

SKRIPSI

**SISTEM KENDALI GERAK TELESKOP GOTO ARAH ASENSIOREKTA DAN
DEKLINASI DENGAN TIGA *MODE* KECEPATAN MENGGUNAKAN
MIKROKONTROLER ATMEGA2560**

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains Program Studi Fisika



Oleh

Ilham Hidayat Kurniawan

NIM. 1501367

**PROGRAM STUDI FISIKA
DEPARTEMEN PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2019**

SISTEM KENDALI GERAK TELESKOP GOTO ARAH ASENSIOREKTA
DAN DEKLINASI DENGAN TIGA *MODE* KECEPATAN MENGGUNAKAN
MIKROKONTROLER ATMEGA2560

Oleh
Ilham Hidayat Kurniawan

Skripsi ini diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
Departemen Pendidikan Fisika
FPMIPA UPI

© Ilham Hidayat Kurniawan
Universitas Pendidikan Indonesia
Agustus 2019

Hak cipta dilindungi undang – undang
Skripsi ini tidak diperkenankan untuk diperbanyak atau sebagian, dengan dicetak
ulang, difotokopi, atau dengan cara lainnya tanpa izin dari penulis

LEMBAR PENGESAHAN

Ilham Hidayat Kurniawan

SISTEM KENDALI GERAK TELESKOP GOTO ARAH ASENSIOREKTA DAN DEKLINASI DENGAN TIGA *MODE* KECEPATAN MENGUNAKAN MIKROKONTROLER ATMEGA2560

disetujui dan disahkan oleh pembimbing :

Pembimbing I



Dr. Ahmad Aminudin, M.Si.
NIP 197211122008121001

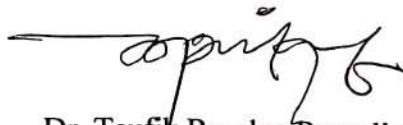
Pembimbing II



Mochamad Irfan, M.Si.
NIP 197012242014091002

Mengetahui,

Ketua Departemen Pendidikan Fisika



Dr. Taufik Ramlan Ramalis, M.Si.
NIP 195904011986011001

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Sistem Kendali Gerak Teleskop GOTO Arah Asensiorekta dan Deklinasi dengan Tiga *Mode* Kecepatan Menggunakan Mikrokontroler ATmega2560” beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya tulis saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko/sanksi apabila dikemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Agustus 2019
Yang membuat pernyataan,

Ilham Hidayat Kurniawan
NIM. 1501367

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan petunjuk untuk pembuatan skripsi ini. Karena berkat rahmat dan petunjuk-Nya skripsi dapat terselesaikan sebagaimana mestinya Selain itu terimakasih untuk teman – teman yang selalu mendukung penulis dalam pembuatan skripsi ini, tidak lupa juga penulis mengucapkan terimakasih terhadap semua dosen yang selalu membimbing penulis dalam pembuatan skripsi ini.

Adapun kesalahan dan kekurangan dalam pembuatan skripsi ini, penulis mohon dimaklumi dan alangkah baiknya penulis memohon kritik dan saran agar pembuatan skripsi ini dapat menjadi lebih baik. Semoga dengan dibuatnya skripsi ini dapat bermanfaat kepada pembaca dan bagi kita semua.

Bandung, Agustus 2019

Penulis

UCAPAN TERIMAKASIH

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yaitu Allah SWT. karena berkat ridha dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini. Selain itu penulis dengan hormat mengucapkan terimakasih kepada pihak – pihak di bawah ini yang telah membantu penulis menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini.

