

**RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL PENGISIAN  
ACCUMULATOR PADA MOBIL LISTRIK BERBASIS PID**



**LAPORAN AKHIR**

**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan  
Diploma III Pada Jurusan Teknik Elektro Program  
Studi Teknik Elektronika**

**Oleh:**

**Al Hady**

**061830320211**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA**

**PALEMBANG**

**2021**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL PENGISIAN  
ACCUMULATOR PADA MOBIL LISTRIK BERBASIS PID**



**LAPORAN AKHIR**

**Telah disetujui dan disahkan sebagai Laporan Akhir Pendidikan Diploma  
III pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektronika**

Oleh :

Al Hady

061830320211

Menyetujui,

**Pembimbing I**

**Johansyah Al Rasyid, S.T., M.Kom  
NIP.197803192006041001**

**Pembimbing II**

**Selamat Muslimin, S.T., M.Kom  
NIP. 197907222008011007**

Mengetahui,

**Ketua Jurusan  
Teknik Elektro**

**Ir. Iskandar Lutfi, M.T.  
NIP. 196501291991031002**

**Koordinator Program Studi  
Teknik Elektronika**

**Dewi Permata Sari, S.T., M.Kom  
NIP. 197612132000032001**

## *Motto dan Persembahan*

### *Motto :*

*Siapa yang bersungguh-sungguh mengerjakan sesuatu maka akan mendapatkan apa yang diinginkan.*

*(Man Jadda Wajada)*

*Di mana pun engkau berada selalulah menjadi yang terbaik dan berikan yang terbaik dari yang bisa kau berikan.*

*(B. J. Habibie)*

*Hari ini harus lebih baik dari hari kemarin.*

### *Kupersembahkan untuk :*

- ❖ *Orang tua yang telah memberikan dukungan serta doa yang selalu menyertai langkahku*
- ❖ *Saudaraku yang selalu memberikan semangat*
- ❖ *Seluruh Dosen dan Staff Jurusan Teknik Elektro yang telah berjasa dalam mendidik dan membimbing*
- ❖ *Sahabat dan teman seperjuangan “  
Elektronika Angkatan 2018”*
- ❖ *Almamaterku*

## **KATA PENGANTAR**

Puji dan Syukur Penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas Rahmat dan KaruniaNya penulis dapat menyusun dan menyelesaikan Laporan Akhir tepat pada waktunya. Laporan Akhir ini ditulis untuk memenuhi syarat menyelesaikan Pendidikan Diploma III Politeknik Negeri Sriwijaya pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektronika, dengan judul **“RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL PENGISIAN ACCUMULATOR PADA MOBIL LISTRIK BERBASIS PID”**.

Kelancaran proses pembuatan Alat dan penulisan Laporan Akhir ini tak luput berkat bimbingan, arahan dan petunjuk dari berbagai pihak, baik pada tahap persiapan, penyusunan, hingga terselesaikannya Alat dan Laporan Akhir ini. Maka dari itu penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Johansyah Al Rasyid, S.T., M.Kom., selaku Dosen Pembimbing I
2. Bapak Selamat Muslimin, S.T., M.Kom, selaku Dosen Pembimbing II

Kemudian penulis juga mengucapkan banyak terima kasih atas bantuan moril dan materil yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Akhir dengan ketentuan yang telah ditetapkan Politeknik Negeri Sriwijaya, kepada:

1. Bapak Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Ir. Iskandar Lutfi, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Bapak Destra Andika, S.T., M.Kom., selaku Sekertaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Ibu Dewi Permata Sari, S.T., M.Kom., selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknik Elektronika Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Seluruh staf pengajar dan karyawan Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektronika Politeknik Negeri Sriwijaya
6. Seluruh Staf Teknisi laboratorium dan bengkel Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektronika Politeknik Negeri Sriwijaya.

7. Kepada Orang tua dan Keluarga yang selalu memberikan doa, dorongan dan dukungan kepada saya selama pembuatan alat dan penulisan Laporan Akhir.
8. Semua pihak yang telah membantu dan tidak dapat penulis sebutkan satu persatu sehingga laporan Akhir ini dapat terselesaikan.

