

## Self Balancing Robot Berbasis Kontrol Pid

Ahmad Fauzan<sup>1</sup>, Sigit Doni Ramdan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Teknik Elektro

<sup>2</sup>Teknik Elektro

\*) sigitpapazola@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  $10^{\circ}$ - $50^{\circ}$  untuk sebelah kiri dan kemiringan  $130^{\circ}$ - $170^{\circ}$  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  $\pm 80.00$ - $\pm 50.00$  dinyatakan dengan sudut  $10^{\circ}$ - $50^{\circ}$  serta nilai kemiringan  $\pm 20.00$ - $\pm 74.00$  maka dinyatakan pada sudut  $130^{\circ}$ - $170^{\circ}$  sudut - sudut tersebut lah yang dinyatakan sebagai sudut tidak seimbang pada sistem dan batas kondisi sudut  $60^{\circ}$ - $120^{\circ}$  dimana nilai rollnya  $\pm 21.00$  -  $\pm 1.00$  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. Inverted pendulum atau pendulum terbalik adalah pendulum yang terengsel ke kereta beroda yang dapat bergerak maju dan mundur pada bidang horisontal di sepanjang lintasan. (Adhinata et al., 2021), (Setiawan et al., 2021), (Jayadi et al., 2021) 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. 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. (Wijayanto et al., 2021) 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, berbasis pada logika fuzzy dan filter Kalman, berbasis pada complementary filter. (Amarudin & Ulum, 2018), (Amarudin & Sofiandri, 2018), (Amarudin & Silviana, 2018)

Pada Self-Balancing Robot ini, robot tersebut akan berakselerasi dengan dua rodanya untuk mempertahankan keseimbangannya agar dapat senantiasa berdiri tegak.(Dita et al., 2021), (Munandar & Amarudin, 2017) Terlihat keduanya memiliki konsep yang sama, namun Self-Balancing Robot ini lebih menarik untuk dibuat, dan juga lebih menantang karena hanya memiliki dua roda saja.(Amarudin et al., 2014), (Dita et al., 2021)

Penelitian ini ditujukan untuk merakit Self-Balancing Robot yang juga dapat dikontrol melalui smartphone berbasis Android melalui koneksi bluetooth. Self-Balancing Robot ini tentu akan memiliki kemampuan untuk dapat terus mempertahankan posisinya tetap tegak lurus bahkan ketika sedang dikontrol melalui smartphone, dan juga ketika menerima gangguan, seperti dorongan eksternal yang ringan.(Amarudin et al., 2020), (Amarudin & Atri, 2018), (Amarudin & Riskiono, 2019) Dengan kata lain, robot ini secara otomatis akan dapat melakukan prosesnya tersebut secara mandiri dengan mekanisme yang sudah diberikan oleh manusia untuk mempertahankan posisinya untuk tetap tegak lurus, dan proses dari robot ini akan senantiasa terjadi selama masih mendapatkan sumber tenaga listrik yang stabil dari baterai.(Finance, 2019), (Gotama et al., 2021), (Teknologi 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.(Fitri, Maulud, et al., 2021), (Fitri, Chen, et al., 2021), (Fitri, Chen, et al., 2021) Semua komunikasi antara elemen struktur platform beroda dua adalah geometris, yaitu mereka memberlakukan pembatasan pada posisi saja, tetapi tidak pada kecepatan spasial elemen. (Fitri et al., 2020), (Rossi et al., 2018), (Rossi et al., 2017)

Robot keseimbangan (balancing robot) beroda dua merupakan suatu robot mobile yang memiliki dua buah roda disisi kanan dan kirinya yang tidak akan seimbang apabila tanpa adanya kontroler. Robot keseimbangan (balancing robot) ini merupakan pengembangan dari model pendulum terbalik (Inverted Pendulum).(Rossi & Rahni, 2016), (Fitri, Rossi, et al., 2021)

Pada prinsipnya, literatur review atau kajian pustaka dilakukan untuk mengetahui beberapa hal penting terkait topik atau isu penelitian yang kita angkat. Dalam dunia riset, literatur atau pustaka yang sudah ada merupakan salah satu elemen yang penting. Ketika kita ingin meneliti topik atau isu tertentu, kita harus membaca beberapa literatur yang berhubungan dengan topik sebelum bergerak lebih jauh.(Anantama et al., 2020), (Suwarni et al., 2021)

