

# risal

*by Muhammad Rosyid Ridho*

---

**Submission date:** 23-Jul-2021 02:34AM (UTC-0400)

**Submission ID:** 1623023703

**File name:** OGIIKA\_FUZZY\_DENGAN\_MEMPERTIMBANGKAN\_TEMPERATURE\_DAN\_TEGANGAN.pdf (1.11M)

**Word count:** 7998

**Character count:** 50917



## MAGANG

RANCANG BANGUN SISTEM  
*MONITORING STATE OF CHARGE*  
BATERAI LI-ION PADA ANJUNGAN  
LEPAS PANTAI BERBASIS  
ALGORITMA LOGIKA FUZZY  
DENGAN MEMPERTIMBANGKAN  
TEMPERATURE DAN TEGANGAN

Muhammad Risal Mubarak

NIM. 04181060

Adi Mahmud Jaya Marindra, S.T., M.Eng.



Program Studi Teknik Elektro  
Jurusan Teknologi Industri dan Proses  
Institut Teknologi Kalimantan  
Balikpapan, 2021

## MAGANG

RANCANG            BANGUN            SISTEM  
*MONITORING       STATE OF CHARGE*  
BATERAI LI-ION PADA ANJUNGAN  
LEPAS PANTAI       BERBASIS  
ALGORITMA       LOGIKA       FUZZY  
DENGAN        MEMPERTIMBANGKAN  
TEMPERATURE DAN TEGANGAN

Muhammad Risal Mubarak  
NIM. 04181060

Adi Mahmud Jaya Marindra, S.T., M.Eng.<sup>4</sup>

Program Studi Teknik Elektro  
Jurusan Teknologi Industri dan Proses      2  
Institut Teknologi Kalimantan  
Balikpapan, 2021

## **LEMBAR PENGESAHAN**

MAGANG

Pada

Pada PT. Ruang Cipta Teknologi  
Program Studi S-1 Teknik Elektro  
Jurusank Teknologi Industri dan Proses  
Institut Teknologi Kalimantan

Judul Magang :

**“RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING STATE OF CHARGE  
PATERAI LITHIUM ION PADA ANJUNGAN LEPAS PANTAI  
BERBASIS FUZZY LOGIC DENGAN MEMPERTIMBANGKAN  
TEMPERATURE DAN TEGANGAN”**

Oleh :

Muhammad Risal Mubarak  
NIM 04181060

Disetujui oleh Tim Penguji Magang :

1. Pembimbing 1 ..... Adi Mahmud Jaya Marindra, S.T., M.Eng.
2. Penguji 1 ..... ....
3. Penguji 2 ..... ....

**BALIKPAPAN**

**16 Juli 2021**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan anugerah-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan laporan kerja praktik yang berjudul:

**"RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING STATE OF CHARGE  
BATERAI LITHIUM ION PADA ANJUNGAN LEPAS PANTAI  
BERBASIS ALGORITMA LOGIKA FUZZY DENGAN  
MEMPERTIMBANGKAN TEMPERATURE DAN TEGANGAN"**

Laporan kerja praktik ini merupakan salah satu syarat yang harus ditempuh untuk menyelesaikan Program Sarjana di Program Studi Teknik Elektro, Jurusan Teknologi Industri dan Proses, Institut Teknologi Kalimantan (ITK) Balikpapan.

Untuk itu kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan yang Maha Esa, atas berkat dan rahmat-Nya yang selalu melimpah.
2. Keluarga penulis atas dukungannya yang tiada henti.
3. Ibu Barokatun Hasanah, S.T., M.T. selaku Koordinator Program Studi Teknik Elektro ITK dan Koordinator Kegiatan Magang
4. Bapak Adi Mahmud Jaya Marindra, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing yang telah bersedia membimbing, memberikan waktunya untuk berdiskusi dan menjadi mentor dalam berbagai kendala yang ada selama pelaksanaan.
5. Bapak Lizwan Arief Lubiz, P.Eng. Selaku pembimbing lapangan atas bimbingan, saran, dan motivasi yang diberikan.
6. Teman-teman seperjuangan Magang(Kak Bima, Dandy, Ridho, Iqbal, Mas Arik) atas segala momen, pengalaman, candaan, dan diskusi menyenangkan selama pengerjaan.
7. Rekan-rekan Teknik Elektro angkatan 2018 yang selalu ada dalam suka maupun duka dan selalu saya rindukan selama pelaksanaan Magang.
8. Keluarga besar Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro ITK.
9. Serta semua pihak yang terlibat dalam penyusunan laporan magang ini.

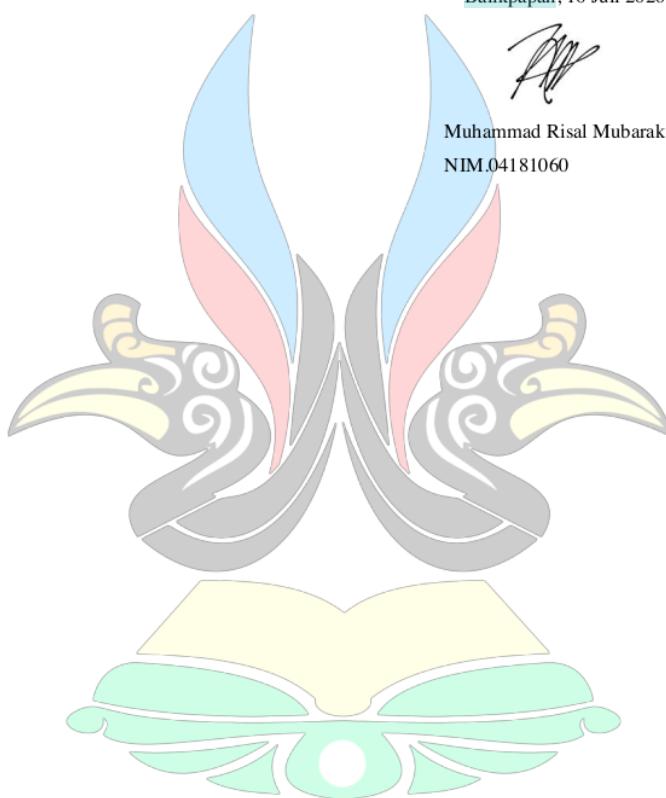
Saya menyadari bahwa penyusunan laporan magang ini masih jauh dari sempurna, karena itu kami mengharapkan segala kritik dan saran yang membangun.

Semoga magang ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Atas perhatiannya, saya  
ucapkan terima kasih.

Balikpapan, 16 Juli 2020

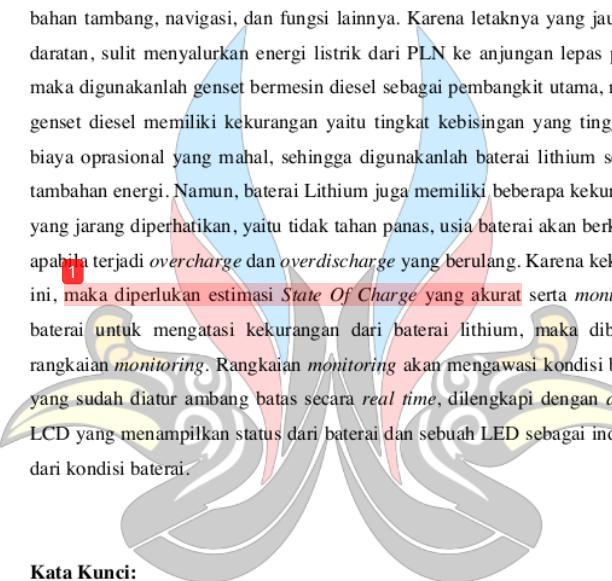


Muhammad Risal Mubarak  
NIM.04181060



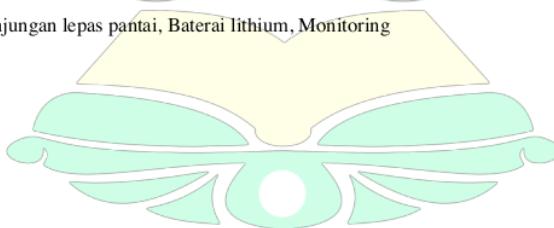
## RINGKASAN

Anjungan lepas pantai berfungsi untuk mengeksplorasi dan mengeksploitasi bahan tambang, navigasi, dan fungsi lainnya. Karena letaknya yang jauh dari daratan, sulit menyalurkan energi listrik dari PLN ke anjungan lepas pantai, maka digunakanlah genset bermesin diesel sebagai pembangkit utama, namun genset diesel memiliki kekurangan yaitu tingkat kebisingan yang tinggi dan biaya oprasional yang mahal, sehingga digunakanlah baterai lithium sebagai tambahan energi. Namun, baterai Lithium juga memiliki beberapa kekurangan yang jarang diperhatikan, yaitu tidak tahan panas, usia baterai akan berkurang apabila terjadi *overcharge* dan *overdischarge* yang berulang. Karena kekurang ini, maka diperlukan estimasi *State Of Charge* yang akurat serta *monitoring* baterai untuk mengatasi kekurangan dari baterai lithium, maka dibuatlah rangkaian *monitoring*. Rangkaian *monitoring* akan mengawasi kondisi baterai yang sudah diatur ambang batas secara *real time*, dilengkapi dengan *display* LCD yang menampilkan status dari baterai dan sebuah LED sebagai indikator dari kondisi baterai.



### Kata Kunci:

Anjungan lepas pantai, Baterai lithium, Monitoring



## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	3
KATA PENGANTAR .....	4
RINGKASAN .....	6
DAFTAR ISI.....	7
DAFTAR GAMBAR .....	9
DAFTAR TABEL .....	11
DAFTAR NOTASI .....	12
BAB 1 PENDAHULUAN .....	13
1.1    Latar Belakang .....	13
1.2    Maksud dan Tujuan .....	14
1.2.1    Maksud dan Tujuan Umum .....	14
1.2.2    Maksud dan Tujuan Khusus .....	14
1.3    Manfaat Magang .....	15
1.3.1    Mahasiswa .....	15
1.3.2    Perguruan Tinggi.....	15
BAB 2 PROFIL MITRA MAGANG .....	17
2.1    Deskripsi Perusahaan .....	17
2.2    Visi dan Misi Perusahaan .....	17
2.2.1    Visi .....	17
2.2.2    Misi .....	17
2.3    Struktur Organisasi .....	17
2.4    Departemen/Unit Mitra Magang .....	18
BAB 3 TINJAUAN PUSTAKA.....	19

<b>3.1</b>	<b>Baterai .....</b>	<b>20</b>
<b>1</b>		
<b>3.2</b>	<b>Sensor .....</b>	<b>22</b>
	<b>3.2.1 Sensor Tegangan(Voltage Divider) .....</b>	<b>22</b>
	<b>1</b>	
	<b>3.2.2 Sensor Suhu(LM 35) .....</b>	<b>23</b>
<b>3.3</b>	<b>Software .....</b>	<b>24</b>
	<b>3.3.1 Arduino Nano.....</b>	<b>24</b>
<b>3.4</b>	<b>Display .....</b>	<b>28</b>
	<b>3.4.1 LCD.....</b>	<b>29</b>
	<b>3.4.2 LED .....</b>	<b>30</b>
<b>17</b>	<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>31</b>
<b>4.1</b>	<b>Pengujian Sensor .....</b>	<b>31</b>
	<b>4.1.1 Pengujian Sensor Tegangan .....</b>	<b>31</b>
	<b>4.1.2 Pengujian Sénzor Suhu .....</b>	<b>32</b>
	<b>4.1.3 Pengujian Sensor Arus .....</b>	<b>33</b>
<b>4.2</b>	<b>Pengambilan Data <i>Charging</i> dan <i>Discharging</i> Baterai Li-Ion .....</b>	<b>34</b>
<b>1</b>		
<b>4.3</b>	<b>Menentukan <i>State Of Charge</i> Berdasarkan <i>Fuzzy Logic</i> .....</b>	<b>37</b>
	<b>4.3.1 Menentukan <i>Membership Function</i> .....</b>	<b>37</b>
	<b>4.3.2 Menentukan Aturan Logika <i>Fuzzy</i> .....</b>	<b>38</b>
		<b>7</b>
<b>4.4</b>	<b>Analisis Hasil <i>State Of Charge</i> .....</b>	<b>40</b>
	<b>BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>45</b>
<b>5.1</b>	<b>Kesimpulan .....</b>	<b>45</b>
<b>5.2</b>	<b>Sarān .....</b>	<b>45</b>
	<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>48</b>

