



**SISTEM *MONITORING* DAN KONTROL MOBIL LISTRIK
UNIVERSITAS JEMBER BERPENGERAK
MOTOR BLDC BERBASIS
RADIO FREKUENSI**

SKRIPSI

Oleh

**Fajar Kurniawan
NIM 121910201025**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2017**



**SISTEM *MONITORING* DAN KONTROL MOBIL LISTRIK
UNIVERSITAS JEMBER BERPENGERAK
MOTOR BLDC BERBASIS
RADIO FREKUENSI**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi persyaratan tugas akhir dan memenuhi syarat-syarat untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro (S1) dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh :

**Fajar Kurniawan
NIM 121910201025**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2017**

PERSEMBAHAN

Dengan rasa syukur saya panjatkan kepada Allah SWT atas segala karunia-Nya hingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi ini merupakan langkah awal kesuksesan yang saya raih sebelum menuju kesuksesan selanjutnya dalam hidup saya. Dengan penuh rasa syukur dengan ketulusan hati saya persembahkan karya ini kepada:

1. Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahnya yang telah membimbing saya sehingga pengerjaan skripsi dapat berjalan dengan lancar;
2. Kedua orang tua saya ayahanda Zainal Arifin dan ibunda Siti Khoirul Wasiah yang tercinta terimakasih yang sangat berlimpah karena telah mendidik, membesarkan, memberi cinta dan kasih sayang serta doa yang tiada putus hingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini, dan saya persembahkan gelar yang saya dapatkan untuk mereka;
3. Dosen Pembimbing Utama Bapak Bambang Sujanarko serta Dosen Pembimbing Anggota Bapak Widyono Hadi atas kesabaran dan keikhlasan dalam membimbing saya menyelesaikan skripsi ini;
4. Kakak-kakak saya yang telah membantu saya dalam masa perkuliahan;
5. Teman-teman Teknik Elektro S1 maupun D3 angkatan 2011, 2012, 2013, 2014, dan 2015;
6. Teman-teman Sate UJ, dan Kosan;
7. Tim mobil listrik Titen Universitas Jember yang telah memberi banyak pengetahuan, kekompakan, kesabaran serta gelar kejuaraan mobil listrik
8. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember.

MOTTO

Setiap Orang Punya Jatah Gagal Habiskan Jatah Gagalmu Ketika Kamu Masih
Muda

- **Dahlan Iskan** -

Segera Kerjakan!, Pastikan Kerjakan!, Tuntaskan Pekerjaan!

- **Ricky Elson** -

Beri Aku 1000 Orang Tua Niscaya Akan Kucabut Semeru dari Akarnya Beri Aku
10 Pemuda Niscaya Akan Kuguncang Dunia

- **Soekarno** -

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Fajar Kurniawan

NIM : 121910201025

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Sistem Monitoring dan Kontrol Mobil Listrik Universitas Jember Berpengerak Motor BLDC Berbasis Radio Frekuensi” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan 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 ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 22 Maret 2017

Yang menyatakan,

Fajar Kurniawan

NIM. 121910201025

SKRIPSI

**SISTEM *MONITORING* DAN KONTROL MOBIL LISTRIK
UNIVERSITAS JEMBER BERPENGERAK
MOTOR BLDC BERBASIS
RADIO FREKUENSI**

Oleh

Fajar Kurniawan
NIM 121910201025

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Prof. Dr. Ir. Bambang Sujanarko, MM.

Dosen Pembimbing Anggota : Ir. Widyono Hadi, M.T.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Sistem Monitoring dan Kontrol Mobil Listrik Universitas Jember Berpengerak Motor BLDC Berbasis Radio Frekuensi” karya Nurul Latif telah diuji dan disahkan pada :

hari, tanggal : Rabu, 22 Maret 2017

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji:

Ketua,

Anggota I,

Prof. Dr. Ir Bambang Sujanarko MM.
NIP 196312011994021002

Ir. Widyono Hadi, M.T.
NIP 196104141989021001

Anggota II,

Anggota III,

Dedy Kurnia Setiawan, S.T., M.T.
NIP 198006102005011003

Dr. Bambang Sri Kaloko, S.T., M.T.
NIP 197104022003121001

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknik,

Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M.
NIP 19661215199503 2 001

RINGKASAN

Sistem *Monitoring* Dan Kontrol Mobil Listrik Universitas Jember

Berpengerak Motor BLDC Berbasis Radio Frekuensi . Fajar Kurniawan, 121910201025; 2017: 107 halaman; Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Kendaraan berbahan bakar minyak (Mobil) pada masa sekarang seakan sudah menjadi kebutuhan pokok bagi masyarakat luas. Peranan mobil sendiri sangat signifikan untuk semua kalangan, dari dipakai untuk mata pencaharian hingga hanya untuk materi kekayaan. Tetapi tanpa disadari, semakin banyaknya permintaan produksi mobil justru semakin membahayakan kelangsungan hidup manusia. Poin pokok dari ancaman tersebut adalah semakin tercemarnya polusi udara di planet bumi. Oleh sebab itu, banyak dilakukan riset tentang mobil listrik untuk mengembangkan modern di negara-negara maju.

Dalam upaya pengembangannya tim mobil listrik Universitas Jember masih memiliki masalah pada proses pengendalian dan pengukuran arus maupun tegangan yang dikonsumsi oleh mobil listrik. Pada sistem pengendalian dan pengukuran Arus maupun Tegangan. Biasanya pengendalian dan pengukuran arus maupun tegangan ini masih dilakukan secara manual dan harus berhubungan langsung dengan obyek. Hal ini mengakibatkan proses pengendalian mobil listrik menjadi lebih lama dan dianggap kurang efisien. Sehingga diperlukan adanya sebuah sistem yang dibuat untuk dapat mengendalikan. Dengan adanya sistem *monitoring* dan pengendalian data hasil pengukuran arus maupun tegangan dapat dilakukan secara *real time* dengan komputer.

Penelitian ini dilakukan beberapa pengujian yaitu pengujian sensor tegangan , sensor arus, sensor kecepatan, pengujian dinamis dengan mode control dan mode driver. pengujian dengan mode control terdapat empat kondisi jalan yaitu jalan lurus, jalan belok, jalan turun, dan jalan tanjakan dalam empat pengujian ini nilai arus yang besar di dapat pada jalan tanjakan sebesar 7,93. pada mode control pengontrol kecepatan berjalan dengan baik pada kondisi jalan lurus nilai refrensi

kecepatan 250 dengan pengujian di dapat rata-rata nilai kecepatan 238,3213, pada kondisi jalan belok dengan kecepatan referensi 250 di dapat nilai kecepatan rata-rata 245,79, pada saat kondisi jalan turun di dapat nilai kecepatan sebesar 206,55 pada kondisi tanjakan ketika di kasih nilai kecepatan referensi sebesar 100 di dapatkan nilai kecepatan rata-rata sebesar 99,63. sistem ini .dalam pengujian sensor arus, sensor tegangan, dan sensor rpm dengan membandingkan nilai hasil dari alat ukur dan sensor terdapat error persen yang rendah sehingga sensor tersebut bisa di katakan memiliki keakuratan yang tinggi.



SUMMARY

Monitoring system and control of electric car of jember university controller BLDC motor Basic Radio Frequency; Fajar Kurniawan, 121910201025; 2017: 107 pages; the Electrical Engineering Department, the Faculty of Engineering, Jember University.

Oil-fueled vehicles (Mobil) in the present time seems to have become a basic requirement for the wider community. The role of the car itself is very significant for all circles, from used for livelihood to only for material wealth. But without realizing it, the increasing demand for automobile production is even more dangerous to human survival. The central point of the threat is the more polluted air on planet Earth. Therefore, a lot of research on electric cars to develop modern in developed countries.

In the effort of development of electric car team of University of Jember still have problem on process of control and measurement of current and voltage consumed by electric car. On control system and measurement of Current or Voltage.

Usually the control and measurement of current or voltage is still done manually and must be directly related to the object. This resulted in the process of controlling electric cars to be longer and considered less efficient. So that required a system made to be able to control. With existence of monitoring system and data control result of current and voltage measurement can be done in real time with computer.

This research is done by some testing that is test of voltage sensor, current sensor, speed sensor, dynamic testing with control mode and driver mode. Control mode test there are four road condition that is straight road, turn road, down road, and ramp in this four test The high current value at can on the climb road of 7.93.pada the speed control mode runs well on the road condition straight value refrensi speed of 250 with the test at can the average value of speed 238.3213, on the condition of the turning road with the speed of refrensi 250 at an average velocity value of 245.79, when road conditions decrease at a velocity value of 206.55 on

slope conditions when in love the value of refrensi speed of 100 in get the average velocity value of 99.63. This system. In testing the current sensor, voltage sensor, and rpm sensor by comparing the value of the result of the measuring instrument and sensor there is a low error percent so that the sensor can be said to have a high accuracy.



PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT. Atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Sistem Monitoring dan Kontrol Mobil Listrik Universitas Jember Berpengerak Motor BLDC Berbasis Radio Frekuensi”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan beberapa pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Ibu Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
2. Bapak Dr. Srikaloko, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Jember;
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Bambang Sujanarko, MM., selaku Dosen Pembimbing Utama, Ir.Widyono Hadi, M.T. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
4. Bapak Dedy Kurnia Setiawan, S.T.,M.T. selaku dosen penguji I dan Bapak Dr.Bambang Sri Kaloko, S.T.,M.T., selaku dosen penguji II yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun sehingga sangat membantu terhadap penyempurnaan skripsi ini;
5. Seluruh Dosen Teknik Elektro yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan dan bimbingan selama mengikuti pendidikan di Jurusan teknik elektro Fakultas Teknik universitas Jember;
6. Ayahanda Zainal Arifin dan Ibu Siti Khoirul Wasiah tercinta yang telah memberikan dorongan, semangat, kasih sayang, perhatian, kesabaran dan doa yang tak pernah putus demi mempermudah saya mencapai kesuksesan awal dalam perguruan tinggi serta terselesaikannya skripsi ini;
7. Kakak Nasrul Yulianto yang telah memberikan kasih sayang dan memberi semangat dalam penyelesaian skripsi ini;

8. Cries Avian, Danuar L.H., Citra Y., Yuda, Apik, Yoga, Risky, Danang, Faza, Aji, Bayu, Iqbal, Surya, Mahfud. sebagai pihak yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan skripsi ini;
9. Dulur-dulur SATE_UJ, Teman kosan, Teman kontrakan, dan Teman lab yang sangat membantu, menjadi keluarga dan memberi semangat dari awal menjadi keluarga besar di teknik, semoga kekompakan tetap terjaga dan bias mencapai sukses bersama;
10. Dulur-Dulur IKAPEMMA yang selama di jember telah banyak membantu, menjadi keluarga, dan memberi semangat.
11. Tim Mobil Listrik Universitas Jember “Titen” Telah banyak mengajarkan arti kebersamaan, berjuang demi juara.
12. Dan seluruh pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat berguna bagi pembaca dan bagi penulis sendiri pada khususnya semoga Allah SWT memberikan yang terbaik untuk kita semua. Amin

Jember, 22 Maret 2017

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN/ <i>SUMMARY</i>	viii
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR TABEL	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Kendaraan Mobil Listrik	4
2.2 Motor Brushless Direct Current (BLDC)	6
2.2.1 Gambaran Umum Motor BLDC	6
2.2.2 Prinsip Kerja Motor BLDC	10
2.2.3 Sensor Hall	12
2.3 Pengaturan Kecepatan dengan Kontrol PWM	14
2.4 Ampere Meter Arus Searah (Ampere Meter DC)	16
2.5 Tahanan Shunt (Shunt Resistor)	16
2.6 Sensor Tegangan (Pembagi Tegangan).....	17
2.7 Radio telemetry	18

2.8 Arduino Uno R3	19
2.9 Arduino Nano V3.0	21
2.10 Baterai Lithium	21
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	23
3.1 Tahap Penelitian	23
3.2 Perancangan Sistem	25
3.3 Diagram kontrol	27
3.4 Motor BLDC	28
3.5 Mobil Listrik.....	28
3.6 Tampilan Monitoring Dan Pengendali	29
BAB 4. HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN.....	32
4.1 Tujuan dan Metode Pengujian	32
4.2 Pengujian Sensor	32
4.2.1 Pengujian Sensor Arus	32
4.2.2 Pengujian Sensor Tegangan	34
4.2.3 Pengujian Sensor Kecepatan	35
4.3 Pengujian Monitoring.....	36
4.4 Pengujian Radio Frekuensi	40
4.5 Pengujian dinamis.....	43
4.5.1 Pengujian dengan mode Control	43
4.5.1.1 pengujian pada jalan lurus.....	43
4.5.1.2 pengujian pada jalan belok.....	47
4.5.1.3 pengujian pada jalan turun	51
4.5.1.4 pengujian pada jalan tanjakan	54
4.3.2 Pengujian dengan mode Driver.....	57
BAB 5. PENUTUP.....	63
5.1 Kesimpulan	63
5.2 Saran	63
DAFTAR PUSTAKA	64
LAMPIRAN.....	65
1.Listing Program	65
2.Dokumentasi	81
3.Data Pengujian	84

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema mobil listrik	4
Gambar 2.2 Rotor (magnet Permanen)	8
Gambar 2.3 Stator	9
Gambar 2.4 Medan magnet pusat stator dan perputaran rotor	11
Gambar 2.5 Tegangan stator Bldc.....	11
Gambar 2.6 Posisi Hall Pada Motor BLDC	13
Gambar 2.7 Sensor Hall dan Perubahan Sinyal PWM.....	14
Gambar 2.8 Upper phase pwm.....	15
Gambar 2.9 Lower phase PWM.....	15
Gambar 2.10 Pixty sixty Degree PWM	15
Gambar 2.11 Post-sixty Degree PWM.....	16
Gambar 2.12 Shunt Resistor	16
Gambar 2.13 Gambar Pengukuran Tahanan Shunt Resistor.....	17
Gambar 2.14 Sensor Tegangan DCT-Elektronik	18
Gambar 2.15 Radio Telemetry	18
Gambar 2.16 Arduino Uno.....	19
Gambar 2.17 Arduino nano.....	21
Gambar 2.18 Baterai Lithium	22
Gambar 3.1 Tahap Penelitian.....	23
Gambar 3.2 Blok Diagram Monitoring dan Pengendali PWM.....	25
Gambar 3.3 Diagram Kontrol Monitoring dan Pengendali.....	27
Gambar 3.4 Tampilan Monitoring dan Pengendali	29
Gambar 3.5 Tampilan Menu connectivy.....	30
Gambar 3.6 Tampilan Menu Control	30
Gambar 3.7 Tampilan Menu excel directory	31
Gambar 4.1 Kurva nilai arus pada sensor Ina dengan alat ukur.....	33
Gambar 4.2 Kurva nilai Tegangan pada sensor tegangan	35
Gambar 4.3 Kurva nilai RPM pada sensor kecepatan.....	36
Gambar 4.4 Tampilan Sistem monitoring.....	37

Gambar 4.5 Tampilan conectivity.....	38
Gambar 4.6 Tampilan Grafik	38
Gambar 4.7 Tampilan Gauge	39
Gambar 4.8 Tampilan setting Mode Driver dan Control	40
Gambar 4.9 grafik Hubungan tegangan dengan waktu jalan lurus	45
Gambar 4.10 grafik hubungan arus dengan waktu pada jalan lurus	45
Gambar 4.11 grafik hubungan daya dengan waktu pada jalan lurus	46
Gambar 4.12 hubungan kecepatan dengan waktu pada jalan lurus	47
Gambar 4.13 grafik konsumsi energi dengan kondisi jalan lurus.....	49
Gambar 4.14 grafik hubungan tegangan dengan waktu jalan belok	49
Gambar 4.15 grafik hubungan arus dengan waktu pada jalan belok	49
Gambar 4.16 grafik hubungan daya dengan waktu pada jalan belok	50
Gambar 4.17 grafik hubungan kecepatan dengan waktu pada jalan belok	50
Gambar 4.18 grafik hubungan tegangan dengan waktu pada jalan turun	52
Gambar 4.19 grafik hubungan arus dengan waktu pada jalan turun.....	53
Gambar 4.20 grafik hubungan daya dengan waktu pada jalan turun.....	53
Gambar 4.21 grafik hubungan kecepatan dengan waktu pada jalan turun	54
Gambar 4.22 grafik hubungan arus dengan waktu pada jalan tanjakan	56
Gambar 4.23 grafik hubungan kecepatan dengan waktu jalan tanjakan.....	56
Gambar 4.24 tampilan monitoring mode driver.....	57
Gambar 4.25 grafik hubungan tegangan dengan waktu mode driver	59
Gambar 4.26 grafik hubungan arus dengan waktu mode driver	59
Gambar 4.27 grafik hubungan daya dengan waktu mode driver	60
Gambar 4.28 grafik hubungan kecepatan dengan waktu mode driver.....	61
Gambar 4.29 konsumsi energi pada pengujian berbeban mode driver	62

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Radio telemetry	19
Tabel 2.2 Spesifikasi Arduino Uno	20
Tabel 2.3 Spesifikasi Arduino Nano	21
Tabel 2.4 Tabel Penggunaan baterai lithium	22
Tabel 3.1 Spesifikasi motor bldc.....	28
Tabel 3.2 Spesifikasi mobil listrik	29
Tabel 4.1 Perbandingan nilai sensor arus terhadap alat ukur.....	33
Tabel 4.2 Perbandingan nilai sensor tegangan	34
Tabel 4.3 Perbandingan nilai kecepatan dengan alat ukur.....	35
Tabel 4.4 Pengujian radio frekuensi luar ruangan jarak 300 m	41
Tabel 4.5 pengujian radio frekuensi luar ruangan jarak 400m	42
Tabel 4.6 pengujian control dengan jalan lurus	43
Tabel 4.7 pengujian control dengan jalan belok	48
Tabel 4.8 pengujian control dengan kondisi jalan turun	51
Tabel 4.9 pengujian control dengan kondisi jalan tanjakan.....	55
Tabel 4.10 pengujian berbeban mode driver.....	58

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kendaraan berbahan bakar minyak (Mobil) pada masa sekarang seakan sudah menjadi kebutuhan pokok bagi masyarakat luas. Peranan mobil sendiri sangat signifikan untuk semua kalangan, dari dipakai untuk mata pencaharian hingga hanya untuk materi kekayaan. Tetapi tanpa disadari, semakin banyaknya permintaan produksi mobil justru semakin membahayakan kelangsungan hidup manusia. Poin pokok dari ancaman tersebut adalah semakin tercemarnya polusi udara di planet bumi. Oleh sebab itu, banyak dilakukan riset tentang mobil listrik untuk mengembangkan modern di negara-negara maju.

Mobil listrik tidak menggunakan bahan bakar fosil dalam penggunaannya dan hanya menggunakan energi listrik yang tersimpan di dalam electric storage device seperti *accumulator*, baterai lithium, *super-capacitor* dan lainnya. sehingga bisa mengurangi polusi udara karena tidak ada proses pembakaran pada mobil listrik tersebut. Dalam upaya pengembangan mobil listrik tersebut, terutama di Indonesia sering diadakan kompetisi mobil listrik yang melibatkan universitas di seluruh Indonesia dalam upaya mengembangkan kreatifitas mahasiswa. Termasuk salah satunya adalah tim mobil listrik Universitas Jember.

