

PROTOTYPE SISTEM PENGENDALI DAN PROTEKSI MOTOR BLDC BERBASIS IOT DENGAN KONTROL *FUZZY LOGIC* DAN PULSE WIDTH MODULATION *CONTROLLER*

Arika Luthfa Putri Bukhori¹, Hartono², Rifdian Indrianto Sudjoko³
^{1,2,3}Politeknik Penerbangan Surabaya, Jl. Jemur Andayani 1 No 73 Surabaya, 60236
Email: arikaluthfa1210@gmail.com

ABSTRAK

Motor DC brushless adalah jenis motor DC yang tidak memiliki sikat. Motor DC brushless digunakan sebagai pengontrol dengan menggunakan teknologi mikrokontroler dan membutuhkan ESC (Electronics Speed Controller) sebagai modul tambahan, dengan pengontrol PWM yang ada di ESC sebagai pengontrol kecepatan untuk motor DC brushless. Motor DC brushless menawarkan kecepatan tinggi atau RPM dan banyak digunakan di drone atau pesawat RC. Selama operasi, kecepatan putaran motor tidak konstan. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem kontrol dan proteksi untuk menjaga kestabilan kecepatan putaran dan memonitor kecepatan putaran, arus dan temperatur dari motor DC brushless. Dengan menggunakan Internet of Things (IoT) sebagai perangkat yang mentransmisikan data keluaran dari pembacaan sensor ke website, dan dengan menggunakan kendali logika fuzzy, dimana logika fuzzy merupakan suatu sistem yang dapat memetakan suatu masukan ke suatu ruang keluaran. Menggunakan logika fuzzy, batas kecepatan minimum untuk motor adalah 1600 rpm dan maksimum adalah 10.000 rpm.

Kata Kunci: Motor *brushless* DC, *Internet of Things*, *fuzzy logic*, PWM *Controller*.

ABSTRACT

A brushless DC motor is a type of DC motor that does not have a brush. A brushless DC motor is used as a controller using microcontroller technology and requires an ESC (Electronics Speed Controller) as an additional module, with a PWM controller in the ESC as a speed controller for a brushless DC motor. Brushless DC motors offer high speeds or RPMs and are widely used in drones or RC planes. During operation, the rotational speed of the motor is not constant. Therefore, a control and protection system is needed to maintain a stable rotational speed and monitor rotational speed, current and temperature of a brushless DC motor. By using the Internet of Things (IoT) as a device that transmits output data from sensor readings to the website, and by using fuzzy logic control, where fuzzy logic is a system that can map an input to an output space. Using fuzzy logic, the minimum speed limit for the motor is 1600 rpm and the maximum is 10,000 rpm.

Keywords: *DC brushless motor, Internet of Things, fuzzy logic, PWM Controller.*

PENDAHULUAN

Motor *brushless* DC merupakan jenis motor DC yang tidak memiliki sikat. Motor *Brushless* DC digunakan dengan menggunakan teknologi mikrokontroler

sebagai kontrolnya dan memerlukan ESC (*Electronics Speed Controller*) sebagai modul tambahan, dimana di dalam ESC terdapat *PWM Controller* sebagai pengatur kecepatan pada motor *brushless* DC. Pada Prinsipnya PWM untuk pensaklaran pada

Inverter Tiga Fasa, dimana mikrokontroler menghasilkan *duty cycle*. Motor *Brushless DC* memiliki beberapa kelebihan seperti karakteristik torsi, respon dinamis yang tinggi, efisien dan keandalan yang lebih tinggi, masa pakai yang lama, pengoperasian yang tenang, rentang kecepatan yang lebih luas, dan biaya perawatan yang rendah. Karena kelebihan tersebut, Motor *Brushless DC* banyak digunakan pada mobil listrik, sepeda listrik, motor listrik, *Drone*, *RC Plane*, dll.

Sistem kendali motor *brushless DC* menggunakan kabel sebagai media pengiriman hasil monitoring kecepatan putaran, arus, dan temperatur. Untuk itu diperlukan sistem monitoring kecepatan putaran, arus lebih, dan temperatur pada motor *brushless DC*. Dalam pengoperasian motor *brushless DC*, kecepatan putaran motor tidak konstan. Kecepatan motor maksimum terjadi ketika motor tidak dibebani. Kecepatan motor berkurang karena adanya beban yang harus dipikul oleh motor. Oleh karena itu perlu dirancang suatu alat untuk pengendali dan proteksi motor agar kecepatan putaran dapat stabil.