Gyroscope adalah perangkat untuk mengukur atau mempertahankan orientasi, dengan prinsip ketetapan momentum sudut. Mekanismenya adalah sebuah roda berputar dengan piringan didalamnya yang tetap stabil. Gyroscopesering digunakan pada robot atau heli dan alat-alat canggih lainnya.(Neneng et al., 2021), (Riski et al., 2021) Gyroscope adalah berupa sensor untuk menentukan orientasi gerak dengan bertumpu pada roda atau cakram yang berotasi dengan cepat pada sumbu.(Novia Utami Putri et al., n.d.), (Utama & Putri, 2018)

MPU-6050 menerapkan teknologi MotionFusion™ dan run-time calibration firmware yang menjamin kinerja optimal bagi pengguna. Dengan adanya Digital Motion Processor modul ini dapat diintegrasikan dengan magnetometer atau sensor lainnya lewat antarmuka I2C untuk memproses algoritma gerakan yang kompleks secara internal tanpa membebani kerja mikroprosesor / mikrokontroler utama.(Riskiono et al., 2018), (Riskiono et al., n.d.), (Riskiono, 2018)

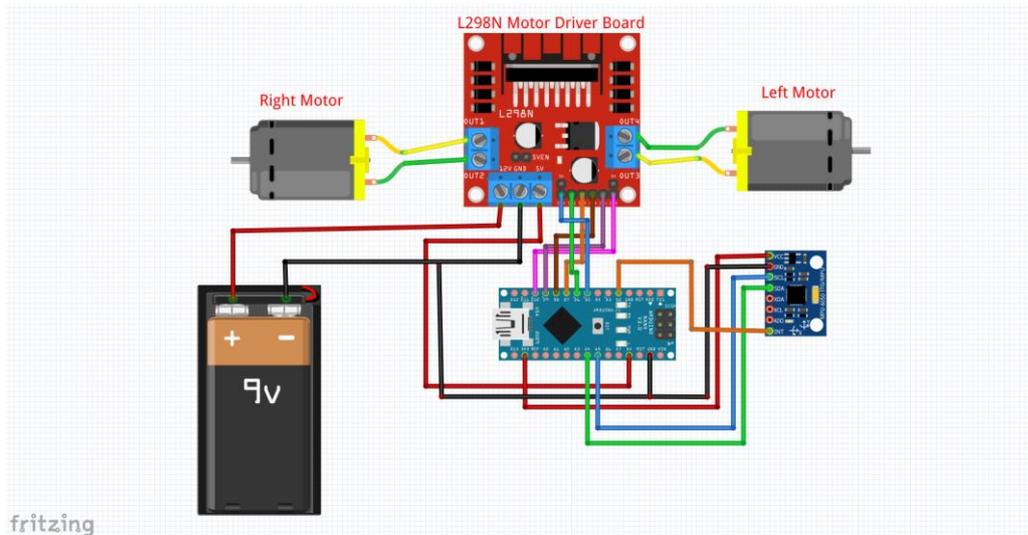
## **METODE**

Pada dasarnya bagian ini menjelaskan bagaimana penelitian itu dilakukan. Materi pokok bagian ini adalah rancangan penelitian, populasi dan sampel (sasaran penelitian), teknik pengumpulan data dan pengembangan instrumen, dan teknik analisis data.(Riskiono & Darwis, 2020), (Riskiono & Reginal, 2018) 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.(Darwis et al., 2020), (Riskiono & Pasha, 2020)

Complementary Filter ,Complementary Filter adalah salah satu metode yang digunakan untuk melakukan filtering. Fungsi dari filter ini yaitu untuk meminimalisir nilai yang dikeluarkan oleh sensor agar memiliki noise yang kecil sehingga dapat menghasilkan nilai keluaran yang akurat.(Kristiawan et al., 2021), (Titin Yulianti, Selamat Samsugi, Prio Agung Nugroho, 2015) Filter ini merupakan gabungan dari high-pass filter yang berasal dari keluaran sensor gyroscope MPU6050 dan low-pass filter yang berasal dari keluaran sensor accelerometer MPU6050 untuk rumus complementary filter ditunjukkan pada Persamaan. Hasil dari gabungan filter ini berupa nilai sudut yang selanjutnya akan digunakan untuk melakukan perhitungan kendali PID.

