

Rancang Bangun *Self Balancing* Robot Berbasis Kontrol PID Dengan Metode Ziegler-Nichols

Ardi mardiyanto

Teknik Elektro

*) mardiantoardi112@gmail.com

Abstrak

Alat transportasi yang umumnya sangat diminati oleh warga negara maju terutama Negara Indonesia adalah sepeda motor. Dengan meningkatnya populasi penduduk dan peminat, dapat mengakibatkan angka kecelakaan pada lalu lintas menjadi meningkat pada setiap tahunnya. Minimnya penanganan pada penderita kecelakaan sepeda motor pada saat kejadian mengakibatkan tingginya angka kematian. Dengan mengetahui kemiringan dari sepeda motor tersebut dapat dinyatakan sebagai kecelakaan. Yaitu kemiringan 10° - 50° untuk sebelah kiri dan kemiringan 130° - 170° untuk sebelah kanan. Oleh sebab itu dibangun sistem pendeteksi kecelakaan pada sepeda motor yang diuji coba dengan menggunakan robot self balancing dengan berdasarkan kemiringan menggunakan sensor gyroscope yang digunakan untuk membaca kemiringan dari sepeda motor tersebut. Sensor MPU6050 sebagai pembaca nilai kemiringan pada sistem yang sudah terpasang akan diolah pada mikrokontroler Arduino Uno. Jika pembacaan kemiringan tersebut dinyatakan tidak seimbang maka akan dilakukannya kemiringan secara bergantian antara ke kiri dan ke kanan dipilih dengan nilai roll pada Sensor MPU6050 berkisar ± 80.00 - ± 50.00 dinyatakan dengan sudut 10° - 50° serta nilai kemiringan ± 20.00 - ± 74.00 maka dinyatakan pada sudut 130° - 170° sudut - sudut tersebut lah yang dinyatakan sebagai sudut tidak seimbang pada sistem dan batas kondisi sudut 60° - 120° dimana nilai rollnya ± 21.00 - ± 1.00 yang dinyatakan sebagai sistem normal atau seimbang.

Kata Kunci: *Sensor Gyroscope, MPU 6050, Gyroscope. Robot Selfbalancing.*

PENDAHULUAN

Dalam beberapa tahun terakhir, telah berkembang teknologi robotika yang menerapkan ide model pendulum terbalik salah satunya yaitu balancing robot yang merupakan model sederhana dari alat transportasi sederhana. Robotika adalah bidang yang sangat menarik di bidang rekayasa maupun pengetahuan. Bidang ini telah memberikan kontribusi yang penting dalam dunia industri, dan telah banyak industri yang menggunakan robot untuk berbagai tugas seperti assembling, pengelasan, pengecatan dan pemindahan material. Secara paralel, kita menyaksikan munculnya robot yang memiliki peran penunjang (*assistive*). seperti robot pencari korban, penyapu ranjau, pengawasan (*surveillance*), eksplorasi, dan keamanan.(Bangun et al., 2018), (Putri et al., 2020), (Ramdan & Utami, 2020), (Borman, Putra, et al., 2018), (Zanofa et al., 2020)

Inverted pendulum atau pendulum terbalik adalah pendulum yang terengsel ke kereta beroda yang dapat bergerak maju dan mundur pada bidang horisontal di sepanjang lintasan. Penerapan konsep inverted bandul (pendulum) dalam dunia robotika dapat dilihat pada balancing mobile robot, yaitu mobile robot dengan dua roda yang roda tersebut diasumsikan sebagai kereta beroda dan badan robot diasumsikan sebagai bandul.(Silvia et al., 2016), (Pratama Zanofa & Fahrizal, 2021), (Rikendry & Navigasi, 2007), (Wijayanto et al., 2021) Sistem ini tidak stabil karena ketika kereta beroda diberi gangguan dari luar

maka pendulum akan jatuh. Untuk mempertahankan agar tidak jatuh maka posisi pendulum harus dipertahankan seimbang. Oleh karena dibutuhkan suatu sistem kendali yang berfungsi untuk mempertahankan posisi pendulum. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk kendali keseimbangan robot beroda dua, di antaranya menggunakan logika fuzzy, menggunakan kontrol PID berbasis sensor cahaya menggunakan metode LQR, LQR adalah pengatur kuadrat linier, dan objeknya adalah sistem linier yang diberikan oleh bentuk ruang keadaan dalam teori kontrol modern. berbasis pada logika fuzzy dan filter Kalman, berbasis pada complementary filter. (Adhinata et al., 2021), (Jayadi et al., 2021), (Setiawan et al., 2021), (Dita et al., 2021a), (Dita et al., 2021b)

