

PERANCANGAN ROBOT LENGAN DENGAN PENGENDALI BERUPA GESTUR TANGAN MANUSIA MELALUI JARINGAN INTERNET

Damar Nur Ichwan

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Jl. Lingkar Barat, Tamantirto, Kasihan, Bantul Yogyakarta
E-mail : damarnurichwan.official@gmail.com

ABSTRACT

This design is an innovation design teleoperated robot arm networked WiFi network into the Internet to overcome the limitations of space between the controller with the robot. In addition, the design is also used gestur human hand as a controller to give freedom to the operator in controlling the robot arm movement. Controlling part consists of a magnetometer and akselerometer sensors, three buttons, the Arduino Pro Mini, and ESP01. Meanwhile, parts of the robot consists of a sensor LM35, ESP01, Arduino Pro Mini, Adafruit 16-Channel PWM Servo drivers, 8 MG90s, and 1 3003S Futaba. IoT platform used is io.adafruit.com. Controlling part consists of a magnetometer and akselerometer sensors, three buttons, the Arduino Pro Mini, and ESP01. Meanwhile, parts of the robot consists of a sensor LM35, ESP01, Arduino Pro Mini, Adafruit 16-Channel PWM Servo drivers, 8 MG90s, and 1 3003S Futaba. IoT platform used is io.adafruit.com. From the test results in this design it can be concluded that the object transfer in experiment I can be completed with 9 messages for 28 seconds, in the second experiment can be completed with 24 messages for 59 seconds, and in experiment III can be completed with 18 messages for 47 seconds and the difference in the number of messages and duration between experiments influenced by several factors, including operator skills (human), the location of objects, and the quality of the internet used.

Keywords: Industry 4.0, WiFi, robot arm, internet, hand gesture

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini, revolusi industri telah melangkah menuju era Industri 4.0. Industri 4.0 menghasilkan "smart factory" dengan standar teknologi mencakup *cyber-physical systems, the internet of things, cloud computing, dan cognitive computing*. Seiring dengan revolusi industri 4.0 penggunaan robot khususnya robot lengan telah banyak digunakan di beberapa bidang, seperti bidang industri, kesehatan dan riset. Dalam bidang industri, robot lengan banyak difungsikan sebagai pemindah barang, pencetak 3D, dan pengebor bahan produksi. Penggunaan robot

lengan telah banyak meningkatkan keuntungan industri, baik dari segi operasional maupun kualitas dan kuantitas hasil produksi. Dalam kesehatan, robot lengan telah digunakan sebagai manipulator tangan dokter dalam melakukan operasi bedah, operasi gigi, dan operasi mata. Sementara dalam riset, penggunaan robot lengan membantu peneliti dalam melakukan pekerjaan yang berisiko tinggi dan melampaui batas kemampuan otot manusia.

Telah banyak inovasi dalam perancangan robot lengan saat ini, salah satunya adalah inovasi sistem kendali pada *teleoperated* robot lengan. Pada revolusi

industri 3.0 masih menggunakan sistem kendali *teleoperated* robot lengan media kabel, sementara dalam langkah menuju revolusi 4.0 seperti sekarang ini telah menggunakan teknologi nirkabel WiFi. Namun penggunaan WiFi memiliki keterbatasan ruang, yaitu maksimal berkisar 20 hingga 100 meter. Dengan keterbatasan tersebut operator kendali harus berada dalam wilayah jangkauan WiFi supaya dapat mengendalikan robot. Dalam sistem kendali *teleoperated* robot lengan, pengendali yang digunakan bermacam-macam, salah satunya dengan gestur tangan manusia. Melalui gestur tangan manusia, robot lengan dapat bergerak bebas mengikuti gerakan tangan manusia.

