

Balancing Ball Kontrol PID

Bayu Saputra¹, Sigit Doni Ramdan²

¹Teknik Elektro

²Teknik Elektro

*)sigitpapazola@gmail.com

Abstrak

Sistem balancing ball adalah sebuah sistem dimana pada sistem tersebut terdapat bola yang dapat bergerak bebas pada sebuah batang dan posisi dari perpindahan bola tersebut dapat diatur secara otomatis sesuai dengan set point diinginkan. Sistem balancing ball merupakan sistem yang sangat penting dalam mempelajari sistem kontrol. Hal tersebut dikarenakan sistem balancing ball merupakan sistem yang tidak stabil dimana output dari sistem (posisi bola) selalu bertambah tanpa batas untuk setiap input (sudut batang) dengan nilai yang tetap. Oleh karena itu sistem balancing ball membutuhkan teori kontrol yang kompleks. Untuk dapat menstabilkan sistem balancing ball maka dibutuhkan suatu controller. Agar diperoleh pengontrol yang terbaik, maka dilakukan tuning parameter pengontrol Proporsional Integral Derivatif (PID). Dalam tuning ini kita dapat mengetahui nilai dari proporsional gain (Kp), waktu integral (Ti) dan waktu derivatif (Td). Pengontrol PID akan memberikan aksi kepada kontrol balancing ball berdasarkan error yang diperoleh, jarak antara sensor ultrasonic dengan bola yang diinginkan disebut dengan set point. Software *LabVIEW* digunakan sebagai monitor, kendali kecepatan motor servo.

Kata Kunci: *Labview*, Keseimbangan Bola, Arduino, Motor Servo, Sensor Ultrasonik

PENDAHULUAN

Menjaga keseimbangan suatu obyek terhadap obyek lainnya seringkali menjadi salah satu acuan untuk menerapkan system kendali pada aspek keseimbangan. Dalam sistem kendali, pengendalian keseimbangan suatu sistem merupakan salah satu hal yang sangat penting khususnya dalam aplikasi yang berkaitan dengan gerakan seperti yang dijumpai pada aplikasi robotika.(Putri et al., 2020), (Bangun et al., 2018), (Ramdan & Utami, 2020), (Borman, Putra, et al., 2018), (Zanofa et al., 2020) Kontrol sistem yang tidak stabil sangat penting bagi banyak masalah kontrol. Sistem kendali keseimbangan ball and beam dapat dijadikan salah satu media sederhana dalam mempelajari sistem kendali. Ball and beam merupakan salah satu contoh klasik mengenai keseimbangan, dimana sebuah bola ping-pong diletakkan pada sebuah batang dan nantinya akan diberikan berbagai macam gangguan.(Silvia et al., 2016), (Pratama Zanofa & Fahrizal, 2021), (Rikendry & Navigasi, 2007), (Wijayanto et al., 2021), (Jayadi et al., 2021)

Pengendali PID dalam hal ini bertindak untuk menjaga posisi bola agar tetap pada posisi yang seimbang atau yang diinginkan walau diberi berbagai macam gangguan. Posisi atau lokasi bola akan selalu diukur menggunakan sensor ultrasonik yang kemudian akan menggerakkan motor servo agar bola berada pada titik setimbang yang diinginkan. Maka dari itu penulis memilih kontrol PID sebagai controller yang dapat menciptakan kontrol sesuai dengan yang diharapkan penulis.(Setiawan et al., 2021), (Dita et al., 2021a), (Dita et al., 2021b), (Amarudin & Riskiono, 2019), (Amarudin et al., 2020) Penentuan pada metode kontrol PID ini karena dengan menggunakan PID tersebut keluaran dari sistem dapat

menentukan besarnya kecepatan dan arah putar motor servo yang dapat menjaga kestabilan sistem yang dibuat dalam menjaga posisi atau jarak bola yang diinginkan atau ditentukan. Sistem bola dan balok telah dipelajari dan digunakan dalam pengujian metode baru oleh banyak peneliti. Secara khusus, I. Petković, M. Brezak, dan R. Cupec telah melakukan tes berbasis penglihatan buatan.(Finance, 2019), (Tansir et al., 2021), (Isnain et al., 2021), (Fitri et al., 2021b), (Fitri et al., 2021a)