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., 2020), (Samsugi et al., 2018)

## HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 1 Rancangan Alat

Pada robot self balancing ini teknik pengumpulan data menggunakan settingan PID yaitu  $K_p, K_i, K_d$  yang mana setiapnya akan dimulai dari nilai 1 hingga 70 dengan 10 kali percobaan tiap  $K_p, K_i, K_d$  untuk melihat apakah robot akan stabil pada nilai tertentu dengan satu settingan PID saja atau memerlukan ketiganya agar mendapatkan keseimbangan yang baik.

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	$K_p$	$K_i$	$K_d$	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 motor terlalu cepat
6	40	0	0	Robot mampu seimbang tetapi mulai terjatuh lagi karena kecepatan gerak motor semakin cepat
7	50	0	0	Robot mampu seimbang tetapi hanya sesaat karena kecepatan gerak motor terlalu cepat
8	70	0	0	Robot mampu seimbang tetapi hanya sesaat karena kecepatan gerak motor terlalu cepat
9	25	0	0	Robot seimbang tetapi terkadang masih terjatuh karena kecepatan gerak motor yang masih lambat

10	30	0	0	Robot seimbang dengan lebih sedikit kemungkinan untuk terjatuhnya
----	----	---	---	---

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	20	0	Kemungkinan untuk jatuh besar karena respon robot masih sangat lambat
3	30	30	0	Kemungkinan untuk jatuh besar karena respon robot masih sangat lambat
4	30	40	0	Kemungkinan untuk jatuh semakin kecil karena respon robot semakin cepat
5	30	50	0	Kemungkinan untuk jatuh tidak ada tetapi respon robot masih terlalu lambat
6	30	60	0	Kemungkinan untuk jatuh tidak ada tetapi respon robot masih terlalu lambat
7	30	70	0	Kemungkinan untuk jatuh tidak ada tetapi respon robot masih terlalu lambat
8	30	75	0	Kemungkinan untuk jatuh tidak ada
9	30	80	0	Kemungkinan untuk jatuh bertambah karena respon robot semakin cepat
10	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	0,1	Perputaran roda terlalu lambat sehingga robot susah untuk mendapatkan posisi seimbang
2	30	75	0,3	Perputaran roda terlalu lambat sehingga robot susah untuk mendapatkan posisi seimbang
3	30	75	0,4	Perputaran roda masih terlalu lambat sehingga robot masih susah untuk mendapatkan posisi seimbang
4	30	75	0,5	Perputaran Roda Tepat Tetapi Robot Masih Sedikit Susah Untuk Mendapatkan Posisi Seimbang
Percobaan	Kp	Ki	Kd	Respon
5	30	75	0,6	Perputaran roda tepat sehingga robot mudah mendapatkan posisi seimbang
6	30	75	0,7	Perputaran roda tepat tetapi robot masih sedikit susah untuk mendapatkan posisi seimbang
7	30	75	0,8	Perputaran roda semakin cepat sehingga robot semakin susah untuk mendapatkan posisi seimbang
8	30	75	1	Perputaran roda terlalu cepat sehingga robot sudah mendapatkan posisi seimbang serta sangat bergetar
9	30	75	2	Perputaran roda terlalu cepat sehingga robot sudah

