

**SISTEM PENGUKUR KECEPATAN PADA MOBIL LISTRIK GENERASI
KE-2 DENGAN SENSOR *DI-SMART ROTARY ENCODER* BERBASIS
*ARDUINO UNO R3***



LAPORAN AKHIR

**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Diploma III
Pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektronika
Politeknik Negeri Sriwijaya**

**Oleh
Suyono
0613 3032 0957**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2016**

**SISTEM PENGUKUR KECEPATAN PADA MOBIL LISTRIK GENERASI
KE-2 DENGAN SENSOR DI-SMART ROTARY ENCODER BERBASIS
ARDUINO UNO R3**



LAPORAN AKHIR

**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Diploma III
Pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektronika
Politeknik Negeri Sriwijaya**

Oleh

Suyono (061330320957)

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,

**Evelina, S.T., M.Kom
NIP 19641131989032001**

**Masayu Anisah, S.T., M.T.
NIP 197012281993032001**

Mengetahui,

**Ketua Jurusan
Teknik Elektro**

**Ketua Program Studi
Teknik Elektronika**

**Yudi Wijanarko, S.T., M.T.
NIP. 196705111992031003**

**Amperawan, S.T., M.T.
NIP. 196705231993031002**

LEMBAR PERSETUJUAN

SISTEM PENGUKUR KECEPATAN PADA MOBIL LISTRIK GENERASI KE-2 DENGAN SENSOR *DI-SMART ROTARY ENCODER* BERBASIS *ARDUINO UNO R3*

Laporan Akhir Ini Disusun Oleh :

SUYONO

0613 3032 0957

**Telah Diseminarkan Didepan Dewan Penguji
Pada hari Jumat, 5 Agustus 2016**

Susunan Dewan Penguji

Ketua : Ir. Yordan Hasan, M.Kom
Anggota : Amperawan, S.T., M.T.
: Abdurrahman, S.T., M.Kom
: Dr.Eng.Tresna Dewi, ST., M.Eng
: Evelina, S.T., M.Kom

**Laporan Akhir ini telah diterima sebagai salah satu syarat menyelesaikan
Pendidikan Diploma III Pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi
Teknik Elektronika**

Palembang, 5 Agustus 2016

Ketua Program Studi Teknik Elektronika

Amperawan, S.T., MT.
NIP. 19670523 199303 1 002

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Suyono
NIM : 0613 3032 0957
Jurusan : Teknik Elektro
Program Studi : Teknik Elektronika

Dengan ini menyatakan bahwa tugas akhir yang berjudul " **Sistem Pengukur Kecepatan Pada Mobil Listrik Generasi Ke-2 dengan Sensor Di-Smart Rotary Encoder Berbasis *Arduino Uno R3***" merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar ahli madya Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diakui dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Palembang, Agustus 2016

Yang Menyatakan

SUYONO
NIM. 0613 3032 0957

Motto :

"... Berbekallah kalian dan sesungguhnya sebaik-baik bekal adalah taqwa dan bertakwalah kepadaku hai orang-orang yang berakal." (Q.S. Al-baqoroh : 197)

"Dunia adalah penjara bagi orang beriman dan surga bagi orang kafir." (HR, Muslim no. 2392)"

"Jangan susahkan dirimu dengan banyak memikirkan masalah yang solusinya tidak berada ditanganmu, karena Allah memiliki skenario yng indah (Ust. Musyaffa' Ad Dariny LC, MA)

Ku persembahkan untuk:

- *Mamak dan bapak ku yang telah memberikanku kasih sayang dan telah banyak berkorban untukku.*
- *Ayah Ali dan Ibu tersayang yang senantiasa memberi perhatian dan kasih sayang seperti anaknya sendiri.*
- *Adik ku yang kubanggakan, yang sedang berjuang menuntut ilmu.*
- *Ibu Evelina, S.T., M.kom dan Ibu Masayu Anisah, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah membimbingku dalam penulisan Laporan Akhir ini.*
- *Teman-teman seperjuangan kelas 6 ED yang senantiasa menjadi motivasi lebih.*
- *Partner Team Mobil Listrik yang luar biasa Agil Yurendi, Capri Rossi Sahe Sineba, Efran, Gusti Ahmad Yani, Kokoh Ali, serta sahabat seperjuangan ku akhi Yofie A.P.*
- *Almamaterku*

