

Implementasi Sensor MPU6050 Menggunakan Komunikasi Serial I²C

Ahmad Amirrudin¹, Sigit Doni Ramdan²

¹Teknik Elektro

²Teknik Elektro

*) ahmadamiruddintkj2@gmail.com

Abstrak

Saat ini banyak muncul produk dari berbagai vendor penyedia layanan IOT di dunia. Produk yang dimaksud di sini yaitu sensor dan Modul Komunikasi. Sensor adalah perangkat yang berfungsi untuk merasakan suatu kondisi dan dapat memberikan nilai dari kondisi tersebut. Modul Komunikasi adalah perangkat yang berfungsi agar dua atau lebih mikrokontroler seperti Arduino dapat berkomunikasi. Berbagai sensor dan Modul Komunikasi dari setiap vendor memiliki konfigurasi sendiri dan juga cara berkomunikasinya sendiri. Sedangkan pengguna memiliki berbagai macam kebutuhan yang terkadang mengharuskan untuk menggabungkan berbagai macam perangkat tersebut. Maka dari itu dibutuhkan cara menghubungkan berbagai sensor dan Modul Komunikasi agar selaras pada satu modul, yaitu Modul Antarmuka sehingga mudah dalam penggunaannya.

Kata Kunci: IMU Sensor, *Gyroscope*, I2C, Mikrokontroler, Komunikasi Serial

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi robotika telah membuat kualitas kehidupan manusia semakin tinggi saat ini perkembangan teknologi robotika telah mampu meningkatkan kualitas maupun kuantitas, baik ditinjau dari segi Produksi (Production), Ilmu kedokteran (Medicine), Pendidikan (Education), Hiburan (Entertainment), dan Perlombaan (Competition). (Setiawan et al., 2021), (Jayadi et al., 2021), (Adhinata et al., 2021)

Dalam dunia IOT erat hubungannya antara Microcontroller, perangkat sensor, dan Modul Komunikasi yang saling terkoneksi untuk digunakan dalam suatu tujuan tertentu, yang biasa dipakai dalam pengaplikasian Wireless Sensor Network (WSN). WSN adalah suatu jaringan yang memanfaatkan sensor untuk memonitor kondisilingkungan sekitar. Contoh dari WSN adalah alarm kebakaran di hutan, penyiraman otomatis di kebun, monitoring keadaan gunung berapi, dan lainnya sebagainya. (Wijayanto et al., 2021), (Wibowo & Priandika, 2021), (Isnain et al., 2021) Perangkat sensor merupakan perangkat yang digunakan untuk mensensing suatu kondisi agar bisa mendapatkan nilai tertentu untuk digunakan dalam pertimbangan atau perhitungan dalam microcontroller dengan parameter tertentu untuk menyimpulkan suatu kondisi serta mengendalikannya melalui program. (Sindangpt & Djaya, 2019), (Tansir et al., 2021), (Bangun et al., 2018)

Modul Komunikasi digunakan untuk mengirimkan informasi atau data antar perangkat sensor tersebut atau juga ke microcontroller sebagai pemroses informasi. I2C merupakan

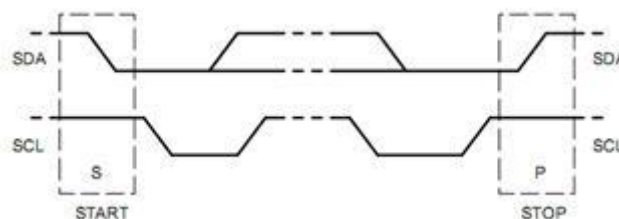
suatu sistem yang dikembangkan oleh Philips semikonduktor. untuk mempermudah interkoneksi antara Chip, peripheral dan bagian-bagian dalam sistem embeded.(Amarudin et al., 2020), (Dita et al., 2021a), (Dita et al., 2021b) Komunikasi I²C menggunakan Serial Data Line (SDA) dan Serial Clock Line (SCL) secara bidirectional line. Transfer data pada protokol I²C berdasarkan keadaan sinyal. Berdasarkan masalah diatas penulis melakukan perancangan sistem Wireless Sensor Network untuk meningkatkan kinerja pengiriman data serta menghindarkan dari tabrakan data atau data collision dengan MultiChannel sehingga hanya membutuhkan satu Gateway Node dengan menggunakan metode Serial Peripheral Interface dan I²C.(Suaidah, 2021), (Anantama et al., 2020), (Samsugi, Yusuf, et al., 2020)

