

**RANCANG BANGUN INTERFACE PADA MULTIMETER DIGITAL
MENGUNAKAN ARDUINO UNO**



SKRIPSI

Disusun Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh :

M IHSAN HAMIDIN

03041281419082

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2018**

LEMBAR PENGESAHAN

**RANCANG BANGUN INTERFACE PADA MULTIMETER DIGITAL
MENGUNAKAN ARDUINO UNO**



SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat Untuk Mendaftar Wisuda Ke-137
Universitas Sriwijaya

Oleh :

M IHSAN HAMIDIN

03041281419082

Indralaya, Juli 2018

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP. 197108141999031005

Menyetujui,

Dosen Pembimbing

Ir. Sariman, M.S.

NIP. 195807071987031004

BALAIAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang beranda tangan di bawah ini :

Nama : Ir. Sariman Sariman


NIM : 02041281419082

Program Studi : Teknik Fisika

Judul Skripsi : Rancang Bangun Interfais pada Multimedia Digital Menggunakan Aplikasi UNO.

Saya sebagai pembimbing dengan ini menyatakan bahwa Saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya skop dan kualitas skripsi ini mencukupi sebagai skripsi mahasiswa sarjana sastra satu (S1)

Tanda Tangan



Pembimbing utama

: Ir. Sariman, MS.

Tanggal

: 20 / Juli / 2018

KATA PENGANTAR

Puji syukur Penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya Penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“RANCANG BANGUN *INTERFACE* PADA MULTIMETER MENGGUNAKAN ARDUINO UNO”**. Serta shalawat & salam selalu tercurah kepada Rasulullah SAW, keluarga dan para sahabat.

Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Prof. Ir. Subriyer Nasir, MS.,Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng, Ph.D, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Dr. Iwan Pahendra Anto Saputra , S.T, M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya
5. Bapak Ir. Sariman. MS.,Selaku dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta nasihat selama pengerjaan skripsi.
6. Ibu Ir. Sri Agustina , M.T. selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan arahan serta nasihat selama proses perkuliahan hingga pengerjaan skripsi.
7. Segenap Dosen Pengajar Teknik Elektro Universitas Sriwijaya atas semua bimbingan dan ilmu yang telah diberikan semasa perkuliahan.
8. Kedua orang tua yaitu Hamidin dan Lidia , dan kakak saya Adlia Hamidin, yang selalu mendoakan serta memberi dukungan, semangat, dan motivasi.
9. Staf Jurusan Teknik Elektro Unsri Bpk. Ruslan , Bpk. Slamet ,& Bu Diah yang telah banyak membantu.

Penulis menyadari dalam pembuatan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan. Oleh sebab itu, peniulis mengharapkan kritik dan saran yang dapan

membangun untuk menyempurnakan Tugas Akhir ini. Penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan menambah ilmu pengetahuan terutama bagi mahasiswa jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya dan masyarakat pada umumnya.

Inderalaya, Juli 2018

Penulis

KATA PENGANTAR INFORMAL

Puji syukur Penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya Penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“RANCANG BANGUN *INTERFACE* PADA MULTIMETER MENGGUNAKAN ARDUINO UNO”**. Serta shalawat & salam selalu tercurah kepada Rasulullah SAW, keluarga dan para sahabat.

Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Muhammad Bagaskara, Muhammad Abdul Jabbar, dan Rahmatussyawal sebagai sahabat yang tidak membantu dan memberikan dukungan selama masa perkuliahan dan pengerjaan Tugas Akhir.
2. Clara Cyntia Deby selaku teman yang selalu memberikan dukungan selama masa perkuliahan dan pengerjaan tugas akhir.
3. Para pejuang TKK' yakni fais, robby, madon, wahidin, laga, adibi, yogi, imam, sandika, almi, juli, ayu, nurul yang telah banyak membantu saya semasa perkuliahan.
4. Keluarga Besar Teknik Elektro Angkatan 2014 terkhususnya anak-anak kelas C.
5. Teman-teman Sekendak Kabah Tulah dan kepada seluruh teman-teman yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu.
6. Dan pihak-pihak yang sangat membantu dalam penulisan skripsi ini, yang tidak dapat Penulis sebutkan satu persatu.