## DAFTAR GAMBAR

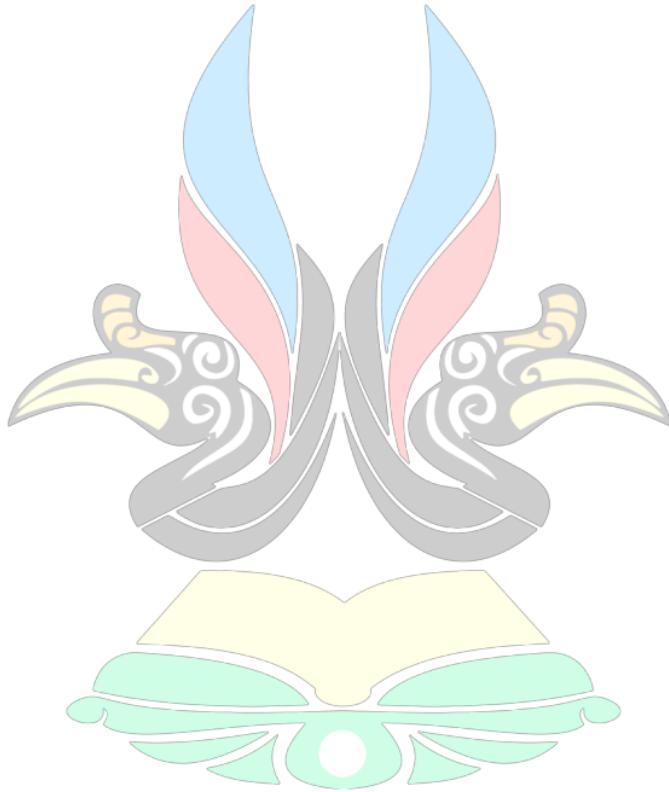
29	Gambar 3.1	Diagram Blok Keseluruhan Sistem .....	19
	Gambar 3.2	Konsep Bentuk <i>Monitoring</i> .....	19
1	Gambar 3.3	Baterai Lithium-Ion LGDBHG21865 .....	20
	Gambar 3.4	Rangkaian <i>Voltage Driver</i> .....	22
	Gambar 3.5	Sensor Suhu LM35 .....	23
1	Gambar 3.6	Grafik Perbandingan Temperatur dengan Sensor Suhu LM 35 ....	23
	Gambar 3.7	Model Arduino Nano .....	25
	Gambar 3.8	Arsitektur <i>fuzzy logic</i> .....	28
	Gambar 3.9	Konfigurasi pin LCD .....	29
	Gambar 4.1	Uji Coba <i>Voltage Divider</i> Dengan <i>Power Supply</i> .....	31
	Gambar 4.2	Uji Coba Sensor Suhu LM 35 Pada Plat Besi .....	33
	Gambar 4.3	Uji Coba Sensor ACS712 20A Dengan Beban Resistor 1 ohm ..	34
1	Gambar 4.4	Grafik Tegangan Pada Kondisi <i>Charging</i> .....	35
	Gambar 4.5	Grafik Suhu Pada Kondisi <i>Charging</i> .....	35
	Gambar 4.6	Grafik Tegangan Pada Kondisi <i>Discharging</i> .....	36
1	Gambar 4.7	Grafik Suhu Pada Kondisi <i>Discharging</i> .....	36
	Gambar 4.8	<i>Membership Function</i> Tegangan .....	37
	Gambar 4.9	<i>Membership Function</i> Suhu .....	37
	Gambar 4.10	<i>Membership Function</i> LED .....	38
	Gambar 4.11	Perbandingan Tegangan Dengan Suhu Kondisi <i>Charging</i> .....	38
	Gambar 4.12	Perbandingan Tegangan Dengan Suhu Kondisi <i>Discharging</i> .....	39
	Gambar 4.13	Rangkaian Monitoring Dilengkapi Dengan <i>Shield</i> .....	40
12	Gambar 4.14	Simulasi Proteus Rangkaian <i>Monitoring</i> .....	41
	Gambar 4.15	Grafik Perbandingan Tegangan Uji Coba Dengan Proteus Saat <i>Charging</i> .....	42
	Gambar 4.16	Grafik Perbandingan Suhu Uji Coba Dengan Proteus Saat Kondisi <i>Charging</i> .....	42

12

Gambar 4.17 Grafik Perbandingan Tegangan Uji Coba Dengan Proteus Saat  
*Discharging* .....43

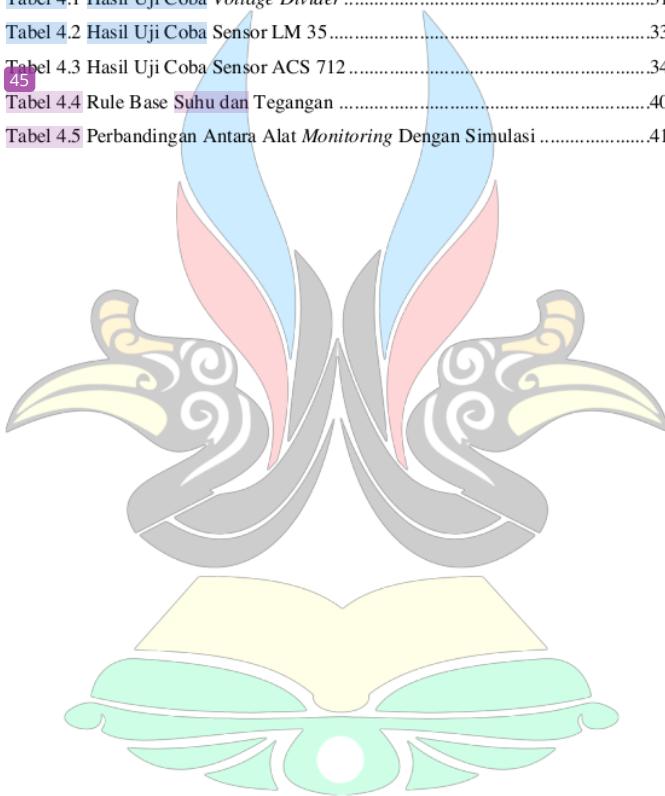
12

Gambar 4.18 Grafik Perbandingan Suhu Uji Coba Dengan Proteus Saat Kondisi  
*Discharging* .....43

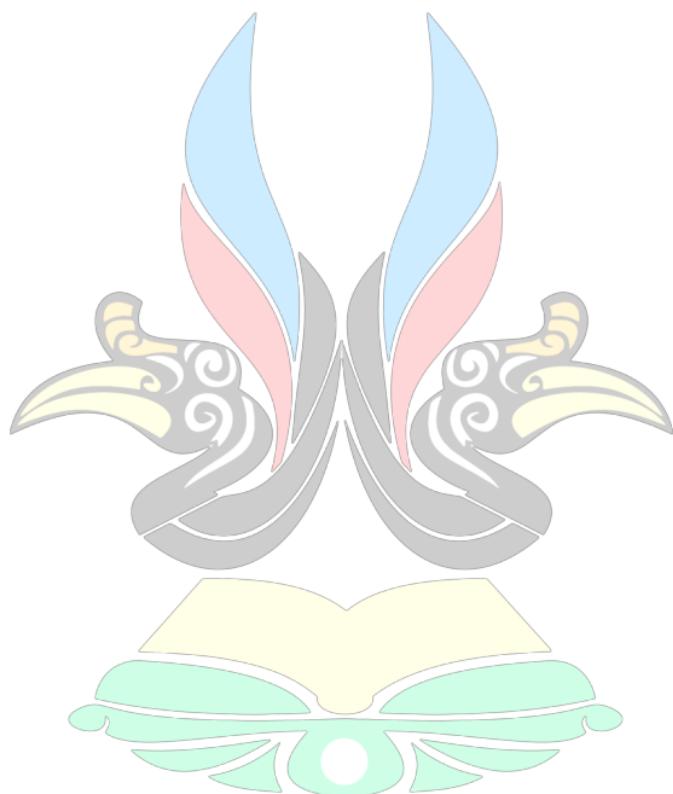


## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi Baterai Li-ion..... <b>12</b>	20
Tabel 4.1 Hasil Uji Coba <i>Voltage Divider</i> .....	31
Tabel 4.2 Hasil Uji Coba Sensor LM 35 .....	33
Tabel 4.3 Hasil Uji Coba Sensor ACS 712 .....	34
<b>45</b> Tabel 4.4 Rule Base Suhu dan Tegangan .....	40
Tabel 4.5 Perbandingan Antara Alat <i>Monitoring</i> Dengan Simulasi .....	41



**DAFTAR NOTASI**



## 7 BAB 1 PENDAHULUAN

### 1.1 Pendahuluan

PT. Ruang Cipta Teknologi adalah perusahaan yang bergerak di bidang *Engineering Services* dan *Product Development* untuk bidang energi dan lingkungan. Berbasis di Balikpapan, Kalimantan Timur. Didirikan pada tahun 2018 sebagai perusahaan Indonesia (CV. Planet Intelligent). PT. Ruang Cipta Teknologi memiliki tim *research and development* yang berfokus pada penemuan dan pengembangan produk baru, untuk saat ini tim *research and development* sedang berfokus pada merancang, membangun dan mengujicoba IC BQ milik *Texas Instrument*. Porteksi baterai 9, 12 dan 24 volt serta monitoring baterai adalah produk yang sedang di kembangkan dan diuji saat ini.

Anjungan lepas pantai(offshore structure) merupakan bangunan/struktur yang berdiri di lepas pantai/lautan. Pada umumnya Anjungan lepas pantai berfungsi untuk mengeksplorasi dan mengeksplorasi bahan tambang, navigasi, dan fungsi lainnya(Mather, 1995). Karena letaknya yang jauh dari daratan, sulit menyalurkan energi listrik dari PLN ke anjungan lepas pantai, maka digunakanlah genset bermesin diesel sebagai pembangkit utama, namun genset diesel memiliki kekurangan yaitu tingkat kebisingan yang tinggi dan biaya oprasional yang mahal, sehingga digunakanlah baterai lithium sebagai tambahan energi.

Kelebihan baterai berbasis Lithium digunakan pada Anjungan lepas pantai adalah kehandalan daya yang dapat diisi dengan cepat dan keawetan daya yang tahan lama, menyimpan minimal 80% kapasitas <sup>22</sup> edl untuk jumlah siklus pengisian daya yang tinggi dan bervariasi, **densiti energi yang tinggi**, self-discharge yang rendah, rasio massa-keenergy yang tinggi, tidak ada memory effect, tahan lama jika proses chraging sesuai [Amir,2012]. Dari kelebihan tersebut, **baterai lithium** cocok digunakan untuk tambahan energi, sebab efektif dalam hal biaya oprasional, minim perawatan dan awet. Namun, baterai Lithium juga memiliki beberapa kekurangan yang jarang diperhatikan, yaitu tidak tahan panas, usia

Commented [AM1]: Uraikan lebih lanjut, apa kaitan dengan kelebihan2 ini sehingga perusahaan minyak dan gas menggunakan baterai lithium

Commented [AM2]: Baterai

baterai akan berkurang apabila terjadi *overcharge* dan *overdischarge* yang berulang.

1

Karena kekurang ini, maka diperlukan estimasi *State Of Charge* yang akurat serta *monitoring* baterai untuk mengatasi kekurangan dari baterai lithium, maka dibuatlah rangkaian *monitoring*. Rangkaian *monitoring* akan mengawasi kondisi baterai yang sudah diatur ambang batas secara *real time*, dilengkapi dengan *display LCD* yang menampilkan status dari baterai dan sebuah LED sebagai indikator dari kondisi baterai. Rangkaian *monitoring* akan meningkatkan keandalan baterai dengan memperkecil persentasi terjadinya pemendekan umur baterai karena panas, mendetksi ketika batas atas dan bawah tegangan baterai telah tercapai untuk menghindari *overcharge* dan *overdischarge*.

## 11 1.2. Maksud dan Tujuan

### 1.2.1 Maksud dan Tujuan Umum 40

Tujuan yang ingin dicapai dalam pelaksanaan magang industri ini adalah sebagai berikut;

34

1. Menumbuhkan berkomunikasi secara efektif dan menciptakan pola berpikir konstruktif yang lebih berwawasan sebagai mahasiswa.
2. Mengembangkan pengetahuan, keterampilan, kemampuan profesi melalui penerapan ilmu dan latihan kerja di PT. Ruang Cipta Teknologi
3. Menerapkan ilmu pengetahuan pada lapangan kerja yang telah diperoleh dalam perkuliahan.
4. Memberikan pengetahuan kepada mahasiswa dalam memahami aplikasi ilmu kelistrikan dalam dunia kerja.
5. Menumbuhkan dan menciptakan pola berpikir konstruktif yang lebih berwawasan bagi mahasiswa.
6. Mengembangkan pengetahuan, keterampilan, kemampuan profesi melalui penerapan ilmu, dan latihan kerja di Institut Teknologi Kalimantan.

### 11 1.2.2. Maksud dan Tujuan Khusus

Commented [AM3]: Maksud dan tujuan khusus

Maksud dari proyek magang ini adalah merancang rangkaian system monitoring dengan judul ‘Rancang Bangun Sistem Monitoring State of Charge Baterai Li-ion pada Anjungan Lepas Pantai Berbasis Algoritma Logika Fuzzy Dengan Mempertimbangkan Temperature dan Tegangan’

1. Merencanakan dan menguji sistem monitoring secara keseluruhan meliputi pemrograman dan penerapan sensor suhu, arus dan tegangan.
2. Merancang dan memodelkan sistem mikrokontroler sebagai pusat kontrol pada rangkaian monitoring
3. Membangun algoritma logika fuzzy dengan Bahasa C++ pada rangkaian monitoring sesuai dengan perencanaan dan perancangan sistem.

