengetahui Nilai Antara Benar Dan Salah. Kebenaran Dalam Logika *Fuzzy* Dapat Dinyatakan Dalam Derajat Kebenaran Yang Nilainya Antara 0 Sampai 1. Misalnya Dalam Kehidupan Sehari-Hari, Dewasa Didefinisikan Dengan Berusia 17 Tahun Ke Atas. Jika Menggunakan Logika Tegas, Seseorang Yang Berusia 17 Tahun Kurang 1 Hari Akan Didefinisikan Sebagai Tidak Dewasa. Namun Dalam Logika *Fuzzy*, Orang Tersebut Dapat Dinyatakan Dengan Hampir Dewasa. (Saelan, 2009).

Metode Mamdani

Metode *mamdani* sering juga dikenal dengan nama Metode Max-Min. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Untuk mendapatkan output, diperlukan 4 tahapan: (Kusumadewi, 2004)

1. Pembentukan himpunan *fuzzy*.
2. Aplikasi fungsi implikasi (aturan).
3. Komposisi aturan.
4. Penegasan (*defuzzy*).

1. Pembentukan himpunan *fuzzy*

Pada Metode Mamdani, baik variabel input maupun variabel *output* dibagi menjadi satu atau lebih himpunan *fuzzy*.

2. Aplikasi fungsi implikasi

Pada Metode *Mamdani*, fungsi implikasi yang digunakan adalah Min.

$$\mu_{sf} xi, \mu_{kf} xi \quad (1)$$

3. Komposisi Aturan

Metode yang digunakan yaitu metode *max* (*maximum*). Secara umum, dapat dituliskan:

$$\mu_{sf} xi = \max \mu_{sf} xi, \mu_{kf} xi \quad (2)$$

dengan:

$\mu_{sf} xi$ = nilai keanggotaan solusi *fuzzy* sampai aturan ke-i.

$\mu_{kf} [xi]$ = nilai keanggotaan konsekuen *fuzzy* aturan ke-i.

4. Penegasan (*defuzzy*)

Input dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan *fuzzy*, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan *fuzzy* tersebut. Sehingga jika diberikan suatu himpunan *fuzzy* dalam range tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai *crisp* tertentu sebagai output. Ada beberapa metode defuzzifikasi pada komposisi aturan mamdani, antara lain:

a. Metode *Centroid* (*Composite Moment*)

Pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil titik pusat (z^*) daerah *fuzzy*,

$$\text{Untuk variabel kontiniu } z^* = \frac{\int_b^a z \cdot \mu(z) \cdot dz}{\int_b^a \mu(z) \cdot dz} \quad (2.3)$$

$$\text{Untuk variabel diskrit } z^* = \sum_i^n = 1$$

b. Metode *Bisektor*

Pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai pada domain *fuzzy* yang memiliki nilai keanggotaan separo dari jumlah total nilai keanggotaan pada daerah *fuzzy*.

Secara umum dituliskan pada persamaan berikut :

$$\int_{\alpha}^{zBOA} \mu(z) dz = \int_{zBOA}^{\beta} \mu(z) dz$$

Dimana:

$$\alpha = \min\{z \mid z \in Z\}$$

$$\beta = \max\{z \mid z \in Z\}$$

(2.4)

c. Metode *Mean of Maximum (MOM)*

Pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai rata-rata domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

d. Metode *Largest of Maximum (LOM)*

Pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai terbesar dari domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum

e. Metode *Smallest of Maximum (SOM)*

Pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai terkecil dari domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

Arduino Uno R3

Arduino Uno R3 adalah jenis Arduino UNO yang di keluarkan pada tahun 2011, terdiri dari revisi yang ketiga Mikrokontroler yang digunakan adalah Atmega328. Arduino Uno adalah sistem punarupa elektronika (*electronic prototyping platform*) berbasis *open-source* yang fleksibel dan mudah digunakan baik dari sisi perangkat keras/*hardware* maupun perangkat lunak/*software*. Di luar itu, kekuatan utama arduino adalah jumlah pemakai yang sangat banyak sehingga tersedia pustaka kode program (*code library*) maupun modul pendukung (*hardware support modules*) dalam jumlah yang sangat banyak. Hal ini memudahkan para pemula untuk mengenal dunia Mikrokontroler. Arduino didefinisikan sebagai sebuah *platform* elektronik yang *open source*, berbasis pada *software* dan *hardware* yang fleksibel dan mudah digunakan, yang ditujukan untuk seniman, desainer, *hobbies* dan setiap orang yang tertarik dalam membuat sebuah objek atau lingkungan yang interaktif (Artanto, 2012)