Dari sistem. P. Dadios dan R. Baylon melakukan penelitian serupa pada logika fuzzy. J. Whelan dan J. V. Ringwood, di sisi lain, menggunakan sistem yang sama untuk pelacakan posisi melalui kamera, bukan sensor, menggunakan pengontrol PID. Pada penelitian ini menggunakan Arduino uno dan sensor ultrasonic sebagai inputan yang akan mengendalikan putaran motor servo.(Rossi & Rahni, 2016), (Anantama et al., 2020), (Suaidah, 2021), (Rossi et al., 2018), (Rossi et al., 2017) Masalah yang didapatkan pada penelitian ini antara lain ialah merealisasikan kontrol PID pada sistem ball and beam, sehingga sistem ini dapat tetap mempertahankan posisi atau jarak untuk berada pada titik set point yang ditentukan (diinginkan) atau dengan kata lain seimbang terhadap permukaan pada bidang datar. A. Latar Belakang Saat ini perkembangan teknologi pada bidang sistem kontrol maka pada tema tugas ini akan dilakukan perancangan dan pembuatan balancing ball.(Fitri et al., 2020), (Samsugi, Yusuf, et al., 2020), (Puspaningrum et al., 2020), (Yulianti et al., 2021), (Jupriyadi, 2018)

Balancing ball adalah sebuah plant dimana pada plant tersebut terdapat bola yang dapat bergerak dan posisi dari perpindahan bola tersebut dapat diatur sesuai dengan set point yang diinginkan. Dilihat lebih jauh perkembangan barang elektronika yang banyak dicari dan diminati oleh masyarakat adalah yang memiliki nilai jual serta dapat diaplikasikan dengan mudah penggunaannya di lapangan.(Budiman et al., 2021), (Borman, Syahputra, et al., 2018), (Valentin et al., 2020), (Rahmanto et al., 2021) Pengambilan tema Kontrol PID Untuk Keseimbangan Bola PingPong Dengan Sensor Ultrasonik Dan Motor Servo Berbasis Labview adalah sebuah bola akan bergerak ke tempat yang lebih rendah apabila bola tersebut ditaruh pada tempat yang miring. Seperti yang telah diketahui, besar jarak perpindahan bola tersebut tidak dapat diprediksi seberapa jauh bola itu akan bergerak. Besar perpindahan letak bola tergantung dari besar kemiringan bidang tempat bola tersebut berada. Pada penelitian ini akan dibahas mengenai perancangan Kendali Keseimbangan Posisi Bola Ping-Pong dengan sistematisa Pendahuluan, Metode Penelitian yang terdiri dari perancangan hardware dan software.(Borman;Imam Ahmad; Yuri Rahmanto; Devin Pratama; Rohmat Indra, 2021), (Riski et al., 2021), (Utama & Putri, 2018), (Riski et al., 2021)

KAJIAN PUSTAKA

Sub-bagian I

Dari penelitian yang dibuat ini, sebelum nya sudah ada yang melakukan diantaranya, Indra Laksana, Porman Pangaribuan dan Ig. Prasetya Dwi Wibawa dengan judul "Rancang Bangun Prototype Magnetic Levitation Sebagai Kontrol Posisi Bola Besi Dengan Menggunakan Metode Fuzzy Logic Control". Dari penelitian yang dilakukan, prototype sistem magnetic levitation dengan metode fuzzy logic tipe sugeno yang telah dirancang dengan menggunakan lima keluaran nilai out defuzzy serta tiga daerah fungsi keanggotaan pada kedua input fuzzy yaitu untuk nilai batas error -50,10,30 dan daerah batas delta error -20,5,20, prototype yang telah dibuat dapat melakukan proses pelayangan objek walaupun

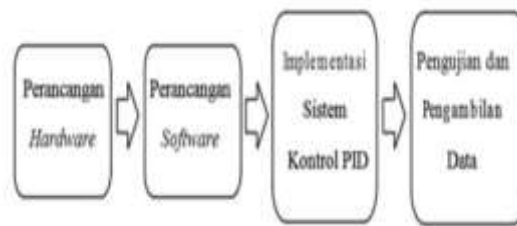
dengan waktu pelayanan paling lama selama lima detik diudara pada jarak 1,2 cm yang diukur dari batas bawah solenoid dengan beban yang tetap yaitu 18 gram dan tegangan sumber 6,63 volt.(Wajiran et al., 2020), (Riskiono et al., 2021), (Oktaviani et al., 2020), (Riskiono & Pasha, 2020b)