KAJIAN PUSTAKA

Sub-bagian I

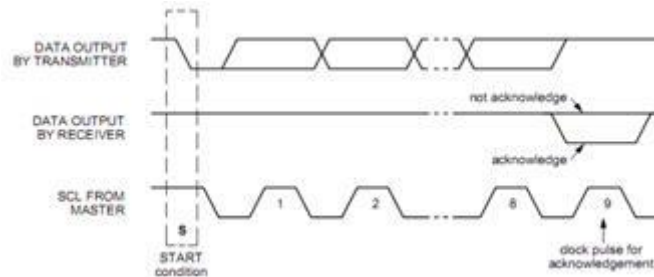
Inter Integrated Circuit atau sering disebut I²C adalah standar komunikasi serial dua arah menggunakan dua saluran yang didisain khusus untuk mengirim maupun menerima data. Sistem I²C terdiri dari saluran SCL (Serial Clock) dan SDA (Serial Data) yang membawa informasi data antara I²C dengan pengontrolnya.(Puspaningrum et al., 2020), (Titin Yulianti, Selamet Samsugi, Prio Agung Nugroho, 2015), (Sulastio et al., 2021) Piranti yang dihubungkan dengan sistem I²C Bus dapat dioperasikan sebagai Master dan Slave. Master adalah piranti yang memulai transfer data pada I²C Bus dengan membentuk sinyal Start, mengakhiri transfer data dengan membentuk sinyal Stop, dan membangkitkan sinyal clock. Slave adalah piranti yang dialamati master.(Rahmanto et al., 2021), (Riski et al., 2021), (Harahap et al., 2020)

Sinyal Start merupakan sinyal untuk memulai semua perintah, didefinisikan sebagai perubahan tegangan SDA dari "1" menjadi "0" pada saat SCL "1". Sinyal Stop merupakan sinyal untuk mengakhiri semua perintah, didefinisikan sebagai perubahan tegangan SDA dari "0" menjadi "1" pada saat SCL "1". Kondisi sinyal Start dan sinyal Stop seperti tampak pada Gambar 1.(Jupriyadi, 2018), (Borman et al., 2018), (Valentin et al., 2020)



Gambar 1. Kondisi sinyal *start* dan *stop*

Sinyal dasar yang lain dalam I²C Bus adalah sinyal acknowledge yang disimbolkan dengan ACK Setelah transfer data oleh *master* berhasil diterima slave, slave akan menjawabnya dengan mengirim sinyal acknowledge, yaitu dengan membuat SDA menjadi "0" selama siklus clock ke 9. Ini menunjukkan bahwa *Slave* telah menerima 8 bit data dari Master. Kondisi sinyal acknowledge seperti tampak pada Gambar 2.(Utama & Putri, 2018), (Riskiono et al., 2016), (Rahmanto et al., 2020)