Hardware Arduino

Papan arduino dapat mengambil daya dari USB *port* pada komputer dengan menggunakan USB *charger* atau dapat pula mengambil daya dengan menggunakan suatu AC *adapter* dengan tegangan 9 volt. Jika tidak terdapat *power supply* yang melalui AC *adapter*, maka papan arduino akan kembali mengambil daya dari USB *port*. Tetapi apabila diberikan daya melalui AC *adapter* secara bersamaan dengan USB *port* maka papan arduino akan mengambil daya melalui AC *adapter* secara otomatis (Istiyanto, 2014)

Sensor

Sensor adalah sesuatu yang digunakan untuk mendeteksi adanya perubahan lingkungan fisik atau kimia. Variable keluaran dari sensor yang diubah menjadi besaran listrik disebut transduser. Pada

saat ini, sensor telah dibuat dengan ukuran sangat kecil dengan orde nanometer. Ukuran yang sangat kecil ini sangat memudahkan pemakaian dan menghemat energi (SN, 2015)

Power Supply

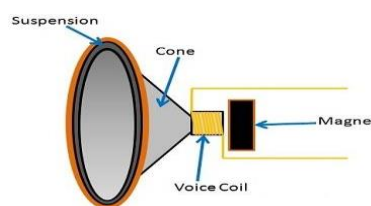
Power supply adalah salah satu komponen perangkat keras yang berperan sebagai penyedia listrik dan daya yang digunakan untuk menyalakan komputer dan perangkat lainnya. *Tool power supply* ini mengubah arus listrik yang ditarik dari sumber listrik seperti stop kontak, baterai atau *generator* dan meneruskan daya tersebut ke perangkat yang terhubung. Selain itu, *power supply* yang terkadang disingkat PS, P/S, atau PSU ini juga mengatur tegangan dan yang mengalir ke perangkat untuk mencegah *overheating* atau panas berlebih. (Amera, 2021)

Laser Diode

Laser Diode adalah komponen semikonduktor yang dapat menghasilkan radiasi koheren yang dapat dilihat oleh mata ataupun dalam bentuk spektrum infra merah (*Infrared/IR*) ketika dialiri arus listrik. Yang dimaksud dengan Radiasi Koheren adalah radiasi semua gelombang berasal dari satu sumber yang sama dan berada pada frekuensi dan fasa yang sama juga. Kata LASER merupakan singkatan dari *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation* yang artinya adalah mekanisme dari suatu alat yang memancarkan radiasi *elektromagnetik* melalui proses pancaran terstimulasi. Radiasi *Elektromagnetik* tersebut ada yang dapat dilihat oleh mata normal, ada juga yang tidak dapat dilihat. Panjang Gelombang (*Wavelength*) terlihat yang terbuat dari *GaAs* Dioda Laser pertama kali diperkenalkan oleh Nick Holonyak Jr yaitu seorang Ilmuwan yang bekerja di *General Electric* pada tahun 1962. Pada dasarnya, Dioda Laser hanyalah salah satu jenis perangkat ataupun teknologi yang dapat menghasilkan sinar Laser. Jenis-jenis perangkat ataupun Teknologi lainnya yang dapat menghasilkan sinar Laser diantaranya adalah *Solid-state Laser*, *Laser Gas*, *Laser Excimer* dan *Dye Laser*. (Saputro, 2020; Darwis, 2020)

Speaker

Speaker (Pengeras suara) adalah *transduser* yang mengubah sinyal elektrik ke frekuensi audio (suara) dengan cara menggetarkan komponennya yang berbentuk membran untuk menggetarkan udara sehingga terjadilah gelombang suara sampai di kantung telinga kita dan dapat kita dengar sebagai suara. (Supriyatno, 2017)



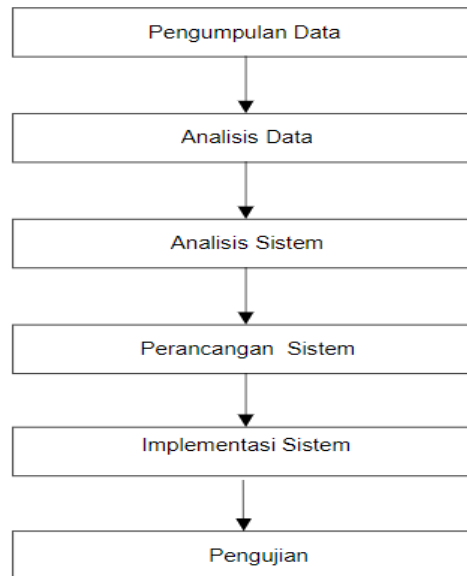
Gambar 1. Struktur Dasar Speaker.