Commented [AM4]: kurang tertata bahasannya, pertimbangkan lagi sebelum saya yang perbaiki

### 1.3 Manfaat Magang

Manfaat yang didapatkan selama melaksanakan magang yaitu :

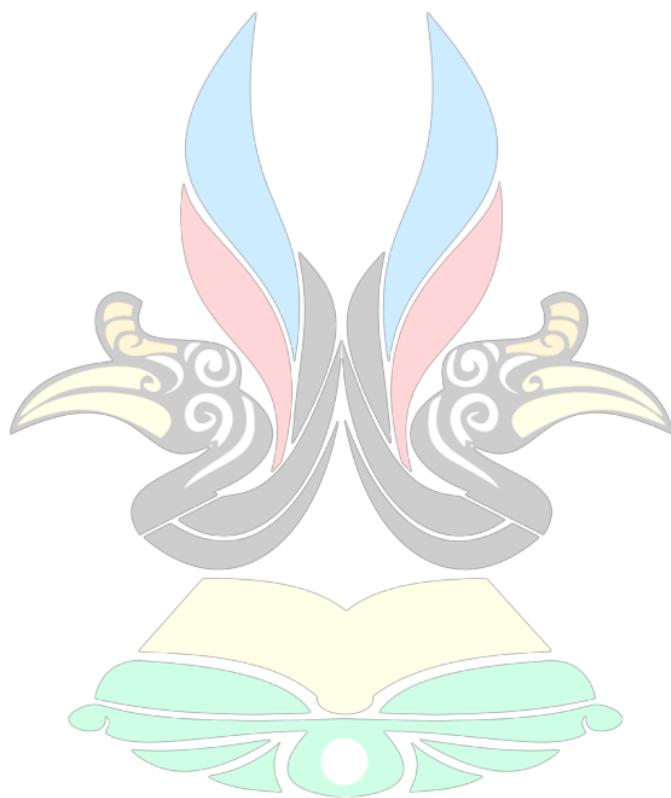
#### 1.3.1 Mahasiswa

1. Mahasiswa dapat memperoleh gambaran tentang penerapan ilmu perkuliahan secara langsung pada lapangan dan membangun etos kerja serta sikap profesional.
2. Mahasiswa dapat mengetahui perbandingan antara teori dan ilmu yang diperoleh selama perkuliahan dengan praktik di lapangan, mulai dari perencanaan, perancangan, pengujian hingga analisis.
3. Mahasiswa memahami tentang penerapan ilmu kelistrikan pada sistem tenaga khusunya pada bidang sistem distribusi.
4. Sebagai referensi mengenai perkembangan teknologi industri di Indonesia yang digunakan sehari-hari oleh pihak terkait

#### 1.3.2 Perguruan Tinggi

1. Sebagai jalinan kerja sama antara perguruan tinggi dan perusahaan.
2. Sebagai wadah promosi atas eksistensi perguruan tinggi terhadap dunia kerja, sehingga dapat menunjang kebutuhan tenaga kerja yang berkompeten dan professional dalam bidangnya.
3. Sebagai wadah pengembangan mahasiswa dalam meningkatkan wawasan terhadap gambaran dan pengetahuan dunia kerja serta sikap professional dalam bekerja dengan disiplin dan tanggung jawab

sehingga dapat mempersiapkan mahasiswa dalam beradaptasi di dunia kerja.



## BAB 2 PROFIL MITRA MAGANG

### 2.1 Deskripsi Perusahaan

PT. Ruang Cipta Teknologi Didirikan pada tahun 2018 sebagai perusahaan Indonesia. PT. Ruang Cipta Teknologi adalah perusahaan transformasi dari CV. Planet **Intelligent**. PT. Ruang Cipta Teknologi merupakan perusahaan yang bergerak di bidang Engineering Services dan Product Development untuk sektor energi dan lingkungan. Berbasis di Balikpapan, Kalimantan Timur. Berfokus pada Kemampuan rekayasa, pengembangan produk dan pelatihan

### 2.2 Visi dan Misi Perusahaan

Adapun Visi dan Misi PT. Ruang Cipta Teknologi aialah sebagai berikut:

#### 2.2.1 Visi

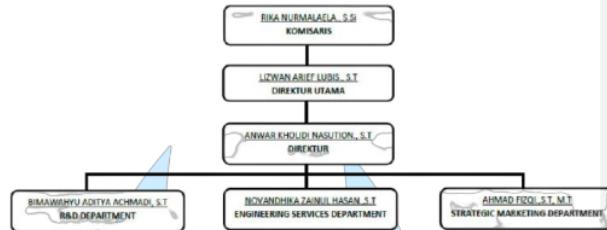
Menjadi Perusahaan Internasional dalam Energi dan Sistem Otomasi

#### 2.2.2 Misi

- Menjadi perusahaan yang mampu bersaing secara global di bidang energi, IoT, dan otomatisasi
- Menjadi bagian dari percepatan kemandirian bangsa di bidang teknologi
- Menjadi perusahaan yang menghasilkan produk nasional yang mampu bersaing secara global
- Memberikan solusi engineering yang tepat kepada pelanggan (client) sesuai dengan kebutuhannya

### 2.3 Struktur Organisasi

Adapun struktur organisasi yang terdapat di PT. Ruang Cipta Teknologi Ialah sebagai berikut:



#### 2.4 Departemen/Unit Mitra Magang

Adapun departemen yang terdapat di PT. Ruang Cipta Teknologi sebagai berikut:

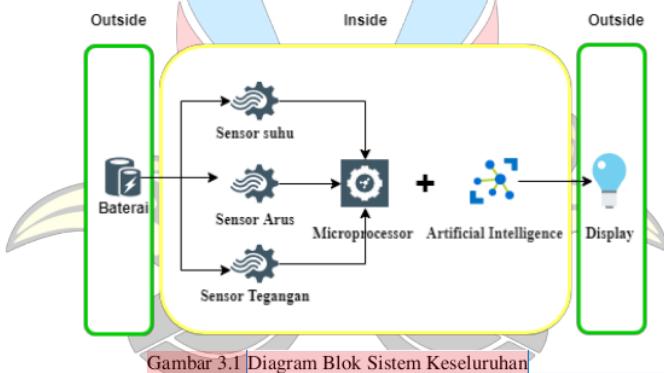
1. Departemen Research and Development Pada departemen ini lebih memfokuskan pada pembuatan produk dan jasa yang terdapat di PT. Ruang Cipta Teknologi. Ada beberapa produk yang telah dikembangkan di perusahaan ini salah satunya adalah power monitoring and home automation berbasis IoT.
2. Departemen Site Engineer and Service Pada departemen ini fokus utamanya adalah dalam bidang service pada klein dan pembuatan SCADA system.

### 1 BAB 3 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dibahas mengenai dasar teori pada rangkaian monitoring baterai Lithium-ion 14V secara keseluruhan. Adapun pokok bahasan, yaitu terkait perancangan perangkat keras serta perancangan *software* untuk sistem proteksi dan monitoring baterai. Dasar teori meliputi perancangan sistem monitoring yang akan diterapkan dan kalibrasi dari sensor-sensor yang digunakan. Sedangkan pembahasan perancangan *software* meliputi pemrograman Arduino dan sistematika *fuzzy logic* pada simulink.

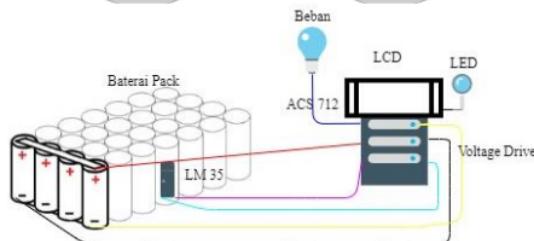
Commented [AM5]: Pisahkan antara tinjauan pustaka dan implementasi sistem...  
Tinjauan pustaka menceritakan teori2 yang dibutuhkan... sedangkan implementasi sistem menceritakan cara kerja dan elemen2 dari sistem

Commented [AM6]: f



Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem Keseluruhan

Commented [AM7]: Diagram sistem monitoring xxxx  
Buat diagram sistem yang ilustratif, tidak full blok



Gambar 3.2 Konsep Bentuk Monitoring

Sumber yang digunakan untuk proses charging baterai Lithium-ion adalah sumber DC dengan bantuan charger Imax B6 80 Watt. Berdasarkan mode pengisian yang digunakan pada pengujian ini adalah slow charging, maka

Commented [AM8]: Diagram sistem monitoring xxxx  
Buat diagram sistem yang ilustratif, tidak full blok

Commented [AM9]: Jelaskan dulu alur dari diagram sistem pada gambar 4.1. Semua gambar harus ada ceritanya di teks

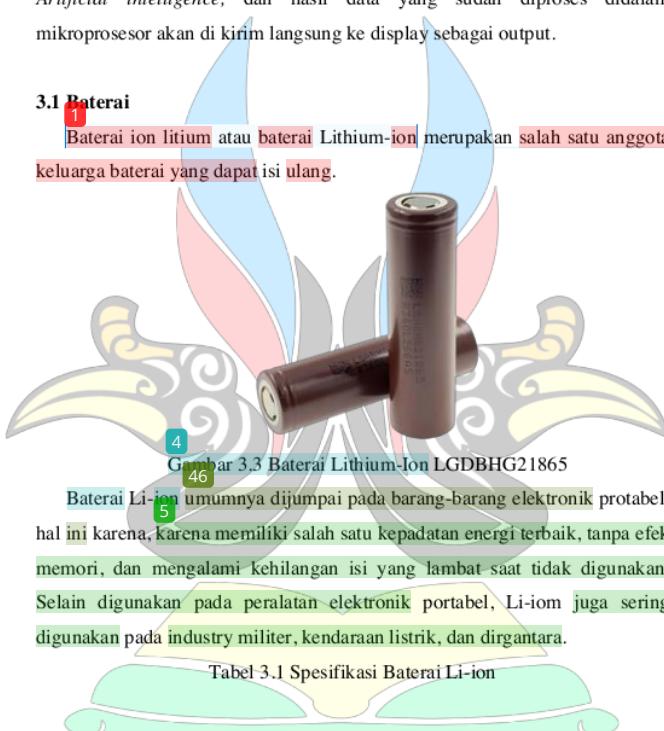
Commented [AM10]: Charger baterai?

**1** dengan demikian, arus pengisian yang digunakan pada pengujian baterai adalah 0.2A untuk *slow charging*. Pada metode ini arus *charging* dijaga tetap. Masing-masing sensor mengambil data suhu, arus dan tegangan pada baterai Lithium-ion. Data yang telah diambil akan diproses oleh mikroprosesor dengan bantuan *Artificial intelligence*, dan hasil data yang sudah diproses didalam mikroprosesor akan dikirim langsung ke display sebagai output.

### 3.1 Baterai

Baterai ion litium atau **baterai Lithium-ion** merupakan **salah satu anggota keluarga baterai yang dapat isi ulang**.

Commented [AM11]: Tunjukkan gambar baterai Li-Ion yang dijadikan obyek monitoring, karena baterai Li-Ion ada banyak macamnya



Gambar 3.3 Baterai Lithium-Ion LGDBHG21865

46

Baterai Li-ion umumnya dijumpai pada barang-barang elektronik protabel, hal ini karena, karena memiliki salah satu kepadatan energi terbaik, tanpa efek memori, dan mengalami kehilangan isi yang lambat saat tidak digunakan. Selain digunakan pada peralatan elektronik portabel, Li-ion juga sering digunakan pada industry militer, kendaraan listrik, dan dirgantara.

Tabel 3.1 Spesifikasi Baterai Li-ion

Type	Specification
Chemistry	Li[NiMnCo] (H-NMC0)
Dimensions(mm)	Diameter 18.3 +0.2 mm
	Height $65.00 \pm 0.2$ mm
Weight(g)	44~45
Nominal Voltage (V)	3.6

Charge Method		Nominal : 1.5A 4.2V, 50mA End-current Fast : 4A 4.2V, 100mA End-current
Charge Time	Nominal (min)	165min
	Fast (min)	85min
Charge Current	Nominal Current (A)	1.25A
	Max. Current (A)	4A
Discharge	End Voltage (A)	2V
	Max. Current (A)	20A (Continued discharge current)

Baterai Li-ion memiliki kemampuan penyimpanan energi tinggi per satuan volume. Energi yang tersimpan adalah jenis energi elektrokimia. Energi elektrokimia merupakan jenis energi listrik yang bersumber dari reaksi kimia yang terjadi di dalam baterai. Agar dapat berfungsi, setiap sel elektrokimia harus memiliki dua elemen penting yaitu elektroda dan elektrolit. Elektroda terdiri dari dua jenis yaitu anoda dan katoda yang menghantarkan energi listrik (ion). Anoda dihubungkan ke terminal negatif baterai sementara katoda dihubungkan ke terminal positif baterai. Elektroda terendam dalam elektrolit yang bertindak sebagai medium cair untuk pergerakan ion(Albarri, 2013).