ABSTRAK
RANCANG BANGUN INTERFACE PADA MULTIMETER DIGITAL
MENGGUANAKAN ARDUINO UNO

(M Ihsan Hamidin, 03041281419082, 2018, 39 halaman)

Dengan perkembangan teknologi yang sangat pesat memungkinkan manusia untuk mempermudah suatu pekerjaan. Salah satunya perubahan alat ukur multimeter dari sistem analog menjadi sistem digital. Pada saat pengambilan data penggunaan multimeter digital sangatlah tepat, tetapi pada saat melakukan pengambilan data secara berkala penggunaan multimeter biasa kurang efektif dikarenakan tidak adanya fitur penyimpanan data pada saat pengukuran. Pada tugas akhir ini dikembangkan sistem penyimpanan pada multimeter digital berbasis Arduino. Sistem penyimpanan yang digunakan adalah dengan menambahkan modul sd card pada multimeter digital untuk menyelesaikan permasalahan tersebut. Metode yang digunakan adalah metode interface, metode tersebut digunakan untuk menghubungkan multimeter berbasis Arduino dengan software Visual Basic. Software tersebut berfungsi untuk menampilkan grafik hasil pengukuran dan penulisan database hasil pengukuran yang akan langsung disimpan pada komputer dan dapat langsung di cetak. Pada pengujian sensor dilakukan dengan membandingkan nilai hasil pengukuran tegangan dan arus pada rangkaian listrik dengan beban 2 lampu dan 4 lampu menggunakan multimeter berbasis Arduino dengan multimeter digital, pengukuran dilakukan untuk mengukur tingkat akurasi sensor yang digunakan. Hasil pengujian sensor tegangan didapatkan galat tertinggi sebesar 0,5 % dan untuk sensor arus mendapatkan galat tertinggi sebesar 3,482587 % dan dapat ditarik kesimpulan bahwa multimeter berbasis Arduino tersebut akurat karena pengecekan galat pada sensor dibawah 5 %.

Kata Kunci : Metode *Interface*, Multimeter Digital, Visual Basic.

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP. 197108141999031005

Indralaya, Juli 2018

Menyetujui,

Dosen Pembimbing



Ir. Sariman, M.S.

NIP. 195807071987031004

ABSTRAK
RANCANG BANGUN INTERFACE PADA MULTIMETER DIGITAL
MENGGUAKAN ARDUINO UNO

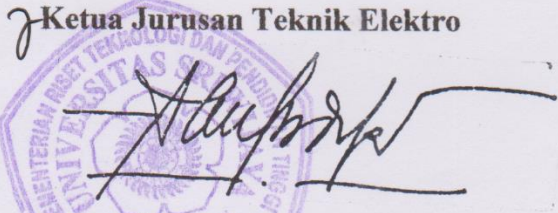
(M Ihsan Hamidin, 03041281419082, 2018, 39 halaman)

The rapid development of technology allows people to facilitate a job. One of them is the changing of multimeter measuring instrument from an analog system into a digital one. During the data retrieval, the use of digital multimeter is very appropriate. However, during the periodical data retrieval the use of ordinary multimeter has become less effective due to the absence of the data storage features at the time of measurement. In this final assignment, a storage system on Arduino-based digital multimeter had been developed. The storage system was used by adding sd card module to the digital multimeter to solve the problem. The method used was the interface method, in which the method was used to connect the Arduino-based multimeter with Visual Basic software. The software served to display the graph and the database writing of the measurements results that were directly stored in the computer and could be directly printed. The sensor test was conducted by comparing the value of the voltage measurement and the current in the electrical circuit with the load of two lamps while four lamps were using Arduino-based multimeter with digital multimeter. The measurement was done to measure the accuracy of the sensor used. The result of the test showed that the voltage sensor got the highest error of 0.5% while the current sensor got the highest error of 3,482587%. Therefore, it can be concluded that the Arduino-based multimeter was accurate because error checking on the sensor was below 5%.

Keywords: Interface Method, Digital Multimeter, Visual Basic

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro



A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Muhammad Abu Bakar Sidik', is written over a circular purple stamp. The stamp contains the text 'UNIVERSITAS SRIWIJAYA' and 'FAKULTAS TEKNIK ELEKTRO'.