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang sistem pengendali dan proteksi motor DC yang akan ditampilkan pada aplikasi berbasis *Internet of Things (IoT)*. *Internet of Things* merupakan teknologi yang bekerja dengan memperoleh data dan mengolahnya sendiri pada perangkat yang dioperasikan sebagai hasil pembacaan serta menampilkan hasil pembacaan dari masing-masing sensor ke LCD dan ke NodeMCU sebagai sebuah *opensource platform IoT* yang nantinya mengirimkan data ke *server* dengan bantuan sinyal *internet* yang didapatkan dari *smartphone*, kemudian data tersebut dapat di akses dan dimonitor melalui *website* dan dikontrol dengan metode *fuzzy logic* agar kecepatannya lebih stabil dan memiliki nilai *error* yang rendah.

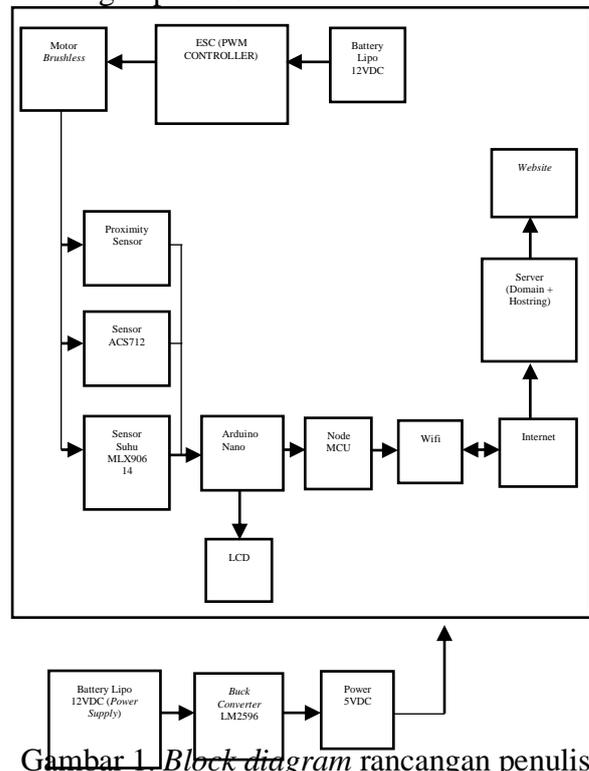
Dengan adanya permasalahan diatas maka pada laporan penelitian ini penulis mengangkat judul “*PROTOTYPE SISTEM PENGENDALI DAN PROTEKSI MOTOR*

BLDC BERBASIS IOT DENGAN KONTROL FUZZY LOGIC DAN PWM CONTROLLER”. Dengan adanya alat ini, penulis mengharapkan dapat digunakan untuk proses pembelajaran dan dapat dimanfaatkan dimasyarakat.