ABSTRAK

SISTEM PENGUKUR KECEPATAN PADA MOBIL LISTRIK GENERASI KE-2 DENGAN SENSOR DI-SMART ROTARY ENCODER BERBASIS ARDUINO UNO R3

(2016 : 76 Halaman + Daftar Gambar + Daftar Tabel + Lampiran)

Suyono

0613 3032 0957

**Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektronika
Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang**

Sistem pengukuran kecepatan pada mobil listrik dengan sensor DI-Smart Rotary Encoder berbasis Arduino Uno R3 ini dibuat dengan tujuan untuk mengetahui laju kendaraan agar dapat diperhitungkan serta menjadi acuan agar berhati-hati dalam berkendara ketika kecepatan kendaraan sudah terlampaui tinggi.

Alat ini menggunakan sensor optocoupler yang akan membaca perubahan logika 0 (low) dan 1 (*high*) dalam piringan encoder. Cara kerja alat ini adalah dengan menghitung jumlah pulsa dalam waktu satu detik yang kemudian Arduino Uno R3 sebagai basis pengelola data akan melakukan perhitungan kecepatan motor dalam satuan *Rotation Per Minute* (RPM) dan satuan kecepatan *Kilometer per hours* (KM/h) berdasarkan jumlah pulsa yang diterima melalui optocoupler. Kemudian data tersebut akan ditampilkan ke LCD (*Liquid Crystal Display*).

Dengan menggunakan alat ini diharapkan dapat mengetahui kecepatan kendaraan mobil listrik sehingga pengendara dapat memperhitungkan laju kendaraan serta dapat menjadi acuan keamanan dalam berkendara.

Kata Kunci : Pengukur Kecepatan, *Rotary Encoder*, Arduino, Mikrokontroler, RPM, KM/h

ABSTRACT

SPEED MEASUREMENT SYSTEM ON 2ND GENERATION ELECTRIC CAR USING DI-SMART ROTARY ENCODER SENSOR BASED ON ARDUINO UNO R3

(2016 : 54 Page + Picture + Table + Enclosures)

Suyono

0612 3032 0957

ELECTRICAL ENGINEERING DEPARTMENT

OF ELECTRONIC ENGINEERING PROGRAM

STATEPOLYTECHNIC OF SRIWIJAYA PALEMBANG

Speed measurement systems in electric cars with DI-Smart sensor Rotary Encoder based Arduino Uno R3 is made in order to determine the vehicle speed to be taken into account as well as a reference to be careful in driving when the vehicle speed is already too high.

This tool uses optocoupler sensor that will read the change logic 0 (low) and 1 (high) in the encoder disc. The way the device works is by counting the number of pulses within one seconds later Arduino Uno R3 as the base data manager will calculate the speed of the motor in units Rotation Per Minute (RPM) and a speed unit Kilometers per hours (KM / h) based on the number of pulses received through the optocoupler. Then the data is displayed to the LCD (Liquid Crystal Display).

By using this tool is expected to determine the vehicle speed electric car so the driver can calculate the speed of vehicles and can be a reference for safety in driving.

Keywords: *Speed Measurement, Rotary Encoder, Arduino, Microcontroller, RPM, KM/h*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah *Subhanahu wata'ala*, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Laporan Akhir ini yang berjudul **“Sistem Pengukur Kecepatan pada Mobil Listrik Generasi ke-2 dengan Sensor DI-Smart Rotary Encoder Berbasis Arduino Uno R3 ”** yang disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Diploma III Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektronika Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang.