Metode penalaan PID berumpan balik dengan pengendali relay, pengembangan metode Ziegler-Nichols, merupakan metode penalaan PID otomatis yang juga banyak digunakan pada bidang industri. Parameter-parameter PID ditentukan berdasarkan osilasi sistem saat dikendalikan dengan umpan balik relay dan tetapan parameter-parameter yang telah ditetapkan Ziegler-Nichols secara empiris. (Amarudin & Ulum, 2018), (Amarudin & Riskiono, 2019), (Amarudin et al., 2020), (Finance, 2019), (Tansir et al., 2021)

KAJIAN PUSTAKA

Sub-bagian I

Robot yang sedang dibahas, merupakan pengontrol PID yang mengambil input kesalahan sudut. Masukan kesalahan dihitung sebagai perbedaan antara sudut yang diperlukan dan sudut sekarang yang merupakan keluaran dari giroskop. Kemudian pengontrol memutuskan keuntungan tertentu dari pengontrol PID untuk mengontrol robot. Semua komunikasi antara elemen struktur platform beroda dua adalah geometris, yaitu mereka memberlakukan pembatasan pada posisi saja, tetapi tidak pada kecepatan spasial elemen. Meski performa dinamisnya lebih kompleks, namun mirip dengan kendaraan yang dipasang pada sistem pendulum terbalik. (Isnain et al., 2021), (Fitri et al., 2021b), (Fitri et al., 2021a), (Rossi & Rahni, 2016) Roda dan pendulum dianalisis secara terpisah. Metode kontrol optimal LQR adalah dengan mencari solusi sistem linier dengan indikator kinerja kuadratik. Solusi optimal adalah unik dan mudah dihitung. Robot terdiri dari dua platform kayu yang disimpan satu di atas yang lain dan didukung oleh empat baut. Sisi atas platform lantai atas berisi paket baterai Li-ion sedangkan sisi bawah berisi rangkaian driver motor. Lantai bawah terdiri dari mikrokontroler 8-bit Arduino Uno, sensor IMU dan dua motor DC 60 rpm menempel di bagian bawah platform. (Anantama et al., 2020), (Suaidah, 2021), (Rossi et al., 2018), (Rossi et al., 2017), (Fitri et al., 2020)

Sensor IMU adalah disimpan di platform yang lebih rendah agar tetap kebal terhadap getaran mungkin. Roda yang digunakan adalah roda robot generic. pembuatan sistem pengaturan PID (Proportional, Integral, Derivative) posisi linier motor DC dengan mikrokontroler. Metode penelitian yang digunakan dari penelitian tersebut, ialah menggunakan eksperimen dengan melakukan perancangan hardware maupun software. Hasil penelitian yang dicapai, ialah untuk setiap masing - masing set point (posisi yang diinginkan) didapat nilai Kp, Ki, dan Kd optimal untuk mencapai respon sistem yang baik. (Samsugi, Yusuf, et al., 2020), (Puspaningrum et al., 2020), (Yulianti et al., 2021), (Rahmanto et al., 2021) Respon sistem yang baik berarti mempunyai error yang kecil atau mendekati nilai set point yang diinginkan dan waktu respon yang cepat. Untuk set point 15 cm dengan nilai Kp = 850, Ki = 7, Kd = 8000 error sebesar -0.1 dengan waktu respon 0.33s. Untuk set point 40 cm dengan nilai Kp = 2000, Ki = 80, Kd = 8000, didapat error sebesar -0.6 dengan waktu respon 1.21s. Untuk set point 75 cm yaitu nilai Kp = 12000, Ki = 100, Kd = 30000 didapat error sebesar 0.2 dengan waktu respon 1.94s. (Borman; Imam Ahmad; Yuri Rahmanto; Devin Pratama; Rohmat Indra, 2021), (Riski et al., 2021), (Budiman et al., 2021), (Borman, Syahputra, et al., 2018)