---

				mendapatkan posisi seimbang serta sangat bergetar
10	30	75	5	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., & Atri, Y. (2018). Analisis Penerapan Mikrotik Router Sebagai User Manager Untuk Menciptakan Internet Sehat Menggunakan Simulasi Virtual Machine. *Jurnal TAM (Technology Acceptance Model)*, 9(1), 62–66.
- 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., & Silviana, S. (2018). Sistem Informasi Pemasangan Listrik Baru Berbasis Web Pada PT Chaputra Buana Madani Bandar Jaya Lampung Tengah. *Jurnal Tekno Kompak*, 12(1), 10–14.
- Amarudin, A., & Sofiadri, A. (2018). Perancangan dan Implementasi Aplikasi Ikhtisar Kas Masjid Istiqomah Berbasis Desktop. *Jurnal Tekno Kompak*, 12(2), 51–56.
- Amarudin, A., & Ulum, F. (2018). Desain Keamanan Jaringan Pada Mikrotik Router OS Menggunakan Metode Port Knocking. *Jurnal Teknoinfo*, 12(2), 72–75.
- Amarudin, A., Widyawan, W., & Najib, W. (2014). Analisis Keamanan Jaringan Single Sign On (SSO) Dengan Lightweight Directory Access Protocol (LDAP) Menggunakan Metode MITMA. *SEMNASSTEKNOMEDIA ONLINE*, 2(1), 1–7.
- 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.
- Darwis, D., Pasaribu, A. F. O., & Riskiono, S. D. (2020). Improving Normative And Adaptive Teacher Skills In Teaching Pkwy Subjects. *Mattawang: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(1), 30–38.
- Dita, P. E. S., Al Fahrezi, A., Prasetyawan, P., & Amarudin, A. (2021). 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., Chen, H., Yao, L., Zheng, K., Susarman, Rossi, F., & Yin, Y. (2021). Evaluation of the Groundsill’s stability at downstream of “Citorek” Bridge in Cimadur River, Banten Province. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 880(1), 012029. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/880/1/012029>
- 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. (2021). 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., Rossi, F., Suwarni, E., & Rosmalasari, D. (2021). *Pelatihan Pembuatan Video Pembelajaran Bagi Guru MA Matha ’ ul Anwar Lampung Pada Masa Pandemi COVID-19*. 2(3), 189–196. <https://doi.org/10.23960/jpkmt.v2i3.50>
- Gotama, J. D., Fernando, Y., & Pasha, D. (2021). Pengenalan Gedung Universitas Teknokrat Indonesia Berbasis Augmented Reality. *Jurnal Informatika dan Rekayasa Perangkat Lunak*, 2(1), 28–38.
- 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.
- Munandar, G. A., & Amarudin, A. (2017). Rancang Bangun Aplikasi Kepegawaian Pegawai Negeri Sipil Dan Pegawai Honorer pada Badan Kepegawaian dan Diklat Kabupaten. *Jurnal Teknoinfo*, 11(2), 54–58.

- Neneng, N., Putri, N. U., & Susanto, E. R. (2021). Klasifikasi Jenis Kayu Menggunakan Support Vector Machine Berdasarkan Ciri Tekstur Local Binary Pattern. *CYBERNETICS*, 4(02), 93–100.
- Novia Utami Putri, V., Wiryono, W., & Gunggung, S. (n.d.). *KEANEKARAGAMAN JENIS TANAMAN, PEMANFAATAN DAN POTENSI CADANGAN KARBON PADA SISTEM AGROFORESTRI PEKARANGAN DUSUN II DESA HARAPAN MAKMUR KECAMATAN PONDOK KUBANG KABUPATEN BENGKULU TENGAH*. Fakultas Pertanian, UNIB.
- 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., & Pasha, D. (2020). Analisis Metode Load Balancing Dalam Meningkatkan Kinerja Website E-Learning. *Jurnal TeknoInfo*, 14(1), 22–26.
- Riskiono, S. D., Pasha, D., & Trianto, M. (2018). Analisis Kinerja Metode Routing OSPF dan RIP Pada Model Arsitektur Jaringan di SMKN XYZ. *SEMNAS TEKNOMEDIA ONLINE*, 6(1), 1.
- Riskiono, S. D., & Reginal, U. (2018). Sistem Informasi Pelayanan Jasa Tour Dan Travel Berbasis Web (Studi Kasus Smart Tour). *Jurnal Informasi dan Komputer*, 6(2), 51–62.
- Riskiono, S. D., Susanto, T., & Kristianto, K. (n.d.). Rancangan Media Pembelajaran Hewan Purbakala Menggunakan Augmented Reality. *CESS (Journal of Computer Engineering, System and Science)*, 5(2), 199–203.
- 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., 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)*.
- Suwarni, E., Rosmalasar, T. D., Fitri, A., & Rossi, F. (2021). Sosialisasi Kewirausahaan Untuk Meningkatkan Minat dan Motivasi Siswa Mathla'ul Anwar. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Indonesia*, 1(4), 157–163. <https://doi.org/10.52436/1.jpmi.28>
- Teknologi, J., Jtsi, I., Saputra, M. A., Isnain, A. R., Informasi, S., Teknik, F., & Indonesia, U. T. (2021). *PENERAPAN SMART VILLAGE DALAM PENINGKATAN PELAYANAN MASYARAKAT MENGGUNAKAN METODE WEB ENGINEERING ( Studi Kasus : Desa Sukanegeri Jaya )*. 2(3), 49–55.
- 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).
- 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>