Gambar 2. Sinyal ACK dan NACK

METODE

Tahapan penelitian dilakukan adalah pertama Studi pustaka. Pada tahapan ini, studi literatur terhadap penelitian-penelitian yang telah dilakukan oleh penelitian sebelumnya, dianalisis secara kritis untuk menentukan gap penelitian, kedua merumuskan pokok masalah berdasarkan hasil kajian literatur, maka dapat ditentukan gap permasalahan yang ada untuk diselesaikan dalam penelitian ini sehingga tujuan penelitian dapat ditentukan, ketiga adalah perancangan perangkat keras dengan drone DJI Tello dan perangkat lunak Sketch arduino dann Phyton.(Wajiran et al., 2020), (Riskiono & Pasha, 2020), (Samsugi et al., 2018) Keempat adalah Pengujian alat terhadap hasil parameter akurasi sudut gerak drone yang didapatkan dari input gerak tangan yang diberikan, dilakukan dengan cara menentukan sudut dengan mengukur sudut MPU6050 yang dilakukan dengan menggunakan busur derajat. Setelah dilakukan pengujian didapat hasil berupa jumlah pengujian yang benar pada saat sistem mendeteksi sudut. Hasil dari pengujian ini akan ditampilkan pada grafik dan Pengujian Ketepatan Pergerakan. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi hand gesture yang dilakukan oleh pengguna dan hubungannya dengan pergerakan drone dengan batasan sudut yang diberikan $0^{\circ} - 90^{\circ}$ dengan melakukan pengujian sebanyak 5 kali setiap sudut gerak terhadap hand gesture pengguna. Kelima adalah analisis terhadap akurasi sudut dan respon dari sensor gyroscope yang digunakan. Dalam hal ini akurasi dan kecepatan waktu pemrosesan menjadi konstrain yang diperhitungkan. Dengan tahapan perencanaan penelitian sebagai berikut. (Prasetyawan et al., 2021), (Samsugi & Wajiran, 2020), (Samsugi, Mardiyansyah, et al., 2020)

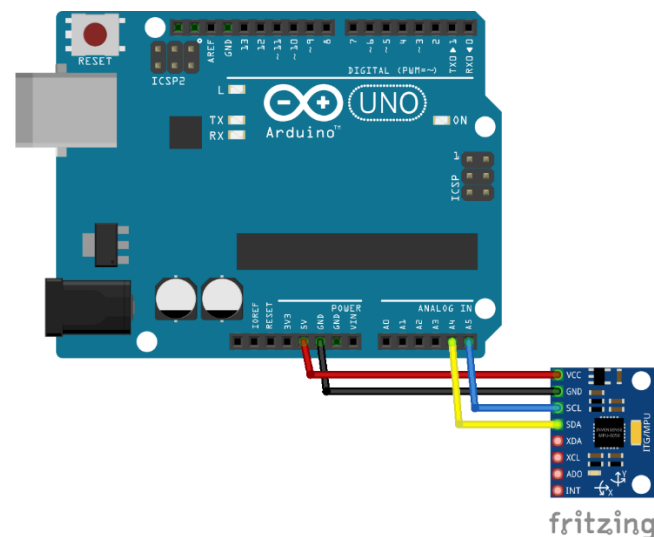
Pada sistem perangkat keras yaitu sistem sensor Gyroscope, Untuk mengakses sensor MPU6050, dibutuhkan komunikasi inter integrated Circuit (I2C) melalui saluran Serial Clock (SCL) dan Serial Data (SDA). Pada modul Arduino Uno saluran tersebut terdapat pada A4 dan A5 pada Analog. pada MPU6050 yang digunakan yaitu pin VCC dihubungkan dengan pin 5 V pada Arduino, Pin GND dihubungkan dengan pin GND pada Arduino, Pin SCL dihubungkan dengan pin A5, dan pin SDA dihubungkan dengan dengan pin A4 pada Arduino.(Samsugi et al., 2021), (Ahdan, Firmanto, et al., 2018), (Ahdan, Situmorang, et al., 2018)