Terdapat penelitian robot lengan 3 sumbu yang memiliki kemampuan Point To Point (PTP) oleh Nugraha. Robot ini digunakan untuk memindahkan benda dari titik yang berubah-ubah. Secara garis besar robot ini menerapkan pengendalian motor DC dengan menggunakan mikrokontroler AT89C51. Prinsip pergerakan robot ini adalah penggunaan motor DC sebagai penggerak mekanik robot dengan menetapkan panjang langkah pergerakan menggunakan switch sebagai sensor jumlah counter panjang pergerakan. Penelitian tentang simulasi speedometer dan odometer digital berbasis mikrokontroler ATMega8535.(Valentin et al., 2020), (Utama & Putri, 2018), (Wajiran et al., 2020), (Riskiono et al., 2021) Penelitian ini menggunakan roda pencacah berupa piringan CD dengan satu lubang yang terhubung dengan oros motor DC 12 Volt. Roda pencacah tersebut digunakan sebagai sinyal input yang dibaca oleh sebuah sensor optocoupler dengan tipe "U". Data tersebut akan diolah di dalam sistem minimum mikrokontroler ATMega8535 untuk diproses menjadi nilai kecepatan dan jarak tempuh roda pencacah kemudian hasilnya ditampilkan pada LCD 2x16.(Oktaviani et al., 2020), (Riskiono & Pasha, 2020), (Riskiono, 2018)

METODE

Pada dasarnya bagian ini menjelaskan bagaimana penelitian itu dilakukan. Materi pokok bagian ini adalah:

- (1) rancangan penelitian
- (2) populasi dan sampel (sasaran penelitian)
- (3) teknik pengumpulan data dan pengembangan instrumen
- (4) dan teknik analisis data.

Untuk penelitian yang menggunakan alat dan bahan, perlu dituliskan spesifikasi alat dan bahannya. Spesifikasi alat menggambarkan kecanggihan alat yang digunakan sedangkan spesifikasi bahan menggambarkan macam bahan yang digunakan. Sistem kontrol closed loop dimana kontroler bekerja sebagai penggerak plant (objek fisik yang digerakkan dalam sistem) dan mengontrol sifat plant. Sistem PID sebagai kontroler akan bekerja untuk menggerakkan plant sebagaimana ia seharusnya menghasilkan respon yang diinginkan. Yang dikontrol oleh sistem PID adalah variabel output sistem yaitu Y. Agar diperoleh variabel Y yang sesuai maka sistem PID akan memanipulasi variabel input R. Variabel yang dimanipulasi (R baru) merupakan hasil komputasi dari variabel R, Y (feedback) dan sinyal error (e).(Rahmanto et al., 2020), (Samsugi & Wajiran, 2020), (Kristiawan et al., 2021) Sinyal error ini dihasilkan oleh output Y yang dibawa dalam komponen feedback untuk dikirim ke PID kontroler sehingga dapat dijadikan pengukuran error output. Dari variabel manipulasi inilah, diperoleh output yang sesuai dengan error yang minimumnya. Penelitian tentang navigasi robot penjejak garis dengan kendali PID. Penelitian ini merancang sebuah robot yang berjalan mengikuti garis hitam dengan dasar putih. Sensor cahaya digunakan sebagai input dalam pengendalian PID berdasarkan intensitas cahaya yang diterima. Selanjutnya hasil input tersebut diolah oleh mikrokontroler untuk mengatur kecepatan gerak motor DC pada robot penjejak. Telah dibuat prototype sistem kendali PID untuk kecepatan motor DC berbasis mikrokontroler ATMega, berasal dari putaran motor DC yang dihubungkan dengan rotary encoder kemudian oleh mikrokontroler.(Samsugi, Mardiyansyah, et al., 2020), (Hafidhin et al., 2020)

Sensor optocoupler digunakan untuk membaca input yang kendali PID, Kendali PID (Propotional, Integral, Derivative) adalah salah satu metode kontrol klasik yang sering digunakan oleh industri karena memiliki struktur yang sederhana dan stabil . Sistem kendali ini melakukan kontrol dengan menggunakan 3 komponen yaitu P, I, dan D. Ketiga komponen ini memiliki tanggung jawab masing-masing, di mana komponen P akan