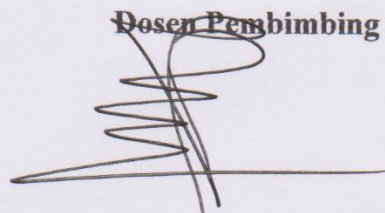
Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP. 197108141999031005

Indralaya, Juli 2018

Menyetujui,

Dosen Pembimbing



A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Ir. Sariman', is written over a circular purple stamp. The stamp contains the text 'UNIVERSITAS SRIWIJAYA' and 'FAKULTAS TEKNIK ELEKTRO'.

Ir. Sariman, M.S.

NIP. 195807071987031004

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
<u>LEMBAR PENGESAHAN</u>	ii
<u>LEMBAR PERSETUJUAN</u>	iii
<u>PERNYATAAN INTEGRITAS</u>	iv
<u>KATA PENGANTAR</u>	v
<u>ABSTRAK</u>	viii
<u>DAFTAR ISI</u>	x
<u>DAFTAR TABEL</u>	xii
<u>DAFTAR GAMBAR</u>	xiii
<u>NOMENKLATUR</u>	xv
BAB I.....	Error! Bookmark not defined.
PENDAHULUAN	Error! Bookmark not defined.
1.1. Latar Belakang.....	Error! Bookmark not defined.
1.2. Perumusan Masalah	Error! Bookmark not defined.
1.3. Pembatasan Masalah.....	Error! Bookmark not defined.
1.4. Tujuan Penulisan	Error! Bookmark not defined.
1.5. Manfaat Penulisan	Error! Bookmark not defined.
1.6. Sistematika Penulisan	Error! Bookmark not defined.
BAB II.....	Error! Bookmark not defined.
TINJAUAN PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
2.1. Arduino	Error! Bookmark not defined.
2.2. Mikrokontroler Arduino Uno	Error! Bookmark not defined.
2.3. IDE Arduino	Error! Bookmark not defined.
2.4. Komunikasi.....	Error! Bookmark not defined.
2.5. Modul ACS712.....	Error! Bookmark not defined.
2.6. Sensor Tegangan.....	Error! Bookmark not defined.
2.7. Modul SD Card.....	Error! Bookmark not defined.

2.8.	Modul RTC (Real Time Clock) DS1307	Error! Bookmark not defined.
2.9.	Visual Basic	Error! Bookmark not defined.
2.10.	Panel Surya	Error! Bookmark not defined.
2.11.	Penelitian Terdahulu	Error! Bookmark not defined.
BAB III		Error! Bookmark not defined.
RANCANG BANGUN.....		Error! Bookmark not defined.
3.1.	Diagram Blok Rancangan.....	Error! Bookmark not defined.
3.2.	Cara Kerja Alat	Error! Bookmark not defined.
3.3.	Panel Surya	Error! Bookmark not defined.
3.4.	Perancangan.....	Error! Bookmark not defined.
3.4.1.	Perancangan Perangkat Keras	Error! Bookmark not defined.
3.4.2.	Perancangan Perangkat Lunak	Error! Bookmark not defined.
BAB IV		Error! Bookmark not defined.
HASIL DAN PEMBAHASAN.....		Error! Bookmark not defined.
4.1.	Pengujian Modul Sensor	Error! Bookmark not defined.
4.1.1.	Sensor Tegangan	Error! Bookmark not defined.
4.1.2.	Sensor Arus	Error! Bookmark not defined.
4.2.	Pengujian Karakteristik Panel Surya	Error! Bookmark not defined.
4.3.	Perangkat Lunak Visual Basic	Error! Bookmark not defined.
BAB V		Error! Bookmark not defined.
PENUTUP.....		Error! Bookmark not defined.
5.1.	Kesimpulan	Error! Bookmark not defined.
5.2.	Saran	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Spesifikasi Arduino Uno	7
Tabel 3.1	Konfigurasi Pin Arduino	22
Tabel 4.1	Pengujian Sensor Tegangan	31
Tabel 4.2	Pengujian Sensor Arus	32