System Metode pengujian dan evaluasi sistem yang akan digunakan adalah Hand Gesture . Hand Gesture sebagai perintah yang dideteksi oleh Gyroscope, Bagian tangan yang dideteksi yaitu bagian tangan sampai pergelangan tangan. Tabel 1 menjelaskan gerakan tangan sebagai kendali drone.(Ahdan et al., 2020) Perancangan hand gesture pada dasarnya memanfaatkan transformasi sudut dan perubahan percepatan tangan yang dideteksi oleh

sensor MPU6050 ketika tangan digerakan. Dalam mendeteksi transformasi sudut dibutuhkan nilai acuan sebagai pembanding. Nilai acuan tersebut didapatkan dari nilai sudut yang timbul karena adanya perputaran dengan acuan sumbu x dan y yaitu sudut roll, yaw dan Pitch.(Lestari et al., 2021), (Phelia et al., 2021), (Nurkholis & Susanto, 2020)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam tahapan implementasi Sensor MPU6050 Menggunakan Komunikasi Serial I2C, kontroler utama berupa IC ATMEGA328P yang dipasang menggunakan model komponen THT (Through Hole Technology) dan diprogram menggunakan aplikasi Arduino IDE. Sensor IMU sebagai sensor akselerasi dan gyroscope berbasis IC MPU6050 yang digunakan pada penelitian ini adalah modul GY-521 yang sudah terintegrasi dalam satu board module lengkap. Dalam hal ini pada IC kontrol utama tidak perlu dipasang resistor pull-up seperti pada umumnya komunikasi I2C.



Gambar 3. Wiring diagram modul GY-521

Hasil pembacaan data ditampilkan pada Serial Monitor pada aplikasi Arduino IDE. Pengaturan penataan tulisan pada serial monitor diatur sedemikian rupa sehingga data yang akan ditampilkan adalah data Roll dan Pitch dari sensor.

Tahap pengujian awal adalah mengambil data *sensor*. Pengujian ini dilakukan dan data di ambil menggunakan alamat register sensor yang terdapat pada *datasheet register map MPU6050*.

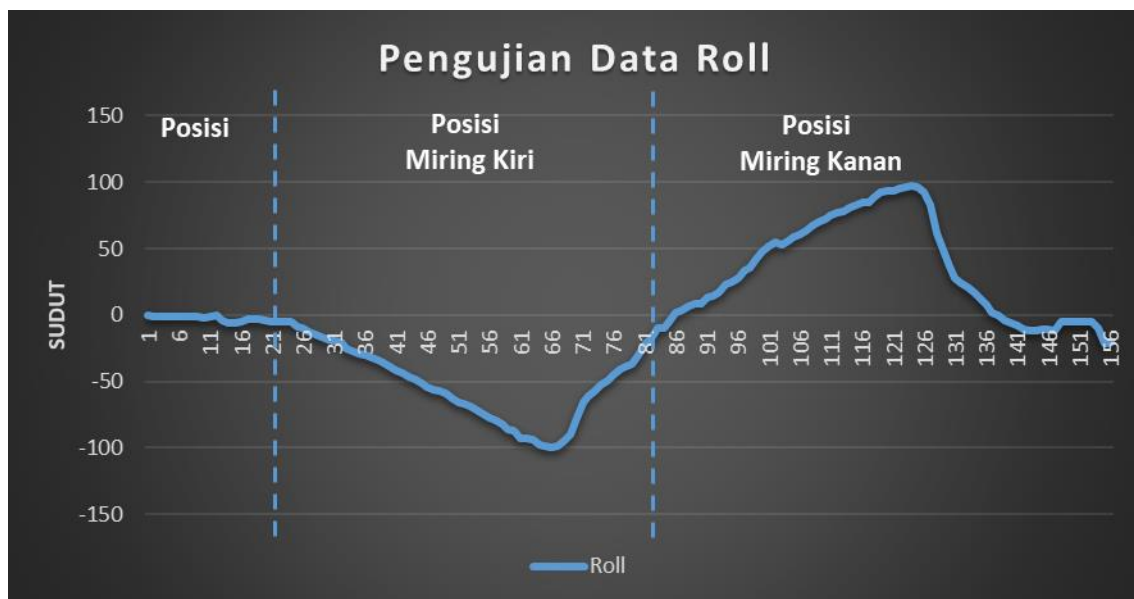
Tabel 1. Tabel Alamat Register Sensor Accelerometer