Dalam upaya pengembangannya tim mobil listrik Universitas Jember masih memiliki masalah pada proses pengendalian dan pengukuran arus maupun tegangan yang dikonsumsi oleh mobil listrik. Pada sistem pengendalian dan pengukuran Arus maupun Tegangan. Biasanya pengendalian dan pengukuran arus maupun tegangan ini masih dilakukan secara manual dan harus berhubungan langsung dengan obyek. Hal ini mengakibatkan proses pengendalian mobil listrik menjadi lebih lama dan dianggap kurang efisien. Sehingga diperlukan adanya sebuah sistem yang dibuat untuk dapat mengendalikan. Dengan adanya sistem *monitoring* dan pengendalian data hasil pengukuran arus maupun tegangan dapat dilakukan secara *real time* dengan komputer. referensi penelitian sebelumnya dalam pembuatan sistem monitoring dan pengendali ini pada penelitian oleh Citra

Y (2016) dengan penelitian tersebut menggunakan radio telemetry dan motor yang di gunakan menggunakan motor dc.dan ada lagi penelitian sebelumnya oleh Ario Wibawa S (2012) untuk mengetahui karakteristik dari motor listrik sebagai penggerak utama mobil listrik karakter tersebut diantaranya penggunaan arus, tegangan, daya, dan konsumsi energi tetapi dalam penelitian ini pembacaan karakter tersebut dilakukan tidak menggunakan monitoring langsung pada komputer sehingga pada penelitian ini dalam proses pembacanya menggunakan sistem monitoring.

Penelitian ini menggunakan komputer sebagai media *monitoring* dan pengendalian pembacaan tegangan, arus dan energi listrik, dengan menggunakan media transmisi *nirkabel* sebagai pengiriman data informasi pengukuran. Sistem selain dapat *monitoring* pengukuran arus dan tegangan juga dapat melakukan pengendalian kontrol kecepatan.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah diuraikan diatas dapat ditarik beberapa permasalahan yaitu:

1. Bagaimana merancang perangkat sistem monitoring pada mobil listrik.
2. Bagaimana kinerja sistem monitoring dan pengendali tersebut
3. Bagaimana kinerja sistem kontrol tersebut

1.3 Batasan Masalah

Untuk memfokuskan tujuan penelitian maka penulis memberi batasan masalah rencana penelitian ini. Adapun yang menjadi batasan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bahan uji menggunakan kontrol serta motor BLDC dengan spesifikasi 48 Volt 350 Watt pada mobil listrik.
2. Objek yang diukur dalam kondisi berjalan (Uji Dinamis).
3. Menggunakan Arduino UNO dan Arduino Nano sebagai pengendali untuk memproses data yang dikirimkan maupun data yang diterima.
4. Monitoring dilakukan dengan komunikasi nirkabel.

5. *Monitoring* data ditampilkan pada komputer dengan *software* Visual Basic.

1.4 Tujuan

Dari penelitian yang akan dilakukan dapat ditarik beberapa tujuan dari penelitian tersebut yaitu:

1. Merancang sistem *Monitoring* pada mobil listrik.
2. Mengetahui kinerja sistem monitoring tersebut.

1.5 Manfaat Penelitian

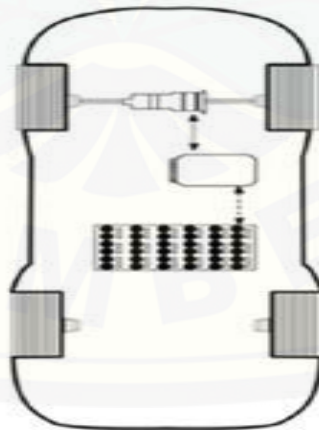
Adapun manfaat dari dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengembangkan teknologi pada mobil listrik.
2. Untuk mengenal lebih dekat dengan masalah-masalah yang ada dan cara penyelesaiannya, khususnya dalam bidang energi alternatif.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kendaraan Mobil Listrik

Mobil listrik baterai pertama kali dibuat oleh Thomas Davenport pada tahun 1834. Jadi, mobil listrik ini telah dibuat beberapa dekade lebih dulu daripada mobil mesin pembakaran dalam pertama. Mobil pertama yang melampaui kecepatan 100 km/jam juga mobil baterai, yaitu 'Jamais Contente' yang dikendarai oleh Camille Jenatzy pada tahun 1899. Dibandingkan dengan mobil mesin pembakaran dalam, mobil listrik lebih nyaman, tenang dan bersih. Akan tetapi, karena keterbatasan kapasitas penyimpan energi baterai, jangkauannya sangat terbatas. Pada saat yang sama, teknologi mobil mesin pembakaran dalam berkembang dengan pesat. Sebagai akibatnya, mobil listrik menghilang pada tahun 1930an. Baru pada tahun 1970an ketika terjadi krisis energi dan kelangkaan minyak pada saat itu, pabrikan mobil dan pembuat kebijakan mulai berpikir ulang tentang mobil listrik. Alasan yang dikemukakan adalah, pertama, mobil listrik menawarkan efisiensi energi tinggi dan mengizinkan diversifikasi sumber energi, dan kedua memiliki emisi lokal nol dan membantu memperbaiki kualitas udara perkotaan.



Gambar 2.1 Skema mobil listrik.

(Sumber: <http://dx.doi.org/10.1016/j.electacta.2012.03.172>)

Berbeda dengan mobil mesin pembakaran dalam yang menggunakan bahan bakar cair sebagai sumber energi, mobil listrik menggunakan motor listrik untuk

penggerak dengan baterai sebagai sumber energinya (Gambar 2.1). Keunggulan mobil listrik adalah tidak ada emisi gas buang, efisiensi tinggi dan tidak bergantung pada bahan bakar fosil, dan operasinya tenang dan halus. Mobil listrik terdiri dari tiga sub-sistem utama: Sistem penggerak motor listrik meliputi pengendali mobil, konverter elektronika daya, motor listrik dan transmisi Sistem baterai meliputi baterai, Sistem Manajemen Baterai dan unit pengisian; Sistem pembantu meliputi pemanas/pendingin, pompa elektronika dan pembantu elektronika lainnya. Prinsip kerja mobil listrik adalah sebagai berikut. Input pengendali diperoleh dari pedal akselerator dan rem. Pengendali ini menyediakan sinyal yang sesuai ke konverter daya elektronika yang mengatur aliran daya antara motor listrik dan baterai. Motor juga memainkan peran generator, yang mengkonversi energi pengereman menjadi elektron dan mengisi baterai. Unit manajemen energi, bekerja sama dengan pengendali mobil, mengendalikan pengereman regenerasi dan rekovery energi. 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)

Meskipun mobil listrik memiliki beberapa keuntungan potensial seperti yang telah disebutkan di atas, tapi penggunaan mobil listrik secara meluas memiliki banyak hambatan dan kekurangan. Sampai pada tahun 2011, harga mobil listrik masih jauh lebih mahal bila dibandingkan dengan mobil bermesin pembakaran dalam biasa dan kendaraan listrik hibrida karena harga baterai ion litium yang mahal. Meskipun begitu, saat ini harga baterai mulai turun karena mulai diproduksi dalam jumlah besar. Faktor lainnya yang menghambat tumbuhnya penggunaan mobil listrik adalah masih sedikitnya stasiun pengisian untuk mobil listrik, ditambah lagi ketakutan pengemudi akan habisnya isi baterai mobil sebelum mereka sampai di tujuan. Beberapa pemerintah di beberapa negara di dunia telah menerbitkan beberapa insentif dan aturan untuk menanggulangi masalah ini, yang tujuannya untuk meningkatkan penjualan mobil listrik, untuk membiayai pengembangan teknologi mobil listrik sehingga harga baterai dan komponen

mobil bisa semakin efisien. Pemerintah Amerika Serikat telah memberikan dana hibah sebesar US\$2,4 miliar untuk pengembangan mobil listrik dan baterai. Pemerintah China mengumumkan bahwa mereka akan menyediakan dana sebesar US\$15 miliar untuk memulai industri mobil listrik di negaranya. Beberapa pemerintah lokal dan nasional di banyak negara telah menerbitkan kredit pajak, subsidi, dan banyak insentif lainnya untuk mengurangi harga mobil listrik dan mobil plug-in.

Di negara Indonesia sendiri, pada tanggal 1 April 2012 pemerintah kucurkan 100 miliar rupiah untuk riset mobil listrik. Lalu pada tanggal 10 Juni 2013 pemerintah tegaskan kendaraan listrik bebas pajak. Dan kemudian pada tanggal 12 Juni 2013 Zbee dari Swedia resmi membuka pabrik kendaraan listrik dengan nama PT Lundin Industry, yang terletak di Kota Banyuwangi, Jawa Timur, dan target produksi minimal 100.000 unit per tahun.

2.2 Motor Brushless Direct Current (BLDC)

2.2.1 Gambaran Umum Motor BLDC

Motor DC tanpa sikat atau disebut Brushless DC motor. Brushless DC motor adalah suatu jenis motor sinkron. Artinya medan magnet yang dihasilkan stator dan medan magnet yang dihasilkan rotor berputar pada frekuensi yang sama. BLDC motor tidak mengalami slip, tidak seperti yang terjadi pada motor induksi biasa. Motor jenis ini mempunyai permanen magnet pada bagian “rotor” sedangkan elektro-magnet pada bagian “stator”-nya. Putaran pada rotor disebabkan oleh medan magnet pada stator yang pada setiap saatnya hanya aktif dua fasa (hanya dua fasa yang ter-suply pada setiap saat sementara satu fasa lainnya tak tersuply).

Salah satu jenis motor listrik yang paling banyak digunakan akhir-akhir ini adalah Brushless DC (BLDC) Motor dimana motor DC ini tidak menggunakan Brush (sikat) untuk proses komutasi. BLDC motor banyak digunakan pada teknologi otomasi mutakhir, seperti: otomasi industri manufaktur maupun otomasi non-manufaktur (Robot, UAV, ROV, aeromodeling, hingga RC cars). Konstruksi yang sangat simpel menjadi pertimbangan pemakaian BLDC motor pada pengembangan bidang otomasi tersebut (Achmad Nur Husaini, 2015). Sesuai

dengan namanya, BLDC motor tidak menggunakan sikat atau brush untuk pergantian medan magnet (komutasi), akan tetapi dilakukan secara elektronik commutated. Motor BLDC memiliki banyak keuntungan dibandingkan dengan motor DC dan motor induksi biasa.

Beberapa keuntungan utama *Brushless DC* motor dibandingkan antara lain sebagai berikut :

1. *High speed* operasi

Sebuah motor BLDC dapat beroperasi pada kecepatan diatas 10.000 rpm dalam kondisi dimuat dan dibongkar.

2. Responsif dan 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*

BLDC motor memiliki torsi berjalan tertinggi per inci kubik setiap motor DC.

4. Keandalan tinggi, BLDC motor tidak memiliki sikat

Yang berarti lebih handal dan memiliki harapan hidup lebih dari 10.000 jam. Hal ini membuat lebih sedikit kasus penggantian atau perbaikan secara keseluruhan.

5. Tingkat efisiensi tinggi.

6. Tahan lama atau usia pakainya lebih lama.

7. Nyaris tanpa suara bila dioperasikan.

Setiap motor BLDC memiliki dua bagian utama yakni, rotor, bagian yang bergerak, yang terbuat dari permanen magnet dan stator, bagian yang tidak bergerak, yang terbuat dari kumparan 3 fasa.

a. Rotor

Rotor adalah bagian pada motor yang berputar karena adanya gaya elektromagnetik dari stator, dimana pada motor DC Brushless bagian rotornya berbeda dengan rotor pada motor DC konvensional yang hanya tersusun dari satu buah electromagnet yang berada diantara brushes (sikat) yang terhubung pada dua buah motor hingga delapan pasang kutub magnet permanen berbentuk persegi

panjang yang saling direkatkan menggunakan semacam “epoxy” dan tidak ada brushes-nya.

Rotor terbuat dari magnet tetap dan dapat desain dari dua sampai delapan kutub magnet utara (N) atau selatan (S). Material magnetis yang bagus sangat diperlukan untuk mendapatkan kerapatan medan magnet yang bagus pula. Biasanya magnet ferrit yang dipakai untuk membuat magnet tetap.



Gambar 2.2 Rotor (magnet permanen)

b. Stator

Stator adalah bagian pada motor yang diam atau statis dimana fungsinya adalah sebagai medan putar motor untuk memberikan gaya elektromagnetik pada rotor sehingga motor dapat berputar. Pada stator BLDC terdiri dari tumpukan baja laminasi dengan lilitan ditempatkan di slot. Pada Brushless DC motor statornya terdiri dari 12 belitan (elektromagnet) yang bekerja secara elektromagnetik dimana stator pada motor DC Brushless terhubung dengan tiga buah kabel untuk disambungkan pada rangkaian kontrol.



Gambar 2.3 Stator

Pada motor Brushless DC memiliki dua jenis belitan stator, yaitu jenis trapezoidal dan sinusoidal. Perbedaan mendasar dari kedua jenis tersebut yakni hubungan antara koil dengan belitan stator yang bertujuan untuk memberikan EMF (Electro Motive Force) balik yang berbeda. EMF adalah tegangan balik yang dihasilkan oleh belitan motor BLDC ketika motor tersebut berputar yang memiliki polaritas tegangan berlawanan arahnya dengan tegangan sumber yang dibangkitkan. Besar dari EMF itu sendiri dipengaruhi oleh kecepatan sudut putaran motor (ω), medan magnet yang dihasilkan rotor (B) dan banyaknya lilitan pada belitan stator (N) sehingga nantinya besarnya EMF balik dapat dihitung dengan persamaan :

$$\text{EMF balik} = B \cdot N \cdot l \cdot r \cdot \omega \quad (1)$$

Dimana : B = kerapatan medan magnet yang dihasilkan rotor (Tesla)

N = banyaknya lilitan pada stator per fasa

l = panjangnya batang rotor (m)

r = jari-jari dalam motor (m)

ω = kecepatan sudut putaran (rad) dimana $\omega = 2\pi f$

Perubahan besarnya EMF balik ini mempengaruhi torsi motor BLDC, apabila kecepatan motor yang dihasilkan lebih besar dari tegangan potensial pada belitan stator sehingga arus yang mengalir pada stator akan turun dan pada torsi pun akan mengalami penurunan, sebagaimana rumus torsi pada BLDC motor

menurut persamaan diatas bahwa besarnya torsi yang dihasilkan motor BLDC dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$T = K_{rms} \cdot \phi \cdot I \text{ (Nm)} \quad (2)$$

Dimana : K_{rms} = tegangan rata-rata konstan (Volt)

ϕ = besarnya fluks magnet (Tesla)

I = besarnya arus (Ampere)

Karena berbanding lurus dengan faktor-faktor lain yang mempengaruhi torsi maka kenaikan dan penurunan arus sangat berpengaruh pada besarnya torsi yang dihasilkan motor BLDC.

2.2.2 Prinsip Kerja Motor BLDC

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

$$B = \frac{\mu N I}{2l} \quad (3)$$

Dimana : N = jumlah lilitan

i = arus (Ampere)

l = panjang lilitan(meter)

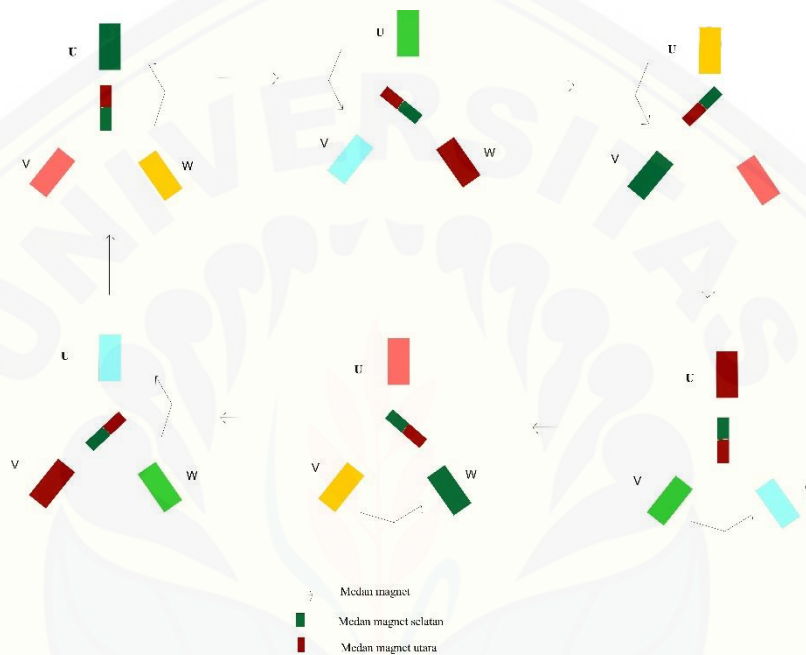
μ = permeabilitas bahan.

Motor Brushless DC bekerja ketika stator yang bahannya terbuat dari kumparan diberikan arus 3 fasa. Karena arus yang diberikan berupa arus AC 3 fasa, nilai medan magnet dan polarisasi setiap kumparan akan berubah-ubah setiap saat. Akibat yang ditimbulkan dari adanya perubahan polarisasi tersebut dan besar medan magnet tiap kumparan adalah terjadinya medan putar magnet dengan kecepatan :

$$N_s = \frac{120f}{p} \quad (4)$$

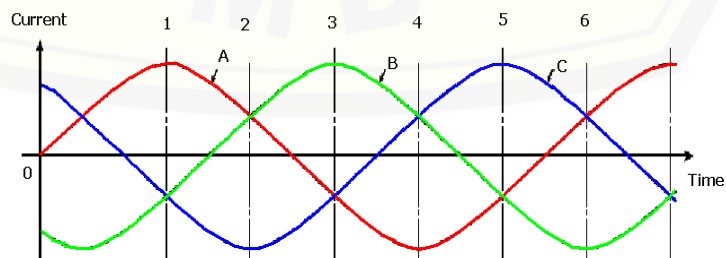
Dimana : f = frekuensi tegangan *input* (Hz/s)

p = jumlah kutub (*pole*) pada rotor dan 120 didapat dalam 1 putaran (360°) per 3 fasa motor



Gambar 2.4 Medan magnet putar stator dan perputaran rotor

Berdasarkan gambar 2.4 diatas, medan putar magnet stator timbul akibat adanya perubahan polaritas pada stator U, V dan W. Perubahan polaritas ini disebabkan oleh arus yang mengalir pada stator berupa arus AC yang mempunyai polaritas yang berubah-ubah.



Gambar 2.5 Tegangan stator BLDC

Pada gambar 2.5 berikut ditunjukkan bentuk sinyal pada tegangan stator motor BLDC yang berupa sinyal tiga fasa. Ketika stator A diberikan tegangan negatif maka akan timbul medan magnet dengan polaritas negatif sedangkan B dan C 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 A, sedangkan sisi negatifnya akan berputar mengikuti medan magnet stator B dan C. Akibat tegangan yang digunakan berupa tegangan AC sinusoidal, medan magnet stator A, B, dan C akan berubah-ubah polaritasnya dan besarnya mengikuti perubahan tegangan sinusoidal AC. Ketika A dan B memiliki medan magnet negatif akibat mendapatkan tegangan negatif dan C memiliki medan magnet positif akibat tegangan positif, magnet permanen rotor akan berputar menuju ke polaritas yang bersesuaian yakni bagian negatif akan berputar menuju medan magnet stator C dan sebaliknya bagian positif akan berputar menuju medan magnet stator A dan B. Selanjutnya ketika B memiliki medan magnet negatif dan A serta C memiliki medan magnet positif, bagian positif magnet permanen akan berputar menuju B dan bagian negatif akan menuju A dari kumparan C. 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 dapat berputar (Abe Dharmawan, 2009).