Berdasarkan paparan di atas, penulis tertarik untuk membuat inovasi perancangan *teleoperated* robot lengan berjaringan WiFi menjadi berjaringan internet. Perancangan ini memanfaatkan salah satu standar teknologi pada industri 4.0, yaitu *Internet of Things*. Dengan digunakannya *Internet of Things* selain memenuhi standar revolusi industri 4.0, keuntungan dari penggunaan internet sebagai media pengiriman data ini adalah kebebasan ruang antara pengendali dengan robot menjadi tidak terbatas selama kedua perangkat tersebut tersambung internet. Serta penggunaan kendali berupa gestur tangan manusia dapat memberikan kebebasan lebih dalam melakukan pengendalian robot. Oleh karena itu, tugas akhir ini berjudul “Perancangan Robot Lengan dengan Pengendali berupa Gestur Tangan Manusia melalui Jaringan Internet”. Perancangan ini merupakan prototipe sehingga memerlukan penelitian lebih lanjut supaya dapat digunakan secara konvensional.

1.2 Tujuan Perancangan

Dapat merancang robot lengan dengan pengendali berupa gestur tangan manusia melalui jaringan internet, mengetahui spesifikasi robot lengan dengan pengendali

gestur tangan manusia melalui jaringan internet, dan mengetahui hasil pengujian rancangan dalam memindahkan benda

1.3 Asumsi dan Batasan

Asumsi dan batasan pada perancangan ini, antara lain *delay* tiap pengiriman data paling cepat 2 detik, robot berhenti bekerja ketika suhu mencapai 41°C, robot hanya dapat mengangkat benda dengan massa ringan, dan rancangan masih berupa prototipe.

II. DASAR TEORI

2.1 Robot Lengan

Robot lengan adalah robot yang dibentuk dan diprogram dengan fungsi seperti lengan manusia. Robot lengan terdiri dari 3 bagian utama, yaitu *base* (dasar), *link* (lengan), *joint* (sendi), dan *end-effector* (ujung lengan robot). Ujung lengan robot pada robot lengan dirancang sesuai dengan tugasnya, seperti mengelas, mencengkram, mengebor, dll. Penyebutan DOF sebuah robot lengan didasarkan pada jumlah *joint* yang ada pada robot.

2.2 Arduino Pro Mini

Arduino Pro Mini adalah Arduino dengan mikrokontroler berbasis ATmega328 dan ATmega168 yang tidak memiliki jack power DC dan konektor mini-B USB. Untuk mengunggah program dan berkomunikasi antara komputer dengan Arduino Pro Mini digunakan *Serial to TTL Converter*. Dalam penjualannya papan ini tidak disolder dengan pin header seperti pada papan Arduino lainnya, sehingga memudahkan pemakai untuk menggunakan berbagai jenis konektor

2.3 ESP8266

ESP8266 adalah WiFi SOC (*System on Chip*) yang diproduksi oleh Espressif Systems. Ini adalah chip yang terintegrasi dan dirancang untuk menyediakan konektivitas internet penuh dalam paket

kecil. ESP01 adalah tipe pertama dari ESP8266.

2.4 Arduino IDE

Arduino IDE adalah perangkat lunak yang digunakan untuk membuat program untuk papan Arduino (Ery Gunawan dan Akhmad Burhan Maulana, 2017). Perangkat lunak ini beroperasi pada komputer dengan platform Windows, Mac OS X, dan Linux. Selain untuk membuat program, perangkat lunak ini juga berfungsi untuk mengirimkan hasil kompilasi program yang telah dibuat ke papan Arduino dan menyediakan monitor serial untuk memantau keluaran serial pada papan Arduino.

2.5 Akselerometer

Akselerometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur percepatan. IC yang berfungsi sebagai akselerometer salah satunya adalah ADXL335 (Alfaeru dkk, 2016). Dalam kerjanya, IC ini mengukur akselerasi gravitasi bumi dan akselerasi dinamis dari suatu gerakan.