Register (Hex)	Register (Decimal)	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
3B	59	ACCEL_XOUT[15:8]							
3C	60	ACCEL_XOUT[7:0]							
3D	61	ACCEL_YOUT[15:8]							
3E	62	ACCEL_YOUT[7:0]							
3F	63	ACCEL_ZOUT[15:8]							
40	64	ACCEL_ZOUT[7:0]							

Tabel 2. Tabel Alamat Register Sensor Gyroscope

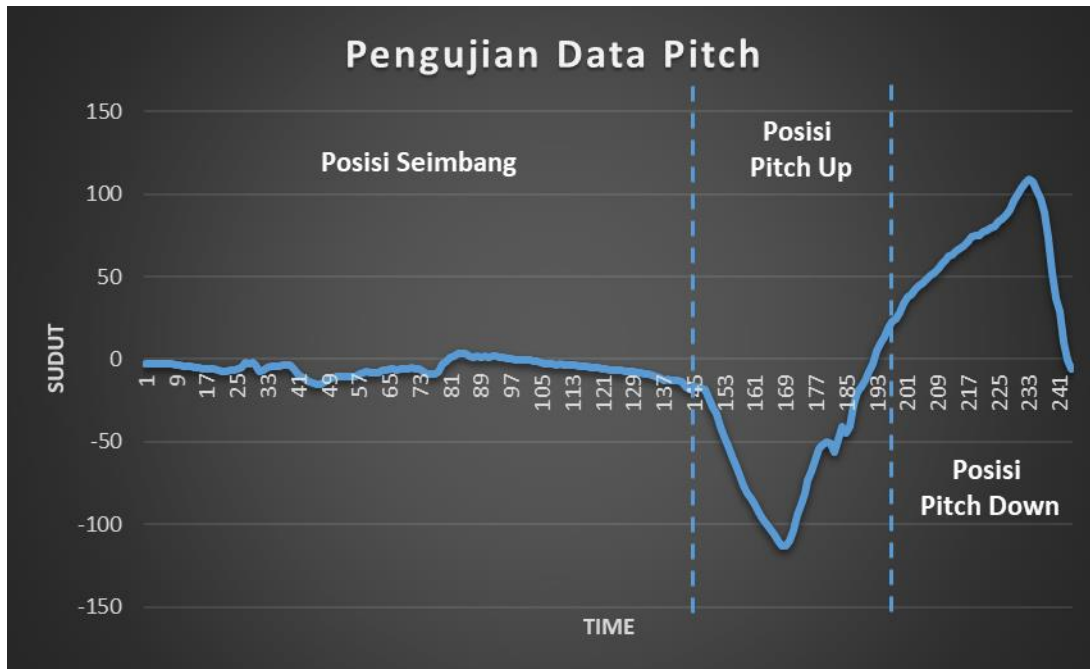
Register (Hex)	Register (Decimal)	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
43	67	GYRO_XOUT[15:8]							
44	68	GYRO_XOUT[7:0]							
45	69	GYRO_YOUT[15:8]							
46	70	GYRO_YOUT[7:0]							
47	71	GYRO_ZOUT[15:8]							
48	72	GYRO_ZOUT[7:0]							

Tahap akhir pengujian sensor IMU adalah keadaan sudut putar dan pergerakan sumbu x dan z sensor dalam Roll dan Pitch. Pengubahan data akselerometer dan gyroscope menjadi data Roll dan Pitch sebagai acuan posisi sensor.



Gambar 4. Pengujian Data Roll

Pengujian data roll dilakukan dengan memutar sensor searah poros x dari posisi tengah ke kiri sekitar 90° lalu ke kanan sebesar 90° juga. Pada tahap ini sensor sudah cukup baik membaca sudut roll. Pengujian selanjutnya adalah data Pitch.