III. METODE

Metode Penelitian

Metode penelitian dalam hal ini melakukan percobaan dan penyesuaian *hardware* dan *software* yang akan digunakan dalam pembuatan alat pelurusan shaf, kamus besar bahasa Indonesia metode memiliki pengertian yaitu “Keteraturan cara yang di pakai untuk menjalankan sebuah kegiatan dengan tujuan tercapainya sebuah yang dikehendaki, atau proses kerja sistem untuk

membantu pelaksanaan sebuah pekerjaan untuk tujuan tertentu agak tercapai. Pada dasarnya metode penelitian merupakan suatu upaya ilmiah dalam memperoleh data dengan maksud dan kegunaan tertentu. Cara ilmiah, data, tujuan, dan kegunaan atau manfaat merupakan empat kunci yang perlu di perhatikan dalam metode penelitian.



Gambar 2. Kerangka Kerja

Pada kerangka kerja penelitian ini akan diuraikan berdasarkan gambar di atas.

1. Pengumpulan Data kerangka kerja ini dimulai dari pengumpulan data, yang terdiri dari penelitian perpustakaan (*library research*), penelitian lapangan (*field research*), dan penelitian laboratorium (*laboratory research*).
2. Analisis Data setelah pengumpulan data diatas selesai selanjutnya dilakukan analisis terhadap data. Hal ini bertujuan untuk melakukan pengelompokan terhadap data tersebut sehingga akan memudahkan penulis di dalam melakukan analisis berikutnya.
3. Analisis Sistem setelah analisis data dilakukan, maka kerangka penelitian berikutnya yaitu merumuskan masalah dan Menetapkan variabel-variabel.
4. Perancangan Sistem tahap ini membahas tentang perancangan dari model sistem dengan menentukan rancangan.
5. Implementasi yaitu sistem tahapan berikutnya yang akan dilakukan di dalam penelitian adalah melakukan implementasi dari sistem yang telah dirancang.
6. Pengujian yaitu pada tahap pengujian ini dijelaskan tentang bagaimana hasil tahapan proses penentu rancangan alat pelurusan shaf , sehingga kesalahan Pengumpulan Data Analisis Sistem Perancangan Sistem Implementasi Sistem Pengujian dari sistem dapat diminimalisasi atau bahkan dihilangkan. Pengujian sistem ini dilakukan untuk mendapatkan hasil yang akurat.

Metode Pengumpulan Data

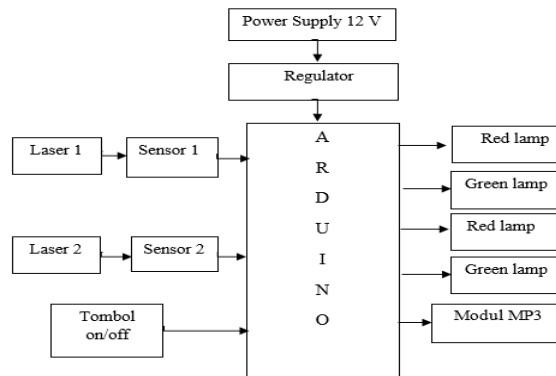
Metode eksperimen menjadi metode pengumpulan data yang di gunakan pada penelitian ini di mana peneliti mengalami dan melakukan percobaan sendiri sesuatu yang di pelajari. Metode eksperimen dalam proses penelitian ini seperti, kesempatan yang di berikan untuk mengalami sendiri atau melakukan sendiri, menjalankan suatu proses, mengamati suatu keadaan dan proses suatu objek. Hal ini menuntut penulis untuk merasakan sendiri, memecahkan kebenaran, atau mencoba menemukan suatu dalil atau hukum, dan dari proses yang telah di alami peneliti dapat menarik kesimpulannya. Dapat menggunakan desain eksperimen karena variabel dapat ditentukan dan variabel lain yang tidak digunakan dapat dikontrol dengan ketat.