Jarak akan berubah sesuai dengan keluaran PWM yang dihasilkan dari proses logika fuzzy pada mikrokontroler[5]. Sedangkan penelitian pada alat ini menggunakan metode PID (Proportional, Integral and Derivative), untuk mengendalikan bola ping-pong agar seimbang atau sesuai dengan posisi yang diinginkan dengan mengatur set point nya. Untuk gangguan nya atau error dengan menggerakkan bola ping-pong secara random.(Riskiono, 2018), (Riskiono & Pasha, 2020a), (Riskiono & Darwis, 2020) Selain menggunakan metode fuzzy adapun yang menggunakan mikrokontroler untuk menyeimbangkan bola pada balok. Dalam merancang sistem kendali model kendalian harus diketahui terlebih dahulu, supaya karakteristik kendalian dapat diketahui terlebih dahulu. Struktur dan parameter pengendali baru kemudian bisa ditetapkan. Dalam makalah ini dibahas proses pemodelan dari kendalian, kemudian atas dasar. pengetahuan model tersebut dapat ditetapkan struktur dari pengendali. Selanjutnya bisa ditetapkan parameter pengendalinya. Hasil perancangan kemudian diuji termasuk didalamnya pengujian disertai dengan gangguan-gangguan. Hasil pengujian kemudian ditunjukkan dalam grafik unjuk kerja yang hasilnya sangat memuaskan.(Rahmanto et al., 2020), (Samsugi & Wajiran, 2020)

Artinya gangguan yang diberikan ke sistem kendali hampir tidak berpengaruh atau sedikit pengaruhnya. Dalam makalah ini penalaan parameter pengendali cukup sederhana yaitu penalaan penguat, penempatan pole dan zero (penempatan pole dan zero). Sedangkan penelitian pada alat ini menggunakan metode PID (Proportional, Integral and Derivative), untuk mengendalikan bola ping-pong agar seimbang atau sesuai dengan posisi yang diinginkan dengan mengatur set point nya. Untuk gangguan nya atau error dengan menggerakkan bola ping-pong secara random. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan perangkat keras serta spesifikasi dan karakteristik dari sistem Ball and Beam, untuk mencapai hal tersebut akan difokuskan pada beberapa hal, yaitu perancangan dan pembangunan sistem menggunakan pengendali PID dan pengendalian sistem Ball and Beam. Pengendali PID yang digunakan dalam bentuk Microcontroller Arduino dan mendapatkan umpan balik dari sensor jarak inframerah serta menggunakan aktuator berupa motor servo. Hasil akhir dari penelitian ini adalah didapatkan rentang sudut 66-69 derajat untuk mencapai kondisi tunak dan rentang jarak 10-25 cm untuk objek berupa bola, serta untuk memperbaiki hasil tersebut digunakan objek baru berupa kertas putih. Sedangkan penelitian pada alat ini menggunakan metode PID (Proportional, Integral and Derivative), untuk mengendalikan bola ping-pong agar seimbang atau sesuai dengan posisi yang diinginkan dengan mengatur set point nya. Untuk pembacaan bola atau objeknya penulis menggunakan sensor ultrasonik.(Kristiawan et al., 2021), (Samsugi, Mardiyansyah, et al., 2020)

METODE

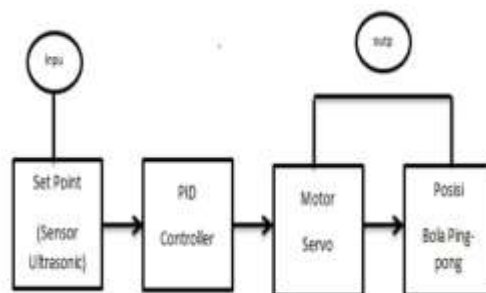
Pada penelitian ini perancangan dilakukan dengan menggunakan tahapan seperti pada Gambar 1 berikut. Dimana akan dilakukan perancangan hardware dan software, implementasi sistem PID, serta pengujian dan pengambilan data



Gambar 1 Blok Diagram Alat

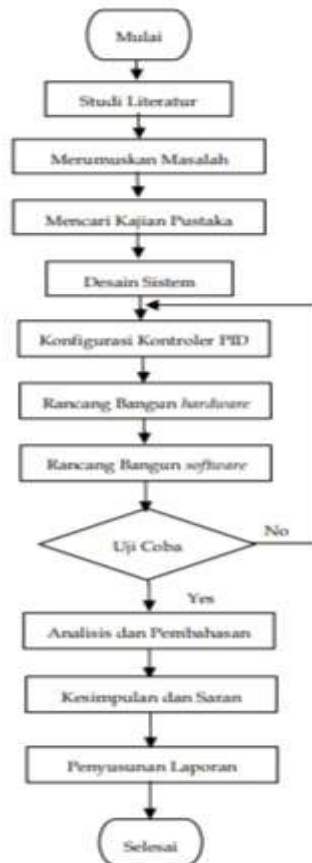
Sistem yang dibuat merupakan sebuah kendali posisi bola pingpong dengan motor servo. Ketika set point ditetapkan maka motor servo akan membuat bola. (Hafidhin et al., 2020), (Samsugi et al., 2021)