Semoga bantuan dan dukungan yang telah diberikan dapat menjadi amal di hadapan Tuhan Yang Maha Esa. Akhir kata penulis berharap agar Laporan Akhir ini dapat berguna bagi pembaca umumnya dan mahasiswa jurusan Teknik Elektronika.

Palembang, Juli 2021

Penulis

## **ABSTRAK**

### **RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL PENGISIAN ACCUMULATOR PADA MOBIL LISTRIK BERBASIS PID**

**Oleh :**

**AL HADY**

**0618303202311**

Mobil listrik adalah mobil yang digerakkan dengan motor listrik DC, menggunakan energi listrik yang disimpan dalam baterai atau tempat penyimpanan energi seperti aki (*accu*). Perkembangan energi terbarukan untuk kebutuhan energi semakin berkembang dan baterai memiliki peran penting dalam perkembangannya sebagai tempat menyimpan energi. Energi yang tersimpan di dalam baterai memiliki kapasitas yang terbatas sehingga diperlukannya proses *charge* dan *discharge*. Pada saat proses pengisian tegangan charging sebesar 12.58V yang semakin lama tegangan akan semakin naik sampai 13.50V sampai aki terisi penuh dan arus sebesar 7.83A yang perlahan-lahan akan naik sampai 26.58A yang kemudian perlahan lahan akan turun sampai 16.8A dan aki terisi penuh. Penulis bertujuan untuk mengetahui sistem kontrol pengisian aki menggunakan kontrol PID yang diharapkan mampu memperpanjang masa pakai pada aki.

Kata Kunci : *Charge*, Kontrol PID, Baterai, Mobil Listrik

***ABSTRACT***

***DESIGN AND BUILD A CHARGING CONTROL SYSTEM  
ACCUMULATOR ON PID-BASED ELECTRIC CARS***

**By :**

**AL HADY**

**061830320211**

An electric car is a car that is driven by a DC electric motor, using electrical energy stored in batteries or energy storage such as batteries. The development of renewable energy for energy needs is growing and the battery has an important role in its development as a place to store energy. The energy stored in the battery has a limited capacity so that a charge and discharge process is required. During the charging process, the charging voltage is 12.58V, the longer the voltage will increase to 13.50V until the battery is fully charged and the current is 7.83A which will slowly rise to 26.58A which will then slowly decrease to 16.8A and the battery is fully charged. The author aims to determine the battery charging control system using PID control which is expected to be able to extend the life of the battery.

Keywords: Charge, PID Control, Battery, Electric

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xi</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Dan Manfaat.....	3
1.2.1 Tujuan .....	3
1.2.2 Manfaat .....	3
1.3 Perumusan Masalah.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Metodologi Penelitian.....	3
1.5.1 Metode Literatur.....	3
1.5.2 Metode Observasi.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Mobil Listrik.....	5
2.2.1 Sejarah Mobil Listrik .....	5
2.1.1 Perkembangan Mobil Listrik.....	6
2.2 Baterai (Accumulator).....	8
2.2.1. Jenis-Jenis Baterai .....	9
2.2.1.1. Baterai Sealed Lead Acid .....	10
2.2.1.2. Baterai Li-Ion .....	11
2.2.1.3. Baterai Lithium-Polymer.....	11
2.2.1.4. Baterai Nickel Metal Hydrade.....	12
2.2.2. Cara Kerja Baterai .....	13



2.2.3. Pengaplikasian baterai secara seri dan paralel .....	13
2.2.4. Karakteristik Baterai.....	14
2.2.5. Perbandingan Baterai.....	15
2.3 Charging .....	17
2.3.1 Metode Charging.....	17
2.3.2 Proses Pengisian <i>Accu</i> .....	19
2.4 Motor <i>Brushless</i> DC (Motor BLDC).....	20
2.4.1 Bagian - bagian dari motor <i>brushless</i> DC .....	23
2.4.2 Prinsip Kerja Motor <i>Brushless</i> DC .....	24
2.4.3 Perbandingan motor Brushless DC dengan motor jenis lain .....	27
2.5 Kontroller Motor BLDC.....	29
2.5.1. Bagian Kontroller motor BLDC.....	31
2.6 Regenerative Braking .....	35
2.7 Mikrokontroller .....	41
2.7.1. Arduino .....	42
2.7.2. Node MCUESP8266 .....	44
2.7.3. Relay .....	46
2.7.4. Sensor tegangan .....	47
2.7.5. Sensor Kecepatan .....	47
2.7.6. PZEM 017 Module[71] .....	48
2.8 Monitoring.....	51
2.8.1. Web Server.....	52
2.8.1.1. My SQL.....	53
2.8.2. Monitoring Daya Baterai.....	56
2.8.2.1. Sistem Monitoring daya baterai menggunakan mikrokontroler.....	57