Pada baterai dengan tipe Lithium-ion sangat rentan terhadap kerusakan akibat *overcharging* sehingga, jika terlalu sering mengalami *overcharge*, *lifetime* baterai akan menjadi lebih pendek.. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem monitoring baterai yang akurat sehingga baterai dapat dimonitoring dengan akurat dan tidak mengalami *overcharging*.

Untuk memonitoring baterai agar tidak terjadi *overdischarging*, akan diambil data ketika baterai dalam kondisi penuh lalu baterai akan *discharge* sampai batas bawah baterai. Berdasarkan standar *discharging* pada baterai Lithium-ion, kondisi *discharge* maksimum baterai adalah 20%.

Setelah baterai memenuhi kondisi *discharge* 20%, maka baterai akan *charge* sampai kondisi maksimum sehingga diketahui tegangan, arus, dan suhu puncak pada baterai. Setelah data *charge* dan *discharge* didapat, dilakukan perancangan sistem monitoring melalui *fuzzy logic* pada simulink. Kemudian

dilakukan kalibrasi sensor arus, tegangan, dan suhu untuk kemudian dirakit untuk menjadi sebuah rangkaian monitoring.

### 3.2 Sensor

#### 3.2.1 Sensor Tegangan (*Voltage Divider*)

Rangkaian pembagi tegangan (*voltage divider*) digunakan untuk pembacaan data tegangan pada sistem monitoring baterai Lithium Ion. Rangkaian *voltage divider* digunakan untuk membuat suatu tegangan referensi dari sumber tegangan yang lebih besar untuk titik tegangan referensi pada sensor.



1 karena tegangan baterai yang akan diukur adalah maksimal 30V, sedangkan pin ADC Arduino memiliki batasan pembacaan tegangan sebesar 5V. berikut ini merupakan perhitungan Rangkaian *Voltage Driver* :

Biasumsikan :

$V_{in} = 30 \text{ V}$  (tegangan baterai)

$V_o = 5 \text{ V}$  (tegangan maksimal yang boleh masuk arduino)

$R_2 = 1.000 \text{ ohm}$

Maka,

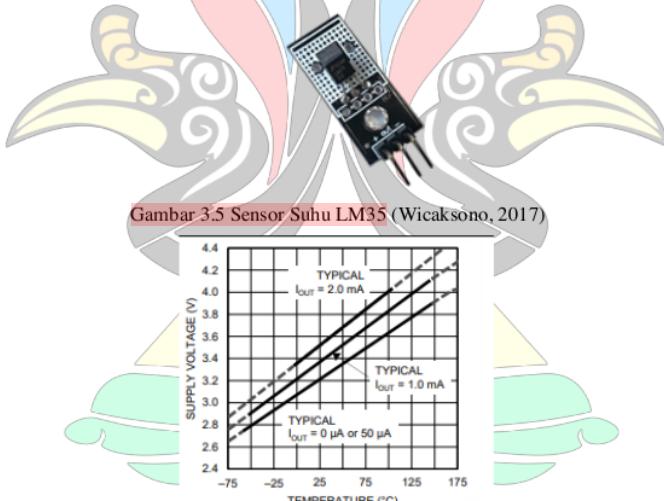
$$\begin{aligned} 5 &= \frac{1.000}{R_1+1.000} \times 30 \\ R_1(5) + 1.000(5) &= 30.000 \\ 5 R_1 &= 25.000 \end{aligned}$$

$$R_1 = 5.000 \text{ ohm}$$

Dari perhitungan diatas didapatkan nilai tahanan resistor yang digunakan untuk membuat rangkaian voltage divider dengan  $R_1 = 5.000$  ohm dan  $R_2 = 1.000$  ohm(Agarwal, 1996).

### 3.2.2 Sensor Suhu(LM35)<sup>1</sup>

Untuk mengambil data suhu pada sistem monitoring baterai Lithium-ion ini digunakan sensor suhu dengan tipe LM35. Sensor ini memiliki fungsi untuk mengubah besaran suhu menjadi besaran listrik dalam bentuk tegangan. Selain memiliki tingkat akurasi dan kemudahan dalam merancang yang tinggi, sensor ini juga mempunyai keluaran impedansi yang rendah dan linieritas yang tinggi sehingga dapat dengan mudah dihubungkan dengan rangkaian kendali khusus serta tidak memerlukan penyetelan lanjutan.



Gambar 3.6 Perbandingan Antara Temperatur dengan Tegangan Sensor Suhu LM35

IC LM 35 sebagai sensor suhu yang teliti dan terkemas dalam bentuk Integrated Circuit (IC), dimana output tegangan keluaran sangat linear terhadap

7  
perubahan suhu. Cara kerja sensor LM 35 adalah dengan mengubah besaran suhu menjadi besar tegangan. LM35 mengeluarkan tegangan ideal yang mempunyai perbandingan  $100^{\circ}\text{C}$  setara dengan 1 volt.<sup>19</sup> Memiliki fitur pemanasan diri (self heating) kurang dari  $0,1^{\circ}\text{C}$ . LM35 memiliki koefisien sebesar  $10 \text{ mV } ^{\circ}\text{C}$  yang berarti bahwa kenaikan suhu  $1^{\circ}\text{ C}$  maka akan terjadi kenaikan tegangan sebesar  $10 \text{ mV}$ .

Sensor LM35 ini memiliki karakteristik sebagai berikut(Datasheet LM35.

2015)

1. Memiliki sensitivitas suhu, dengan faktor skala linier antara tegangan dan suhu  $10 \text{ mV } ^{\circ}\text{C}$ , sehingga dapat dikalibrasi langsung dalam celcius.
2. Memiliki ketepatan atau akurasi kalibrasi yaitu  $0,5^{\circ}\text{C}$  pada suhu  $25^{\circ}\text{C}$  seperti terlihat pada gambar
3. Memiliki jangkauan maksimal operasi suhu antara  $-55^{\circ}\text{C}$  sampai  $+150^{\circ}\text{C}$
4. Bekerja pada tegangan 4 sampai 30 volt.
5. Memiliki arus rendah yaitu kurang dari  $60 \mu\text{A}$ .
6. Memiliki pemanasan sendiri yang rendah (*low-heating*) yaitu kurang dari  $0,1^{\circ}\text{C}$  pada udara diam.
7. Memiliki impedansi keluaran yang rendah yaitu  $0,1 \text{ W}$  untuk beban 1 mA.
8. Memiliki ketidaklinieran hanya sekitar  $\pm 1/4^{\circ}\text{C}$ .

Commented [AM12]: Tampilkan beberapa grafik karakteristik sensor, misalnya sensitivitas dan linearitas

### 3.3 Software

Perancangan software pada tugas akhir ini meliputi 2 bagian utama, yaitu pemrograman Arduino dan pembuatan *interface* pada Simulink. Pemrograman arduino digunakan untuk mengolah data dari sensor-sensor yang digunakan kemudian digunakan untuk komunikasi ke PC untuk dilakukan pemrograman *fuzzy logic* pada arduino.

#### 3.3.1 Arduino Nano

Arduino adalah pengendali mikro *single-board* yang bersifat *open-source*, diturunkan dari *Wiring platform*, dirancang untuk memudahkan penggunaan

elektronik dalam berbagai bidang. Arduino Nano memiliki proses<sup>28</sup> ATmega168 dan software-nya memiliki bahasa pemrograman C. Arduino juga menyederhanakan proses bekerja dengan mikrokontroler, sekaligus menawarkan berbagai macam kelebihan antara lain(Djuandi, 2011).

1. Harga terjangkau
2. Dapat dijalankan diberbagai sistem operasi, *Windows, Linux, Mac*, dan sebagainya.
3. Sederhana, dengan bahasa pemrograman yang mudah bisa dipelajari orang awam, bukan untuk orang teknik saja.
4. *Open Source, hardware maupun software*.

Penggunaan Arduino Nano pada desain monitoring baterai Lithium ion ini berfungsi mengubah pembacaan sinyal analog dari sensor menjadi sinyal digital. Sinyal digital inilah yang nantinya dapat diolah menjadi data yang diperlukan dalam sistem monitoring. Arduino Nano adalah papan mikrokontroler berbasiskan ATmega 168(datasheet ATmega168). Arduino Nano dapat diaktifkan dengan dihubungkan ke komputer melalui kabel USB atau power dihubungkan dengan adaptor AC-DC atau baterai(Djuandi, 2011).



Gambar 3.7 Model Arduino Nano (Wicaksono, 2017)

### 3.3.1 Pin Masukan dan Keluaran

Masing-masing dari 14 pin digital pada Arduino Nano dapat digunakan sebagai input atau output, dengan menggunakan fungsi *pinMode()*, *digitalWrite()*, dan *digitalRead()*. Semua pin beroperasi pada tegangan 5 volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima arus maksimum 40 mA dan memiliki resistor pull-up internal (yang terputus secara *default*) sebesar

20-50 KOhm. Selain itu beberapa pin memiliki fungsi khusus, yaitu(Djuandi, 2011).

- Serial : 0 (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirimkan (TX) TTL data serial. Pin ini terhubung ke pin yang sesuai dari chip FTDI USB-to-TTL Serial.
- External Interrupt (Interupsi Eksternal): Pin 2 dan pin 3 ini dapat dikonfigurasi untuk memicu sebuah interupsi pada nilai yang rendah, meningkat atau menurun, atau perubahan nilai.
- PWM : Pin 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Menyediakan output PWM 8-bit dengan fungsi `analogWrite()`. Jika pada jenis papan berukuran lebih besar (misal: Arduino Uno), pin PWM ini diberi simbol tilde atau “~” sedangkan pada Arduino Nano diberi tanda titik atau strip.
- SPI : Pin 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin ini mendukung komunikasi SPI. Sebenarnya komunikasi SPI ini tersedia pada *hardware*, tapi untuk saat belum didukung dalam bahasa Arduino.
- LED : Pin 13. Tersedia secara built-in pada papan Arduino Nano. LED terhubung ke pin digital 13. Ketika pin diset bernilai HIGH, maka LED menyala, dan ketika pin diset bernilai LOW, maka LED padam.

Arduino Nano memiliki 8 pin sebagai input analog, diberi label A0 sampai dengan A7, yang masing-masing menyediakan resolusi 10 bit (yaitu 1024 nilai yang berbeda). Secara default pin ini dapat diukur/diatur dari mulai *Ground* sampai dengan 5 Volt, juga memungkinkan untuk mengubah titik jangkauan tertinggi atau terendah mereka menggunakan fungsi `analogReference()`. Pin Analog 6 dan 7 tidak dapat digunakan sebagai pin digital. Selain itu juga, beberapa pin memiliki fungsi yang dikhawasukan, yaitu(Djuandi, 2011).

- I2C : Pin A4 (SDA) dan pin A5 (SCL). Yang mendukung komunikasi I2C (TWI) menggunakan perpustakaan `Wire`.

Masih ada beberapa pin lainnya pada Arduino Nano, yaitu(Djuandi, 2011).

- AREF : Referensi tegangan untuk input analog. Digunakan dengan fungsi *analogReference()*.
- RESET : Jalur LOW ini digunakan untuk *re-set* (menghidupkan ulang) mikrokontroler. Biasanya digunakan untuk menambahkan tombol *reset* pada *shield* yang menghalangi papan utama Arduino.

1

### 3.3.1.2 Sumber Daya dan Pin Tegangan Arduino Uno

Pin-pin pada bagian power yang terdapat pada Arduino Nano adalah sebagai berikut(Djuandi, 2011).

- VIN. Tegangan input ke papan Arduino ketika menggunakan sumber daya eksternal (sebagai lawan 5V) dari koneksi USB atau sumber daya lainnya). Anda dapat menyediakan tegangan melalui pin ini, atau, jika memasok tegangan melalui colokan listrik.
- 5V. Pin ini output 5V diatur dari regulator di papan Arduino. Dapat diaktifkan dengan daya baik dari colokan listrik DC(7 - 12V), konektor USB(5V), atau pin VIN (7-12V). Menyediakan tegangan melalui 5V atau pin 3.3V melalui regulator.
- 3V3. Sebuah pasokan 3,3 Volt dihasilkan oleh regulator onboard. Menarik arus maksimum 50mA.
- GND adalah pinground.
- IOREF. Pin ini di papan Arduino memberikan tegangan referensi.

### 3.3.1.3 Peta Memori Arduino Nano

Arduino Nano adalah arduino board yang menggunakan mikrokontroler ATmega 168. Peta memori pada mikrokontroler ATmega 168. Memori Arduino terdiri dari(Djuandi, 2011).