1. Ibu Nurhayati dan Bapa Saptari Memed sebagai orang tua yang selalu menjadi motivasi penulis untuk menyelesaikan kuliah dengan tepat waktu
2. Bapak Mochamad Irfan, M.Si sebagai pembimbing II yang selalu membimbing penulis dimulai dari PLA hingga sekarang penulis selesai menyelesaikan skripsi
3. Bapak Dr. Ahmad Aminudin, M.Si sebagai pembimbing I yang selalu menasihati penulis dan memberi saran untuk penelitian penulis
4. Bapak Judhistira Aria Utama, M.Si sebagai pembimbing akademik yang selalu memberi semangat dan saran agar selesai kuliah dengan tepat waktu
5. Seluruh dosen Departemen Fisika yang telah memberi ilmu pengetahuan dan wawasan yang luas selama perkuliahan
6. Iqbal Assidiq, Raisa Rahmat, Kang Ahmad Yusuf S.Si dan Kang Rivan Sudiarta, S.Pd yang selalu memberi motivasi kepada penulis ketika penulis demotivasi
7. Kang Marzuqi Abdullah, S.Si dan Kang Najib Alyasyfi, S.Si yang selalu memberikan saran kepada penulis mengenai penelitian yang dilakukan
8. Anak – anak MOESS yang selalu mendengarkan keluh kesah dan menghibur penulis
9. Ibu Nana, Pak Maman dan Pa Agus yang selalu membantu saat berada di Observatorium Bosscha
10. Dan beberapa pihak yang tidak bisa disebutkan namanya satu persatu
Semoga pihak – pihak yang sudah membantu diberi ganjaran yang lebih oleh Tuhan Yang Maha Esa

**SISTEM KENDALI GERAK TELESKOP GOTO ARAH ASENSIOREKTA
DAN DEKLINASI DENGAN TIGA *MODE* KECEPATAN
MENGUNAKAN MIKROKONTROLER ATMEGA2560**

Ilham Hidayat Kurniawan¹, Mochamad Irfan², Ahmad Aminudin¹

¹*Departemen Pendidikan Fisika Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu
Pengetahuan Alam Universitas Pendidikan Indonesia*

²*Observatorium Bosscha Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Bandung*

¹*Jl. Dr. Setiabudhi No. 229, Bandung 40154, Indonesia*

²*Jl. Peneropongan Bintang No.45, Bandung 40391, Indonesia*

¹*email : ilhamhidayatk@gmail.com*

¹*Telp/HP : 087727830722*

ABSTRAK

Telah dibuat sistem kendali gerak teleskop GOTO dalam arah asensiorekta dan deklinasi dengan tiga *mode* kecepatan menggunakan mikrokontroler ATmega2560 . Penelitian ini difokuskan dalam sistem kendali gerak teleskop yang mengarah pada asensiorekta dan deklinasi. Teleskop yang digunakan merupakan salah satu teleskop yang berada di Observatorium Bosscha yaitu teleskop GOTO. Kondisi teleskop GOTO saat ini mengalami penurunan fungsi. Hal ini disebabkan oleh sistem kendali gerak yang diterapkan dahulu tidak berfungsi secara optimal. Maka dari itu penelitian ini akan membahas dan membuat sistem baru untuk teleskop dimana akan menggunakan mikrokontroler ATmega2560 yang tertanam dalam *board* Arduino Mega sebagai otak dari sistem ini. Cara kerja sistem ini adalah pertama mikrokontroler ATmega2560 akan membaca posisi awal teleskop lalu teleskop akan digerakkan melalui *handbox* ke arah asensiorekta atau deklinasi baru setelah itu posisi akhir teleskop akan dibaca oleh mikrokontroler. Dengan menggunakan sistem terbaru ini motor servo dalam teleskop GOTO dapat bergerak dengan tiga *mode* kecepatan yaitu *guide*, *set* dan *slew* dimana kecepatan *guide* membutuhkan frekuensi sebesar 1.604 Hz, kecepatan *set* membutuhkan frekuensi sebesar 51.340 Hz dan kecepatan *slew* memerlukan frekuensi sebesar 501,368 KHz

Kata Kunci : Teleskop GOTO, ATmega2560, Sistem kendali, deklinasi, asensiorekta

**GOTO TELESCOPE MOTION CONTROL SYSTEM RIGHT
ASCENSION AND DECLINATION DIRECTION WITH THREE MODES
OF SPEED USING MICROCONTROLLER ATMEGA2560**

Ilham Hidayat Kurniawan¹, Mochamad Irfan², Ahmad Aminudin¹

¹*Department of Physics Education Faculty of Mathematics and Natural Sciences
Education, Indonesia Education University*

²*Bosscha Observatory Faculty of Mathematics and Natural Sciences,
Bandung Institute of Technology*