2.6 Magnetometer

Magnetometer adalah perangkat elektronik yang digunakan untuk mengukur kekuatan medan magnet disekitarnya. Salah satu modul magnetometer yang mudah didapatkan adalah HMC5883L. Biasanya magnetometer digunakan untuk menentukan arah mata angin.

2.7 LM35

LM35 adalah sensor yang diciptakan untuk mengubah besaran suhu menjadi besaran listrik yaitu tegangan (Utomo dkk, 2011). Sensor ini memiliki akurasi tinggi dan mudah diaplikasikan dalam perancangan. Sensor ini mampu mengubah besaran suhu menjadi tegangan hingga 30V.

2.8 Motor Servo

Motor servo adalah motor DC yang sudah dilengkapi dengan pengendali bersistem *closed feedback*, *gearbox*, dan resistor variabel dalam satu modul. Batas maksimal putaran rotor ditentukan oleh resistor variabel dan nilai posisi sudut servo diatur dari gelombang PWM yang diterimanya.

2.9 16-Channel PWM Servo Driver

16-channel servo driver adalah solusi yang sempurna untuk setiap proyek yang membutuhkan banyak servo. Perangkat ini berbasis IC PCA9685. Perangkat ini dapat mengontrol hingga 992 motor servo hanya dengan dua pin komunikasi I2C.

2.10 LCD 16x2

LCD (Liquid Crystal Display) adalah modul layar elektronik yang dapat digunakan untuk berbagai macam aplikasi. 16x2 maksudnya adalah pada layar terdapat dua buah baris yang mampu menampilkan 16 karakter setiap barisnya. LCD ini menampilkan sebuah karakter dalam sebuah matriks berukuran *5x7 pixel*.

2.11 Relay 1CH

Relay 1CH adalah modul saklar yang bekerja berdasarkan prinsip induksi medan elektromagnetis (Dede Kurniadi dan Fitriyani, 2017). Relay memiliki tiga terminal tegangan tinggi (NC, C, NO) sebagai terminal untuk alat yang ingin dikendalikan dan di sisi lain 3 terminal tegangan rendah (VCC, GND, Signal) sebagai masukan daya serta sinyal instruksi dari mikrokontroler.

2.12 Switching Regulator

Switching regulator merupakan perangkat elektronik yang berfungsi untuk menstabilkan tegangan keluaran dari tegangan masukan. Terdapat 2 jenis *switching regulator* yaitu penurun tegangan DC dan penaik tegangan DC. Bagian yang paling penting pada *switching regulator*

adalah IC. Pada perancangan ini digunakan regulator dengan IC MP1584.

2.13 Internet of Things (IoT)

IoT adalah sebuah konsep dimana alat dapat melakukan pengiriman data ke internet secara otomatis tanpa menggunakan perantara manusia. IoT banyak digunakan dalam jaringan M2M (*Machine to Machine*) sehingga memungkinkan koneksi antar perangkat dengan jarak tidak terbatas selama terhubung dengan internet.

2.14 MQTT

MQTT atau *Message Queue Telemetry Transport* adalah pesan transport protokol yang memungkinkan komunikasi *client server* dengan cara mempublikasikan atau berlangganan pesan secara *live data* atau *Realtime data*. Protokol ini digunakan untuk berkomunikasi M2M dengan beberapa fitur, antara lain bandwidth rendah, terbuka, dan memiliki desain yang mudah diterapkan. Sehingga proses pengiriman status satu mesin ke mesin lainnya berjalan lancar.

III METODOLOGI

3.1 Komponen dan Persediaan

Langkah pertama dalam perancangan ini adalah membuat tabel komponen dan persediaan. Tabel komponen dan persediaan pada perancangan ini berisi tentang komponen-komponen utama dengan kuantitas lebih dari kebutuhan perancangan karena untuk persediaan bila terjadi kegagalan.