### **BAB III PERANCANGAN SISTEM**

3.1 Perancangan Hardware .....	59
3.1.1 Perancangan Elektronik .....	60
3.1.2 Perancangan Mekanik .....	64
3.2 Perancangan Software .....	67

3.2.1. Mikrokontroller Arduino IDE .....	67
3.3 Prinsip Kerja.....	67
<b>BAB 4 PEMBAHASAN DAN ANALISA</b>	
4.1 Pembahasan .....	69
4.1.1. Tujuan Pengukuran Alat .....	69
4.1.2 Diagram blok Charging pada baterai mobil listrik.....	70
4.1.3 Pengukuran Output Tegangan dan Arus dari Charger ke satu Baterai Aki 12V 30Ah.....	70
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 KESIMPULAN .....	80
5.2 SARAN.....	80
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2. 1</b> Gustave Trouvé's tricycle (1881), world's first electric car .....	5
<b>Gambar 2. 2</b> Tesla Model S .....	6
<b>Gambar 2. 3</b> Electric Golf Cart.....	7
<b>Gambar 2. 4</b> Toyota Prius.....	8
<b>Gambar 2. 5</b> Honda Civic Hybird.....	8
<b>Gambar 2. 6</b> Diagram Alur Baterai [3].....	10
<b>Gambar 2. 7</b> Baterai Sealed Lead Acid .....	10
<b>Gambar 2. 8</b> Baterai Li-Ion.....	11
<b>Gambar 2. 9</b> Baterai Lithium-Polymer .....	12
<b>Gambar 2. 10</b> Nickel Metal Hydrade.....	12
<b>Gambar 2. 11</b> Rangkaian Baterai Secara Seri.....	13
<b>Gambar 2. 12</b> Rangkaian Baterai Secara Paralel .....	14
<b>Gambar 2. 13</b> Pulsa Arus Pada Metode Pulsed Charged dan Burp Charging[26] .....	19
<b>Gambar 2. 14</b> Ilustrasi baterai dalam keadaan terisi penuh[15] .....	20
<b>Gambar 2. 15</b> Skematik BLDC.[31] .....	21
<b>Gambar 2. 16</b> Konstruksi motor BLDC.[32].....	21
<b>Gambar 2. 17</b> Pembacaan hall effect. [32] .....	22
<b>Gambar 2. 18</b> (a)motor bldc 350 watt, (b)motor bldc 800 watt.....	22
<b>Gambar 2. 19</b> Skema Kerja Motor BLDC[33] .....	25
<b>Gambar 2. 20</b> Kontroller.....	30
<b>Gambar 2. 21</b> Rangkaian inverter 3 fasa[32].....	32
<b>Gambar 2. 22</b> Sinyal Duty Cycle PWM[27].....	33
<b>Gambar 2. 23</b> Rangkaian snubber pada rangkaian switch MOSFET[43] .....	34
<b>Gambar 2. 24</b> Karakteristik keluaran IGBT dan MOSFET .....	35
<b>Gambar 2. 25</b> Normal forward driving condition[52] .....	36
<b>Gambar 2. 26</b> Regenerative action during braking[52] .....	36
<b>Gambar 2. 27</b> Converter circuit with BLDC motor load[55] .....	37

<b>Gambar 2. 28</b> Status terkait I dalam mode normal. (a) Rangkaian ekivalen. (b) Bentuk gelombang arus input dan fasa, sinyal switching S1 dan S4[55] .....	38
<b>Gambar 2. 29</b> Status terkait I dalam mode regeneratif energi. (a) Rangkaian ekivalen. (b) Bentuk gelombang arus input dan fasa, sinyal pensaklaran S2 dan S3[55]......	39
<b>Gambar 2. 30</b> Ultracapacitor System[56] .....	40
<b>Gambar 2. 31</b> arduino Uno[60]......	42
<b>Gambar 2. 32</b> arduino Mega 2560 R3[59]......	43
<b>Gambar 2. 33</b> NodeMCU ESP8266. [61] .....	45
<b>Gambar 2. 34</b> NodeMCU ESP8266[58] .....	45
<b>Gambar 2. 35</b> Pinout NodeMCU ESP8266 [64]......	46
<b>Gambar 2. 36</b> Relay 12V .....	46
<b>Gambar 2. 37</b> modul sensor tegangan .....	47
<b>Gambar 2. 38</b> Sensor optocoupler .....	47
<b>Gambar 2. 39</b> wiring pzem 017 .....	51
<b>Gambar 2. 40</b> pzem 017.....	51
<b>Gambar 2. 41</b> Bentuk Alur sistem Monitoring [72] .....	52
<b>Gambar 2. 42</b> Web Server .....	52
<b>Gambar 3. 1</b> Blok Diagram Perancangan Mobil Listrik.....	58
<b>Gambar 3. 2</b> Rangkaian Arduino uno interface Nodemcu Dengan 2buah LCD pada Charging .....	61
<b>Gambar 3. 3</b> Rangkaian Arduino uno interface Nodemcu Dengan sensor ACS 712 pada Charging .....	61
<b>Gambar 3. 4</b> Rangkaian Arduino uno interface Nodemcu Dengan sensor suhu DHT11 pada Charging .....	62
<b>Gambar 3. 5</b> Rangkaian Arduino uno interface Nodemcu Dengan sensor tegangan pada Charging .....	62
<b>Gambar 3. 6</b> Flowchart sistem kontrol charging aki dengan PID .....	63
<b>Gambar 3. 7</b> Desain dari Rem Cakram Pada Ban Mobil.....	65
<b>Gambar 3. 8</b> Desain tata letak komponen pada bagian belakang mobil.....	65
<b>Gambar 3. 9</b> Desain dashboard belakang mobil .....	66

<b>Gambar 3. 10</b>	Desain dashboard depan mobil.....	66
<b>Gambar 3. 11</b>	Dashboard depan tampak samping .....	66
<b>Gambar 3. 12</b>	Mikrokontroler Arduino IDE.....	67
<b>Gambar 4. 1</b>	Diagram blok Charging pada baterai mobil listrik .....	70
<b>Gambar 4. 2</b>	Titik pengujian tegangan output charger ke baterai aki 12V 30Ah	71
<b>Gambar 4. 3</b>	Titik pengujian arus pada output charger ke baterai aki 12V 30Ah	71
<b>Gambar 4. 4</b>	Grafik Hubungan Tegangan Pengisian terhadap Waktu .....	78
<b>Gambar 4. 5</b>	Grafik Hubungan Arus terhadap Tegangan Pengisian .....	78
<b>Gambar 4. 6</b>	Grafik Hubungan Tegangan Baterai dengan Waktu.....	79

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Karakteristik macam-macam baterai kimia [18].....	14
Tabel 2. 2 Spesifikasi Baterai Lithium-Ion, Lithium-Polymer, Lead Acid, dan Nickel Metal Hydrade[3] .....	15
Tabel 2. 3 data pembacaan hall effect 6 langkah[32].....	22
Tabel 2. 4 spesifikasi motor bldc 350 watt .....	23
Tabel 2. 5 spesifikasi motor bldc 800 watt .....	23
Tabel 2. 6 Kelebihan motor BLDC .....	26
Tabel 2. 7 Kekurangan motor BLDC .....	26
Tabel 2. 8 Perbandingan motor DC tanpa sikat (brushless) dengan motor DC dengan sikat (Brushed)[40] .....	27
Tabel 2. 9 Perbandingan motor DC tanpa sikat (brushless) dengan motor induksi[40] .....	28
Tabel 2. 10 Spesifikasi Kontroller .....	30
Tabel 2. 11 Keterangan Socket .....	30
Tabel 2. 12 Operasi 6 mode pensaklaran pada inverter 3 fasa[32] .....	33
Tabel 2. 13 Data Teknik Board Arduino Mega 2560[59] .....	43
Tabel 2. 14 Daftar hasil pengukuran Pzem 017 .....	49
Tabel 2. 15 alamat dan ambang batas alarm daya Register .....	50
Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran 1 Buah Aki.....	71