¹*Dr. Setiabudhi street 229th, Bandung 40154, Indonesia*

²*Peneropongan Bintang street 45th, Bandung 40391, Indonesia*

¹*email : ilhamhidayatk@gmail.com*

¹*Telp/HP : 087727830722*

ABSTRACT

A GOTO telescope motion control system in right ascension and declination direction with three modes of speed using microcontroller ATmega2560 has been made.. This research was pursued in a telescope motion control system that leads to right ascension and declination. The telescope used is one of the telescopes at Bosscha Observatory, the GOTO telescope. The current condition of the GOTO telescope has decreased. This is caused by the motion control system that was applied previously doesn't work optimally. Therefore this research will discuss and create a new system for telescopes which will use the ATmega2560 microcontroller which is embedded in the Arduino Mega board as the brain of this system. The way this system works is first the ATmega2560 microcontroller will read the first position of the telescope after that the telescope will be moved by the handbox towards right ascension or declination and then the last position of the telescope will be read by the microcontroller. By using this latest system the servo motor in the GOTO telescope can move with three speed modes namely guide, set and slew where the speed of the guide requires a frequency of 1604 Hz, the speed of the set requires a frequency of 51.340 Hz and the slew speed requires a frequency of 501,368 KHz

Keywords : GOTO telescope, ATmega2560, control system, declination, right ascension

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
UCAPAN TERIMAKASIH	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I	
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Struktur Organisasi Skripsi.....	3
BAB II	
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Sistem Kendali	4
2.2 Teleskop GOTO.....	6
2.3 Asensiorekta dan Deklinasi	7
2.4 <i>Handbox</i> GOTO.....	8
2.5 Motor Servo	10
2.6 Servo <i>Drive</i>	12
2.7 Mikrokontroler ATmega 2560	13
2.8 <i>Board</i> Arduino Mega.....	15

2.9 <i>Limit Switch</i>	18
2.10 <i>Proximity Sensor</i>	20
2.11 <i>Optocoupler</i>	21
2.12 Komunikasi Serial	21
2.13 Arduino IDE.....	22
BAB III	
METODE PENELITIAN	24
3.1 Metode Penelitian.....	24
3.2 Diagram Alir Penelitian.....	25
3.3 Alat dan Bahan.....	44
3.4 Waktu dan Tempat Penelitian.....	45
3.5 Jadwal dan Kegiatan Penelitian	45
BAB IV	
TEMUAN DAN PEMBAHASAN	46
4.1 Pengujian Sensor <i>Limit Switch</i>	46
4.2 Pengujian Sensor <i>Proximity Switch</i>	47
4.3 Pengujian Sensor <i>Optocoupler</i>	51
4.4 Pengujian LED <i>Board RA dan DEC</i>	54
4.5 Pengujian LED <i>Board Penghubung</i>	55
4.6 Pengujian <i>Handbox</i>	56
4.7 Pengujian Motor Servo.....	56
4.8 Pengujian Keseluruhan Sistem	58
BAB V	
SIMPULAN IMPLIKASI DAN REKOMENDASI	62
5.1 Simpulan.....	62
5.2 Implikasi dan Rekomendasi.....	62
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN	67
RIWAYAT HIDUP PENULIS	140

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh sistem kendali umum berjenis lup tertutup	4
Gambar 2.2 Sistem kendali lup terbuka	5
Gambar 2.3 Sistem kendali lup terbuka pada teleskop GOTO	5
Gambar 2.4 Telekop GOTO	6
Gambar 2.5 Bola langit	7
Gambar 2.6 <i>Handbox</i> asli teleskop GOTO	9
Gambar 2.7 Salah satu contoh motor servo.....	10
Gambar 2.8 Beberapa komponen tambahan yang ada di motor servo	10
Gambar 2.9 Wujud motor servo dari dalam	11
Gambar 2.10 Servo <i>drive</i> dengan merk OMRON	12
Gambar 2.11 Mikrokontroler ATmega 2560	14
Gambar 2.12 Arduino Mega dengan mikrokontroler ATmega2560	16
Gambar 2.13 Sinyal PWM yang muncul dan nilai <i>duty cycle</i> yang digunakan	16
Gambar 2.14 <i>Pinout</i> arduino mega.....	17
Gambar 2.15 <i>Limit switch</i> dengan tuas di atasnya.....	19
Gambar 2.16 Penampakan <i>limit switch</i> bila dilihat ke dalam komponennya	19
Gambar 2.17 Salah satu jenis <i>Proximity sensor</i> dengan jenis sensor induktif	20
Gambar 2.18 Contoh bentuk <i>optocoupler</i>	21
Gambar 2.19 <i>Software</i> Arduino IDE yang baru saja dibuka.....	23
Gambar 3.1 Diagram Alir Langkah-langkah Penelitian	25
Gambar 3.2 Rencana tempat peletakkan semua komponen pada teleskop GOTO	26
Gambar 3.3 Diagram fungsi kerja sistem kendali gerak teleskop GOTO yang baru.....	28
Gambar 3.4 <i>Board</i> atas dan bawah yang ada di dalam <i>handbox</i>	29
Gambar 3.5 <i>Board</i> arduino mega.....	30
Gambar 3.6 Servo <i>drive</i> yang digunakan dengan merk OMRON.....	32