Teknik Pengumpulan Data

Adapun tujuan penelitian yaitu menjawab rumusan masalah dalam penelitian dan dalam menjawabnya dibutuhkan informasi atau data yang di dapat dari tahap pengumpulan data. Teknik pengumpulan data yang di gunakan dalam penelitian ini. Refrensi buku dan *literature* yang sejenis dan berkaitan dengan penelitian ini menjadi faktor pendukung dalam proses penelitian. Pelaksanaan metode kepustakaan bisa di lakukan dengan mempelajari buku-buku, bahan dan sumber-sumber tertulis lainnya yang terkait dengan masalah yang di teliti.

Blok Diagram Perangkat Keras Sitem Kerja Pelurusan Shaf Sholat

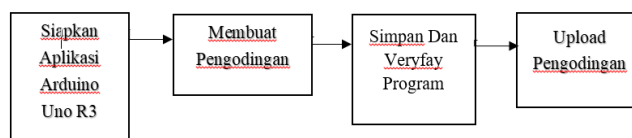
Pada skema dibawah laser akan memantulkan cahaya kemudian sensor *photodiode* akan menerima sinyal cahaya kemudian sinyal tersebut akan diproses kembali ke Arduino-Uno R3, Arduino-Uno R3 sebagai *mikrokontroler* yang akan memberi perintah lampu dan *output* suara. Sensor *photodiode* akan mendeteksi kelurusan shaf yang di pantulkan oleh laser untuk memberi informasi kepada jama'ah dengan *output* suara. Modul *Mp3* akan menyimpan lalu suara akan keluar dengan alat pengeras suara yaitu *speaker*.



Gambar 3. Blok Diagram Perangkat Keras Sitem Kerja Pelurusan Shaf Sholat

Blok Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak dengan menyiapkan aplikasi arduino uno IDE lalu membuat pengodingan lalu *verify* program dan selanjutnya di *upload* pengodingan program.



Gambar 4. Blok Perancangan Perangkat Lunak

Optimasi Menggunakan *Fuzzy Mamdani*

Ada 2 variabel *fuzzy* yang digunakan, yaitu:

1. Jarak jama'ah pada garis lintasan adalah jarak patokan sinyal laser yang diterima oleh sensor photodiode, yang terdiri dari 3 himpunan *fuzzy*, yaitu: DEKAT, SEDANG dan JAUH.

Tabel 1. Variabel Jarak

No	Himpunan	Nilai
----	----------	-------

1.	Dekat	0-10 mm
2.	Sedang	5-15 mm
3.	Jauh	10-20 mm

2. Output yang berupa intensitas cahaya, yang terdiri dari 3 himpunan *fuzzy*, yaitu: GELAP, REDUP dan TERANG.

Tabel 2. Variabel Intensitas Cahaya

No	Himpunan	Nilai
1.	Gelap	0-50 %
2.	Redup	50-70%
3.	Terang	60-100%

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah Arduino-Uno R3 di program dengan *software*, kemudian di rakit dengan cara menancapkan pin-pin arduino dengan Sensor *Photodiode*, laser, dan *LED* sesuai dengan tabel di bawah ini:

Tabel 3. Penancapan Pin-Pin Arduino-Uno R3

Pin Arduino Uno R3	Keterangan
A0	<i>Sensor photodiode 1</i>
A1	<i>Sensor photodiode 2</i>
4	LedR1
5	LedR2
6	LedG1
7	LedG2

Tabel 4. Hasil Uji sensor pelurusan shaf sholat berjama'ah

Pengujian	Jarak (mm)	Cahaya yang diterima oleh photodiode			Status
		Terang	Redup	Gelap	
1	5	✓	-	-	Lurus
2	7	✓	-	-	Lurus
3	10	✓	-	-	Lurus
4	12	-	✓	-	Tidak Lurus

5	15	-	-	✓	Tidak Lurus
6	20	-	-	✓	Tidak Lurus

Setelah dilakukan uji fungsional pada indikator sistem pelurusan shaf berbasis Arduino-Uno R3, hasilnya menyatakan bahwa sistem indikator pelurusan shaf berhasil membuat yang diinginkan



Gambar 5. Hasil Pengujian Alat

V. KESIMPULAN

Setelah selesai mengerjakan penelitian dengan judul “Penerapan Algoritma *Fuzzy Logic Mamdani* Pada Sistem Pelurusan Shaf Cerdas Berbasis Arduino Uno R3” sampai dengan akhir penyusunan ini maka dapat diambil beberapa kesimpulan seperti pembuatan sistem Pelurusan Shaf Cerdas Berbasis Arduino Uno R3.