Gambar 5. Pengujian Data Pitch

Pengujian data pitch dilakukan dengan memutar sensor searah poros y dari posisi tengah ke atas sekitar 90° lalu ke bawah sebesar 90° juga. Pada tahap ini sensor sudah cukup baik membaca sudut roll.

SIMPULAN

Dari pengujian data yang diambil dinyatakan bahwa sensor IMU MPU6050 bekerja dengan baik dan memberikan performa maksimal dan cukup andal dengan menggunakan komunikasi serial I2C. Komunikasi serial I2C dapat digunakan dengan baik untuk mengakses data sensor MPU6050 pada modul GY-521.

REFERENSI

- Adhinata, F. D., Rakhmadani, D. P., Wibowo, M., & Jayadi, A. (2021). A Deep Learning Using DenseNet201 to Detect Masked or Non-masked Face. *JUITA: Jurnal Informatika*, 9(1), 115. <https://doi.org/10.30595/juita.v9i1.9624>
- Ahdan, S., Firmanto, O., & Ramadona, S. (2018). Rancang Bangun dan Analisis QoS (Quality of Service) Menggunakan Metode HTB (Hierarchical Token Bucket) pada RT/RW Net Perumahan Prasanti 2. *Jurnal Teknoinfo*, 12(2), 49–54.
- Ahdan, S., Priandika, A. T., Andhika, F., & Amalia, F. S. (2020). *PERANCANGAN MEDIA PEMBELAJARAN TEKNIK DASAR BOLA VOLI MENGGUNAKAN TEKNOLOGI AUGMENTED REALITY BERBASIS ANDROID LEARNING MEDIA FOR BASIC TECHNIQUES OF VOLLEYBALL USING ANDROID-BASED AUGMENTED REALITY TECHNOLOGY*.
- Ahdan, S., Situmorang, H., & Syambas, N. R. (2018). Effect of overhead flooding on NDN

forwarding strategies based on broadcast approach. *Proceeding of 2017 11th International Conference on Telecommunication Systems Services and Applications, TSSA 2017, 2018-Janua(October 2017), 1–4.* <https://doi.org/10.1109/TSSA.2017.8272907>

- Amarudin, A., Saputra, D. A., & Rubiyah, R. (2020). Rancang Bangun Alat Pemberi Pakan Ikan Menggunakan Mikrokontroler. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kendali dan Listrik, 1(1)*, 7–13.
- Anantama, A., Apriyantina, A., Samsugi, S., & Rossi, F. (2020). Alat Pantau Jumlah Pemakaian Daya Listrik Pada Alat Elektronik Berbasis Arduino UNO. *Jurnal Teknologi dan Sistem Tertanam, 1(1)*, 29–34.
- Bangun, R., Monitoring, S., Gunung, A., Krakatau, A., & Iot, B. (2018). *Rancang Bangun Sistem Monitoring Aktivitas Gunung Anak Krakatau Berbasis IoT. 31(1)*, 14–22.
- Borman, R. I., Syahputra, K., Jupriyadi, J., & Prasetyawan, P. (2018). Implementasi Internet Of Things pada Aplikasi Monitoring Kereta Api dengan Geolocation Information System. *Seminar Nasional Teknik Elektro, 2018*, 322–327.
- Dita, P. E. S., Al Fahrezi, A., Prasetyawan, P., & Amarudin, A. (2021a). Sistem Keamanan Pintu Menggunakan Sensor Sidik Jari Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO R3. *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer, 2(1)*, 121–135.
- Dita, P. E. S., Al Fahrezi, A., Prasetyawan, P., & Amarudin, A. (2021b). Sistem Keamanan Pintu Menggunakan Sensor Sidik Jari Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO R3. *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer, 2(1)*, 121–135.
- Harahap, A., Sucipto, A., & Jupriyadi, J. (2020). Pemanfaatan Augmented Reality (Ar) Pada Media Pembelajaran Pengenalan Komponen Elektronika Berbasis Android. *Jurnal Ilmiah Infrastruktur Teknologi Informasi, 1(1)*, 20–25.
- Isnain, A. R., Sintaro, S., & Ariany, F. (2021). *Penerapan Auto Pump Hand Sanitizer Berbasis Iot. 2(2)*, 63–71.
- Jayadi, A., Susanto, T., & Adhinata, F. D. (2021). Sistem Kendali Proporsional pada Robot Penghindar Halangan (Avoider) Pioneer P3-DX. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro, 20(1)*, 47. <https://doi.org/10.24843/mite.2021.v20i01.p05>
- Jupriyadi, J. (2018). Implementasi Seleksi Fitur Menggunakan Algoritma Fvbrm Untuk Klasifikasi Serangan Pada Intrusion Detection System (Ids). *Prosiding Semnastek*.
- Lestari, F., Susanto, T., & Kastamto, K. (2021). Pemanenan Ar Hujan Sebagai Penyediaan Air Bersih Pada Era New Normal Di Kelurahan Susunan Baru. *SELAPARANG Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan, 4(2)*, 427. <https://doi.org/10.31764/jpmb.v4i2.4447>
- Nurkholis, A., & Susanto, T. (2020). Rancangan Media Pembelajaran Hewan Purbakala Menggunakan Augmented Reality. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi), 4(5)*, 978–987.