DAFTAR GAMBAR

Tabel 2.2	Arduino Uno Board	6
Tabel 2.3	Kabel USB <i>Type B</i>	6
Tabel 2.4	IDE Arduino.	8
Tabel 2.5	Modul ACS712.....	9
Tabel 2.6	Sensor Tegangan	10
Tabel 2.7	Modul SD Card.....	11
Tabel 2.8	Modul RTC DS1307.....	12
Tabel 2.9	Konfigurasi PIN RTC.....	12
Tabel 2.10	<i>Interface Visual Basic</i>	13
Tabel 2.11	Simbol dan Bentuk Sel Surya.....	15
Tabel 2.12	Struktur Dasar Sel Surya.....	15
Tabel 2.13	File yang Tersimpan Dalam <i>Micro SD</i>	17
Tabel 2.14	Grafik Monitoring Arus Panel Surya	18
Tabel 2.15	Grafik Monitoring Tegangan Panel Surya	18
Gambar 3.1	Blok Sistem secara Keseluruhan	19
Gambar 3.2	Blok Diagram Multimeter Arduino	20
Gambar 3.3	Alat yang dirancang, (a) Tampak atas, (b) Tampak dalam	22
Gambar 3.4	Gambar Skema Rangkaian Multimeter	23
Gambar 3.5	Pembagi Tegangan	24
Gambar 3.6	Rangkaian Sensor Tegangan dan Sensor Arus.....	25
Gambar 3.7	Modul RTC DS1307.....	25
Gambar 3.8	Format Penyimpanan di <i>SD Card</i>	26
Gambar 3.9	LCD menggunakan I2C.....	26

Gambar 3.10	Diagram Alir Arduino	27
Gambar 3.11	Tampilan Awal Aplikasi Visual Basic	28
Gambar 3.12	Proses Pengiriman Data ke PC	29
Gambar 3.13	Window Dialog	29
Gambar 4.1	Pengujian Sensor Tegangan	30
Gambar 4.2	Pengujian Sensor Arus	32
Gambar 4.3	Proses Pengujian Karakteristik Panel Surya.....	34
Gambar 4.4	Karakteristik Tegangan Terhadap Waktu.....	34
Gambar 4.5	Karakteristik Arus Terhadap Waktu.....	35
Gambar 4.6	Karakteristik Arus Terhadap Tegangan.....	35
Gambar 4.7	Proses Pengambilan Data Pengisian Batre	36
Gambar 4.8	Tampilan Grafik Visual Basic	37
Gambar 4.9	Data Parameter pada File “DATABASE.dbm”.....	37

NOMENKLATUR

- *Analog* : Sinyal berbentuk gelombang
- *Board* : Papan
- *Database* : Kumpulan data yang tersimpan
- *Driver* : Penghubung Perangkat lunak
- *Energy* : Energi
- *Firmware* : perangkat lunak permanen
- *Form* : Masukan server
- *Interface* : Antarmuka
- *Logger* : Perangkat perekaman
- *Monitoring* : Pemantauan
- *Osilator* : Rangkaian variasi amplitudo
- *Project Explorer*: Penjelajah proyek
- *Project* : Proyek
- *Property* : Milik
- *Real Time* : Waktu sebenarnya
- *Recod* : Perekam
- *Remote control*: Pengendali jarak jauh
- *Script* : Naskah
- *SD Card* : Format kartu memori flash
- *Software* : Perangkat Lunak
- *spreadsheet Excel*: Lembar kerja Excel
- *Toolbar* : Bilah alat
- *Toolbox* : Kotak perkakas
- *Type* : Tipe
- *Voltage* : Tegangan
- *Windows* : Sistem Operasi

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Di zaman sekarang ini perkembangan dalam bidang ilmu pengetahuan dan teknologi sangatlah pesat. Terkhususnya perkembangan teknologi yang semakin maju membuat kita selalu berusaha untuk mengembangkan dan memanfaatkan teknologi. Pengembangan teknologi tersebut bertujuan untuk memudahkan penelitian dalam berbagai hal, seperti halnya perubahan alat ukur dari sistem analog menjadi sistem digital. Alat ukur digital mempunyai banyak kelebihan dibandingkan alat ukur dengan sistem analog, diantaranya adalah mempunyai tingkat keakuratan dan ketelitian yang lebih tinggi, dan mempercepat pembacaan hasil pengukuran. Alat ukur digital yang banyak digunakan adalah multimeter.