1. Memori Program
2. Memori Data

### 3.3.2.4 Fuzzy Logic

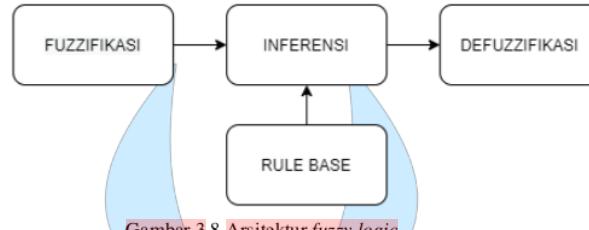
Fuzzy Logic adalah suatu cabang ilmu *Artificial Intelligence*, yaitu suatu pengetahuan yang membuat komputer dapat meniru kecerdasan manusia sehingga diharapkan komputer dapat melakukan hal-hal yang apabila dikerjakan manusia memerlukan kecerdasan. Dengan kata lain fuzzy logic mempunyai fungsi untuk “meniru” kecerdasan yang dimiliki

Commented [AM13]: Ini di tinjauan pustaka

Pada implementasi sistem, tampilkan flowchart program

1

manusia untuk melakukan sesuatu dan mengimplementasikannya ke suatu perangkat, misalnya robot, kendaraan, peralatan rumah tangga, dan lain-lain.



Gambar 3.8 Arsitektur fuzzy logic

Ada tiga proses utama jika ingin mengimplementasikan fuzzy logic pada suatu perangkat, yaitu *fuzzifikasi*, *evaluasi rule*, dan *defuzzifikasi*(Wang, 1992).

- *Fuzzification*, merupakan suatu proses untuk mengubah suatu masukan dari bentuk tegas (*crisp*) menjadi *fuzzy* yang biasanya disajikan dalam bentuk himpunan-himpunan *fuzzy* dengan suatu fungsi kenggotaannya masing-masing.
- *Interference System* (Evaluasi Rule), merupakan sebagai acuan untuk menjelaskan hubungan antara variable-variabel masukan dan keluaran yang mana *variabel* yang diproses dan yang dihasilkan berbentuk *fuzzy*. Untuk menjelaskan hubungan antara masukan dan keluaran biasanya menggunakan “*IF-THEN*”.
- *Defuzzification*, merupakan proses pengubahan variabel berbentuk *fuzzy* tersebut menjadi data-data pasti (*crisp*) yang dapat dikirimkan ke peralatan pengendalian.

### 3.4 Display

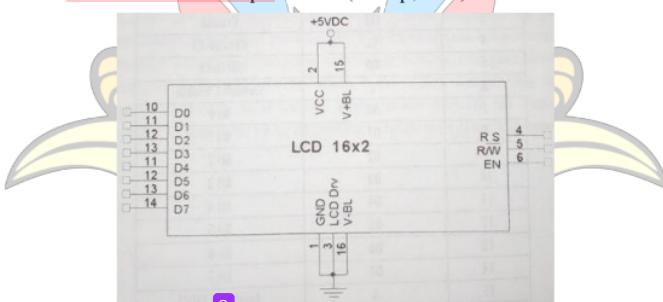
39

#### 3.4.1 LCD (Liquid Crystal Display)

3

LCD adalah salah satu jenis media tampilan yang mulai banyak digunakan. Penampil LCD sekarang ini mulai menggantikan penampil CRT (Cathode Ray Tube), yang sudah sekian tahun digunakan manusia sebagai penampil gambar/text. Sebuah LCD dibentuk oleh suatu jenis cairan khusus

**3** yaitu kristal cair yang ditempatkan di antara dua buah lempengan kaca. Pada lempengan kaca bagian belakang, terdapat sebuah bidang latar (backplane), yang ditutupi oleh lapisan elektroda transparan pada sisi dalam. Saat keadaan normal, cairan yang digunakan memiliki warna yang cerah. Daerah-daerah tertentu pada cairan akan berubah warnanya menjadi hitam saat tegangan AC diterapkan antara bidang latar dan pola ekstroda yang terdapat pada sisi dalam lempeng kaca bagian depan. Ketika kristal off (tidak ada arus melalui kristal) cahaya kristal sama dengan bahan latar belakangnya, sehingga kristal tidak terlihat. Namun, saat ada arus melalui kristal, akan merubah bentuk dan menyerap lebih banyak cahaya sehingga membuat kristal lebih gelap dari penglihatan manusia dan menghasilkan bentuk titik atau bar dapat terlihat. (Bishop, 2004)



Gambar 3.9 Konfigurasi pin LCD (Setiawan, 2011)

Terdapat empat operasi dasar pada LCD, yaitu instruksi mengakses proses internal, instruksi menulis data, instruksi membaca kondisi sibuk, dan instruksi membaca data. Adapun fitur disajikan dalam LCD ini adalah: (Setiawan, 2011)

1. Terdiri dari 16 kolom dan 2 baris karakter **3**
2. ROM pembangkit sebanyak 192 tipe karakter
3. tiap karakter dengan huruf 5 x 7 dot matriks
4. Kapasitas pembangkit RAM 8 tipe karakter (membaca program)
5. membaca maksimum 80 x 8 bit tampilan data. **2**
6. Pilihan konfigurasi untuk operasi write only atau read write

23

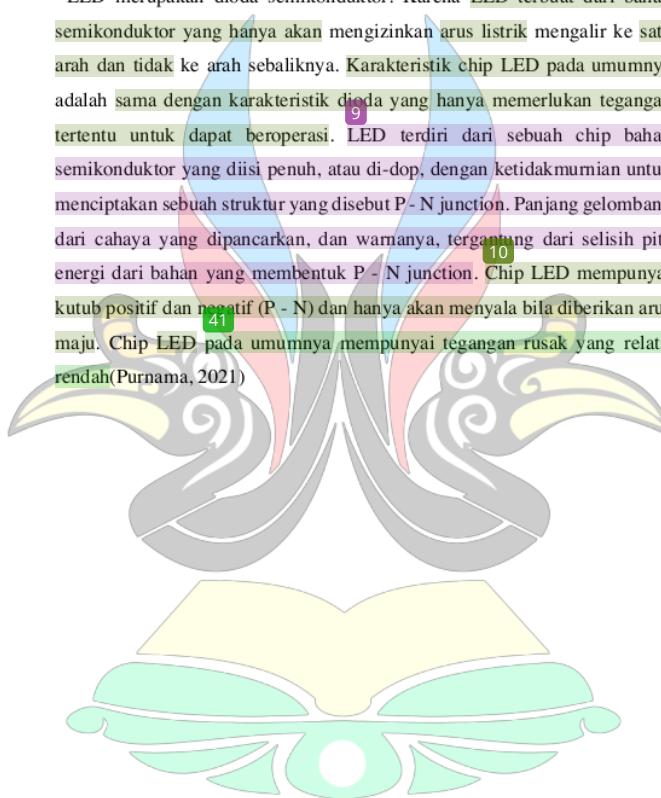
7. Perintah utama LCD adalah Display clear, Cursor Home, Display ON/OFF, Cursor ON/OFF, Display Character Blink, Cursor Shift, dan Display Shift

#### 3.4.2 LED

10

LED merupakan dioda semikonduktor. Karena LED terbuat dari bahan semikonduktor yang hanya akan mengizinkan arus listrik mengalir ke satu arah dan tidak ke arah sebaliknya. Karakteristik chip LED pada umumnya adalah sama dengan karakteristik dioda yang hanya memerlukan tegangan tertentu untuk dapat beroperasi.<sup>9</sup> LED terdiri dari sebuah chip bahan semikonduktor yang diisi penuh, atau di-dop, dengan ketidakmurnian untuk menciptakan sebuah struktur yang disebut P-N junction. Panjang gelombang dari cahaya yang dipancarkan, dan warnanya, tergantung dari selisih pita energi dari bahan yang membentuk P-N junction. Chip LED mempunyai kutub positif dan negatif (P - N) dan hanya akan menyala bila diberikan arus maju. Chip LED pada umumnya mempunyai tegangan rusak yang relatif rendah(Purnama, 2021)

Commented [AM14]: Ada di mana LED pada sistem?



## 43 BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

1

Pada Bab 4 akan disajikan mengenai bahasan hasil simulasi dan analisis data dari implementasi alat monitoring baterai. Pengujian alat berkaitan dengan pengujian sensor tegangan, sensor arus dan sensor suhu yang terhubung dengan arduino. Dalam bab ini akan dibandingkan hasil kalibrasi dan analisis antara hasil yang diperoleh dalam implementasi alat dan simulasi.

### 4.1 Pengujian Sensor

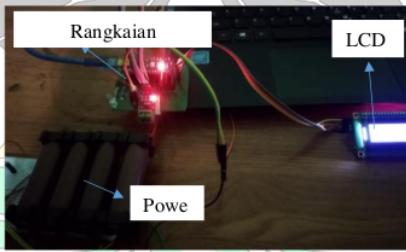
Pada Sub Bab pengujian sensor akan dibahas perihal pengambilan data *voltage divider*, sensor suhu LM 35 dan sensor arus ACS712. Hasil data dari masing-masing sensor akan dibandingkan dengan alat uji multimeter dan thermometer untuk dilihat tingkat keakurasaan dari masing-masing sensor.

Commented [AM15]: Caritakan apa saja yang diuji dan dibahas

#### 4.1.1 Pengujian Sensor Tegangan

Rangkaian pengujian sensor tegangan menggunakan *power supply*. Pada kalibrasi ini dibandingkan tegangan yang terbaca oleh *voltage divider* dengan multimeter. Output dari *voltage divider* akan masuk ke pin ADC Arduino untuk diolah, dan kemudian akan ditampilkan pada LCD.

Commented [AM16]: Tampilkan setup dan setting pengujian sebelum menyampaikan hasil



Gambar 4.1 Uji Coba *Voltage Divider* Dengan *Power Supply*

Tabel 4.1 Hasil uji coba *voltage driver*

Multimeter(V)	LCD Display(V)	Selisih(V)
0.79	0.78	0.01

Commented [AM17]: Beri anotasi pada gambar untuk menunjukkan elemen2 di gambar

Commented [AM18]: Setahu saya caption untuk Tabel posisinya di atas?

Commented [AM19]: (V)

1.56	1.56	0
2.30	2.31	0.01
5.21	5.23	0.02
7.36	7.38	0.02
8.62	8.68	0.06
10.07	10.14	0.07
11.20	11.29	0.09
12.12	12.22	0.1
16.00	16.15	0.15

Dari table diatas didapat selisih paling besar adalah 0.15 dan selisih paling kecil adalah 0, karena selisih yang sangat kecil antara pembacaan pada multimeter dengan nilai yang ditampilkan pada LCD maka dapat disimpulkan bahwa *voltage divider* dapat digunakan pada rangkaian monitoring sebab dapat membaca tegangan dengan baik.

#### 4.1.2 Pengujian Sensor Suhu

Rangkaian pengujian sensor suhu LM35 adalah dengan membandingkan antara pembacaan suhu yang terbaca oleh sensor suhu dengan thermometer infrared. Kemudian tegangan output dari LM35 akan dikalibrasi untuk mencari nilai analog setiap kenaikan  $1^{\circ}\text{C}$  dengan rumus sebagai berikut.

Diketahui ;

- Nilai analog Arduino : 5 Volt/1024 Unit atau 4,9mV/Unit
- Sensitivitas LM 35 :  $1^{\circ}\text{C} = 10\text{mV}$

Sehingga ;

$$10\text{mV} / 4.9\text{mV} = 2.0408$$

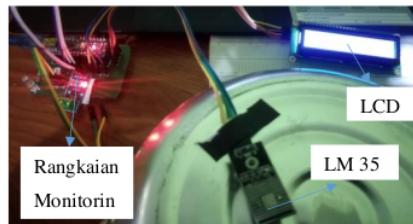
Maka didapatkan hasil kalibrasi sebagai berikut ;

$$\text{Nilai suhu} = (\text{nilai analog sensor}/2.0408)$$

Hasil dari nilai suhu akan masuk ke pin ADC Arduino untuk diolah, dan kemudian akan ditampilkan pada monitoring arduino. Pada skema pengujian ini, plat tembaga akan dipanaskan kemudian didiamkan, sehingga variabel suhu akan terbentuk dalam pengujian ini.