- Phelia, A., Pramita, G., Susanto, T., Widodo, A., & Tina, A. (2021). *IMPLEMENTASI PROJECT BASE LEARNING DENGAN KONSEP ECO-GREEN DI. 5*, 670–675.
- Prasetyawan, P., Samsugi, S., & Prabowo, R. (2021). Internet of Thing Menggunakan Firebase dan Nodemcu untuk Helm Pintar. *Jurnal ELTIKOM: Jurnal Teknik Elektro, Teknologi Informasi dan Komputer*, 5(1), 32–39.
- Puspaningrum, A. S., Firdaus, F., Ahmad, I., & Anggono, H. (2020). Perancangan Alat Deteksi Kebocoran Gas Pada Perangkat Mobile Android Dengan Sensor Mq-2. *Jurnal Teknologi dan Sistem Tertanam*, 1(1), 1–10.
- Rahmanto, Y., Burlian, A., & Samsugi, S. (2021). SISTEM KENDALI OTOMATIS PADA AKUAPONIK BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNO R3. *Jurnal Teknologi dan Sistem Tertanam*, 2(1), 1–6.
- Rahmanto, Y., Rifaini, A., Samsugi, S., & Riskiono, S. D. (2020). Sistem Monitoring pH Air Pada Aquaponik Menggunakan Mikrokontroler Arduino UNO. *Jurnal Teknologi dan Sistem Tertanam*, 1(1), 23–28.
- Riski, M., Alawiyah, A., Bakri, M., & Putri, N. U. (2021). Alat Penjaga Kestabilan Suhu Pada Tumbuhan Jamur Tiram Putih Menggunakan Arduino UNO R3. *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer*, 2(1), 67–79.
- Riskiono, S. D., & Pasha, D. (2020). Analisis Perbandingan Server Load Balancing dengan Haproxy & Nginx dalam Mendukung Kinerja Server E-Learning. *InComTech: Jurnal Telekomunikasi dan Komputer*, 10(3), 135–144.
- Riskiono, S. D., Sulisty, S., & Adji, T. B. (2016). Kinerja Metode Load Balancing dan Fault Tolerance Pada Server Aplikasi Chat. *ReTII*.
- Samsugi, S., Ardiansyah, A., & Kastutara, D. (2018). Arduino dan Modul Wifi ESP8266 sebagai Media Kendali Jarak Jauh dengan antarmuka Berbasis Android. *Jurnal Teknoinfo*, 12(1), 23–27.
- Samsugi, S., Mardiyansyah, Z., & Nurkholis, A. (2020). Sistem Pengontrol Irigasi Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Arduino UNO. *Jurnal Teknologi dan Sistem Tertanam*, 1(1), 17–22.
- Samsugi, S., Nurkholis, A., Permatasari, B., Candra, A., & Prasetyo, A. B. (2021). Internet of Things Untuk Peningkatan Pengetahuan Teknologi Bagi Siswa. *Journal of Technology and Social for Community Service (JTSCS)*, 2(2), 174.
- Samsugi, S., & Wajiran, W. (2020). IOT: Emergency Button Sebagai Pengaman Untuk Menghindari Perampasan Sepeda Motor. *Jurnal Teknoinfo*, 14(2), 99–105.
- Samsugi, S., Yusuf, A. I., & Trisnawati, F. (2020). Sistem Pengaman Pintu Otomatis Dengan Mikrokontroler Arduino Dan Module Rf Remote. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kendali dan Listrik*, 1(1), 1–6.
- Setiawan, M. B., Susanto, T., & Jayadi, A. (2021). PENERAPAN SISTEM KENDALI PID PESAWAT TERBANG TANPA AWAK UNTUK KESTABILAN ROLL,