Bergerak ke nilai set point yang diinginkan dengan feedback yang diperoleh melalui sensor ultrasonik. Set point menggunakan satuan centimeter. Motor servo digunakan sebagai aktuator yang akan mempertahankan keadaan bola sehingga dapat mencapai nilai set point yang diinginkan. Diharapkan ketika plant mendapatkan gangguan, bola akan mempertahankan posisi set point. Berikut merupakan blok diagram dari sistem ditunjukkan Gambar 2.



Gambar 2 Blok Diagram System

Analisis data yang diperoleh dalam penelitian ini bertujuan untuk menjawab permasalahan dalam rangka merumuskan kesimpulan, seperti dijelaskan pada diagram alir.



Gambar 3 Diagram Alir Penelitian



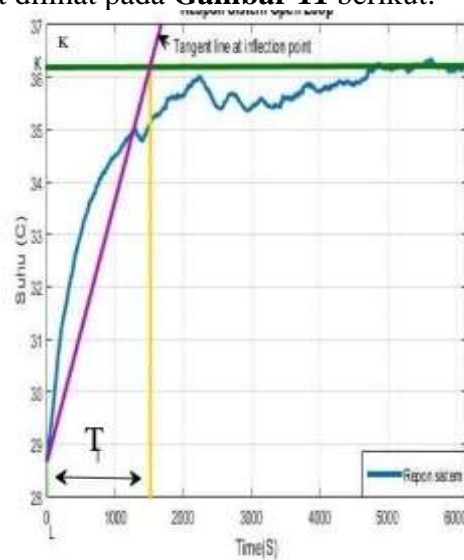
Gambar 4 Interface Simulasi

Kemudian isi semua nilai K_p , K_i , dan K_d sesuai dengan hasil dari Tuning PID. Jalankan program dan tunggu.

Geser ke kanan atau ke kiri bola ping-pong untuk memberikan gangguan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini menjelaskan mengenai hasil dan pembahasan dari penelitian ini. Untuk hasil dan pembahasannya dijelaskan per point berikut ini. Hasil dan pembahasan meliputi dari pencarian model , penentuan nilai konstanta K_p , K_i dan K_d dengan metode Ziegler Nichlos (Metode Kurva Reaksi). Untuk pengujiannya yang akan di lakukan adalah pengujian setiap setpoint berserta diberi gangguan atau error. Sementara itu, untuk respon sistem open loop nya dapat dilihat pada **Gambar 11** berikut.



Gambar 5 Respon Sistem Open Loop



Gambar 6 Plants Model

Dari **Gambar 12** menunjukkan bahwa plant model memiliki output proses (PV) berupa jarak dalam satuan centimeter yang terus menerus membesar hingga mencapai keadaan tunak sesuai dengan aturan Ziegler-Niclos. Metode kurva respon menggunakan garis bantu untuk menentukan dua buah konstanta yaitu waktu tunda (L) dan waktu constant (T) sesuai didapatkan data-data berikut $L = 15$, $K = 36.18$, $T = 1500$.

$$\text{Time delay } (\tau_d) = \tau \ln 2 \quad (1) = 144.91 \ln 2 = 81,8877 \text{ s}$$

$$\text{Rise time } (\tau_r = 5\%-95\%) = \tau \ln 19 \quad (2) = 118,13 \ln 19 = 347,853 \text{ s}$$

$$\text{Rise time } (\tau_r = 10\%-90\%) = \tau \ln 9 \quad (3) = 118,139 \ln 9 = 259,577 \text{ s}$$

$$\text{Settling time } (\tau_s = 5\%) = 3 \tau \quad (4) = 3 (118,139) = 354,417 \text{ s} \quad \text{Settling time } (\tau_s = 2\%) = 4 \tau$$

$$(5) = 4 (118,139) = 472,556 \text{ s} \quad \text{Settling time } (\tau_s = 0.5\%) = 5 \tau \quad (10) = 5 (118,139) = 590,695 \text{ s}$$

Setelah untuk mencari indikator yang sudah diketahui kurang satu indikator yang harus dicari yaitu Error SteadyState (Ess) dengan rumusnya bisa dibawah ini:

$$\text{Error SteadyState (Ess)} = \frac{Y_{ss} - X_{ss}}{X_{ss}} \cdot 100\% \quad (6)$$