Pada kesempatan ini juga penulis menyampaikan rasa terima kasih, hormat dan penghargaan setinggi-tingginya kepada :

1. Ibu Evelina, S.T., M.Kom sebagai Dosen Pembimbing I.

2. Ibu Masayu Anisah, S.T., M.T. sebagai Dosen Pembimbing II.

Karena dengan kebaikan dan kemurahan hati, arahan dan juga bimbingannya, penulis dapat menyelesaikan Laporan Akhir ini dengan tepat waktu.

Ungkapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada :

1. Bapak Dr.Ing. Ahmad Taqwa, M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya
2. Bapak Yudi Wijanarko, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya
3. Bapak H. Herman Yani, S.T., M.Eng selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya
4. Bapak Amperawan, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Telekomunikasi (D3) Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Seluruh Dosen Teknik Elektronika yang telah banyak memberikan ilmu kepada penulis selama menimba ilmu di Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang.
6. Seluruh Teknisi Lab, dan Bengkel T. Elektronika yang telah banyak membantu kami dalam menyediakan alat dan perkakas untuk pembuatan mobil listrik.

7. Kedua Orang Tuaku tercinta yang selalu memberikan doa dan dukungannya pada penulis untuk menyelesaikan Laporan Akhir ini.
8. Tim Mobil Listrik yang luar biasa Agil Yurendi, Capri Rossi Sahe Sineba, Efran, Gusti Ahmad Yani, Kokoh Ali, serta sahabat seperjuangan ku Yofie A.P
9. Teman – teman seperjuangan khususnya untuk kelas 6 ED yang telah banyak membantu penyelesaian Laporan Akhir ini.

Semoga Allah *Subhanahu wata'ala* senantiasa melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada semua pihak yang ikut serta dalam membantu penyelesaian Laporan Akhir ini, dan membalas segala sesuatunya dengan ganjaran pahala yang berlipat-lipat. Penulis menyadari dalam Laporan Akhir ini masih rentan akan kesalahan dan kekurangan, oleh karena itu saya mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak.

Akhir kata penulis berharap semoga nantinya Laporan Akhir ini dapat bermanfaat bagi banyak orang khususnya bagi ilmu elektronika dan mekanik .

Palembang, Juli 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
LEMBAR KEASLIAN	iv
MOTTO	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Pembatasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Manfaat.....	3
1.5 Metodologi Penulisan	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Mobil Listrik	5
2.1.1 Sejarah Mobil Listrik	5
2.1.2 Perkembangan Mobil Listrik	6
2.2 <i>Solar Cell</i>	8
2.2.1 Pengertian <i>Solar Cell (Photovoltaic)</i>	8
2.2.2 Karakteristik <i>Solar Cell (Photovoltaic)</i>	9
2.2.3 Prinsip Dasar <i>Solar Cell</i> Bahan Silikon	9
2.2.4 Prinsip Dasar <i>Solar Cell</i> Bahan tembaga	12
2.2.5 Sistem Instalasi Solar Cell	13
2.3 <i>Accu</i>	14
2.3.1 Macam dan Cara Kerja <i>Accu</i>	15
2.3.2 Konstruksi <i>Accu</i>	16
2.4 Mikrokontroler	18
2.4.1 Mikrokontroler ATmega328	19
2.5 Arduino Uno	23
2.5.1 Fitur Board Arduino Uno	24
2.5.2 Catu Daya	25

2.5.3 <i>Memory</i>	25
2.5.4 <i>Input dan Output</i>	26
2.5.5 <i>Komunikasi</i>	27
2.6 <i>Motor Listrik BLDC</i>	28
2.6.1 <i>Pengertian Motor BLDC</i>	28
2.6.2 <i>Konstruksi BLDC Motor</i>	29
2.6.3 <i>Prinsip Kerja BLDC</i>	32
2.6.4 <i>Keunggulan BLDC Motor</i>	33
2.7 <i>Sensor Optocoupler</i>	34
2.8 <i>Rotary Encoder</i>	37
2.8.1 <i>Logika Perhitungan RPM</i>	39
2.9 <i>LCD (Liquid Crystal Display)</i>	40
2.9.1 <i>Memori LCD</i>	41
2.9.2 <i>Konfigurasi Pin LCD 16 x2</i>	42
2.9.3 <i>Register LCD</i>	42
2.10 <i>Operational Amplifier (Op-Amp)</i>	45
2.10.1 <i>Pengeertian dan Prinsip Dasar Op-Amp</i>	45
2.10.2 <i>Karakteristik Op-Amp</i>	47
2.10.3 <i>Rangkaian Penguat Non-Linear</i>	48
BAB III RANCANG BANGUN.....	53
3.1 <i>Tujuan Perancangan</i>	53
3.2 <i>Diagram Blok Perancangan Alat Keseluruhan</i>	53
3.3 <i>Flowchart</i>	57
3.4 <i>Tahap Perancangan</i>	59
3.4.1 <i>Perancangan Elektronik</i>	60
3.4.2 <i>Perancangan Mekanik</i>	63
3.4.3 <i>Perancangan Sistem Pengukur Kecepatan</i>	67
3.4.4 <i>Perancangan Software Pemrograman Arduino Uno R3</i>	68
3.4.5 <i>Pembuatan Desain 3D Autodesk Inventor 2014</i>	73
BAB IV PEMBAHASAN.....	78
4.1 <i>Tujuan Pengukuran Alat</i>	78
4.2 <i>Langkah-langkah Pengukuran</i>	78
4.3 <i>Titik Pengukuran</i>	79
4.4 <i>Pengukuran Kecepatan Rotary Encoder</i>	83
4.6 <i>Pengukuran Data Jarak Tempuh</i>	85
4.7 <i>Analisa</i>	86
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	88
5.1 <i>Kesimpulan</i>	88
5.2 <i>Saran</i>	88

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Konfigurasi Port B ATmega328.....	22
Tabel 2.2 Konfigurasi Port C ATmega328.....	22
Tabel 2.3 Konfigurasi Port D ATmega328.....	23
Tabel 2.4 Deskripsi Arduino Uno R3	24
Tabel 2.5 Konfigurasi Pin LCD 16x2	42
Tabel 2.6 Peintah-perintah MI632.....	43
Tabel 4.1 Pengukuran Tegangan pada Catu Daya	80
Tabel 4.2 Pengukuran Tegangan keluaran dari <i>Sensor DI-Smart Rotary Encoder</i>	81
Tabel 4.3 Data Pengukuran Kecepatan Mobil Listrik	83
Tabel 4.4 Tabel Pengukuran Jarak Tempuh dengan menghitung jumlah pulsa	85

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Mobil Listrik pada Tahun1913.....	6
Gambar 2.2 Mobil Listrik PT. PINDAD	8
Gambar 2.3 Skema <i>Solar Cell</i>	8
Gambar 2.4 Prinsip Kerja <i>Solar Cell</i>	10
Gambar 2.5 Semikonduktor Tipe-P (Kiri) dan Tipe-N (Kanan)	10
Gambar 2.6 Sambungan P-N Munculnya Daerah Deplesi	11
Gambar 2.7 Struktur <i>Solar Cell</i> Silikon p-n <i>Junction</i>	11
Gambar 2.8 Hubungan Seri	13
Gambar 2.9 Hubungan Paralel	13
Gambar 2.10 Sel <i>Accu</i>	16
Gambar 2.11 Plat Sel <i>Accu</i>	16
Gambar 2.12 Lapisan Serat Gelas	17
Gambar 2.13 Arsitektur Mikrokontroler ATMega328	20
Gambar 2.14 Konfigurasi Pin ATMega 328	21
Gambar 2.15 <i>Board Arduino Uno</i>	24
Gambar 2.16 Konstruksi Motor BLDC	29
Gambar 2.17 Penampang Motor BLDC	30
Gambar 2.18 Sensor Hall Sinyal Untuk Rotasi Kanan	31
Gambar 2.19 Medan Magnet Putar Stator dan Perputaran Rotor.....	32
Gambar 2.20 Tegangan Stator BLDC	32
Gambar 2.21 <i>Optocoupler</i>	36
Gambar 2.22 Contoh skema konstruksi bagian dalam <i>Incremental Rotary Encoder</i>	38
Gambar 2.23 Output sinusoidal dari dua buah photosensor	38
Gambar 2.24 Quadrature outputs.....	39
Gambar 2.25 Piringan Encoder 4 Lubang.....	39
Gambar 2.26 Konfigurasi Pin LCD 16 Karakter x 2 Baris	41
Gambar 2.27 Simbol Operasional <i>Amplifier</i>	46
Gambar 2.28 Bagian-bagian dari Op-Amp	47
Gambar 2.29 Komparator.....	49
Gambar 2.30 <i>Integrator</i>	50
Gambar 2.31 Diferensiator	51
Gambar 3.1 Blok Diagram Perancangan Alat Keseluruhan.....	54
Gambar 3.2 Blok Diagram Sistem Pengukuran Kecepatan dan Data Jarak Tempuh	57
Gambar 3.3 <i>Flowchart</i> Sistem Pengukuran Kecepatan	58
Gambar 3. Rangkaian Alat Keseluruhan.....	61
Gambar 3.5 Arduino Uno R3	62
Gambar 3.6 <i>Wiring Connection</i> Rangkaian Sistem Rotary Encoder.....	62

Gambar 3.7 Tampak Atas Sasis Mobil Listrik	64
Gambar 3.8 Tampak Samping Sasis Mobil Listrik	64
Gambar 3.9 Tampak Depan Sasis Mobil Listrik	65
Gambar 3.10 Bentuk Sasis Mobil Listrik.....	65
Gambar 3.11 Tampak Depan <i>Gearbox</i> belakang Mobil Listrik	66
Gambar 3.12 Tampak Bawah <i>Gearbox</i> belakang Mobil Listrik	66
Gambar 3.13 Tampak Samping <i>Gearbox</i> belakang Mobil Listrik	66
Gambar 3.14 Perancangan Piringan <i>Rotary Encoder</i>	67
Gambar 3.15 Pemasangan Piringan <i>Rotary Encoder</i> pada <i>Gearbox</i>	67
Gambar 3.16 Ikon Arduino IDE pada Desktop Windows 7	68
Gambar 3.17 Jendela Pemograman Arduino IDE	68
Gambar 3.18 Pemilihan board Arduino yang digunakan pada Arduino IDE	69
Gambar 3.19 Pemilihan Port COM Arduino.....	69
Gambar 3.20 Proses <i>compiling</i> dan <i>uploading</i> program ke Arduino Uno R3	70
Gambar 3.21 Pencarian awal program <i>Autodesk Inventor 2014</i>	73
Gambar 3.22 Menunggu program <i>Autodesk Inventor 2014</i> terbuka	73
Gambar 3.23 Membuat <i>project</i> baru	74
Gambar 3.24 Membuat file baru.....	74
Gambar 3.25 tampilan awal aplikasi <i>Autodesk Inventor 2014</i>	74
Gambar 3.26 Membuat objek kotak/ <i>box</i>	75
Gambar 3.27 Mengatur ukuran kotak	75
Gambar 3.28 Mengatur ketinggian <i>box</i>	76
Gambar 3.29 Memilih material <i>object</i>	76
Gambar 3.30 Memilih warna material <i>object</i> , misalkan “ <i>Gold Metal</i> ”	77
Gambar 3.31 Pewarnaan <i>object</i>	77
Gambar 4.1 Rangkaian <i>Power Supply</i> USB	79
Gambar 4.2 Titik Pengukuran <i>Vout</i> 5 Volt <i>Arduino Uno R3</i>	79
Gambar 4.3 Titik Pengukuran <i>Output</i> Sensor <i>DI-Smart Rotary Encoder</i> ..	80