2.2.3 Sensor Hall

Tidak seperti motor DC brushed komutasi dari motor DC brushless diatur secara elektronik agar motor dapat berputar, stator harus di-energize secara berurutan dan teratur. Sensor hall inilah yang berperan dalam mendeteksi pada bagian rotor mana yang ter-energize oleh fluks magnet sehingga proses komutasi yang berbeda (enam step komutasi) dapat dilakukan oleh stator dengan tepat karena sensor hall ini dipasang menempel pada stator.



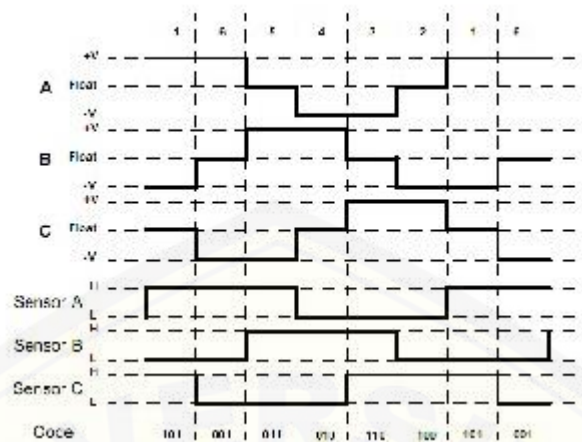
Gambar 2.6 Posisi Hall Sensor Pada Motor BLDC
(<http://electricisart.blogspot.com>)

Penempatan dari hall sensor itu sendiri ditempatkan setiap 120° pada jarak antar kutub stator, tujuannya yakni agar deteksi terhadap vector fluks stator yang dihasilkan akurat setiap perpindahan komutasi. Pada setiap phasa-nya arus yang mengalir tetap terjaga dengan konstan.

Sensor *hall* dirancang untuk merasakan adanya objek magnetis dengan perubahan posisinya. Perubahan medan magnet yang terus menerus menyebabkan timbulnya pulsa yang kemudian dapat ditentukan frekuensinya, sensor jenis ini biasa digunakan sebagai pengukur kecepatan (Varsani Anis, 2003). Dalam penggunaannya pada motor BLDC, kapanpun kutub magnetik rotor (*North* atau *South*) mendekati sensor *hall*, maka akan menghasilkan sinyal *HIGH* atau *LOW*, yang mana dapat digunakan untuk mendeteksi posisi rotor.

Dengan menggunakan tiga sensor *hall*, sebuah kode 3 bit dapat diperoleh dengan nilai antara 1 sampai 6. Masing-masing nilai kode menunjukkan sebuah bagian yang mana posisi rotor sekarang berada. Dan dari masing-masing nilai kode ini memberikan kita informasi mengenai lilitan mana yang perlu dialiri listrik (Staan D'souza, 2004).

Dengan menggunakan tiga sensor hall akan didapatkan 6 kombinasi yang berbeda. Keenam kombinasi ini menunjukkan *timing* perubahan komutasi. Ketika dari ketiga sensor *hall* didapatkan kombinasi tertentu, sinyal PWM pada suatu step harus diubah sesuai dengan kombinasi yang didapatkan.

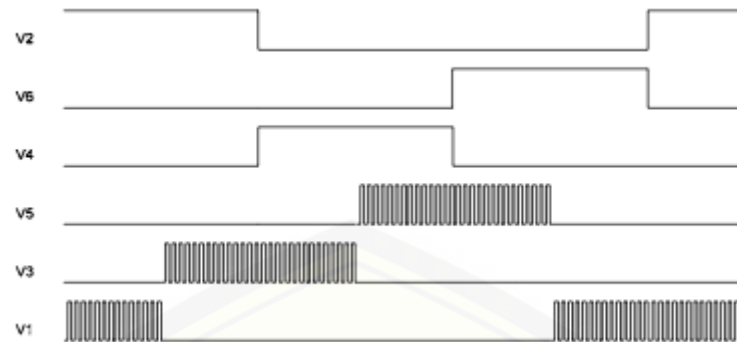


Gambar 2.7 Sensor *Hall* dan Perubahan Sinyal PWM

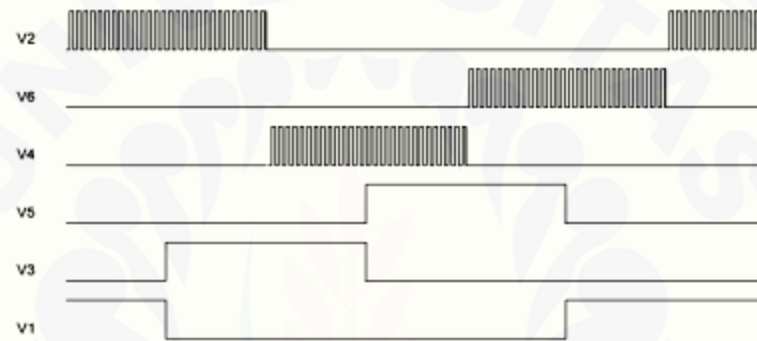
Berdasarkan gambar (2.7) ketika *hall* sensor menunjukkan kombinasi tertentu maka sinyal PWM akan berubah mengikuti kombinasi yang telah ditentukan, misalkan kombinasi sensor *hall* menunjukkan 101, maka PWM A dan B akan menyala sedangkan C akan *floating*, kombinasi 001, PWM A dan C menyala sedangkan B *floating*, dan seterusnya. Kondisi *floating* hanya terdapat pada metode PWM *six-step*, sedangkan pada metode PWM sinusoidal, kondisi *floating* merupakan suatu kondisi di mana sinyal sinusoidal berubah dari positif ke negatif atau sebaliknya melewati nilai 0.

2.3 Pengaturan Kecepatan dengan Kontrol PWM

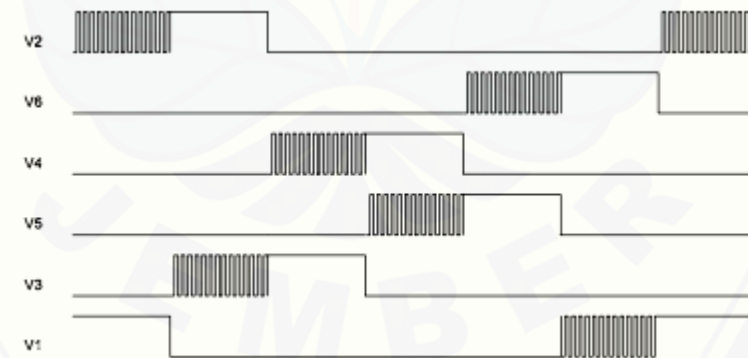
Seperti yang kita tahu, inverter di kontrol oleh suatu modulasi PWM, yang berarti bahwa inverter tersebut dapat mengubah-ubah tegangan *output* dengan *duty cycle* yang berbeda, hal inilah yang digunakan untuk mengontrol kecepatan. Setidaknya terdapat empat metode untuk menambahkan PWM ke sistem *switching* inverter tiga fasa yakni *Upper Phase* yang ditunjukkan pada gambar 2.8, *Lower Phase* yang ditunjukkan pada gambar 2.9, *Pre-Sixty Degree* yang ditunjukkan pada gambar 2.10 dan *Post-Sixty Degree* yang ditunjukkan pada gambar 2.11.



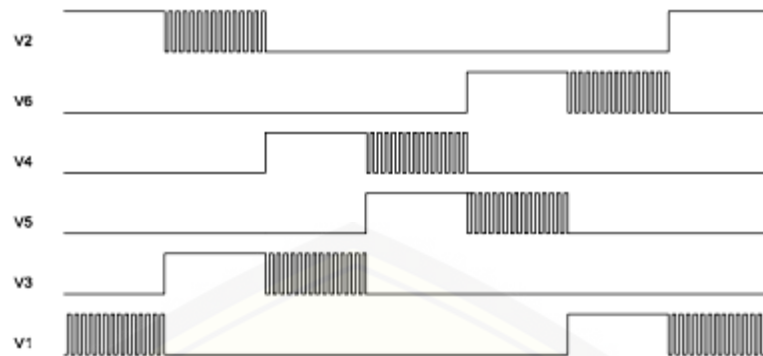
Gambar 2.8 *Upper phase PWM*



Gambar 2.9 *Lower phase PWM*



Gambar 2.10 *Pre-sixty Degree PWM*



Gambar 2.11 Post-sixty Degree PWM

Dimana, mosfet bagian atas adalah V1, V3 dan V5 sedangkan mosfet bagian bawah adalah V2, V4 dan V6. PWM ditambahkan pada sinyal aktif high (Sunplus, 2006).

2.4 Ampere Meter Arus Searah (Ampere Meter DC)

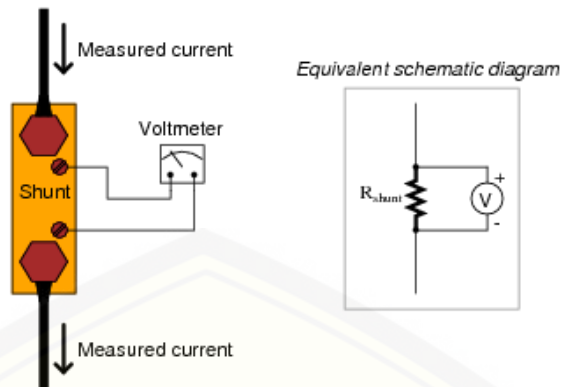
Ampere meter arus searah atau sering disebut ampere meter DC adalah alat ukur yang berfungsi untuk mengetahui besarnya arus listrik (DC) yang mengalir pada suatu beban listrik atau rangkaian elektronika. Ampere meter menggunakan gerak d'Arsonval yaitu gerakan dasar PMMC (permanent magnet *moving coil*) atau sering juga dikenal dengan galvanometer PMMC.



Gambar 2.12 Shunt Resistor

2.5 Tahanan Shunt (Shunt Resistor)

Gerakan dasar dari sebuah amperemeter arus searah adalah galvanometer PMMC. Karena gulungan kumparan dari sebuah gerakan dasar adalah kecil dan ringan dia hanya dapat mengalirkan arus yang kecil. Bila yang akan diukur adalah arus besar, sebagian besar dari arus tersebut perlu dialirkan ke sebuah tahanan yang disebut *shunt*.



Gambar 2.13 Gambar Pengukuran tahanan Shunt Resistor

Tahanan shunt dapat ditentukan dengan menerapkan analisa rangkaian konvensional terhadap gambar diatas dimana :

- R_m = Tahanan dalam alat ukur
- R_s = Tahanan shunt
- I_m = Arus defleksi skala penuh dari alat ukur
- I_s = Arus shunt
- I = Arus skala penuh ampermeter termasuk arus shunt.

Karena tahanan shunt paralel terhadap alat ukur (ampermeter), penurunan tegangan pada tahanan shunt dan alat ukur harus sama dan dituliskan

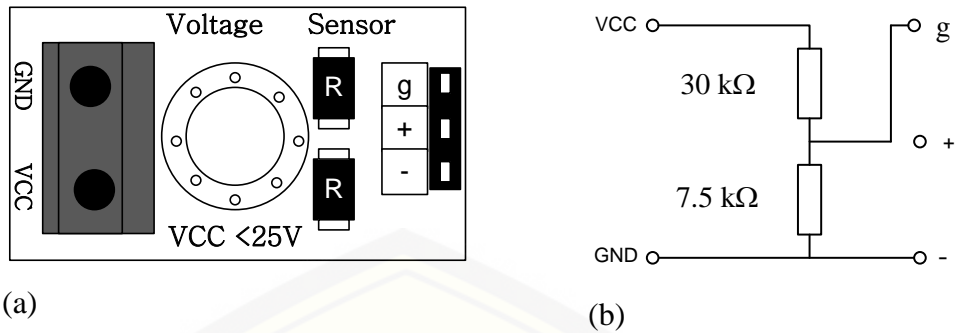
$$V_{shunt} = V_{alat\ ukur} \quad (2.14)$$

$$I_s \times R_s = I_m \times R_m \quad (2.15)$$

Tahanan shunt yang digunakan dalam sebuah alat ukur dasar bisa terbuat dari sebuah kawat tahanan bertemperatur konstan yang ditempatkan di dalam instrumen atau sebuah shunt luar yang memiliki tahanan yang sangat rendah.

2.6 Sensor Tegangan (Pembagi Tegangan)

Sensor tegangan adalah modul pembagi tegangan yang digunakan untuk mengubah tegangan yang akan diukur untuk dapat diumpankan ke pin kontroler yang sudah memiliki konverter analog ke digital (ADC).



Gambar 2.14 Sensor Tegangan DCT-Elektronik

Gambar 2.4(a) adalah modul sensor pembagi tegangan, sedangkan Gambar 2.4(b) adalah diagram skematik dari sensor tersebut. Kaki VCC dan GND adalah kaki-kaki untuk menempatkan terminal tegangan yang akan diukur sedangkan pin g, + dan – adalah pin untuk dihubungkan dengan kaki ADC kontroler (SurplusTek 2015).

2.7 Radio telemetry

Dalam pembuatan *monitoring* maupun pengaturan pengukuran arus, tegangan dan konsumsi daya pada kendaraan listrik ini menggunakan Radio Telemetry 433 Mhz,



Gambar 2.15 Modul Radio Telemetry
Sumber : Banggood.com

Tabel 2.1 Spesifikasi Radio Telemetry

Modul Radio Telemetry	433MHZ
<i>Power suply</i>	1.9 – 3.6V
<i>I/Oport working voltage</i>	0 – 3.3V
<i>Transmitting rate</i>	20dBm
<i>Recieveing sensitivity</i>	Hingga 117dBm
<i>Transmission range</i>	1100 m (area terbuka)

2.8 Arduino Uno R3

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 2.16 Arduino Uno R3

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 2.2 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

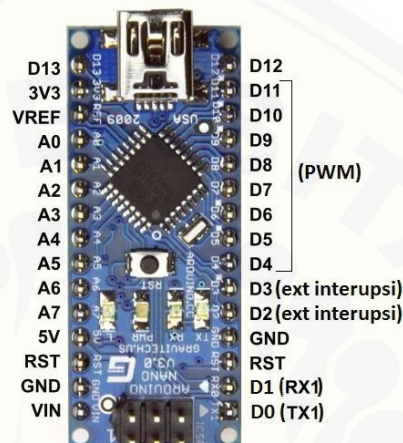
ATmega328 adalah mikrokontroler keluaran dari atmel yang mempunyai arsitektur RISC (*Reduce Intruction Set Computer*) dimana setiap proses eksekusi data lebih cepat daripada arsitektur CISC (*Completed Instruction Set Computer*).

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* 16MHz.
- d. 32 KB *flash memory* dan pada arduino memiliki *bootloader* yang menggunakan 2 KB dari *flash memory* 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*) sebesar 2KB.
- g. Memiliki 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 5,5V.\

2.9 Arduino Nano V3.0

Arduino Nano adalah salah satu varian dari produk board mikrokontroler keluaran Arduino. Arduino Nano adalah board Arduino terkecil, menggunakan mikrokontroler Atmega 328 untuk Arduino Nano V3.0. Varian ini mempunyai rangkaian yang sama dengan jenis Arduino Duemilanove, tetapi dengan ukuran dan desain PCB yang berbeda.



Gambar 2.17 Arduino Nano

Sumber: www.arduino.com

Tabel 2.3 Spesifikasi Arduino Nano

Mikrokontroler	Atmel ATmega168 atau ATmega328
Tegangan Operasi	5V
Input Voltage (disarankan)	7-12V
Input Voltage (limit)	6-20V
Pin Digital I/O	14 (6 pin digunakan sebagai output PWM)
Pins Input Analog	8
Arus DC per pin I/O	40 mA
Flash Memory	16KB (ATmega168) atau 32KB (ATmega328) 2KB digunakan oleh Bootloader
SRAM	1 KB (ATmega168) atau 2 KB (ATmega328)
EEPROM	512 byte (ATmega168) atau 1KB (ATmega328)
Clock Speed	16 MHz
Ukuran	1.85cm x 4.3cm

2.10 Baterai Lithium

Baterai ini tergolong lebih bagus daripada aki kering dan aki basah. Baterai lithium memiliki banyak kelebihan dan memiliki satu kelemahan. Satu-

satunya kelemahan baterai lithium adalah harga yang mahal, karena baterai ini harus impor dan biaya impor, bea cukai, dll membuat jatuhnya harga tinggi pada baterai ini.



Gambar 2.18 Baterai Lithium 36V 10Ah, BMS, dan Charger

Sumber: www.electricisart-bogipower.com/

Kelebihan baterai lithium adalah bobotnya yang ringan, nilai kontinyu arus yang besar serta umur *lifecycle* yang tinggi. Selain itu lithium tidak mengalami kerusakan apabila tidak dipakai dalam waktu yang lama.

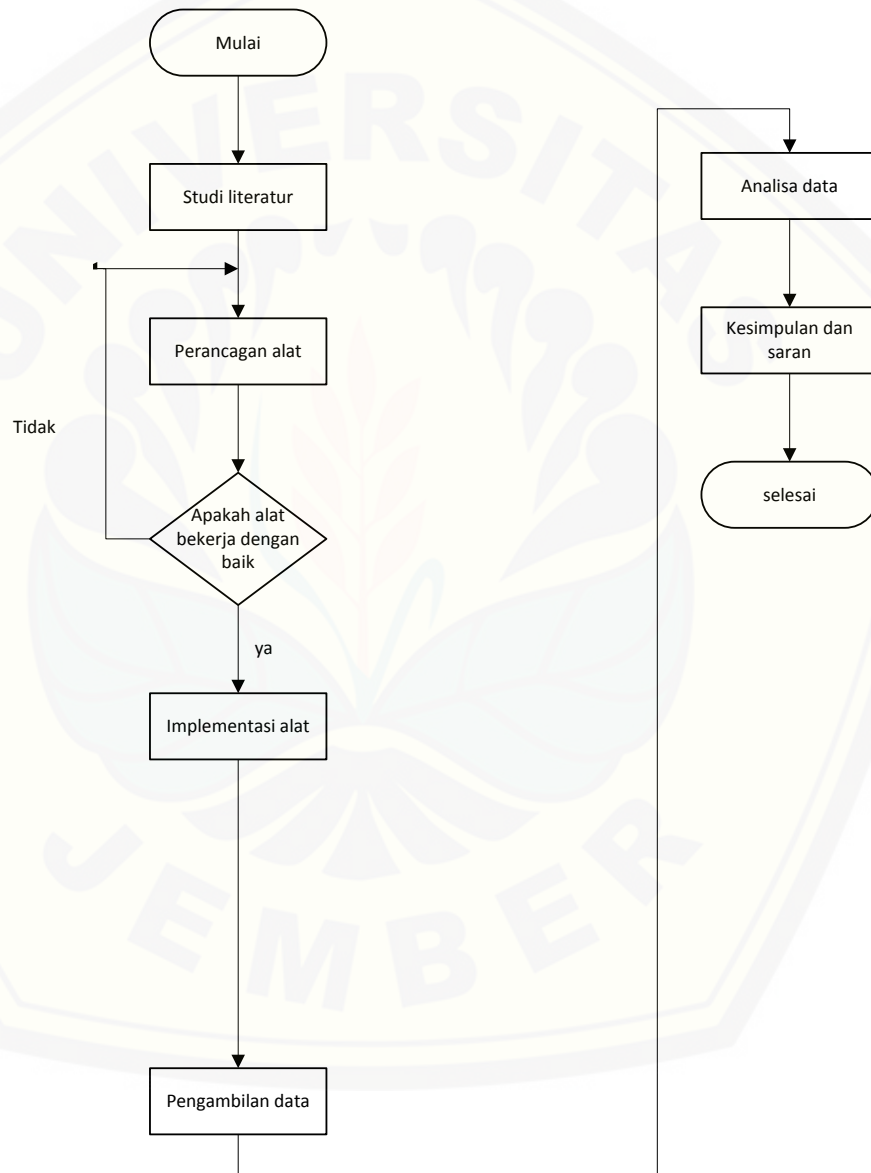
Tabel 2.4 Tabel Penggunaan Baterai Lithium pada kendaraan Listrik

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

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Tahap Penelitian

Penyusunan laporan ini memiliki berapa tahap untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan. Adapun tahap pengambilan data yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 3.1 Tahap Penelitian

Langkah–langkah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Studi literatur

Tahap awal dari penelitian ini mencari literatur dari hasil penelitian sebelumnya, buku maupun internet untuk mengetahui karakteristik komponen, prinsip kerja serta teori yang menunjang lainnya. Diharapkan dengan literatur yang didapat bisa memberikan arahan untuk mengurangi kesalahan dalam penelitian.