Multimeter adalah sebuah alat ukur multifungsi yang sangat penting dalam dunia elektronika maupun kelistrikan, karena dengan adanya alat tersebut dapat memudahkan kita dalam pengukuran serta pengecekan komponen dalam rangkaian. Multimeter juga biasa disebut avo-meter dimana nama avo sendiri merupakan singkatan dari masing masing satuan pengukuran yaitu ampere, volt, dan ohm. Untuk saat ini multimeter yang sering digunakan terdapat dua jenis, yaitu multimeter analog dan multimeter digital. Fungsi dari kedua multimeter tersebut sama tetapi yang membedakannya hanyalah bentuk fisiknya saja. Untuk multimeter analog masih menggunakan jarum untuk menunjukkan hasil dari pengukuran, sedangkan untuk multimeter digital sudah menggunakan tampilan LCD yang langsung menunjukkan angka dari hasil pengukuran. Multimeter digital lebih unggul dalam segi pengukuran nilai dikarenakan multimeter digital memiliki tingkat keakuratan yang tinggi dan juga menghindari kesalahan pembacaan data. Tetapi multimeter digital juga mempunyai kelemahan, yaitu tidak dapat memeriksa

kerusakan komponen pada rangkaian dan juga harganya relatif lebih mahal dibandingkan dengan multimeter analog [1]. Dalam pengambilan data penggunaan multimeter digital sangatlah tepat, akan tetapi dalam pengambilan data secara berkala penggunaan multimeter biasa tidak efisien dikarenakan apabila satu data saja terlewatkan maka kita harus melakukan pengukuran ulang dan sangat membuang waktu.

Penelitian tentang multimeter ini telah mencapai tingkat keberhasilan yang tinggi. Tetapi proses penyajian data yang berbeda-beda. Pada [2] penyajian data menggunakan *software* PLX-DAQ dimana data hasil rekaman akan dikirimkan ke *spreadsheet Excel*. Pada [3] data yang tersimpan hanya berbentuk file .txt. Pada [4], [5] data hasil pengukuran akan dikirimkan melalui sms dengan rentan waktu yang ditentukan.

Berdasarkan penjelasan diatas, pada tugas akhir ini dikembangkan kembali sistem dari multimeter dengan menggunakan *software* Visual Basic sebagai penampilan grafik dan penyimpan *database*. Maka penulis mengambil judul “*Rancang Bangun Interface Pada Multimeter Digital Menggunakan Arduino UNO*”. Dengan demikian penulis berharap dengan sistem tersebut dapat dimanfaatkan dan dikembangkan lagi.

1.2. Perumusan Masalah

Dalam tugas akhir ini membuat sebuah inovasi untuk membuat *recod* data hasil pengukuran dengan menggunakan metode interface, yaitu menambahkan modul *SD card* pada multimeter menggunakan Arduino UNO. Fungsi dari modul *SD card* tersebut sebagai media penyimpanan data hasil pengukuran dan dapat dihubungkan dengan sebuah komputer sebagai media penampilan grafik menggunakan *software* Visual Basic yang dapat memudahkan kita dalam pengambilan data secara berkala.

1.3. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian yang akan dibahas pada pembuatan Tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Pembuatan Multimeter digital menggunakan Arduino UNO.
2. Multimeter hanya mengukur tegangan dan arus saja.
3. Penampilan grafik menggunakan *software* Visual Basic 6.0.
4. Data hasil pengukuran disimpan dalam *micro SD Card*.

1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, tujuan yang ingin dicapai pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui keberhasilan program Visual Basic untuk menampilkan grafik dan membuat database hasil pengukuran
2. Untuk mengetahui keakuratan sensor tegangan dan arus yang di program menggunakan Arduino uno.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk saya pribadi, rancang bangun ini membuat saya lebih memahami tentang proses interface antara *micro SD Card* dengan grafik menggunakan Visual Basic.
2. Untuk peneliti, alat ini akan mempermudah proses pengambilan data pada multimeter secara berkala.

