



**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING PENGGUNAAN ENERGI
PADA MOBIL LISTRIK UNIVERSITAS JEMBER**

TUGAS AKHIR

Oleh :

ADAM ZUHDI SISYADI

NIM 171903102012

PROGRAM STUDI DIPLOMA 3 TEKNIK ELEKTRO

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2020



**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING PENGGUNAAN ENERGI
PADA MOBIL LISTRIK UNIVERSITAS JEMBER**

TUGAS AKHIR

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi syarat – syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro (D3)
dan mencapai gelar Ahli Madya Teknik

Oleh :

ADAM ZUHDI SISYADI

NIM 171903102012

**PROGRAM STUDI DIPLOMA 3 TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER**

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan limpahan rahmat, hidayah dan ridhoNYA atas terselesaikannya tugas akhir ini. Tak lupa sholawat serta salam kepada baginda Rasulullah Muhammad SAW. Semoga bekal ilmu yang penulis dapatkan bermanfaat baik bagi penulis maupun bagi pembaca. Dengan segala rendah hati, sebagai tanda bukti hormat dan rasa terimakasih yang tiada terhingga atas kasih sayang dan segala dukungannya penulis persembahkan karya ini kepada :

1. Kedua orang tua saya ayahanda Anil Priyadi dan ibunda Siswahjuningsih yang tercinta terimakasih yang sangat berlimpah karena telah mendidik, membesarkan, memberi cinta dan kasih sayang serta doa yang tiada putus hingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini, dan saya persembahkan gelar saya dapatkan untuk mereka
2. Adikku tersayang Najwah Aridh dan Najwah Arimi yang selalu menjadi penyemangat buat saya untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Guru-guruku sejak sekolah dasar hingga perguruan tinggi.
4. Dosen Pembimbing Utama Bapak Dr. Ir. Satriyo Budi Utomo serta Dosen Pembimbing Anggota Bapak Ir. Widyono Hadi, MT. Atas kesabaran dan keikhlasannya dalam membimbing saya menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Tim Riset Mobil Listrik Titen Universitas Jember yang telah memberi banyak ilmu pengetahuan, pengalaman, kekompakan serta gelar kejuaraan mobil listrik.
6. Teman – teman Teknik Elektro Universitas Jember angkatan 2017
7. Almamater Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

MOTTO

“Sukses adalah guru yang buruk. Sukses menggoda orang yang tekun ke dalam pemikiran bahwa mereka tidak dapat gagal”

(Bill Gates)

“Jangan terlalu ambil hati dengan ucapan seseorang, kadang manusia punya mulut tapi belum tentu punya pikiran”

(Albert Einstein)

“Jika kamu tidak gagal maka anda tidak akan mempelajarinya, dan jika anda tidak mempelajarinya anda tidak akan berubah”

(Adam Zuhdi Sisyadi)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Adam Zuhdi Sisyadi

NIM : 171903102012

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Monitoring Penggunaan Energi Pada Mobil Listrik Universitas Jember” adalah benar – benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 30 September 2020

Yang menyatakan,

Adam Zuhdi Sisyadi

NIM 171903102012

TUGAS AKHIR

**RANCANG BAGUN SISTEM MONITORING PENGGUNAAN ENERGI
PADA MOBIL LISTRIK UNIVERSITAS JEMBER**

Oleh :

Adam Zuhdi Sisyadi

NIM 171903102012

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Ir. Satryo Budi Utomo

Dosen Pembimbing Anggota : Ir. Widyono Hadi, MT.

PENGESAHAN

Tugas Akhir dengan judul “Rancang Bagun Sistem Monitoring Penggunaan Energi Pada Mobil Listrik Universitas Jember” karya Adam Zuhdi Sisyadi telah diuji dan disahkan pada :

Hari, Tanggal : Rabu, 30 September 2020

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji:

Ketua,

Anggota I,

Dr. Ir. Satriyo Budi Utomo
NIP. 198501262008011002

Ir. Widyono Hadi, M.T.
NIP. 196104141989021001

Anggota II,

Anggota III,

Sumardi, S.T., M.T.
NIP. 196701131998021001

Widjonarko, S.T., M.T.
NIP. 197109081999031001

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknik

Dr. Triwahju Hardianto, S.T., M.T.
NIP 197008261997021001

RINGKASAN

Rancang Bagun Sistem Monitoring Penggunaan Energi Pada Mobil Listrik Universitas Jember; Adam Zuhdi Sisyadi, 171903102012; 2020.

Semakin meningkatnya polusi udara memunculkan inovasi untuk mengembangkan penggunaan energi listrik dalam sistem transportasi sebagai solusi alternative yaitu dengan merancang sebuah mobil tanpa emisi gas buang sebagai pengganti bahan bakar fosil. Mobil listrik dianggap mampu memberikan jawaban atas masalah pencemaran lingkungan akibat polusi udara yang disebabkan oleh motor pembakaran dalam dan semakin menipisnya bahan bakar fosil.

Dalam upaya pengemabangan tim mobil listrik Universitas Jember masih memiliki masalah pada proses monitoring pengukuran energi yang dikonsumsi oleh mobil listrik. Maka dari itu pada pengerjaan tugas akhir ini membuat alat sistem monitoring penggunaan energi pada mobil listrik berbasis IoT yang dilakukan secara realtime. Alat sistem monitoring ini akan membaca nilai tegangan, arus dan juga kecepatan pada mobil listrik, selanjutnya data monitoring tersebut akan dikirimkan ke Graphic User Interface (GUI) Thingspeak menggunakan jaringan internet dari hotspot handphone. Nanti data yang diterima oleh Graphic User Interface (GUI) Thingspeak berupa data grafik. Dari hasil monitoring itu tadi kita dapat menghitung nilai skor efisien dari mobil listrik.

Pada saat pengujian alat sistem monitoring ini dengan kondisi dinamis menghasilkan nilai skor efisien sebesar 241,3 Km/KWh, selanjutnya dengan kondisi lurus menghasilkan nilai skor efisien sebesar 200 Km/KWh, dengan kondisi tikungan menghasilkan nilai skor efisien sebesar 166,6 Km/KWh, dengan kondisi tanjakan menghasilkan nilai skor efisien sebesar 41,6 Km/KWh, dengan kondisi turunan menghasilkan nilai skor efisien sebesar 666,6 Km/KWh.

SUMMARY

Design and Build a Monitoring System for Energy Use in Electric Cars

University of Jember; Adam Zuhdi Sisyadi, 171903102012; 2020.

Increasing air pollution has led to innovations to develop the use of electrical energy in the transportation system as an alternative solution, namely by designing a car without exhaust emissions as a substitute for fossil fuels. Electric cars are considered capable of providing answers to environmental pollution problems due to air pollution caused by internal combustion motors and the depletion of fossil fuels.

In the effort to develop the electric car team, the University of Jember still has problems in the process of monitoring the measurement of energy consumed by electric cars. Therefore, in this final project, a realtime monitoring system tool for monitoring energy use in electric cars based on IoT is made. This monitoring system tool will read the value of the voltage, current and speed of the electric car, then the monitoring data will be sent to the Thingspeak Graphic User Interface (GUI) using the internet network from the mobile hotspot. Later, the data received by Thingspeak's Graphic User Interface (GUI) will be in the form of graphic data. From the monitoring results, we can calculate the efficiency score of an electric car.

At the time of testing this monitoring system tool with dynamic conditions resulted in an efficiency score of 241.3 Km / KWh, then in straight conditions it produced an efficiency score of 200 Km / KWh, with bend conditions resulted in an efficiency score of 166.6 Km / KWh. , with the incline conditions produce an efficiency score of 41.6 Km / KWh, with a derivative condition it produces an efficiency score of 666.6 Km / KWh.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah yang Maha Kuasa atas segalanya karena dengan ridho, hidayah dan petunjukNya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Selama penyusunan tugas akhir ini penulis mendapat bantuan dari berbagai pihak yang turut memberikan motivasi, inspirasi, bimbingan, doa, fasilitas, dan dukungan lainnya yang membantu memperlancar pengerjaan tugas akhir ini, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Triwahju Hardianto, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
2. Bapak Dr. Bambang Sri Kaloko, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Jember.
3. Bapak Dr. Ir. Satryo Budi Utomo selaku dosen pembimbing utama yang selalu sabar dan memberikan arahan yang tepat dalam pembuatan serta perancangan alat tugas akhir ini.
4. Bapak Ir. Widyono Hadi, M.T. selaku dosen pembimbing anggota yang telah memberikan arahan sebaik-baiknya dalam pembuatan tugas akhir ini.
5. Bapak Sumardi, S.T., M.T. selaku dosen penguji utama dan Bapak Widjonarko, S.T., M.T. selaku dosen penguji anggota yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun sehingga sangat membantu terhadap penyempurnaan tugas akhir ini.
6. Dosen-dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah membantu dalam proses penyelesaian laporan tugas akhir ini.
7. Para teknisi Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah membantu dalam proses penyelesaian tugas akhir ini.
8. Kepada orang tua Anil Priyadi dan Siswahjuningsih yang telah memberikan segalanya dan membesarkan saya dengan baik, serta adik tersayang Najwah Aridh dan Najwah Arimi

9. Kepada dulur-dulur RESISTRO Teknik Elektro 2017 saya ucapkan terima kasih banyak sudah melalui banyak cerita yang luar biasa bersama.
10. Kepada kawan-kawan D3 Teknik Elektro saya ucapkan terima kasih yang tak terhingga untuk kalian yang telah berjuang Bersama dari semester pertama hingga sekarang.
11. Tim Riset Mobil Listrik TITEN Universitas Jember yang telah memberi banyak ilmu pengetahuan, pengalaman, kekompakan, kesabaran serta gelar kejuaraan mobil listrik tingkat nasional.
12. Teman dari Fakultas Keperawatan Soebandi Ika Nur Kusumawati yang selalu membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini, selalu memberi semangat, dan selalu mengingatkan segala sesuatu kebaikan. Semoga sukses selalu, diberi kelancaraan dan kesehatan.
13. Pejuang Bismillah Internasional, Malik Ibrahim, Hyang Iman Kinasti Gusti, Dimas Aldy Dermawan, Ihza Alvian, Albartsany, Awaludin Chadafid yang selalu menjadi rekan dalam pengerjaan tugas akhir ini, semoga sukses selalu, dan selalu diberi kesehatan.
14. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah mendukung dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat dalam mengembangkan ilmu pengetahuan khususnya untuk disiplin ilmu teknik elektro. Kritik dan saran yang membangun diharapkan terus mengalir untuk lebih menyempurnakan tugas akhir ini dan dapat dikembangkan untuk penelitian selanjutnya.

Jember, 30 September 2020

Penulis



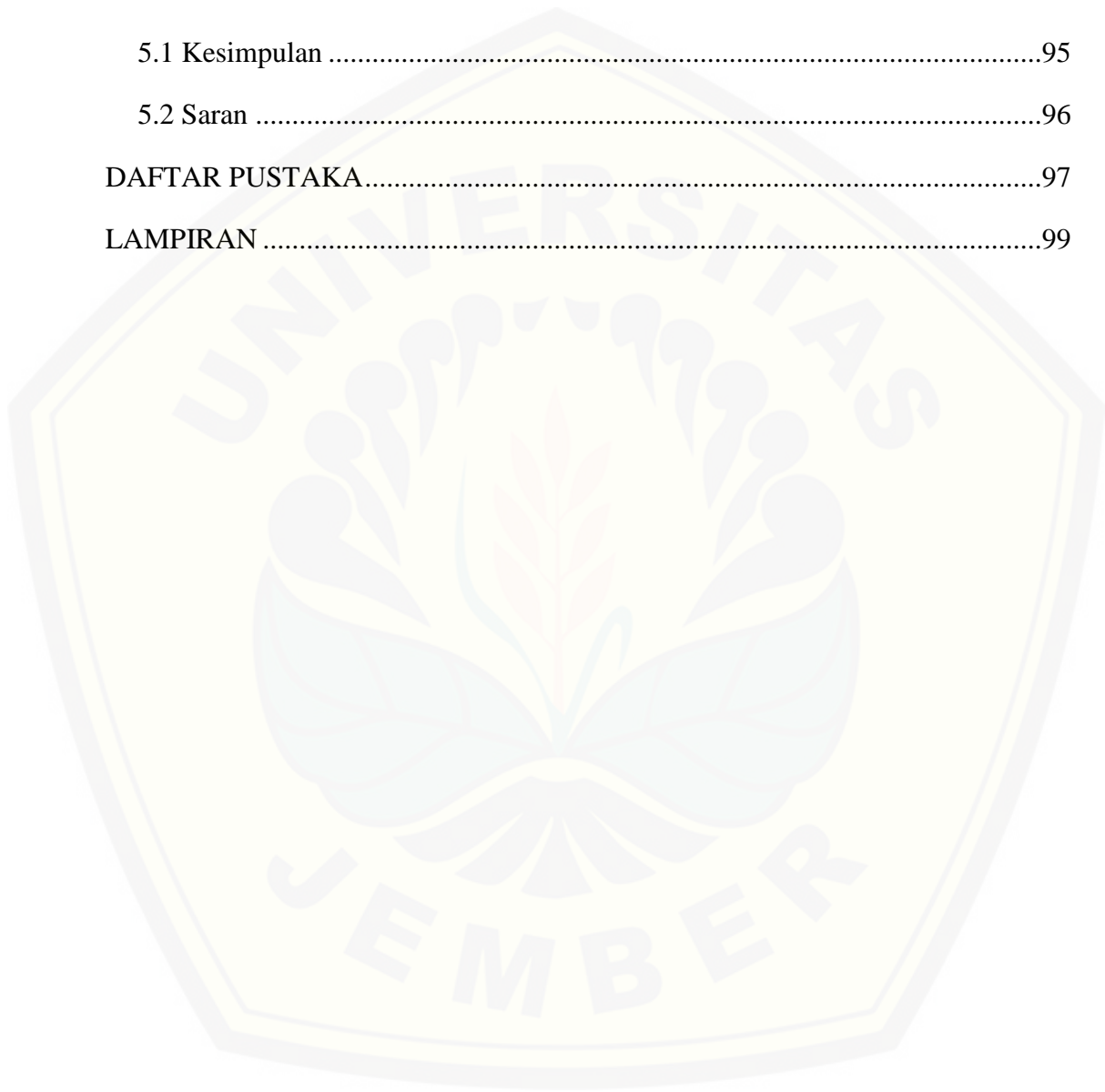
DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBING.....	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
SUMMARY	viii
PRAKATA.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL.....	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Kendaraan Listrik.....	4
2.2 Motor BLDC (<i>Brushless Direct Current</i>)	5
2.2.1 Gambaran Umum Motor BLDC (<i>Brushless Direct Current</i>)	5
2.2.2 Prinsip Kerja Motor BLDC (<i>Brushless Direct Current</i>).....	9
2.2.3 Konsumsi Energi Mobil Listrik	11

2.3	Arduino Uno.....	11
2.4	Software Arduino IDE	13
2.5	Sensor Tegangan	14
2.6	Sensor Arus ACS712	15
2.7	Sensor Kecepatan	16
2.8	RTC (<i>Realtime Clock</i>).....	17
2.9	Data Logger.....	17
2.10	NodeMCU ESP8266	18
2.11	Baterai Lithium	19
2.12	ThingSpeak.....	20
BAB 3. METODELOGI PENELITIAN		22
3.1	Tempat Penelitian.....	22
3.2	Waktu Penelitian	22
3.3	Tahap Penelitian.....	22
3.3.1	Alur Penelitian	22
3.3.2	Diagram Alur Penelitian	24
3.4	Alat dan Bahan	24
3.4.1	Alat yang digunakan	24
3.4.2	Bahan yang digunakan	25
3.4.3	Software yang digunakan.....	25
3.5	Perancangan Alat.....	25
3.5.1	Diagram Kerja.....	25
3.5.2	Skematik Sistem.....	27
3.5.3	Flowchart Sistem	29

3.6	Desain Graphical User Interface Thingspeak.....	30
3.7	Proses Pengujian	32
3.7.1	Pengujian Sensor Tegangan	32
3.7.2	Pengujian Sensor Arus	32
3.7.3	Pengujian Sensor Kecepatan.....	32
3.7.4	Pengujian Statis.....	32
3.7.5	Pengujian Dinamis	33
3.7.5.1	Pengujian Lintasan Lurus.....	33
3.7.5.2	Pengujian Lintasan Belok	33
3.7.5.3	Pengujian Lintasan Tanjakan.....	33
3.7.5.4	Pengujian Lintasan Turunan	34
3.7.6	Pengujian Energi Mobil Listrik.....	34
3.7.7	Pengujian Monitoring Interface	34
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....		35
4.1	Pengujian Sensor.....	35
4.1.1	Sensor Tegangan.....	35
4.1.2	Sensor Arus	38
4.1.3	Sensor Kecepatan.....	40
4.2	Pengujian Statis.....	42
4.3	Pengujian Dinamis.....	47
4.3.1	Pengujian Lintasan Lurus.....	54
4.3.2	Pengujian Lintasan Tikungan	63
4.3.3	Pengujian Lintasan Tanjakan	72
4.3.4	Pengujian Lintasan Turunan	81

4.4 Pengujian Konsumsi Energi Mobil Listrik	86
4.5 Pengujian Monitoring Interface	94
BAB 5. PENUTUP	95
5.1 Kesimpulan	95
5.2 Saran	96
DAFTAR PUSTAKA	97
LAMPIRAN	99





DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Mobil Listrik	4
Gambar 2.2 Motor BLDC (<i>Brushless Direct Current</i>).....	6
Gambar 2.3 Rotor Motor BLDC (<i>Brushless Direct Current</i>).....	8
Gambar 2.4 Stator Motor BLDC (<i>Brushless Direct Current</i>)	8
Gambar 2.5 Tegangan Stator BLDC (<i>Brushless Direct Current</i>).....	10
Gambar 2.6 Arduino UNO.....	11
Gambar 2.7 Tampilan Arduino IDE	13
Gambar 2.8 Resistor sebagai pembagi tegangan	14
Gambar 2.9 Sensor Arus ACS712	15
Gambar 2.10 Mekanisme peletakkan sesnor <i>hall effect</i>	16
Gambar 2.11 Modul sensor <i>hall effect</i>	16
Gambar 2.12 Modul RTC DS3231	17
Gambar 2.13 Data Logger.....	18
Gambar 2.14 NodeMCU ESP8266	18
Gambar 2.15 Baterai Lithium 48 Volt	19
Gambar 2.16 Tampilan Interface ThingSpeak.....	21
Gambar 2.17 Tampilan Pengukuran Arus dan Tegangan	21
Gambar 3.1 Diagram Tahap Penelitian.....	24
Gambar 3.2 Diagram Kerja.....	26
Gambar 3.3 Skematik Sistem.....	28
Gambar 3.4 Flowchart Sistem.....	30
Gambar 3.5 Tampilan pada Thingspeak	32
Gambar 4.1 Grafik Kalibrasi Sensor Tegangan	37
Gambar 4.2 Grafik Kalibrasi Sensor Arus	39
Gambar 4.3 Grafik Kalibrasi Sensor Kecepatan	41
Gambar 4.4 Grafik Tegangan Pengujian Statis Data Logger.....	44
Gambar 4.5 Grafik Arus Pengujian Statis Data Logger	45

Gambar 4.6 Grafik Kecepatan Pengujian Statis Data Logger	45
Gambar 4.7 Grafik Tegangan Pengujian Statis Thingspeak	46
Gambar 4.8 Grafik Arus Pengujian Statis Thingspeak	47
Gambar 4.9 Grafik Kecepatan Pengujian Statis Thingspeak.....	47
Gambar 4.10 Grafik Tegangan Pengujian Dinamis Data Logger	51
Gambar 4.11 Grafik Arus Pengujian Dinamis Data Logger	51
Gambar 4.12 Grafik Kecepatan Pengujian Dinamis Data Logger.....	52
Gambar 4.13 Grafik Tegangan Pengujian Dinamis Thingspeak	53
Gambar 4.14 Grafik Arus Pengujian Dinamis Thingspeak	53
Gambar 4.15 Grafik Kecepatan Pengujian Dinamis Thingspeak	54
Gambar 4.16 Grafik Tegangan Pengujian Lurus Data Logger	56
Gambar 4.17 Grafik Arus Pengujian Lurus Data Logger	56
Gambar 4.18 Grafik Kecepatan Pengujian Lurus Data Logger	57
Gambar 4.19 Grafik Tegangan Pengujian Lurus Tingspeak.....	58
Gambar 4.20 Grafik Arus Pengujian Lurus Thingspeak	58
Gambar 4.21 Grafik Kecepatan Pengujian Lurus Thingspeak	59
Gambar 4.22 Grafik Tegangan Pengujian Lurus Data Logger	60
Gambar 4.23 Grafik Arus Pengujian Lurus Data Logger	61
Gambar 4.24 Grafik Kecepatan Pengujian Lurus Data Logger	61
Gambar 4.25 Grafik Tegangan Pengujian Lurus Thingspeak	62
Gambar 4.26 Grafik Arus Pengujian Lurus Thingspeak	62
Gambar 4.27 Grafik Kecepatan Pengujian Lurus Thingspeak	63
Gambar 4.28 Grafik Tegangan Pengujian Tikungan Data Logger	65
Gambar 4.29 Grafik Arus Pengujian Tikungan Data Logger	65
Gambar 4.30 Grafik Kecepatan Pengujian Tikungan Data Logger	66
Gambar 4.31 Grafik Tegangan Pengujian Tikungan Thingspeak	67
Gambar 4.32 Grafik Arus Pengujian Tikungan Thingspeak.....	67
Gambar 4.33 Grafik Kecepatan Pengujian Tikungan Thingspeak	68
Gambar 4.34 Grafik Tegangan Pengujian Tikungan Data Logger	69
Gambar 4.35 Grafik Arus Pengujian Tikungan Data Logger	70
Gambar 4.36 Grafik Kecepatan Pengujian Tikungan Data Logger	70

Gambar 4.37 Grafik Tegangan Pengujian Tikungan Thingspeak	71
Gambar 4.38 Grafik Arus Pengujian Tikungan Thingspeak.....	72
Gambar 4.39 Grafik Kecepatan Pengujian Tikungan Thingspeak	72
Gambar 4.40 Grafik Tegangan Pengujian Tanjakan Data Logger	74
Gambar 4.41 Grafik Arus Pengujian Tanjakan Data Logger	74
Gambar 4.42 Grafik Kecepatan Pengujian Tanjakan Data Logger	75
Gambar 4.43 Grafik Tegangan Pengujian Tanjakan Thingspeak	76
Gambar 4.44 Grafik Arus Pengujian Tanjakan Thingspeak	76
Gambar 4.45 Grafik Kecepatan Pengujian Tanjakan Thingspeak.....	77
Gambar 4.46 Grafik Tegangan Pengujian Tanjakan Data Logger	78
Gambar 4.47 Grafik Arus Pengujian Tanjakan Data Logger	79
Gambar 4.48 Grafik Kecepatan Pengujian Tanjakan Data Logger	79
Gambar 4.49 Grafik Tegangan Pengujian Tanjakan Thingspeak	80
Gambar 4.50 Grafik Arus Pengujian Tanjakan Thingspeak	81
Gambar 4.51 Grafik Kecepatan Pengujian Tanjakan Thingspeak.....	81
Gambar 4.52 Grafik Tegangan Pengujian Turunan Data Logger	83
Gambar 4.53 Grafik Arus Pengujian Turunan Data Logger	83
Gambar 4.54 Grafik Kecepatan Pengujian Turunan Data Logger.....	84
Gambar 4.55 Grafik Tegangan Pengujian Turunan Thingspeak	85
Gambar 4.56 Grafik Arus Pengujian Turunan Thingspeak	85
Gambar 4.57 Grafik Kecepatan Pengujian Turunan Thingspeak	86
Gambar 4.58 Grafik Konsumsi Energi Mobil Listrik (Km/KWh).....	87
Gambar 4.59 Grafik Konsumsi Energi Mobil Listrik (m/Wh)	88

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Arduino Uno.....	12
Tabel 2.2 Spesifikasi Baterai Lithium.....	20
Tabel 3.1 Rencana Kegiatan Tugas Akhir	22
Tabel 4.1 Pengujian Sensor Tegangan.....	35
Tabel 4.2 Pengujian Sensor Arus	38
Tabel 4.3 Pengujian Sensor Kecepatan.....	40
Tabel 4.4 Pengujian Statis.....	42
Tabel 4.5 Pengujian Dinamis	48
Tabel 4.6 Pengujian Lintasan Lurus Konstan	55
Tabel 4.7 Pengujian Lintasan Lurus Tidak Konstan.....	59
Tabel 4.8 Pengujian Lintasan Tikungan Konstan	64
Tabel 4.9 Pengujian Lintasan Tikungan Tidak Konstan.....	68
Tabel 4.10 Pengujian Lintasan Tanjakan Konstan.....	73
Tabel 4.11 Pengujian Lintasan Tanjakan Tidak Konstan	77
Tabel 4.12 Pengujian Lintasan Turunan	82
Tabel 4.13 Pengujian Konsumsi Energi Mobil Listrik (Km/KWh).....	86
Tabel 4.14 Pengujian Konsumsi Energi Mobil Listrik	89
Tabel 4.15 Pengujian Monitoring Interface	90
Tabel 4.16 Pengujian Monitoring Penelitian Sebelumnya	91
Tabel 4.16 Pengujian Monitoring Saat Ini	92

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Semakin meningkatnya polusi udara memunculkan inovasi untuk mengembangkan penggunaan energi listrik dalam sistem transportasi sebagai solusi alternative yaitu dengan merancang sebuah mobil tanpa emisi gas buang sebagai pengganti bahan bakar fosil. Mobil listrik dianggap mampu memberikan jawaban atas masalah pencemaran lingkungan akibat polusi udara yang disebabkan oleh motor pembakaran dalam dan semakin menipisnya bahan bakar fosil.

Mobil listrik merupakan mobil yang menggunakan tenaga penggerak berupa motor listrik dimana energi listrik dapat disimpan dalam baterai. Mobil listrik sangat populer pada akhir abad ke-19 dan awal abad ke-20. Semakin maju dan semakin murahnya harga kendaraan berbahan bakar minyak membuat popularitas mobil listrik menurun. Hingga pada sekitar tahun 2000 popularitas mobil listrik sedikit bangkit karena adanya krisis energi dan melonjaknya harga bahan bakar minyak.

Bangkitnya popularitas mobil listrik ini menarik minat perusahaan otomotif dunia untuk mengembangkannya. Tidak adanya hak milik terhadap mobil listrik, membuat beberapa perguruan tinggi di Indonesia berlomba untuk mengembangkannya. Universitas Jember merupakan salah satu dari beberapa perguruan tinggi yang turut serta dalam pengembangan mobil listrik. Pengembangan mobil listrik di Universitas Jember sudah dimulai sejak tahun 2009. Adapun pelaksana dalam pengembangan mobil listrik ini adalah mahasiswa Fakultas Teknik dari jurusan Teknik Mesin dan Teknik Elektro. Konsep awal pengembangan mobil listrik di Universitas Jember bermula dengan pembuatan sebuah prototype.

Dukungan dan peran aktif civitas akademika Fakultas Teknik dan Universitas Jember dalam pengembangan mobil listrik semakin menambah semangat mahasiswa untuk menghasilkan mobil listrik yang diberi nama Titen. Mobil listrik yang sudah

dikembangkan oleh Tim TITEN antara lain adalah Prototype, Urban concept, NGX dan GX yang terus dikembangkan dan juga dilombakan pada event-event nasional yang rutin dilakukan setiap tahun mulai tahun 2009 hingga sekarang. Untuk keberlanjutan mobil listrik, masih perlu dilakukan berbagai riset guna mencapai dengan jalan perancangan sistem kelistrikan yang optimal.

Dalam upaya pengembangan tim mobil listrik Universitas Jember masih memiliki masalah pada proses monitoring pengukuran arus maupun tegangan yang dikonsumsi oleh mobil listrik. Pada sistem monitoring pengukuran arus maupun tegangan biasanya masih dilakukan secara manual dan harus berhubungan langsung dengan objek. Hal ini mengakibatkan proses monitoring mobil listrik menjadi lama dan dianggap kurang efisien. Dengan adanya sistem monitoring data hasil pengukuran arus maupun tegangan dapat dilakukan secara real time dan dapat diakses dari jaringan internet kapan saja (Dolly Handarly dan Jefri Lianda, 2018). Penelitian ini menggunakan komputer sebagai media monitoring pembacaan tegangan, arus dan energi listrik, dengan menggunakan media *Internet of Things* (IoT) sebagai pengiriman data informasi pengukuran.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang sudah diuraikan diatas dapat ditarik sebuah permasalahan antara lain :

1. Bagaimana membuat *hardware* dan *software* sistem *monitoring* mobil listrik Universitas Jember menggunakan *interface* Thingspeak berbasis *Internet of Things* (IoT).
2. Bagaimana kinerja perangkat sistem *monitoring* mobil listrik Universitas Jember saat pengujian statis dan dinamis menggunakan *interface* Thingspeak berbasis *Internet of Things* (IoT) .

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah yang sudah terurai maka ada batasan masalah pada tugas akhir ini antara lain :

1. Objek yang digunakan untuk menguji yaitu mobil listrik dengan motor spesifikasi BLDC 350 watt 48 V.
2. Pengujian yang dilakukan pada pengerjaan tugas akhir ini secara statis dan dinamis.
3. Pengujian yang dilakukan pada pengerjaan tugas akhir ini untuk *monitoring* tegangan, arus, kecepatan.
4. *Monitoring* melalui *interface* Thingspeak dengan Arduino Uno untuk memproses data.
5. Sistem monitoring telemetri pada pengerjaan tugas akhir ini menggunakan NodeMCU ESP8266.

1.4 Tujuan

Dari tugas akhir yang dikerjakan ini dapat ditarik beberapa tujuan yang dihasilkan antara lain :

1. Dapat merancang *hardware* dan *software* perangkat sistem *monitoring* mobil listrik Universitas Jember menggunakan *interface* Thingspeak berbasis *Internet of Things* (IoT).
2. Mengetahui kinerja perangkat sistem *monitoring* mobil listrik Universitas Jember menggunakan *interface* Thingspeak berbasis *Internet of Things* (IoT).

1.5 Manfaat

Manfaat yang bisa diambil dari proses pengerjaan tugas akhir ini antara lain :

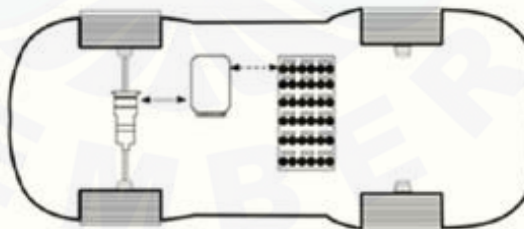
1. Mengembangkan teknologi pada mobil listrik.
2. Lebih efisien dalam hal monitoring dan pengukuran arus dan tegangan pada mobil listrik.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kendaraan Listrik

Penggunaan kendaraan bermotor sebagai sarana untuk transportasi, baik secara umum maupun individu, semakin meningkat dan membuat semakin tinggi juga emisi gas buang yang diumpankan ke udara bebas yang akan memicu terjadinya efek rumah kaca (*green efect house*). Karenanya ada usaha untuk mengurangi emisi gas buang tersebut dengan mengembangkan mobil listrik sebagai salah satu solusi.

Dibandingkan dengan mobil mesin pembakaran dalam, mobil listrik lebih nyaman, tenang, bersih. Akan tetapi, karena keterbatasan kapasitas penyimpanan energi baterai, jangkauannya sangatlah terbatas dalam penggunaannya. Pada saat yang sama, teknologi mobil mesin pembakaran dalam pada tahun 1930-an. Baru pada tahun 1970-an ketika terjadi krisis energi dan kelangkaan minyak pada saat itu, pabrikan mobil dan pembuat kebijakan peraturan mulai berpikir kembali tentang mobil listrik. Alasan utama yang dikemukakan adalah, pertama, mobil listrik mempunyai nilai efisiensi energi tinggi dan kedua memiliki emisi lokal nol dan membantu kualitas udara.



Gambar 2.1 Skema Mobil Listrik

(Sumber : [http:// dx.doi.org/10.1016/j.electacta.2012.03.172](http://dx.doi.org/10.1016/j.electacta.2012.03.172))

Secara umum mobil listrik dapat dikategorikan menjadi tiga macam, yaitu *Pure Electric Vehicle* (PEV) yang sering disebut juga *Battery Electric Vehicle*, *Hybrid Electric Vehicle* (HEV), dan *Fuel Cell Electric Vehicle* (FCEV), pada tugas akhir ini yang akan dibahas adalah mobil listrik *Pure Electric Vehicle* (PEV) atau *Battery Electric Vehicle*. Pada PEV/BEV penyimpanan kapasitas energi seluruhnya tergantung kepada kekuatan dan teknologi baterai. Karenanya PEV/BEV ini mempunyai kelebihan yang signifikan utamanya mengingat tidak ada emisi gas buang yang dikeluarkan atau sering disebut nol emisi. Ini disebabkan seluruh energi yang digunakan mengambil dari tenaga baterai yang terpasang didalam mobil listrik. Kendalanya adalah bahwa baterai yang mempunyai kapasitas besar secara umum memiliki karakteristik membutuhkan waktu pengisian baterai yang sangat lama, sehingga masalah besar yang dihadapi BEV/PEV adalah terbatasnya jarak tempuh, investasi yang relative besaran minimnya infrastuktur lokasi pengisian baterai yang tersedia. Pada nyatanya, dimensi dan peletakan baterai didalam mobil listrik inilah harus terstandarisasi, sehingga mendapatkan tingkat nilai efisiensi yang optimum. Motor listrik menghasilkan torsi yang besar dari keadaan mobil berhenti. Hal ini menghasilkan kinerja yang sangat bagus. Percepatan dan daya mobil listrik jauh melampaui mobil mesin pembakaran dalam. (Sumber : B.G. Pollet, I. Staffell, J.L. Shang, 2012)

2.2 Motor BLDC (*Brushless Direct Current*)

2.2.1 Gambaran Umum Motor BLDC

Motor DC tanpa sikat atau disebut *Brushless Direct Current* motor. *Brushless* DC motor adalah suatu jenis motor sinkron. Artinya medan magnet yang dihasilkan stator dan medan magnet yang dihasilkan rotor berputas pada frekuensi yang sama BLDC motor tidak mengalami slip, tidak seperti yang terjadi pada motor induksi biasa. Motor jenis ini mempunyai magnet permanent pada bagian “rotor” sedangkan

elektromagnet pada bagian “stator”. Putaran pada rotor disebabkan oleh medan magnet pada stator yang pada setiap saatnya hanya aktif dua fasa.

Salah satu jenis motor listrik yang banyak digunakan adalah motor BLDC. Motor DC ini tidak menggunakan sikat atau brush untuk sistem komutasinya. Motor BLDC ini sesuai dengan namanya, motor ini tidak menggunakan sikat atau brush untuk komutasi (pergantian medan magnet), akan tetapi dilakukan secara elektronis *commutated*. Motor BLDC ini memiliki banyak keuntungan dibandingkan dengan motor DC dan motor induksi biasa. Motor BLDC (Brushless Direct Current) banyak digunakan pada teknologi otomasi mutakhir, seperti ; otomasi industri manufaktur maupun otomasi non-manufaktur (robot, aeromodeling). Konstruksi yang sangat simpel menjadi pertimbangan pemakaian motor BLDC pada pengembangan bidang otomasi tersebut (Achmad Nur Husaini, 2015)



Gambar 2.2 Motor BLDC (*Brushless Direct Current*)

Beberapa keunggulan utama menggunakan motor *Brushless DC* dibandingkan menggunakan motor lain antara lain :

1. High speed operation

Motor BLDC dapat beroperasi pada kecepatan diatas 10.000 rpm dalam pengoperasiannya.

2. Responsif dan nilai percepatan tinggi

Bagian rotor *Brushless* DC motor memiliki inersia rotor rendah, yang memungkinkan mereka untuk mempercepat, mengurangi kecepatan dan membalikkan arah dengan cepat.

3. High power density

Motor BLDC memiliki nilai torsi berjalan yang tinggi.

4. Keandalan tinggi

Motor BLDC tidak memiliki sikat yang berarti lebih handal dan memiliki harapan hidup lebih dari 10.000 jam. Hal ini lebih mengurangi kasus kerusakan pada motor itu sendiri, mengurangi proses perbaikan pada motor secara keseluruhan.

5. Tingkat efisiensi tinggi

6. Tenang

Tenang dalam artian motor BLDC ini nyaris tidak bersuara waktu pengoperasiannya.

Setiap motor BLDC terdiri dari dua bagian utama yaitu : Rotor, bagian pada motor BLDC yang bergerak yang terbuat dari magnet permanent dan Stator, bagian pada motor BLDC yang tidak bergerak, yang terbuat dari kumparan 3 fasa.

1. Rotor

Rotor adalah bagian pada motor BLDC yang bergerak (berputar) karena adanya gaya elektromagnetik dari stator, dimana pada *Brushless* DC motor bagian rotornya berbeda dengan rotor yang ada pada motor DC konvensional pada umumnya yang hanya tersusun dari satu buah elektromagnet yang berbeda diantara *brushless* atau sikat yang terhubung pada dua buah motor hingga delapan pasang kutub magnet permanen berbentuk persegi yang saling direkatkan menggunakan semacam “epoxy”



Gambar 2.3 Rotor Motor BLDC (*Brushless Direct Current*)

2. Stator

Stator adalah bagian pada motor BLDC yang diam atau statis dimana fungsinya adalah sebagai medan putar motor untuk memberikan gaya elektromagnetik pada rotor sehingga motor dapat bergerak (berputar). Pada stator di motor BLDC terdiri dari tumpukan baja laminasi dengan lilitan ditempatkan pada setiap slot. Pada Brushless DC motor statornya itu terdiri dari beberapa belitan kawat tembaga yang bekerja secara elektromagnetik dimana pada Brushless DC motor terhubung dengan tiga macam kabel untuk disambungkan ke sebuah kontrol yang mengatur putaran motor nantinya.



Gambar 2.4 Stator Motor BLDC (*Brushless Direct Current*)

2.2.2 Prinsip Kerja Motor BLDC

Cara kerja pada motor BLDC cukup sederhana, yaitu magnet yang berada pada poros motor akan tertarik dan terdorong oleh gaya elektromagnetik yang diatur oleh driver pada motor BLDC. Hal ini yang membedakan motor BLDC dengan motor DC yang menggunakan ikat mekanis yang berbeda pada komutator untuk mengatur waktu dan memberika medan magnet pada lilitan. Motor BLDC ini juga berbeda dengan motor AC yang ada pada umumnya menggunakan siklus tenaga sendiri untuk mengatur waktu dan memberi daya pada lilitan. BLDC dapat memberikan rasio daya dan beban yang lebih tinggi secara signifikan dan memberikan efisiensi yang lebih baik dibandingkan motor tanpa sikat konvensional lainnya.

Pada prinsip dasar medan magnet adalah kutub yang sama akan saling tolak menolak sedangkan apabila berlainan kutub maka akan saling Tarik menarik. Jadi jika ada dua buah magnet dan menandai satu sisi magnet tersebut dengan utara (*north*) dan yang lain selatan (*south*), sebaliknya jika sisi utara magnet pertama akan menolak sisi utara yang kedua dan seterusnya apabila kedua sisi magnet memiliki kutub yang sama. Motor BLDC (*Brushless Direct Current*) ini dapat bekerja ketika stator yang terbuat dari kumparan diberikan arus 3 fasa. Akibat arus yang melewati kumparan pada stator timbul medan magnet (B) :

$$B = \frac{\mu N l}{2i}$$

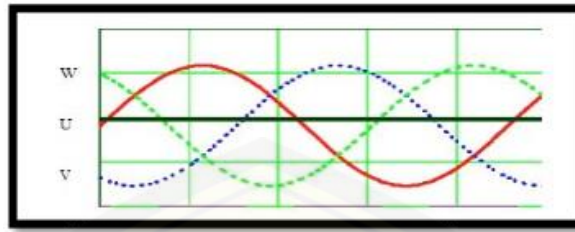
Dimana :

N = Jumlah Lilitan

i = Arus (Ampere)

l = Panjang Lilitan (Meter)

μ = permeabilitas bahan



Gambar 2.5 Tegangan Stator BLDC (*Brushless Direct Current*)

Pada gambar 2.5 tegangan stator BLDC (*Brushless Direct Current*) berikut ditunjukkan bentuk sinyal pada tegangan stator motor BLDC yang berupa sinyal tiga fasa. Ketika stator U diberikan tegangan negatif maka akan timbul medan magnet dengan polaritas negatif sedangkan V dan W yang diberikan tegangan positif akan memiliki polaritas positif. Akibat adanya perbedaan polaritas antara medan magnet kumparan stator dan magnet rotor, sisi positif magnet rotor akan berputar mendekati medan magnet stator U, sedangkan sisi negatifnya akan berputar mengikuti medan magnet stator V dan W. Akibat tegangan yang digunakan berupa tegangan AC sinusoidal, medan magnet U, V, dan W akan berubah - ubah polaritasnya dan besarnya mengikuti perubahan tegangan sinusoidal AC. Ketika U dan V memiliki medan magnet negatif akibat mendapatkan tegangan negatif dan W memiliki medan magnet positif akibat tegangan positif, magnet permanen rotor akan berputar menuju ke polaritas yang bersesuaian yakni bagian negatif akan berputar menuju bagian stator W dan sebaliknya bagian positif akan berputar menuju medan magnet stator U dan V. Selanjutnya ketika V memiliki medan magnet negatif dan U serta W memiliki medan magnet positif, bagian positif magnet permanen akan berputar menuju V dan bagian negatif akan menuju U dan W. Karena tegangan AC sinusoidal yang digunakan berlangsung secara kontinu, proses perubahan polaritas tegangan pada stator ini akan terjadi secara terus menerus sehingga menciptakan medan putar magnet stator dan magnet permanen rotor akan berputar mengikuti medan putar magnet stator ini. Hal inilah yang menyebabkan rotor pada BLDC (*Brushless Direct Current*) dapat berputar (Abe Dharmawan, 2009).

2.2.3 Konsumsi Energi Mobil Listrik

Perhitungan energi pada mobil listrik adalah energi konsumsi dari mobil listrik yang melibatkan arus konsumsi mobil listrik dan tegangan dari baterai yang digunakan pada mobil listrik. Maka secara teoritis adalah sebagai berikut :

$$\eta = \frac{Km}{Wh} \cdot 1000$$

Dimana :

Km = Jarak Tempuh (Km)

Wh = Energi (Wh)

2.3 Arduino

Arduino uno merupakan perangkat elektronik dengan sistem *open source*. Arduino memiliki 14 pin *input/output* yang mana 6 pin dapat digunakan sebagai *output* PWM, 6 *analog input*, *crystal osilator* 16 MHz, koneksi USB, *jack power*, dan tombol *reset*.



Gambar 2.6 Arduino Uno

(Sumber : www.Arduino.com)

Arduino memiliki kelebihan tersendiri dibanding *board* mikrokontroler yang lain selain bersifat *open source*, arduino juga mempunyai bahasa pemrogramanya

sendiri yang berupa bahasa C. Selain itu dalam *board* arduino sendiri sudah terdapat *loader* yang berupa USB sehingga memudahkan kita ketika memprogram mikrokontroler di dalam arduino. Papan Arduino adalah papan mikrokontroler berdasarkan ATmega328. Berikut adalah spesifikasi dari Arduino Uno :

Tabel 2.1 Spesifikasi Arduino Uno

Mikrokontroler	ATmega328
Tegangan operasi	5V
Tegangan input (disarankan)	7-12V
Tegangan input (batas)	6-20V
Digital I/O	14 pin (dimana 6 output PWM)
Input Analog	6 pin
Arus DC per I/O	Pin 40 mA
Arus DC untuk 3.3V	Pin 50 mA
Memori flash 32KB (ATmega328)	0.5 KB digunakan untuk bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328)
EPROM	1 KB (ATmega328)
Kecepatan <i>clock</i>	16 MHz

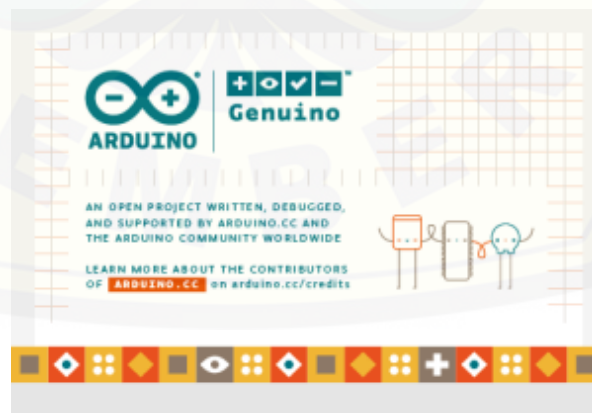
Atmega328 adalah mikrokontroler keluaran dari atmel yang mempunyai arsitektur RISC (*Reduce Intruction Set Computer*) dimana setiap proses eksekusi data lebih cepat dari pada arsitektur CISC (*Completed Instruction Set Computer*). Mikrokontroler ini memiliki beberapa fitur antara lain sebagai berikut :

- a. 130 macam instruksi yang hampir semuanya dieksekusi dalam satu siklus clock.
- b. 32 x 8-bit register serba guna.

- c. Kecepatan mencapai 16 Mbps dengan clock 16 MHz.
- d. 32 KB *flashmemory* dan pada arduino memiliki bootloader yang menggunakan 2 KB dari *flasmemory* sebagai *bootloader*.
- e. Memiliki EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) sebesar 1 KB sebagai tempat penyimpanan data semi permanen karena EEPROM tetap dapat menyimpan data meskipun catu daya dimatikan.
- f. Memiliki SRAM (*Static Random Acces Memory*).
- g. Memeiliki pin I/O digital sebanyak 14 pin 6 diantaranya PWM (*Pulse Width Modulation*) output.
- h. *Master / Slave SPI serial interface*.
- i. Tegangan operasi sekitar 1,8 V sampai dengan 5,5 V

2.4 Software Arduino IDE

IDE atau Intergrated Development Environment adalah program komputer yang digunakan untuk pengembangan perangkat lunak. Arduino IDE merupakan aplikasi lintas platform (Windows, mac OSX dan Linux) ditulis dengan bahasa java dan didasarkan pada pemrosesan dan perangkat lunak open-source lainnya yang memudahkan dalam menulis dan mengunggah sketch ke board arduino.



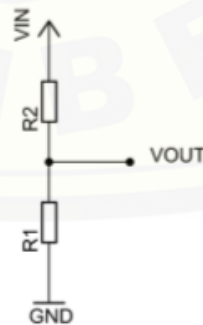
Gambar 2.7 Tampilan Arduino IDE

Software Arduino IDE terdiri dari tiga bagian yaitu :

1. *Editor Program*, yang digunakan untuk menulis dan mengedit program atau *sketch*.
2. *Compiler*, yang digunakan untuk mengubah *sketch* menjadi kode biner. Karena kode biner bahasa yang dipahami mikrokontroler.
3. *Uploader*, yang digunakan untuk mengunggah *sketch* ke papan mikrokontroler. Struktur perintah pada Arduino IDE secara garis besar terdiri dari *void setup* dan *void loop*. *Void setup* sendiri berisi perintah yang akan dieksekusi hanya satu kali saat arduino dihidupkan sedangkan *void loop* perintah yang akan dieksekusi berulang ulang selama arduino diaktifkan.

2.5 Sensor Tegangan

Tegangan merupakan parameter dasar dalam dunia elektro baik digital maupun analog. Tegangan ini merupakan besaran analog jadi dalam elektro analog tegangan dapat langsung diolah, diproses atau dikonversi dalam bentuk atau level lainnya. Sedangkan dalam dunia digital tegangan akan dikonversi menjadi nilai diskrit dengan ADC (*Analog to Digital Converter*) atau jika dibalik dari digital ke tegangan analog harus menggunakan teknik DAC (*Digital to Analog Converter*). Dalam hal ini sensor tegangan merupakan dua resistor dengan prinsip pembagi tegangan.



Gambar 2.8 Resistor sebagai pembagi tegangan

$$V_{out} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \times V_{in}$$

Karena tegangan yang terbaca ke mikroposepor harus kurang dari 5V dan tidak boleh melebihi 5V maka V_{out} harus dibawah 5V dengan pengaturan nilai resistansi R_1 dan R_2 harus diatur tidak boleh melebihi 5V sebagai pembagi tegangan.

2.6 Sensor Arus

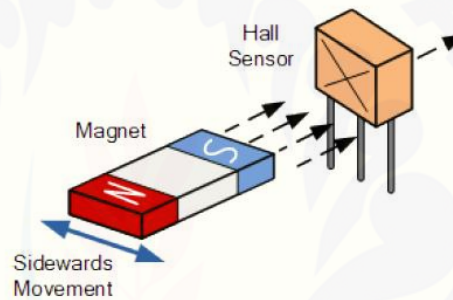
ACS712 adalah sebuah modul sensor arus yang bekerja berdasarkan efek medan. Sensor arus ACS712 dapat digunakan untuk mengukur arus AC atau DC. Modul sensor arus ACS712 telah dilengkapi dengan rangkaian penguat operasional, sehingga sensitivitas untuk pengukuran arusnya meningkat dan dapat mengukur perubahan arus yang relatif kecil. Sensor jenis ini juga sering digunakan pada aplikasi - aplikasi di bidang industri, komersial, maupun komunikasi. Contoh aplikasinya antara lain untuk sensor kontrol motor, deteksi dan manajemen penggunaan daya, sensor untuk catu daya tersaklar, sensor proteksi terhadap arus lebih, dan lain sebagainya.



Gambar 2.9 Sensor Arus ACS712

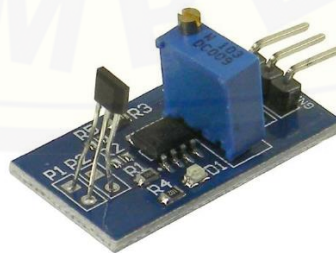
2.7 Sensor Kecepatan

Dengan menggunakan prinsip kerja dari sensor *hall effect* yang mendeteksi medan magnet, maka dapat digunakan sebagai sensor kecepatan. Ketika sensor *hall effect* mendeteksi adanya medan magnet, sensor akan mengirim sinyal dan sebaliknya. Magnet yang diletakkan dibagian putaran roda akan dideteksi satu kali oleh sensor *hall effect* untuk satu kali putaran penuh, oleh itu waktu yang diperlukan untuk sensor *hall effect* dalam berputar untuk mendeteksi medan magnet yang akan digunakan untuk mengukur kecepatan putaran.



Gambar 2.10 Mekanisme peletakkan sensor *hall effect*

Sensor *hall effect* diletakkan didepan perputaran roda yang berhadapan lurus dengan magnet. Sensor *hall effect* akan menghitung putaran roda, jika sensor *hall effect* mendeteksi magnet akan mengirimkan sinyal *high* dan apabila tidak mendeteksi magnet dalam putarannya akan mengirimkan sinyal *low*.



Gambar 2.11 Modul sensor *hall effect*

2.8 RTC (*Realtime Clock*)

Realtime clock adalah komponen IC penghitung yang dapat difungsikan sebagai sumber data waktu baik berupa data jam, hari, bulan maupun tahun. Komponen tipe DS3231 dilengkapi dengan komponen pendukung seperti *crystal* sebagai sumber *clock* dan *Battery External* 3,6 Volt sebagai sumber energi cadangan agar fungsi penghitung tidak berhenti. Bentuk komunikasi data dari IC RTC adalah I2C yang merupakan kepanjangan dari *Inter Integrated Circuit* kecepatan frekuensi (400kHz). Tegangan kerja +2,3 Volt sampai +5,5 Volt. *Timekeeping Accuracy* 5ppm (0,432 Second/Day). Media komunikasi menggunakan 2 jalur komunikasi yaitu SCL dan SDA. Operating Temperatur Range : -40°C sampai +85 °C. Gambar 1.8 menunjukkan *hardware* dari RTC.

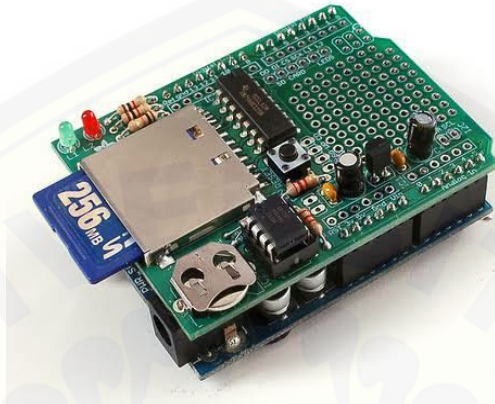


Gambar 2.12 Modul RTC DS3231

2.9 Data Logger

Data logger merupakan sistem yang berfungsi untuk merekam data ke dalam media penyimpanan data. Data logger memiliki kapasitas penyimpanan yang cukup besar sehingga data yang terekam dapat ditampilkan dalam grafik dengan durasi yang cukup lama. Sistem data logger ini dibangun dari modul arduino sebagai pengendalinya dan menggunakan SD Card sebagai media simpannya. Dengan media ini kita dapat menyimpan data yang sangat besar, layaknya sebuah hardisk yang diisi file teks / txt file. Kapasitas SD Card dalam data logger ini dapat menyimpan data

selama 738 hari yang menyimpan data perdetik melalui pembacaan data suatu sensor, mikrokontroler digunakan untuk pengendalian sistem kerja dari rangkaian.



Gambar 2.13 Data Logger

2.10 NodeMCU ESP8266

NodeMCU merupakan sebuah platform *internet of things* yang bersifat *open-source* yang dibuat oleh Espressif Sistem. NodeMCU memiliki sebuah ESP8266 yang telah terintegrasi dalam sebuah board. NodeMCU menggunakan USB yang sama dengan USB pada kabel data *smartphone* yaitu USB *micro-B*. Dalam penggunaannya, NodeMCU dapat diprogram menggunakan software Arduino IDE dengan board yang telah diunduh. (Sumber : Widya Cahyadi, 2018)



Gambar 2.14 NodeMCU ESP8266

NodeMCU memiliki karakteristik yaitu bekerja pada tegangan 3,3 V dengan arus $10\mu\text{A}$ hingga 170 mA. NodeMCU memiliki *flash memory* yang terintegrasi maksimum sebesar 16 MB. NodeMCU bekerja dengan prosesor Tensilica L106 32-bit dengan kecepatan 80 MHz hingga 160 MHz. Memiliki RAM atau *Random Access Memory* sebesar 32 Kb + 80 Kb. NodeMCU memiliki 17 pin, dengan *step resolution* sebesar 1024 pada 1 pin analog ke digitalnya.

2.11 Baterai Lithium

Baterai ini tergolong lebih bagus dari pada aki kering maupun aki basah. Baterai lithium ini memiliki banyak kelebihan dan memiliki beberapa kelemahan. Salah satu kelemahan dari baterai lithium ini adalah harga yang mahal, dikarenakan baterai ini harus import, bea cukai, dan factor lain yang membuat harga baterai ini menjadi tinggi. Kelebihan dari baterai lithium ini adalah memiliki bobot baterai yang ringan, nilai kontinyu arus yang besar serta umur lifecycle yang tinggi. Ketika terbakar, baterai ini juga memberikan dampak yang lebih sedikit (Ario Wibawa Satria, 2012).



Gambar 2.15 Baterai Lithium 48 Volt

Tabel 2.2 Tabel Penggunaan Baterai Lithium Pada Kendaraan Listrik

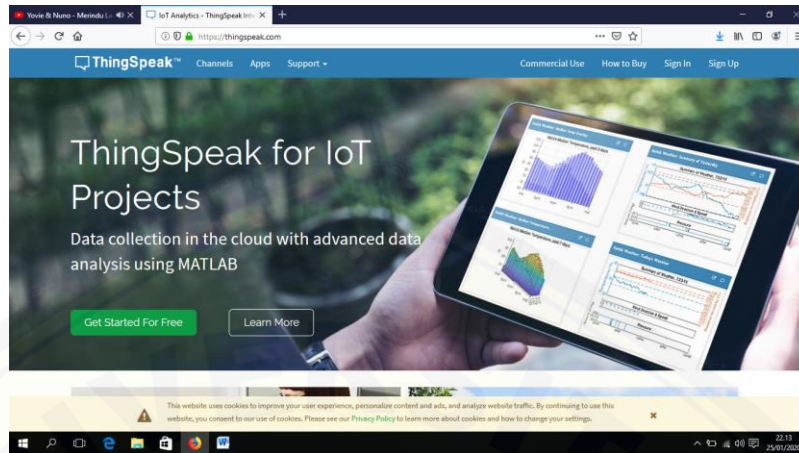
Jenis Lithium	Arus <i>Peak</i>	Arus <i>Continue</i>	<i>Charging max</i>	<i>Lifecycle</i>
10Ah	20 A	10 A	4 jam	3.5 Tahun
15Ah	30 A	15 A	5 jam	3.5 Tahun
20Ah	40 A	20 A	6 jam	3.5 Tahun

2.12 ThingSpeak

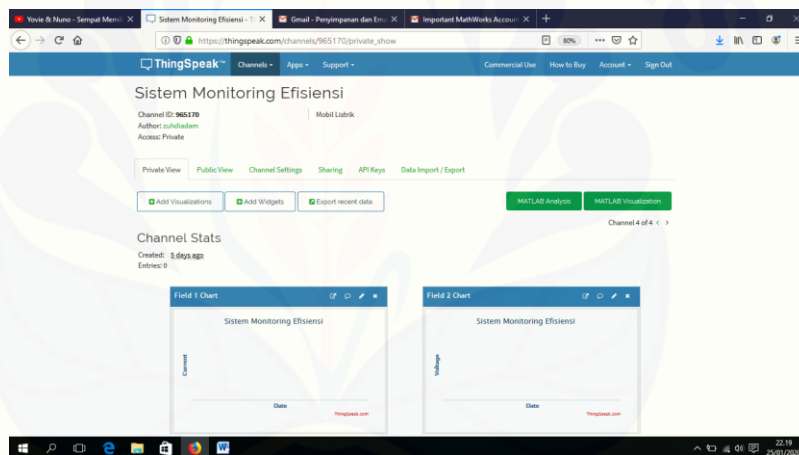
Internet of Things (IoT) adalah sebuah teknologi yang membentuk hubungan antara mesin ke mesin (m2m), perangkat dapat saling berinteraksi, aktif secara independen sesuai dengan pengambilan dan pengolahan data secara mandiri. Sehingga memudahkan pengguna saling berinteraksi secara mudah, bahkan benda dapat berinteraksi dengan benda lain. (Sumber : Widya Cahyadi, 2018.)

ThingSpeak adalah platform open source Internet of Things (IOT) aplikasi untuk menyimpan dan mengambil data dari hal yang menggunakan protocol HTTP melalui internet atau melalui Local Area Network. ThingSpeak memungkinkan pembuatan aplikasi sensor logging, aplikasi lokasi pelacakan, dan jaringan sosial hal dengan update status. ThingSpeak awalnya diluncurkan oleh ioBridge pada tahun 2010 sebagai layanan untuk mendukung aplikasi IOT.

Pada pengerjaan tugas akhir ini yang berjudul Rancang Bangun System Monitoring Efisiensi Mobil Listrik Universitas Jember menggunakan platform open source ThingSpeak yang digunakan untuk menampilkan hasil monitoring mobil listrik yang berupa data tegangan dan juga arus.



Gambar 2.16 Tampilan Interface ThingSpeak



Gambar 2.17 Tampilan Pengukuran Arus dan Tegangan

BAB 3. METODELOGI PENELITIAN

3.1 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Elektro, Universitas Jember dan sekretariat Tim Mobil Listrik TITEN, Universitas Jember.

3.2 Waktu penelitian

Waktu penelitian ini dimulai pada Juni 2020 – September 2020, dengan rincian sebagai berikut :

Tabel 3.1 Rencana Kegiatan Tugas Akhir

No	Kegiatan	Bulan																
		Juni				Juli				Agustus				September				
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1	Studi Literatur			■	■	■												
2	Perancangan Alat						■	■	■									
3	Penelitian dan pengujian									■	■	■	■					
4	Analisis Data														■	■	■	■
5	Kesimpulan																■	■

3.3 Tahap Penelitian

3.3.1 Alur Penelitian

Pada proses pengerjaan tugas akhir ini ada beberapa tahapan yang akan dilakukan, berikut adalah langkah – langkah dalam penelitian ini yaitu :

1. Studi Literatur

Tahap awal dari pengerjaan tugas akhir ini mencari *literature* dari hasil penelitian sebelumnya, buku maupun internet untuk mengetahui karakteristik komponen, prinsip kerja serta teori yang menunjang lainnya. Diharapkan

dengan *literature* yang didapat bisa memberikan arahan untuk mengurangi kesalahan dalam pengerjaan tugas akhir ini.

2. Perancangan Alat

Tahap ini merupakan tahap merancang konstruksi dari alat yang akan dilakukan pengerjaan. Diharapkan dari perancangan ini konstruksi dari alat yang nantinya akan di buat bisa terbentuk. Hal-hal yang dilakukan yakni seperti penyolderan, perancangan sistem monitoring.

3. Implementasi Alat

Setelah hardware dan software yang telah diuji . Pengujian dilakukan pada masing-masing blok dan kemudian keseluruhan sistem.

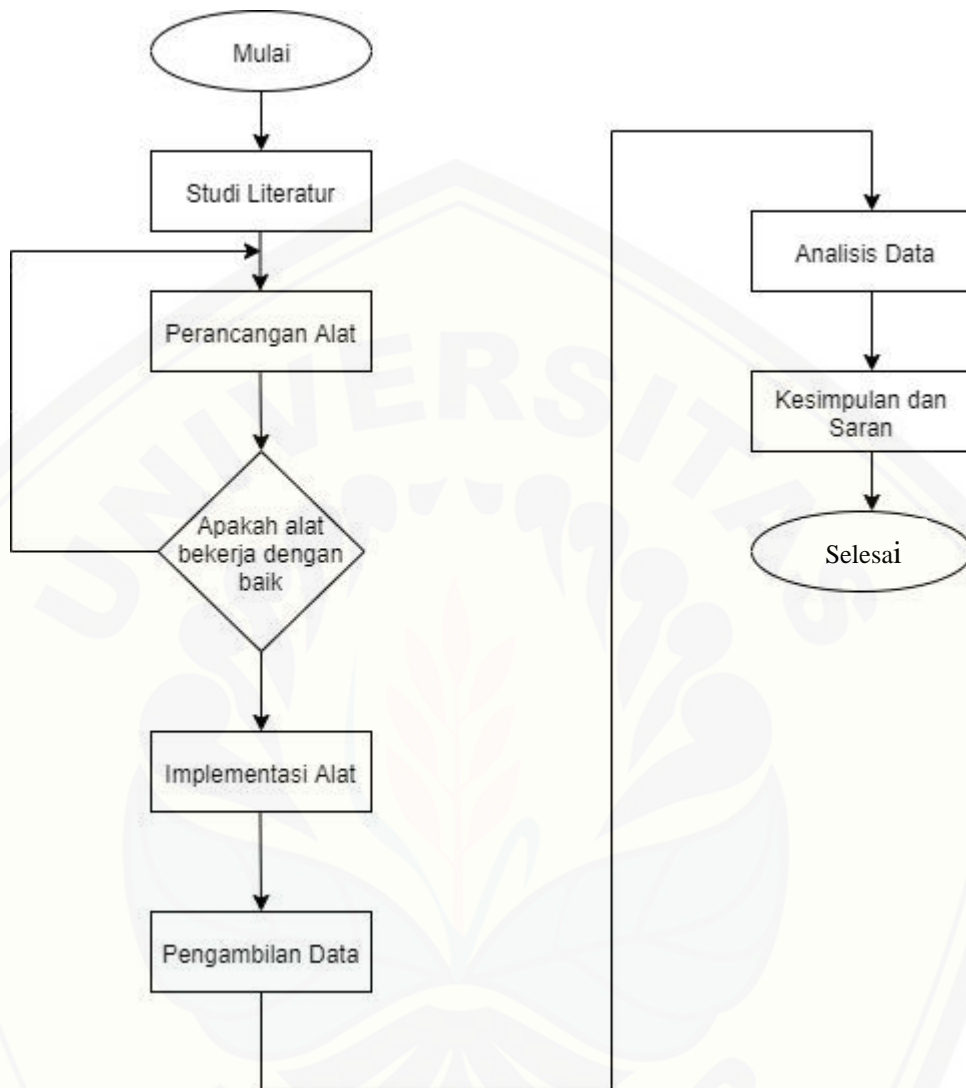
4. Pengambilan Data

Setelah melakukan pengujian keseluruhan sistem bekerja dengan baik dan hasilnya memenuhi target, maka yang dilakukan selanjutnya adalah pengambilan data yang diperlukan dan kemudian dianalisa data yang telah didapatkan.

5. Penyusunan Laporan

Pada tahap akhir ini, hasil pengambilan data dan analisa dimasukkan ke pembahasan. Kemudian, dapat ditarik beberapa kesimpulan yang menyangkut kinerja dari alat yang dibuat dan memberikan saran yang dimaksudkan untuk memperbaiki kekurangan yang ada, kemungkinan pengembangan, serta penyempurnaan alat di masa mendatang.

3.3.2 Diagram Alur Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Tahap Penelitian

3.4 Alat dan Bahan

3.4.1 Alat yang digunakan :

1. Control Motor Motor *Brushless Direct Current* 350 Watt
2. Motor *Brushless Direct Current* 350 Watt
3. Baterai Lithium 48 Volt
4. Data *Logger*
5. NodeMCU ESP8266

6. Solder
7. Penyedot Timah
8. AVO meter

3.4.2 Bahan yang digunakan antara lain :

1. Timah
2. Kabel

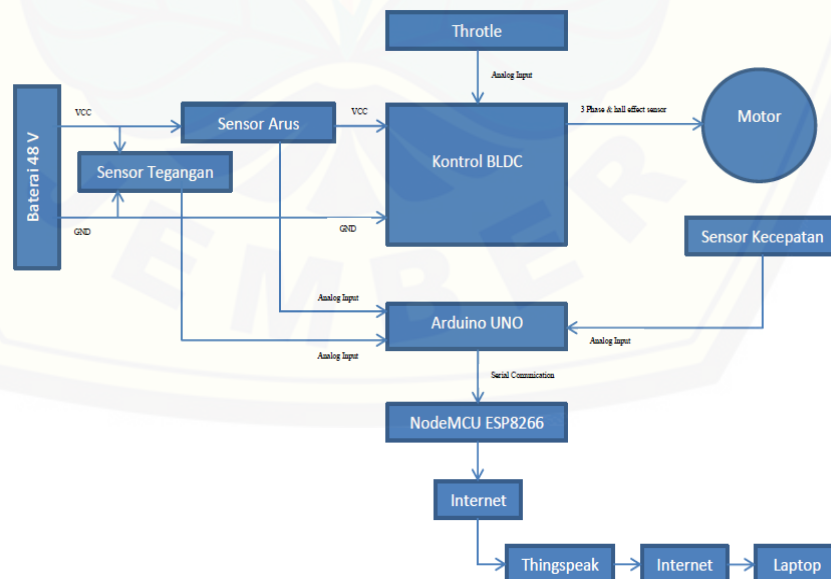
3.4.3 Software yang digunakan antara lain :

1. Arduino IDE
2. ThingSpeak

3.5 Perancangan Alat

3.5.1 Diagram Kerja

Diagram kerja sistem *monitoring*, digunakan untuk *monitoring* tegangan, arus, kecepatan mobil listrik Universitas Jember. Pada pengerjaan tugas akhir ini menggunakan *Internet of Things (IoT)* dengan *Graphic User Interface* Thingspeak.



Gambar 3.2 Diagram Kerja

Diagram kerja sistem monitoring, dibuat untuk pengukuran tegangan, arus dan kecepatan yang dikonsumsi oleh mobil listrik, untuk mengetahui proses kerja pada sistem monitoring yang akan dibuat. Hal ini bertujuan untuk memudahkan dalam memahami alur kerja dari sistem yang akan dibuat. Komponen – komponen yang terdapat pada sistem ini terdiri atas beberapa macam diantaranya.

1. Baterai

Baterai 48 Volt ini digunakan sebagai sumber inputan sebuah alat sistem monitoring arus dan tegangan yang menggerakkan sebuah beban berupa motor BLDC 350 watt 48 Volt.

2. Sensor Tegangan

Sensor tegangan digunakan sebagai masukan atau alat untuk memasukan data tegangan dari proses pembacaan tegangan yang terukur.

3. Sensor Arus

Sensor arus digunakan sebagai masukan atau alat untuk memasukan data arus dari proses pembacaan arus yang terukur.

4. Sensor Kecepatan

Sensor kecepatan yang digunakan untuk menghitung putaran roda, jika sensor kecepatan ini mendeteksi magnet akan mengirimkan sinyal high dan apabila tidak mendeteksi magnet akan mengirimkan sinyal low

5. Kontrol BLDC

Kontrol BLDC ini digunakan untuk mengontrol sebuah beban penggerak yaitu motor BLDC setelah menerima inputan dari sumber yang sudah terpasang.

6. Motor BLDC

Pada pengerjaan tugas akhir ini menggunakan *Motor DC Brushless* (BLDC) yang digunakan sebagai penggerak pada mobil listrik. *Motor DC Brushless* ini memiliki tegangan sebesar 48 V, daya motor sebesar 350 w.

7. Arduino UNO

Pada system ini, mikrokontroler yang digunakan berupa Atmega 328P (Arduino UNO R3) dengan jalur I/O, 32KB *flash memory*, 6 kanal PWM, 8 kanal ADC 10-bit, 2 kanal *Timer/Counter* 8 – bit, 1 kanal *Timer/Counter* 16-bit dan anatarmuka USART, SPI, I2C. Pada mikrokontroler ini sinyal maukan dari pengondisian sinyal dioleh pada kanal ADC, proses pengolahan data pada kanal ADC ini menggunakan resolusi sebesar 10-bit.

8. *Transmitter* dan NodeMCU ESP8266

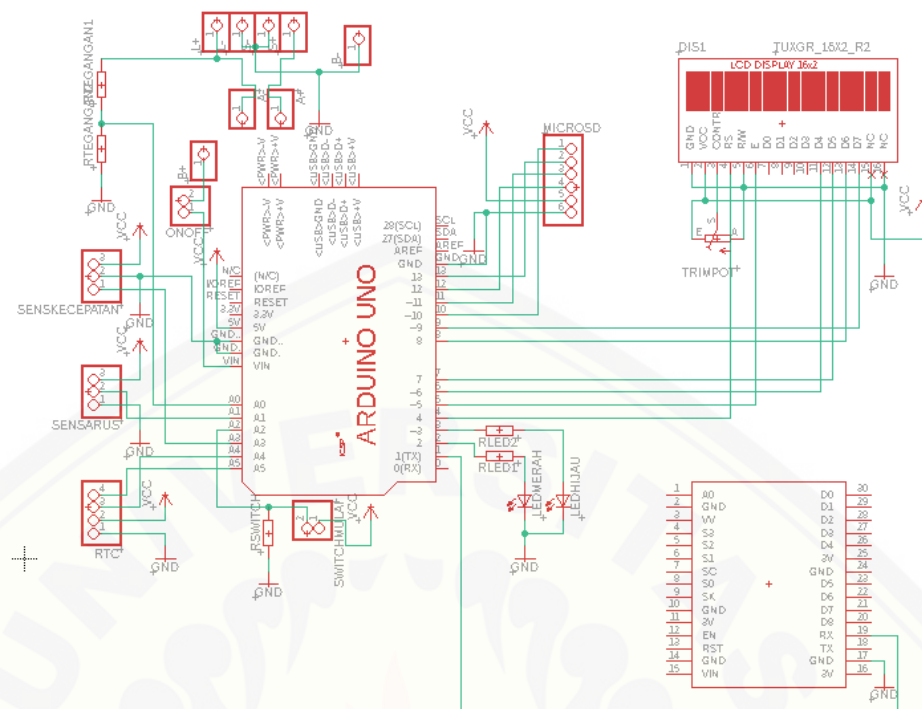
Transmitter adalah alat yang berfungsi untuk memproses dan memodulasi sinyal input agar dapat ditransmisikan sesuai dengan kanal yang diinginkan, sedangkan *receiver* adalah sebuah alat yang berfungsi menerima dan mengolah sinyal output dari *transmitter* sehingga sesuai dengan sinyal awal. Modul yang digunakan pada pengiriman ini berupa NodeMCU ESP8266 yang merupakan modul *wireless transceiver*, hasil pengiriman data ini akan dihubungkan pada media penampil data berupa personal computer atau laptop.

9. *Personal Computer*

Personal komputer pada proses pengerjaan tugas akhir ini digunakan sebagai media antarmuka penampil data pengukuran arus dan tegangan secara digital dengan menggunakan *software* ThingSpeak.

3.5.2 Skematik Sistem

Pada perancangan skematik sistem ini menggunakan aplikasi Eagle. Aplikasi Eagle ini merupakan aplikasi gratis yang dapat digunakan untuk mendesain skematik elektronik dan PCB (Printed Circuit Board. Pada gambar 3.3 merupakan skematik sistem yang akan digunakan dalam pengerjaan tugas akhir ini.

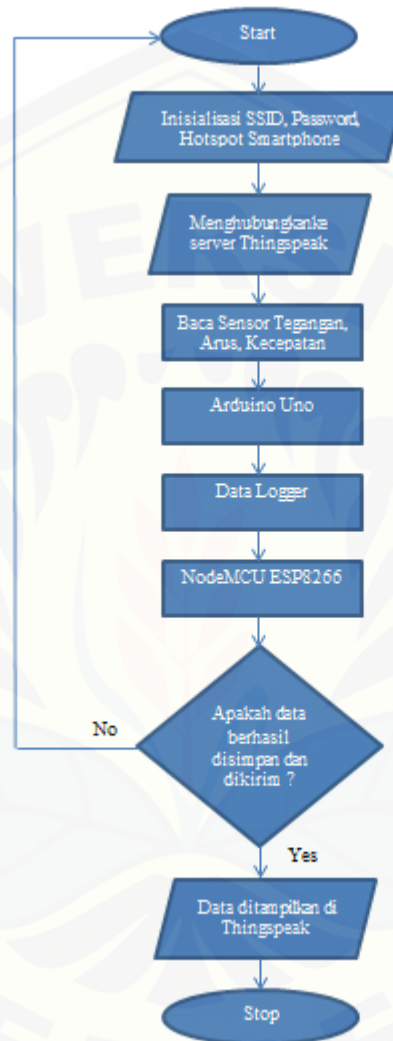


Gambar 3.3 Skematik Sistem

Pada gambar rangkaian skematik diatas, terdiri dari beberapa komponen elektronika yaitu mikrokontroler Arduino Uno, NodeMCU ESP8266, sensor tegangan, sensor arus, sensor kecepatan, modul SD card, modul RTC (Real Time Clock), Liquid Crystal Display (16x2) dan LED (Light Emitting Diode). Mikrokontroler Arduino Uno dan NodeMCU ESP8266 saling terhubung melalui pin Tx dan Rx dengan komunikasi serial. Arduino Uno digunakan untuk mengubah data analog sensor menjadi data digital. Dimana data digital nantinya akan tersimpan pada modul SD card kemudian dikirim ke NodeMCU ESP8266. NodeMCU ESP8266 yang sudah terhubung pada jaringan internet akan mengirim data ke Graphic User Interface Thingspeak. Sensor tegangan menggunakan dua buah resistor dengan nilai yang berbeda dengan prinsip pembagi tegangan yaitu R1 sebesar $10K\Omega$ dan R2 sebesar $1K\Omega$ sehingga tegangan yang masuk ke Arduino Uno kurang dari 5V. Sensor arus menggunakan modul ACS 712 30A, pada modul ini dapat membaca arus maksimal yang mengalir sebesar 30A. Sensor kecepatan menggunakan sensor hall effect, pada modul sensor ini akan

mendeteksi adanya magnet yang kemudian dikonversi menjadi putaran per menit (RPM).

3.5.3 Flowchart Sistem



Gambar 3.4 Flowchart Sistem

Pada gambar flowchart sistem diatas ada beberapa tahap yang harus dilakukan antara lainnya :

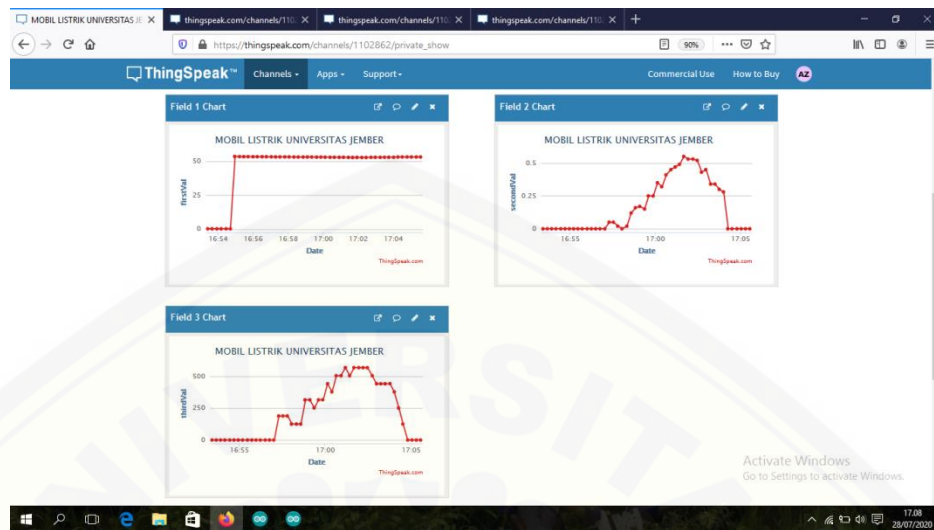
1. Inisialisasi kode token SSID dan password hotspot yang digunakan, dimana kode tersebut didapat pertama membuat project di Graphic User Interface Thingspeak. Kode SSID dan password hospot

smartphone ini digunakan untuk menghubungkan ke NodeMCU ESP8266. Berikut adalah kode inisialisasinya :

- `String ssid = "Redmi Note 4";`
 - `String pass = "adam301098";`
 - `String writeAPIKey = "3O4RTAQDZYKOTBIF";`
 - `String host = "api.thingspeak.com";`
2. Menghubungkan ke server Thingspeak dengan email dan password saat membuat akun Thingspeak.
 3. Baca sensor tegangan, arus, kecepatan yang akan mengolah data menjadi data analog.
 4. Arduino Uno mengkonversi data analog sensor menjadi data digital atau Analog to Digital Converter melalui pin analog yaitu : Sensor tegangan pada pin analog A0, sensor arus pada pin analog A1, sensor kecepatan pada pin analog A3.
 5. Data digital sensor tegangan, arus, kecepatan akan disimpan di data logger melalui modul SD card secara real time.
 6. NodeMCU ESP8266 yang berkomunikasi serial dengan Arduino UNO akan mengirimkan data sensor tegangan, arus, kecepatan ke Thingspeak melalui jaringan internet.
 7. Thingspeak akan menampilkan data tegangan, arus, kecepatan apabila sistem monitoring berhasil dilakukan, apabila terjadi masalah dan Thingspeak tidak menampilkan data tegangan, arus, dan kecepatan proses diulangi lagi ke proses inisialisasi.

3.6 Desain Graphical User Interface Thingspeak

Pada penugasan tugas akhir ini menggunakan Graphical User Interface Thingspeak untuk monitoring tegangan, arus, kecepatan mobil listrik Universitas Jember. Thingspeak ini harus terlebih dahulu terhubung dengan NodeMCU ESP8266 melalui jaringan internet agar dapat menampilkan data tegangan, arus dan kecepatan. Pada gambar 3.4 berikut ini adalah tampilan pada Thingspeak



Gambar 3.5 Tampilan pada Thingspeak

Dimana pada Thingspeak terdapat beberapa field yang digunakan untuk menampilkan data. Berikut ini adalah program NodeMCU ESP8266 yang digunakan untuk mengirim data tegangan, arus, dan kecepatan ke Thingspeak.

1. `void send_data(float firstVal)`
`request_string = "/update?key=" + writeAPIKey`
`+ "&field1=" + firstVal`
2. `void send_data(float secondVal)`
`request_string = "/update?key=" + writeAPIKey`
`+ "&field2=" + secondVal`
3. `void send_data(float thirdVal)`
`request_string = "/update?key=" + writeAPIKey`
`+ "&field3=" + thirdVal;`

Data tegangan yang di inialisasikan sebagai `firstVal` yang terhubung dengan `field1`, data arus yang di inialisasikan sebagai `secondVal` yang terhubung

dengan field2, data kecepatan yang di inialisasikan sebagai thirdVal yang terhubung dengan field3. Pada pengerjaan tugas akhir ini, semua data yang ditampilkan di Thingspeak berupa data grafik.

3.7 Proses Pengujian

Pada pengerjaan tugas akhir ini akan dilakukan beberapa pengujian untuk mengetahui apakah tugas akhir ini sudah bekerja dengan baik atau sebaliknya. Sehingga dengan demikian diharapkan alat tugas akhir ini dapat bekerja dengan baik dan sesuai yang diinginkan. Berikut tahapan - tahapan pengujian yang akan dilakukan :

3.7.1 Pengujian Sensor Tegangan

Pada pengujian ini dilakukan pengujian terhadap resistor pembagi tegangan sebagai sensor tegangan. Untuk memeriksa secara mendetail fungsi dari sensor. Pada proses pengujiannya membandingkan nilai pengukuran sensor tegangan yang digunakan dengan *voltmeter*.

3.7.2 Pengujian Sensor Arus

Pada pengujian ini dilakukan pengujian terhadap sensor ACS 712 sebagai sensor arus. Untuk memeriksa secara mendetail fungsi dari sensor. Untuk proses pengujiannya membandingkan nilai pengukuran sensor tegangan yang digunakan dengan *amperemeter* digital.

3.7.3 Pengujian Sensor Kecepatan

Pada pengujian sensor kecepatan ini dilakukan untuk membandingkan nilai pengukuran sensor kecepatan yang akan digunakan pada pengerjaan tugas akhir dengan *tachometer* digital. Sensor kecepatan yang digunakan pada pengerjaan tugas akhir ini jenis sensor *hall effect*.

3.7.4 Pengujian secara statis.

Pada pengujian secara statis yang dilakukan pada alat sistem monitoring mobil listrik Universitas Jember ini dilakukan tanpa adanya beban yang diterima oleh motor. Pengujian statis ini dilakukan berdasarkan waktu yang telah ditentukan, dan data hasil monitoring dapat dilihat pada laptop.

3.7.5 Pengujian secara dinamis.

Pengujian dinamis yang dilakukan pada pengerjaan tugas akhir ini adalah dengan cara melakukan pengujian menjalankan kendaraan di lintasan yang telah ditentukan dalam pengujian dengan kendali driver, dan data hasil monitoring dapat dilihat pada laptop.

3.7.5.1 Pengujian Lintasan Lurus

Pengujian pada lintasan lurus yang dilakukan pada pengerjaan tugas akhir ini dilakukan dengan cara melakukan pengujian menjalankan kendaraan di lintasan lurus yang telah ditentukan dengan jarak 200 meter dengan kendali driver, dan data hasil monitoring dapat dilihat pada laptop.

3.7.5.2 Pengujian Lintasan Belok

Pengujian pada lintasan belok yang dilakukan pada pengerjaan tugas akhir ini dilakukan dengan cara melakukan pengujian menjalankan kendaraan di lintasan berbelok yang telah ditentukan dengan kendali driver, dan data hasil monitoring dapat dilihat pada laptop.

3.7.5.3 Pengujian Lintasan Tanjakan

Pengujian pada lintasan tanjakan yang dilakukan pada pengerjaan tugas akhir ini dilakukan dengan cara melakukan pengujian menjalankan kendaraan di lintasan tanjakan yang telah ditentukan dengan jarak 200 meter dengan kendali driver, dan data hasil monitoring dapat dilihat pada laptop.

3.7.5.4 Pengujian Lintasan Turunan

Pengujian pada lintasan turunan yang telah dilakukan pada pengerjaan tugas akhir ini dilakukan dengan cara melakukan pengujian menjalankan kendaraan di lintasan turunan yang telah ditentukan dengan jarak 200 meter dengan kendali driver, dan data hasil monitoring dapat dilihat pada laptop.

3.7.6 Pengujian Energi Mobil Listrik

Pengujian energi pada mobil listrik yang dilakukan pada pengerjaan tugas akhir ini adalah dengan cara melakukan pengujian menjalankan kendaraan di lintasan dengan kendali driver, dan watt-hour meter memantau secara langsung saat pengujian ketika mobil saat berjalan, parameter yang terbaca pada Watt-hour Meter tegangan dan arus. Perhitungan konsumsi pada jarak tempuh pengujian yang dilakukan memiliki jarak tempuh lintasan sepanjang 0,38 Km.

3.7.7 Pengujian Interface

Pada pengujian interface yang dilakukan pada pengerjaan tugas akhir yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Monitoring Penggunaan Energi Pada Mobil Listrik Universitas Jember” memiliki tujuan untuk melihat sistem monitoring apakah sudah berjalan dengan baik apa belum dengan cara melihat dari hasil data yang tersimpan pada data *logger* dengan data yang ditampilkan pada *Graphic User Interface Thingspeak*.

BAB 5. PENUTUP

1.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan pada kegiatan dari “Rancang Bangun Sistem Monitoring Efisiensi Mobil Listrik Universitas Jember” dapat ditarik kesimpulan diantaranya :

1. Dari hasil pembuatan dan pengujian *hardware* dan *software* sistem *monitoring* mobil listrik Universitas Jember ini dapat memonitoring data tegangan, arus dan juga kecepatan menggunakan *interface* Thingspeak berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan memiliki *delay* pembacaan data sebesar 15 detik.
2. Dari hasil pengujian statis yang telah dilakukan pada sistem monitoring mobil listrik Universitas Jember didapatkan data nilai rata – rata tegangan sebesar 42 V, data nilai rata – rata arus sebesar 0,29 A, data nilai rata – rata kecepatan sebesar 355 RPM. Sedangkan pada pengujian dinamis yang telah dilakukan didapatkan data nilai rata – rata tegangan sebesar 52,05 V, data nilai rata – rata arus sebesar 1,06 A, data nilai rata – rata kecepatan sebesar 265 RPM. Membuktikan bahwa dengan pengujian dinamis memiliki nilai rata – rata konsumsi energi yang lebih besar dikarenakan pada saat pengujian dinamis dipengaruhi oleh faktor jalan lintasan.
3. Dari hasil pengujian dinamis yang telah dilakukan pada sistem monitoring mobil listrik Universitas Jember didapatkan nilai konsumsi energi sebesar 241,3 Km/KWh.
4. Berdasarkan hasil pengujian dinamis yang telah dilakukan berdasarkan lintasan yang telah ditentukan didapati nilai konsumsi energi pada lintasan lurus sebesar 200 Km/KWh, lintasan tikungan sebesar 166 Km/KWh, lintasan tanjakan sebesar 41 Km/KWh, dan lintasan turunan sebesar 666 Km/KWh. Membuktikan bahwa pada lintasan tanjakan memiliki nilai konsumsi energi lebih besar dikarenakan motor lebih terbebani.

1.2 Saran

Dari tugas akhir ini masih terdapat kekurangan, oleh karena itu diperlukan pengembangan dan perbaikan pada penelitian selanjutnya, berikut adalah saran untuk penelitian selanjutnya :

1. Sebaiknya perlu dilengkapi dengan monitoring untuk perhitungan jarak tempuh bagi mobil listrik.
2. Sebaiknya dilengkapi dengan data monitoring watt hour (Wh) yang dikonsumsi pada mobil listrik.

DAFTAR PUSTAKA

Handarly Dolly dkk, 2018. *Sistem Monitoring Daya Listrik Berbasis IoT (Internet of Thing)*. Journal of Electric Electronic Control and Automotive Engineering (JEECAE).

B.G. Pollet, I. Staffell, J.L. Shang, 2012. *Current Status of Hybrid, Battery and Fuel Cell Electric Vehicles*. Electrochemistry to market prospects (Electrochim).

Abe Dharmawan, 2009. *Pengendali Motor Brushless DC Dengan Metode PWM Sinusoidal Menggunakan ATMEGA 16*. Skripsi UI 2009.

Arduino UNO R3, 2015. *A000066 Arduino Mouser*. MOUSER ELECTRONICS. [diakses tanggal 5 Januari 2020]

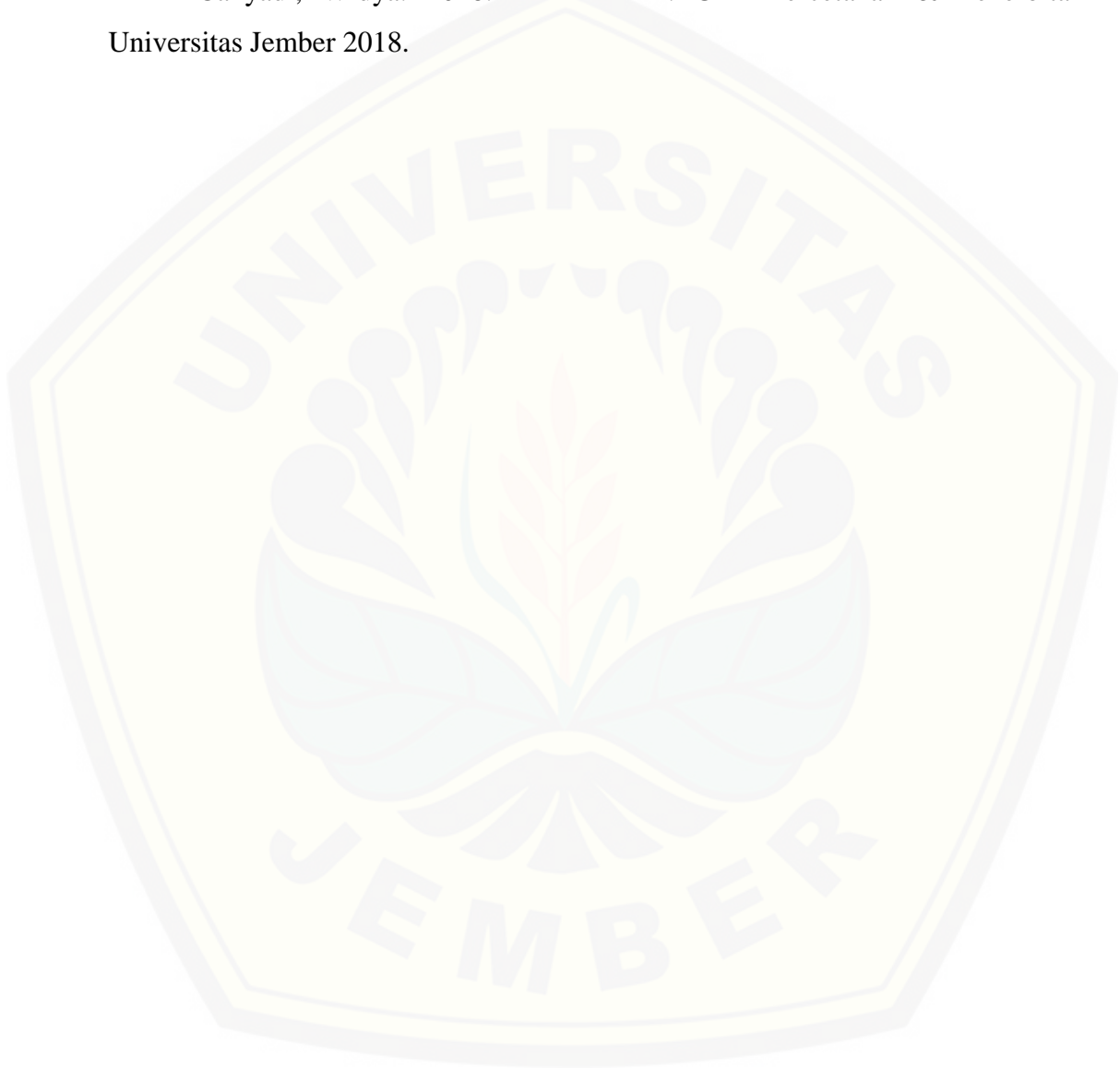
Satria, Ario Wibowo, 2012. *ANALISIS KONSUMSI ENERGI MENGGUNAKAN PROFIL KECEPATAN PADA KENDARAAN LISTRIK*. [diakses tanggal 5 Januari 2020]

Susila, Ridik Yudha, 2015. *SISTEM MONITORING ARUS DAN TEGANGAN BATERAI MOBIL LISTRIK BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA 16*. Universitas Jember.

Amri Hikmatul, dkk. 2019. *Sistem Monitoring Arus Dan Tegangan Menggunakan SMS Gateway*. <http://Journal.umpo.ac.id/index.php/multitek> [diakses tanggal 6 Februari 2020]

Aditya Ilham Pradana, dkk. 2018. *Manajemen dan Pemantauan Energi Motor BLDC Pada Mobil Listrik Berbasis IoT*. JNTETI, Vol. 7, No. 4, November 2018

Cahyadi, Widya. 2018. *TELEMETRI*. UPT Percetakan & Penerbitan Universitas Jember 2018.



LAMPIRAN

A. Listing Program

- Listing Program Arduino

```
#include <Wire.h>
#include <SD.h>
#include <SPI.h>
#include <LiquidCrystal.h>
#include "RTClib.h"

int count = 0;
int rpm = 0;
int oldtime = 0;
float value = 0;
float rev = 0;
int time;

int pwm;
int mVperAmp = 66;
int LedHijau = 3;
int LedMerah = 0;
double Voltage = 0;
double arus = 0;
float dataarustotal;
float tegangan;
String cdata;

void isr()
{
    rev++;
    count++;
}

LiquidCrystal lcd(4, 5, 6, 7, 8, 9);
RTC_DS1307 rtc;
```



```
File myFile;
int pinCS = 10;

void setup(){
  lcd.begin(16, 2);
  Serial.begin(9600); //NodeMCU
  attachInterrupt(0, isr, FALLING); // pin d2 arduino
  pinMode(pinCS, OUTPUT);
  pinMode(0, OUTPUT);
  pinMode(3, OUTPUT);

  if (SD.begin()){
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("SD Card Siap");
  }
  else{
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("SD Card Gagal");
    return;
  }

  // RTC Initialization
  if (!rtc.begin()) {
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("RTC Bermasalah");
    while (1);
  }

  if (!rtc.isrunning()) {
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("RTC Daya No");
    rtc.adjust(DateTime(2019, 6, 6, 01, 12,
0)); //YYYY,MM,DD,HH,MM,SS
  }

  delay(5000);
}
```

```
}  
void loop(){  
  //int saklar = digitalRead(A2);  
  lcd.clear();  
  //if(saklar == 1){  
  
    digitalWrite(3, HIGH);  
    //digitalWrite(2, LOW);  
    DateTime now = rtc.now();  
  
    int Tegangan = analogRead(A0); //Tegangan  
    int PWM = analogRead(A3); //pwm  
    int Arus = analogRead(A1);  
  
    detachInterrupt(0);  
    time = millis()-oldtime;  
    rpm=(rev/time)*65100;  
    oldtime=millis();  
    rev=0;  
  
    attachInterrupt(0, isr, FALLING);  
  
    tegangan = (0.0551*Tegangan) + 0.1963;  
    //Serial.println(sensor1);  
    sensorarus();  
  
    //lcd.setCursor(0,0);  
    //lcd.print("Menyimpan...");  
  
    cdata = cdata+ tegangan+", "+arus+", "+rpm+", "  
    String data =  
String(Tegangan)+"#" +String(PWM)+"#" +String(Arus);  
    Serial.println(cdata); //Nodemcu  
  
    cdata = "";  
  
    myFile = SD.open("data.txt", FILE_WRITE);
```

```
if (myFile) {
    myFile.print(now.hour(), DEC);
    myFile.print(":");
    myFile.print(now.minute(), DEC);
    myFile.print(":");
    myFile.print(now.second(), DEC);
    myFile.print(",");
    myFile.print(tegangan);
    myFile.print(",");
    myFile.print(arus);
    myFile.print(",");
    myFile.print(rpm);
    myFile.print(",");
    myFile.println(pwm);
    myFile.close(); // close the file
}

    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print(tegangan);
    lcd.setCursor(6,0);
    lcd.print("V");

    lcd.setCursor(8,0);
    lcd.print(arus);
    lcd.setCursor(15,0);
    lcd.print("A");

    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(rpm);
    lcd.setCursor(6,1);
    lcd.print("RPM");

    lcd.setCursor(10,1);
    lcd.print(pwm);

delay(1000);
//detachInterrupt(0);
}
```

```
void sensorarus(){
    float dataarus[10];
    dataarustotal = 0;
    arus = 0;

    for (int i = 0; i < 10; i++) {
        dataarus[i] = analogRead(A1);
    }
    dataarustotal = ((dataarus[0] + dataarus[1] + dataarus[2] +
dataarus[3] + dataarus[4] + dataarus[5] + dataarus[6] +
dataarus[7] + dataarus[8] + dataarus[9]) / 10);
    Voltage = (dataarustotal / 1024.0) * 5000;
    arus = ((Voltage - 2500) / mVperAmp);
    //Serial.println(arus);
    arus = (1.0048*arus) + 0.01;
    if(arus < 0){
        arus = 0;
    }
}
```

- **Listing Program NodeMCU ESP8266**

```
#include <SimpleTimer.h>
#include <ESP8266WiFi.h>
#include "ThingSpeak.h"

String ssid = "Redmi Note 4";
String pass = "adam301098";
String writeAPIKey = "304RTAQDZYKOTBIF";
String host = "api.thingspeak.com";
String request_string;

WiFiClient client;

SimpleTimer timer;
String myString;
char rdata;
float firstVal, secondVal, thirdVal;
```

```
void myTimerEvent ()
{

}

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  delay(100);
  Serial.print("Connecting to");
  Serial.println(ssid);
  WiFi.begin(ssid, pass);
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED)
  {
    delay(500);
    Serial.print(".");
  }
  Serial.println("");
  Serial.println("WiFi connected");
  ThingSpeak.begin(client);
}

void loop()
{
  if (Serial.available() == 0 )
  {

}

if (Serial.available() > 0 )
{
  rdata = Serial.read();
  myString = myString+ rdata;
  Serial.print(rdata);

  if( rdata == '\n')
  {
String l = getValue(myString, ',', 0);
String m = getValue(myString, ',', 1);
String n = getValue(myString, ',', 2);
```

```
firstVal = l.toFloat();
secondVal = m.toFloat();
thirdVal = n.toFloat();

myString = "";
send_data(firstVal, secondVal, thirdVal);

if (isnan(firstVal) || isnan(secondVal) || isnan(thirdVal))
{
    Serial.println("Failed to read!");
}
}
}

void send_data(float firstVal, float secondVal, float thirdVal)
{
    if (client.connect(host, 80))
    {
        request_string = "/update?key=" + writeAPIKey
        + "&field1=" + firstVal
        + "&field2=" + secondVal
        + "&field3=" + thirdVal;

        Serial.println(String("GET ") + request_string + "
        HTTP/1.1\r\n" +
        "Host: " + host + "\r\n" +
        "Connection: close\r\n\r\n");

        client.print(String("GET ") + request_string + " HTTP/1.1\r\n"
        +
        "Host: " + host + "\r\n" +
        "Connection: close\r\n\r\n");
        unsigned long timeout = millis();
    }
}
```



```
void sensorTegangan()
{
float sdata = firstVal;
}
void sensorArus()
{
float sdata = secondVal;
}
void sensorKecepatan()
{
float sdata = thirdVal;
}

String getValue(String data, char separator, int index)
{
int found = 0;
int strIndex[] = { 0, -1 };
int maxIndex = data.length() - 1;

for (int i = 0; i <= maxIndex && found <= index; i++) {
if (data.charAt(i) == separator || i == maxIndex) {
found++;
strIndex[0] = strIndex[1] + 1;
strIndex[1] = (i == maxIndex) ? i+1 : i;
}
}
return found > index ? data.substring(strIndex[0],
strIndex[1]) : "";
}
```