3.2 Alat dan Mesin yang Diperlukan

Langkah kedua pada perancangan ini adalah membuat tabel alat dan mesin yang diperlukan. Alat dan mesin yang dimaksud adalah alat dan mesin yang bertugas hanya untuk membantu perancangan atau dalam kata lain tidak menjadi bagian komponen rancangan

3.3 Aplikasi dan Layanan Online

Langkah ketiga adalah membuat tabel aplikasi dan layanan online. Pada perancangan ini digunakan 3 buah aplikasi dan 1 layanan online, yaitu Arduino IDE, SketchUP, Adobe Illustrator, dan Adafruit IO.

3.4 Sistem

Langkah keempat adalah pembuatan rancangan sistem. Pembuatan rancangan sistem pada langkah ini didasarkan pada komponen-komponen dan persediaan

3.5 Desain

Langkah kelima adalah pembuatan desain. Pembuatan desain diawali dengan membuat desain 3D menggunakan aplikasi Sketch Up. Setelah desain 3D selesai kemudian dikonversi menjadi desain 2D menggunakan Adobe Illustrator. Pembuatan desain 3D pada perancangan ini di bagi menjadi 2, yaitu bagian pengendali dan robot.

3.6 Pengkabelan

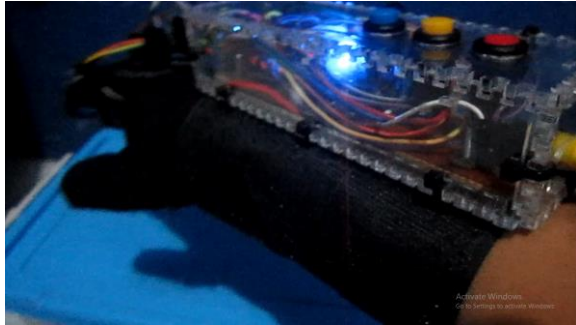
Langkah selanjutnya adalah membuat tabel pengkabelan. Pengkabelan pada perancangan ini dibagi menjadi dua sistem, yaitu pengendali dan robot.

3.7 Diagram Alir Program

Langkah selanjutnya adalah membuat diagram alir program. Diagram alir program dibuat guna mempermudah penulis dalam menentukan prinsip kerja rancangan secara rinci. Diagram alir program pada perancangan ini dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu Arduino Pro Mini pengendali, ESP01 pengendali, ESP01 robot, dan Arduino Pro Mini robot.

3.8 Hasil Perancangan

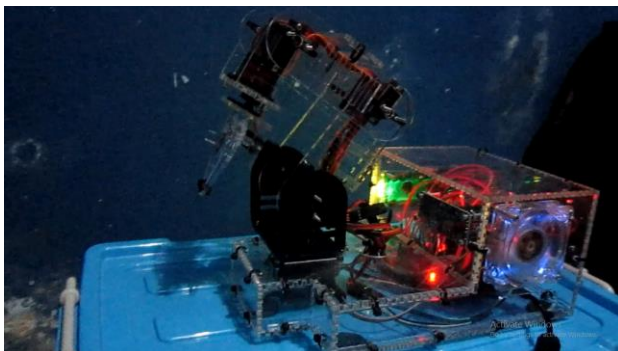
Berikut adalah hasil dari perancangan Robot Lengan dengan Pengendali berupa Gestur Tangan Manusia melalui Jaringan Internet.



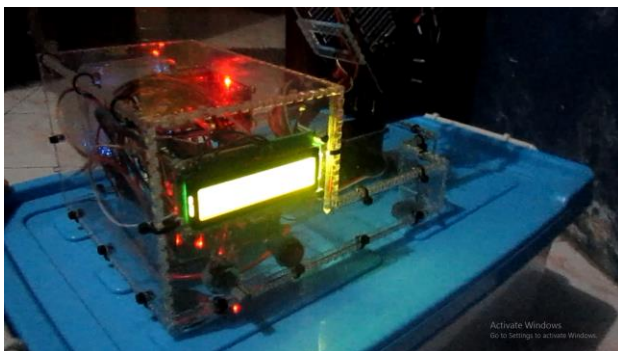
Gambar 3.1 Hasil Perancangan Bagian Pengendali (Sisi Samping)