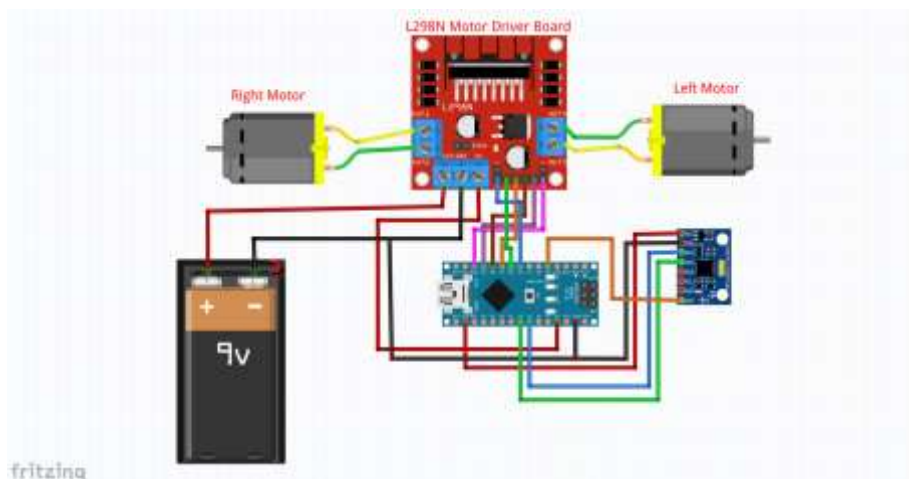
bertanggung jawab untuk nilai kesalahan saat ini, komponen I akan bertanggung jawab untuk nilai kesalahan sebelumnya, dan komponen D akan bertanggung jawab untuk kemungkinan kesalahan mendatang. Kendali PID ini hanya membutuhkan data masukan dari proses yang diukur, oleh karena itu perlu dilakukan penalaan (tuning) terhadap parameter untuk menghasilkan respon sistem yang diinginkan. (Samsugi et al., 2021), (Samsugi et al., 2018) Pendekatan yang paling banyak dipakai pada sistem kendali adalah sistem orde II yang mempunyai spesifikasi ukuran kualitas tanggapan transient sebagai berikut:

Rise Time (TR): Ukuran waktu yang diukur mulai respon mulai $t = 0$ s/d respon memotong sumbu steady state yang pertama.

Settling Time (TS): Ukuran waktu yang menyatakan respon telah masuk 5% atau 2% atau 0,5% dari respon steady state.

Delay Time (TD) : Ukuran waktu yang menyatakan factor keterlambatan respon output terhadap input, diukur mulai $t = 0$ s/d respon mencapai 50% dari respon steady state.

Overshoot (MP) : Nilai relatif yang menyatakan perbandingan harga maksimum respon yang melampaui harga steady state dibanding dengan nilai steady state.



Gambar 1 Skema Alat

Ini adalah schematic rancangan alat yang akan dibuat untuk penelitian pada sistem bandul terbalik (Self Balancing Robot). Robot ini nantinya akan menyeimbangkan badannya tanpa beban tambahan. Untuk mendeteksi sudut kemiringan robot terhadap permukaan bumi dan kecepatan sudut menggunakan sensor GY-521 MPU-6050 Module 3 Axis gyro + 3 Axis Accelerometer. Seperti yang terlihat pada Gambar 3.3, sensor GY-521 MPU-6050 Module 3 Axis gyro + 3 Axis Accelerometer merupakan alat input menuju arduino nano. Hasil pembacaan dari sensor tersebut nantinya akan dikendalikan oleh PID yang kita set sendiri untuk K_p , K_d , dan K_i -nya kemudian diolah oleh Arduino Nano kemudian hasilnya akan dikirim ke Driver motor L298N untuk mengatur kecepatan dan arah putaran motor dc dan bisa dilihat secara fisik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Agar robot dapat berdiri dengan seimbang, maka perlu dilakukan penalaan untuk mendapatkan parameter terbaik. Tabel 1 – 3 menunjukkan nilai-nilai konstanta PID yang didapat beserta respon yang terjadi ke robot.

Tabel 1 Hasil Penalaan Konstanta K_p

Percobaan	Kp	Ki	Kd	Respon
1	10	0	0	Robot terjatuh karena kecepatan gerak motor sangat lambat
2	20	0	0	Robot mulai bisa seimbang tetapi masih terjatuh karena kecepatan gerak motor masih terlalu lambat
3	30	0	0	Robot seimbang dengan lebih sedikit kemungkinan untuk terjatuhnya
4	35	0	0	Robot seimbang tetapi mulai terjatuh lagi karena kecepatan gerak motor sedikit lebih cepat
5	60	0	0	Robot mampu seimbang tetapi hanya sesaat karena kecepatan gerak motorterlalu cepat

Tabel 2. Hasil penalaan konstanta Ki

Percobaan	Kp	Ki	Kd	Respon
1	30	10	0	Kemungkinan untuk jatuh besar karena respon robot sangat lambat
2	30	30	0	Kemungkinan untuk jatuh besar karena respon robot masih sangat lambat
3	30	40	0	Kemungkinan untuk jatuh semakin kecil karena respon robot semakin cepat
4	30	75	0	Kemungkinan untuk jatuh tidak ada
5	30	90	0	Kemungkinan untuk jatuh besar karena respon robot sangat cepat