B. Perhitungan

1. Perhitungan Error Persen Sensor Tegangan

a. $E\% = | \text{—————} | = 0,104 \%$

b. $E\% = | \text{—————} | = 0,145 \%$

c. $E\% = | \text{—————} | = 0,082 \%$

d. $E\% = | \text{—————} | = 0,143 \%$

e. $E\% = | \text{—————} | = 0,122 \%$

f. $E\% = | \text{—————} | = 0,081 \%$

g. $E\% = | \text{—————} | = 0,384 \%$

h. $E\% = | \text{—————} | = 0,121 \%$

i. $E\% = | \text{—————} | = 0,120 \%$

j. $E\% = | \text{—————} | = 0,140 \%$

k. $E\% = | \text{—————} | = 0,119 \%$

l. $E\% = | \text{—————} | = 0,159 \%$

m. $E\% = | \text{—————} | = 0,138 \%$

n. $E\% = | \text{—————} | = 0,098 \%$

o. $E\% = | \text{—————} | = 0,137 \%$

p. $E\% = | \text{—————} | = 0,156 \%$

$$q. E\% = \left| \frac{\quad}{\quad} \right| = 0,097\%$$

$$r. E\% = \left| \frac{\quad}{\quad} \right| = 0,155\%$$

$$s. E\% = \left| \frac{\quad}{\quad} \right| = 0,135\%$$

$$t. E\% = \left| \frac{\quad}{\quad} \right| = 0,096\%$$

$$u. E\% = \left| \frac{\quad}{\quad} \right| = 0,057\%$$

$$v. E\% = \left| \frac{\quad}{\quad} \right| = 0,095\%$$

$$w. E\% = \left| \frac{\quad}{\quad} \right| = 0,114\%$$

$$x. E\% = \left| \frac{\quad}{\quad} \right| = 0,094\%$$

$$y. E\% = \left| \frac{\quad}{\quad} \right| = 0,075\%$$

$$z. E\% = \left| \frac{\quad}{\quad} \right| = 0,075\%$$

2. Perhitungan Error Persen Sensor Arus

$$a. E\% = \left| \frac{\quad}{\quad} \right| = 1,960\%$$

$$b. E\% = \left| \frac{\quad}{\quad} \right| = 1,785\%$$

$$c. E\% = \left| \frac{\quad}{\quad} \right| = 0,826\%$$

$$d. E\% = \left| \frac{\quad}{\quad} \right| = 0,763\%$$

$$e. E\% = \left| \frac{\quad}{\quad} \right| = 0,709\%$$

$$f. E\% = \left| \frac{\quad}{\quad} \right| = 0,671\%$$

$$g. E\% = \left| \frac{\quad}{\quad} \right| = 0,621\%$$

$$h. E\% = \left| \frac{\quad}{\quad} \right| = 0,584\%$$

$$i. E\% = \left| \frac{\quad}{\quad} \right| = 0,558\%$$

$$j. E\% = \left| \frac{\quad}{\quad} \right| = 0,523\%$$

$$k. E\% = \left| \frac{\quad}{\quad} \right| = 0,502\%$$

$$l. E\% = \left| \frac{\quad}{\quad} \right| = 0,473\%$$

$$m. E\% = \left| \frac{\quad}{\quad} \right| = 0,456\%$$

$$n. E\% = \left| \frac{\quad}{\quad} \right| = 0,877\%$$

$$o. E\% = \left| \frac{\quad}{\quad} \right| = 0,414\%$$

$$p. E\% = \left| \frac{\quad}{\quad} \right| = 0,398\%$$

$$q. E\% = \left| \frac{\quad}{\quad} \right| = 0,383\%$$

$$r. E\% = \left| \frac{\quad}{\quad} \right| = 0,372\%$$

$$s. E\% = \left| \frac{\quad}{\quad} \right| = 0,355\%$$

$$t. E\% = \left| \frac{\quad}{\quad} \right| = 0,343\%$$

$$u. E\% = \left| \frac{\quad}{\quad} \right| = 0\%$$

3. Perhitungan Error Persen Sensor Kecepatan

$$a. E\% = \left| \frac{\quad}{\quad} \right| = 0\%$$

$$b. E\% = \left| \frac{\quad}{\quad} \right| = 1,78\%$$

$$c. E\% = \left| \frac{\quad}{\quad} \right| = 0,89\%$$

$$d. E\% = \left| \frac{\quad}{\quad} \right| = 1,65\%$$

$$e. E\% = \left| \frac{\quad}{\quad} \right| = 0,88\%$$

$$f. E\% = \left| \frac{\quad}{\quad} \right| = 0,64\%$$

$$g. E\% = \left| \frac{\quad}{\quad} \right| = 0,58\%$$

$$h. E\% = \left| \frac{\quad}{\quad} \right| = 0,26\%$$

$$i. E\% = \left| \frac{\quad}{\quad} \right| = 0,20\%$$

$$j. E\% = \left| \frac{\quad}{\quad} \right| = 0\%$$

4. Perhitungan Konsumsi Energi Mobil Listrik

$$a. = \frac{\quad}{\quad} = 297,7 \text{ Km/KWh}$$

$$b. = \frac{\quad}{\quad} = 200,5 \text{ Km/KWh}$$

$$c. = \frac{\quad}{\quad} = 142,1 \text{ Km/KWh}$$

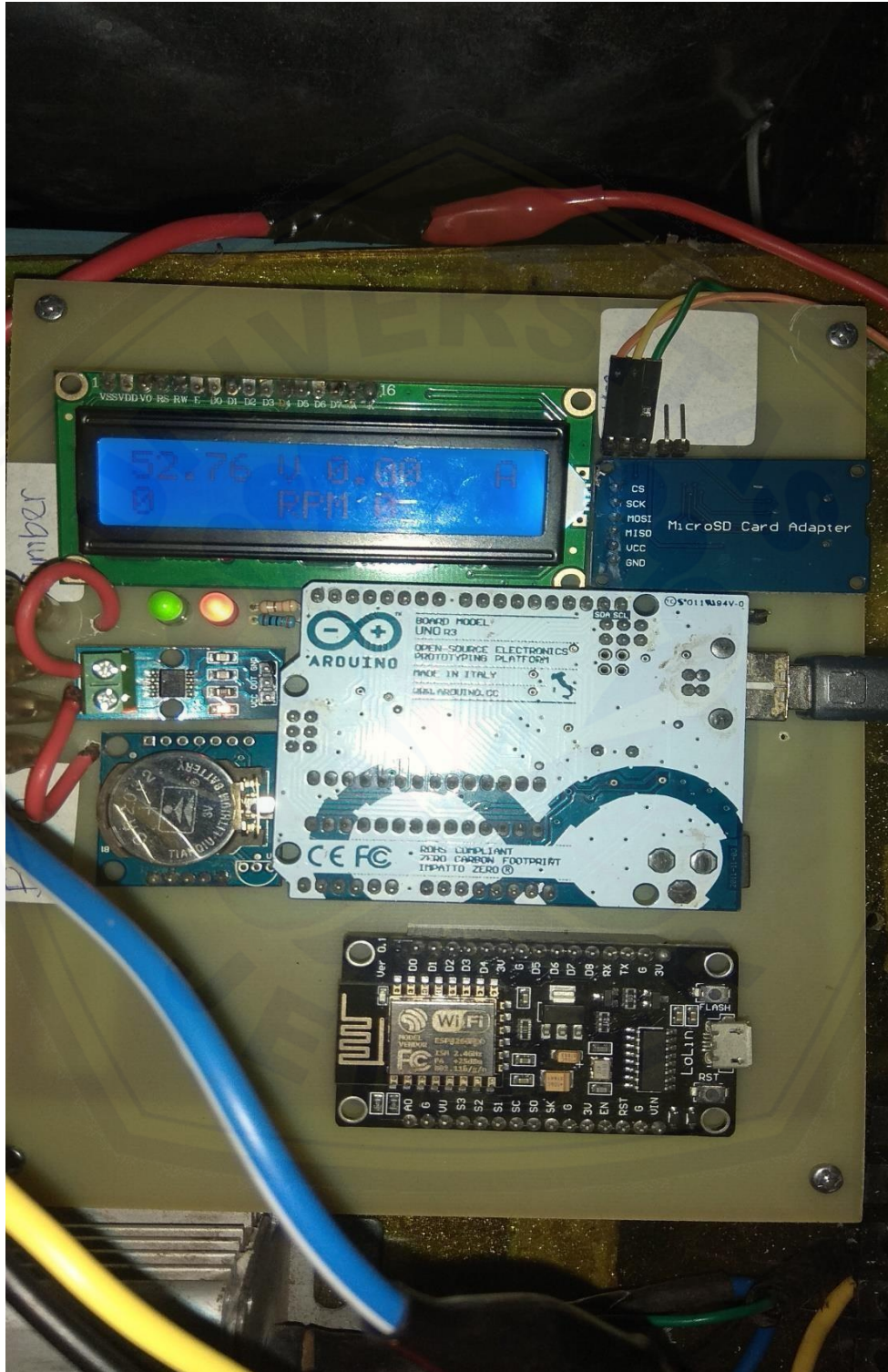
$$d. = \frac{\quad}{\quad} = 220,8 \text{ Km/KWh}$$

$$e. \frac{\quad}{\quad} = 336,7 \text{ Km/KWh}$$

$$f. \frac{\quad}{\quad} = 188,8 \text{ Km/KWh}$$

$$g. = \frac{\quad}{\quad} = 315,1 \text{ Km/KWh}$$

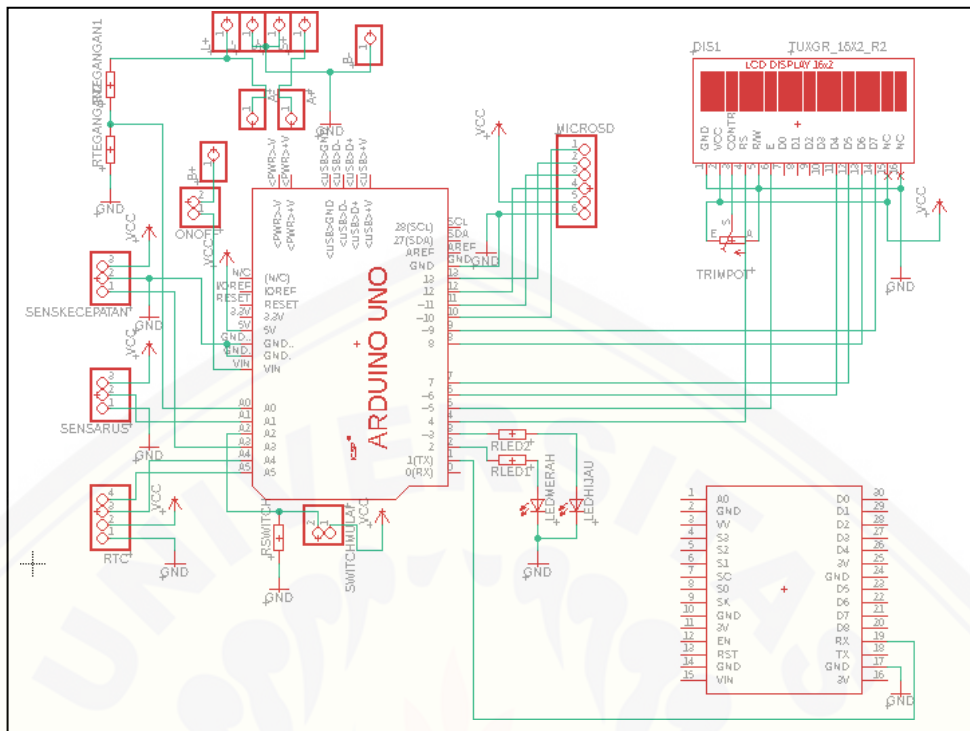
C. Dokumentasi



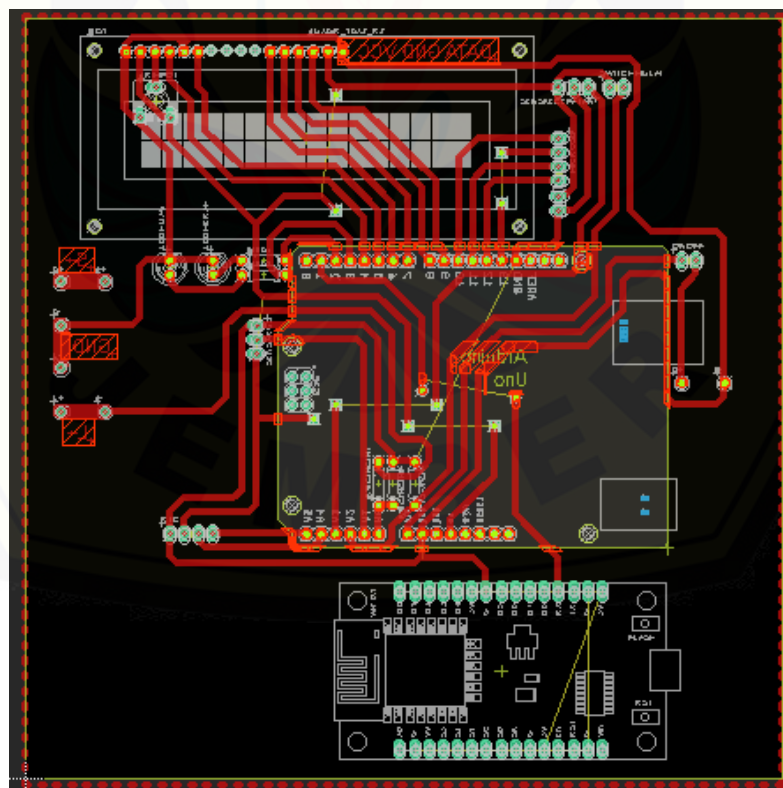
Datta Logger NodeMCU ESP8266



Rangakain Sistem Monitoring



Gambar Rangkaian Alat



Gambar Skematik Alat