1. Pengaturan dapat di anggap lurus berdasarkan hasil tabel hasil uji sensor pelurusan shaf sholat berjama’ah dan di jalan kan dengan output suara
2. Proses pengujian kinerja dari sistem indikator pelurusan shaf berbasis Arduino-UnoR3 ini berpatokan dengan tumit kaki, maka sensor mengetahui jika tumit kaki lewat dari garis jarak shaf.

VI. REFERENSI

- Amera P. Safira. (2021). “Apa Itu Power Supply? Pengertian, Jenis, & Komponennya”. <https://www.goldenfast.net/blog/apa-itu-power-supply/> Diakses Pada 1 Maret 2022 Pukul 10.27
- Artanto. (2012). Belajar cepat mikrokontroller. Jakarta. Erlangga.
- Azmi, F. FawwaZ, I. Muhathir. Dharshinni N, P (2019). “Rancang Bangun Water Level Detection Dengan Sensor Ultrasonik Berbasis Fuzzy Logic”. Journal of Informatics and Telecommunication Engineering. 2019
- Bilshop, Owen. 2004. “Dasar-dasar Elektronika”, terj. Irzam Harmein. Jakarta: Erlangga
- Djuandi, Feri. 2011. Pengenalan Arduino. Jakarta: Penerbit Elexmedia

- Grace,D,. Tanciga, M. S., Nurdin, N. (). Sistem Informasi Letak Geografis Penentuan Jalur Tercepat Rumah Sakit Di Kota Palu Menggunakan Algoritma Greedy Berbasis Web. Jurnal elektronik sistem informasi dan komputer. Hal. 59-76
- Hidayat, R. (2010). Sistem Cerdas Untuk Memprediksi Chords Gitar Dari Lagu Mp3 Dengan Metode Mel-Frequency Cepstral Coefficients. Paradigma. Vol. Xii. No. 1
- Imam Syarbini. Hukum Merenggangkan Shaf Dalam Shalat Berjamaa'ah Saat Pandemi Covid 19. Jurnal Hukum Islam (2021)
- Istiyanto,jazi Eko.2014.Pengantar Elektronika dan Istrumentasi Pendekatan Project Arduino dan Android.Yogyakarta : Penerbit Andi.
- Kusumadewi, S, & Purnomo, H. (2004). "Aplikasi logika fuzzy untuk pendukung Keputusan". Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Nanda M. (2017). "Pembuatan Sistem Indikator Parkir Berbasis Arduino-Uno R3pada Mobil Barang'13". Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
- Rusady, M. & Itang. (2015). Rancang bangun sistem mobile robot pendeteksi objek berbasis raspberry pi b+. Other thesis, Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Saelan, A. (2009) "Logika Fuzzy" Makalah If2091 Struktur Diskrit" Institut Teknologi Bandung
- Saputro, A.E., Darwis, M. (2020). "Rancang Bangun Mesin Laser Engraver and Cutter Untuk Membuat Kemasan Modul Praktikum Berbahan Akrilik". Undip E-Journal System 2020 vol 2 (1). Hal 40-50
- Setiawan, Mega, M. & Hendriyawan, A. M. S (2019) "Rancang Bangun Sistem Kendali Kompor Pintar Berbasis Aplikasi Google Assistant Menggunakan Metode Voice Recognition". Tugas Akhir thesis, University of Technology Yogyakarta.
- Setyaningsih, E. Prastiyanto, D. Suryono (2017). "Penggunaan Sensor Photodioda sebagai Sistem Deteksi Api pada Wahana Terbang Vertical Take-Off Landing (VTOL) Penggunaan Sensor Photodioda sebagai Sistem Deteksi Api pada Wahana Terbang Vertical Take-Off Landing (VTOL)". Jurnal Teknik Elektro Vol. 9 No. 2. 2017
- Supriyatno, E. Siswanto. (2017). "Pemodelan Sistem Audio Secara Wireless Transmitter Menggunakan Laser Pointer" Jurnal Teknologi Elektro, Universitas Mercu Buana. Vol 8, no 1, 2017.
- Srf (Sonar Range Finder) Pada Robot Webcam Berbasis Android. Politeknik Negeri Sriwijaya, 5–37.
- Syahwil, M., 2013. Panduan Mudah Simulasi dan Praktik Mikrokontroler Arduino. I ed. Yogyakarta: Andi.
- Wijaya.SN, & Okta. (2015). Kendali Motor Dc Menggunakan Sensor