Keterangan :

Y_{ss} = keluran dari sistem (SteadyState)

X_{ss} = keluran yang di inginkan (setpoint)

T_d = Time delay T_r = Rise time T_s = Settling time

Ess = Error SteadyState

Setelah diketahui nilai L , K , dan T dengan ini dapat mencari model mathematic plant inkubator bayi dengan cara memasukan 3 nilai dari aspek diatas ke rumus di bawah ini :

$$G(s) = \frac{K}{s(s+L)} e^{-sT} \quad (7) \quad K = 36,19 \quad L = 15 \quad T = 1500$$

Keterangan :

K = Gain

T = Time Constant

L = Delay time

Perancangan kontroler PID dilakukan untuk mendapatkan parameter dari kontroler PID yaitu K_p , K_i , dan K_d . Pada pembahasan sebelumnya telah ditentukan bahwa fungsi alih ditentukan dengan metode Ziegler Nichlos maka dari pencarian nilai K_p K_i K_d dari sistem PID juga mengukan metode Ziegler Nichlos metode kurva reaksi variable yang diperlukan hanya T dan L tapi dikarnakan Output. respon dari sistem inkubator bayi ini adalah orde 1 maka yang akan dicari hanya K_p dan K_i sedangkan K_d akan isi nol . dapat dilihat Tabel II untuk mencari K_p dan K_i . Dengan rumus $K_p = 0,9$ dengan T dan L yang sudah diketahui di atas maka $K_p = 0,9$ jadi $K_p = 90$. untuk rumus $K_i =$ dengan nilai L yang sudah 0,3 diketahui di atas maka $K_i =$ jadi $K_i = 50$.

Tabel 1. Hasil Pengujian

No	Set Point (cm)	Respon sensor
1	5	gagal
2	10	gagal
3	15	merespon
4	20	gagal
5	25	gagal
6	30	gagal

Gambar 7 Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian yang sudah dilakukan terdapat error pada salah satu komponen yang berada pada alat yang dibuat yaitu sensor ultrasonik. Karena sensitivitas tidak stabil pada sensor ultrasonik, maka pembacaan bola pingpong tidak akurat sehingga terjadi kegagalan pada respon sensor ultrasonik. Komponen PID ada tiga jenis yaitu proporsional, integral, derivative. Dari ketiga ini bias di pakai Bersama tergantung dari respon yang kita inginkan dari suatu set point. Gambar 15 dan Gambar 16 dibawah ini merupakan tampilan program pada software labview.



Gambar 15. Front panel software labview

Gambar 8 Tampilan Software LabView

Pengujian sensor ultrasonic dengan menerapkan metode pengaturan pada sesuatu yang mendekat maka motor servo akan bergerak dengan sesuatu yang mendekati sensor ultrasonic. Dengan begitu software akan membantu dengan set point yang disesuaikan. Setelah set point diatur maka bola pingpong akan seimbang diantara plant dan tidak akan jatuh. Setelah seimbang maka akan diberikan gangguan gangguan untuk menguji kontrol PID nya apakah ada error atau tidak di penelitian ini.



Gambar 16. Blok diagram software labview

Gambar 9 Hasil Rangkaian Software LabView

SIMPULAN

Kesalahan pembacaan pada sensor ultrasonik disebabkan oleh kurangnya tingkat sensitifitas dari sensor yang digunakan. Untuk dapat mencapai posisi yang diinginkan bola tidak akan langsung dapat berhenti apabila posisi yang diinginkan telah tercapai tetapi bola akan berosilasi terlebih dahulu dan kemudian baru dapat berhenti. Osilasi tersebut terjadi karena masih besarnya gaya yang menggerakkan bola.

REFERENSI

- 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.
- 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>
- Jupriyadi, J. (2018). Implementasi Seleksi Fitur Menggunakan Algoritma Fvbrm Untuk Klasifikasi Serangan Pada Intrusion Detection System (Ids). *Prosiding Semnastek*.

- 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 pemadam 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., & Darwis, D. (2020). Peran Load Balancing Dalam Meningkatkan Kinerja Web Server Di Lingkungan Cloud. *Krea-TIF*, 8(2), 1–8.
- 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. (2020a). Analisis Metode Load Balancing Dalam Meningkatkan Kinerja Website E-Learning. *Jurnal TeknoInfo*, 14(1), 22–26.

- Riskiono, S. D., & Pasha, D. (2020b). 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., 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 Kumbang 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.