2. Perancangan alat

Tahap ini merupakan tahap merancang konstruksi dari alat yang akan dilakukan penelitian. Diharapkan dari perancangan ini konstruksi dari alat yang nantinya akan di teliti 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. Analisa dan pengambilan data

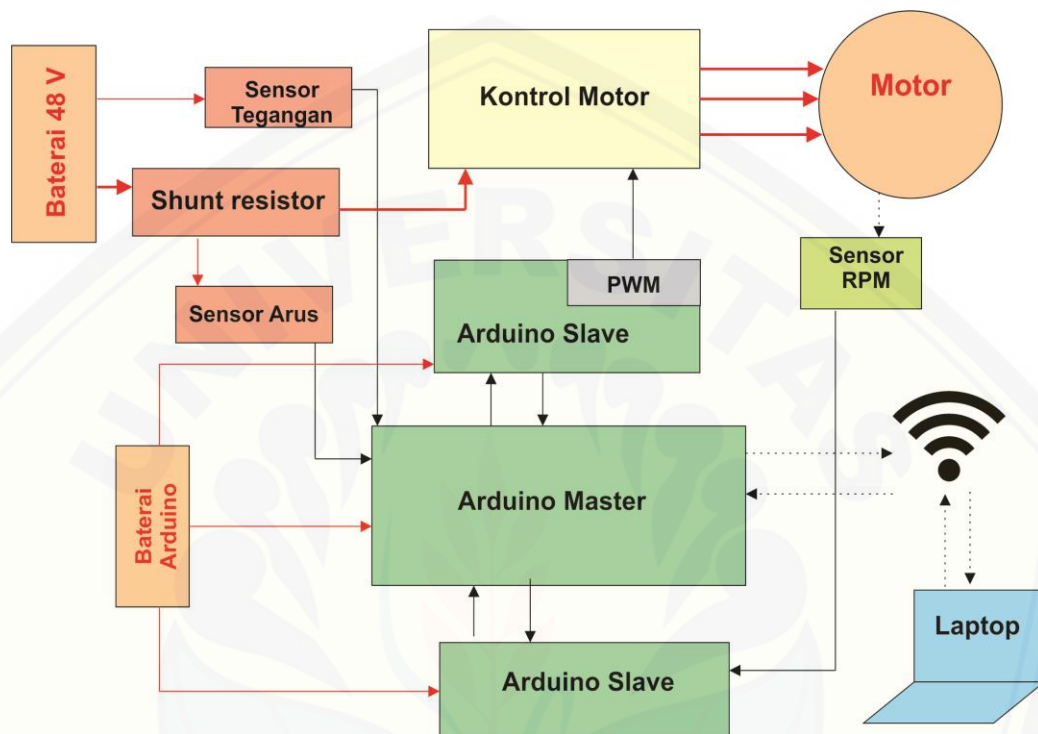
Setelah melakukan pengujian keseluruhan sistem bekerja dengan baik dan hasilnya memenuhi target, maka yang dilakukan selanjutnya adalah pengambilan data yang diperlukan dan kemudian dianalisa data yang telah didapatkan.

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.

3.2 Perancangan Sistem

Untuk mempermudah dalam perancangan, maka rangkaian dipisahkan berdasarkan fungsinya. Berikut ini adalah diagram blok rangkaiannya:



Gambar 3.2 Diagram Blok Monitoring Dan Pengendali PWM

Diagram blok sistem *Monitoring*, dibuat untuk pengukuran tegangan, arus dan konsumsi daya 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. Pengukuran

a. Sensor Tegangan

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

b. Sensor Arus (Shunt Resistor)

Sensor arus digunakan untuk menyensor arus yang menuju beban (misalnya: 0-5 Amper) diubah menjadi tegangan 0-5 Volt. Karena sensor arus ini digunakan untuk mendeteksi arus mengalir menuju beban, maka lilitannya dirancang untuk dihubungkan secara seri dengan saluran.

2. Kontrol Motor

a. Arduino Uno

Pada sistem ini, mikrokontroler yang digunakan berupa Atmega 328P (Arduino UNO R3) dengan 22 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 antar muka USART, SPI, I2C. Pada mikrokontroler ini sinyal masukan dari pengkondisi sinyal diolah pada kanal ADC, proses pengolahan data pada kanal ADC ini menggunakan resolusi sebesar 10-bit. Hasil dari pengolahan data analog menjadi data digital ditransmisikan pada media penampil.

b. Arduino Nano

Arduino Nano adalah salah satu varian dari produk board mikrokontroler keluaran Arduino. Arduino Nano adalah board Arduino terkecil, menggunakan mikrokontroler Atmega 328 untuk Arduino Nano V3.0. Fungsi Arduino nano sebagai pembacaan RPM.

c. *Transmitter* dan *Receiver* (*Radio Telemetry*)

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 atau demodulasi sinyal *output* dari *transmitter* sehingga sesuai dengan sinyal awal. Modul yang digunakan pada pengiriman ini berupa Radio Telemetry yang merupakan modul *wireless transceiver*, hasil pengiriman data ini akan dihubungkan pada media penampil data berupa personal komputer atau laptop.

d. *Hall Effect* Sensor

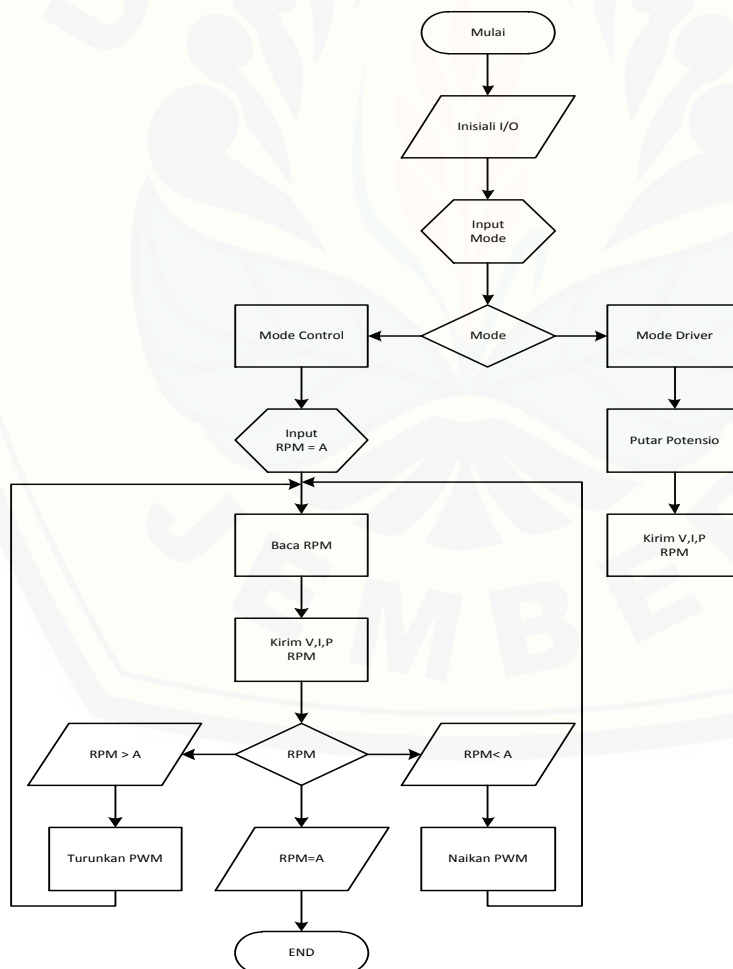
Hall effect sensor dapat merespon intensitas medan magnet yang terdapat disekitarnya. Sensor ini mempunyai 3 pin. Apabila tidak ada magnet disekitar (dekat) sensor tersebut, maka tegangan outputnya sama dengan setengah tegangan supply. Fungsi dari sensor ini sebagai pengukur kecepatan atau RPM Motor BLDC.

e. *Personal Computer*

Personal komputer pada penelitian ini digunakan sebagai media antarmuka penampil data pengukuran tegangan dan arus secara digital, dengan menggunakan *software* Visual Basic.

3.3 Diagram kontrol

Algoritma sistem monitoring dan pengendali pengerak motor BLDC



Gambar 3.3 Diagram Kontrol Monitoring dan Pengendali

Pada gambar 3.3 merukan gambar diagram kontrol monitoring dan pengendali kecepatan. pertama inialisasi input output ketika sudah inisial input output pilih mode yang akan di gunakan kalau menggunakan mode driver berarti di kendalikan oleh driver sendiri untuk itu putar potensio untuk jalankan motor bldc .kalau memilih mode control kecepatan mobil listrik di kendalikan dengan jarak jauh untuk bisa mempertahankan rpm masukan rpm yang ingin di gunakan ketika sudah memasukan rpm sensor akan membaca rpm pembacaan di kirim ke visual basic. Kalau rpm yang di baca sesuai dengan masukan awal motor berjalan sesuai rpm tersebut. Kalau yang di baca rpm lebih kecil dari masukan rpm otomatis pwm akan menambah untuk menyesuaikan rpm.kalau rpm yang di baca lebih dari rpm masukan pwm akan di kurangi biar sesuai dengan masukan rpm tersebut.

3.4 Motor BLDC

Pada penelitian ini, motor BLDC yang digunakan seperti yang ditunjukkan pada spesifikasi berikut

Tabel 3.1 spesifikasi motor bldc

Tipe	<i>Motor DC Brushless (BLDC)</i>
Tegangan	48V
Daya	350W
Berat	9Kg
Controller	Pengendali eksternal
Max.speed	45Km/Jam
Torsi	180Kg.cm
RPM	600

3.5 Mobil Listrik

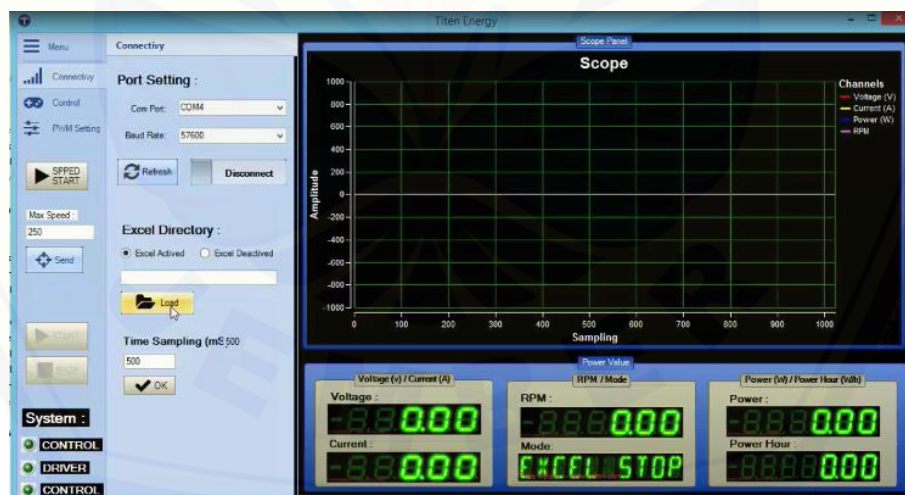
Pada penelirian ini menggunakan Mobil Litrik ‘‘URBAN TITEN UNEJ’’ yang tiap tahun sering mengikuti kompetisi mobil listrik yang di adakan di Indonesia antar universitas se indonesia

Tabel 3.2 Spesifikasi Mobil Listrik

Berat	98 kg
Lebar	120 cm
Panjang	235 cm
Tinggi	110 cm
Rolling Resistensi	1Nm

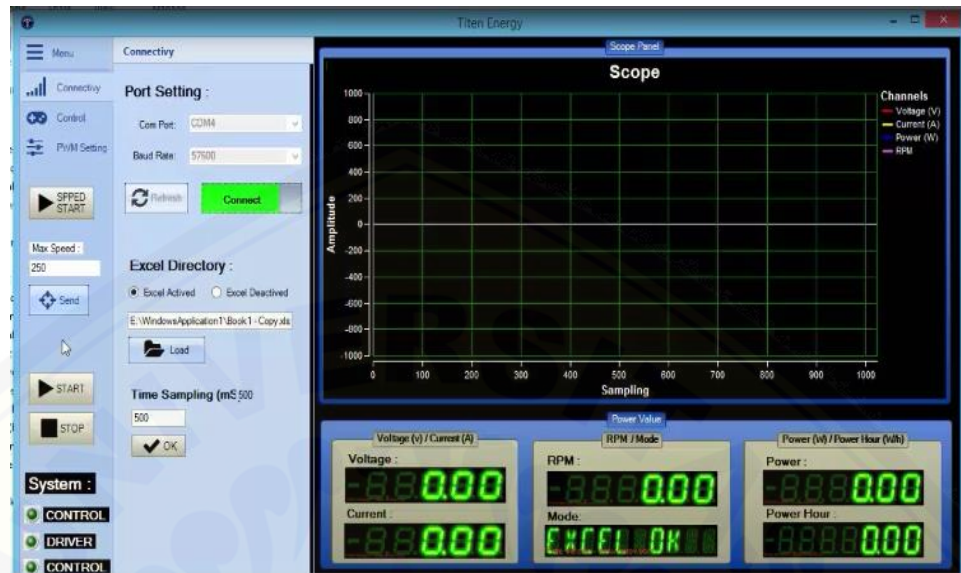
3.6 Tampilan Monitoring Dan Pengendali

Dalam penelitian ini menggunakan aplikasi visual studio 12 untuk membuat tampilan monitoring tersebut .monitoring ini di lengkapi juga dengan data logger yang dimana dapat menyimpan data secara langsung ketika monitoring tersebut di gunakan data yang di simpan terdiri dari waktu pengambilan data, tegangan, arus, daya, Wh, dan kecepatan Monitoring tersebut bisa juga sebagai pengendali kecepatan motor dengan memilih mode control dalam monitoring tersebut .dan juga bisa langsung memasukan nilai kecepatan motor.dan mode driver di kendalikan oleh pengemudi dengan memilih mode driver .

Gambar 3.4 Tampilan *Monitoring* dan Pengendali

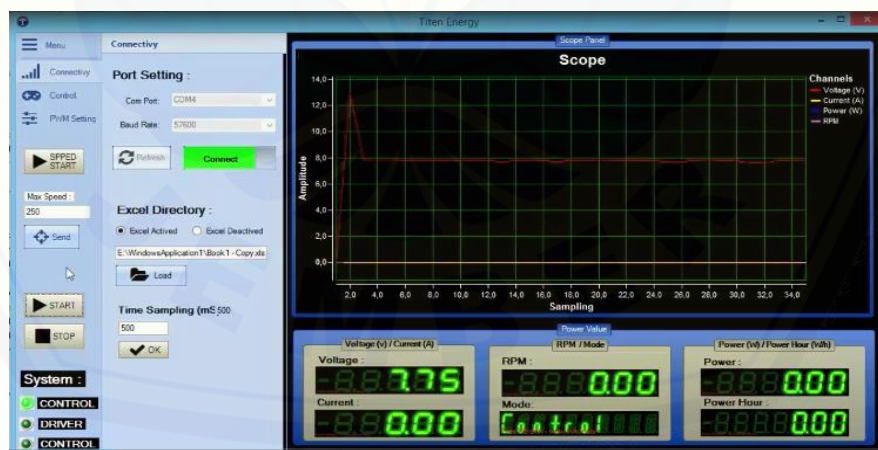
Pada Gambar di atas adalah gambar tampilan *monitoring* dan pengendali motor bldc untuk cara penggunaan langkahnya sebagai berikut

1. Pilih menu connectivity pada tampilan tersebut , pilih com port sesuai pada program arduino dan pilih baud rate ,klik connect



Gambar 3.5 Tampilan menu connectivity

2. pilih menu control untuk memilih apa yang mau di jalankan pada monitoring tersebut terdapat dua pilihan mode control dan mode driver



Gambar 3.6 Tampilan menu control

3. setelah itu kembali ke menu connectivity kalau mau data di logger pilih pada menu excel directory dan klik excel actived, terus load pilih microsoft excel yang mau sebagai penyimpan data .



Gambar 3.7 Tampilan menu excel directory

4. setelah semua siap klik start untuk menjalankan tampilan tersebut

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dari penelitian dengan judul “Sistem monitoring dan kontrol berpengerak motor BLDC mobil listrik universitas jember berbasis RF” maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Rancangan sistem monitoring dan pengendali Pada pengujian sistem ini di dapatkan sistem berjalan dengan baik dengan pengendali kecepatan pada mode control dan mode driver pada beberapa kondisi jalan.
2. Pada sistem monitoring mode control nilai arus yang besar terjadi pada kondisi jalan tanjakan sebesar 7,93 A hal ini terjadi karena torsi mobil besar.
3. pada mode control pengontrol kecepatan berjalan dengan baik pada kondisi jalan lurus nilai referensi kecepatan 250 dengan pengujian di dapat rata-rata nilai kecepatan 238,3213, pada kondisi jalan belok dengan kecepatan referensi 250 di dapat nilai kecepatan rata-rata 245,79, pada saat kondisi jalan turun di dapat nilai kecepatan sebesar 206,55 pada kondisi tanjakan ketika di kasih nilai kecepatan referensi sebesar 100 di dapatkan nilai kecepatan rata-rata sebesar 99,63

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan untuk lebih menyempurnakan hasil penelitian ini atau untuk dikembangkan lebih lanjut yakni antara lain :

1. Untuk sistem kontroler pada mode control motor BLDC dapat dikembangkan dengan metode seperti PID, *Neural Network* atau *Fuzzy Logic Control*, agar kontrol yang di dapatkan semakin baik
2. Sebaiknya dalam proses pengiriman menggunakan Radio Telemetry yang jangkanya lebih jauh atau menggunakan GSM.

DAFTAR PUSTAKA

Arduino UNO, R3. 2015. "A000066 Arduino | Mouser." *MOUSER ELECTRONICS*. Accessed August 18.

Ario Wibawa Satria. (2012). *ANALISIS KONSUMSI ENERGI MENGGUNAKAN PROFIL KECEPATAN PADA KENDARAAN LISTRIK*.

Ali, Asif. *Control Of BLDC Motor With The Help Of Pulse Width Modulation*.