Commented [AM20]: Persamaan yang digunakan untuk mengkonversi tegangan ke suhu  
Jika linear maka  $\text{Suhu} = a(\text{tegangan}) + b$   
Atau jika non-linear misalnya  
 $\text{Suhu} = a(\text{tegangan})^x + b(\text{tegangan})^y + c$

Commented [AM21]: Setup pengujian dan anotasi



Gambar 4.2 Uji Coba Sensor LM 35 Pada Plat Besi

Tabel 4.2 Hasil Uji coba Sensor LM 35

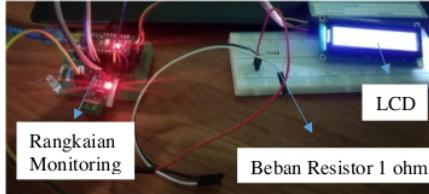
Termometer(°C)	LCD Display(°C)	Selisih
27.78	27.80	0.02
28.92	29.04	0.12
29.05	29.06	0.01
29.22	29.25	0.03
29.34	29.38	0.04
29.62	29.66	0.04
29.80	29.83	0.03
30.01	30.08	0.07
30.34	30.41	0.07
30.87	30.90	0.03

Commented [AM22]: Beri anotasi pada gambar untuk menunjukkan elemen2 di gambar  
Ruang gambar terlalu kecil. Posisikan alat dengan baik dan rapi

Dari table diatas didapat selisih paling besar adalah 0.12 dan selisih paling kecil adalah 0.01, karena selisih yang sangat kecil antara pembacaan pada multimeter dengan nilai yang ditampilkan pada LCD maka dapat disimpulkan bahwa sensor suhu dapat digunakan pada rangkaian monitoring untuk membaca suhu sebab membaca suhu dengan baik.

#### 4.1.3 Pengujian Sensor Arus

Rangkaian pengujian sensor arus ACS712 20A menggunakan *power supply* adalah dengan membandingkan antara pembacaan arus yang terbaca oleh sensor ACS712 20A dengan multimeter. Kemudian tegangan *output* dari ACS712 20A akan masuk ke pin ADC Arduino untuk diolah, dan kemudian akan ditampilkan pada monitoring arduino. Pada skema pengujian ini, digunakan resistor 1 ohm sebagai beban uji.



Gambar 4.3 Uji Coba Sensor ACS712 20A Dengan Beban Resistor 1 ohm

Tabel 4.3 Hasil Uji coba Sensor ACS712

Multimeter(mA)	LCD Display(mA)	Selisih
0.00017	0.00017	0
0.00025	0.00027	0.0002
0.00028	0.00032	0.0004
0.00039	0.00042	0.0003
0.0003	0.00032	0.0002
0.00042	0.00046	0.0004
0.00025	0.00032	0.0007
0.00027	0.00042	0.00015
0.00016	0.00022	0.00006
0.00007	0.00007	0

Dari table diatas didapat selisih paling besar adalah 0.15 dan selisih paling kecil adalah 0, karena selisih yang sangat kecil antara pembacaan pada multimeter dengan nilai yang ditampilkan pada LCD maka dapat disimpulkan bahwa sensor ACS712 20A dapat digunakan pada rangkaian monitoring untuk membaca arus sebab membaca arus dengan baik.

Commented [AM23]: Satuannya Ampere  
Resolusi pembacaan baiknya dalam mililAmp

Commented [rm24R23]:

#### 4.2 Pengambilan Data Charging dan Discharging Baterai Lithium-ion

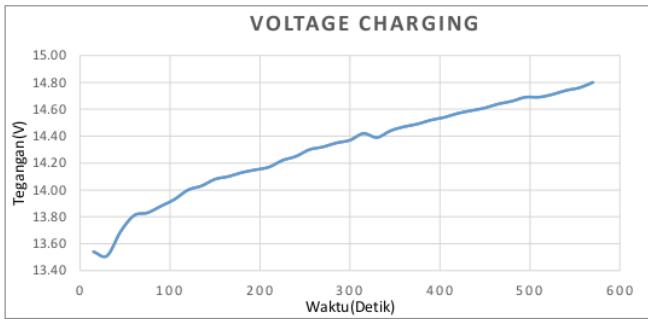
Pada proses ini, akan dilakukan proses *charging-discharging* secara berurutan dengan aturan dari pengujian ini antara lain :

- Proses *charging* harus dapat dihentikan ketika SOC baterai telah 100%, yaitu ketika tegangan baterai 14.8 Volt,
- Kemudian proses *discharging* harus dibatasi tidak boleh dibawah SOC 20%, yaitu 13.50 Volt,

1

c. Suhu operasi dijaga pada standar yang berlaku, yaitu -20°C sampai 50°C.

Berikut ini adalah grafik hasil implementasi alat dengan proses *charging-discharging* yang berlangsung berturut-turut meliputi tegangan baterai dan suhu.



6

Gambar 4.4 | Grafik Tegangan Pada Kondisi Charging

Pada kurva tegangan saat *charging* dapat dilihat tegangan pada grafik tegangan naik dengan konstan. Jika mengacu pada datasheet baterai, terlihat tegangan memiliki kisaran yang cenderung linear. Perbedaan grafik dapat dikarenakan proses *charging* yang kurang sempurna dan kondisi baterai yang mulai berkurang kapasitasnya. Terlihat tegangan baterai saat mendekati peak sempat tidak konstan. Hal itu menandakan baterai sudah mencapai kapasitas *charging* maksimal nya.

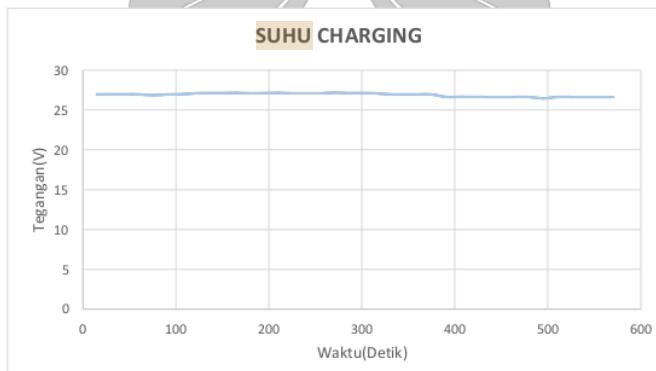
Commented [AM25]: Axis x dan y apa keterangannya

Commented [AM26]: Ganti second menjadidetik

Commented [AM27]: Saya lihat naiknya tegangan terlalu cepat. Dalam 10 menit sudah naik 1 Volt, apa benar?

Commented [rm28R27]: Benar pak

Commented [rm29R27]:

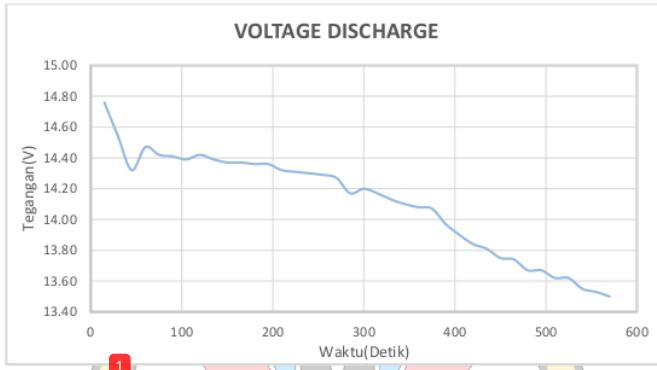


Gambar 4.5 Grafik Suhu Pada Kondisi Charging

Commented [AM30]: Axis x dan y

6

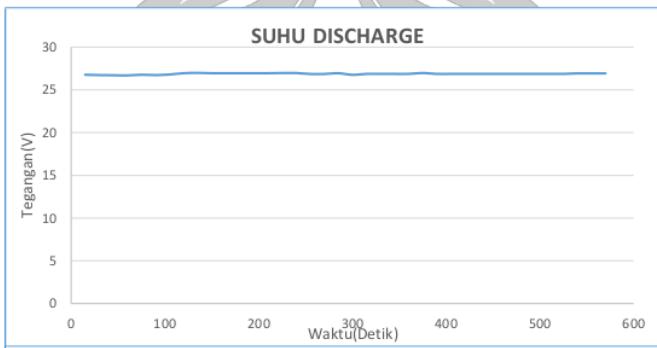
Pada kurva grafik suhu saat *charging*, dapat dilihat suhu konstan di nilai antara 26.60 - 27.15 mulai dari kondisi awal *charging* hingga kondisi baterai pada waktu *charging* maksimal.



Gambar 4.6 Grafik Tegangan Pada Kondisi *Discharging*

Commented [AM31]: Axis x dan y

Ketika baterai *discharging*, dapat dilihat pada grafik tegangan turun dengan konstan. Jika mengacu pada datasheet baterai, terlihat tegangan memiliki kisaran yang cenderung linear. Perbedaan grafik dapat dikarenakan proses *discharging* yang kurang sempurna dan kondisi baterai yang mulai berkurang kapasitasnya.



Gambar 4.7 Grafik Suhu Pada Kondisi *Discharging*

Commented [AM32]: Konsisten menggunakan suhu atau temperature

6

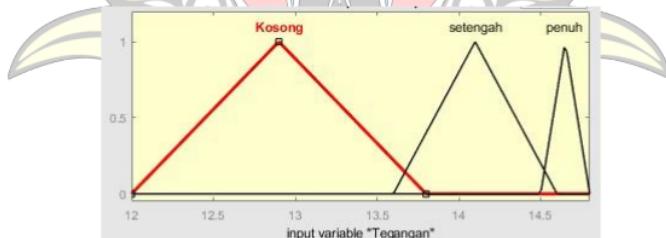
Pada kurva grafik suhu saat *discharging*, dapat dilihat suhu konstan di nilai antara 26.60 - 27.15 mulai dari kondisi awal *discharging* hingga kondisi baterai pada waktu *discharging* maksimal.

#### 4.3 Menentukan *State of Charge* berdasarkan *fuzzy logic*

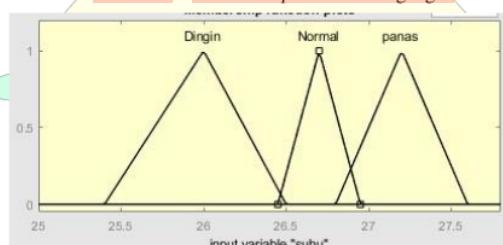
Pada Sub Bab ini akan dibahas rancangan *membership function* dan *fuzzy rules* dari masing-masing sensor dan output, dimana hasil dari rancangan *State of Charge* berdasarkan *fuzzy logic* ini akan dimasukkan kedalam mikrokontroler untuk diproses menjadi perintah *fuzzy logic*.

##### 4.3.1 Menentukan *Membership Function*

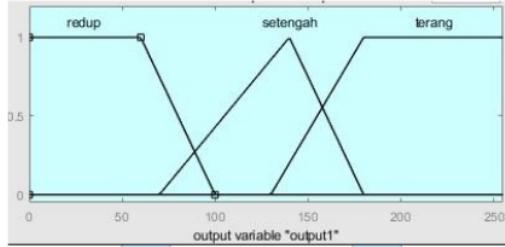
1 Digunakan metode logika *fuzzy* untuk menentukan SOC berdasarkan dengan hasil pengukuran *charging* dan *discharging* pada tegangan dan suhu baterai. Tahap pertama fuzzifikasi dengan menentukan setiap derajat keanggotaan untuk setiap set pada *fuzzy*. Dari pengukuran tegangan dan suhu maka, dapat ditentukan *membership function*



Gambar 4.8 *Membership Function Tegangan*



Gambar 4.9 *Membership Function Suhu*

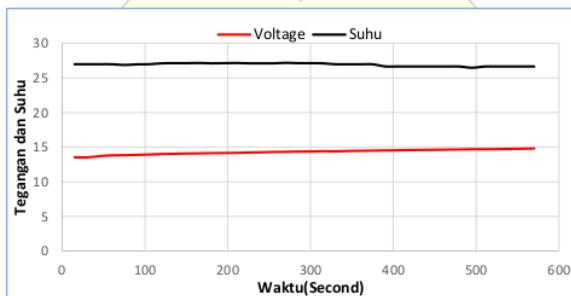


Gambar 4.10 *Membership Function* LED

*Membership function* pada tegangan ditentukan berdasarkan data *charging* dan *discharging* pada tegangan dengan bantuan Imax B6 800 Watt. Diperoleh tegangan bawah saat *discharging* adalah 13.50 volt, sehingga digunakan batas bawah pada *membership function* tegangan adalah 12 Volt dengan tujuan untuk mengantisipasi *undervoltage*. Batas atas *membership function* tegangan dilihat dari tegangan maksimum saat *charging* yaitu 14.80 volt, sehingga *Membership function* yang digunakan adalah 16.30 volt. *Membership function* pada suhu digunakan suhu minimum adalah 25.40 derajat celcius dan suhu maksimum 27.60 derajat celcius. *Membership function* ditentukan berdasarkan data pengukuran suhu dengan tujuan agar output dari *fuzzy logic* lebih tepat

#### 4.3.2 Menentukan Aturan logika fuzzy (rule base)

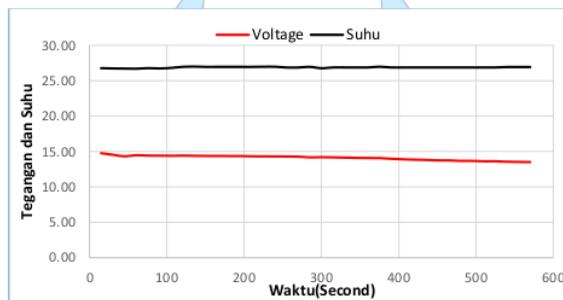
Aturan logika *fuzzy* ditentukan berdasarkan pengujian SOC terhadap tegangan dan SOC terhadap suhu. Setelah dilakukan pengujian didapat data sebagai berikut:



Gambar 4.11 Perbandingan Antara Tegangan Dengan Suhu Pada Kondisi

Charging

Dari gambar 4.11 dapat dilihat kurva perbandingan tegangan, suhu. Ketika awal tegangan pada baterai naik, suhu cenderung tetap. Ketika tegangan berada pada kondisi setengah penuh, suhu cenderung sedikit lebih meningkat dan ketika tegangan pada baterai hampir penuh, suhu kembali tetap seperti kondisi awal.