Gambar 3.2 Hasil Perancangan Bagian Pengendali (Sisi Atas)



Gambar 3.3 Hasil Perancangan Bagian Robot (Sisi Kiri)



Gambar 3.4 Hasil Perancangan Bagian Robot (Sisi Kanan)

3.8 Pengujian

Setelah alat jadi, alat masuk ke tahap pengujian. Pengujian dilakukan untuk mengetahui alat sudah bekerja dengan baik atau belum. Pada tahap ini misi alat adalah memindahkan benda dari alas ke kantong. Pengujian ini dilakukan sebanyak tiga kali percobaan dengan masing-masing letak benda di setiap percobaan berbeda.

1.1.1 Prosedur Pengujian

Berikut prosedur pengujian yang dilakukan ada perancangan ini:

1. Pasang sarung tangan pengendali ke tangan, kemudian Rekatkan box pengendali ke tangan
2. Pasang masing-masing interface pada box ke sensor, yaitu Ab ke As, Bb ke Bs, Cb ke Cs, dan Db ke Ds
3. Letakkan kantong pada sudut 0° dari titik *base* robot dengan jarak 130 mm
4. Adapter 5V/2A dihubungkan ke sumber tegangan 220VAC dan jack DC pada pengendali. Sementara adapter 12V/3A dihubungkan ke sumber tegangan 220VAC dan jack DC pada robot.
5. Benda diletakkan dengan posisi seperti Tabel 3.1

Tabel 3. 1 Batas Sudut Gerak Robot

Sendi (Link)	Maksimal (°)	Minimal (°)
1	18	162
2	68	162
3	18	162
4	18	162
5	18	162
6	18	90

6. MiFi diaktifkan
7. Kunjungi io.adafruit.com/Cloud3_damaniaIoT/dashboards/message pada browser untuk memonitor waktu dan pesan yang terpublish ke broker

8. Pengendali dan robot diaktifkan dengan cara menekan tombol merah pada sisi keduanya
9. Robot akan mulai hidup pada detik ke-9 setelah tombol merah robot di telan
10. LED ESP01 pengendali akan berkedip ketika pengendali sudah terhubung ke broker. Ini mengartikan bahwa *publish* data telah dimulai
11. Robot sudah mulai *subscribe* pesan dari broker ditandai dengan hidupnya LED ESP01 pada box robot.
12. Tekan tombol kuning pada pengendali untuk menggerakkan robot ke posisi *reset*.
13. Ketika robot hidup, tekan kembali tombol kuning pengendali, kemudian gerakkan robot dengan gestur tangan dan arahkan *gripper* ke benda
14. Setelah posisi *gripper* siap mengangkat benda, kemudian tekan tombol biru, maka secara otomatis robot akan mengambil, dan memindahkan benda ke kantong.

3.9 Perbaikan

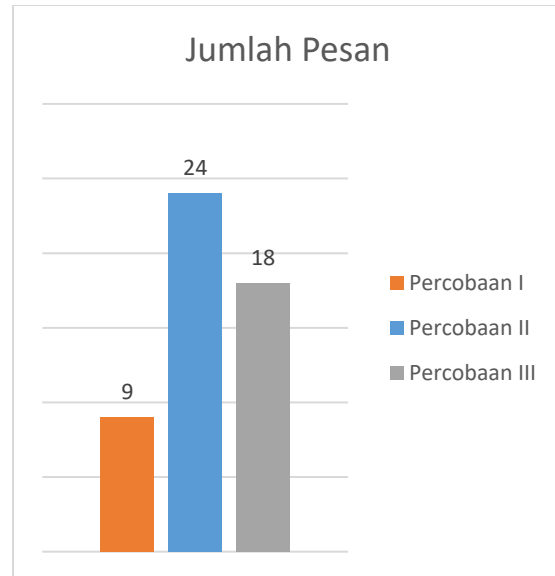
Ketika komponen belum bekerja sesuai tujuan maka, perbaikan dilakukan. Kemudian diuji kembali