Yanuarti, Citra. 2016. *Sistem monitoring pengukuran arus dan tegangna pada alat uji efiseiensi motor dc mobil listrik universitas jember* . Universitas Jember.

Wibawa Satria,2012,Juli (Analisa Konsumsi energi Menggunakan Profil Kecepatan Pada Kendaraan Listrik, 2012)

Bhim Singh and Sanjeev Singh. (2009). *State of the Art on Permanent Magnet Brushless DC Motor Drives*.

Wibawanto, H. 2003. "Elektronika Dasar". Elex Media Kumputindo. Jakarta.
Ir. Badarudin, M.T. 2010. "Mesin Arus Searah dan Tansformator". Modul Perkuliahan. Universitas Marcu Buana. Jakarta.

Ali, Asif. *Control Of BLDC Motor With The Help Of Pulse Width Modulation*.

Staan D'souza. (2004). *Sensored BLDC Motor Control Using dsPIC30F2010. Microchip Technology*.

Varsani Anis. (2003). *Low Cost Brushless DC Controller*.

Salah, Wael A., Dahaman Ishak. 2011. *Development of a BLDC motor drive with improved output characteristics*. Universiti Sains Malaysia

LAMPIRAN

1. Listing Program

Program pada visual studio

```
Imports System
Imports System.ComponentModel
Imports System.Threading
Imports System.IO.Ports
Imports Mitov.PlotLab
Imports Excel = Microsoft.Office.Interop.Excel

Public Class Form1
    Dim comOpen As Boolean           'Keeps track of the port status. True =
Open; False = Closed
    Dim readbuffer As String        'Buffer of whats read from the serial port
    Dim time As Integer = 0
    Dim timeSet As Integer
    Dim ExcelReady As Boolean
    Dim strFileName As String
    Dim Running As Boolean
    Dim Mode As Boolean
    Dim ModeMotor As Boolean

    Dim plotVolt As Double
    Dim plotCurrent As Double
    Dim plotCurrentMax As Double = 3000
    Dim plotWatt As Double
    Dim plotRPM As Double
    Dim plotSpeed As Double
    Dim WAdd As Double
    Dim WR As Double
    Dim WS As Double
    Dim timing As Integer = 1
    Dim CurrentCode As Integer = 4000

    Dim PWMData() As Integer = {0, 25, 51, 76, 102, 127, 153, 178, 204,
229, 255}

    Dim APP As Microsoft.Office.Interop.Excel.Application
    Dim worksheet As Microsoft.Office.Interop.Excel.Worksheet
    Dim workbook As Microsoft.Office.Interop.Excel.Workbook

    Private Declare Function GetAsyncKeyState Lib "user64" (ByVal vkey As
Long) As Integer

    Dim PWMSetValue() As String

    Dim UseExcel As Boolean = False
    Dim y As Integer = 2

    Private Sub Form1_Load(sender As Object, e As EventArgs) Handles
MyBase.Load
```

```

Timer2.Interval = 1000

Scope1.XAxis.AxisLabel.Text = "Sampling"
Scope1.YAxis.AxisLabel.Text = "Amplitude"
Connect()
ExcelDeactivation.Checked = True
ModeSegment.Text = "PORT SETT"
PWMValSegment.Value = PWMVal.Value

STR.Enabled = False
STP.Enabled = False
End Sub

Private Sub ButtonX1_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles
RefreshButton.Click
    Connect()
End Sub

Public Sub Connect()
    'Get all connected serial ports
    Dim comPorts As String() = System.IO.Ports.SerialPort.GetPortNames

    If comPorts.Count < 1 Then
        'If there are not ports connected, show an error and close the
program.
        MessageBox.Show("Tidak ada Port terdeteksi, Silahkan cek ulang
konektivitas Port Anda !!!", "Port Tidak Terdeteksi", MessageBoxButtons.OK,
MessageBoxIcon.Warning)
        ConnectSwitch.Enabled = False
        'Control.Enabled = False
    Else
        cmbPort.Items.Clear()
        cmbPort.Items.AddRange(comPorts)
        cmbPort.Text = comPorts(0)
        ConnectSwitch.Enabled = True
        'Control.Enabled = True
        ModeSegment.Text = "READY"
    End If
End Sub

Public Sub DoConnect()
    'Setup the serial port connection
    With SerialPort1()
        .PortName = cmbPort.Text                'Selected Port
        .BaudRate = CInt(cmbBaud.Text)          'Baud Rate. 9600 is
default.
        .Parity = IO.Ports.Parity.None
        .DataBits = 8
        .StopBits = IO.Ports.StopBits.One
        .Handshake = IO.Ports.Handshake.None
        .RtsEnable = False
        .ReceivedBytesThreshold = 1
        .NewLine = vbCrLf
        .ReadTimeout = 10000
    End With

    'Try to open the selected port...

```

```

Try
    SerialPort1.Open()
    comOpen = SerialPort1.IsOpen
Catch ex As Exception
    comOpen = False
    MsgBox("Error Open: " & ex.Message)
End Try

'btnDisconnect.Enabled = True
'btnConnect.Enabled = False
cmbBaud.Enabled = False
cmbPort.Enabled = False
End Sub

Public Sub DoDisconnect()
'Graceful disconnect if port is open
If comOpen Then
    SerialPort1.DiscardInBuffer()
    SerialPort1.Close()

'Reset our flag and controls
comOpen = False
'btnDisconnect.Enabled = False
'btnConnect.Enabled = True
cmbBaud.Enabled = True
cmbPort.Enabled = True

End If
End Sub

Private Sub SerialPort1_DataReceived(ByVal sender As System.Object,
ByVal e As System.IO.Ports.SerialDataReceivedEventArgs) Handles
SerialPort1.DataReceived
    If comOpen Then

        Try
            'Send data to a new thread to update the ph display
            readbuffer = SerialPort1.ReadLine()
            Me.Invoke(New EventHandler(AddressOf updateTemp))
        Catch ex As Exception
            'Otherwise show error. Will display when disconnecting.
            'MsgBox(ex.Message)
        End Try
    End If
End Sub

Public Sub updateTemp(ByVal sender As Object, ByVal e As
System.EventArgs)
'Update ph display as it comes in
Dim read As String
Dim aryTextFile() As String

read = readbuffer.Replace(vbCr, "").Replace(vbLf, "")
aryTextFile = read.Split("|")

If Running = True Then

```

```

plotVolt = aryTextFile(0).Replace(".", ",")
plotCurrent = aryTextFile(1).Replace(".", ",")
plotRPM = aryTextFile(2).Replace(".", ",")

VoltageGauge.Value = plotVolt 'aryTextFile(0)
CurrentGauge.Value = plotCurrent 'aryTextFile(1)

RGAuge.Value = plotRPM 'aryTextFile(2)

WGauge.Value = VoltageGauge.Value * CurrentGauge.Value
plotWatt = WGauge.Value.ToString.Replace(".", ",")

If aryTextFile(3) = "0" Then
    ModeMotor = True
    EcoLed.Value = 1000
    SportLed.Value = 0
End If

If aryTextFile(3) = "1" Then
    ModeMotor = False
    EcoLed.Value = 0
    SportLed.Value = 1000
End If

End If

'SpeedGauge.Value = RPMGauge.Value * radiantm.Text

'If aryTextFile(0) >= 300 Then
'ModeSegment.Text = aryTextFile(0)
'End If

'Label15.Text = aryTextFile(0)
'Jarak.Text = aryTextFile(0).Replace(".", ",")
'plotScopeA = Jarak.Text

End Sub

Private Sub ConnectSwitch_ValueChanged(sender As Object, e As
EventArgs) Handles ConnectSwitch.ValueChanged
    If ConnectSwitch.Value = True Then
        DoConnect()
        RefreshButton.Enabled = False
        STR.Enabled = True
        STP.Enabled = True
    End If

    If ConnectSwitch.Value = False Then
        DoDisconnect()
        RefreshButton.Enabled = True
        STR.Enabled = False
        STP.Enabled = False
        Timer1.Enabled = False
        Timer2.Enabled = False
    End If

```



```

End Sub

Private Sub LoadExcel_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles
LoadExcel.Click
    OpenFileDialog1.Filter = "Excel (*.xlsx)|*.xlsx"
    If OpenFileDialog1.ShowDialog() = DialogResult.OK Then
        namafile.Text = OpenFileDialog1.FileName
    End If

    If namafile.Text <> "" Then
        APP = New Microsoft.Office.Interop.Excel.Application
        workbook = APP.Workbooks.Open(namafile.Text)
        worksheet = workbook.Worksheets("sheet1")
        ModeSegment.Text = "EXCEL OK"
    End If
End Sub

Private Sub ExcelActivation_CheckedChanged(sender As Object, e As
EventArgs) Handles ExcelActivation.CheckedChanged
    If ExcelActivation.Checked = True Then
        LoadExcel.Enabled = True
        namafile.Enabled = True
        UseExcel = True
    End If

    ExcelReady = True

End Sub

Private Sub ExcelDeactivation_CheckedChanged(sender As Object, e As
EventArgs) Handles ExcelDeactivation.CheckedChanged
    If ExcelDeactivation.Checked = True Then
        LoadExcel.Enabled = False
        namafile.Enabled = False
        UseExcel = False
    End If

    ExcelReady = False
    ModeSegment.Text = "EXCEL STOP"
End Sub

Private Sub ModeSwitch_ValueChanged(sender As Object, e As EventArgs)
Handles ModeSwitch.ValueChanged
    If ModeSwitch.Value = True Then
        ModeSegment.Text = "Control  MODE"
        Mode = True
    End If

    If ModeSwitch.Value = False Then
        ModeSegment.Text = "Driver  MODE"
        Mode = False
    End If
End Sub

Private Sub PWMVal_ValueChanged(sender As Object, e As EventArgs)
Handles PWMVal.ValueChanged

```

```
PWMValSegment.Value = PWMData(PWMVal.Value)

If ModeSwitch.Value = True Then
    SerialPort1.WriteLine("1000")
End If

If ModeSwitch.Value = False Then
    SerialPort1.WriteLine("1500")
End If

If Running = True Then
    CurrentCode = PWMValSegment.Value + 4000
    SerialPort1.WriteLine(CurrentCode)
End If

End Sub

Private Sub EmergencButton_Click(sender As Object, e As EventArgs)
    If ModeSwitch.Value = True Then
        SerialPort1.WriteLine("1000")
    End If

    If ModeSwitch.Value = False Then
        SerialPort1.WriteLine("1500")
    End If

    If Running = True Then
        SerialPort1.WriteLine(4000)
    End If

    PWMVal.Value = 0
End Sub

Private Sub STR_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles
STR.Click
    'mode Control
    If Mode = True Then
        SerialPort1.WriteLine("1000")
        ModeSegment.Text = "Control RUN"
    End If

    'mode Driver
    If Mode = False Then
        SerialPort1.WriteLine("1500")
        ModeSegment.Text = "Driver RUN"
    End If

    WAdd = 0
    WR = 0
    WS = 0
    Timer1.Enabled = True
    Timer2.Enabled = True
    Running = True
End Sub
```

```

Private Sub STP_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles
STP.Click
    SerialPort1.WriteLine("2000")
    Timer1.Enabled = False
    Timer2.Enabled = False
    EcoLed.Value = 0
    SportLed.Value = 0
    Running = False

    y = 0

    timing = 0
End Sub

Private Sub OkPWM_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles
OkPWM.Click
    PWMData(0) = PWM1.Text
    PWMData(1) = PWM2.Text
    PWMData(2) = PWM3.Text
    PWMData(3) = PWM4.Text
    PWMData(4) = PWM5.Text
    PWMData(5) = PWM6.Text
    PWMData(6) = PWM7.Text
    PWMData(7) = PWM8.Text
    PWMData(8) = PWM9.Text
    PWMData(9) = PWM10.Text
    PWMData(10) = PWM11.Text

End Sub

Private Sub TimeOkExcel_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles
TimeOkExcel.Click
    Timer1.Interval = TimeBoxExcel.Text
    TPlot.Text = TimeBoxExcel.Text
End Sub

Private Sub Timer1_Tick(sender As Object, e As EventArgs) Handles
Timer1.Tick
    time = time + 1

    Scope1.Channels(0).Data.AddXYPoint(time, PlotVolt)
    Scope1.Channels(1).Data.AddXYPoint(time, plotCurrent)
    Scope1.Channels(2).Data.AddXYPoint(time, plotWatt)
    'Scope1.Channels(3).Data.AddXYPoint(time, plotRPM)
    'Scope1.Channels(4).Data.AddXYPoint(time, plotSpeed)

If ExcelReady = True Then
    worksheet.Cells(y, 1).Value = TimeString
    worksheet.Cells(y, 2).Value = VoltageGauge.Value
    worksheet.Cells(y, 3).Value = CurrentGauge.Value
    worksheet.Cells(y, 4).Value = WGauge.Value
    worksheet.Cells(y, 5).Value = WHGauge.Value
    worksheet.Cells(y, 6).Value = plotRPM

    If EcoLed.Value = 1000 Then

```

```
        worksheet.Cells(y, 7).Value = "Control"
    End If

    If SportLed.Value = 1000 Then
        worksheet.Cells(y, 7).Value = "Driver"
    End If

    workbook.Save()

    y = y + 1
End If

End Sub

Private Sub ButtonX1_Click_1(sender As Object, e As EventArgs)
    PWMData = {0, 25, 51, 76, 102, 127, 153, 178, 204, 229, 255}

    PWM1.Text = PWMData(0)
    PWM2.Text = PWMData(1)
    PWM3.Text = PWMData(2)
    PWM4.Text = PWMData(3)
    PWM5.Text = PWMData(4)
    PWM6.Text = PWMData(5)
    PWM7.Text = PWMData(6)
    PWM8.Text = PWMData(7)
    PWM9.Text = PWMData(8)
    PWM10.Text = PWMData(9)
    PWM11.Text = PWMData(10)
End Sub

Private Sub Timer2_Tick(sender As Object, e As EventArgs) Handles
Timer2.Tick
    'WS = WS + 1

    WAdd = WAdd + plotWatt
    'Label16.Text = WAdd
    WR = WAdd / timing
    'Label17.Text = WR
    WHGauge.Value = (WR * timing) / 3600
    WHGauge.Value = WHGauge.Value.ToString.Replace(".", ",")

    timing = timing + 1
End Sub

Private Sub Scope1_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles
Scope1.Click

End Sub

Private Sub TextBox1_TextChanged(sender As Object, e As EventArgs)
Handles Jarak.TextChanged
    EConvert.Value = Jarak.Text / (WHGauge.Value * 1000)
End Sub

Private Sub SendCurrent_Click_1(sender As Object, e As EventArgs)
Handles SendCurrent.Click
    plotCurrentMax = CurrentMaxValue.Text + 3000
```

```

        SerialPort1.WriteLine(plotCurrentMax)
    End Sub

```

```
End Class
```

Program pada arduino

1.pada slave arduino 1

```
#include <Wire.h>
```

```
char t[10]; //empty array where to put the numbers going to the master
volatile int Val; // variable used by the master to sent data to the slave
```

```
void setup() {
    Serial.begin(9600);
    Wire.begin(10);          // join i2c bus with address #8
    Wire.onRequest(requestEvent); // register event
}

```

```
void loop() {
    int pwmi = analogRead(A2);
    dtostrf(pwmi, 3, 2, t); //converts the float or integer to a string. (floatVar,
    minStringWidthIncDecimalPoint, numVarsAfterDecimal, empty array);
    Serial.println(pwmi);
}

```

```
void requestEvent() {
    Wire.write(t); // respond with message of 6 bytes
}

```

2.Pada arduino slave 2

```
#include <Wire.h>
```

```
volatile byte half_revolutions;
unsigned int rpm;
unsigned long timeold;
float avgrpm;
int a = 0;
```

```
char t[10]; //empty array where to put the numbers going to the master
volatile int Val; // variable used by the master to sent data to the slave
```

```
void setup() {
    Serial.begin(9600);
    Wire.begin(8);          // join i2c bus with address #8
}

```

```
Wire.onRequest(requestEvent); // register event
attachInterrupt(0, rpm_fun, RISING);
half_revolutions = 0;
rpm = 0;
timeold = 0;
avgrpm = 0;
}

void loop() {

if (half_revolutions >= 1) {
  rpm = 30 * 1000 / (millis() - timeold) * half_revolutions;
  timeold = millis();
  half_revolutions = 0;
  avgrpm = avgrpm + rpm;
  a++;
}

if (a > 3) {
  avgrpm = avgrpm / 3;
  avgrpm =(0.7566 * avgrpm) - 5.2545;
  //avgrpm = (0.3615 * avgrpm) - 1.7716;
  //buffer[0] = avgrpm;
  dtostrf(avgrpm,3, 2, t); //converts the float or integer to a string. (floatVar,
minStringWidthIncDecimalPoint, numVarsAfterDecimal, empty array);
  Serial.println(t);
  avgrpm = 0;
  a = 0;
}
}

void rpm_fun()
{
  half_revolutions++;
}

void requestEvent() {
  //Wire.write((uint8_t)avgrpm);

  //avgrpm >>= 8;
  //Wire.write((uint8_t)avgrpm);

  Wire.write(t); // respond with message of 6 bytes
  //Serial.println("GO");
  // as expected by master
```