Tabel 3. Hasil penalaan konstanta Kd

percobaan	kp	ki	kd	Respon
1	30	75	0,3	Perputaran roda terlalu lambat sehingga robot susah untuk mendapatkan posisi seimbang
2	30	75	0,4	Perputaran roda masih terlalu lambat sehingga robot masih susah untuk mendapatkan posisi seimbang
3	30	75	0,6	Perputaran roda tepat sehingga robot mudah mendapatkan posisi seimbang
4	30	75	1	Perputaran roda terlalu cepat sehingga robot sudah mendapatkan posisi seimbang serta sangat bergetar
5	30	75	2	Perputaran roda terlalu cepat sehingga robot sudah mendapatkan posisi seimbang serta sangat bergetar

SIMPULAN

Dalam pembuatan Self-Balancing Robot beroda dua dengan metode PID dapat disimpulkan, bahwa dengan menggunakan nilai konstanta PID yaitu $K_p=30$, $K_i=75$, dan $K_d=0,6$ berhasil membuat robot dapat berdiri dengan tegak dan seimbang, dengan error kemiringan yang didapat sebesar 1,14 derajat. Serta telah dilakukan percobaan dengan memberikan gangguan dari luar berupa dorongan, seperti menekan posisi depan atau belakang robot, dan robot tetap dapat menyeimbangkan diri kembali. Pada penelitian ini juga ditambahkan fitur robot dapat berjalan dalam keadaan seimbang. Setelah dilakukan pengujian, menghasilkan kecepatan maksimum yang dapat ditangani oleh robot adalah 15,07 cm/detik.

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>
- Amarudin, A., & Riskiono, S. D. (2019). Analisis Dan Desain Jalur Transmisi Jaringan Alternatif Menggunakan Virtual Private Network (Vpn). *Jurnal Teknoinfo*, 13(2), 100–106.
- 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.
- Amarudin, A., & Ulum, F. (2018). Desain Keamanan Jaringan Pada Mikrotik Router OS Menggunakan Metode Port Knocking. *Jurnal Teknoinfo*, 12(2), 72–75.
- 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;Imam Ahmad; Yuri Rahmanto; Devin Pratama; Rohmat Indra. (2021). Development of augmented reality application for introducing tangible cultural heritages at the lampung museum using the multimedia development life cycle. *ILKOM Jurnal Ilmiah*, 13(2), 187–194.
- Borman, R. I., Putra, Y. P., Fernando, Y., Kurniawan, D. E., Prasetyawan, P., & Ahmad, I. (2018). Designing an Android-based Space Travel Application Trough Virtual Reality for Teaching Media. *2018 International Conference on Applied Engineering (ICAE)*, 1–5.
- 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.
- Budiman, A., Sunariyo, S., & Jupriyadi, J. (2021). Sistem Informasi Monitoring dan Pemeliharaan Penggunaan SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition). *Jurnal Tekno Kompak*, 15(2), 168. <https://doi.org/10.33365/jtk.v15i2.1159>
- 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.