Gambar 3.7 Kabel CNA dan CNB yang harus dihubungkan ke motor	33
Gambar 3.8 Pin yang ada dalam CN1	35
Gambar 3.9 <i>Limit switch</i> yang berada pada sumbu RA teleskop	38
Gambar 3.10 <i>Optocoupler</i> yang terletak di bagian sumbu arah DEC	39
Gambar 3.11 <i>Proximity switch</i> beserta dudukannya.....	40
Gambar 3.12 Wujud dari <i>board</i> RA dan <i>board</i> DEC	41
Gambar 3.13 <i>Board</i> AERING dengan semua komponennya.....	42
Gambar 3.14 Wujud GLCD tampak depan dan belakang.....	44
Gambar 4.1 Rangkaian untuk menguji <i>limit switch</i>	46
Gambar 4.2 Rangkaian untuk menguji <i>proximity switch</i>	48
Gambar 4.3 (a) Alat bantu pengujian dan teknik pengujian sudut <i>proximity switch</i> serta (b) kondisi <i>proximity switch</i> dan bola logam saat dimiringkan	49
Gambar 4.4 Indikator <i>proximity switch</i> yang menunjukkan dalam kondisi ON.....	50
Gambar 4.5 Rangkaian untuk menguji <i>optocoupler</i>	52
Gambar 4.6 Salah satu contoh pengujian yang dilakukan pada <i>optocoupler</i>	53
Gambar 4.7 Rangkaian uji sederhana untuk salah satu motor servo	57
Gambar 4.8 <i>Sketch</i> program mikrokontroler yang diperlukan untuk menggerakkan motor	59

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Fungsi setiap pin yang ada di ATmega2560.....	14
Tabel 3.1 Fungsi tiap komponen yang ada di <i>handbox</i>	30
Tabel 3.2.Pin yang digunakan arduino mega dalam sistem kendali gerak teleskop GOTO	31
Tabel 3.3 Fungsi pin yang ada di dalam kabel CNA dan CNB	34
Tabel 3.4 Fungsi beberapa pin yang digunakan di servo <i>drive</i>	36
Tabel 3.5 Spesifikasi motor servo merk OMRON	37
Tabel 3.6 Spesifikasi <i>limit switch</i> OMRON dengan tipe V – 105 – 1A4.....	38
Tabel 3.7 Spesifikasi <i>optocoupler</i> OMRON dengan tipe EE -SX672	39
Tabel 3.8 Spesifikasi <i>proximity switch</i> OMRON dengan tipe E2E – X1C1	40
Tabel 3.9 Fungsi tiap komponen yang ada pada <i>board</i> RA maupun DEC.....	42
Tabel 3.10 Keberfungsian tiap komponen dalam <i>board</i> AERING	43
Tabel 3.11 Alat dan bahan yang akan digunakan	44
Tabel 3.12 Rencana pengoperasian gerak teleskop dan penulisan laporan penelitian dari Januari sampai April	45
Tabel 3.13 Rencana pengoperasian gerak teleskop dan penulisan laporan penelitian dari Mei sampai Agustus	45
Tabel 4.1 Data hasil pengujian <i>limit switch</i>	47
Tabel 4.2 Hasil pengujian sudut pada <i>proximity switch</i>	50
Tabel 4.3 Hasil pengujian jarak pada <i>proximity switch</i>	51
Tabel 4.4 Hasil pengujian jenis benda pada <i>optocoupler</i>	52
Tabel 4.5 Hasil pengujian <i>optocoupler</i> dengan merubah jarak benda	53
Tabel 4.6 Hasil pengujian <i>board</i> RA dan DEC	54
Tabel 4.7 Hasil pengujian <i>board</i> penghubung	55
Tabel 4.8 Hasil pengujian <i>handbox</i>	56
Tabel 4.9 Hasil pengujian motor servo.....	57
Tabel 4.10 Hasil pengujian motor servo RA dan DEC	61