3. Pada Master arduino

```
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_INA219.h>

Adafruit_INA219 ina219;

#if defined(ARDUINO_ARCH_SAMD)
#define Serial SerialUSB
#endif

char t[10] = {}; //empty array where to put the numbers coming from the slave
char d[10] = {}; //empty array where to put the numbers coming from the slave
volatile int Val; // variable used by the master to sent data to the slave

int numbered = 0;
boolean driver = false;

float avgrpm;
int a = 0;
float rpmsave = 0;

float tegangan = 0;
float current_mA = 0;
int number = 0;
int ArusCut = 10;

int PWMPin = 9;
int RelayPin = 8;
int LastStatus;
float LastPWM = 0;
float savePWM = 0;
int PWMR = 0;

void setup()
{
  Wire.begin(); // join i2c bus (address optional for master)

  pinMode(PWMPin, OUTPUT);
  analogWrite(PWMPin, 0);

  Serial.begin(57600);
  avgrpm = 0;

#ifdef ESP8266
```

```
while (!Serial); // will pause Zero, Leonardo, etc until serial console opens
#endif
uint32_t currentFrequency;

ina219.begin();

}

void bacaSerial() {
  if ( Serial.available() > 0 )
  {
    static char input[16];
    static uint8_t i;
    char c = Serial.read();

    if ( c != '\r' && i < 15 )
      input[i++] = c;

    else
    {
      input[i] = '\0';
      i = 0;

      number = atoi(input);

      //Serial.println(number);
    }
  }
}

void PWMRead() {
  bacaSerial();

  if (number >= 4000 && driver == false) {
    number = number - 4000;

    if (number <= 255 && driver == false) {
      savePWM = number;
      LastPWM = number;
      analogWrite(PWMPin, number);
      number = LastStatus;
    }
  }
}
```



```
if (number > 1000 && driver == true) {
  number = 1500;
}

if (number == 1000 && driver == true) {
  number = 1000;
}

if (number >= 3000 && number < 4000 && driver == false) {
  number = number - 3000;
  ArusCut = number;
  number = LastStatus;
}
}

void loop() {
  bacaSerial();

  if (number == 1000) {
    driver = false;
    LastStatus = 1000;
    bacaData();
    analogWrite(PWMPin, LastPWM);
    PWMRead();

    if (current_mA >= ArusCut) {

      PWMRead();
      analogWrite(PWMPin, 0);

      for (int d = 0; d <= 60; d++) {
        PWMRead();
        delay(50);
        PWMRead();
      }
      PWMRead();

    }

    Serial.print("0");
    Serial.print("|");
    Serial.print(ArusCut);
    Serial.print("|");
    Serial.println(LastPWM);
    PWMRead();
  }
}
```

```
}

if (number == 1500) {
  LastStatus = 1500;
  driver = true;
  LastPWM = 0;

  PWMRead();
  bacaData();
  PWMRead();

  pwmi();

  LastPWM = map(PWMR, 0, 1023, 0, 255) ;
  LastPWM = constrain(LastPWM,0,255);
  analogWrite(PWMPin, LastPWM);

  Serial.print("1");
  Serial.print("|");
  Serial.print(ArusCut);
  Serial.print("|");
  Serial.println(LastPWM);
  PWMRead();
}

if (number == 2000) {
  bacaSerial();
  bacaData();
  LastPWM = 0;
  analogWrite(PWMPin, LastPWM);

  Serial.print("2");
  Serial.print("|");
  Serial.print(ArusCut);
  Serial.print("|");
  Serial.println(LastPWM);

}

}

}

void bacaData() {
  bacaV();
  bacaA();
}
```

```
//rpm2c();

if (current_mA <= 0.13) {
  avgrpm = 0;
  Serial.print("0");
  Serial.print("|");
}

if (current_mA >= 0.13) {
  rpm2c();
  Serial.print("|");
}

//rpm2c();
//bacaRPM();
}

void rpm2c() {
  Wire.requestFrom(8, 3); // request 3 bytes from slave device #8

  //gathers data coming from slave
  int i = 0; //counter for each bite as it arrives
  while (Wire.available()) {
    t[i] = Wire.read(); // every character that arrives it put in order in the empty
array "t"
    i = i + 1;
  }

  avgrpm = atoi(t);
  Serial.print(avgrpm); //shows the data in the array t

  //Serial.print("0"); //shows the data in the array t
  //delay(100); //give some time to relax
}

void pwmi() {
  Wire.requestFrom(10, 3); // request 3 bytes from slave device #8

  //gathers data coming from slave
  int i = 0; //counter for each bite as it arrives
  while (Wire.available()) {
    d[i] = Wire.read(); // every character that arrives it put in order in the empty
array "t"
```

```
    i = i + 1;
  }

  PWMR = atoi(d);
}

void bacaV() {
  tegangan = 0;
  for (int v = 0; v <= 22; v++) {
    tegangan = tegangan + analogRead(A1);
  }

  //tegangan = tegangan / 20; //(0.0407 * (tegangan / 20)) + 8.5612;
  //tegangan = (0.0544 * (tegangan / 22 )) - 2.1579; //- 1.4279;
  //tegangan = (0.0605 * (tegangan / 22)) - 10.818;
  //tegangan = (0.0541 * (tegangan / 22)) - 1.3779;

  if (tegangan <= 10)
    tegangan = 0;

  //Serial.print((tegangan / 22) / 19.36);
  Serial.print((tegangan / 22) / 17.86);
  Serial.print("|");
}

void bacaA() {
  current_mA = 0;

  for (int a = 1; a <= 300; a++) {
    current_mA = current_mA + ina219.getCurrent_mA();
  }

  //current_mA = current_mA / 300;
  //current_mA = (1.3552 * (current_mA / 300)) + 0.0416 ;
  //current_mA = (0.2465 * (current_mA / 300)) - 0.0462;
  current_mA = (0.1828 * (current_mA / 300)) + 0;

  //current_mA = (1.2251 * current_mA) + 0.039;
  Serial.print(current_mA);
  Serial.print("|");
}
```

2. Dokumentasi

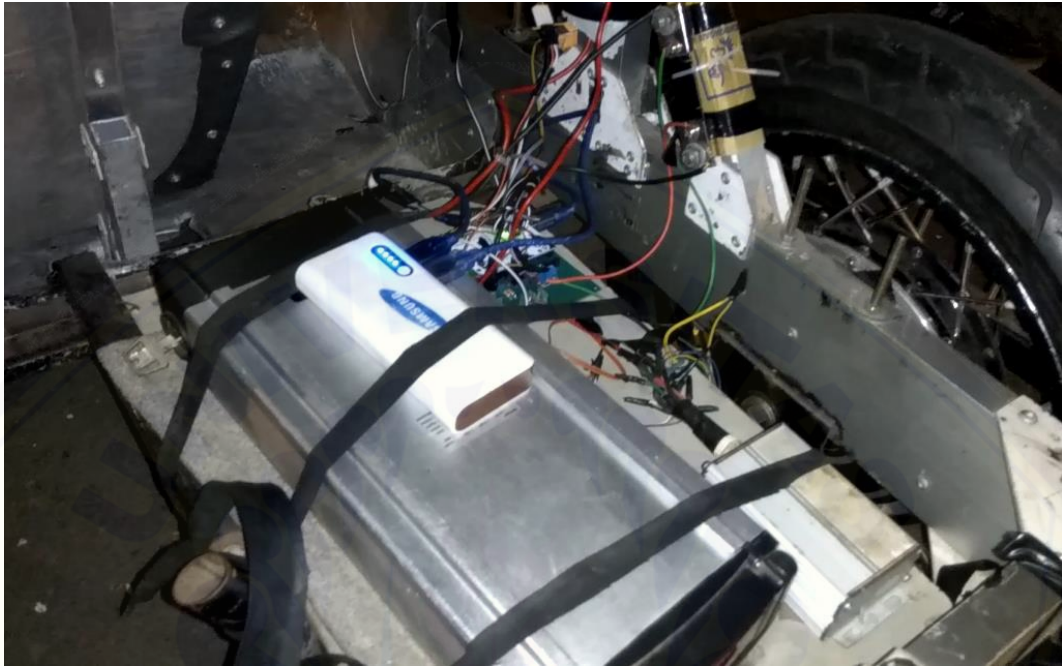
1. Gambar Tampilan Visual Basic



2. Gambar ketika pengujian Mobil jalan

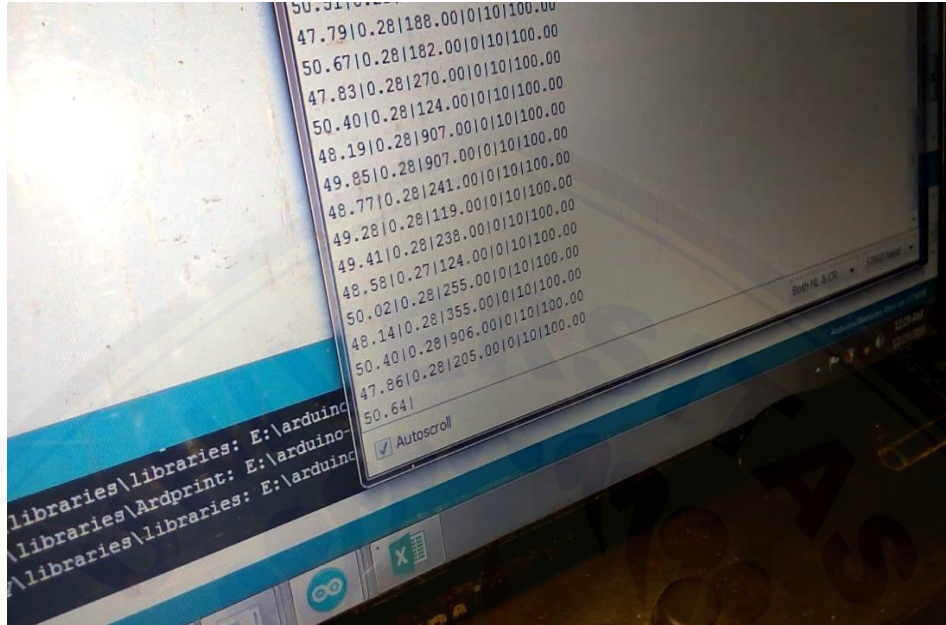


3. Gambar Rangkaian pada mobil



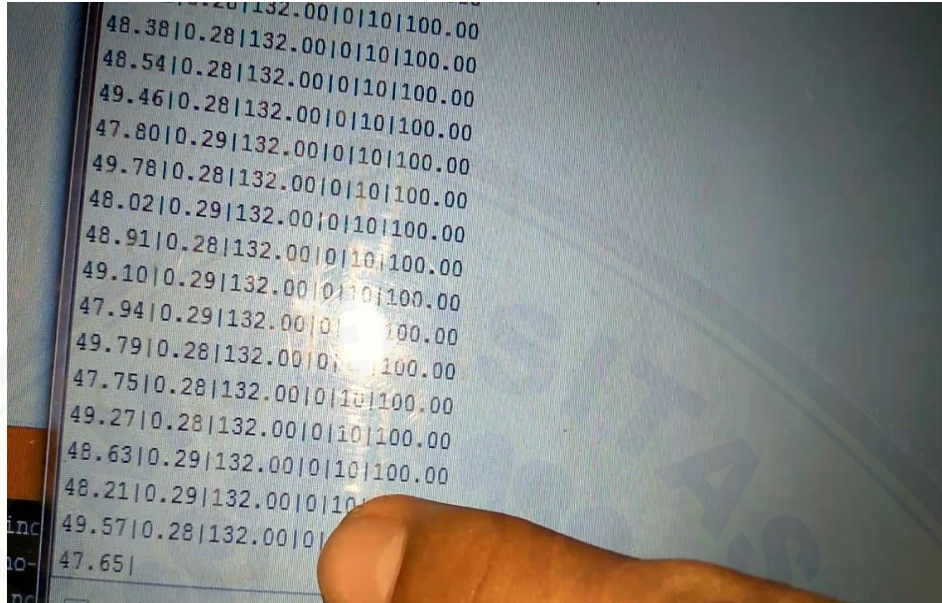
4. Gambar Kalibrasi Tegangan





5. Gambar Kalibrasi RPM





3.Data Pengujian

1.dengan mode driver

Waktu	Tegangan	Arus	Daya	Wh	RPM
0:38:43	47,89	0,13	6,2257	0	0
0:38:44	47,89	0,13	6,2257	0,001729	0
0:38:45	47,94	0,13	6,2322	0,003459	0
0:38:46	47,94	0,13	6,2322	0,00519	0
0:38:47	47,92	0,13	6,2296	0,006921	0
0:38:48	48,48	0,13	6,3024	0,008678	0
0:39:08	46,25	3,74	172,975	0,279449	29
0:39:09	46,4	3,41	158,224	0,322369	48
0:39:10	46,59	3,06	142,5654	0,363444	57
0:39:11	46,62	2,94	137,0628	0,403046	57
0:39:12	46,64	2,78	129,6592	0,440819	63
0:39:13	46,86	2,54	119,0244	0,475254	67
0:39:14	47,17	2,35	110,8495	0,508317	73
0:39:15	46,84	2,46	115,2264	0,540064	75
0:39:16	46,95	2,33	109,3935	0,570451	75
0:39:17	47,04	1,95	91,728	0,597606	80

0:39:18	48	1,53	73,44	0,61854	90
0:39:19	48,16	1,59	76,5744	0,63981	95
0:39:20	47,06	1,64	77,1784	0,661865	97
0:39:21	47,14	1,9	89,566	0,685259	94
0:39:22	47,13	1,82	85,7766	0,710139	90
0:39:23	47,13	1,72	81,0636	0,733714	91
0:39:24	47,08	1,75	82,39	0,75744	93
0:39:25	47,12	1,74	81,9888	0,780326	92
0:39:26	43,31	9,19	398,0189	0,904357	111
0:39:27	44,13	7,77	342,8901	0,999604	150
0:39:28	44,13	7,77	342,8901	1,094851	150
0:39:29	44,13	7,77	342,8901	1,190098	150
0:39:30	44,13	7,77	342,8901	1,285346	150
0:39:31	44,5	12,77	568,265	1,443197	150
0:39:32	44,5	12,77	568,265	1,601048	150
0:39:33	44,5	12,77	568,265	1,7589	150
0:39:34	43,17	12,37	534,0129	1,916751	260
0:39:35	47,96	8,83	423,4868	1,918497	197
0:39:36	47,96	8,83	423,4868	2,036132	197
0:39:37	47,96	8,83	423,4868	2,153768	197
0:39:38	47,96	8,83	423,4868	2,271403	197
0:39:39	42,25	12,78	539,955	2,389038	213
0:39:40	47,94	9,23	442,4862	2,390784	156
0:39:41	47,94	9,23	442,4862	2,513697	156
0:39:42	47,94	9,23	442,4862	2,63661	156
0:39:43	47,94	9,23	442,4862	2,759523	156
0:39:44	42,33	12,83	543,0939	2,882436	178
0:39:45	48,35	9,63	465,6105	3,033295	114
0:39:46	48,35	9,63	465,6105	3,162631	114
0:39:47	48,35	9,63	465,6105	3,291968	114
0:39:48	48,35	9,63	465,6105	3,421304	114
0:39:49	42,28	12,81	541,6068	3,57175	114
0:39:50	47,96	9,83	471,4468	3,573496	89
0:39:51	47,96	9,83	471,4468	3,704454	89
0:39:52	47,96	9,83	471,4468	3,835411	89
0:39:53	47,96	9,83	471,4468	3,966369	89
0:39:54	48,35	0,13	6,2855	4,11823	79
0:39:55	48,21	9,83	473,9043	4,119976	79
0:39:56	48,21	9,83	473,9043	4,251616	79
0:39:57	48,21	9,83	473,9043	4,383256	79
0:39:58	48,21	9,83	473,9043	4,514896	79

0:39:59	48,37	0,13	6,2881	4,665955	81
0:40:00	47,97	9,85	472,5045	4,797207	49
0:40:01	42,09	12,82	539,5938	4,948301	81
0:40:02	42,07	12,69	533,8683	5,098468	132
0:40:03	42,1	12,67	533,407	5,246764	169
0:40:04	42,08	12,62	531,0496	5,394278	201
0:40:05	42,08	12,62	531,0496	5,541792	201
0:40:06	42,9	10,37	444,873	5,672753	303
0:40:07	43,49	9,15	397,9335	5,786442	321
0:40:08	43,49	9,15	397,9335	5,896979	321
0:40:09	44,39	7,52	333,8128	5,993075	343
0:40:10	44,58	6,82	304,0356	6,082633	356
0:40:11	44,83	6,7	300,361	6,167087	356
0:40:12	44,7	6,58	294,126	6,252226	359
0:40:13	45,51	6,24	283,9824	6,330275	364
0:40:14	45,07	6,42	289,3494	6,409159	367
0:40:15	44,77	6,09	272,6493	6,485782	366
0:40:16	44,96	6,33	284,5968	6,564837	368
0:40:17	45,75	5,97	273,1275	6,642348	368
0:40:18	44,9	6,23	279,727	6,721486	368
0:40:19	44,75	6,28	281,03	6,79955	366
0:40:20	45,77	6,1	279,197	6,875371	370
0:40:21	44,88	6,11	274,2168	6,951508	367
0:40:22	44,8	6,12	274,176	7,027679	368
0:40:23	45,62	6,13	279,6506	7,103545	368
0:40:24	44,84	6,24	279,8016	7,181268	366
0:40:25	44,57	6,94	309,3158	7,257075	355
0:40:26	43,95	8,8	386,76	7,350999	332
0:40:27	43,33	9,47	410,3351	7,458432	310
0:40:28	42,9	10,95	469,755	7,582249	295
0:40:29	42,09	11,95	502,9755	7,726428	270
0:40:30	42,35	12,29	520,4815	7,866143	275
0:40:31	41,93	12,75	534,6075	8,013601	252
0:40:32	42,09	12,29	517,2861	8,158705	245
0:40:33	42,03	12,34	518,6502	8,302396	259
0:40:34	42,77	10,67	456,3559	8,437387	290
0:40:35	42,45	9,57	406,2465	8,551171	307
0:40:36	43,45	9,1	395,395	8,664017	306
0:40:37	43,71	7,93	346,6203	8,767937	332
0:40:38	44,05	7,31	322,0055	8,864221	339
0:40:39	44,29	7,31	323,7599	8,956275	340

0:40:40	44,23	7,04	311,3792	9,042769	343
0:40:41	44,28	6,54	289,5912	9,123898	353
0:40:42	44,65	6,66	297,369	9,204681	353
0:40:43	44,5	0,79	35,155	9,214446	346
0:40:44	47,32	0,51	24,1332	9,220494	321
0:40:45	47,21	0,93	43,9053	9,228775	290
0:40:46	46,94	1,26	59,1444	9,24097	280
0:40:47	46,74	2,16	100,9584	9,266005	264
0:40:48	46,44	2,68	124,4592	9,300577	260
0:40:49	46,37	3,08	142,8196	9,338091	249
0:40:50	47,14	3,28	154,6192	9,377925	243
0:40:51	46,09	3,28	151,1752	9,419918	240
0:40:52	45,97	3,7	170,089	9,463647	236
0:40:53	46,28	3,81	176,3268	9,512341	231
0:40:54	45,7	3,9	178,23	9,561849	229
0:40:55	45,68	3,78	172,6704	9,612567	228
0:40:56	46,11	3,93	181,2123	9,662886	227
0:40:57	45,68	4	182,72	9,713223	226
0:40:58	45,72	3,97	181,5084	9,763206	225
0:40:59	45,66	4,24	193,5984	9,816984	223
0:41:00	46,46	3,9	181,194	9,86818	225
0:41:01	45,65	4,18	190,817	9,919928	226
0:41:02	45,65	4,18	190,817	9,972932	226
0:41:03	45,72	3,81	174,1932	10,02377	228
0:41:04	45,74	1	45,74	10,07172	231
0:41:05	46,68	4,1	191,388	10,12489	231
0:41:06	45,37	4,48	203,2576	10,1806	217
0:41:07	45,58	4,21	191,8918	10,23463	218
0:41:08	45,91	4,03	185,0173	10,28793	222
0:41:09	45,86	3,6	165,096	10,33697	234
0:41:10	45,81	3,52	161,2512	10,38177	237
0:41:11	45,94	3,69	169,5186	10,42656	235
0:41:12	45,87	3,47	159,1689	10,47428	238
0:41:13	45,9	3,46	158,814	10,51849	238
0:41:14	45,94	3,41	156,6554	10,56217	240
0:41:15	46	3,33	153,18	10,60456	243
0:41:16	46,08	3,31	152,5248	10,64711	244
0:41:17	46,05	3,34	153,807	10,6879	244
0:41:18	45,95	3,31	152,0945	10,73014	241
0:41:19	46	3,38	155,48	10,77438	240
0:41:20	45,99	3,39	155,9061	10,81715	242