METODE

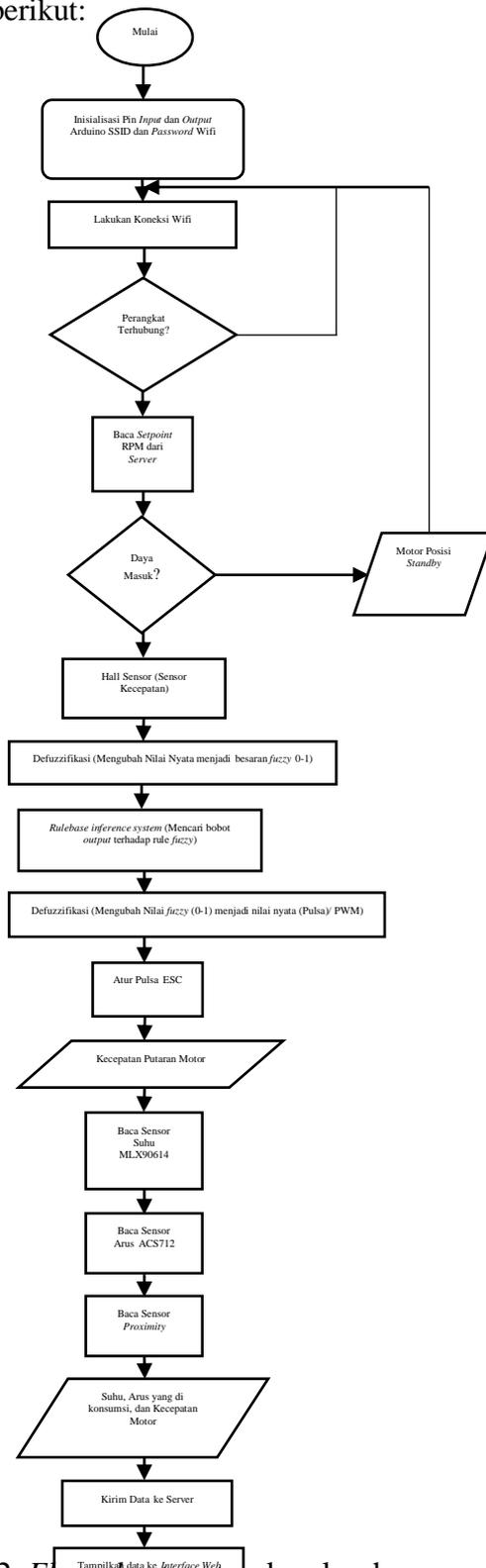
Sensor ACS712, Sensor suhu MLX90614, dan Proximity Sensor mendeteksi arus, suhu, dan kecepatan kemudian data tersebut diproses oleh Mikrokontroler Arduino Nano. Output dari data tersebut akan di tampilkan pada LCD 16x2 sebagai monitoring jarak dekat dan untuk monitoring jarak jauh menggunakan NodeMCU sebagai sebuah *opensource platform IoT* yang nantinya mengirimkan data ke *server* dengan bantuan sinyal *internet* yang didapatkan dari *smartphone*, kemudian data tersebut dapat di akses dan dimonitor melalui *website*. Pada *website* terdapat tampilan grafik pembacaan arus, suhu dan kecepatan, serta dapat mengatur kecepatan motor *Brushless DC* dengan kecepatan minimal 1600 rpm dan kecepatan maksimal 10.000 rpm.

Gambar 1 merupakan *block diagram* rancangan penulis:



Gambar 1. *Block diagram* rancangan penulis

Flow chart rancangan penulis adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Flow chart system keseluruhan

Pada proses pembuatan penelitian ini penulis ingin menerapkan kemajuan teknologi dengan membuat sistem pengendali dan proteksi motor brushless DC secara

otomatis dengan menggunakan mikrokontroler Arduino Nano. Dengan demikian, penulis berharap agar dapat mempermudah dalam memonitor motor brushless DC.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Pengujian Baterai Lipo



Gambar 3. Baterai Lipo

Tabel 1. Tabel Pengujian Baterai Lipo

Uji ke-	Tegangan Input (Vac)	Tegangan Output (Vdc)	Arus	Keterangan
1.	12 Vac	12,26 Vdc	0,25	Sesuai
2.	12 Vac	12,30 Vdc	0,25	Sesuai

Analisa:

Dalam percobaan pengujian Baterai Lipo dapat disimpulkan bahwa baterai lipo sudah memenuhi tegangan yang dibutuhkan motor brushless DC. Tegangan yang masuk sesuai dengan yang dibutuhkan motor, sehingga motor dapat bekerja dengan baik.

Pada tabel diatas terdapat perbedaan data yang diukur dengan data hasil yang diinginkan. Hal tersebut disebabkan oleh tegangan yang masuk berubah-ubah, akan tetapi data yang terukur dengan yang menggunakan avometer sudah memenuhi syarat tegangan yang diinginkan.

b. Pengujian Arduino Nano



Analisa:

Setelah dilakukan pengujian, didapatkan hasil bahwa Arduino dalam kondisi baik. Hal tersebut dapat dilihat dari LED Indikator pada Arduino yang menunjukkan mikrokontroler dapat berfungsi dengan baik.

c. Pengujian Motor Brushless DC



Gambar 4. Motor *Brushless* DC

Analisa:

Setelah dilakukan pengujian, didapatkan hasil bahwa motor *brushless* DC dalam kondisi baik. Hal tersebut dapat dilihat dari hasil tegangan *output*, arus, dan kecepatan dari hasil pengukuran alat ukur sesuai dengan hasil yang berada pada *web*.

d. Pengujian Modul Rangkaian



Gambar 5. Pengujian Modul Rangkaian

Analisa:

Dalam rangkaian lampu LED indikator yang menyala pada Arduino yang menunjukkan bahwa mikrokontroler berfungsi dengan baik. Pengujian pertama dilakukan pengukuran tanpa beban dari motor *brushless* DC, kemudian pengujian kedua diberi RPM sebanyak 1700 dengan hasil tegangan *output* dan arus sama dengan sebelum di beri beban. Pada pengujian ketiga diberikan beban 2500 dengan hasil tegangan *output* dan arus sama dengan pengujian pertama dan kedua. Setelah dilakukan pengujian, didapatkan hasil bahwa modul rangkaian dalam kondisi baik. Hal tersebut dapat dilihat dari hasil tegangan *output* dan arus tidak berubah/ tetap.

e. Pengujian Sensor Kecepatan



Gambar 6. Pengujian Sensor Kecepatan

Analisa:

Setelah dilakukan pengujian, didapatkan hasil bahwa sensor kecepatan berfungsi dengan baik. Hal tersebut dapat dilihat dari hasil dari pengukuran kecepatan pada rangkaian alat.

f. Pengujian Sensor Arus



Gambar 7. Pengujian Sensor Arus

Analisa:

Setelah dilakukan pengujian, didapatkan hasil bahwa sensor arus berfungsi dengan baik. Hal tersebut dapat dilihat dari hasil dari pengukuran arus pada rangkaian alat.

g. Pengujian Sensor Suhu

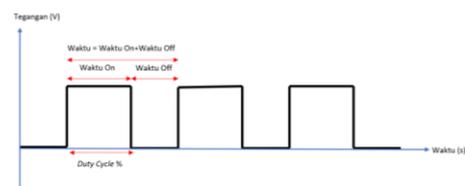


Gambar 8. Pengujian Sensor Suhu

Analisa:

Setelah dilakukan pengujian, didapatkan hasil bahwa sensor suhu berfungsi dengan baik. Hal tersebut dapat dilihat dari hasil dari pengukuran suhu pada rangkaian alat.

h. Pengujian PWM Controller



Gambar 9. Pengujian PWM Controller

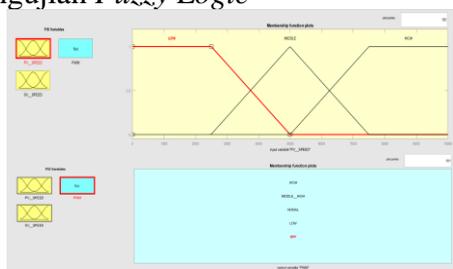
Analisa:

Pulse Width Modulation sebagai pengatur kecepatan dari motor *brushless* DC. Dengan menggunakan *PWM Controller* dapat menentukan waktu motor dalam posisi ON dan mengendalikan kerjanya dengan menggunakan *dutycycle* yang ada pada PWM tersebut. *Duty Cycle* merupakan

perbandingan dari lama waktu dalam kondisi *high* dan *low*. Jika nilai PWM semakin besar maka RPM motor juga semakin besar, dan semakin besar nilai PWM yang diberikan, maka nilai dari *duty cycle* yang dihasilkan juga semakin besar.

Dengan menggunakan sistem *fuzzy* dapat mempertahankan nilai tegangan *setting* yang diberikan, dengan demikian tegangan output yang dihasilkan akan memberikan hasil yang hampir sama. Dengan menggunakan *fuzzy* maka dapat diketahui jika kecepatan putaran motor terendah adalah 1600 rpm dan kecepatan putaran motor tertinggi adalah 10.000 rpm.

i. Pengujian *Fuzzy Logic*



Gambar 10. Pengujian *Fuzzy Logic*

Analisa:

Pada *rulebase* menjelaskan jika PV rendah dan SV juga rendah maka kecepatannya akan rendah, jika PV rendah dan SV tinggi maka kecepatannya tinggi atau dapat juga sedang. Jika PV sedang, SV rendah maka kecepatannya akan rendah, jika PV dan SV sedang maka kecepatannya normal, ketika PV sedang dan SV tinggi maka kecepatannya sedikit cepat. Jika PV tinggi dan SV rendah maka kecepatannya akan rendah, ketika PV Tinggi dan SV sedang maka kecepatannya normal, Dan jika PV dan SV tinggi maka kecepatannya juga tinggi.

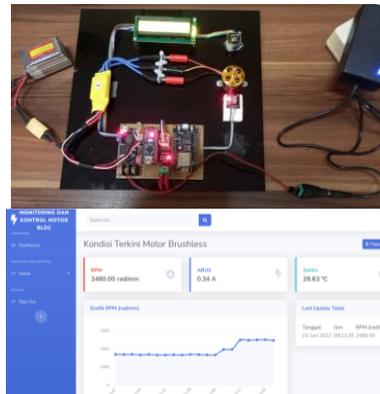
j. Pengujian alat keseluruhan

Pengujian alat secara keseluruhan bertujuan untuk mengetahui apakah seluruh sistem telah beroperasi dengan baik.

Pengujian dilakukan dengan cara:

1. Menginput coding keseluruhan pada aplikasi atau software arduino.
2. Memastikan bahwa alat sudah terkoneksi dengan sinyal wifi agar dapat di monitor melalui *website*.

3. Memonitoring alat dengan memasukkan kecepatan putaran sesuai dengan keinginan dan dapat mengetahui berapa suhu, arus, serta cepat/lambatnya putaran dari motor *brushless* DC.



Gambar 12. *Interface* sistem alat keseluruhan Analisa:

Dari pengujian didapatkan hasil bahwa sistem keseluruhan bekerja dengan baik. Adapun kendala dari alat biasanya disebabkan oleh sinyal internet yang digunakan.

PENUTUP
Simpulan

Dengan melakukan perancangan pengendali dan proteksi motor *brushless* DC, Kesimpulan dari perancangan alat tersebut, yaitu:

1. Rancangan alat ini menggunakan *website* yang ada pada smartphone maupun laptop, Pengiriman data dari NodeMCU ke *website* membutuhkan sinyal Wifi.
2. Komponen pada alat berfungsi dengan baik, dengan menggunakan sensor arus, sensor suhu, dan sensor kecepatan untuk mengetahui keluaran arus, suhu, dan kecepatan yang dihasilkan. Dan hasil pembacaan dari masing-masing sensor dapat ditampilkan pada LCD, sehingga dapat mengetahui arus, suhu, dan kecepatan dari Motor *Brushless* DC.

Saran

Berikut adalah saran untuk pengembangan perancangan alat selanjutnya yaitu:

1. Alat pengendali dan proteksi motor *brushless* DC ini dapat dikembangkan dengan menambahkan sensor tegangan agar mengetahui tegangan dari alat

tersebut.