IV. HASIL PENGUJIAN DAN ANALISIS

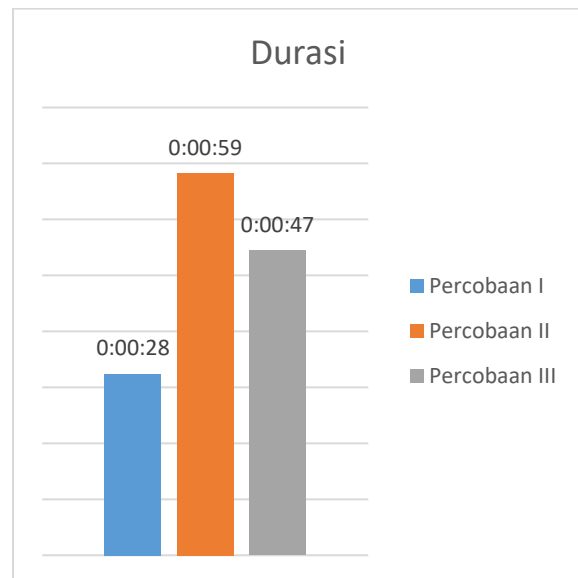
Setelah melakukan pengujian, selanjutnya perbandingan data antar percobaan dilakukan. Perbandingan data dilakukan untuk mengetahui percobaan mana yang memiliki jumlah pesan paling sedikit, jumlah pesan paling banyak, durasi paling cepat, dan durasi paling lama.

4.1 Data Hasil Pebandingan

Data hasil perbandingan ketiga percobaan yang telah dilakukan dapat dilihat pada Gambar 4.4 dan 4.5.



Gambar 4. 1 Perbandingan Jumlah Pesan antar Percobaan



Gambar 4. 2 Perbandingan Durasi Pesan antar Percobaan

4.2 Analisis

Dari hasil ketiga percobaan yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa percobaan 1 dapat memindah benda dengan jumlah pesan paling sedikit dan durasi paling cepat, yaitu dengan 9 pesan selama 28 detik. Sementara percobaan 3 dapat memindah `dan

durasi paling lama, yaitu dengan 24 pesan selama 59 detik.

Dari data perbandingan dan analisis di atas dapat disimpulkan bahwa jumlah pesan dan durasi dalam memindahkan robot antar percobaan berbeda-beda. Hal ini dapat dipengaruhi beberapa faktor, antara lain keterampilan operator (manusia), letak benda, dan kualitas internet yang digunakan.

V. KESIMPULAN

1. Pengendali dapat mengendalikan derajat tiap *joint* robot
2. Pemindahan benda pada percobaan I dapat diselesaikan dengan 9 pesan selama 28 detik, pada percobaan II dapat diselesaikan dengan 24 pesan selama 59 detik, dan pada percobaan III dapat diselesaikan dengan 18 pesan selama 47 detik.
3. Perbedaan jumlah pesan dan durasi dipengaruhi beberapa faktor, antara lain keterampilan operator (manusia), letak benda, dan kualitas internet yang digunakan

DAFTAR PUSTAKA

Alfaeru, Faisal, Aries Boedi Setiawan dan Nachrowie. (2016). Implementasi Sensor Akselerometer dan Modul GPS untuk Rancang Bangun Smartbike. *Jurnal Ilmu-ilmu Teknik - Sistem: Vol. 12 (3)*, 180.

Ardiansyah, dan Rizqi Andry. (2016). Perancangan Sistem Pengendali Robot melalui Internet Menggunakan Raspberry Pi. *Jurnal Otomasi Kontrol dan Instrumentasi: Vol 8 (1)*, 79.

Artono, Budi, dan Fredy Susanto. (2017). LED control system with cayenne framework for the Internet of Things (IoT). *Journal of Electrical Electronic Control and Automotive Engineering (JEECAE)*, 95.

Earl, dan Bill. (2018). Adafruit 16-Channel Servo Driver with Arduino. *Journal Adafruit Learning System*, 4-7.

Faris, M. F., Aris Triwiyatno dan Iwan Setiawan. (2012). Perancangan Arm Manipulator 4 DOF dengan Menggunakan Pengendalian Cartesian Space-Trajectory Planning. *Journal Transient: Vol.1 (4)*, 152.

Huda, Ghoni Musyahar dan Miftakhul. (2017). Prototype Pembelajaran Lift Tiga Lantai Berbasis Arduino. *Jurnal Cahaya Bagaskara: Vol. 1 (1)*, 2.

Ismail, Ikhsan, Erwin Susanto dan Mas Sarwoko Suraatmadja. (2015). Implementasi Logika Fuzzy dan Kalman Filter untuk Kendali Lengan Robot Menggunakan Gestur Tangan Manusia. *Journal e-Proceeding of Engineering: Vol.2 (3)*, 7019.

Khairunnas, M. D., Endro Ariyanto dan Sidik Prabowo. (2016). Perancangan dan Implementasi Pengaktifan Water Heater dan Pemantauan Suhu dan Ketinggian Air pada Bak Mandi dengan Sensor Ultrasonik dan Sensor Suhu Menggunakan Arduino Berbasis Android. *Journal e-Proceeding of Engineering: Vol.3 (3)*, 5265.

Kurniadi, Dede, dan Fitriyani. (2017). Sistem Kendali Jarak Jauh Perangkat Elektronik Rumah Berbasis Cloud Computing. *Jurnal Algoritma*, 205-206.

Maulana, Ery Gunawan dan Akhmad Burhan. (2017). Rancang Bangun Pengintai dengan Kendali Android. *Jurnal Cahaya Bagaskara: Vol. 1 (1)*, 24.

Oktaria, Salsalina, Herry Imanta Sitepu dan Maclaurin Hutagalung. (2014). pengukuran kinerja sisitem publish/subscribe menggunakan protocol MQTT. *Jurnal Telematika: Vol. 9 (1)*, 25.

Prabanegara, R. H., M Fathuddin Noor dan Eva Kurnia. (2015). Rancang Bangun Robot Lengan Pemindah dan Penyeleksi Barang Berdasarkan Warna Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Ilmiah Ilmu-ilmu Teknik: Vol 5 (2)*, 21.

- Ridwanda, Haditia, Dedi Triyanto dan Yulrio Brianorman. (2014). Sistem Kendali Alat Listrik Berbasis Waktu dengan ATMEGA 8535. *Jurnal Coding Sistem Komputer Untan*, 14-15.
- Ristian, Uray, Ferry Hadary dan Yulrio Brianorman. (2013). Visualisasi dan Pengendalian Gerak Robot Lengan 4 DOF Menggunakan Visual Basic. *Jurnal Coding Sistem Komputer Untan*, 1.
- Rochmanda, S. D., Indrazno Sirajuddin dan Agus Pracoyo. (2016). Sistem Kontrol Directional Maintaining Stability pada UAV Glider. *Journal Prosiding Sentia 2016*, 36.
- Sarifuddin, Arief, Sumardi dan Darjat. (2017). Perancangan Sistem Kendali Pergerakan Arm Manipulator. *Journal Transient: Vol. 6 (3)*, 424.
- Utomo, Ambar Tri, Ramadani Syahputra dan Iswanto. (2011). Implementasi Mikrokontroler sebagai Pengukur Suhu Delapan Ruangan. *Jurnal Teknologi, Vol. 4 (2)*, 153.