Gambar 4.12 Perbandingan Antara Tegangan Dengan Suhu Pada Kondisi

Discharging

Dari gambar 4.12 dapat dilihat kurva perbandingan tegangan dan suhu. Saat discharging, suhu cenderung tetap diawal, ketika mendekati kondisi baterai setengah penuh, suhu mengalami sedikit kenaikan dan suhu kembali normal Ketika kondisi baterai hampir habis

Setelah melihat karakteristik SOC dengan berdasarkan data tegangan dan suhu, maka dapat dibuat rule base dengan tujuan untuk menentukan nilai SOC yang terukur pada baterai. Rule base pada tabel 4.4 adalah rule base dari tegangan dan suhu. Parameter yang terdapat pada tabel suhu adalah Dingin, Normal dan Panas. Sedangkan parameter yang terdapat pada rule base tegangan adalah kosong, Setengah dan Penuh. Dari kedua parameter tersebut maka dapat dipertimbangkan nilai dari SOC.

Pada parameter rule base SOC, redup menggambarkan kondisi baterai sangat rendah, Setengah menggambarkan kondisi baterai setengah penuh dan Terang menggambarkan kondisi baterai penuh. Nilai SOC dipertimbangkan dari dua fuzzy

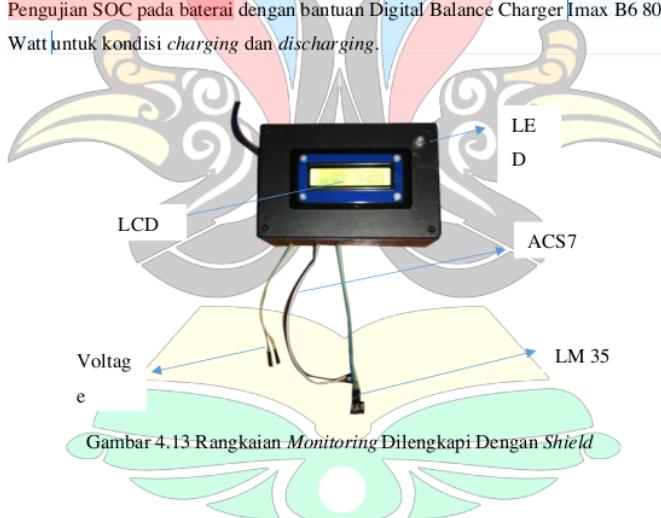
*logic rule* yaitu ketika baterai mengalami proses *charging* dan ketika baterai mengalami kondisi *discharging*.

Tabel 4.4 Rule Base Suhu dan Tegangan

Tegangan Suhu	Kosong	Sedang	Penuh
Dingin	Redup	setengah	terang
Normal	Redup	setengah	terang
Panas	Sedang	terang	terang

#### 4.4 Analisa Hasil SOC

Setelah menentukan *membership function* dan *rule base* pada *fuzzy*, selanjutnya melaksanakan pengujian SOC pada saat kondisi *charging* dan *discharging*. Pengujian SOC pada baterai dengan bantuan Digital Balance Charger Imax B6 800 Watt untuk kondisi *charging* dan *discharging*.

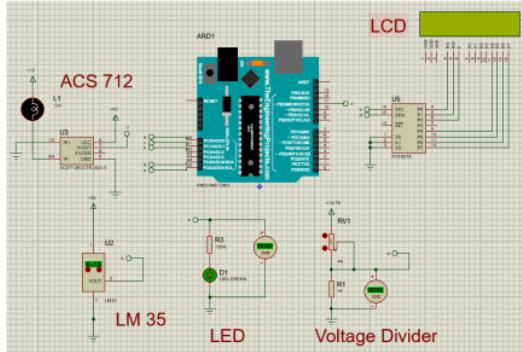


Gambar 4.13 Rangkaian Monitoring Dilengkapi Dengan Shield

Commented [AM34]: Saya merasa janggal dengan rule menentukan intensitas cahaya LED. Mengapa saat tegangan sedang dan suhu panas, lampunya terang? Apa yang ingin diindikasikan?

Commented [rm35R34]:

Commented [AM36]: Deskripsikan, apa ini?



Gambar 4.14 Simulasi Proteus Rangkaian Monitoring

Tabel 4.5 Perbandingan Antara Alat Monitoring Dengan Simulasi

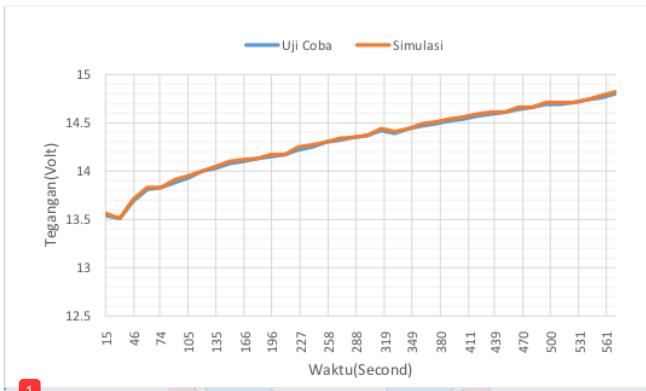
Suhu	Tegangan	LCD Display	Matlab	Arduino	LED
26.48	12.7	49	48	49	Redup
27.44	12.7	128	129	128	Sedang
25.48	12.7	48	48.7	48	Redup
26.48	13.7	89	89.9	89	Redup
27.44	13.7	73	73	73	Redup
25.48	13.7	94	92	94	Redup
26.48	14.7	193	195	193	Terang
27.44	14.7	127	128	127	Sedang
25.48	14.7	194	195	194	Terang

Berdasarkan Simulasi dan pengambilan data, didapatkan hasil bahwa LED menyalakan sesuai dengan ketentuan fuzzy rule base. Tabel 4.5 menunjukkan bahwa antara hasil data simulasi, dengan data pengujian dari alat monitoring memiliki selisih yang sangat kecil, hal ini dikarenakan pada simulasi matlab tidak dapat melakukan pembulatan nilai.

Commented [AM37]: Mengapa selalu ada perbedaan perhitungan antara matlab dan arduino

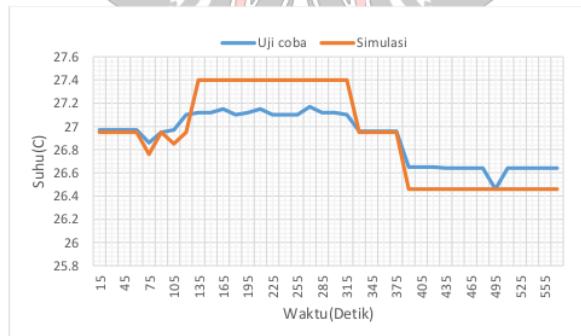
Commented [rm38R37]: Beberapa data terdapat perbedaan dikarenakan pada simulasi Arduino otomatis akan melakukan pembulatan nilai hasil fuzzy pak. Berbeda dengan matlab yang tidak dapat melakukan pembulatan

Commented [AM39]: Ini simulasi apa? Kenapa mirip sekali dengan hasil uji



Gambar 4.15 Grafik Perbandingan Tegangan Uji Coba Dengan Proteus Saat

Dapat dilihat pada kurva gambar 4.15 grafik perbandingan tegangan saat charging memiliki pola naik yang linear hingga kondisi baterai penuh. Tidak didapatkan perbedaan yang signifikan dari kurva uji coba jika dibandingkan dengan kurva tegangan dengan menggunakan simulasi proteus.



Gambar 4.16 Grafik Perbandingan Suhu Uji Coba Dengan Simulasi Proteus Saat

Pada kurva gambar 4.16 dapat dilihat pada grafik perbandingan suhu saat charging memiliki pola yang cukup konstan. Didapat perbedaan yang tidak terlalu jauh dari kurva uji coba jika dibandingkan dengan kurva suhu dengan menggunakan

Commented [rm40R39]: Data grafik uji coba sensor tegangan yang saya dapatkan dibandingkan hasil simulasi memiliki nilai error 0%. Apakah perlu dilakukan uji coba ulang pak?. terimakasih

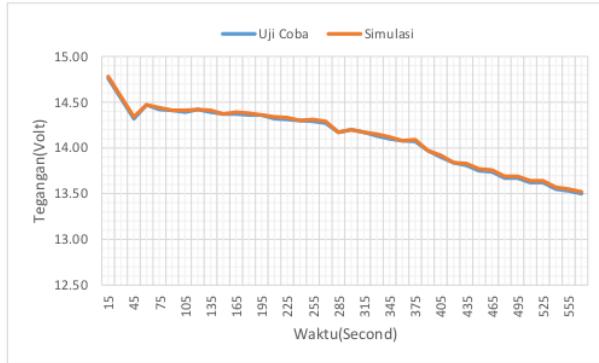
Commented [rm41R39]:

Commented [AM42]: Axis x sulit terbaca

Commented [AM43]: Buat pakai grid, jangan hanya garis horizontal

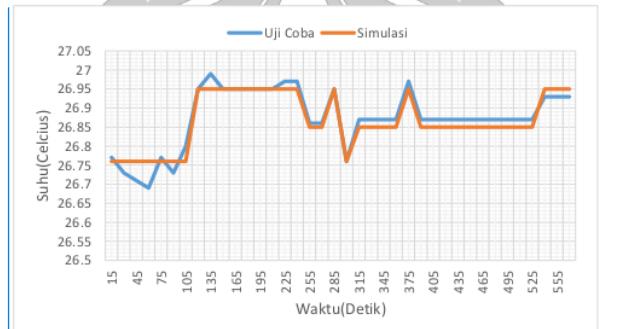
Commented [AM44]: Gambar berapa?

simulasi. Perbedaan ini disebabkan karena pada simulasi sulit dilakukan variasi nilai suhu untuk sensor suhu LM 35.



Gambar 4.17 Grafik Perbandingan Tegangan Uji Coba Dengan Simulasi Saat *Discharging*

Pada kurva gambar 4.17 dapat dilihat pada grafik tegangan saat *discharging* memiliki pola turun yang linear hingga habis. Tidak didapatkan perbedaan yang signifikan dari kurva uji coba jika dibandingkan dengan kurva tegangan dengan menggunakan simulasinya Proteus.



Commented [AM45]: Axis y seharusnya Suhu (C)

Gambar 4.18 Grafik Perbandingan Suhu Uji Coba Dengan Simulasi Saat *Discharging*

Pada kurva gambar 4.18 dapat dilihat pada grafik perbandingan suhu saat *discharging* memiliki pola yang cukup konstan. Didapat perbedaan yang tidak

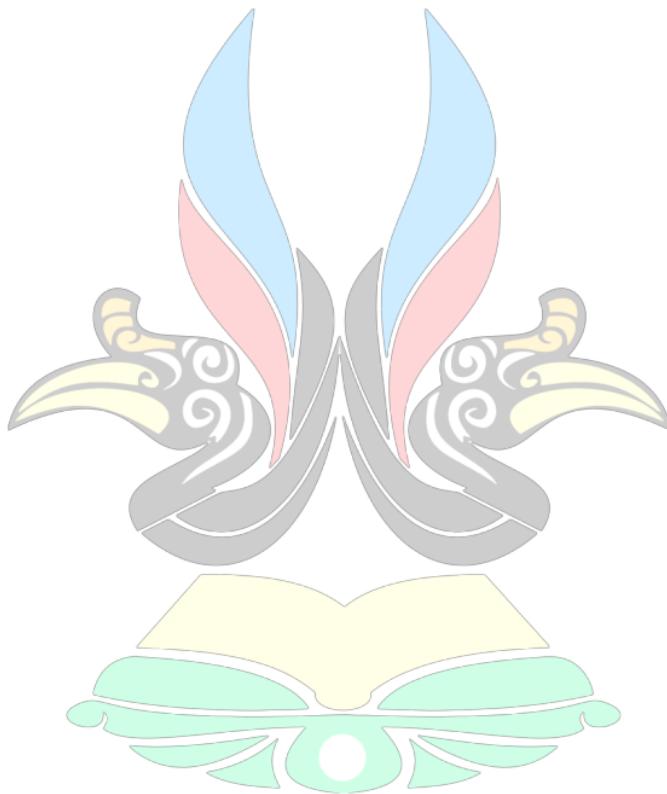
1

terlalu jauh dari kurva uji coba jika dibandingkan dengan kurva suhu dengan menggunakan simulasi. Perbedaan ini disebabkan karena pada simulasi sulit dilakukan variasi nilai suhu untuk sensor suhu LM 35

Commented [AM46]: Bukan alasan yang bagus.