0:41:21	45,94	3,36	154,3584	10,86046	241
0:41:22	46,66	3,33	155,3778	10,90335	241
0:41:23	45,96	3,33	153,0468	10,94456	243
0:41:24	46,04	3,42	157,4568	10,98707	242
0:41:25	45,9	3,43	157,437	11,03077	240
0:41:26	45,93	3,43	157,5399	11,07412	240
0:41:27	45,83	3,52	161,3216	11,11789	240
0:41:28	45,85	3,44	157,724	11,16308	238
0:41:29	45,87	3,35	153,6645	11,20576	240
0:41:30	45,84	3,35	153,564	11,24845	241
0:41:31	45,77	3,48	159,2796	11,29281	240
0:41:32	45,76	3,55	162,448	11,33705	239
0:41:33	45,8	3,6	164,88	11,38127	240
0:41:34	45,69	3,68	168,1392	11,42797	237
0:41:35	45,64	3,62	165,2168	11,47496	234
0:41:36	45,83	3,6	164,988	11,52121	234
0:41:37	45,82	3,56	163,1192	11,56407	237
0:41:38	45,99	3,3	151,767	11,60938	239
0:41:39	45,67	3,61	164,8687	11,65721	231
0:41:40	46,34	3,58	165,8972	11,7033	234
0:41:41	46,3	3,7	171,31	11,74846	234
0:41:42	46,03	3,32	152,8196	11,78928	246
0:41:43	45,8	3,53	161,674	11,83173	240
0:41:44	45,71	3,66	167,2986	11,87749	235
0:41:45	46,27	3,64	168,4228	11,92428	234
0:41:46	45,44	4,3	195,392	11,9743	223
0:41:47	45,15	4,17	188,2755	12,02748	220
0:41:48	45,21	4,19	189,4299	12,0801	222
0:41:49	45,74	4,26	194,8524	12,13476	217
0:41:50	45,31	4,02	182,1462	12,18957	220
0:41:51	45,5	4,02	182,44	12,24017	225
0:41:52	45,49	3,77	171,4973	12,28806	230
0:41:53	45,59	3,71	169,1389	12,33755	231
0:41:54	45,55	3,85	175,3675	12,38453	234
0:41:55	46,23	3,68	170,1264	12,43223	233
0:41:56	45,7	3,61	164,977	12,47806	234
0:41:57	45,68	3,7	169,016	12,52349	237
0:41:58	45,5	3,94	179,27	12,57268	232
0:41:59	45,46	3,97	180,4762	12,62281	230
0:42:00	46,35	3,75	173,8125	12,6724	229
0:42:01	45,52	3,91	177,9832	12,72238	231

0:42:02	45,62	3,76	171,5312	12,77182	231
0:42:03	45,57	3,73	169,9761	12,81894	233
0:42:04	45,57	3,89	177,2673	12,86818	230
0:42:05	45,44	3,62	164,4928	12,91726	230
0:42:06	45,46	3,63	165,0198	12,96507	232
0:42:07	46,27	3,85	178,1395	13,01455	232
0:42:08	45,36	3,96	179,6256	13,06409	229
0:42:09	45,51	3,87	176,1237	13,11251	230
0:42:10	46,11	3,9	179,829	13,16246	228
0:42:11	45,36	4,18	189,6048	13,21518	224
0:42:12	45,37	4	181,48	13,26804	224
0:42:13	45,55	4,2	191,31	13,31845	224
0:42:14	45,38	3,91	177,4358	13,36882	225
0:42:15	45,8	4,13	189,154	13,41811	223
0:42:16	45,33	4,16	188,5728	13,47049	221
0:42:17	45,28	4,06	183,8368	13,52379	221
0:42:18	45,43	4,02	182,6286	13,57485	225
0:42:19	46,21	3,91	180,6811	13,62402	226
0:42:20	45,52	3,89	177,0728	13,67502	230
0:42:21	45,51	3,97	180,6747	13,72421	232
0:42:22	45,38	4,25	192,865	13,77516	223
0:42:23	45,38	4,25	192,865	13,82873	223
0:42:24	45,38	4,25	192,865	13,8823	223
0:42:25	45,38	4,25	192,865	13,93588	223
0:42:26	45,38	4,25	192,865	13,98945	223
0:42:27	45,38	4,25	192,865	14,04302	223
0:42:28	45,65	3,71	169,3615	14,11919	236
0:42:29	45,63	3,66	167,0058	14,16624	234
0:42:30	45,63	3,66	167,0058	14,21263	234
0:42:31	45,8	3,36	153,888	14,25584	241
0:42:32	45,85	3,32	152,222	14,29858	240
0:42:33	45,81	3,36	153,9216	14,34095	241
0:42:34	45,79	3,38	154,7702	14,38394	242
0:42:35	45,77	3,39	155,1603	14,42684	241
0:42:36	45,77	3,39	155,1603	14,46994	241
0:42:37	45,73	3,23	147,7079	14,51304	242
0:42:38	45,74	3,47	158,7178	14,55552	241
0:42:39	45,69	3,32	151,6908	14,59766	241
0:42:40	45,85	3,15	144,4275	14,63988	245
0:42:41	45,71	3,33	152,2143	14,68085	243
0:42:42	45,72	3,49	159,5628	14,72359	240

0:42:43	45,63	3,47	158,3361	14,76757	239
0:42:44	45,58	3,57	162,7206	14,8122	237
0:42:45	45,65	3,38	154,297	14,85713	239
0:42:46	45,64	3,37	153,8068	14,89986	241
0:42:47	45,72	3,61	165,0492	14,94222	239
0:42:48	45,65	3,49	159,3185	14,98703	238
0:42:49	45,59	3,57	162,7563	15,03128	237
0:42:50	45,63	3,51	160,1613	15,0763	238
0:42:51	45,59	3,8	173,242	15,12442	236
0:42:52	45,52	3,81	173,4312	15,17232	234
0:42:53	45,53	3,66	166,6398	15,21915	234
0:42:54	45,44	3,78	171,7632	15,26544	234
0:42:55	45,64	3,63	165,6732	15,30966	237
0:42:56	46,66	3,49	162,8434	15,35521	238
0:42:57	46,25	3,67	169,7375	15,40044	235
0:42:58	45,71	2,97	135,7587	15,44479	246
0:42:59	45,75	3,52	161,04	15,48569	239
0:43:00	45,66	3,74	170,7684	15,53043	236
0:43:01	45,52	3,89	177,0728	15,57683	231
0:43:02	45,38	4,05	183,789	15,62788	226
0:43:03	45,26	4,12	186,4712	15,6795	222
0:43:04	45,81	4	183,24	15,72963	220
0:43:05	45,34	4,27	193,6018	15,78053	217
0:43:06	45,15	3,94	177,891	15,83289	219
0:43:07	45,82	4,02	184,1964	15,88195	225
0:43:08	45,68	3,64	166,2752	15,93311	227
0:43:09	45,36	3,86	175,0896	15,98552	223
0:43:10	45,43	3,85	174,9055	16,0341	229
0:43:11	46,35	3,83	177,5205	16,08502	229
0:43:12	45,95	3,68	169,096	16,13081	236
0:43:13	45,61	3,74	170,5814	16,17819	235
0:43:14	45,51	3,91	177,9441	16,22686	230
0:43:15	45,42	4,08	185,3136	16,27677	227
0:43:16	45,45	3,91	177,7095	16,32825	228
0:43:17	46,06	3,77	173,6462	16,37701	230
0:43:18	45,57	3,68	167,6976	16,42574	234
0:43:19	45,42	3,71	168,5082	16,47233	230
0:43:20	45,42	3,78	171,6876	16,52272	228
0:43:21	46,15	3,99	184,1385	16,57387	226
0:43:22	46,25	3,74	172,975	16,62282	231
0:43:23	45,64	3,73	170,2372	16,67142	231

0:43:24	45,44	3,91	177,6704	16,7187	228
0:43:25	45,55	3,9	177,645	16,76848	228
0:43:26	45,51	4	182,04	16,81905	228
0:43:27	45,39	4,02	182,4678	16,86962	226
0:43:28	45,95	4,05	186,0975	16,919	224
0:43:29	45,31	4,23	191,6613	16,96926	224
0:43:30	45,36	4,06	184,1616	17,02249	225
0:43:31	45,49	4,19	190,6031	17,07271	226
0:43:32	45,34	4,13	187,2542	17,12473	225
0:43:33	45,38	4,07	184,6966	17,17603	226
0:43:34	45,33	4,02	182,2266	17,23005	224
0:43:35	45,33	4,02	182,2266	17,28067	224
0:43:36	45,37	3,79	171,9523	17,3322	229
0:43:37	45,63	3,56	162,4428	17,37733	234
0:43:38	45,26	4,33	195,9758	17,42498	224
0:43:39	45,15	4,33	195,4995	17,47929	217
0:43:40	45,15	4,33	195,4995	17,5336	217
0:43:41	45,15	4,33	195,4995	17,5879	217
0:43:42	45,15	4,33	195,4995	17,64221	217
0:43:43	45,15	4,33	195,4995	17,69651	217
0:43:44	45,14	3,5	157,99	17,7404	240
0:43:45	45,56	3,44	156,7264	17,7861	236
0:43:46	45,7	3,52	160,864	17,82963	239
0:43:47	45,66	3,33	152,0478	17,87366	240
0:43:48	45,74	3,34	152,7716	17,9161	240
0:43:49	45,65	3,48	158,862	17,95916	239
0:43:50	45,67	3,55	162,1285	18,00377	238
0:43:51	45,65	3,45	157,4925	18,04752	240
0:43:52	45,8	3,28	150,224	18,08928	242
0:43:53	45,76	3,28	150,0928	18,13021	243
0:43:54	45,74	3,29	150,4846	18,1719	241
0:43:55	45,71	3,34	152,6714	18,21431	240
0:43:56	45,76	3,45	157,872	18,25817	240
0:43:57	45,73	3,34	152,7382	18,30211	240
0:43:58	45,72	3,4	155,448	18,34474	240
0:43:59	45,76	3,43	156,9568	18,38792	240
0:44:00	45,75	3,5	160,125	18,43126	237
0:44:01	46,35	3,44	159,444	18,47568	238
0:44:02	46,04	3,47	159,7588	18,52006	239
0:44:03	45,72	3,47	158,6484	18,56385	239
0:44:04	45,67	3,58	163,4986	18,60825	237

2.dengan mode control

a.Dengan kondisi jalan lurus

waktu	tegangan	arus	daya	wh	rpm
4:25:59	53,35	0	0	1,302992	0
4:26:00	52,96	0	0	1,302992	0
4:26:01	52,99	0,08	4,2392	1,30314	0
4:26:02	52,93	0,22	11,6446	1,304318	48
4:26:03	53,03	0,7	37,121	1,310205	48
4:26:04	52,93	1,08	57,1644	1,326084	48
4:26:05	53,08	1,71	90,7668	1,347089	48
4:26:06	52,44	1,88	98,5872	1,374475	48
4:26:07	52,12	2,78	144,8936	1,406809	48
4:26:08	52,22	2,93	153,0046	1,44931	53
4:26:09	52,26	3,49	182,3874	1,494956	88
4:26:10	52,01	3,77	196,0777	1,549422	113
4:26:11	52,82	4,37	230,8234	1,609746	134
4:26:12	52,18	4,5	234,81	1,674971	152
4:26:13	51,97	5,49	285,3153	1,747888	181
4:26:14	51,18	5,64	288,6552	1,82807	209
4:26:15	51,7	6,11	315,887	1,91143	232
4:26:16	50,98	6,76	344,6248	2,007159	251
4:26:17	52,07	3,82	198,9074	2,081909	253
4:26:18	52,12	3,13	163,1356	2,127224	253
4:26:19	52,24	1,86	97,1664	2,163233	253
4:26:20	53,03	1,18	62,5754	2,180615	259
4:26:21	53,23	0,76	40,4548	2,193559	248
4:26:22	52,3	1,39	72,697	2,213753	244
4:26:23	52,22	2,99	156,1378	2,243406	246
4:26:24	51,48	3,77	194,0796	2,297317	249
4:26:25	51,01	4,82	245,8682	2,357129	253
4:26:26	51,79	5,58	288,9882	2,437403	254

4:26:27	52,1	3,35	174,535	2,501609	255
4:26:28	52,07	2,45	127,5715	2,537046	265
4:26:29	52,16	1,6	83,456	2,580212	257
4:26:30	51,9	0,97	50,343	2,594196	253
4:26:31	51,73	1,68	86,9064	2,604075	254
4:26:32	52,49	2,49	130,7001	2,640381	254
4:26:33	51,72	3,92	202,7424	2,683181	254
4:26:34	51,38	4,7	241,486	2,75026	257
4:26:35	51,16	5,52	282,4032	2,821714	247
4:26:36	50,63	4,93	249,6059	2,907237	247
4:26:37	51,36	3,59	184,3824	2,976572	247
4:26:38	51,52	2,88	148,3776	3,017788	252
4:26:39	51,66	1,79	92,4714	3,052264	250
4:26:40	51,69	1,2	62,028	3,069358	249
4:26:41	52,22	1,92	100,2624	3,086588	242
4:26:42	51,3	3,63	186,219	3,126416	249
4:26:43	50,89	4,17	212,2113	3,185364	243
4:26:44	51,29	4,74	243,1146	3,252895	247
4:26:45	50,59	5,84	295,4456	3,334964	249
4:26:46	51,3	4,63	237,519	3,410777	249
4:26:47	51,05	3,79	193,4795	3,476754	249
4:26:48	51,4	2,91	149,574	3,522119	256
4:26:49	51,4	2,91	149,574	3,563667	256
4:26:50	51,4	2,91	149,574	3,605215	256
4:26:51	51,4	2,91	149,574	3,646764	256
4:26:52	51,4	2,91	149,574	3,688312	256
4:26:53	50,93	2,91	149,574	3,96609	256
4:26:54	49,88	3,36	167,5968	4,243867	250
4:26:55	50,66	2,51	127,1566	4,290422	258
4:26:56	51,58	1,38	71,1804	4,310194	254
4:26:57	51,48	0,77	39,6396	4,324239	254

4:26:58	51,9	0,39	20,241	4,324239	253
4:26:59	51,52	0,23	11,8496	4,329861	250
4:27:00	51,46	0,16	8,2336	4,332587	261
4:27:01	51,44	0,14	7,2016	4,334874	256
4:27:02	51,57	0,11	5,6727	4,33645	256
4:27:03	51,57	0,11	5,6727	4,338026	256
4:27:04	51,6	0,15	7,74	4,340176	256
4:27:05	51,67	1,15	59,4205	4,356681	257
4:27:06	51,67	1,15	59,4205	4,373187	256
4:27:07	51,32	2,46	126,2472	4,389693	256
4:27:08	50,57	4,32	218,4624	4,448353	255
4:27:09	50,12	3,29	164,8948	4,509037	262
4:27:10	51,03	1,31	66,8493	4,5414	274
4:27:11	51,6	0,93	47,988	4,559969	272
4:27:12	51,71	0,35	18,0985	4,568954	260
4:27:13	52,11	0,26	13,5486	4,573982	256
4:27:14	51,62	0,42	21,6804	4,576564	240
4:27:15	51,62	0,42	21,6804	4,582586	240
4:27:16	51,27	1,53	78,4431	4,588608	245
4:27:17	51,1	3,03	154,833	4,631617	245
4:27:18	50,64	4,06	205,5984	4,68419	242
4:27:19	51,22	4,46	228,4412	4,7413	248
4:27:20	50,44	3,61	182,0884	4,811983	260
4:27:21	50,55	2,94	148,617	4,853265	261
4:27:22	51,41	1,39	71,4599	4,879732	258
4:27:23	51,11	0,99	50,5989	4,899582	252
4:27:24	51,28	0,52	26,6656	4,909058	258
4:27:25	52,01	0,24	12,4824	4,916465	248
4:27:26	51,75	1,28	66,24	4,927055	248
4:27:27	51,4	1,96	100,744	4,95504	249
4:27:28	50,96	2,93	149,3128	4,99091	250

4:27:29	49,22	3,08	151,5976	5,03302	254
4:27:30	51,28	1,51	77,4328	5,062092	253
4:27:31	51,12	1,08	55,2096	5,077428	247
4:27:32	51,21	2,72	139,2912	5,104667	240
4:27:33	51,04	3,29	167,9216	5,151312	241
4:27:34	48,99	3,53	172,9347	5,207344	256
4:27:35	50,44	2,91	146,7804	5,248116	259
4:27:36	51,1	1,47	75,117	5,275059	258
4:27:37	50,99	0,88	44,8712	5,287523	246
4:27:38	50,79	2,83	143,7357	5,31625	246
4:27:39	50,69	3,83	194,1427	5,370178	241
4:27:40	50,57	5,18	261,9526	5,431893	240
4:27:41	50,57	4,38	221,4966	5,507332	240
4:27:42	50,08	3,57	178,7856	5,568859	241
4:27:43	50,99	2,65	135,1235	5,606393	250
4:27:44	50,94	1,55	78,957	5,639833	250
4:27:45	51,58	0,96	49,5168	5,658841	246
4:27:46	51,58	0,96	49,5168	5,672596	246
4:27:47	51,14	2,47	126,3158	5,707684	244
4:27:48	51,77	3,69	191,0313	5,760748	246
4:27:49	50,56	5,65	285,664	5,830279	245
4:27:50	49,8	6,35	316,23	5,90963	245
4:27:51	50,9	3,93	200,037	5,977397	248
4:27:52	51,35	3,05	156,6175	6,032963	249
4:27:53	51,94	1,73	89,8562	6,065329	249
4:27:54	51,36	1,24	63,6864	6,090289	249
4:27:55	51,82	0,42	21,7644	6,10111	249
4:27:56	51,8	0,34	17,612	6,107156	248
4:27:57	51,47	1,65	84,9255	6,116748	240
4:27:58	51,36	2,27	116,5872	6,140338	248
4:27:59	50,44	3,44	173,5136	6,185017	248

4:28:00	50,82	4,27	217,0014	6,245295	248
4:28:01	49,91	5,45	272,0095	6,310471	255
4:28:02	50,78	4,17	211,7526	6,38603	265
4:28:03	50,88	2,42	123,1296	6,432092	267
4:28:04	51,09	1,78	90,9402	6,457353	265
4:28:05	51,66	0,82	42,3612	6,475088	254
4:28:06	51,44	0,67	34,4648	6,486855	248
4:28:07	51,46	2,23	114,7558	6,505406	242
4:28:08	51,54	2,95	152,043	6,537283	240
4:28:09	50,53	4,26	215,2578	6,590501	248
4:28:10	50,42	4,73	238,4866	6,656747	242
4:28:11	49,88	4,14	206,5032	6,732392	261
4:28:12	49,88	4,14	206,5032	6,789754	261
4:28:13	50,89	2,03	103,3067	6,824057	263
4:28:14	51,6	1,36	70,176	6,843551	255
4:28:15	50,07	1,16	58,0812	6,859603	249
4:28:16	50,98	1,98	100,9404	6,887642	247
4:28:17	50,95	3,46	176,287	6,928399	249
4:28:18	50,98	4,15	211,567	6,987168	241
4:28:19	50,01	5,31	265,5531	7,053274	255
4:28:20	50,57	4,45	225,0365	7,115784	259
4:28:21	50,93	2,79	142,0947	7,160895	262
4:28:22	50,93	2,79	142,0947	7,200366	262
4:28:23	52,07	1,12	58,3184	7,222198	248
4:28:24	51,64	2,05	105,862	7,251604	248
4:28:25	50,58	3,32	167,9256	7,291342	248
4:28:26	50,58	5,79	167,9256	7,337988	248
4:28:27	50,26	4,05	203,553	7,394531	244
4:28:28	50,07	3,46	173,2422	7,466828	244
4:28:29	51,53	2,84	146,3452	7,514951	259
4:28:30	51,18	2,28	116,6904	7,547365	255