PITCH DAN YAW PADA FIXED WINGS. *The 1st International Conference on Advanced Information Technology and Communication (IC-AITC)*.

Sindangpt, J. C., & Djaya, D. (2019). *Perancangan Pilar Portal Struktur Jembatan Cikeruh Ruas. 00*, 237–244.

Suaidah, S. (2021). Teknologi Pengendali Perangkat Elektronik Menggunakan Sensor Suara. *Jurnal Teknologi dan Sistem Tertanam*, 02(02).
<https://ejurnal.teknokrat.ac.id/index.php/jtst/article/view/1341>

Sulastio, B. S., Anggono, H., & Putra, A. D. (2021). SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS UNTUK MENENTUKAN LOKASI RAWAN MACET DI JAM KERJA PADA KOTA BANDARLAMPUNG PADA BERBASIS ANDROID. *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, 2(1), 104–111.

Tansir, F. A., Megawati, D. A., & Ahmad, I. (2021). *PENGEMBANGAN SISTEM KEHADIRAN KARYAWAN PARUH WAKTU BERBASIS RFID (STUDI KASUS : PIZZA HUT ANTASARI , LAMPUNG)*. 2, 40–52.

Titin Yulianti, Selamat Samsugi, Prio Agung Nugroho, H. A. (2015). Rancang Bangun Alat Pengusir Hama Babi Menggunakan Mikrokontroler Arduino Dengan Sensor Gerak. *Jtst*, 3(4), 21–27.

Utama, S., & Putri, N. U. (2018). Implementasi Sensor Light Dependent Resistor (LDR) Dan LM35 Pada Prototipe Atap Otomatis Berbasis Arduino. *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 2(2).

Valentin, R. D., Diwangkara, B., Jupriyadi, J., & Riskiono, S. D. (2020). Alat Uji Kadar Air Pada Buah Kakao Kering Berbasis Mikrokontroler Arduino. *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer*, 1(1), 28–33.

Wajiran, W., Riskiono, S. D., Prasetyawan, P., & Iqbal, M. (2020). Desain Iot Untuk Smart Kumbang Thinkspeak Dan Nodemcu. *POSITIF: Jurnal Sistem Dan Teknologi Informasi*, 6(2), 97–103.

Wibowo, D. O., & Priandika, A. T. (2021). SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PEMILIHAN GEDUNG PERNIKAHAN PADA WILAYAH BANDAR LAMPUNG MENGGUNAKAN METODE TOPSIS. *Jurnal Informatika dan Rekayasa Perangkat Lunak*, 2(1), 73–84.

Wijayanto, D., Firdonsyah, A., Adhinata, F. D., & Jayadi, A. (2021). Rancang Bangun Private Server Menggunakan Platform Proxmox dengan Studi Kasus: PT.MKNT. *Journal ICTEE*, 2(2), 41. <https://doi.org/10.33365/jictee.v2i2.1333>