- Finance, C. (2019). *Effect of Growth Opportunity , Corporate Tax , and Profitability toward Value of Firm through Capital Structure (Listed Manufacturing Companies of Indonesia)* Влияние возможностей роста , корпоративного налога и рентабельности на стоимость фирмы через ст. 23(5), 18–29. <https://doi.org/10.26794/2587-5671-2019-23-5-18-29>
- Fitri, A., Maulud, K. N. A., Pratiwi, D., Phelia, A., Rossi, F., & Zuhairi, N. Z. (2020). Trend Of Water Quality Status In Kelantan River Downstream, Peninsular Malaysia. *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)*, 16(3), 178–184.
- Fitri, A., Maulud, K. N. A., Rossi, F., Dewantoro, F., Harsanto, P., & Zuhairi, N. Z. (2021a). Spatial and Temporal Distribution of Dissolved Oxygen and Suspended Sediment in Kelantan River Basin. *Proceedings of the 4th International Conference on Sustainable Innovation 2020–Technology, Engineering and Agriculture (ICoSITEA 2020)*, 199(ICoSITEA 2020), 51–54. <https://doi.org/10.2991/aer.k.210204.011>
- Fitri, A., Maulud, K. N. A., Rossi, F., Dewantoro, F., Harsanto, P., & Zuhairi, N. Z. (2021b). Spatial and Temporal Distribution of Dissolved Oxygen and Suspended Sediment in Kelantan River Basin. *4th International Conference on Sustainable Innovation 2020–Technology, Engineering and Agriculture (ICoSITEA 2020)*, 51–54.
- Hafidhin, M. I., Saputra, A., Ramanto, Y., & Samsugi, S. (2020). Alat Penjemuran Ikan Asin Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO. *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer*, 1(2), 26–33.
- 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>
- Kristiawan, N., Ghafaral, B., Borman, R. I., & Samsugi, S. (2021). Pemberi Pakan dan Minuman Otomatis Pada Ternak Ayam Menggunakan SMS. *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer*, 2(1), 93–105.
- Oktaviani, L., Riskiono, S. D., & Sari, F. M. (2020). Perancangan Sistem Solar Panel Sekolah dalam Upaya Meningkatkan Ketersediaan Pasokan Listrik SDN 4 Mesuji Timur. *Prosiding Seminar Nasional Darmajaya*, 1, 13–19.
- Pratama Zanofa, A., & Fahrizal, M. (2021). Penerapan Bluetooth Untuk Gerbang Otomatis. *Portaldata.org*, 1(2), 1–10.
- 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.
- Putri, N. U., Oktarin, P., & Setiawan, R. (2020). Pengembangan Alat Ukur Batas Kapasitas Tas Sekolah Anak Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kendali dan Listrik*, 1(1), 14–22. <https://doi.org/10.33365/jimel.v1i1.189>

- 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.
- Ramdan, S. D., & Utami, N. (2020). Pengembangan Koper Pintar Berbasis Arduino. *Journal ICTEE*, 1(1), 4–8. <https://doi.org/10.33365/jictee.v1i1.699>
- Rikendry, & Navigasi, S. (2007). *Sistem kontrol pergerakan robot beroda pematik api*. 2007(Snati), 1–4.
- 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. (2018). Implementasi Metode Load Balancing Dalam Mendukung Sistem Kluster Server. *SEMNAS RISTEK*, 455–460.
- Riskiono, S. D., Oktaviani, L., & Sari, F. M. (2021). IMPLEMENTATION OF THE SCHOOL SOLAR PANEL SYSTEM TO SUPPORT THE AVAILABILITY OF ELECTRICITY SUPPLY AT SDN 4 MESUJI TIMUR. *IJISCS (International Journal of Information System and Computer Science)*, 5(1), 34–41.
- 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.
- Rossi, F., Aizzuddin, A., & Rahni, A. (2018). *Joint Segmentation Methods of Tumor Delineation in PET – CT Images : A Review*. 7, 137–145.
- Rossi, F., Mokri, S. S., & Abd. Rahni, A. A. (2017). Development of a semi-automated combined PET and CT lung lesion segmentation framework. *Medical Imaging 2017: Biomedical Applications in Molecular, Structural, and Functional Imaging*, 10137, 101370B. <https://doi.org/10.1117/12.2256808>
- Rossi, F., & Rahni, A. A. A. (2016). Combination of low level processing and active contour techniques for semi-automated volumetric lung lesion segmentation from thoracic CT images. *ISSBES 2015 - IEEE Student Symposium in Biomedical Engineering and Sciences: By the Student for the Student*, 26–30. <https://doi.org/10.1109/ISSBES.2015.7435887>
- 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 KESETABILAN ROLL, PITCH DAN YAW PADA FIXED WINGS. *The 1st International Conference on Advanced Information Technology and Communication (IC-AITC)*.
- Silvia, A. F., Haritman, E., & Muladi, Y. (2016). Rancang Bangun Akses Kontrol Pintu Gerbang Berbasis Arduino Dan Android. *Electrans*, 13(1), 1–10.
- 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>
- 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.
- 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 Kumbung Thinkspeak Dan Nodemcu. *POSITIF: Jurnal Sistem Dan Teknologi Informasi*, 6(2), 97–103.
- 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>
- Yulianti, T., Samsugi, S., Nugroho, P. A., & Anggono, H. (2021). Rancang Bangun Pengusir Hama Babi Menggunakan Arduino dengan Sensor Gerak. *JTST*, 2(1), 21–27.
- Zanofa, A. P., Arrahman, R., Bakri, M., & Budiman, A. (2020). Pintu Gerbang Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO R3. *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer*, 1(1), 22–27.