4:28:31	50,96	1,54	78,4784	7,569164	248
4:28:32	50,99	3,85	196,3115	7,590964	257
4:28:33	50,79	4,71	239,2209	7,645495	257
4:28:34	50,27	4,4	291,0633	7,726346	257
4:28:35	49,47	4,4	271,668	7,767571	257
4:28:36	49,76	7,32	364,2432	7,808796	247
4:28:37	50,89	5,3	269,717	7,909974	247
4:28:38	50,07	4,73	236,8311	7,975761	247
4:28:39	50,3	3,84	193,152	8,029414	248
4:28:40	48,86	3	146,58	8,102944	243
4:28:41	50,44	4,01	202,2644	8,14366	263
4:28:42	50,45	2,88	145,296	8,199845	263
4:28:43	50,45	2,88	145,296	8,240205	263
4:28:44	50,45	2,88	145,296	8,280565	263
4:28:45	51,16	1,22	62,4152	8,320925	263
4:28:46	52,29	0,17	8,8893	8,323658	257
4:28:47	52,29	0,17	8,8893	8,326128	257
4:28:48	51,6	0,55	28,38	8,328706	245
4:28:49	51,67	1,01	52,1867	8,336589	243
4:28:50	50,88	2,46	125,1648	8,36059	243
4:28:51	50,52	2,99	151,0548	8,395358	245
4:28:52	50,61	3,86	195,3546	8,444293	243
4:28:53	50,59	4,33	219,0547	8,498558	259
4:28:54	50,94	2,2	112,068	8,54173	253
4:28:55	51,06	1,46	74,5476	8,57286	253
4:28:56	51,35	3	154,05	8,585209	254
4:28:57	51,56	0,46	23,7176	8,628001	256
4:28:58	51,92	0,18	9,3456	8,631149	246
4:28:59	51,49	0,34	17,5066	8,633745	243
4:29:00	50,91	1,49	75,8559	8,64379	246
4:29:01	51,13	2,14	109,4182	8,664861	246

4:29:02	50,66	3,19	161,6054	8,702731	246
4:29:03	50,72	3,81	193,2432	8,747622	251
4:29:04	50,69	1,98	100,3662	8,787125	259
4:29:05	50,93	1,34	68,2462	8,806083	259
4:29:06	50,89	0,59	30,0251	8,819387	247
4:29:07	51,48	1,27	65,3796	8,827727	241
4:29:08	51,04	2,5	127,6	8,857104	240
4:29:09	50,74	3,21	162,8754	8,902347	247
4:29:10	50,73	2,82	143,0586	8,955576	255
4:29:11	50,84	2,05	104,222	8,995314	257
4:29:12	51,11	1,04	53,1544	9,01527	248
4:29:13	51,3	1,72	88,236	9,03978	244
4:29:14	50,8	3,23	164,084	9,075354	247
4:29:15	50,79	3,73	189,4467	9,127978	251
4:29:16	50,95	1,97	100,3715	9,167537	259
4:29:17	51,38	1,28	65,7664	9,185805	261
4:29:18	51,5	0,41	21,115	9,196526	257
4:29:19	51,88	0,31	16,0828	9,200993	244
4:29:20	51,42	1,59	81,7578	9,213137	240
4:29:21	50,69	2,38	120,6422	9,246648	246
4:29:22	50,42	3,8	191,596	9,291107	246
4:29:23	50,51	3,99	201,5349	9,347089	245
4:29:24	50,28	5,13	257,9364	9,412573	245
4:29:25	50,33	4,13	207,8629	9,470313	245
4:29:26	51,37	2,65	136,1305	9,513766	248
4:29:27	51,12	2,14	109,3968	9,544154	256
4:29:28	51,93	1,47	76,3371	9,565359	254
4:29:29	51,16	2,28	116,6448	9,59776	254
4:29:30	50,46	3,89	196,2894	9,652285	244
4:29:31	50,52	4,33	218,7516	9,713049	240
4:29:32	50,42	5,41	272,7722	9,781618	248

4:29:33	49,86	5,94	296,1684	9,863887	247
4:29:34	49,84	4,08	203,3472	9,938123	241
4:29:35	50,91	2,39	121,6749	9,975133	245
4:29:36	51,22	2,04	104,4888	10,00893	258
4:29:37	51,25	1,55	79,4375	10,031	254
4:29:38	51,18	2,34	119,7612	10,04862	240
4:29:39	50,95	0,78	39,741	10,09293	240
4:25:59	53,35	0	0	1,302992	0
4:26:00	52,96	0	0	1,302992	0
4:26:01	52,99	0,08	4,2392	1,30314	0
4:26:02	52,93	0,22	11,6446	1,304318	48
4:26:03	53,03	0,7	37,121	1,310205	48
4:26:04	52,93	1,08	57,1644	1,326084	48
4:26:05	53,08	1,71	90,7668	1,347089	48
4:26:06	52,44	1,88	98,5872	1,374475	48
4:26:07	52,12	2,78	144,8936	1,406809	48
4:26:08	52,22	2,93	153,0046	1,44931	53
4:26:09	52,26	3,49	182,3874	1,494956	88
4:26:10	52,01	3,77	196,0777	1,549422	113
4:26:11	52,82	4,37	230,8234	1,609746	134
4:26:12	52,18	4,5	234,81	1,674971	152
4:26:13	51,97	5,49	285,3153	1,747888	181
4:26:14	51,18	5,64	288,6552	1,82807	209
4:26:15	51,7	6,11	315,887	1,91143	232
4:26:16	50,98	6,76	344,6248	2,007159	251
4:26:17	52,07	3,82	198,9074	2,081909	253
4:26:18	52,12	3,13	163,1356	2,127224	253
4:26:19	52,24	1,86	97,1664	2,163233	253
4:26:20	53,03	1,18	62,5754	2,180615	259
4:26:21	53,23	0,76	40,4548	2,193559	248
4:26:22	52,3	1,39	72,697	2,213753	244

4:26:23	52,22	2,99	156,1378	2,243406	246
4:26:24	51,48	3,77	194,0796	2,297317	249
4:26:25	51,01	4,82	245,8682	2,357129	253
4:26:26	51,79	5,58	288,9882	2,437403	254
4:26:27	52,1	3,35	174,535	2,501609	255
4:26:28	52,07	2,45	127,5715	2,537046	265
4:26:29	52,16	1,6	83,456	2,580212	257
4:26:30	51,9	0,97	50,343	2,594196	253
4:26:31	51,73	1,68	86,9064	2,604075	254
4:26:32	52,49	2,49	130,7001	2,640381	254
4:26:33	51,72	3,92	202,7424	2,683181	254
4:26:34	51,38	4,7	241,486	2,75026	257
4:26:35	51,16	5,52	282,4032	2,821714	247
4:26:36	50,63	4,93	249,6059	2,907237	247
4:26:37	51,36	3,59	184,3824	2,976572	247
4:26:38	51,52	2,88	148,3776	3,017788	252
4:26:39	51,66	1,79	92,4714	3,052264	250
4:26:40	51,69	1,2	62,028	3,069358	249
4:26:41	52,22	1,92	100,2624	3,086588	242
4:26:42	51,3	3,63	186,219	3,126416	249
4:26:43	50,89	4,17	212,2113	3,185364	243
4:26:44	51,29	4,74	243,1146	3,252895	247
4:26:45	50,59	5,84	295,4456	3,334964	249
4:26:46	51,3	4,63	237,519	3,410777	249
4:26:47	51,05	3,79	193,4795	3,476754	249
4:26:48	51,4	2,91	149,574	3,522119	256
4:26:49	51,4	2,91	149,574	3,563667	256
4:26:50	51,4	2,91	149,574	3,605215	256
4:26:51	51,4	2,91	149,574	3,646764	256
4:26:52	51,4	2,91	149,574	3,688312	256
4:26:53	50,93	2,91	149,574	3,96609	256

4:26:54	49,88	3,36	167,5968	4,243867	250
4:26:55	50,66	2,51	127,1566	4,290422	258
4:26:56	51,58	1,38	71,1804	4,310194	254
4:26:57	51,48	0,77	39,6396	4,324239	254
4:26:58	51,9	0,39	20,241	4,324239	253
4:26:59	51,52	0,23	11,8496	4,329861	250
4:27:00	51,46	0,16	8,2336	4,332587	261
4:27:01	51,44	0,14	7,2016	4,334874	256
4:27:02	51,57	0,11	5,6727	4,33645	256
4:27:03	51,57	0,11	5,6727	4,338026	256
4:27:04	51,6	0,15	7,74	4,340176	256
4:27:05	51,67	1,15	59,4205	4,356681	257
4:27:06	51,67	1,15	59,4205	4,373187	256
4:27:07	51,32	2,46	126,2472	4,389693	256
4:27:08	50,57	4,32	218,4624	4,448353	255
4:27:09	50,12	3,29	164,8948	4,509037	262
4:27:10	51,03	1,31	66,8493	4,5414	274
4:27:11	51,6	0,93	47,988	4,559969	272
4:27:12	51,71	0,35	18,0985	4,568954	260
4:27:13	52,11	0,26	13,5486	4,573982	256
4:27:14	51,62	0,42	21,6804	4,576564	240
4:27:15	51,62	0,42	21,6804	4,582586	240
4:27:16	51,27	1,53	78,4431	4,588608	245
4:27:17	51,1	3,03	154,833	4,631617	245
4:27:18	50,64	4,06	205,5984	4,68419	242
4:27:19	51,22	4,46	228,4412	4,7413	248
4:27:20	50,44	3,61	182,0884	4,811983	260
4:27:21	50,55	2,94	148,617	4,853265	261
4:27:22	51,41	1,39	71,4599	4,879732	258
4:27:23	51,11	0,99	50,5989	4,899582	252
4:27:24	51,28	0,52	26,6656	4,909058	258

4:27:25	52,01	0,24	12,4824	4,916465	248
4:27:26	51,75	1,28	66,24	4,927055	248
4:27:27	51,4	1,96	100,744	4,95504	249
4:27:28	50,96	2,93	149,3128	4,99091	250
4:27:29	49,22	3,08	151,5976	5,03302	254
4:27:30	51,28	1,51	77,4328	5,062092	253
4:27:31	51,12	1,08	55,2096	5,077428	247
4:27:32	51,21	2,72	139,2912	5,104667	240
4:27:33	51,04	3,29	167,9216	5,151312	241
4:27:34	48,99	3,53	172,9347	5,207344	256
4:27:35	50,44	2,91	146,7804	5,248116	259
4:27:36	51,1	1,47	75,117	5,275059	258
4:27:37	50,99	0,88	44,8712	5,287523	246
4:27:38	50,79	2,83	143,7357	5,31625	246
4:27:39	50,69	3,83	194,1427	5,370178	241
4:27:40	50,57	5,18	261,9526	5,431893	240
4:27:41	50,57	4,38	221,4966	5,507332	240
4:27:42	50,08	3,57	178,7856	5,568859	241
4:27:43	50,99	2,65	135,1235	5,606393	250
4:27:44	50,94	1,55	78,957	5,639833	250
4:27:45	51,58	0,96	49,5168	5,658841	246
4:27:46	51,58	0,96	49,5168	5,672596	246
4:27:47	51,14	2,47	126,3158	5,707684	244
4:27:48	51,77	3,69	191,0313	5,760748	246
4:27:49	50,56	5,65	285,664	5,830279	245
4:27:50	49,8	6,35	316,23	5,90963	245
4:27:51	50,9	3,93	200,037	5,977397	248
4:27:52	51,35	3,05	156,6175	6,032963	249
4:27:53	51,94	1,73	89,8562	6,065329	249
4:27:54	51,36	1,24	63,6864	6,090289	249
4:27:55	51,82	0,42	21,7644	6,10111	249

4:27:56	51,8	0,34	17,612	6,107156	248
4:27:57	51,47	1,65	84,9255	6,116748	240
4:27:58	51,36	2,27	116,5872	6,140338	248
4:27:59	50,44	3,44	173,5136	6,185017	248
4:28:00	50,82	4,27	217,0014	6,245295	248
4:28:01	49,91	5,45	272,0095	6,310471	255
4:28:02	50,78	4,17	211,7526	6,38603	265
4:28:03	50,88	2,42	123,1296	6,432092	267
4:28:04	51,09	1,78	90,9402	6,457353	265
4:28:05	51,66	0,82	42,3612	6,475088	254
4:28:06	51,44	0,67	34,4648	6,486855	248
4:28:07	51,46	2,23	114,7558	6,505406	242
4:28:08	51,54	2,95	152,043	6,537283	240
4:28:09	50,53	4,26	215,2578	6,590501	248
4:28:10	50,42	4,73	238,4866	6,656747	242
4:28:11	49,88	4,14	206,5032	6,732392	261
4:28:12	49,88	4,14	206,5032	6,789754	261
4:28:13	50,89	2,03	103,3067	6,824057	263
4:28:14	51,6	1,36	70,176	6,843551	255
4:28:15	50,07	1,16	58,0812	6,859603	249
4:28:16	50,98	1,98	100,9404	6,887642	247
4:28:17	50,95	3,46	176,287	6,928399	249
4:28:18	50,98	4,15	211,567	6,987168	241
4:28:19	50,01	5,31	265,5531	7,053274	255
4:28:20	50,57	4,45	225,0365	7,115784	259
4:28:21	50,93	2,79	142,0947	7,160895	262
4:28:22	50,93	2,79	142,0947	7,200366	262
4:28:23	52,07	1,12	58,3184	7,222198	248
4:28:24	51,64	2,05	105,862	7,251604	248
4:28:25	50,58	3,32	167,9256	7,291342	248
4:28:26	50,58	5,79	167,9256	7,337988	248

4:28:27	50,26	4,05	203,553	7,394531	244
4:28:28	50,07	3,46	173,2422	7,466828	244
4:28:29	51,53	2,84	146,3452	7,514951	259
4:28:30	51,18	2,28	116,6904	7,547365	255
4:28:31	50,96	1,54	78,4784	7,569164	248
4:28:32	50,99	3,85	196,3115	7,590964	257
4:28:33	50,79	4,71	239,2209	7,645495	257
4:28:34	50,27	4,4	291,0633	7,726346	257
4:28:35	49,47	4,4	271,668	7,767571	257
4:28:36	49,76	7,32	364,2432	7,808796	247
4:28:37	50,89	5,3	269,717	7,909974	247
4:28:38	50,07	4,73	236,8311	7,975761	247
4:28:39	50,3	3,84	193,152	8,029414	248
4:28:40	48,86	3	146,58	8,102944	243
4:28:41	50,44	4,01	202,2644	8,14366	263
4:28:42	50,45	2,88	145,296	8,199845	263
4:28:43	50,45	2,88	145,296	8,240205	263
4:28:44	50,45	2,88	145,296	8,280565	263
4:28:45	51,16	1,22	62,4152	8,320925	263
4:28:46	52,29	0,17	8,8893	8,323658	257
4:28:47	52,29	0,17	8,8893	8,326128	257
4:28:48	51,6	0,55	28,38	8,328706	245
4:28:49	51,67	1,01	52,1867	8,336589	243
4:28:50	50,88	2,46	125,1648	8,36059	243
4:28:51	50,52	2,99	151,0548	8,395358	245
4:28:52	50,61	3,86	195,3546	8,444293	243
4:28:53	50,59	4,33	219,0547	8,498558	259
4:28:54	50,94	2,2	112,068	8,54173	253
4:28:55	51,06	1,46	74,5476	8,57286	253
4:28:56	51,35	3	154,05	8,585209	254
4:28:57	51,56	0,46	23,7176	8,628001	256

4:28:58	51,92	0,18	9,3456	8,631149	246
4:28:59	51,49	0,34	17,5066	8,633745	243
4:29:00	50,91	1,49	75,8559	8,64379	246

b.dengan kondisi jalan belok

51,16	5,52	282,4032	2,821714	247	1
50,63	4,93	249,6059	2,907237	247	2
51,36	3,59	184,3824	2,976572	247	3
50,59	5,84	295,4456	3,334964	249	4
51,3	4,63	237,519	3,410777	249	5
51,05	3,79	193,4795	3,476754	249	6
50,57	5,18	261,9526	5,431893	240	7
50,57	4,38	221,4966	5,507332	240	8
50,08	3,57	178,7856	5,568859	241	9
49,8	6,35	316,23	5,90963	245	10
50,9	3,93	200,037	5,977397	248	11
51,35	3,05	156,6175	6,032963	249	12
50,58	5,79	167,9256	7,337988	248	13
50,26	4,05	203,553	7,394531	244	14
50,07	3,46	173,2422	7,466828	244	15
49,76	7,32	364,2432	7,808796	247	16
50,89	5,3	269,717	7,909974	247	17
50,07	4,73	236,8311	7,975761	247	18
50,28	5,13	257,9364	9,412573	245	19
50,33	4,13	207,8629	9,470313	245	20
51,37	2,65	136,1305	9,513766	248	21
49,86	5,94	296,1684	9,863887	247	22
49,84	4,08	203,3472	9,938123	241	23
50,91	2,39	121,6749	9,975133	245	24

c.dengan kondisi jalan turun

time	tegangan	arus	daya	kecepatan
0:29:00	59,1	0,01	1,773	198
0:29:30	58,9	0,03	1,767	205
0:29:31	58,9	0,03	1,767	205
0:29:32	58,43	0,01	0,5843	205
0:29:33	58,13	0,01	0,5813	205
0:29:34	58,26	0,01	0,5826	205
0:29:35	58,36	0,01	0,5836	206

0:29:36	58,36	0,01	0,5836	205
0:29:37	58,23	0,01	0,5823	205
0:29:38	58,26	0,01	0,5826	205
0:29:39	58,85	0,01	0,5885	207
0:29:40	58,42	0,01	0,5842	208
0:29:41	58,67	0,01	0,5867	208
0:29:42	58,72	0,01	0,5872	209
0:29:43	58,72	0,01	0,5872	209
0:29:44	58,84	0,01	0,5884	209
0:29:45	58,87	0,01	0,5887	209
0:29:46	58,06	0,01	0,5806	209
0:29:47	58,2	0,01	0,582	209
0:29:48	58,2	0,01	0,582	210

c.dengan kondisi jalan naik

time	tegangan	arus	daya	kecepatan
0:34:10	48,81	7,09	346,0629	97
0:34:11	48,34	7,12	344,1808	97
0:34:12	48,15	7,15	344,2725	97
0:34:13	48,82	7,39	360,7798	101
0:34:14	48,68	7,37	358,7716	94
0:34:15	48,36	7,46	360,7656	97
0:34:16	48,43	7,21	349,1803	97
0:34:17	48,24	7,88	380,1312	108
0:34:18	48,95	7,84	383,768	108
0:34:19	48,61	7,38	358,7418	105
0:34:20	48,51	7,76	376,4376	105
0:34:21	48,42	7,49	362,6658	101
0:34:22	48,45	7,74	375,003	106
0:34:23	48,45	7,46	361,437	96
0:34:24	48,57	7,6	369,132	97
0:34:25	48,42	7,55	365,571	98
0:34:26	48,42	7,36	356,3712	98
0:34:27	48,42	7,52	364,1184	98
0:34:28	48,42	7,12	344,7504	98
0:34:29	48,64	7,03	341,9392	98
0:34:30	48,44	7,51	363,7844	98
0:34:31	48,55	7,64	370,922	109
0:34:32	48,51	7,74	375,4674	110
0:34:33	48,39	7,11	344,0529	98

0:34:34	48,95	7,47	365,6565	96
0:34:35	48,31	7,13	344,4503	96
0:34:36	48,36	7,66	370,4376	96
0:34:37	48,49	7,93	384,5257	95
0:34:38	48,34	7,12	344,1808	97
0:34:39	48,38	7,7	372,526	95