2. Menambahkan notifikasi apabila arus atau kecepatan melebihi batas maksimal.
3. Menambahkan proteksi otomatis jika terdapat masalah pada alat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alim, Andi Fauzan (2020). SISTEM KENDALI KECEPATAN MOTOR BRUSHLESS DC (BLDC) DENGAN PENGENDALI PI. Diambil dari http://repository.unhas.ac.id/id/eprint/3699/2/D41116315_skripsi%281%29-1-2.pdf
- [2] Nasution, Yasser Akbar. Haryudo, Subuh Isnur (2020). RANCANG BANGUN MONITORING MOTOR BRUSHLESS DC BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) DENGAN KONTROL FUZZY LOGIC. Diambil dari <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/JTE/article/view/31504>
- [3] Ridhwan, Muhammad Taufiq (2012). “RANCANG BANGUN PENGGERAK DAYA MOTOR BRUSHLESS DC 350W/48V DESIGN AND IMPLEMENTATION OF POWER DRIVER BRUSHLESS DIRECT CURRENT MOTOR 350W/48V”. Diambil dari https://www.academia.edu/32872177/RANCANG_BANGUN_PENGGERAK_DAYA_MOTOR_BRUSHLESS_DC_350W_48V_DESIGN_AND_IMPLEMENTATION_OF_POWER_DRIVER_BRUSHLESS_DIRECT_CURRENT_MOTOR_350W_48V
- [4] Suyana, Taryana (2021). “Implementasi Komunikasi Web Server NodeMCU ESP8266 dan Web Server Apache MYSQL untuk Otomatisasi dan Kontrol Peralatan Elektronik Jarak Jauh Via Internet”.
- [5] Yulianta, Agung Dwi. Hadi, Sasongko Pramono. Suharyanto (2015). “Pengendalian Kecepatan Motor Brushless DC (BLDC) Menggunakan Metode Logika Fuzzy”.
- [6] F. Faizah, L. S. Moonlight, Suwito and R. E. Primadi, "PENGENDALIAN DAN PEMANTAUAN PEMAKAIAN ENERGI LISTRIK MENGGUNAKAN TEKNOLOGI BLUETOOTH," in Jurnal Penelitian Politeknik Penerbangan Surabaya, Surabaya, 2021.
- [7] F. A. Nurudin, L. S. Moonlight and Kustori, "PROTOTYPE KONTROL DAN MONITORING ENERGI VIA WEB BERBASIS ARDUINO PADA GEDUNG TERINTEGRASI POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA," in Prosiding SNITP, Surabaya, 2020.
- [8] D. C. Hermawan, L. S. Moonlight and Kustori, "PROTOTYPE SISTEM KONTROL DAN MONITORING CUBICLE BERBASIS SMARTPHONE DI BANDAR UDARA EL TARI KUPANG," in Prosiding SNITP, Surabaya, 2020.
- [9] A. Kholil, L. S. Moonlight and Kustori, "PROTOTYPE SMART WATER METER TERPUSAT BERBASIS RASPBERRY VIA INTERNET of THINGS SEBAGAI MONITORING DEBIT AIR DI BANDAR UDARA INTERNASIONAL SUPADIO PONTIANAK," in Prosiding SNITP, Surabaya, 2020.
- [10] A. W. Saputra, Suhanto and L. S. Moonlight, "RANCANG BANGUN PROTOTYPE KONTROL DAN MONITORING FLOODLIGHT SECARA PARSIAL DAN TERINTEGRASI BERBASIS MIKROKONTROLER," in Prosiding SNITP, Surabaya, 2019.
- [11] D. D. Dewangga, Suhanto and L. S. Moonlight, "RANCANG BANGUN PROTOTYPE KONTROL DAN MONITORING AUTOMATIC TRANSFER SWITCH (ATS) PADA PLN DAN SOLAR SEL BERBASIS PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC)," in Prosiding SNITP, Surabaya, 2019.

- [12] M. F. A. Akbar, P. Iswahyudi and L. S. Moonlight, "RANCANG BANGUN KONTROL DAN MONITORING SISTEM PROTEKSI BEBAN TIDAK SEIMBANG BERBASIS PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER," in Prosiding SNITP (Seminar Nasional Inovasi Teknologi Penerbangan), Surabaya, 2018.
- [13] R. F. Putri, T. I. Suharto and L. S. Moonlight, "Rancangan Simulator Flight Information Display System (FIDS) Dan Public Address System (PAS) Berbasis Raspberry Pi sebagai Penunjang Pembelajaran di Politeknik Penerbangan Surabaya," in Prosiding SNITP, Surabaya, 2017.
- [15] D. N. Sadewo, T. Arifianto, Sunardi, L. S. Moonlight and B. Wasito, "Penggunaan Solar Tracker untuk Analisis Pencarian Daya Maksimal pada Panel Surya," *Jurnal Kajian Teknik Elektro*, vol. 7, no. 2, pp. 43-47, 2022.
- [16] T. Arifianto, Y. A. Pangestu, D. S. Oktaria, L. S. Moonlight and D. I. Pratiwi, "Prediksi Daya Pada Panel Surya Menggunakan Metode Time Series dan Analisis Regresi," *Jurnal Ilmiah Intech: Information Technology Journal of UMUS*, vol. 4, no. 1, pp. 52-63, 2022.
- [17] Y. K. Damayanti, N. Pambudiyatno and L. S. Moonlight, "RANCANG BANGUN JARINGAN INTERNET BERBASIS CISCO ROUTER R2901 DAN ROUTING INFORMATION PROTOCOLDI POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA," in Prosiding SNITP, Surabaya, 2018.
- [18] L. S. Moonlight, "Optimasi Simulasi Routing OSPF (Open Shortest Path First) di Bandara Soekarno Hatta," in *Jurnal Penelitian*, Surabaya, 2018.