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A.1 Surat Keterangan (SK) Dosen Pembimbing.....	68
Lampiran B.2 Coding yang ditanamkan pada Arduino Mega.....	69
Lampiran C.1 Rangkaian uji <i>limit switch</i>	136
Lampiran C.2 Rangkaian uji <i>proximity switch</i>	136
Lampiran C.3 Rangkaian uji <i>optocoupler</i>	137
Lampiran C.4 Persiapan rangkaian uji <i>board AERING</i> dan <i>board RA</i> dan <i>DEC</i>	137
Lampiran D.1 <i>Balancing</i> teleskop oleh Pa Maman salah satu teknisi Observatorium Bosscha	138
Lampiran D.2 Proses pembongkaran teleskop GOTO	138
Lampiran E.1 Peta Rangkaian Board RA & DEC yang terhubung dengan <i>handbox, power supply dan box controller</i>	139

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2019). "Different Types of Telescope Mounts", <http://www.astronomywa.net.au/different-types-of-telescope-mounts.html>. diakses pada 20 Juli 2019
- Apsari, R. J. dan Aditya, P. (2018). "Monitoring Keamanan Rumah dengan Menggunakan Mikrokontroler melalui Web". Surabaya : *Jurnal Manajemen Informatika. Volume 8 Nomor 01 Tahun 2018*, 87-95
- Aqeel, A .(2018). "Introduction to Arduino IDE", <https://www.theengineeringprojects.com/2018/10/introduction-to-arduino-ide.html>. diakses pada 14 Agustus 2019
- Arifin, J., Leni, N. Z. dan Hermawansyah. (2016). "Perancangan Murottal Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Arduino Mega 2560". Bengkulu : *Jurnal Media Infotama Vol. 12 No. 1*, Februari 2016
- Atmel Corporation. (2019). "8-bit Atmel Microcontroller with 16/32/64KB In-System Programmable Flash", http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-2549-8-bit-AVR-Microcontroller-ATmega640-1280-1281-2560-2561_datasheet.pdf. diakses pada 10 Agustus 2014
- ATO. (2016). "Servo Drive Basics & Working Principle", <https://www.ato.com/servo-drive-basics-working-principle>. diakses pada 7 April 2019
- Birdayansyah, R., Noer, S., dan Osea, Z. (2015). "Pengendalian Kecepatan Motor DC Menggunakan Perintah Suara Berbasis Mikrokontroler Arduino". Lampung : *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro Volume 9, No. 2*, Mei 2015
- Dejan. (2018). "How Servo Motors Work & How To Control Servos using Arduino", <https://howtomechatronics.com/how-it-works/how-servo-motors-work-how-to-control-servos-using-arduino/>. diakses pada 12 Agustus 2019

- Diodes Incorporated. (2013). "Hex Inverters with Schmitt Trigger Inputs", <https://www.diodes.com/assets/Datasheets/74HCT14.pdf>. diakses pada 24 April 2019.
- Ellis, George. (1991). "Control System Design Guide". Amerika Serikat : Elsevier Science.
- Fahlevi, R., Dedi, T. dan Irma, N. (2019). "Purwarupa Sistem Pemilahan dan Penghitung Berat Sampah Logam dan Non Logam Menggunakan Arduino dengan Antarmuka *Website*". Pontianak : *Jurnal Komputer dan Aplikasi Volume 07, No. 01 (2019)*, Hal 23-32
- Firgelli Automations Team. (2017). "How to Use an External Limit Switch with a Linear Actuator" <https://www.firgelliauto.com/blogs/news/how-to-use-an-external-limit-switch-with-a-linear-actuator>. diakses pada 10 Agustus 2019
- Fujitsu. (1990). "CMOS 262, 144-bit UV Erasable and Electrically Programmable Read Only Memory", Tokyo : Jepang
- Gammon, N. (2012). "Timers and Counter", <https://www.gammon.com.au/timers/>. diakses pada 1 April 2019
- Ghajjar, M. (2015). "Mobile Sensors and Context-Aware Computing". Amerika Serikat : Elsevier Science.
- Hambali, S. (2011). Ilmu Falak Penentuan Awal Waktu Shalat & Arah Kiblat Seluruh Dunia, Semarang : PPs Walisongo.
- Hidayat, B., Mahasenaputra, Claudia, M. dkk. (1989). "The New Telescope at the Bosscha Observatory". Bandung : Observatorium Bosscha dan Departemen Astronomi, ITB.
- Ishaq, U. M., Sri, S. dan Melvini. E. M. (2012). "Pengendalian Sudut pada Pergerakan Teleskop Refraktor Menggunakan *Personal Computer*". Bandung : *Jurnal Sistem Komputer Unikom – Komputika – Volume 1, No.1 - 2012*
- Khazin, M. (2011). "Ilmu Falak Dalam Teori Dan Praktik". Yogyakarta: Buana Pustaka.
- Latief, M. B., Muchlas, M. dan Yudhiakto, P. (2014). "Sistem Pelacak Otomatis Gerakan Benda Langit Pada Teleskop Refraktor Berbasis Mikrokontroler". Yogyakarta: *Jurnal Fisika Indonesia No: 54, Vol XVIII*

- Microchip Technology Inc. (2016). “16-Bit I/O Expander with Serial Interface”.
Amerika Serikat
- NASA. (2019). “Telescope History”,
https://www.nasa.gov/audience/forstudents/9-12/features/telescope_feature_912.html. diakses pada 17 Agustus 2019
- Ogata, Katsuhiko. (1993). Teknik Kontrol Automatik (Sistem Pengaturan) Jilid 1.
Jakarta : Erlangga
- Oktariawan, I., Martinus dan Sugiyanto. (2013). “Pembuatan Sistem Otomasi Dispenser Menggunakan Mikrokontroler Arduino Mega 2560”. Lampung :
Jurnal FEMA, Volume 1, Nomor 2, April 2013
- OMRON. (2012). “OMNUC G-series AC Servomotors/Servo Drives”,
www.ia.omron.com/products/. diakses pada 7 Mei 2019
- OMRON. (2015). “Standard Proximity Sensor E2E”,
www.ia.omron.com/products/. diakses pada 7 Mei April 2019
- OMRON. (1998). “Photomicrosensor”, www.ia.omron.com/products/. diakses pada 7 Mei April 2019
- OMRON. (2010). “Miniature Basic Switch”, www.ia.omron.com/products/. diakses pada 7 April 2019
- OMRON. (2012). “Regeneration Resistance”,
<https://www.ia.omron.com/support/glossary/meaning/3880.html#page->. diakses pada 7 April 2019
- Raikhani, A. (2015). “Studi Pengaruh Pembebanan Pada Motor Dc Penguatan Shunt Terhadap Arus Stator”. Jombang : *Jurnal @Trisula LP2M Undar edisi 1 Vol. 1/2015*
- Rinaldy, Risa F. C. dan Didi, S. (2013). “Pengendalian Motor Servo yang Terintegrasi dengan Webcam Berbasis Internet dan Arduino”. Purwokerto :
Jurnal Infotel Vol.5 No.2 November 2013
- Texas Instrument. (1995). “Quadruple Differential Line Driver”,
www.ti.com/lit/gpn/SN75172. diakses pada 24 April 2019.
- Texas Instrument. (1995). “Quadruple Differential Line Receiver”,
www.ti.com/product/SN75173. diakses pada 24 April 2019.

- Texas Instrument. (2015). "SNx5176B Differential Bus Transceivers", Dallas : Texas
- Texas Instrument. (2005). "High-Speed CMOS Logic Hex Inverting Schmitt Trigger", Dallas : Texas
- Toshiba Corporation. (2017). "TOSHIBA Photocouplers GaAs Ired & Photo - Transistor", <https://www.futurlec.com/Datasheet/LED/TLP521.pdf>. diakses pada 24 April 2019.
- Toshiba Corporation. (2001). "7CH Darlington Sink Driver", Tokyo : Jepang
- Toshiba Corporation. (2001). "Octal D – Type Flip – Flop with 3 – State Output (TTL Input Level)", Tokyo : Jepang
- Wulandari, B. (2014). "Pengantar Sistem Kendali", https://www.academia.edu/31898969/Pengantar_Sistem_Kendali. diakses pada 20 Agustus 2019
- Yanti, N, Yulkifili, Y. dan Zuhendri, K. (2015). "Pembuatan Alat Ukur Kelajuan Angin Menggunakan Sensor Optocoupler dengan Display PC". Padang : *Jurnal Sainstek Vol. VII No. 2: 95-108*