1.6. Sistematika Penelitian

Adapun sistematika penulisan dalam proposal tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini menjelaskan mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penulisan, metode penulisan, dan sistematika penulisan dari pembuatan tugas akhir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan membahas tentang teori-teori yang mendukung dan menunjang tugas akhir ini yaitu Mikrokontroler Arduino Uno, sensor, Visual Studio, panel surya.

BAB III RANCANG BANGUN

Pada bab ini menjelaskan perancangan secara keseluruhan yang terdiri dari Diagram Blok Rancangan, Alat dan Bahan, Flowchart, serta perancangan program, *hardware* dan *software*.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini membahas mengenai analisa dan pembahasan data hasil penelitian.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini membahas kesimpulan dan saran dari analisa dan pembahasan pada tugas akhir ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. A. Romdani, "Kelebihan dan Kekurangan Multimeter Digital Vs Analog." [Online]. Available: <http://www.masputz.com/2015/11/kelebihan-dan-kekurangan-multimeter.html>. [Accessed: 02-Jun-2018].
- [2] M. R. Fachri, I. D. Sara, and Y. Away, "Pemantauan Parameter Panel Surya Berbasis Arduino secara Real Time," *J. Rekayasa Elektr.*, vol. 11, no. 4, p. 123, 2015.
- [3] H. Suryawinata, D. Purwanti, and S. Sunardiyo, "Sistem Monitoring pada Panel Surya Menggunakan Data logger Berbasis ATmega 328 dan Real Time Clock DS1307," *Sist. Monit. pada Panel Surya Menggunakan Data logger Berbas. ATmega 328 dan Real Time Clock DS1307*, vol. 9, no. 1, 2017.
- [4] M. I. Rosidi, "Perancangan Monitoring Beban pada Sistem Solar Cell Berbasis Mikrokontroler Menggunakan SMS Gateway Perancangan Monitoring Beban pada Sistem Solar Cell Berbasis Mikrokontroler Menggunakan SMS Gateway," 2016.
- [5] A. Fitriandi, E. Komalasari, and H. Gusmedi, "Rancang Bangun Alat Monitoring Arus dan Tegangan Berbasis Mikrokontroler dengan SMS Gateway," *J. Rekayasa dan Teknol. Elektro*, vol. 10, no. 2, pp. 87–98, 2016.
- [6] Ilham Efendi, "Pengertian dan Kelebihan Arduino," 2014. [Online]. Available: <https://www.it-jurnal.com/pengertian-dan-kelebihan-arduino/>. [Accessed: 02-Feb-2018].
- [7] F. Djuandi, "Pengenalan Arduino," *E-book. www. tobuku*, 2011.
- [8] E. Wibowo, "Komunikasi Serial Pada Arduino," 2015. [Online]. Available: <https://proyekarduino.wordpress.com/2015/03/24/komunikasi-serial-pada-arduino/>. [Accessed: 20-Jan-2018].
- [9] L. Allegro MicroSystem, "ACS712-Datasheet," 2013.
- [10] Electricity of dream, "Voltage Sensor Module," 2016.
- [11] E. Wibowo, "Pengetahuan Dasar RTC DS1307," 2015. [Online]. Available: <https://proyekarduino.wordpress.com/2015/04/01/pengetahuan-dasar-rtc-ds1307/>. [Accessed: 18-Jan-2018].
- [12] A. Basuki, "Algoritma Pemrograman Menggunakan Visual Basic 6.0," p. 157, 2006.

[13] D. Kho, "Pengertian Sel Surya (Solar Cell) dan Prinsip Kerjanya," 2015. [Online]. [Accessed: 20-Jan-2018].

[14] C. C. Deby, "Rancang bangun smarthome tenaga surya pengendali tirai otomatis berbasis arduino skripsi," 2018.

[15] P. S. JAKARTA, "Panel Surya 100 WP Shinyoku Polycrystalline." [Online]. Available: <http://panelsuryajakarta.com/panel-surya-100-wp-shinyoku-polycrystalline/>. [Accessed: 20-Jun-2018].

[16] Yasen, "Data Logger Parameter Panel Surya," Universitas Keisten Satya Wacana, 2013.