Bagi saya, simulasi tidak begitu perlu. Yang perlu adalah membandingkan karakteristik sensor dengan di datasheet

Commented [rm47R46]: Untuk saran dari bapak apakah saya harus menghapus perbandingan antara simulasi dengan uji coba dan mengganti dengan perbandingan pada datasheet pak?



## **2** BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

1. Sistem monitoring baterai telah berhasil diimplementasikan menggunakan mikrokontroler, sensor tegangan menggunakan **voltage divider**, sensor suhu, sensor arus dan algoritma logika fuzzy untuk menentukan status baterai. Dari hasil pengujian diperoleh bahwa pengukuran tegangan DC pada baterai **Lithium ion** 4 cell dengan kisaran rentang 13.50 V pada saat kondisi kosong dan 14.80 V pada saat terisi penuh, dengan selisih paling besar adalah 0.02 V ketika dibandingkan antara simulasi dengan uji coba dan memiliki akurasi pembacaan tegangan dengan rata-rata nilai error 0.627% ketika dibandingkan antara pembacaan sensor dengan multimeter, serta mampu mengukur suhu dengan selisih paling besar yaitu 0.12 derajat Celsius ketika dibandingkan antara simulasi dengan uji coba dan memiliki akurasi pembacaan suhu dengan rata-rata nilai error 0.1542% ketika dibandingkan antara pembacaan sensor dengan thermometer digital.
2. Antar muka **system monitoring** baterai yang dirancang menggunakan **Arduino nano** telah dapat melakukan pembacaan terhadap nilai yang ditangkap oleh sensor dengan cara melakukan **kalibrasi** berdasarkan perhitungan masing-masing sensor secara **realtime**. Berikut kalibrasi dari masing-masing sensor:

- Sensor Tegangan(Voltage Divider)

Diasumsikan :

$$V_{in} = 30 \text{ V (tegangan baterai)}$$

$$V_o = 5 \text{ V (tegangan maksimal yang boleh masuk arduino)}$$

$$R_2 = 1.000 \text{ ohm}$$

Maka,

$$5 = \frac{1.000}{R_1 + 1.000} \times 30$$

$$R_1(5) + 1.000(5) = 30.000$$

$$5 R_1 = 25.000$$

$$R_1 = 5.000 \text{ ohm}$$

Commented [AM48]: Sensor tegangan menggunakan voltage divider

Commented [AM49]: Sensor suhu, sensor arus, dan...

Commented [AM50]: bahwa

Commented [AM51]: berkisar pada rentang xxx pada saat kosong dan yyy pada saat terisi penuh

Commented [AM52]: kenapa simulasi?  
Multimeter dan sensor?

Commented [AM53]: kenapa simulasi?  
Multimeter dan sensor?

Commented [AM54]: Pembahasan sensor tidak hanya tentang akurasi, namun juga sensitivitas, linearitas.  
Sudahkah memperhatikan datasheet?

Commented [AM55]: Bagaimana kalibrasi dilakukan?

Selanjutnya hasil perhitungan dimasukkan ke Arduino,

```
//Kalibrasi sensor tegangan  
value = analogRead(voltageSensor);  
vOUT = (value * 5.0) / 1023.0;  
vIN = vOUT / (R2/(R1+R2));  
Serial.print(vIN);  
Serial.println("TEGANGAN");
```

- Sensor Suhu(LM 35)

Diketahui :

Nilai analog Arduino : 5 Volt/1024 Unit atau 4,9mV/Unit

Sensitivitas LM 35 :  $1^{\circ}\text{C} = 10\text{mV}$

Sehingga diperoleh,

$$10\text{mV} / 4.9\text{mV} = 2.0408$$

Selanjutnya hasil perhitungan dimasukkan ke Arduino,

```
//kalibrasi sensor suhu  
nilai_analog = analogRead(lm35_data);  
nilai_suhu = [nilai_analog/2.0408];  
Serial.print("SUHU = ");  
Serial.println(nilai_suhu);
```

3. Algoritma logika fuzzy mampu mengatur level nyala LED yang akurat sebagai indikator nilai SOC pada sistem monitoring dengan cara menggunakan 2 input membership function yaitu tegangan pada baterai dan suhu pada baterai. Dari hasil 10 kali pengujian algoritma logika fuzzy didapatkan nilai error yang kurang dari 1%.

1

## 5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan terkait tugas magang ini ialah, terkait pengembangan selanjutnya alat monitoring baterai ini dapat dikembangkan dengan dihubungkan pada tampilan visual dengan bantuan web. Tujuan dari pengembangan ini adalah agar data real time yang sudah terbaca bisa dilihat dari web untuk memudahkan monitoring jarak jauh diruang kendali pada Anjungan lepas pantai.

Selain itu, dalam hal monitoring disarankan adanya feedback kondisi status baterai seperti overcharge dan overdischarge untuk menggambarkan status tegangan pada baterai, too cold dan overheat untuk menggambarkan status

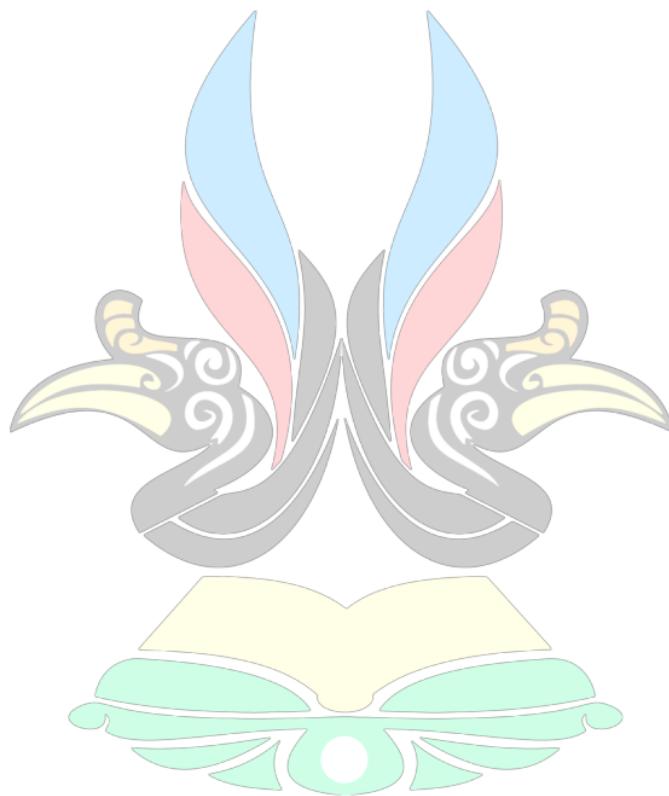
Commented [AM56]: Setahu saya SOC ditentukan oleh nilai tegangan. Fuzzy dipakai untuk menentukan level nyala LED?

Commented [AM57]: Hati2 klaim yang bagus, bukan berarti pekerjaannya bagus, bisa jadi pengujian yang dilakukan kurang.

Commented [AM58]: Kenapa harus ditambah tampilan real-time pada web. Penerapannya seperti apa pada offshore?

temperature pada baterai. Tujuan dari pengembangan ini adalah agar alat *monitoring* lebih informatif untuk pengguna di lokasi Anjungan lepas pantai.

Commented [AM59]: Lebih spesifik, monitoring baterai di mana.



## DAFTAR PUSTAKA

- 26 Aggarwal, S. K. (1996). *Analysis of the voltage sensor in a voltage-activated potassium channel*.
- 25 Albarri, T. 2013. Artikel Baterai Lithium-Ion. Teknik Elektro Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati : Bandung
- 13 Amir Hossein Ranjbar, Anahita Banei, Amir Khoobroo, Babak Fahimi. <sup>3</sup>Online Estimation of State of Charge in Li-Ion Batteries Using Impulse Response Concept, IEEE Transactions on Smart Grid, Vol. 3, No. 1, March 2012
- 2 Bishop, Owen. 2004. "Dasar Dasar Elektronika". Jakarta : Erlangga
- 1 Datasheet LM35. "LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors", Texas Instruments, 2015
- 30 Divandi, Feri. 2011. "Pengenalan Arduino". Jakarta: Elexmedia.
- 1 Mather, Angus (1995). "Offshore Engineering", Witherby & Company Ltd. ISBN 1 85609-078-7
- 1 Peralatan Energi Listrik: Pencahayaan. Pedoman Efisiensi Energi untuk Industri di Asia – www.energyefficiencyasia.org UNEP, 2006.
- 42 Pumama, A. (2011). LED (light Emitting Dioda). Retrieved June 04, 2021, from <https://elektronika-dasar.web.id/led-light-emitting-dioda/>
- 35 Setiawan, Afrie. 2011. "Mikrokontroler ATMEGA 8535 & ATMEGA16 menggunakan". Yogyakarta : BASCOM-AVR. Andi
- 15 Wang L.X., Mendel J. M. Fuzzy basis functions, universal approximation, and orthogonal least squares learning. IEEE Trans. Neural Netw., vol. 3, no. 5, 1992 807-814.
- 32 Wicaksono, Mochamad Fajar dan Hidayat. 2017. "Mudah Belajar Mikrokontroler Arduino". Bandung: Informatika Bandung



Muhammad Risal Mubarak  
Balikpapan, 17 Februari 2000

JL. Daksia Timur VII No.12 Sepinggan, Balikpapan  
Selatan

081808771189  
04181060@student.itk.ac.id



45%

SIMILARITY INDEX

44%

INTERNET SOURCES

8%

PUBLICATIONS

22%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

- |  |   |  |     |
|--|---|--|-----|
|  | 1 | repository.its.ac.id                       | 23% |
|  |   | Internet Source                            |     |
|  | 2 | repositori.usu.ac.id                       | 5%  |
|  |   | Internet Source                            |     |
|  | 3 | docobook.com                               | 2%  |
|  |   | Internet Source                            |     |
|  | 4 | Submitted to Institut Teknologi Kalimantan | 2%  |
|  |   | Student Paper                              |     |
|  | 5 | eprints.itenas.ac.id                       | 1%  |
|  |   | Internet Source                            |     |
|  | 6 | ejurnal.its.ac.id                          | 1%  |
|  |   | Internet Source                            |     |
|  | 7 | 123dok.com                                 | 1%  |
|  |   | Internet Source                            |     |
|  | 8 | elemakku.hu                                | 1%  |
|  |   | Internet Source                            |     |
|  | 9 | id.scribd.com                              | 1%  |
|  |   | Internet Source                            |     |

10	repository.uin-alauddin.ac.id Internet Source	1 %
11	www.scribd.com Internet Source	1 %
12	repository.radenintan.ac.id Internet Source	<1 %
13	media.neliti.com Internet Source	<1 %
14	opac.lib.idu.ac.id Internet Source	<1 %
15	www.bpti.eu Internet Source	<1 %
16	my-suparman.blogspot.com Internet Source	<1 %
17	repository.unej.ac.id Internet Source	<1 %
18	Submitted to Universitas Indonesia Student Paper	<1 %
19	memorialilmu.blogspot.com Internet Source	<1 %
20	Submitted to Unika Soegijapranata Student Paper	<1 %
21	es.scribd.com Internet Source	<1 %

22	Submitted to Universitas Sebelas Maret Student Paper	<1 %
23	id.123dok.com Internet Source	<1 %
24	Submitted to Universitas Diponegoro Student Paper	<1 %
25	jurnal.untidar.ac.id Internet Source	<1 %
26	www.ncbi.nlm.nih.gov Internet Source	<1 %
27	text-id.123dok.com Internet Source	<1 %
28	Submitted to Academic Library Consortium Student Paper	<1 %
29	docplayer.info Internet Source	<1 %
30	id.wikipedia.org Internet Source	<1 %
31	journal.ubb.ac.id Internet Source	<1 %
32	core.ac.uk Internet Source	<1 %
33	eprints.amikompurwokerto.ac.id Internet Source	<1 %

34	pt.slideshare.net Internet Source	<1 %
35	repository.unmuhpnk.ac.id Internet Source	<1 %
36	eprints.walisongo.ac.id Internet Source	<1 %
37	openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id Internet Source	<1 %
38	repository.um.ac.id Internet Source	<1 %
39	ziza07arta.blogspot.com Internet Source	<1 %
40	Submitted to Universitas Muhammadiyah Sidoarjo Student Paper	<1 %
41	edoc.site Internet Source	<1 %
42	eprints.uny.ac.id Internet Source	<1 %
43	library.binus.ac.id Internet Source	<1 %
44	sir.stikom.edu Internet Source	<1 %
45	widuri.raharja.info	

Internet Source

<1 %

---

46

fakhrimahdi67.wordpress.com

Internet Source

<1 %

---

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography On