

**SKRIPSI**

**PENGARUH PROSES PENGOSONGAN (*DISCHARGING*) TERHADAP  
KAPASITAS DAN EFISIENSI BATERAI 110 VDC DI GARDU INDUK  
SUNGAI KEDUKAN PALEMBANG**



**Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada  
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya**

**Oleh :**

**ANASTASYA FITRI SILVANA**

**03041181520004**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2019**

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH PROSES PENGOSONGAN (*DISCHARGING*) TERHADAP  
KAPASITAS DAN EFISIENSI BATERAI 110 VDC DI GARDU INDUK  
SUNGAI KEDUKAN PALEMBANG



SKRIPSI


Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada  
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya

Oleh :

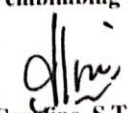
ANASTASYA FITRI SILVANA

03041181520004

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Elektro

  
Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.  
NIP : 197108141999031005

Indralaya, Juni 2019  
Menyetujui,  
Pembimbing Utama

  
Cardine, S.T., M.T.  
NIP : 197701252003122002

Saya sebagai pembimbing dengan ini menyatakan bahwa saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya skop dan kualitas skripsi ini mencukupi sebagai skripsi mahasiswa sarjan stars satu (S1)

Tanda Tangan : glini  
Pembimbing Utama : Caroline  
Tanggal : 21 Juni 2019

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Anastasya Fitri Silvana

NIP/NIM : 03041181520004

Jurusan/Prodi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Universitas : Universitas Sriwijaya

Menyatakan bahwa karya ilmiah dengan judul “Pengaruh Proses Pengosongan (*Discharging*) Terhadap Kapasitas dan Efisiensi Baterai 110 VDC di Gardu Induk Sungai Kedukan Palembang” adalah merupakan karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari karya ilmiah orang lain, maka saya bersedia bertanggung jawab dan menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Indralaya, Juni 2019  
Yang membuat pernyataan,

Anastasya Fitri Silvana

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “PENGARUH PROSES PENGOSONGAN (*DISCHARGING*) TERHADAP KAPASITAS DAN EFISIENSI BATERAI 110 VDC DI GARDU INDUK SUNGAI KEDUKAN PALEMBANG”. Shalawat dan salam tercurahkan kepada Rasulullah SAW, beserta keluarga, sahabat dan Insyaallah pengikutnya.

Penulis menyadari, bahwa dalam penyusunan skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Maka dari itu, pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Ayah dan Ibu beserta keluarga besar yang selalu mendoakan dan memberikan support untuk saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE selaku Rektor Universitas Sriwijaya beserta staff.
3. Bapak Prof. Ir. Subriyer Nasir, M.S, Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya beserta staff.
4. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T, M.Eng, Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
5. Ibu Dr. Herlina, S.T, M.T selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
6. Ibu Caroline, S.T, M.T selaku Pembimbing Tugas Akhir saya yang telah memberikan bimbingan, arahan, nasehat, dan bantuan kepada penulis dari awal hingga terselesaikannya tugas akhir ini.
7. Ibu Hj. Ike Bayusari, S.T, M.T, Ibu Hermawati, S.T, M.T, Ibu Hj. Rahmawati, S.T, M.T. Bapak Hairul Alwani, HA, M.T dan Bapak Ir. Armin Sofijan, M.T selaku tim penguji selama Seminar Proposal, Seminar

Hasil dan Sidang Sarjana yang memberi koreksi dan masukan dalam Tugas Akhir yang saya buat.

8. Bapak Hairul Alwani, HA, M.T, selaku Dosen Pembimbing Akademik saya.
9. Dosen Pengajar Teknik Elektro Univerisitas Sriwijaya atas bimbingan dan ilmu yang telah diberikan.
10. Bapak Yhoni Purwanto, Bapak Fathkur R, Bapak Hendi S, Bapak Hakim H dan kakak - kakak lainnya yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang telah membantu saya selama proses pengambilan data Tugas Akhir di PLN.
11. Teman-teman Teknik Elektro 2015 yang telah memberikan dukungan, semangat dan canda tawanya selama proses belajar di jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
12. Teruntuk teman-teman yang ku sayang (Lara, Filia, Anju, Dita, Iyen, Mey) you guys know i love all of you so much, terimakasih telah selalu menjadi teman terbaik yang sangat melengkapi.
13. Teman-teman dari awal kuliah sampai akhir kuliah (Diana, Lilis, Rani, Dea) selamat berjuang on the new capture in our life, see you on top guys.
14. Serta pihak – pihak yang sangat membantu dalam penulisan skripsi saya yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam penulisan tugas akhir ini, oleh karena itu saran dan kritik yang sifatnya membangun untuk kedepannya sangat diharapkan. Semoga penulisan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat untuk kita semua, terima kasih.

Indralaya, Juni 2019

Anastasya Fitri Silvana

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK  
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Anastasya Fitri Silvana  
NIM : 03041181520004  
Jurusan : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Skripsi

demikian demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**PENGARUH PROSES PENGOSONGAN (*DISCHARGING*) TERHADAP  
KAPASITAS DAN EFISIENSI BATERAI 110 VDC DI GARDU INDUK  
SUNGAI KEDUKAN PALEMBANG**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tulisan saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Indralaya  
Pada tanggal : Juni 2019  
Yang menyatakan,

Anastasya Fitri Silvana

## **MOTTO :**

**Sometimes something that you worried too much will be happen in your life that don't really happen, so never be afraid, keep trying, believe in yourself, beyond your abilities and your limits. Allah will always guiding you with all of your efforts and the blessings of your parents in.**

**Kupersembahkan kepada :**

- **Kedua Orangtuaku**
- **Saudara/i Kandungku**
- **Keluarga Besarku**
- **Almamater**
- **Seluruh Dosen Teknik  
Elektro Universitas Sriwijaya**
- **Keluarga Besar Teknik  
Elektro 2015 Indralaya**



## ABSTRAK

Pada penyaluran energi listrik di gardu induk terdapat sumber tenaga yaitu tegangan searah (DC) yaitu berupa baterai yang berperan sebagai suplai daya ke motor penggerak pada PMS dan PMT, peralatan proteksi serta penerangan darurat. Tidak bekerjanya sistem suplai DC akan berdampak pada kemungkinan terjadinya kegagalan pada sistem proteksi di gardu induk saat terjadi gangguan. Sehingga perlunya dilakukan pengosongan baterai untuk dapat mengetahui kapasitas dan efisiensi dari baterai yang digunakan agar dapat memperkirakan kemampuan baterai dalam mensuplai beban DC terus menerus. Penelitian ini dilakukan pada Gardu Induk Sungai Kedukan Palembang dengan pengambilan data pengosongan baterai pada tahun 2016 dan yang dilakukan pada tahun 2019. Mengetahui kapasitas baterai dari perubahan tegangan per sel baterai saat proses pengosongan serta lama waktu pengosongan. Dan dapat menentukan efisiensi baterai dari perbandingan antara kapasitas pengosongan baterai terhadap kapasitas baterai sebenarnya. Sehingga akan dapat dianalisa pengaruh proses pengosongan terhadap kapasitas dan efisiensi baterai 110 VDC di Gardu Induk Sungai Kedukan Palembang. Besarnya kapasitas baterai pada pengosongan tahun 2016 adalah sebesar 94,63 Ah dan efisiensi sebesar 55,67% sedangkan pada tahun 2019 kapasitas baterai adalah sebesar 88,4 Ah dan efisiensi sebesar 52%. Terjadi penurunan kapasitas baterai sebesar 6,23 Ah dan penurunan efisiensi baterai sebesar 3,67%.

**Kata Kunci :** Suplai DC, Pengosongan, Kapasitas, Efisiensi.



Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Elektro

*Muhammad Abu Bakar Sidik*  
Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.  
NIP : 197108141999031005

Indralaya, Juni 2019  
Menyetujui,  
Pembimbing Utama


*Caroline*  
Caroline, S.T., M.T.  
NIP : 197701252003122002

## ABSTRACT

In the distribution of electrical energy in the substation there is a source of energy namely direct voltage (DC), which is that is the battery's that acts as a power supply to the motor in PMS and PMT, protection equipment and emergency lighting. The failure of the DC supply will have an impact on the possibility failure to the protection system at the substation when the interference current occurs. So discharge of battery's is needed to do to know the capacity and efficiency of the battery's that used, so it can estimate the battery's ability to supply DC loads continuously. This research was carried out at the Sungai Kedukan Substation in Palembang by taking battery's discharge data in 2016 and carried out in 2019. Knowing the battery's capacity from the battery voltage that changes per cell during the discharge process and also the discharge time. Then can determine battery's efficiency from the comparison between discharge capacity of battery's with the actual capacity of battery's. So that we can be analyzed the effect of discharge process for the capacity and efficiency 110 VDC battery's at the Sungai Kedukan substation in Palembang. Capacity of battery's discharge process in 2016 was 94,63 Ah and efficiency was 55,67% while in 2019 the capacity of battery's was 88,4 Ah and efficiency was 52%. There was a decrease in capacity of battery's that is 6.23 Ah and a decrease in the efficiency of battery's it was 3.67%.

*Keywords : DC Supply, Discharging, Capacity, Efficiency.*

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Elektro

  
Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.  
NIP : 197108141999031005

Indralaya, Juni 2019  
Menyetujui,  
Pembimbing Utama

  
Caroline, S.T., M.T.  
NIP : 197701252003122002

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
COVER SKRIPSI .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR KEPENTINGAN AKADEMIS .....	vii
MOTTO .....	viii
ABSTRAK.....	ix
<i>ABSTRACT</i> .....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR RUMUS .....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
NOMENKLATUR.....	xx
BAB I.....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3

1.4	Pembatasan Masalah .....	4
1.5	Manfaat Penelitian .....	5
1.6	Sistematika Penelitian .....	6
BAB II.....		7
TINJAUAN PUSAKA .....		7
2.1	<i>Rectifier</i> .....	7
2.1.1	Jenis Pengoperasian Pengisian Rectifier ( <i>Charger</i> ).....	8
2.1.1.1	<i>Floating Charge</i> .....	8
2.1.1.2	<i>Equalizing Charge</i> .....	8
2.1.1.3	<i>Boosting Charge</i> .....	8
2.2	Baterai .....	9
2.2.1	Konstruksi Baterai .....	10
2.2.2	Prinsip Kerja Baterai .....	12
2.2.3	Jenis-jenis Baterai .....	13
2.2.3.1	Baterai Primer .....	13
2.2.3.2	Baterai Sekunder .....	13
2.3	Baterai Alkali .....	14
2.3.1	Baterai NiCd ( <i>Nickel Cadmium</i> ) .....	16
2.4	Tipe Baterai Berdasarkan Ciri-ciri Pembebanan.....	17
2.4.1	Tipe Pembebanan Sangat Tinggi ( <i>Very High Loading</i> ).....	17
2.4.2	Tipe Pembebanan Tinggi ( <i>High Loading</i> ) .....	17
2.4.3	Tipe Pembebanan Menengah ( <i>Medium Loading</i> ).....	17
2.4.4	Tipe Pembebanan Rendah ( <i>Low Loading</i> ).....	17
2.5	Rangkaian Baterai .....	18
2.5.1	Hubungan Seri.....	18
2.5.2	Hubungan Paralel .....	19
2.5.3	Hubungan Kombinasi .....	19
2.6	Parameter Penting Baterai.....	20
2.7	Kapasitas Baterai.....	23
2.8	Standar Pengujian Kapasitas Baterai .....	24
2.9	Efisiensi Baterai .....	25

BAB III .....	27
METODE PENELITIAN.....	27
3.1 Lokasi Penelitian .....	27
3.2 Waktu Penelitian .....	27
3.3 Tabel Waktu Penelitian .....	28
3.4 Metodologi Penelitian.....	28
3.5 Langkah-langkah Penelitian .....	29
3.6 Prosedur Perhitungan .....	30
3.7 <i>Gan Chart</i> Penelitian.....	31
3.8 Denah Susunan Objek Penelitian .....	32
3.9 Objek dan Data Spesifikasi Objek Penelitian.....	33
3.9.1 Spesifikasi Baterai SAFT SNL 170 .....	33
3.9.2 Spesifikasi Dummyload BTS/100PLUS .....	34
 BAB IV .....	 35
PEMBAHASAN DAN ANALISA .....	35
4.1 Data Hasil Pengukuran.....	36
4.1.1 Data Proses Pengosongan Baterai 110 VDC Bank 1 Gardu Induk Sungai Kedukan Pada Tahun 2016.....	36
4.1.2 Data Proses Pengosongan Baterai 110 VDC Bank 1 Gardu Induk Sungai Kedukanp Pada Tahun 2019.....	44
4.2 Perhitungan Data .....	54
4.2.1 Perhitungan Kapasitas dan Efisiensi Baterai Pada Tahun 2016 .....	54
4.2.2 Perhitungan Kapasitas dan Efisiensi Baterai Pada Tahun 2019 .....	56
4.3 Analisa Kapasitas dan Efisiensi Baterai.....	57
4.3.1 Kapasitas Baterai Bank 1 Gardu Induk Sungai Kedukan Pada Tahun 2016 .....	57
4.3.2 Kapasitas Baterai Bank 1 Gardu Induk Sungai Kedukan Pada Tahun 2019 .....	58
4.3.3 Efisiensi Baterai Bank 1 Gardu Induk Sungai Kedukan Pada Tahun 2016 .....	59
4.3.4 Efisiensi Baterai Bank 1 Gardu Induk Sungai Kedukan Pada Tahun 2019 .....	60
4.4 Pembahasan dan Analisa Akhir .....	61

BAB V.....	63
PENUTUP.....	63
5.1 Kesimpulan .....	63
5.2 Saran.....	64

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1 Instalasi Sistem Suplai DC .....	7
Gambar 2.2 Baterai 110 VDC Bank 1 Pada Gardu Induk Sungai Kedukan 150 KV Palembang.....	9
Gambar 2.3 (a) Bentuk Baterai (b) Kontruksi Baterai .....	11
Gambar 2.4 Proses Elektrokimia Pengosongan ( <i>Discharging</i> ) Baterai .....	12
Gambar 2.5 Proses Elektrokimia Pengisian ( <i>Charging</i> ) Baterai .....	12
Gambar 2.6 Baterai NiCd.....	15
Gambar 2.7 Baterai NiFe .....	15
Gambar 2.8 Karakteristik Pengosongan ( <i>Discharging</i> ) Baterai Ni-Cd .....	16
Gambar 2.9 Hubungan Seri Baterai .....	18
Gambar 2.10 Hubungan Paralel Baterai.....	19
Gambar 2.11 Hubungan Seri Paralel Baterai .....	19
Gambar 3.1 Lokasi Gardu Induk Sungai Kedukan Palembang .....	27
Gambar 3.2 Diagram Alur Penelitian ( <i>Flowchart</i> ) .....	31
Gambar 3.3 Letak Susunan Sel Baterai Tampak Depan .....	32
Gambar 3.4 Letak Susunan Sel Baterai Tampak Samping .....	32
Gambar 3.5 <i>Name Plate</i> Sel Baterai Saft SNL 170 .....	33
Gambar 3.6 <i>Name Plate</i> Dummyload BTS/100PLUS.....	34
Gambar 4.1 <i>Setting</i> Pengosongan Baterai 110 VDC Bank 1 Gardu Induk Sungai Kedukan Palembang .....	34
Gambar 4.2 Tegangan Terhadap Waktu Pengosongan Baterai Bank 1 .....	53
Gambar 4.3 Kapasitas Terhadap Waktu Pengosongan Baterai Bank 1 tahun 2016 .....	58
Gambar 4.4 Kapasitas Terhadap Waktu Pengosongan Baterai Bank 1 tahun 2019 .....	59
Gambar 4.5 Efisiensi Terhadap Waktu Pengosongan Baterai Bank 1 tahun 2016 .....	60

Gambar 4.6 Efisiensi Terhadap Waktu Pengosongan Baterai Bank 1 tahun  
2019 ..... 61



## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 2.1 Standar Berat Jenis Elektrolit.....	23
Tabel 3.1 Tabel Waktu Penelitian.....	28
Tabel 3.2 Data <i>Name Plate</i> Baterai Saft SNL 170.....	33
Tabel 3.3 Data <i>Name Plate</i> Dummyload BTS/100PLUS .....	34
Tabel 4.1 Hasil Uji Pengosongan ( <i>Discharging</i> ) 0 Jam Pertama Baterai 110 VDC Bank 1 pada Tahun 2016 .....	36
Tabel 4.2 Hasil Uji Pengosongan ( <i>Discharging</i> ) 1 Jam Pertama Baterai 110 VDC Bank 1 pada Tahun 2016 .....	38
Tabel 4.3 Hasil Uji Pengosongan ( <i>Discharging</i> ) 2 Jam Pertama Baterai 110 VDC Bank 1 pada Tahun 2016 .....	40
Tabel 4.4 Hasil Uji Pengosongan ( <i>Discharging</i> ) 2 Jam Lewat 47 Menit Baterai 110 VDC Bank 1 pada Tahun 2016.....	42
Tabel 4.5 Hasil Uji Pengosongan ( <i>Discharging</i> ) 0 Jam Pertama Baterai 110 VDC Bank 1 pada Tahun 2019 .....	44
Tabel 4.6 Hasil Uji Pengosongan ( <i>Discharging</i> ) 1 Jam Pertama Baterai 110 VDC Bank 1 pada Tahun 2019 .....	46
Tabel 4.7 Hasil Uji Pengosongan ( <i>Discharging</i> ) 2 Jam Pertama Baterai 110 VDC Bank 1 pada Tahun 2019 .....	48
Tabel 4.8 Hasil Uji Pengosongan ( <i>Discharging</i> ) 2 Jam Lewat 36 Menit Baterai 110 VDC Bank 1 pada Tahun 2019.....	50
Tabel 4.9 Data Kapasitas Baterai Hasil Uji pengosongan baterai 110 VDC Bank 1 Gardu Induk Sungai Kedukan Pada Tahun 2016 .....	57
Tabel 4.10 Data Kapasitas Baterai Hasil Uji pengosongan baterai 110 VDC Bank 1 Gardu Induk Sungai Kedukan Pada Tahun 2019 .....	58
Tabel 4.11 Data Efisiensi Baterai Hasil Uji pengosongan baterai 110 VDC Bank Gardu Induk Sungai Kedukan Pada Tahun 2016 .....	59
Tabel 4.12 Data Efisiensi Baterai Hasil Uji pengosongan baterai 110 VDC Bank 1 Gardu Induk Sungai Kedukan Pada Tahun 2019 .....	60

## DAFTAR RUMUS

	<b>Halaman</b>
Rumus 2.1 .....	21
Rumus 2.2 .....	22
Rumus 2.3 .....	23
Rumus 2.4 .....	24
Rumus 2.5 .....	25
Rumus 2.6 .....	26

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Gambar Spesifikasi Data Peralatan Pengosongan Baterai 110 VDC Bank 1 Gardu Induk Sungai Kedukan

Lampiran 2 Gambar Spesifikasi Data Peralatan Pengosongan (*Discharging*) Baterai 110 VDC Bank 1 Gardu Induk Sungai Kedukan

Lampiran 3 Gambar Objek dan Peralatan pada Penelitian Baterai 110 VDC Gardu Induk Sungai Kedukan

Lampiran 4 Data Uji Pengosongan Baterai 110 VDC Bank 1 Gardu Induk Sungai Kedukan

Lampiran 5 Perhitungan Efisiensi Baterai 110 VDC Bank 1 Gardu Induk Sungai Kedukan

Lampiran 6 Data Pengisian (*Charging*) Baterai 110 VDC Bank 1 Gardu Induk Sungai Kedukan

Lampiran 7 Data Pembebanan Baterai 110 VDC Bank 1 Gardu Induk Sungai Kedukan

Lampiran 8 Perbandingan Tegangan Setiap Sel baterai Baterai 110 VDC Bank 1 Gardu Induk Sungai Kedukan Saat Uji Pengosongan

## NOMENKLATUR

C	: Kapasitas baterai yaitu kemampuan baterai untuk melewatkan arus listrik dalam waktu dan tegangan tertentu (Ah)
Ah	: Satuan dari kapasitas baterai ( <i>Ampere-hour</i> )
CnA	: Kapasitas nominal arus
Q	: Volume udara pada suatu ruangan baterai (Liter/Jam)
n	: Jumlah sel baterai
I	: Arus Listrik (Ampere)
E	: Energi yang dihasilkan dari baterai ( <i>Watt-hour</i> )
V	: Tegangan Listrik (Volt)
t	: Waktu (Sekon)
Ri	: Resistansi internal pada suatu baterai (Ohm)
Vmin	: Tegangan minimum yang dimiliki suatu baterai (Volt)
Vmax	: Tegangan maksimum yang dimiliki suatu baterai (Volt)
$\eta_{\text{baterai}}$	: Efisiensi baterai yaitu perbandingan antara kapasitas pengosongan baterai terhadap kapasitas baterai yang sebenarnya (%)
<i>Charging</i>	: Proses pengisian baterai
<i>Discharging</i>	: Proses pengosongan baterai
Cd	: Kapasitas pengosongan ( <i>discharging</i> ) baterai (Ah)
Cc	: Kapasitas pengisian ( <i>charging</i> ) baterai/ kapasitas baterai sebenarnya (Ah)
OCV	: Tegangan sel terbuka (Volt)
CCV	: Tegangan sel tertutup (Volt)
<i>Gas freely</i>	: Gas yang terbuang dari proses pengisian dan pengosongan baterai
<i>Initial charge</i>	: Proses pengisian yang dilakukan ketika baterai telah mengalami pengosongan yang cukup besar
<i>High rate</i>	: Kondisi diatas rata-rata/ range maksimal

*Self Discharge* : Pengosongan sendiri pada suatu baterai

*Maintanance* : Pemeliharaan

*Rectifier* : Merupakan *converter* yang berfungsi merubah tegangan AC menjadi DC

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pada kehidupan manusia energi listrik ialah salah satu kebutuhan pokok yang harus terpenuhi, dimana sejalan dengan perkembangan era yang semakin maju seperti perkembangan teknologi, perindustrian hingga pertumbuhan penduduk mengakibatkan kebutuhan akan energi listrik akan semakin meningkat pula setiap tahunnya. Dalam hal ini agar dapat selalu memberikan kepuasan pada konsumennya, perusahaan listrik seperti PT. PLN (Persero) di Indonesia misalnya dituntut untuk mampu menjaga keandalan listriknya dengan baik sehingga dapat selalu menyuplai energi listrik sesuai yang diharapkan konsumen. Pada pembangkitan tenaga listrik, energi yang telah dibangkitkan akan disalurkan melalui saluran transmisi menuju gardu induk dan akan didistribusikan ke konsumen melalui penyulang-penyulangnya.

Pada gardu induk terdapat sumber tenaga berupa sumber *Alternating Current (AC)* dan sumber *Direct Current (DC)* pada pengoperasiannya. Sumber utama suplai DC adalah rectifier yang berfungsi mengubah tegangan AC sebagai tegangan input ke tegangan DC. Hal yang biasa terjadi pada suplai AC ke rectifier ialah timbulnya gangguan yaitu kehilangan tegangan karena transformator pemakaian sendiri padam akibat dari adanya gangguan pada transmisi maupun transformator daya sehingga mengakibatkan baterai secara langsung bertindak sebagai *back-up* catu daya DC untuk peralatan bantu beban arus searah pada gardu induk dapat terus bekerja[1]. Baterai harus mampu menyuplai daya ke peralatan meski kondisi tanpa *charger* atau *blackout* sehingga baterai merupakan salah satu komponen pendukung yang sangat vital pada gardu induk[1].

Terdapat 2 jenis baterai yang digunakan sebagai pemasok tenaga DC pada gardu induk yaitu baterai 110 VDC yang berperan sebagai suplai daya ke

penggerak pada PMS dan PMT, peralatan proteksi serta penerangan darurat. Dan baterai 48 VDC yang berperan sebagai penyuplai tenaga untuk sistem komunikasi PLC dan SCADA[2]. Sumber daya DC pada gardu induk terdiri dari beberapa baterai yang tersusun secara seri.

Dalam penyaluran tenaga listrik diperlukan sistem proteksi yang baik sehingga keandalan sumber DC harus selalu diperhatikan, oleh karena itu perlunya dilakukan pemeliharaan setiap tahunnya pada baterai. Penggunaan baterai yang terus menerus untuk beban DC pada gardu induk tanpa perawatan yang benar akan dapat mengakibatkan kemampuan baterai dalam menyuplai tenaga tidak maksimal atau menurunnya kinerja pada baterai. Tidak bekerjanya sistem suplai DC akan berdampak pada kemungkinan terjadinya kegagalan pada sistem proteksi di gardu induk yang dapat mengakibatkan permasalahan yang besar.

Seperti permasalahan yang terjadi pada GIS Mangga Besar yaitu gagalnya trip PMT 20 kV akibat dari kondisi baterai yang drop, yang tidak mampu diatasi oleh proteksi *incoming*, penyulang ataupun transformator sisi 150 kV sehingga mengakibatkan GI lawan (GI Kemayoran) yang mengatasi gangguan melalui proteksi *back-up* (OCR)[2]. Hal ini jika berlangsung cukup lama akan dapat menimbulkan arus gangguan yang semakin besar dan merusak peralatan lain pada gardu induk.

Untuk itu perlunya uji pengosongan (*discharging*) pada baterai agar dapat mengetahui kapasitas baterai serta efisiensi dari baterai yang digunakan sehingga dapat mempertimbangkan kemampuan baterai dalam mensuplai beban DC terus – menerus pada gardu induk. Berdasarkan latar belakang diatas penulis membuat Tugas Akhir yang berjudul “*Pengaruh Proses Pengosongan (Discharging) Terhadap Kapasitas dan Efisiensi Baterai 110 VDC di Gardu Induk Sungai Kedukan Palembang*”

## 1.2 Perumusan Masalah

Sistem suplai DC pada gardu induk memiliki peranan penting dimana keandalan sistem DC akan sangat berpengaruh terhadap unjuk kerja peralatan yang terintegrasi dengan peralatan-peralatan utama pada penyaluran tenaga listrik di gardu induk[1]. Saat terjadi gangguan relay akan memberikan sinyal kepada PMT untuk trip, kegagalan suplai DC yang berarti hilangnya suplai tegangan menuju relay proteksi karena terputusnya suplai AC ke rectifier atau kondisi baterai yang tidak dapat berfungsi dengan baik akan mengakibatkan tidak adanya suplai menuju mekanik PMT sehingga menyebabkan tidak adanya trip pada PMT saat terjadi gangguan.

Kemampuan suatu baterai tidak dapat hanya dilihat dari proses pengisian baterai dimana baterai terhubung ke *charger*. Melainkan dengan cara dilakukannya pengujian kapasitas melalui proses pengosongan (*discharging*) baterai, berdasarkan karakteristik baterai saat dilakukan pengosongan baterai. Serta mengetahui efisiensi baterai dari perbandingan antara kapasitas pengosongan baterai terhadap kapasitas baterai sebenarnya. Sehingga dapat diketahui perubahan kapasitas serta efisiensi baterai dan faktor yang mempengaruhi perubahan tersebut.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui tegangan saat pengosongan (*discharging*) untuk menguji kemampuan baterai dan mengetahui kapasitas baterai.
2. Mengetahui efisiensi baterai 110 VDC bank 1 pada Gardu Induk Sungai Kedukan Palembang.
3. Mengetahui perubahan kapasitas dan efisiensi baterai berdasarkan data pengujian pengosongan (*discharging*) baterai di Gardu Induk Sungai Kedukan Palembang.



#### 1.4 Pembatasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah diatas maka penulis mempunyai ruang lingkup kerja pada penelitian yaitu :

1. Hanya pada penggunaan baterai dengan tegangan sebesar 110 VDC bank 1 pada Gardu Induk Sungai Kedukan.
2. Penelitian ini hanya membahas baterai *Nickel Cadmium* dan proses yang terjadi pada pengosongannya.
3. Melakukan pengambilan data pengukuran berupa tegangan per sel baterai serta pembebanan baterai pada saat *charging* pada bulan November 2018 hingga Januari 2019.
4. Pada penelitian ini tidak membahas/fokus mengenai komponen pengisian baterai.
5. Melakukan perhitungan efisiensi baterai berdasarkan data kapasitas baterai saat setelah pengosongan (*discharging*) pada tahun 2016 dan 2019.
6. Tidak membahas proses *charging* baterai secara detail.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan pada penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Mengetahui besar perbandingan perubahan kapasitas baterai 110 VDC pada gardu induk dan faktor penyebabnya untuk dijadikan pertimbangan kedepannya dalam hal meminimalisir penurunan efisiensi baterai.
2. Diharapkan analisa proses pengosongan (*discharging*) baterai terhadap kapasitas dan efisiensi baterai dapat memaksimalkan prosedur *maintanance* baterai 110 VDC sebagai pemasok tenaga DC pada gardu induk. Sehingga baterai dapat memiliki masa guna (*lifetime*) yang lebih panjang.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan yang akan digunakan dalam penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisi tentang latar belakang, perumusan masalah, tujuan penulisan, batasan masalah, manfaat penulisan dan sistematika penulisan.

### **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini merupakan landasan teori berupa gambaran umum perihal baterai, segala sesuatu yang berkaitan dengan baterai secara teori serta rumus – rumus yang berhubungan dengan permasalahan yang akan dibahas yang dapat membantu dalam proses pembuatan laporan tugas akhir yang didapat dari berbagai jenis jurnal, *e-book*, artikel, internet dan lainnya.

### **BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini terdiri dari lokasi, waktu pelaksanaan dan metode pada penelitian, serta rencana penggunaan rumus dan langkah – langkah yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir.

### **BAB 4 PEMBAHASAN DAN ANALISA**

Bab ini berisi pembahasan tentang pengaruh proses pengosongan (*discharging*) baterai terhadap kapasitas dan efisiensi baterai berdasarkan studi literatur yang telah didapat, observasi dilapangan, pencarian data yang dibutuhkan, perhitungan terhadap data yang di peroleh dari hasil pengukuran sehingga dapat menentukan kapasitas serta efisiensi baterai 110 VDC pada Gardu Induk Sungai Kedukan Palembang dan melakukan analisa pada penelitian yang telah dilakukan.

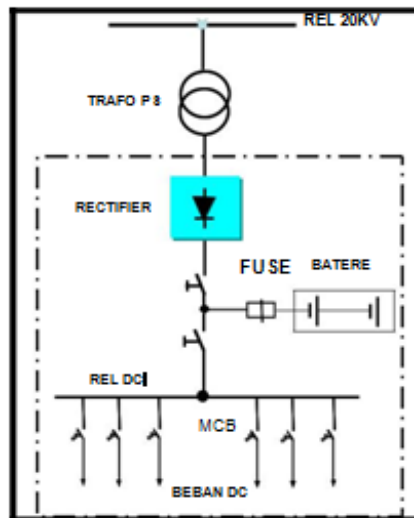
## **BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan serta saran dari penulis yang diperoleh berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh penulis dalam tugas akhir ini.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Rectifier



Gambar 2.1 Instalasi Sistem Suplai DC[3].

Rectifier merupakan alat yang dapat mengkonversikan arus bolak balik (AC) menjadi arus searah (DC). Prinsip kerja rectifier pada gardu induk yaitu suplai berupa tegangan AC sebesar 20 KV pada transformator pemakaian sendiri (PS) akan diubah menjadi sebesar 380 VAC menuju ke terminal input rectifier dan masuk ke transformator utama rectifier ialah transformator *step-down* yaitu dengan tegangan 380 VAC menjadi tegangan 110V/48V DC, yang disearahkan oleh thyristor yang berfungsi juga sebagai pengatur tegangan output dari transformator utama.

Pada thyristor terhubung ke modul elektronik AVR (*Auto Voltage Regualtor*) yang berfungsi memberikan trigger positif pada gate thyristor untuk dapat mengatur besar arus dan tegangan output rectifier yang menuju ke baterai maupun beban sehingga dapat sesuai dengan kebutuhan dengan cara menaik dan menurunkan tahanan geser pada modul kontrol AVR. Tegangan yang dihasilkan

masih terdapat kandungan tegangan *ripple* yang akan dilakukan penyaringan tegangan oleh rangkaian filter. Kemudian oleh *voltage dropper* tegangan keluaran rectifier ke beban akan dijaga stabilitasnya sehingga dapat memberikan tegangan keluaran yang konstan saat rectifier beroperasi *floating*, *equalizing* maupun *boosting*.

Rectifier berperan untuk mensuplai tenaga DC baik digunakan sebagai pemasok daya secara continue ke beban DC ataupun pengisian muatan baterai dan memastikan baterai tetap terjaga (pada keadaan penuh) yaitu dengan cara memastikan rectifier selalu terhubung ke baterai[3].

## **2.1.1 Jenis Pengoperasian Pengisian Rectifier (*Charger*)**

### *2.1.1.1 Floating Charge*

*Floating charge* digunakan pada saat rectifier beroperasi normal. *Floating charge* adalah proses pengisian dimana suplai akan selalu diteruskan ke baterai untuk membuat baterai tetap dalam kondisi *full charge* dan menjaga suplai tegangan pada baterai yang terhubung ke beban tetap konstan dalam menyuplai tegangan DC. Pada setiap jenis baterai besar tegangan dan arus *floating*, *equalizing* dan *boosting* berbeda.

### *2.1.1.2 Equalizing Charge*

Pada saat pengisian dilakukan dengan *equalizing charge* ini tegangan pada setiap sel baterai akan diatur untuk dapat disama ratakan besar tegangan setiap sel baterai. Pengisian dengan *equalizing charge* ini dilakukan sampai dengan tidak ditemukan lagi *gas freely* pada sel baterai dan berat jenis serta tegangan setiap sel telah terisi penuh sesuai dengan ketentuan syarat standar.

### *2.1.1.3 Boosting Charge*

*Boosting charge* merupakan proses pengisian yang dilakukan ketika baterai telah mengalami pengosongan yang cukup besar atau yang

biasa disebut dengan *initial charge*. Dimana baterai akan mengalami pengisian kembali pada kondisi *high rate*[3]-[1].

## 2.2 Baterai

Baterai merupakan suatu sel listrik yang terdiri dari dua macam plat elektroda yaitu elektroda positif dan elektroda negatif serta larutan elektrolit sebagai media penghantar didalamnya yang dapat menghasilkan energi listrik dari adanya proses elektrokimia berasal dari ketiga komponen baterai tersebut. Proses elektrokimia yang terjadi pada baterai adalah dapat berkebalikan yang berarti pada prosesnya terdapat 2 kondisi yang dialami baterai yaitu proses dimana energi kimia yang dikonversikan menjadi energi listrik (*discharging*) dan proses energi listrik yang dikonversikan menjadi energi kimia (*charging*). Proses *charging* dan *discharging* yang berlangsung dilakukan dengan cara regenerasi dari elektroda-elektroda yang digunakan, dimana arus listrik akan dialirkan pada arah polaritas yang berlainan[3].



Gambar 2.2 Baterai 110 VDC Bank 1 Pada Gardu Induk 150 KV Sungai Kedukan Palembang.

### 2.2.1 Kontruksi Baterai

#### 1. Elektroda

Elektroda merupakan plat materail aktif yang berekasi dengan larutan elektrolit saat proses *charging* dan *discharging* pada baterai. Dimana untuk baterai yang terdiri dari beberapa sel baterai, elektroda akan berupa kumpulan grid yang merupakan rangka besi sebagai wadah untuk material aktif. Elektroda pada baterai terbagi menjadi 2 yaitu elektroda positif dan elektroda negatif.

#### 2. Elektrolit

Elektrolit merupakan suatu media untuk menghantarkan arus listrik pada baterai dimana terkandung larutan berupa senyawa kimia didalamnya. Senyawa kimia yang terkandung dalam cairan elektrolit tersebut mampu membentuk muatan positif dan muatan negatif yang dikenal dengan ion-ion positif dan ion-ion negatif. Banyaknya jumlah ion-ion yang dihasilkan dari proses *charging* dan *discharging* pada baterai mempengaruhi besarnya daya hantar listrik.

#### 3. Separator

Separator biasa disebut juga dengan penyekat, separator pada baterai memiliki struktur berpori berada diantara elektroda positif dan elektroda negatif setiap sel baterai sehingga memungkinkan untuk larutan elektrolit yang terkandung pada sel baterai dapat melewatinya.

#### 4. Sel Baterai

Sel baterai merupakan satu unit tempat elektroda yaitu sebagai elektroda positif dan elektroda negatif dalam suatu cairan elektrolit yang dibatasi oleh separator/penyekat.

#### 5. Kotak Baterai / *Container*

Sel baterai terdiri dari 2 jenis bahan bejana (*Container*) yang digunakan yaitu *steel container* dan *plastic container*. Biasanya sel-sel baterai ini diletakkan dalam suatu rak yang terbuat dari kayu pada *steel container* dan rak yang terbuat dari besi berisolasi pada *plastic*

*container*. Rak sel baterai berfungsi untuk menjaga terjadinya hubung singkat diantara sel baterai ataupun hubung tanah ketika adanya kebocoran pada elektrolit baterai.

#### 6. Terminal Baterai

Terminal merupakan kutub positif dan kutub negatif yang ada pada suatu sel baterai.

#### 7. Penghubung Sel Baterai

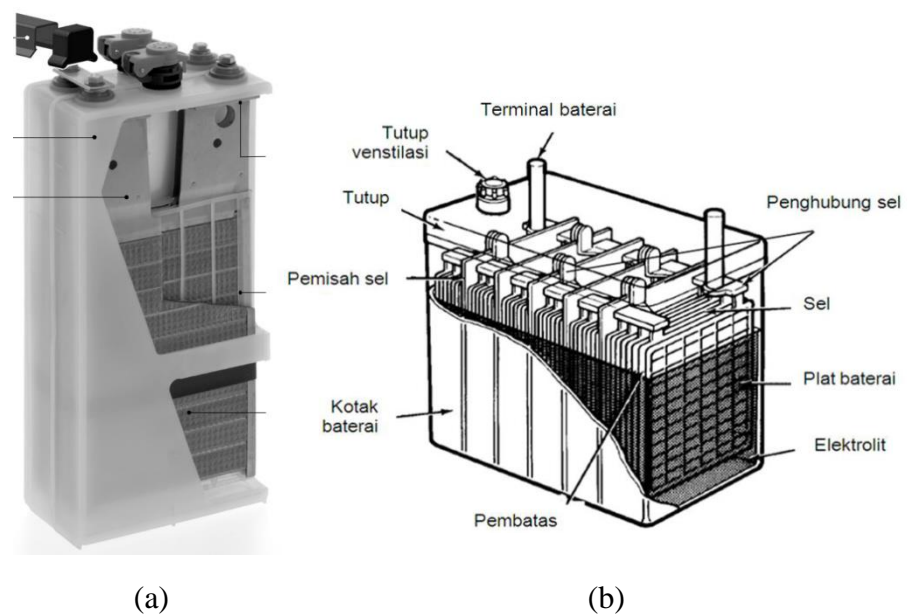
Penghubung sel baterai merupakan penghubung antara kutub-kutub yang ada pada suatu sel baterai.

#### 8. Penutup Baterai

Penutup baterai umumnya sifatnya adalah permanen dan tertutup dengan rapat pada bagian atas baterai yang merupakan tempat dudukan terminal-terminal baterai.

#### 9. Lubang Ventilasi

Lubang ventilasi berfungsi untuk *maintanance* baterai yaitu tempat dilakukannya pengecekan cairan elektrolit ataupun air yang terkandung pada baterai [3].

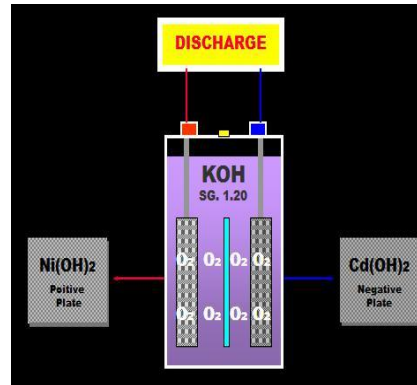


Gambar 2.3 (a) Bentuk Baterai, (b) Kontruksi Baterai[6]

Sumber : <https://www.saftbatteries.com>

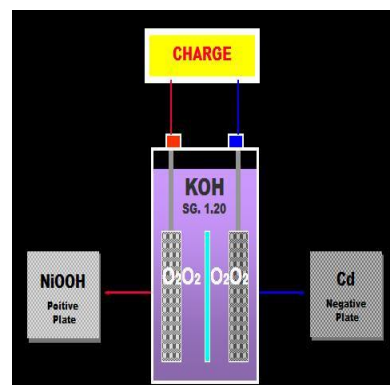


## 2.2.2 Prinsip Kerja Baterai



Gambar 2.4 Proses Reaksi Elektrokimia Pengosongan (*Discharging*) Baterai[3].

Prinsip kerja baterai terdiri dari proses pengisian (*charging*) dan pengosongan (*discharging*). Elektroda pada baterai terdiri dari elektroda positif dan elektroda negatif. Ketika pengosongan (*discharging*) seperti yang terlihat pada Gambar 2.4. Saat sel baterai yang terhubung ke beban mendapatkan suplai, elektron akan mengalir dari elektroda negatif (anoda) baterai melewati beban menuju elektroda positif (katoda) baterai. Sehingga ion-ion yang dihasilkan dari reaksi tersebut akan mengalir ke elektroda negatif (anoda) untuk ion-ion negatif dan ke elektroda positif (katoda) untuk ion-ion positif.



2.5 Proses Reaksi Elektrokimia Pengisian (*Charging*) Baterai[3].

Sedangkan pada saat pengisian (*charging*) seperti yang terlihat pada Gambar 2.5. Saat sel baterai terhubung ke suplai, polaritas elektroda pada baterai berbeda dengan pada saat pengosongan (*discharging*) dimana elektroda positif

baterai menjadi anoda dan elektroda negatif baterai menjadi katoda. Sehingga elektron akan mengalir dari elektroda positif (anoda) melewati suplai menuju ke elektroda negatif (katoda). Ion-ion negatif akan mengalir dari katoda menuju anoda dan sebaliknya ion-ion positif akan mengalir dari anoda menuju ke katoda[3].

### **2.2.3 Jenis-jenis Baterai**

Baterai terbagi menjadi 2 jenis baterai yaitu baterai primer dan baterai sekunder :

#### **2.2.3.1 Baterai Primer**

Baterai primer adalah baterai kering dimana baterai terdiri dari dua kutub elektroda yaitu kutub positif dan negatif dan pasta sebagai media penghantarnya yang terkandung zat aktif didalamnya. Baterai kering hanya dapat digunakan untuk sekali pemakaian, ketika kapasitas baterai habis (*Fully discharged*) maka reaksi kimia dari zat aktif yang ada didalam baterai tidak dapat dimanfaatkan kembali. Baterai primer terbagi menjadi:

1. Baterai Seng Karbon (*Zinc Carbon*)
2. Baterai *Alkaline*
3. Baterai *Lithium*
4. Baterai *Silver Oxide*

#### **2.2.3.2 Baterai Sekunder**

Baterai sekunder merupakan baterai basah, sama halnya dengan baterai primer yang terdiri dari 2 kutub elektroda dan elektrolit sebagai media penghantarnya. Material aktif yang terdapat dalam baterai dapat dimanfaatkan kembali sehingga baterai memiliki masa guna pakai yang lebih lama. Penggunaan baterai basah lebih banyak digunakan terutama pada dunia perindustrian dan pembangkitan listrik seperti pada gardu induk selain karena jangka waktu

penggunaan yang lama, harga baterai basah lebih terjangkau dibandingkan baterai kering. Baterai Sekunder terbagi menjadi :

1. Baterai Asam
2. Baterai Alkali
3. Baterai *Lithium Ion*

### 2.3 Baterai Alkali

Baterai Alkali terdiri dari 2 elektroda yaitu elektroda positif dan elektroda negatif berbeda-beda berdasarkan jenis baterai alkali yang digunakan. Dimana baterai alkali terbagi menjadi 2 jenis yaitu :

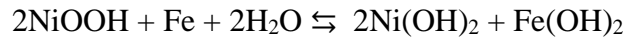
- a. Baterai NiFe (*Nickel Iron*)
- b. Baterai NiCd (*Nickel Cadmium*)
- c. Baterai NiMH (*Nickel Metal Hydrate*)

Baterai NiFe memiliki elektroda positif terbuat dari *oksida hidroksida* dan elektroda negatif terbuat dari besi (*Fero*) sedangkan pada baterai NiCd elektroda positif terbuat dari *nickel hidroksida*, elektroda negatifnya dari *cadmium* dan pada baterai NiMH elektroda positif terbuat dari *nickel hidroksida* dengan elektroda negatif terbuat dari campuran logam yang menyerap hidrogen. Pada baterai alkali yang terkandung didalam elektrolit sebagai media penghantar listrik ialah larutan KOH (*Potassium Hydroxide*). Saat berlangsungnya pengosongan maupun pengisian pada baterai secara praktis tidak terjadinya perubahan berat jenis pada cairan elektrolit sel baterai. Berikut adalah proses kimia yang berlangsung pada baterai jenis alkali.

Proses reaksi kimia baterai *nickel-cadmium* secara keseluruhan dapat dinyatakan [5] :



Proses reaksi kimia baterai *nickel-iron* secara keseluruhan dapat dinyatakan [5] :



Baterai alkali memiliki ciri-ciri yaitu memiliki nilai tegangan nominal per sel ialah sebesar 1,2 V. Nilai berat jenis elektrolit sesuai spesifikasi dari pabrik. Namun berbeda dengan jenis baterai asam, berat jenis elektrolit pada baterai tidak sama besar dengan kapasitas baterai alkali. Biasanya tegangan pengisian (*charging*) per sel baterai alkali pada saat *floating charge* ialah sebesar 1,40 V hingga 1,44 V, pengisian *equalizing charge* ialah sebesar 1,50 V sampai 1,60 V, dan untuk *boosting charge* ialah sebesar 1,65 V sampai 1,70 V. Dan tegangan akhir saat setelah pengosongan (*discharging*) ialah sebesar 1,0 V [3].

Umumnya baterai alkali memiliki kelebihan yaitu proses reaksi kimia kecil terjadinya pembentukan garam pada terminal baterai, tidak terdapatnya gas yang keluar dari baterai yang dapat menyebabkan timbulnya korosi, daya tahan baterai cukup baik saat pengisian berlebih ataupun terhadap arus pengosongan yang besar dan hubung singkat [4].



Gambar 2.6 Baterai NiCd.

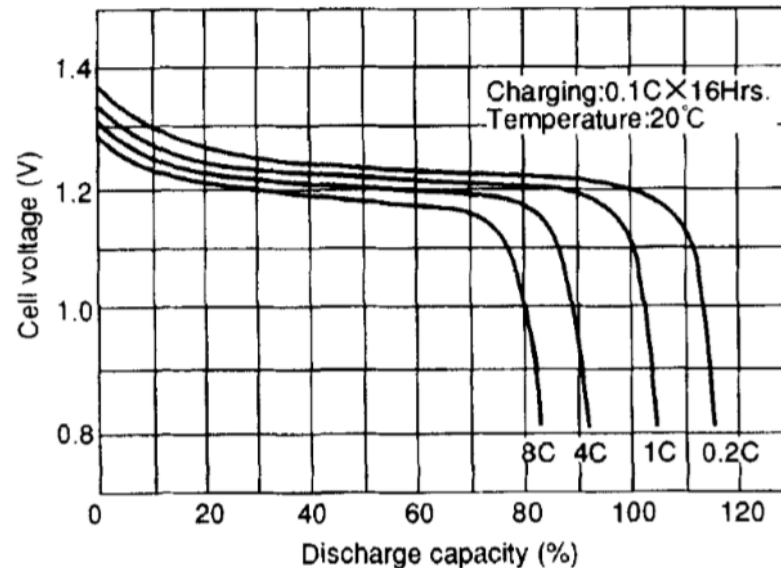
Sumber : <http://www.sonatola.com/ultima-plusSTL+.html>



Gambar 2.7 Baterai NiFe.

Sumber : <https://ironedison.com/nickel-iron-ni-fe-battery>

### 2.3.1 Baterai NiCd (*Nickel Cadmium*)



Gambar 2.8 Karakteristik Pengosongan (*Discharging*) Baterai NiCd[7].

Gambar 2.14 merupakan kurva yang dihasilkan pada saat proses pengosongan (*discharging*) baterai dengan besar arus pengosongan dan tegangan sel yang berbeda-beda. Pada umumnya baterai *nickel cadmium* menunjukkan karakteristik siklus yang sangat baik dan untuk terjadinya penurunan yang nyata setelah  $\pm 900$  siklus pengisian daya sangat kecil. Baterai alkali jenis *nickel cadmium* sering digunakan karena keunggulannya seperti ringan, lebih awet, *charging* efisien dan hambatan internal yang kecil sehingga nilai tegangan memiliki stabilitas yang tinggi.

Baterai *nickel cadmium* hanya mengalami penurunan energi sebanyak 10% dari baterai dalam 1 bulan, konstruksi yang benar-benar tersegel yang mencegah kebocoran elektrolit dan bebas perawatan, kemampuan untuk menahan *overcharge* dan *overdischarge* yang baik. Selain itu saat setelah dilakukannya pengosongan, pengisian ulang daya pada baterai *nickel cadmium* cukup cepat tanpa penurunan performa dan pemulihan kinerja normal[7]. Namun baterai *nickel cadmium* ini juga memiliki kekurangan yaitu *memory effect* yaitu kemampuan baterai dalam mengingat muatan terakhir yang tersimpan saat setelah dilakukan

pengosongan, sehingga saat dilakukan pengosongan muatan harus benar-benar habis sebelum dilakukan pengisian ulang. Jika tidak maka akan terbentuknya kristal-kristal yang cukup besar didalam baterai yang dapat membatasi muatan baterai ketika akan digunakan kembali.

## **2.4 Tipe Baterai Berdasarkan Ciri-Ciri Pembebanan**

### **2.4.1 Tipe Pembebanan Sangat Tinggi (*Very High Loading*)**

*Very High Loading* adalah suatu kondisi saat tegangan menuju beban baterai, arus pembebanan yang dilewatkan adalah sangat besar yaitu  $> 7$  CnA dengan waktu yang sangat cepat yaitu sebesar  $\pm 2$  menit dengan masing-masing tegangan akhir per sel yaitu sebesar 0,8 V. Yang dimaksud dengan CnA ialah besar kapasitas nominal arus.

### **2.4.2 Tipe Pembebanan Tinggi (*High Loading*)**

*High Loading* adalah jenis pembebanan yang biasa digunakan pada pembangkit-pembangkit listrik untuk starting mesin. *High Loading* ialah suatu kondisi dimana tegangan menuju beban baterai dengan arus pembebanan yang dilewatkan adalah besar yaitu 3,5 sampai 7 CnA dengan waktu yang sangat cepat yaitu  $\pm 4$  menit dan tegangan akhir sebesar 0,8 V pada masing-masing sel baterai.

### **2.5.2 Tipe Pembebanan Menengah (*Medium Loading*)**

*Medium Loading* merupakan jenis pembebanan yang biasa digunakan pada sistem suplai DC gardu induk. *Medium Loading* adalah suatu kondisi saat tegangan menuju beban baterai, arus pembebanan yang dilewatkan adalah sebesar 0,5 sampai 3,5 CnA dengan waktu pembebanan yaitu sebesar  $\pm 40$  menit dengan masing-masing tegangan akhir per sel yaitu sebesar 0,9 V.

### **2.5.3 Tipe Pembebanan Rendah (*Low Loading*)**

*Low Loading* adalah jenis pembebanan yang biasa digunakan pada sistem suplai DC gardu induk. *Low Loading* merupakan suatu kondisi saat tegangan

menuju beban baterai dengan arus pembebanan yang dilewatkan adalah kecil dengan waktu pembebanan yang cukup lama yaitu sebesar 5 jam dengan masing-masing tegangan akhir per sel yaitu sebesar 1 V [3].

## 2.5 Rangkaian Baterai

Suatu sel baterai memiliki tegangan yang terbatas sehingga dibutuhkan suatu cara agar baterai mampu memenuhi kebutuhan tegangan kerja peralatan sebagaimana yang diharapkan, meningkatkan kapasitas serta keandalan penggunaan baterai, dengan cara merangkai baterai dalam beberapa hubungan salah satunya yaitu [5] :

### 2.5.1 Hubungan Seri

Baterai dihubungkan secara seri berfungsi untuk dapat meningkatkan jumlah tegangan baterai sesuai dengan kebutuhan tegangan kerja peralatan. Apabila suatu peralatan membutuhkan tegangan sebesar 110 volt dengan tegangan sel baterai sebesar 1,4 volt maka diperlukan sejumlah  $\pm 84$  sel baterai yang terhubung seri untuk dapat memenuhi kebutuhan peralatan tersebut.

Namun akan tetapi hubungan seri pada baterai memiliki kekurangan yaitu apabila salah satu sel baterai mengalami kelainan maka akan berdampak pada keseluruhan baterai hingga dapat menyebabkan suplai DC ke beban terputus.

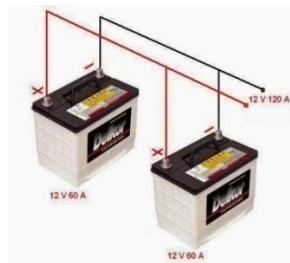


Gambar 2.9 Hubungan Seri Baterai.

<https://www.viarohidinthea.com/2015/03/baterai-accu.html>

### 2.5.2 Hubungan Paralel

Baterai dihubungkan secara paralel berfungsi untuk meningkatkan arus baterai dan menjaga keandalan beban DC pada sistem. Dimana apabila salah satu sel baterai mengalami kelainan maka tidak akan berdampak pada sel baterai yang lain sehingga baterai tetap mampu menyuplai tenaga ke peralatan, dalam arti lain tidak berdampak pada baterai baterai secara keseluruhan. Namun akan tetapi baterai hubungan paralel memiliki kekurangan yaitu dapat menurunkan kapasitas daya.

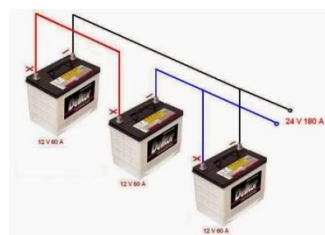


Gambar 2.10 Hubungan Paralel Baterai.

<https://www.viarohidinthea.com/2015/03/baterai-accu.html>

### 2.5.3 Hubungan Kombinasi

Hubungan kombinasi yaitu meliputi hubungan seri paralel dan hubungan paralel seri. Kedua hubungan ini dimaksudkan untuk dapat memenuhi kebutuhan ganda yang lebih baik, yaitu sisi tegangan, arus serta keandalan sistem. Baterai dihubungkan seri sehingga menyebabkan tegangan meningkat sedangkan baterai terhubung paralel menyebabkan arus dan keandalan pada sistem yang meningkat[5].



Gambar 2.11 Hubungan Seri Paralel Baterai.

<https://www.viarohidinthea.com/2015/03/baterai-accu.html>



## 2.6 Parameter Penting Baterai

Beberapa parameter penting dari suatu baterai yaitu :

### 1. Tegangan

Suatu baterai mampu mengalirkan arus listrik apabila adanya beda potensial yang berarti timbulnya tegangan diantara plat positif dan plat negatif baterai saat terjadi proses pengisian dan pengosongan berlangsung.

### 2. Kapasitas Baterai

Kapasitas baterai merupakan suatu kemampuan baterai ketika arus listrik (*Ampere*) dilewatkan dalam waktu (*Hour*) dan tegangan tertentu dan dinyatakan dalam *Ampere Hour* (Ah). Kapasitas baterai dapat dinyatakan dalam C5 dan C10. Pada umumnya C5 untuk menyatakan kapasitas baterai basa seperti *nickel cadmium* dan C10 untuk baterai asam seperti *lead acid*. DOD (*Depth of discharge*) adalah salah satu cara untuk memperkirakan kemampuan baterai dengan banyaknya jumlah siklus pengisian yang dapat dilakukan oleh suatu baterai. DOD merupakan persentase kapasitas muatan baterai yang dilepas terhadap kapasitas baterai maksimal. [8]

### 3. Efisiensi Baterai

Efisiensi baterai merupakan persentase ratio dari perbandingan kapasitas pada saat pengosongan baterai terhadap kapasitas baterai saat sebenarnya.[9]

### 4. Temperature

Temperature normal baterai pada umumnya sebesar 25<sup>0</sup>C. Pada suhu >25<sup>0</sup>C performa baterai akan semakin meningkat namun dapat menyebabkan umur baterai menurun, penurunan akan lebih signifikan terjadi ketika suhu baterai >55<sup>0</sup>C. Sedangkan untuk suhu <25<sup>0</sup>C dapat meningkatkan umur baterai, namun jika suhu baterai berada pada -

20°C hingga 0°C baterai akan memperlihatkan performa menurun dalam kemampuan menyimpan energi listrik.

#### 5. Muatan Energi

Energi yang dihasilkan dari baterai dapat ditentukan dengan persamaan : [8]

$$E = \int_0^t V(t) \cdot I(t) \cdot dt \text{ Wh} \quad (2.1)$$

Dimana :

V = Tegangan (Volt)

I = Arus saat pelepasan muatan (Ampere)

t = Waktu pelepasan muatan (Jam)

#### 6. Kerapatan Energi

Kerapatan Energi adalah jumlah energi yang tersedia sama besar dengan massa atau volume baterai. kerapatan energi suatu baterai dipengaruhi oleh komponen aktif pada baterai, dimana kemurniaan komponen penyusun baterai merupakan faktor penting ketika nilai potensial dan arus maksimum baterai berbeda dengan nilai teoritisnya.

#### 7. Laju Pengosongan Diri (*Self Discharge*)

Pada suatu baterai akan mengalami *Self discharge* dalam persentase yang berbeda apabila tidak digunakan dalam jangka waktu tertentu, faktor yang mempengaruhi terjadinya *self discharge* diantaranya kelembaban udara, suhu sekitar baterai ataupun kontak fisik dengan benda lain sebagai konduktor untuk baterai mengalami *self discharge*. Umumnya untuk baterai jenis alkali yaitu baterai NiCd mengalami  $\pm 1\%$  *self discharge* per hari dan NiMH  $\pm 2-3\%$  per hari dan baterai jenis asam seperti *lead acid* mengalami  $< 1\%$  *self discharge* per hari.

## 8. Siklus Hidup

Siklus hidup merupakan jumlah terjadinya *charging* dan *discharging* pada baterai hingga baterai tidak mampu lagi menyimpan muatan energi listrik. Baterai dapat dikatakan rusak apabila baterai telah mencapai  $\frac{1}{4}$  kapasitas baterai pada *name plate* [10].

## 9. Resistansi Internal

Resistansi internal berkaitan dengan kemampuan baterai dalam menangani beban tertentu serta menentukan besar daya keluaran dari baterai. Resistansi internal pada baterai pada umumnya harus lebih rendah daripada resistansi beban dengan permisalan perbandingan 1 : 10 atau lebih rendah. Hal ini dikarenakan jika resistansi internal cukup besar akan mengakibatkan tegangan menurun sehingga arus yang dibutuhkan beban akan mencapai batasan baterai lebih cepat.

## 10. Berat Jenis Elektrolit Baterai

Berat jenis adalah suatu ukuran kualitas elektrolit pada baterai. Besar berat jenis elektrolit suatu baterai dipengaruhi oleh suhu yang terkandung pada baterai sehingga dapat dilakukan perhitungan untuk berat jenis elektrolit sebenarnya sebagai berikut [11] :

### a. Pada Baterai Asam

$$Bd_{(s)} = Bd_{(hs)} + (T_s - 5,15) \times 0,001 \quad (2.2)$$

Dimana :

$Bd_{(s)}$  = Berat Jenis Sebenarnya ( $gr/cm^3$ )

$Bd_{(hs)}$  = Pembacaan Berat Jenis pada Hydrometer ( $gr/cm^3$ )

$T_s$  = Temperature Larutan ( $^{\circ}C$ )

b. Pada Baterai Alkali

$$Bd_{(a)} = Bd_{(ha)} + \frac{T_{(s)}^{-1,5}}{1,5} \times 0,001 \quad (2.3)$$

Dimana :

$Bd_{(a)}$  = Berat Jenis Sebenarnya ( $gr/cm^3$ )

$Bd_{(ha)}$  = Pembacaan Berat Jenis pada Hydrometer ( $gr/cm^3$ )

Tabel 2.1 Standar Berat Jenis Elektrolit[11].

<b>Jenis Baterai</b>	<b>Kondisi Eleketrolit (pada suhu 20°C)</b>	<b>Berat Jenis (<math>gr/cm^3</math>)</b>
<b>Baterai Asam</b>	Baru	1,190
	<i>Full Charged</i>	1,215
	Berat Jenis Minimum	1,16
<b>Baterai Alkali</b>	Baru	1,20
	<i>Full Charged</i>	1,18
	Berat Jenis Minimum	1,16

## 2.7 Kapasitas Baterai

Kapasitas baterai adalah suatu ukuran kemampuan yang dimiliki suatu baterai dalam melewatkan besar arus dalam waktu tertentu yang dinyatakan dalam Ah (*Ampere Hour*), misal suatu baterai dengan tegangan 110 VDC baterai yang digunakan adalah jenis baterai yang memiliki kapasitas baterai 300 Ah, jika arus pembebanan diatur sebesar 6 A maka baterai dapat menanggung beban dalam waktu 50 jam. Dalam arti lain kapasitas baterai merupakan representasi dari besarnya energi listrik yang mampu tersimpan ataupun dapat dikeluarkan baterai[6].

Pada umumnya terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi penurunan ketahanan suatu baterai salah satunya adalah proses pengisian (*charging*) yang tidak berjalan dengan baik, adanya kerusakan elektroda yang merupakan tempat zat aktif beraksi pada baterai, ditemukannya zat karbon pada baterai dalam jumlah yang banyak, kandungan *Potassium Karbonat* yang berlebihan selain dari faktor umum baterai itu sendiri[1].

Suatu baterai mampu melewati arus yang besar dengan waktu pembebanan yang pendek atau mampu melewati arus yang kecil dengan waktu pembebanan yang panjang. Kemampuan suatu baterai diperlukan untuk dapat memperkirakan beban terus-menerus (*continous load*) dan beban terputus-putus (*inttermittent load*) yang harus selalu disuplai tenaga saat terputusnya pelayanan[6]-[12]. Kapasitas suatu baterai dapat ditentukan melalui persamaan berikut yaitu[6] :

$$C = I (\text{Ampere}) \times t (\text{Hours}) \quad (2.4)$$

Dimana :

C = Kapasitas baterai (Ah)

I = Arus (Ampere)

t = Waktu (Jam/sekon)

## 2.8 Standar Pengujian Kapasitas Baterai

Proses pengujian kapasitas baterai dengan dilakukan pengosongan baterai berdasarkan standar IEC (*International Electrotechnical Comission*) 69623 [1]-[2]:

1. Parameter yang dilihat pada saat pengujian pengosongan baterai adalah besar tegangan baterai selama dilakukan pengosongan. Dimana :
  - a. Besar arus pengosongan ( $I_{discharging}$ ) berdasarkan jenis baterai yaitu :
    - Baterai alkali :  $0,2 \times$  Kapasitas Baterai (C)
    - Baterai asam :  $0,1 \times$  Kapasitas Baterai (C)

- b. Untuk Waktu Pengosongan ( $T_{stop}$ ) berdasarkan jenis baterai yaitu :
- Baterai alkali adalah (C5) yang berarti proses pengosongan dilakukan selama 5 jam
- Baterai asam adalah (C10) yang berarti proses pengosongan dilakukan selama 10 jam.
- c. Tegangan akhir saat pengosongan ( $V_{stop}$ ) berdasarkan jenis baterai yaitu :
- Baterai alkali adalah sebesar 1 V
- Baterai asam adalah sebesar 1,8 V
- d. Suhu yang diizinkan pada saat proses pengosongan berlangsung adalah maksimal 40°C sampai 45°C

## 2.9 Efisiensi Baterai

Baterai yang baik adalah yang memiliki efisiensi baterai >80% dan baterai yang kurang baik menurut standar PT. PLN (Persero) adalah baterai yang memiliki efisiensi baterai <60%. Untuk mengetahui besar efisiensi suatu baterai dapat diketahui melalui perhitungan sebagai berikut [1]-[2] :

$$\eta_{baterai} = \frac{C_d}{C_c} \times 100\% \quad (2.5)$$

Dimana :

$\eta$  = Efisiensi Baterai (%)

$C_d$  = Kapasitas pengosongan (Ampere hour)

$C_c$  = Kapasitas Pengisian (Ampere hour)

Berdasarkan standar IEEE suatu baterai memiliki yaitu [1]-[2] :

- a. Tegangan Minimum ( $V_{min}$ ) sebesar 95 % dari tegangan nominal baterai yang digunakan, sehingga apabila baterai memiliki tegangan nominal sebesar 110 VDC maka baterai akan memiliki tegangan minimum sebesar 104,5 VDC.

- b. Tegangan Minimum ( $V_{min}$ ) pengosongan sebesar 80% tegangan penuh baterai yang digunakan. Sehingga untuk mengetahui besar tegangan minimum pengosongan adalah :

$$V_{min} = \frac{80}{100} \times V_{max} \quad (2.6)$$

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Lokasi Penelitian**

Lokasi yang dipilih untuk melakukan studi pada Tugas Akhir ini, yaitu Gardu Induk Sungai Kedukan Palembang yang terletak di Kelurahan Sungai Pinang, Rambutan, Kabupaten Banyu Asin, Sumatera Selatan.



Gambar 3.1 Lokasi Gardu Induk Sungai Kedukan Palembang.

#### **3.2 Waktu Penelitian**

Waktu penelitian dilakukan sejak dari september 2018 hingga selesai yang terdiri dari perencanaan konsep, studi literatur, proposal skripsi, penulisan skripsi, pengambilan data, melakukan pengolahan data, analisa dan kesimpulan.



### 3.3 Tabel Waktu Penelitian

Tabel 3.1 Waktu Penelitian.

No	Uraian Kegiatan Penelitian	Oktober				November				Desember				Januari				Februari				Maret									
		Minggu ke-																													
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4						
1.	Perencanaan Konsep/ Survei Lapangan	■	■	■	■																										
2.	Studi Literatur	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
3.	Proposal Skripsi					■	■	■	■	■	■																				
4.	Penulisan Skripsi													■	■	■	■	■	■												
5.	Pengumpulan Data																	■	■	■	■										
6.	Pengolahan Data																			■	■										
7.	Analisa dan Kesimpulan																					■	■	■	■						

Keterangan : ■ Menunjukkan Waktu Kegiatan

### 3.4 Metodologi Penelitian

Penelitian ini berawal dengan studi literatur yaitu dengan membaca dari beberapa teori yang berkaitan dengan topik Tugas Akhir, yaitu berupa buku referensi, artikel, jurnal, internet, buku elektronik (*e-book*), buku pedoman dari PT. PLN (Persero) dan lain-lain. Tujuan dari studi literatur ini untuk dapat membantu dalam memahami serta mengetahui metode perhitungan yang berkenaan dengan penelitian yang akan dilakukan. Studi literatur yang dilakukan yakni berupa mempelajari tentang baterai, jenis-jenis baterai, karakteristik jenis baterai serta mengetahui bagaimana mengetahui kapasitas dan perhitungan efisiensi baterai yang digunakan pada gardu induk.

Persiapan dalam penelitian ini, penulis melakukan observasi awal yang dilakukan dengan mendapatkan data awal pada pengosongan baterai sebelumnya. Kemudian proses pengambilan data, melakukan pengosongan baterai pada gardu induk sungai kedukan berdasarkan spesifikasi pada baterai untuk mengetahui kapasitas baterai. Melakukan proses pengolahan data. Menganalisa hasil pengolahan data yaitu besarnya efisiensi baterai berdasarkan kapasitas pengosongan baterai terhadap kapasitas sebenarnya serta berdasarkan karakteristik tegangan setiap sel baterai pada saat pengosongan baterai dilakukan. Membandingkan perubahan seperti apa yang terjadi pada pengosongan baterai yang akan dilakukan pada tahun 2019 terhadap pengosongan baterai yang telah dilakukan pada tahun 2016.

Setelah menganalisa hasil pengolahan data yang telah dikumpulkan dan melakukan diskusi yang berkenaan dengan tugas akhir ini dengan dosen pembimbing, dosen-dosen dalam bidang konversi serta teman mahasiswa lainnya. Akan dapat ditarik kesimpulan serta saran didapat dari hasil penelitian yang menjadi hasil akhir penelitian.

### **3.5 Langkah-langkah Penelitian**

Langkah-langkah dalam penelitian “Pengaruh Proses Pengosongan (*Discharging*) Terhadap Kapasitas dan Efisiensi Pada Baterai 110 VDC di Gardu Induk Sungai Kedukan Palembang” adalah sebagai berikut :

1. Menentukan Gardu Induk yang akan dipilih sebagai tempat pengambilan data Tugas Akhir yaitu Gardu Induk Sungai Kedukan Palembang.
2. Melakukan Observasi di Lapangan.
3. Melakukan pengambilan data berupa data pengukuran tegangan per sel baterai saat *charging* serta data pembebanan baterai 110 VDC bank 1 pada Bulan November 2018 hingga Januari tahun 2019.

4. Melakukan pengambilan data pengukuran berupa data tegangan saat uji pengosongan baterai 110 VDC bank 1 Gardu Induk Sungai Kedukan Palembang.
5. Menghitung kapasitas dan efisiensi baterai 110 VDC pada Gardu Induk Sungai Kedukan Palembang setelah dilakukan pengosongan (*discharging*).
6. Menganalisa data hasil, data yang dianalisa yaitu data pengosongan baterai 110 VDC Gardu Induk Sungai Kedukan Palembang.
7. Menarik kesimpulan.

### **3.6 Prosedur Perhitungan**

Adapun langkah-langkah perhitungan data dalam memperoleh hasil akhir dari Tugas Akhir ini ialah :

1. Menghitung besar kapasitas saat setelah pengujian pengosongan (*Discharging*) dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

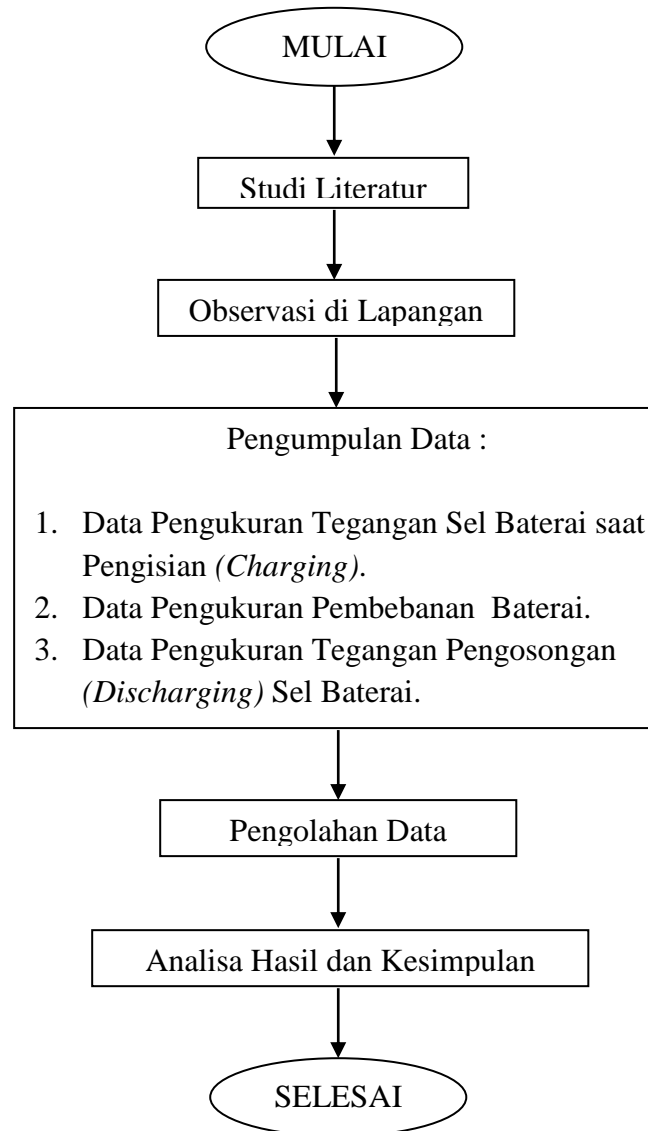
$$C = I (\text{Ampere}) \times t (\text{Hours})$$

2. Menghitung efisiensi baterai dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\eta_{\text{baterai}} = \frac{Cd}{Cc} \times 100\%$$

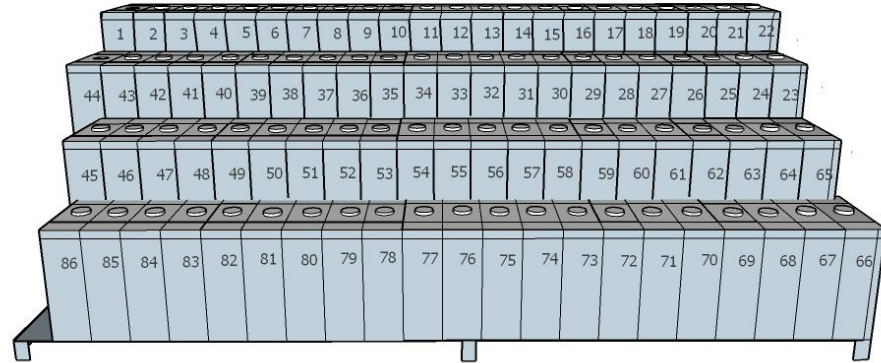
### 3.7 *Gan Chart* Penelitian

Diagram alur penelitian yang diperoleh berdasarkan langkah-langkah penelitian diatas ialah :

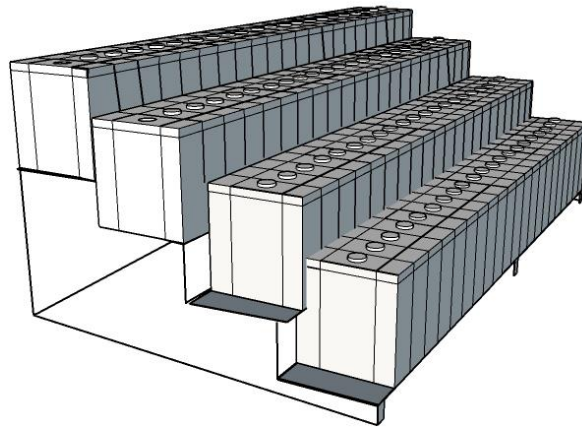


Gambar 3.2 Diagram Alur Penelitian (*Flowchart*).

### 3.8 Denah Susunan Objek Penelitian



Gambar 3.3 Letak Susunan Sel Baterai Tampak Depan.



Gambar 3.4 Letak Susunan Sel Baterai Tampak Samping.

### 3.9 Objek dan Data Spesifikasi Objek Penelitian

Pada penelitian yang akan dilakukan ini terdapat beberapa peralatan yang digunakan, antara lain:

#### 3.9.1 Spesifikasi Baterai SAFT SNL 170

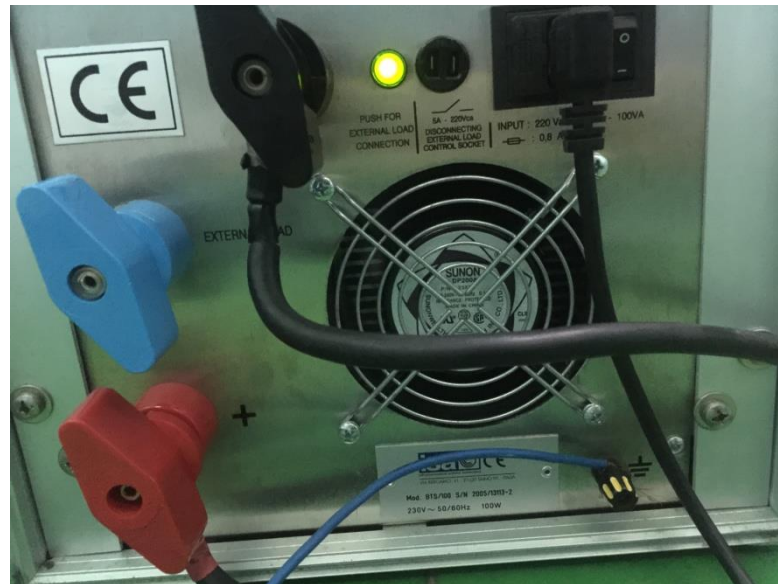


Gambar 3.5 *Name Plate* Sel Baterai Saft SNL 170.

Tabel 3.2 Data *Name Plate* Sel Baterai Saft SNL 170.

<b>Spesifikasi Baterai</b>	
<b>Merk</b>	Saft
<b>Type</b>	SNL 170
<b>IEC 60623</b>	KL170P
<b>Code</b>	0610
<b>Jenis Baterai</b>	<i>Nickel Cadmium</i>
<b>Kapasitas</b>	170 Ah
<b>Tegangan Per Sel</b>	1,2 V
<b>Tegangan <i>Low Rate</i></b>	1,2 V
<b>Tegangan <i>High Rate</i></b>	1,5 V
<b>Waktu <i>Discharge</i></b>	5 Jam
<b>Tahun Operasi</b>	2005

### 3.9.2 Spesifikasi Dummyload BTS/100PLUS



Gambar 3.6 Name Plate Dummyload BTS/100PLUS.

Tabel 3.3 Data Name Plate Dummyload BTS/100PLUS.

<b>Spesifikasi Dummyload</b>	
<b>Merk</b>	Isa
<b>Type</b>	BTS/100 PLUS
<b>Made in</b>	Italia
<b>Tag. Number Matricola</b>	0532729916
<b>S/N</b>	2005/13113-2
<b>Dimensions</b>	600 x 340 x 530 mm
<b>Power Supply</b>	220 VAC
<b>Frekuensi</b>	50/60 Hz
<b>Current</b>	100 A

## BAB IV

### PEMBAHASAN DAN ANALISA

Berikut adalah perhitungan untuk dilakukan pengosongan (*discharging*) baterai 110 VDC Bank 1 sehingga dapat diketahui kapasitas dan efisiensi baterai sebagai berikut :



Gambar 4.1 *Setting* Pengosongan Baterai 110 VDC Bank 1 Gardu Induk Sungai Kedukan Palembang.

Kapasitas	: 170 Ah
Waktu Pengosongan	: 5 Jam
Arus Pengosongan ( <i>Idischarging</i> )	: $0,2 \times C$
	: $0,2 \times 170 \text{ Ah}$
	: 34 Ampere
Tegangan Akhir Pengosongan ( $V_{stop}$ )	: 1 Volt
Tegangan Total Minimum Pengosongan	: 1 Volt x Jumlah Sel Baterai
	: 1 Volt x 86
	: 86 Volt
Suhu Ruangan	: $\leq 30^{\circ}\text{C}$
Humadinity	: $\leq 70\%$



#### 4.1 Data Hasil Pengukuran

##### 4.1.1 Data Proses Pengosongan Baterai 110 VDC Bank 1 Gardu Induk Sungai Kedukan pada Tahun 2016

Berdasarkan hasil pengosongan (*discharging*) baterai 110 VDC Bank 1 yang telah dilakukan di Gardu Induk Sungai Kedukan Palembang pada tahun 2016, maka didapat data sebagai berikut :

Suhu Ruangan : 27,6°C

Humadinity : 76%

Tabel 4.1 Hasil Uji Pengosongan (*Discharging*) 0 Jam Pertama Baterai 110 VDC Bank 1 Gardu Induk Sungai Kedukan Palembang pada Tahun 2016.

Sel	Tegangan Terukur (Volt)	Sel	Tegangan Terukur (Volt)
1.	1.40	44.	1.40
2.	1.36	45.	1.38
3.	1.40	46.	1.36
4.	1.36	47.	1.39
5.	1.37	48.	1.35
6.	1.40	49.	1.39
7.	1.38	50.	1.30
8.	1.39	51.	1.38
9.	1.40	52.	1.36
10.	1.40	53.	1.39
11.	1.35	54.	1.30
12.	1.38	55.	1.38
13.	1.41	56.	1.28
14.	1.36	57.	1.39
15.	1.39	58.	1.35

Sambungan tabel 4.1

<b>16.</b>	1.40	<b>59.</b>	1.36
<b>17.</b>	1.29	<b>60.</b>	1.35
<b>18.</b>	1.31	<b>61.</b>	1.37
<b>19.</b>	1.40	<b>62.</b>	1.38
<b>20.</b>	1.37	<b>63.</b>	1,20
<b>21.</b>	1.39	<b>64.</b>	1.37
<b>22.</b>	1.39	<b>65.</b>	1.34
<b>23.</b>	1.40	<b>66.</b>	1.39
<b>24.</b>	1.37	<b>67.</b>	1.39
<b>25.</b>	1.38	<b>68.</b>	1.38
<b>26.</b>	1.32	<b>69.</b>	1.30
<b>27.</b>	1.39	<b>70.</b>	1.38
<b>28.</b>	1.40	<b>71.</b>	1.34
<b>29.</b>	1.39	<b>72.</b>	1.38
<b>30.</b>	1.33	<b>73.</b>	1.37
<b>31.</b>	1.39	<b>74.</b>	1.38
<b>32.</b>	1.40	<b>75.</b>	1.38
<b>33.</b>	1.07	<b>76.</b>	1.38
<b>34.</b>	1.40	<b>77.</b>	1.28
<b>35.</b>	1.38	<b>78.</b>	1.33
<b>36.</b>	1.38	<b>79.</b>	1.37
<b>37.</b>	1.38	<b>80.</b>	1.36
<b>38.</b>	1.38	<b>81.</b>	1.38
<b>39.</b>	1.39	<b>82.</b>	1.38
<b>40.</b>	1.38	<b>83.</b>	1.28
<b>41.</b>	1.38	<b>84.</b>	1.35
<b>42.</b>	1,40	<b>85.</b>	1.35
<b>43.</b>	1,39	<b>86.</b>	0
<b>Tegangan Total</b>			<b>115,92</b>

Dari tabel diatas terlihat bahwa sebelum dilakukan pengosongan, baterai memiliki tegangan total sebesar 115,92 V. Dimana baterai memiliki rata-rata tegangan sebesar  $\pm 1,40$  V per sel. Terdapat baterai yang telah memiliki tegangan yang telah menurun cukup signifikan sebelum dilakukan pengosongan yaitu pada sel baterai ke-33 dengan tegangan sebesar 1,07 V dan sel ke-86 dengan tegangan sebesar 0 V.

Tabel 4.2 Hasil Uji Pengosongan (*Discharging*) 1 Jam Pertama Baterai 110 VDC Bank 1 Gardu Induk Sungai Kedukan Palembang pada Tahun 2016.

<b>Sel</b>	<b>Tegangan Terukur (Volt)</b>	<b>Sel</b>	<b>Tegangan Terukur (Volt)</b>
<b>1.</b>	1.17	<b>44.</b>	1.17
<b>2.</b>	1.17	<b>45.</b>	1.17
<b>3.</b>	1.17	<b>46.</b>	1.17
<b>4.</b>	1.17	<b>47.</b>	1.17
<b>5.</b>	1.17	<b>48.</b>	1.16
<b>6.</b>	1.14	<b>49.</b>	1.17
<b>7.</b>	1.17	<b>50.</b>	1.16
<b>8.</b>	1.17	<b>51.</b>	1.17
<b>9.</b>	1.17	<b>52.</b>	1.16
<b>10.</b>	1.17	<b>53.</b>	1.17
<b>11.</b>	1.17	<b>54.</b>	1.16
<b>12.</b>	1.16	<b>55.</b>	1.17
<b>13.</b>	1.16	<b>56.</b>	1.15
<b>14.</b>	1.12	<b>57.</b>	1.17
<b>15.</b>	1.16	<b>58.</b>	1.17
<b>16.</b>	1.16	<b>59.</b>	1.16
<b>17.</b>	1.16	<b>60.</b>	1.17
<b>18.</b>	1.17	<b>61.</b>	1.17

Sambungan tabel 4.2

<b>19.</b>	1.17	<b>62.</b>	1.16
<b>20.</b>	1.17	<b>63.</b>	1.10
<b>21.</b>	1.17	<b>64.</b>	1.17
<b>22.</b>	1.17	<b>65.</b>	1.16
<b>23.</b>	1.17	<b>66.</b>	1.17
<b>24.</b>	1.17	<b>67.</b>	1.17
<b>25.</b>	1.17	<b>68.</b>	1.14
<b>26.</b>	1.11	<b>69.</b>	1.16
<b>27.</b>	1.17	<b>70.</b>	1.17
<b>28.</b>	1.14	<b>71.</b>	1.16
<b>29.</b>	1.17	<b>72.</b>	1.17
<b>30.</b>	1.17	<b>73.</b>	1.17
<b>31.</b>	1.17	<b>74.</b>	1.17
<b>32.</b>	1.16	<b>75.</b>	1.16
<b>33.</b>	0.80	<b>76.</b>	1.17
<b>34.</b>	1.16	<b>77.</b>	1.15
<b>35.</b>	1.17	<b>78.</b>	1.16
<b>36.</b>	1.17	<b>79.</b>	1.16
<b>37.</b>	1.17	<b>80.</b>	1.16
<b>38.</b>	1.17	<b>81.</b>	1.16
<b>39.</b>	1.17	<b>82.</b>	1.16
<b>40.</b>	1.17	<b>83.</b>	1.12
<b>41.</b>	1.16	<b>84.</b>	1.16
<b>42.</b>	1,16	<b>85.</b>	1.17
<b>43.</b>	1.17	<b>86.</b>	0,06
<b>Tegangan Total</b>			<b>98,53</b>

Dari tabel diatas setelah 1 jam pengosongan, terlihat baterai memiliki rata-rata tegangan sebesar  $\pm 1,17$  V per sel baterai. Dimana pada kondisi, sel ke-33

mengalami penurunan cukup besar yaitu menjadi sebesar 0,80 V dan pada sel ke-86 menjadi 0,06 V terukur.

Tabel 4.3 Hasil Uji Pengosongan (*Discharging*) 2 Jam Pertama Baterai 110 VDC Bank 1 Gardu Induk Sungai Kedukan Palembang pada Tahun 2016.

<b>Sel</b>	<b>Tegangan Terukur (Volt)</b>	<b>Sel</b>	<b>Tegangan Terukur (Volt)</b>
<b>1.</b>	1.15	<b>44.</b>	1.15
<b>2.</b>	1.15	<b>45.</b>	1.15
<b>3.</b>	1.15	<b>46.</b>	1.15
<b>4.</b>	1.15	<b>47.</b>	1.15
<b>5.</b>	1.15	<b>48.</b>	1.14
<b>6.</b>	1.12	<b>49.</b>	1.15
<b>7.</b>	1.15	<b>50.</b>	1.14
<b>8.</b>	1.15	<b>51.</b>	1.15
<b>9.</b>	1.15	<b>52.</b>	1.15
<b>10.</b>	1.15	<b>53.</b>	1.15
<b>11.</b>	1.15	<b>54.</b>	1.14
<b>12.</b>	1.15	<b>55.</b>	1.15
<b>13.</b>	1.13	<b>56.</b>	1.14
<b>14.</b>	1.09	<b>57.</b>	1.15
<b>15.</b>	1.15	<b>58.</b>	1.15
<b>16.</b>	1.15	<b>59.</b>	1.15
<b>17.</b>	1.14	<b>60.</b>	1.15
<b>18.</b>	1.15	<b>61.</b>	1.15
<b>19.</b>	1.15	<b>62.</b>	1.15
<b>20.</b>	1.15	<b>63.</b>	1.09
<b>21.</b>	1.15	<b>64.</b>	1.15
<b>22.</b>	1.15	<b>65.</b>	1.15

Sambungan tabel 4.3

23.	1.15	66.	1.15
24.	1.15	67.	1.14
25.	1.15	68.	1.12
26.	1.06	69.	1.14
27.	1.15	70.	1.15
28.	1.12	71.	1.14
29.	1.15	72.	1.15
30.	1.15	73.	1.15
31.	1.15	74.	1.15
32.	1.15	75.	1.15
33.	1.73	76.	1.15
34.	1.15	77.	1.14
35.	1.15	78.	1.14
36.	1.15	79.	1.15
37.	1.15	80.	1.14
38.	1.15	81.	1.14
39.	1.15	82.	1.15
40.	1.15	83.	1.07
41.	1.14	84.	1.15
42.	1.15	85.	1.15
43.	1.15	86.	0,06
<b>Tegangan Total</b>			<b>97,86</b>

Kemudian dari tabel diatas terlihat setelah 2 jam pengosongan, baterai memiliki rata-rata tegangan sebesar  $\pm 1,15$  V per sel dimana terdapat beberapa sel baterai yang baru mengalami penurunan cukup signifikan yaitu pada sel ke-14 menjadi sebesar 1,09 V, sel ke-26 menjadi 1,06 V, sel ke-63 menjadi 1,09 V dan sel ke-83 menjadi 1,07 V. Kondisi ini memperlihatkan baterai telah berada pada *warning limit* tegangan dipengosongan yang baru memasuki jam ke 2. Berbeda

pada pengukuran sebelumnya pada sel ke-33 justru mengalami peningkatan tegangan menjadi 1,73 V terukur dan pada sel ke-86 masih sama sebesar 0,06 V.

Tabel 4.4 Hasil Uji Pengosongan (*Discharging*) 2 Jam 47 menit Baterai 110 VDC Bank 1 Gardu Induk Sungai Kedukan Palembang pada Tahun 2016.

<b>Sel</b>	<b>Tegangan Terukur (Volt)</b>	<b>Sel</b>	<b>Tegangan Terukur (Volt)</b>
<b>1.</b>	1.13	<b>44.</b>	1.13
<b>2.</b>	1.13	<b>45.</b>	1.13
<b>3.</b>	1.13	<b>46.</b>	1.13
<b>4.</b>	1.13	<b>47.</b>	1.13
<b>5.</b>	1.13	<b>48.</b>	1.12
<b>6.</b>	1.10	<b>49.</b>	1.09
<b>7.</b>	1.13	<b>50.</b>	0.90
<b>8.</b>	1.13	<b>51.</b>	1.13
<b>9.</b>	1.13	<b>52.</b>	1.13
<b>10.</b>	1.13	<b>53.</b>	1.13
<b>11.</b>	1.13	<b>54.</b>	1.07
<b>12.</b>	1.13	<b>55.</b>	1.13
<b>13.</b>	1.10	<b>56.</b>	1.09
<b>14.</b>	1.09	<b>57.</b>	1.13
<b>15.</b>	1.13	<b>58.</b>	1.13
<b>16.</b>	1.13	<b>59.</b>	1.13
<b>17.</b>	1.12	<b>60.</b>	1.13
<b>18.</b>	1,12	<b>61.</b>	1,13
<b>19.</b>	1.12	<b>62.</b>	1.14
<b>20.</b>	1.12	<b>63.</b>	1.07
<b>21.</b>	1.13	<b>64.</b>	1.13
<b>22.</b>	1.13	<b>65.</b>	1.13

Sambungan tabel 4.4

23.	1.13	66.	1.13
24.	1.12	67.	1.12
25.	1.11	68.	1.10
26.	1.06	69.	1.07
27.	1.13	70.	1.13
28.	1.10	71.	1.11
29.	1.12	72.	1.12
30.	1.09	73.	1.12
31.	1.13	74.	1.13
32.	1.13	75.	1.13
33.	1.73	76.	1.13
34.	1.13	77.	0.97
35.	1.13	78.	1.07
36.	1.13	79.	1.13
37.	1.13	80.	1.11
38.	1.13	81.	1.11
39.	1.13	82.	1.13
40.	1.13	83.	1.00
41.	1.14	84.	1.12
42.	1.13	85.	1.12
43.	1.13	86.	0.06
<b>Tegangan Total</b>			<b>95,42</b>

Dari data hasil pengukuran pada tabel diatas terlihat bahwa baterai rata-rata memiliki tegangan  $\pm 1,13$  V per sel namun terdapat beberapa baterai yang baru mengalami penurunan tegangan cukup signifikan terukur, yaitu pada sel ke-30 menjadi sebesar 1,09 V, sel ke-49 menjadi 1,09 V, sel ke-54 menjadi 1,07 V, sel ke-56 menjadi 1,09 V, sel ke-63 menjadi 1,07, sel ke-69 menjadi 1,07 V, sel ke-78 menjadi 1,07 V serta sel ke-83 menjadi 1,00 V. Dimana pada akhir pengosongan dengan kondisi ini baterai dikatakan berada di *warning limit*



tegangan. Begitu juga dengan sel ke-14 dan sel ke-26 yang masih dengan kondisi yang sama dengan pengukuran sebelumnya. Terdapat juga sel yang mengalami penurunan cukup drastis yaitu pada sel ke-50 menjadi sebesar 0,90 V dan sel ke-77 menjadi 0,97 V, dimana hal ini memperlihatkan bahwa baterai sudah berada di kondisi sel jenuh atau rusak. Untuk sel ke-33 dan sel ke-86 baterai justru mengalami kelainan yaitu dengan meningkatnya tegangan yang terukur selama proses pengukuran.

#### 4.1.2 Data Proses Pengosongan Baterai 110 VDC Bank 1 Gardu Induk Sungai Kedukan pada Tahun 2019

Berdasarkan hasil pengosongan (*discharging*) baterai 110 VDC Bank 1 yang dilakukan di Gardu Induk Sungai Kedukan Palembang pada tahun 2019, maka didapat data sebagai berikut :

Suhu Ruangan : 29°C  
*Humadinity* : 71%

Tabel 4.5 Hasil Uji Pengosongan (*Discharging*) 0 Jam Pertama Baterai 110 VDC Bank 1 Gardu Induk Sungai Kedukan Palembang pada Tahun 2019.

Sel	Tegangan Terukur (Volt)	Sel	Tegangan Terukur (Volt)
1.	1.22	44.	1.20
2.	1.22	45.	1.20
3.	1.22	46.	1.20
4.	1.21	47.	1.20
5.	1.21	48.	1.20
6.	1.20	49.	1.20
7.	1.20	50.	1.20

Sambungan tabel 4.5

<b>8.</b>	1.20	<b>51.</b>	1.20
<b>9.</b>	1.20	<b>52.</b>	1.20
<b>10.</b>	1.20	<b>53.</b>	1.20
<b>11.</b>	1.20	<b>54.</b>	1.20
<b>12.</b>	1.20	<b>55.</b>	1.17
<b>13.</b>	1.18	<b>56.</b>	1.20
<b>14.</b>	1.20	<b>57.</b>	1.20
<b>15.</b>	1.20	<b>58.</b>	1.20
<b>16.</b>	1.20	<b>59.</b>	1.20
<b>17.</b>	1.20	<b>60.</b>	1.20
<b>18.</b>	1.20	<b>61.</b>	1.20
<b>19.</b>	1.20	<b>62.</b>	1.20
<b>20.</b>	1.20	<b>63.</b>	1.20
<b>21.</b>	1.20	<b>64.</b>	1.20
<b>22.</b>	1.20	<b>65.</b>	1.20
<b>23.</b>	1.20	<b>66.</b>	1.20
<b>24.</b>	1.20	<b>67.</b>	1.20
<b>25.</b>	1.20	<b>68.</b>	1.20
<b>26.</b>	1.20	<b>69.</b>	0,29
<b>27.</b>	1.20	<b>70.</b>	1.20
<b>28.</b>	1.20	<b>71.</b>	1.20
<b>29.</b>	1.20	<b>72.</b>	1.20
<b>30.</b>	1.20	<b>73.</b>	1.20
<b>31.</b>	1.20	<b>74.</b>	1.20
<b>32.</b>	1.20	<b>75.</b>	1.20
<b>33.</b>	1.14	<b>76.</b>	1.18
<b>34.</b>	1.20	<b>77.</b>	1.20
<b>35.</b>	1.20	<b>78.</b>	1.20
<b>36.</b>	1.20	<b>79.</b>	1.20

Sambungan tabel 4.5

<b>37.</b>	1.20	<b>80.</b>	1.20
<b>38.</b>	1.20	<b>81.</b>	1.20
<b>39.</b>	1.20	<b>82.</b>	1.20
<b>40.</b>	1.20	<b>83.</b>	1.17
<b>41.</b>	1.20	<b>84.</b>	1.20
<b>42.</b>	1.20	<b>85.</b>	1.20
<b>43.</b>	1.20	<b>86.</b>	0.08
<b>Tegangan Total</b>			<b>101,06</b>

Dari tabel diatas terlihat bahwa sebelum dilakukan pengosongan, baterai memiliki tegangan total sebesar 101,06 V dengan kondisi baterai yang memiliki rata-rata tegangan sebesar  $\pm 1,20$  V per sel. Dimana pada sel ke-33 sel baterai telah berada di tegangan sebesar 1,14 V kemudian pada sel ke-69 justru sudah drop cukup drastis yaitu sebesar 0,29 V dan pada sel ke-86 adalah sebesar 0,08 V.

Tabel 4.6 Hasil Uji Pengosongan (*Discharging*) 1 Jam Pertama Baterai 110 VDC Bank 1 Gardu Induk Sungai Kedukan Palembang pada Tahun 2019.

<b>Sel</b>	<b>Tegangan Terukur (Volt)</b>	<b>Sel</b>	<b>Tegangan Terukur (Volt)</b>
<b>1.</b>	1.15	<b>44.</b>	1.16
<b>2.</b>	1.15	<b>45.</b>	1.16
<b>3.</b>	1.16	<b>46.</b>	1.16
<b>4.</b>	1.15	<b>47.</b>	1.15
<b>5.</b>	1.15	<b>48.</b>	1.14
<b>6.</b>	1.12	<b>49.</b>	1.15
<b>7.</b>	1.16	<b>50.</b>	1.14
<b>8.</b>	1.16	<b>51.</b>	1.15
<b>9.</b>	1.16	<b>52.</b>	1.16
<b>10.</b>	1.15	<b>53.</b>	1.15

<b>11.</b>	1.16	<b>54.</b>	1.10
<b>12.</b>	1.16	<b>55.</b>	1.15
<b>13.</b>	1.13	<b>56.</b>	1.13
<b>14.</b>	1.12	<b>57.</b>	1.15
<b>15.</b>	1.16	<b>58.</b>	1.15
<b>16.</b>	1.15	<b>59.</b>	1.15
<b>17.</b>	1.15	<b>60.</b>	1.15
<b>18.</b>	1.15	<b>61.</b>	1.15
<b>19.</b>	1.15	<b>62.</b>	1.15
<b>20.</b>	1.14	<b>63.</b>	1.10
<b>21.</b>	1.15	<b>64.</b>	1.15
<b>22.</b>	1.16	<b>65.</b>	1.16
<b>23.</b>	1.16	<b>66.</b>	1.15
<b>24.</b>	1.15	<b>67.</b>	1.15
<b>25.</b>	1.16	<b>68.</b>	1.13
<b>26.</b>	1.12	<b>69.</b>	0.33
<b>27.</b>	1.16	<b>70.</b>	1.15
<b>28.</b>	1.13	<b>71.</b>	1.14
<b>29.</b>	1.16	<b>72.</b>	1.15
<b>30.</b>	1.13	<b>73.</b>	1.15
<b>31.</b>	1.16	<b>74.</b>	1.16
<b>32.</b>	1.16	<b>75.</b>	1.15
<b>33.</b>	0.33	<b>76.</b>	1.15
<b>34.</b>	1.16	<b>77.</b>	1.12
<b>35.</b>	1.16	<b>78.</b>	1.13
<b>36.</b>	1.16	<b>79.</b>	1.15
<b>37.</b>	1.16	<b>80.</b>	1.14
<b>38.</b>	1,15	<b>81.</b>	1.15
<b>39.</b>	1.15	<b>82.</b>	1.15
<b>40.</b>	1,15	<b>83.</b>	1.10

Sambungan tabel 4.6

<b>41.</b>	1.16	<b>84.</b>	1.15
<b>42.</b>	1.15	<b>85.</b>	1.15
<b>43.</b>	1.16	<b>86.</b>	0.80
<b>Tegangan Total</b>			<b>96,72</b>

Dari tabel diatas terlihat bahwa setelah 1 jam pengosongan, baterai memiliki rata-rata tegangan sebesar  $\pm 1,15$  V per sel, dimana terdapat baterai yang telah mengalami drop cukup drastis yaitu pada sel ke-33 dengan tegangan menjadi sebesar 0,33 V, sel ke-69 yang perlahan meningkat menjadi 0,33 V dan sel ke-86 justru menjadi sebesar 0,80 V terukur.

Tabel 4.7 Hasil Uji Pengosongan (*Discharging*) 2 Jam Pertama Baterai 110 VDC Bank 1 Gardu Induk Sungai Kedukan Palembang pada Tahun 2019.

<b>Sel</b>	<b>Tegangan Terukur (Volt)</b>	<b>Sel</b>	<b>Tegangan Terukur (Volt)</b>
<b>1.</b>	1.13	<b>44.</b>	1.13
<b>2.</b>	1.12	<b>45.</b>	1.13
<b>3.</b>	1.13	<b>46.</b>	1.13
<b>4.</b>	1.13	<b>47.</b>	1.13
<b>5.</b>	1.13	<b>48.</b>	1.12
<b>6.</b>	1.09	<b>49.</b>	1.13
<b>7.</b>	1.13	<b>50.</b>	1.11
<b>8.</b>	1.14	<b>51.</b>	1.13
<b>9.</b>	1.13	<b>52.</b>	0.83
<b>10.</b>	1.13	<b>53.</b>	1.13
<b>11.</b>	1.14	<b>54.</b>	0.30
<b>12.</b>	1.13	<b>55.</b>	1.12

Sambungan tabel 4.7

<b>13.</b>	1.08	<b>56.</b>	1.09
<b>14.</b>	1.08	<b>57.</b>	1.13
<b>15.</b>	1.13	<b>58.</b>	1.13
<b>16.</b>	1.13	<b>59.</b>	1.12
<b>17.</b>	1.13	<b>60.</b>	1.12
<b>18.</b>	1.12	<b>61.</b>	1.12
<b>19.</b>	1.13	<b>62.</b>	1.13
<b>20.</b>	1.12	<b>63.</b>	1.07
<b>21.</b>	1.13	<b>64.</b>	1.12
<b>22.</b>	1.14	<b>65.</b>	1.13
<b>23.</b>	1.13	<b>66.</b>	1.13
<b>24.</b>	1.13	<b>67.</b>	1.13
<b>25.</b>	1.13	<b>68.</b>	1.10
<b>26.</b>	1.07	<b>69.</b>	0.77
<b>27.</b>	1.13	<b>70.</b>	1.13
<b>28.</b>	1.10	<b>71.</b>	1.11
<b>29.</b>	1.13	<b>72.</b>	1.12
<b>30.</b>	1.03	<b>73.</b>	1.12
<b>31.</b>	1.13	<b>74.</b>	1.13
<b>32.</b>	1.13	<b>75.</b>	1.13
<b>33.</b>	1.69	<b>76.</b>	1.13
<b>34.</b>	1.13	<b>77.</b>	1.08
<b>35.</b>	1.13	<b>78.</b>	1.09
<b>36.</b>	1.13	<b>79.</b>	1.13
<b>37.</b>	1.13	<b>80.</b>	1.12
<b>38.</b>	1.13	<b>81.</b>	1.12
<b>39.</b>	1.13	<b>82.</b>	1.13
<b>40.</b>	1.13	<b>83.</b>	1.05
<b>41.</b>	1.12	<b>84.</b>	1.13

Sambungan tabel 4.7

<b>42.</b>	1.13	<b>85.</b>	1.13
<b>43.</b>	1.13	<b>86.</b>	0.80
<b>Tegangan Total</b>			<b>95,14</b>

Dari tabel diatas terlihat bahwa setelah 2 jam pengosongan, sel baterai rata-rata berada di tegangan  $\pm 1,13$  V per sel. Dimana terdapat beberapa sel baterai baru mengalami penurunan cukup signifikan yaitu pada sel ke-6 dengan tegangan menjadi sebesar 1,09 V dan sel ke-13 menjadi 1,08 V. Sedangkan beberapa sel yang telah mengalami penurunan kualitas terlihat pada tegangan akhir pengosongan ditahun 2016 telah mengalami penurunan tegangan cukup signifikan saat 2 jam pengosongan di tahun 2019 ini. Dimana sel ke-14 menjadi sebesar 1,08 V, sel ke-26 menjadi 1,07 V, sel ke-30 menjadi 1,03 V, sel ke-56 menjadi 1,09 V, sel ke-63 menjadi 1,07 V, sel ke-77 menjadi 1,08 V, sel ke-78 menjadi 1,09 V dan sel ke-83 menjadi 1,05 V yaitu kondisi pada *warning limit* tegangan. Beberapa sel baterai terlihat baru mengalami drop cukup besar yaitu pada sel ke-52 menjadi 0,83 V serta sel ke-54 menjadi 0,30 V dimana baterai sudah dikategorikan ke dalam sel jenuh atau rusak. Kondisi yang berbeda pada sel ke-33 yaitu baterai justru mengalami peningkatan tegangan menjadi 1,69 V dan sel ke-69 menjadi 0,77 V. Sedangkan pada sel ke-86 masih pada kondisi yang sama dengan tegangan sebesar 0,80V.

Tabel 4.8 Hasil Uji Pengosongan (*Discharging*) 2 Jam Lewat 36 Menit Baterai 110 VDC Bank 1 Gardu Induk Sungai Kedukan Palembang pada Tahun 2019.

<b>Sel</b>	<b>Tegangan Terukur (Volt)</b>	<b>Sel</b>	<b>Tegangan Terukur (Volt)</b>
<b>1.</b>	1.12	<b>44.</b>	1.12
<b>2.</b>	1.11	<b>45.</b>	1.12
<b>3.</b>	1.12	<b>46.</b>	1.12

Sambungan tabel 4.8

<b>4.</b>	1.12	<b>47.</b>	1.12
<b>5.</b>	1.12	<b>48.</b>	1.10
<b>6.</b>	1.07	<b>49.</b>	0.80
<b>7.</b>	1.12	<b>50.</b>	0.90
<b>8.</b>	1.13	<b>51.</b>	1.12
<b>9.</b>	1.12	<b>52.</b>	1.12
<b>10.</b>	1.12	<b>53.</b>	1.10
<b>11.</b>	1.13	<b>54.</b>	0.30
<b>12.</b>	1.12	<b>55.</b>	1.10
<b>13.</b>	1.00	<b>56.</b>	1.07
<b>14.</b>	1.04	<b>57.</b>	1.12
<b>15.</b>	1.12	<b>58.</b>	1.12
<b>16.</b>	1.12	<b>59.</b>	1.10
<b>17.</b>	1.12	<b>60.</b>	1.10
<b>18.</b>	1.11	<b>61.</b>	1.10
<b>19.</b>	1.12	<b>62.</b>	1.12
<b>20.</b>	1.10	<b>63.</b>	0.90
<b>21.</b>	1.12	<b>64.</b>	1.12
<b>22.</b>	1.13	<b>65.</b>	1.12
<b>23.</b>	1.12	<b>66.</b>	1.12
<b>24.</b>	1.00	<b>67.</b>	1.12
<b>25.</b>	1.12	<b>68.</b>	1.07
<b>26.</b>	1.06	<b>69.</b>	1.70
<b>27.</b>	1.12	<b>70.</b>	1.12
<b>28.</b>	1.07	<b>71.</b>	1.09
<b>29.</b>	1.06	<b>72.</b>	1.11
<b>30.</b>	0.59	<b>73.</b>	1.11
<b>31.</b>	1.12	<b>74.</b>	1.12
<b>32.</b>	1.13	<b>75.</b>	1.12



Sambungan tabel 4.8

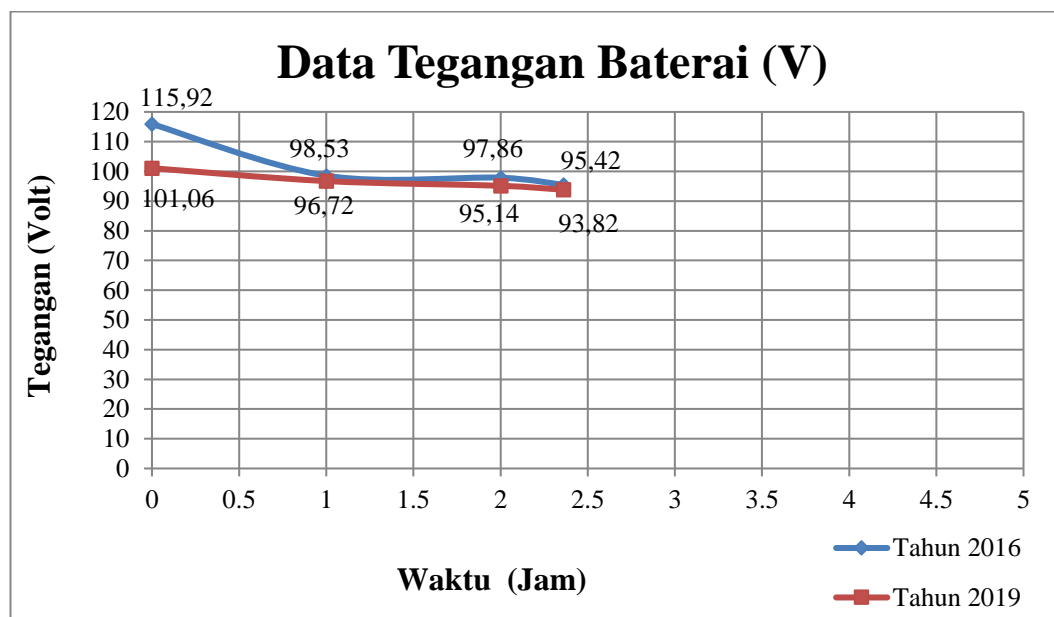
<b>33.</b>	1.69	<b>76.</b>	1.12
<b>34.</b>	1.12	<b>77.</b>	0.97
<b>35.</b>	1.10	<b>78.</b>	1.06
<b>36.</b>	1.12	<b>79.</b>	1.12
<b>37.</b>	1.12	<b>80.</b>	1.11
<b>38.</b>	1.12	<b>81.</b>	1.12
<b>39.</b>	1.12	<b>82.</b>	1.12
<b>40.</b>	1.12	<b>83.</b>	0.95
<b>41.</b>	1.11	<b>84.</b>	1.12
<b>42.</b>	1.12	<b>85.</b>	1.12
<b>43.</b>	1.13	<b>86.</b>	0.80
<b>Tegangan Total</b>			<b>93,82</b>

Dari data hasil pengukuran pada tabel diatas terlihat baterai rata-rata memiliki tegangan  $\pm 1,12$  V per sel akan tetapi terdapat beberapa baterai yang baru mengalami cukup signifikan pada akhir pengosongan yaitu pada sel ke-24 dengan tegangan sebesar 1,00 V sel ke-28 sebesar 1,07 V, sel ke-29 sebesar 1,06V, sel ke-68 sebesar 1,07 V dan sel ke-71 sebesar 1,09 V. Beberapa baterai yang telah mengalami penurunan cukup signifikan pada akhir pengosongan di tahun 2016 dan telah terjadi pada 2 jam pengosongan ditahun 2019 mengalami penurunan kembali yang cukup terlihat yaitu pada sel ke-6 menjadi 1,07 V, pada sel ke-13 menjadi 1,00 V, pada sel ke-14 menjadi 1,04 V, sel ke 26 menjadi 1,06 V, sel ke-56 menjadi 1,07 V serta sel ke-78 menjadi 1,06 V, sama halnya baterai ini telah dikondisi *warning limit* tegangan.

Dan yang mengalami drop cukup drastis yaitu pada sel ke-30 menjadi 0,59 V, sel ke-49 menjadi 0,80 V, sel ke-50 menjadi 0,90 V, sel ke-54 menjadi 0,30 V, sel ke-63 menjadi 0,90 V, sel ke-77 menjadi 0,97 V dan sel ke-83 menjadi 0,95 V. Sedangkan pada sel ke-54 dan sel ke-86 masih pada kondisi tegangan yang sama pada pengukuran sebelumnya. Beberapa sel baterai ini dapat

dikategorikan sel jenuh atau rusak. Kondisi yang berbeda pada sel ke-33 yang justru mengalami kelainan seperti yang terjadi di tahun 2016 dengan terjadinya peningkatan tegangan menjadi 1,69 V serta sel ke-69 menjadi 1,70 V pada akhir pengosongan. Dan yang baru terjadi pada sel ke-52 menjadi 1,12 V. Dengan terjadinya penurunan kualitas pada rata-rata sel baterai di tahun 2019 yang semakin terlihat selama proses pengosongan berlangsung menyebabkan semakin cepat arus pembebanan mencapai batasan baterai sehingga semakin cepat pula pengosongan baterai.

Berdasarkan tabel diatas, maka didapatkan grafik tegangan total baterai 110 VDC Bank 1 Gardu Induk Sungai Kedukan berdasarkan tegangan setiap sel baterai yang terukur selama proses uji pengosongan dilakukan. Grafik tersebut dapat dilihat dari Gambar 4.2 dibawah ini :



Gambar 4.2 Tegangan Terhadap Waktu Hasil Uji Pengosongan Baterai Bank 1.

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa sebelum dilakukan uji pengosongan, baterai memiliki tegangan yang cukup besar yaitu sebesar 115,92 V dan penurunan tegangan cukup besar terjadi pada 1 jam pertama pengosongan baterai pada tahun 2016. Dan selama proses pengosongan dilakukan, pada baterai terjadinya penurunan tegangan yang diukur setiap setelah 1 jam pengosongan

hingga pada akhir pengosongan. Dimana pada kondisi ini baterai telah mencapai tegangan minimum pengosongan yang telah ditentukan dan terbaca pada dummyload. Sehingga proses pembebanan pun berhenti secara otomatis pada waktu 2 jam lewat 47 menit lamanya pengosongan. Sedangkan pada tahun 2019 dari grafik diatas dapat dilihat bahwa sebelum dilakukan pengosongan baterai sudah cenderung memiliki tegangan yang sangat menurun yaitu dengan tegangan total yang hanya sebesar 101,06 V, dan selama proses pengosongan berlangsung tegangan baterai terus mengalami penurunan dan jumlah sel baterai yang mengalami penurunan kualitas pun bertambah pada setiap pengukuran yang dilakukan setiap setelah 1 jam pengosongan baterai hingga baterai telah mencapai tegangan akhir minimum pengosongan pada waktu hanya 2 jam lewat 36 menit pengosongan. Dapat disimpulkan bahwa nilai tegangan setiap sel baterai sangat mempengaruhi tegangan total baterai secara keseluruhan karena baterai terhubung seri sehingga juga akan mempengaruhi lamanya pengosongan yang dapat menentukan besarnya kapasitas baterai.

## 4.2 Perhitungan Data

### 4.2.1 Perhitungan Kapasitas dan Efisiensi Baterai Pada Tahun 2016

Diketahui kapasitas baterai baterai 110 VDC Bank 1 Gardu Induk Sungai Kedukan setelah dilakukan uji pengosongan (*discharging*) pada tahun 2016 yaitu :

Berdasarkan rumus sebagai berikut :

$$C = I \text{ (Ampere)} \times t \text{ (Jam)}$$

1. Pengosongan (*discharging*) baterai pada saat 0 jam (  $t = 0$  )

$$C = I \text{ (Ampere)} \times t \text{ (Jam)}$$

$$= 34 \times 0$$

$$= 0 \text{ Ah}$$

2. Pengosongan (*discharging*) baterai pada saat 1 jam (  $t = 1$  )

$$\begin{aligned} C &= I \text{ (Ampere) } \times t \text{ (Jam)} \\ &= 34 \times 1 \\ &= 34 \text{ Ah} \end{aligned}$$

Maka dapat dihitung  $\eta_{\text{baterai}}$  yaitu:

$$\eta_{\text{baterai}} = \frac{C_{\text{discharging}}}{C_{\text{charging}}} \times 100\%$$

Sehingga, didapatkan perhitungan sebagai berikut :

1. Perhitungan pada saat 0 jam (  $t = 0$  )

$$\begin{aligned} C_{\text{discharging}} &= 0 \text{ Ah} \\ C_{\text{charging}} &= 170 \text{ Ah} \\ \eta_{\text{baterai}} &= \frac{C_{\text{discharging}}}{C_{\text{charging}}} \times 100\% \\ &= \frac{0}{170} \times 100\% \\ &= 0 \end{aligned}$$

2. Perhitungan pada saat 1 jam (  $t = 1$  )

$$\begin{aligned} C_{\text{discharging}} &= 34 \text{ Ah} \\ C_{\text{charging}} &= 170 \text{ Ah} \\ \eta_{\text{baterai}} &= \frac{C_{\text{discharging}}}{C_{\text{charging}}} \times 100\% \\ &= \frac{34}{170} \times 100\% \\ &= 0,2 \times 100\% \\ &= 20\% \end{aligned}$$

#### 4.2.2 Perhitungan Kapasitas dan Efisiensi Baterai Pada Tahun 2019

Diketahui kapasitas baterai baterai 110 VDC Bank 1 Gardu Induk Sungai Kedukan setelah dilakukan uji pengosongan (*discharging*) pada tahun 2019 yaitu :

Berdasarkan rumus sebagai berikut :

$$C = I (\text{Ampere}) \times t (\text{Jam})$$

1. Pengosongan (*discharging*) baterai pada saat 0 jam (  $t = 0$  )

$$\begin{aligned} C &= I (\text{Ampere}) \times t (\text{Jam}) \\ &= 34 \times 0 \\ &= 0 \text{ Ah} \end{aligned}$$

2. Pengosongan (*discharging*) baterai pada saat 1 jam (  $t = 1$  )

$$\begin{aligned} C &= I (\text{Ampere}) \times t (\text{Jam}) \\ &= 34 \times 1 \\ &= 34 \text{ Ah} \end{aligned}$$

Maka dapat dihitung  $\eta_{\text{baterai}}$  yaitu:

$$\eta_{\text{baterai}} = \frac{C_{\text{discharging}}}{C_{\text{charging}}} \times 100\%$$

Sehingga, didapatkan perhitungan sebagai berikut :

1. Perhitungan pada saat 0 jam (  $t = 0$  )

$$\begin{aligned} C_{\text{discharging}} &= 0 \text{ Ah} \\ C_{\text{charging}} &= 170 \text{ Ah} \\ \eta_{\text{baterai}} &= \frac{C_{\text{discharging}}}{C_{\text{charging}}} \times 100\% \\ &= \frac{0}{170} \times 100\% \\ &= 0 \end{aligned}$$

2. Perhitungan pada saat 1 jam ( $t = 1$ )

$$C_{discharging} = 34 \text{ Ah}$$

$$C_{charging} = 170 \text{ Ah}$$

$$\begin{aligned} \eta_{baterai} &= \frac{C_{discharging}}{C_{charging}} \times 100\% \\ &= \frac{34}{170} \times 100\% \\ &= 20,00\% \end{aligned}$$

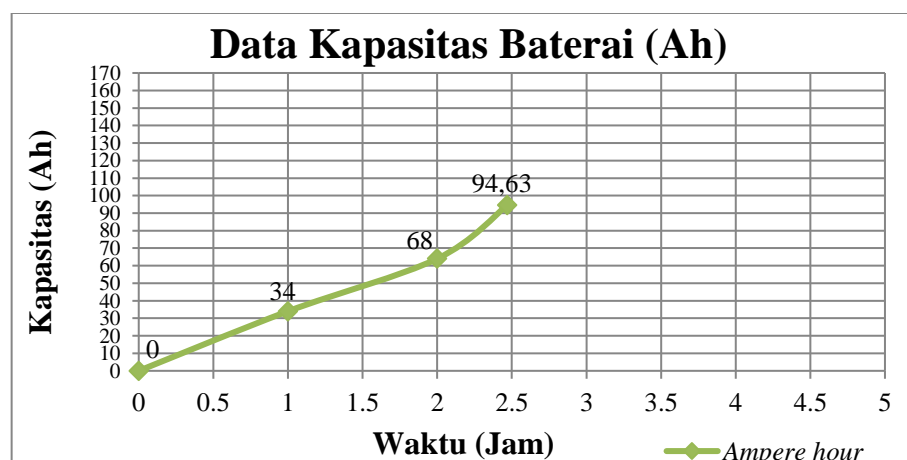
### 4.3 Analisa Kapasitas dan Efisiensi Baterai

#### 4.3.1 Kapasitas Baterai Bank 1 Gardu Induk Sungai Kedukan Pada Tahun 2016

Tabel 4.9 Data Kapasitas Baterai Hasil Uji Pengosongan Baterai 110 VDC Bank 1 Gardu Induk Sungai Kedukan Pada Tahun 2016.

Terhitung	Waktu (hh.mm)			
	00.00	01.00	02.00	02.47
Kapasitas (Ah)	0	34	68	94,63

Berdasarkan tabel diatas maka didapatkan grafik kapasitas baterai pada uji pengosongan baterai 110 VDC Bank 1 Gardu Induk Sungai Kedukan yang dilakukan pada tahun 2016. Dapat dilihat pada Gambar 4.3 dibawah ini :



Gambar 4.3 Kapasitas Terhadap Waktu Pengosongan Baterai Bank 1 tahun 2016.

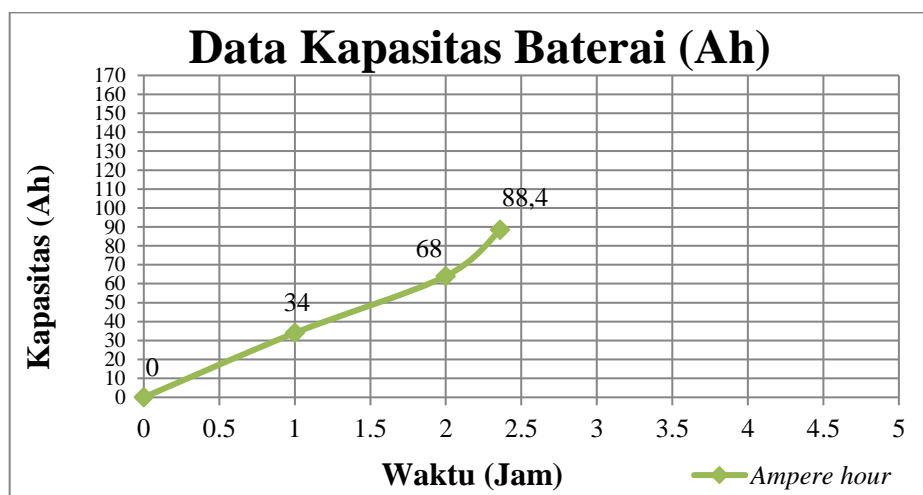
Berdasarkan grafik diatas bahwa terlihat setelah proses pengosongan baterai dilakukan, dengan lama pengosongan baterai 2 jam 47 menit maka dapat diketahui kapasitas baterai bank 1 Gardu Induk Sungai Kedukan pada tahun 2016 yaitu sebesar 94,63 Ah.

#### 4.3.2 Kapasitas Baterai Bank 1 Gardu Induk Sungai Kedukan Pada Tahun 2019

Tabel 4.10 Data Kapasitas Baterai Hasil Uji Pengosongan Baterai 110 VDC Bank 1 Gardu Induk Sungai Kedukan Pada Tahun 2019.

Terhitung	Waktu (hh.mm)			
	00.00	01.00	02.00	02.36
Kapasitas (Ah)	0	34	68	88,4

Berdasarkan tabel diatas, maka didapatkan grafik kapasitas baterai bank 1 Gardu Induk Sungai Kedukan pada tahun 2019. Dapat dilihat pada Gambar 4.4 dibawah ini :



Gambar 4.4 Kapasitas Terhadap Waktu Pengosongan Baterai Bank 1 tahun 2019.

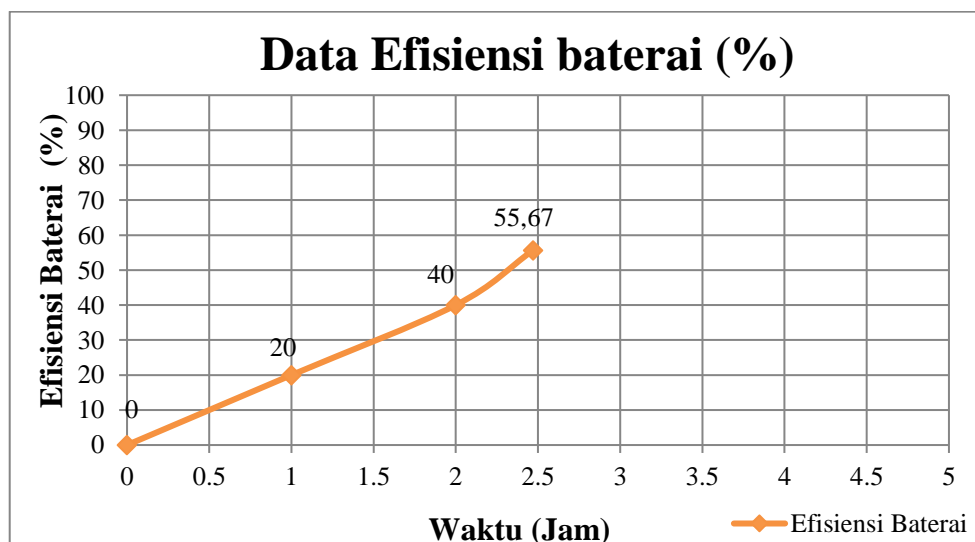
Sedangkan berdasarkan grafik diatas bahwa terlihat setelah proses pengosongan baterai dilakukan pada tahun 2019, dengan lama pengosongan baterai yaitu 2 jam lewat 36 menit maka dapat diketahui kapasitas baterai bank 1 Gardu Induk Sungai Kedukan pada tahun 2019 adalah sebesar 88,4 Ah. Sehingga selama  $\pm$  2 tahun baterai mengalami penurunan kapasitas sebesar 6,23 Ah.

#### 4.3.3 Efisiensi Baterai Bank 1 Gardu Induk Sungai Kedukan pada Tahun 2016

Tabel 4.11 Data Efisiensi Baterai Hasil Uji Pengosongan Baterai 110 VDC Bank 1 Gardu Induk Sungai Kedukan Pada Tahun 2016.

Terhitung	Waktu (hh.mm)			
	00.00	01.00	02.00	02.47
Efisiensi (%)	0	20	40	55,67

Berdasarkan tabel diatas, maka didapatkan grafik efisiensi baterai bank 1 Gardu Induk Sungai Kedukan pada tahun 2016. Dapat dilihat pada Gambar 4.5 dibawah ini :



Gambar 4.5 Efisiensi Terhadap Waktu Pengosongan Baterai Bank 1 tahun 2016.



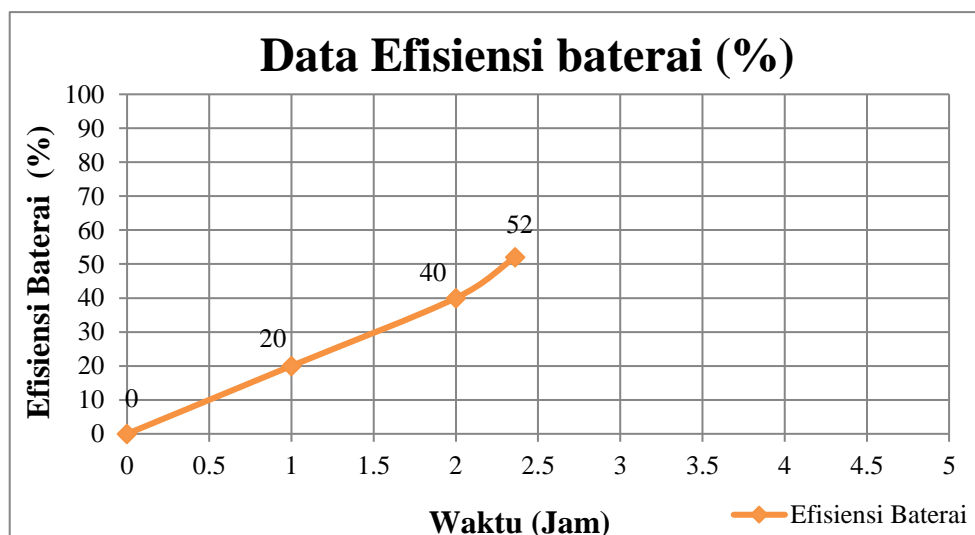
Sehingga berdasarkan grafik diatas terlihat bahwa pada uji pengosongan baterai Bank 1 Gardu Induk Sungai Kedukan ditahun 2016, dengan lama waktu pengosongan baterai hanya 2 jam lewat 47 menit maka didapatkan kapasitas baterai sebesar 94,63 Ah sehingga efisiesi baterai adalah 55,67%.

#### 4.3.4 Efisiensi Baterai Bank 1 Gardu Induk Sungai Kedukan pada Tahun 2019

Tabel 4.12 Data Efisiensi Baterai Hasil Uji Pengosongan Baterai 110 VDC Bank 1 Gardu Induk Sungai Kedukan Pada Tahun 2019.

Terhitung	Waktu (hh.mm)			
	00.00	01.00	02.00	02.36
Efisiensi (%)	0	20	40	52

Berdasarkan tabel diatas, maka didapatkan grafik kapasitas baterai bank 1 Gardu Induk Sungai Kedukan pada tahun 2019. Dapat dilihat pada Gambar 4.6 dibawah ini :



Gambar 4.6 Efisiensi Terhadap Waktu Pengosongan Baterai Bank 1 tahun 2019.

Sedangkan berdasarkan grafik diatas bahwa terlihat setelah proses pengosongan baterai dilakukan pada tahun 2019, dengan lama pengosongan baterai yaitu 2 jam lewat 36 menit maka diketahui kapasitas baterai menjadi 88,4 Ah maka efisiensi baterai bank 1 Gardu Induk Sungai Kedukan pada tahun 2019 adalah sebesar 52%. Sehingga selama  $\pm 2$  tahun baterai mengalami penurunan efisiensi sebesar 3,67%.

#### **4.4. Pembahasan dan Analisa Akhir**

Penelitian “Pengaruh Proses Pengosongan (*Discharging*) Terhadap Kapasitas dan Efisiensi Baterai 110 VDC di Gardu Induk Sungai Kedukan Palembang” dilakukan dengan mengambil data pengosongan baterai bank 1 di Gardu Induk Sungai Kedukan di tahun 2016 dan 2019. Berdasarkan hasil pengukuran uji pengosongan (*discharging*) baterai yang telah dilakukan bahwa terlihat pada pengosongan yang dilakukan di tahun 2016 dan 2019 bahwa semakin lama pengosongan tegangan sel baterai akan cenderung menurun. Jika dibandingkan, pada tahun 2016 tegangan yang terukur setiap jamnya mengalami penurunan dan pada tahun 2019 terdapat beberapa sel baterai yang baru mengalami penurunan tegangan cukup signifikan hingga terdapat sel baterai yang mengalami penurunan yang sangat drastis. Sehingga waktu pengosongan baterai pada tahun 2019 pun lebih cepat daripada pengosongan baterai yang dilakukan pada tahun 2016. Semakin cepat waktu pengosongan baterai maka akan semakin kecil kapasitas baterai yang sebanding dengan besarnya efisiensi baterai tentunya. Sehingga dalam hal ini dapat dikatakan terjadinya penurunan performa pada baterai.

Dimana diketahui bahwa kapasitas baterai sebesar 94,63 Ah dan efisiensi sebesar 55,67% pada pengosongan tahun 2016 sedangkan kapasitas sebesar 88,4 Ah dan efisiensi sebesar 52% pada tahun 2019. Terjadi penurunan kapasitas baterai sebesar 6,23 Ah dan penurunan efisiensi baterai sebesar 3,67% dalam jangka waktu  $\pm 2$  tahun terakhir. Kondisi sel baterai yang terhubung seri untuk

menghasilkan tegangan total yang diinginkan menjadi salah satu faktor meningkatnya jumlah sel baterai yang jelek karena hubung seri yang diterapkan pada rangkaian baterai mengakibatkan keterkaitan antar setiap sel baterai. Sehingga terjadinya penurunan kualitas pada baterai. Faktor lainnya yaitu dari faktor internal baterai, perlunya dilakukan *maintanance* atau pengecekan pada komponen baterai terutama pada sel baterai yang mulai terlihat kualitasnya menurun untuk dapat mengetahui kondisi pada sel baterai yang sebenarnya. Selain dari faktor umur baterai itu sendiri. Untuk tegangan total dari pengukuran tegangan setiap sel baterai terdapat perbedaan terhadap tegangan total yang terbaca pada monitor dummyload seperti terlihat pada Gambar 4.2 dalam hal ini dapat terjadi karena pada dummyload banyak aspek yang dapat menentukan dan mempengaruhi besarnya tegangan hingga yang terbaca pada display dummyload sedangkan untuk pengukuran sendiri menggunakan alat multimeter dilakukan dengan cara pengukuran langsung yaitu ke terminal baterai sehingga memungkinkan terjadinya perbedaan diantara kedua pengukuran.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Setelah menyelesaikan pengolahan data dan analisa pengaruh proses pengosongan terhadap kapasitas dan efisiensi baterai 110 VDC di Gardu Induk Sungai Kedukan, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil pengukuran kualitas baterai sudah menurun terlihat sejak sebelum dilakukan pengosongan dimana pada tahun 2016 tegangan total sebesar 115,92 V dengan rata-rata tegangan 1,40 V per sel baterai sedangkan di tahun 2019 tegangan total sebesar 101,06 V dengan rata-rata tegangan 1,20 V per sel baterai. Hal ini berkaitan langsung dengan perubahan nilai pada kapasitas baterai dimana pada tahun 2016 sebesar 94,63 Ah menjadi 88,4 Ah pada tahun 2019.
2. Baterai Bank 1 Gardu Induk Sungai Kedukan Palembang memiliki efisiensi baterai sebesar 55,67% pada tahun 2016 dan 52% pada tahun 2019. Dalam hal ini untuk efisiensi baterai sudah dapat dikatakan tidak baik karena telah melewati batasi minimal suatu baterai dapat dikatakan masih baik berdasarkan standar PLN.
3. Semakin cepat pengosongan baterai maka akan semakin kecil kapasitas baterai, yang berarti semakin kecil pula efisiensi yang dimiliki baterai. Dimana pada pengosongan di tahun 2016 hanya 2 jam lewat 47 menit yang diperlukan baterai untuk mencapai tegangan minimum pengosongan baterai, sehingga baterai bank 1 Gardu Induk Sungai Kedukan Palembang memiliki kapasitas sebesar 94,63 Ah dan efisiensi baterai menjadi sebesar 55,67%. Dan

pada tahun 2019 dengan waktu selama 2 jam 36 menit baterai telah mencapai tegangan minimum pengosongan sehingga kapasitas baterai menjadi 88,4 Ah dan efisiensi baterai sebesar 52%. Maka selama  $\pm 2$  tahun baterai bank 1 Gardu Induk Sungai Kedukan telah mengalami penurunan kapasitas sebesar 6,23 Ah dan Efisiensi sebesar 3,67%.

## 5.2 Saran

Terdapat beberapa saran yang ingin penulis sampaikan berdasarkan analisa pengaruh proses pengosongan terhadap kapasitas dan efisiensi baterai 110 VDC di Gardu Induk Sungai Kedukan, adalah sebagai berikut :

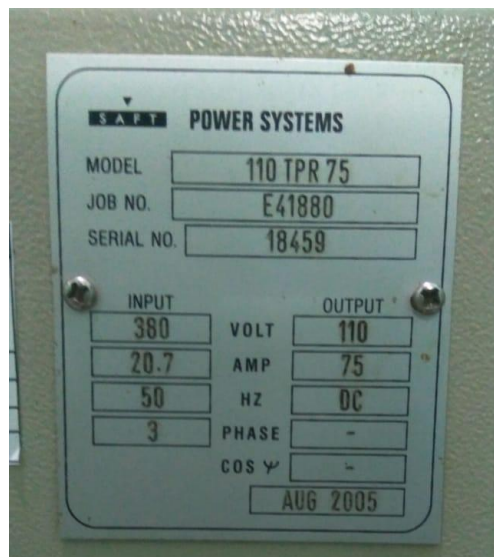
1. Untuk sel baterai yang memiliki tegangan yang mulai menurun perlunya dilakukan rekondisi sel baterai guna mengembalikan tegangan sel baterai dan sebagai bagian dari rangkaian pemeliharaan baterai, namun untuk kondisi yang sekarang akan lebih baik jika menggantinya secara keseluruhan karena kapasitas baterai yang sudah cukup menurun dan efisiensi baterai yang sudah berada <60% dimana yang berarti baterai sudah dikategorikan jelek sesuai standar PLN.
2. Perlunya penelitian lebih lanjut untuk sel baterai yang mengalami kelainan memiliki kenaikan tegangan cukup signifikan pada pengukuran saat proses pengosongan berlangsung salah satunya diawali dengan melakukan pengukuran menggunakan 2 alat ukur yang berbeda dan membandingkan hasil pengukuran.

# LAMPIRAN

## Lampiran 1

### Gambar Spesifikasi Data Peralatan Suplai DC Bank 1 pada Gardu Induk Sungai

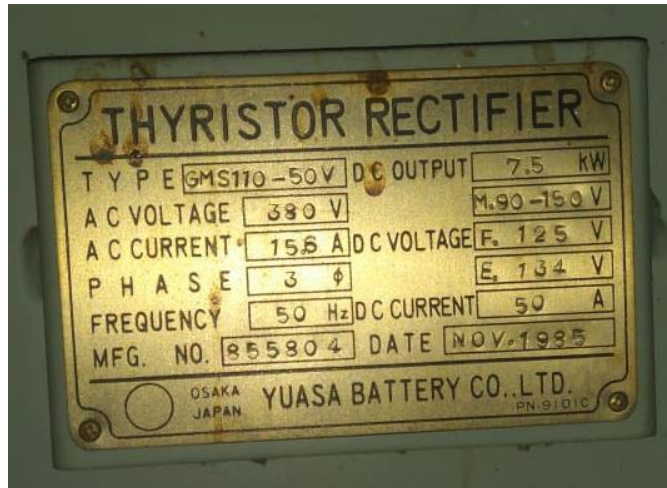
#### a. Rectifier 110 VDC



#### b. DC Switchboard 110 VDC



c. DCDB (*DC Distribution Board*)





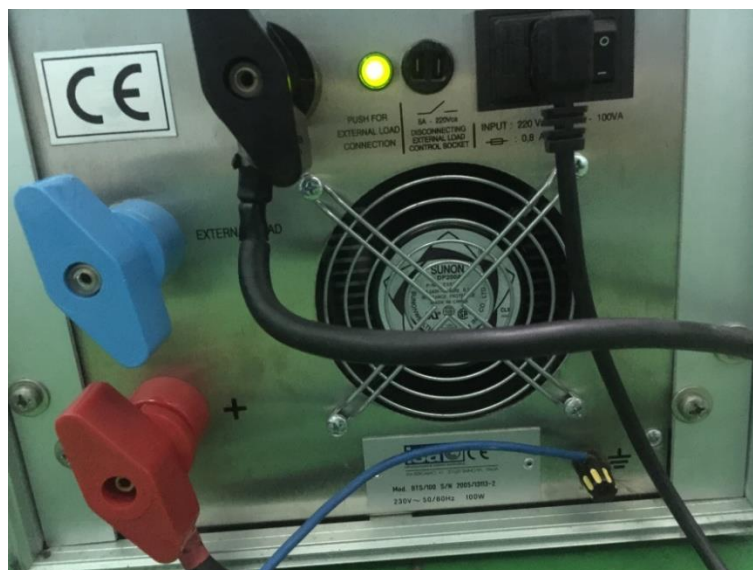
## Lampiran 2

### Gambar Spesifikasi Data Peralatan Pengosongan (*Discharging*) Baterai 110 VDC Bank 1 Gardu Induk Sungai Kedukan

#### a. Sel Baterai Saft SNL 170



#### b. Dummyload BTS/100PLUS



### Lampiran 3

## Gambar Objek dan Peralatan pada Penelitian Baterai 110 VDC Gardu Induk Sungai Kedukan

### a. Baterai 110 VDC Bank 1 Gardu Induk Sungai Kedukan



### b. Terminal dan Konektor Baterai



**c. Dummyload**



**d. Clampmeter/TangAmpere**




**e. Proses Pengosongan (*Discharging*) Baterai 110 VDC Bank 1**




## Lampiran 4

### Data Uji Pengosongan Baterai 110 VDC Bank 1 Gardu Induk Sungai Kedukan

	<b>FORMULIR-116 PENGUJIAN KAPASITAS BATERE TIAP SEL</b>	<b>SISTEM MANAJEMEN MUTU ISO 9001 : 2008</b>										
NO DOKUMEN :	TANGGAL :	REVISI :										
Lokasi/GI. : BANK 1/ SUNGAI KEDUKAN		HALAMAN : 1 DARI 1										
Merk/Type : SAFT/ SNL170												
Tgl. di uji : 28 Juni 2016												
Mulai : 11:01 s/d		Pengujian ke : 1										
NO	Baterai Ke/dari	Besarnya Tegangan (V) pada jam ke										keterangan
		0	1	2	2,47	3 1/2	4	4 1/4	4 1/2	43/4	5	
1	1/86	1.4	1.17	1.15	1.13							
2	2/86	1.36	1.17	1.15	1.13							
3	3/86	1.4	1.17	1.15	1.13							
4	4/86	1.36	1.17	1.15	1.13							
5	5/86	1.37	1.17	1.15	1.13							
6	6/86	1.4	1.14	1.12	1.1							
7	7/86	1.38	1.17	1.15	1.13							
8	8/86	1.39	1.17	1.15	1.13							
9	9/86	1.4	1.17	1.15	1.13							
10	10/86	1.4	1.17	1.15	1.13							
11	11/86	1.35	1.17	1.15	1.13							
12	12/86	1.38	1.16	1.15	1.13							
13	13/86	1.41	1.16	1.13	1.1							
14	14/86	1.36	1.12	1.09	1.09							
15	15/86	1.39	1.16	1.15	1.13							
16	16/86	1.4	1.16	1.15	1.13							
17	17/86	1.29	1.16	1.14	1.12							
18	18/86	1.31	1.17	1.15	1.12							
19	19/86	1.4	1.17	1.15	1.12							
20	20/86	1.37	1.17	1.15	1.12							
21	21/86	1.39	1.17	1.15	1.13							
22	22/86	1.39	1.17	1.15	1.13							
23	23/86	1.4	1.17	1.15	1.13							
24	24/86	1.37	1.17	1.15	1.12							
25	25/86	1.38	1.17	1.15	1.11							
26	26/86	1.32	1.11	1.06	1.06							
27	27/86	1.39	1.17	1.15	1.13							
28	28/86	1.4	1.14	1.12	1.1							
29	29/86	1.39	1.17	1.15	1.12							
30	30/86	1.33	1.17	1.15	1.09							
31	31/86	1.39	1.17	1.15	1.13							
32	32/86	1.4	1.16	1.15	1.13							
33	33/86	1.07	0.8	1.73	1.73							
34	34/86	1.4	1.16	1.15	1.13							
35	35/86	1.38	1.17	1.15	1.13							
36	36/86	1.38	1.17	1.15	1.13							
37	37/86	1.38	1.17	1.15	1.13							
38	38/86	1.38	1.17	1.15	1.13							
39	39/86	1.39	1.17	1.15	1.13							
40	40/86	1.38	1.17	1.15	1.13							
41	41/86	1.38	1.16	1.14	1.14							
42	42/86	1.4	1.16	1.15	1.13							
43	43/86	1.39	1.17	1.15	1.13							
44	44/86	1.4	1.17	1.15	1.13							
45	45/86	1.38	1.17	1.15	1.13							
46	46/86	1.36	1.17	1.15	1.13							
47	47/86	1.39	1.17	1.15	1.13							
48	48/86	1.35	1.16	1.14	1.12							

49	49/86	1.39	1.17	1.15	1.09							
50	50/86	1.3	1.16	1.14	0.9							
51	51/86	1.38	1.17	1.15	1.13							
52	52/86	1.36	1.16	1.15	1.13							
53	53/86	1.39	1.17	1.15	1.13							
54	54/86	1.3	1.16	1.14	1.07							
55	55/86	1.38	1.17	1.15	1.13							
56	56/86	1.28	1.15	1.14	1.09							
57	57/86	1.39	1.17	1.15	1.13							
58	58/86	1.35	1.17	1.15	1.13							
59	59/86	1.36	1.16	1.15	1.13							
60	60/86	1.35	1.17	1.15	1.13							
61	61/86	1.37	1.17	1.15	1.13							
62	62/86	1.38	1.16	1.15	1.14							
63	63/86	1.2	1.1	1.09	1.07							
64	64/86	1.37	1.17	1.15	1.13							
65	65/86	1.34	1.16	1.15	1.13							
66	66/86	1.39	1.17	1.15	1.13							
67	67/86	1.39	1.17	1.14	1.12							
68	68/86	1.38	1.14	1.12	1.1							
69	69/86	1.3	1.16	1.14	1.07							
70	70/86	1.38	1.17	1.15	1.13							
71	71/86	1.34	1.16	1.14	1.11							
72	72/86	1.38	1.17	1.15	1.12							
73	73/86	1.37	1.17	1.15	1.12							
74	74/86	1.38	1.17	1.15	1.13							
75	75/86	1.38	1.16	1.15	1.13							
76	76/86	1.38	1.17	1.15	1.13							
77	77/86	1.28	1.15	1.14	0.97							
78	78/86	1.33	1.15	1.14	1.07							
79	79/86	1.37	1.16	1.15	1.13							
80	80/86	1.36	1.16	1.14	1.11							
81	81/86	1.38	1.16	1.14	1.11							
82	82/86	1.38	1.16	1.15	1.13							
83	83/86	1.28	1.12	1.07	1							
84	84/86	1.35	1.16	1.15	1.12							
85	85/86	1.35	1.17	1.15	1.12							
86	86/86	0	0.06	0.06	0.06							

Suhu Ruangan = 27,6 C  
Humanity = 76% (jam 10:10)

 <b>PT PLN (PERSERO) P3B SUMATERA</b>		<b>FORMULIR-116 PENGUJIAN KAPASITAS BATERE TIAP SEL</b>				<b>SISTEM MANAJEMEN MUTU ISO 9001 : 2008</b>					
NO DOKUMEN :		TANGGAL :			REVISI :			HALAMAN : 1 DARI 1			
Lokasi/GI. : BANK 1 / skdkn Merk/Type : SAFT / SNL 170 Tgl.di uji : 27 Februari 2019 Mulai : 10.00 s/d											Pengujian ke : 1
NO	Bateres Ke/dari	Besarnya Tegangan (V) pada jam ke									keterangan
		0	1	2	2.36	3 1/2	4	4 1/4	4 1/2	4 3/4	
1	1 / 86	1.22	1.15	1.13	1.12						
2	2 / 86	1.22	1.15	1.12	1.11						
3	3 / 86	1.22	1.16	1.13	1.12						
4	4 / 86	1.21	1.15	1.13	1.12						
5	5 / 86	1.21	1.15	1.13	1.12						
6	6 / 86	1.20	1.12	1.09	1.07						
7	7 / 86	1.20	1.16	1.13	1.12						
8	8 / 86	1.20	1.16	1.14	1.13						
9	9 / 86	1.20	1.16	1.13	1.12						
10	10 / 86	1.20	1.15	1.13	1.12						
11	11 / 86	1.20	1.16	1.14	1.13						
12	12 / 86	1.20	1.16	1.13	1.12						
13	13 / 86	1.18	1.13	1.08	1.00						
14	14 / 86	1.20	1.12	1.08	1.04						
15	15 / 86	1.20	1.16	1.13	1.12						
16	16 / 86	1.20	1.15	1.13	1.12						
17	17 / 86	1.20	1.15	1.13	1.12						
18	18 / 86	1.20	1.15	1.12	1.11						
19	19 / 86	1.20	1.15	1.13	1.12						
20	20 / 86	1.20	1.14	1.12	1.10						
21	21 / 86	1.20	1.15	1.13	1.12						
22	22 / 86	1.20	1.16	1.14	1.13						
23	23 / 86	1.20	1.16	1.13	1.12						
24	24 / 86	1.20	1.15	1.13	1.00						
25	25 / 86	1.20	1.16	1.13	1.12						
26	26 / 86	1.20	1.12	1.07	1.06						
27	27 / 86	1.20	1.16	1.13	1.12						
28	28 / 86	1.20	1.13	1.10	1.07						
29	29 / 86	1.20	1.16	1.13	1.06						
30	30 / 86	1.20	1.13	1.03	0.59						
31	31 / 86	1.20	1.16	1.13	1.12						
32	32 / 86	1.20	1.16	1.13	1.13						
33	33 / 86	1.14	0.33	1.69	1.69						
34	34 / 86	1.20	1.16	1.13	1.12						
35	35 / 86	1.20	1.16	1.13	1.10						
36	36 / 86	1.20	1.16	1.13	1.12						
37	37 / 86	1.20	1.16	1.13	1.12						
38	38 / 86	1.20	1.15	1.13	1.12						
39	39 / 86	1.20	1.15	1.13	1.12						
40	40 / 86	1.20	1.15	1.13	1.12						
41	41 / 86	1.20	1.16	1.12	1.11						
42	42 / 86	1.20	1.15	1.13	1.12						
43	43 / 86	1.20	1.16	1.13	1.13						

44	44 / 86	1.20	1.16	1.13	1.12							
45	45 / 86	1.20	1.16	1.13	1.12							
46	46 / 86	1.20	1.16	1.13	1.12							
47	47 / 86	1.20	1.15	1.13	1.12							
48	48 / 86	1.20	1.14	1.12	1.10							
49	49 / 86	1.20	1.15	1.13	0.80							
50	50 / 86	1.20	1.14	1.11	0.90							
51	51 / 86	1.20	1.15	1.13	1.12							
52	52 / 86	1.20	1.16	0.83	1.12							
53	53 / 86	1.20	1.15	1.13	1.10							
54	54 / 86	1.20	1.10	0.30	0.30							
55	55 / 86	1.17	1.15	1.12	1.10							
56	56 / 86	1.20	1.13	1.09	1.07							
57	57 / 86	1.20	1.15	1.13	1.12							
58	58 / 86	1.20	1.15	1.13	1.12							
59	59 / 86	1.20	1.15	1.12	1.10							
60	60 / 86	1.20	1.15	1.12	1.10							
61	61 / 86	1.20	1.15	1.12	1.10							
62	62 / 86	1.20	1.15	1.13	1.12							
63	63 / 86	1.20	1.10	1.07	0.90							
64	64 / 86	1.17	1.15	1.12	1.12							
65	65 / 86	1.20	1.16	1.13	1.12							
66	66 / 86	1.20	1.15	1.13	1.12							
67	67 / 86	1.20	1.15	1.13	1.12							
68	68 / 86	1.20	1.13	1.10	1.07							
69	69 / 86	0.29	0.33	0.77	1.70							
70	70 / 86	1.20	1.15	1.13	1.12							
71	71 / 86	1.20	1.14	1.11	1.09							
72	72 / 86	1.20	1.15	1.12	1.11							
73	73 / 86	1.20	1.15	1.12	1.11							
74	74 / 86	1.20	1.16	1.13	1.12							
75	75 / 86	1.20	1.15	1.13	1.12							
76	76 / 86	1.18	1.15	1.13	1.12							
77	77 / 86	1.20	1.12	1.08	0.97							
78	78 / 86	1.20	1.13	1.09	1.06							
79	79 / 86	1.20	1.15	1.13	1.12							
80	80 / 86	1.20	1.14	1.12	1.11							
81	81 / 86	1.20	1.15	1.12	1.12							
82	82 / 86	1.20	1.15	1.13	1.12							
83	83 / 86	1.17	1.10	1.05	0.95							
84	84 / 86	1.20	1.15	1.13	1.12							
85	85 / 86	1.20	1.15	1.13	1.12							
86	86 / 86	0.08	0.80	0.80	0.80							

Suhu Ruangan = 29 C  
Humanity = 71% (jam 10.00)





PEL N (PERSERO)  
PBB SUMATERA

PENGAMBILAN DATA PENGUJIAN PENGOSONGAN  
BATERAI 110 VDC BANK 1 DI GARDU INDUK SUNGAI  
KEDUKAN PALEMBANG



UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
TEKNIK ELEKTRO

1. Pengujian Pengosongan Baterai 110 VDC Bank 1 Pada Tahun 2016

Kapasitas : 170 Ah

Suhu Ruangan : 27,6°C

Humanidity : 76 %

No.	Tegangan (Volt)	No.	Tegangan (Volt)	No.	Tegangan (Volt)	No.	Tegangan (Volt)	No.	Tegangan (Volt)
1.	1.40	21.	1.39	41.	1.38	61.	1.37	81.	1.38
2.	1.36	22.	1.39	42.	1.40	62.	1.38	82.	1.38
3.	1.40	23.	1.40	43.	1.39	63.	1.20	83.	1.28
4.	1.36	24.	1.37	44.	1.40	64.	1.37	84.	1.35
5.	1.37	25.	1.38	45.	1.38	65.	1.34	85.	1.35
6.	1.40	26.	1.32	46.	1.36	66.	1.39	86.	0
7.	1.38	27.	1.39	47.	1.39	67.	1.39		
8.	1.39	28.	1.40	48.	1.35	68.	1.38		
9.	1.40	29.	1.39	49.	1.39	69.	1.30		
10.	1.40	30.	1.33	50.	1.30	70.	1.38		
11.	1.35	31.	1.39	51.	1.38	71.	1.34		
12.	1.38	32.	1.40	52.	1.36	72.	1.38		
13.	1.41	33.	1.07	53.	1.39	73.	1.37		
14.	1.36	34.	1.40	54.	1.30	74.	1.38		
15.	1.39	35.	1.38	55.	1.38	75.	1.38		
16.	1.40	36.	1.38	56.	1.28	76.	1.38		
17.	1.29	37.	1.38	57.	1.39	77.	1.28		
18.	1.31	38.	1.38	58.	1.35	78.	1.33		
19.	1.40	39.	1.39	59.	1.36	79.	1.37		
20.	1.37	40.	1.38	60.	1.35	80.	1.36		

\*Ket : 0 jam Pengosongan



PT. PLN (PERSERO)  
P3B SUMATERA

PENGAMBILAN DATA PENGUJIAN PENGOSONGAN  
BATERAI 110 VDC BANK 1 DI GARDU INDUK SUNGAI  
KEDUKAN PALEMBANG



UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
TEKNIK ELEKTRO

No.	Tegangan (Volt)	No.	Tegangan (Volt)	No.	Tegangan (Volt)	No.	Tegangan (Volt)	No.	Tegangan (Volt)
1.	1.17	21.	1.17	41.	1.16	61.	1.17	81.	1.16
2.	1.17	22.	1.17	42.	1.16	62.	1.16	82.	1.16
3.	1.17	23.	1.17	43.	1.17	63.	1.10	83.	1.12
4.	1.17	24.	1.17	44.	1.17	64.	1.17	84.	1.16
5.	1.17	25.	1.17	45.	1.17	65.	1.16	85.	1.17
6.	1.14	26.	1.11	46.	1.17	66.	1.17	86.	0,06
7.	1.17	27.	1.17	47.	1.17	67.	1.17		
8.	1.17	28.	1.14	48.	1.16	68.	1.14		
9.	1.17	29.	1.17	49.	1.17	69.	1.16		
10.	1.17	30.	1.17	50.	1.16	70.	1.17		
11.	1.17	31.	1.17	51.	1.17	71.	1.16		
12.	1.16	32.	1.16	52.	1.16	72.	1.17		
13.	1.16	33.	0.80	53.	1.17	73.	1.17		
14.	1.12	34.	1.16	54.	1.16	74.	1.17		
15.	1.16	35.	1.17	55.	1.17	75.	1.16		
16.	1.16	36.	1.17	56.	1.17	76.	1.17		
17.	1.16	37.	1.17	57.	1.17	77.	1.15		
18.	1.17	38.	1.17	58.	1.17	78.	1.16		
19.	1.17	39.	1.17	59.	1.16	79.	1.16		
20.	1.17	40.	1.17	60.	1.17	80.	1.16		

\*Ket : 1 jam Pengosongan



PT. PLN (PERSERO)  
P3B SUMATERA

PENGAMBILAN DATA PENGUJIAN PENGOSONGAN  
BATERAI 110 VDC BANK 1 DI GARDU INDUK SUNGAI  
KEDUKAN PALEMBANG



UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
TEKNIK ELEKTRO

No.	Tegangan (Volt)	No.	Tegangan (Volt)	No.	Tegangan (Volt)	No.	Tegangan (Volt)	No.	Tegangan (Volt)
1.	1.15	21.	1.15	41.	1.14	61.	1.15	81.	1.14
2.	1.15	22.	1.15	42.	1.15	62.	1.15	82.	1.15
3.	1.15	23.	1.15	43.	1.15	63.	1.09	83.	1.07
4.	1.15	24.	1.15	44.	1.15	64.	1.15	84.	1.15
5.	1.15	25.	1.15	45.	1.15	65.	1.15	85.	1.15
6.	1.12	26.	1.06	46.	1.15	66.	1.15	86.	0,06
7.	1.15	27.	1.15	47.	1.15	67.	1.14		
8.	1.15	28.	1.12	48.	1.14	68.	1.12		
9.	1.15	29.	1.15	49.	1.15	69.	1.14		
10.	1.15	30.	1.15	50.	1.14	70.	1.15		
11.	1.15	31.	1.15	51.	1.15	71.	1.14		
12.	1.15	32.	1.15	52.	1.15	72.	1.15		
13.	1.13	33.	1.73	53.	1.15	73.	1.15		
14.	1.09	34.	1.15	54.	1.14	74.	1.15		
15.	1.15	35.	1.15	55.	1.15	75.	1.15		
16.	1.15	36.	1.15	56.	1.14	76.	1.15		
17.	1.14	37.	1.15	57.	1.15	77.	1.14		
18.	1.15	38.	1.15	58.	1.15	78.	1.14		
19.	1.15	39.	1.15	59.	1.15	79.	1.15		
20.	1.15	40.	1.15	60.	1.15	80.	1.14		

\*Ket : 2 jam Pengosongan



PT. PLN (PERSERO)  
P3B SUMATERA

PENGAMBILAN DATA PENGUJIAN PENGOSONGAN  
BATERAI 110 VDC BANK 1 DI GARDU INDUK SUNGAI  
KEDUKAN PALEMBANG



UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
TEKNIK ELEKTRO

No.	Tegangan (Volt)	No.	Tegangan (Volt)	No.	Tegangan (Volt)	No.	Tegangan (Volt)	No.	Tegangan (Volt)
1.	1.13	21.	1.13	41.	1.14	61.	1.13	81.	1.11
2.	1.13	22.	1.13	42.	1.13	62.	1.14	82.	1.13
3.	1.13	23.	1.13	43.	1.13	63.	1.07	83.	1.00
4.	1.13	24.	1.12	44.	1.13	64.	1.13	84.	1.12
5.	1.13	25.	1.11	45.	1.13	65.	1.13	85.	1.12
6.	1.10	26.	1.06	46.	1.13	66.	1.13	86.	0.06
7.	1.13	27.	1.13	47.	1.13	67.	1.12		
8.	1.13	28.	1.10	48.	1.12	68.	1.10		
9.	1.13	29.	1.12	49.	1.09	69.	1.07		
10.	1.13	30.	1.09	50.	0.90	70.	1.13		
11.	1.13	31.	1.13	51.	1.13	71.	1.11		
12.	1.13	32.	1.13	52.	1.13	72.	1.12		
13.	1.10	33.	1.73	53.	1.13	73.	1.12		
14.	1.09	34.	1.13	54.	1.07	74.	1.13		
15.	1.13	35.	1.13	55.	1.13	75.	1.13		
16.	1.13	36.	1.13	56.	1.09	76.	1.13		
17.	1.12	37.	1.13	57.	1.13	77.	0.97		
18.	1.12	38.	1.13	58.	1.13	78.	1.07		
19.	1.12	39.	1.13	59.	1.13	79.	1.13		
20.	1.12	40.	1.13	60.	1.13	80.	1.11		

\*Ket : 2 jam 47 menit Pengosongan



PT. PLN (PERSERO)  
PJB SUMATERA

PENGAMBILAN DATA PENGUJIAN PENGOSONGAN  
BATERAI 110 VDC BANK 1 DI GARDU INDUK SUNGAI  
KEDUKAN PALEMBANG



UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
TEKNIK ELEKTRO

2. Pengujian Pengosongan Baterai 110 VDC Bank 1 Pada Tahun 2019

Kapasitas : 170 Ah

Suhu Ruangan : 29°C

Humanidity : 71 %

No.	Tegangan (Volt)	No.	Tegangan (Volt)	No.	Tegangan (Volt)	No.	Tegangan (Volt)	No.	Tegangan (Volt)
1.	1.22	21.	1.20	41.	1.20	61.	1.20	81.	1.20
2.	1.22	22.	1.20	42.	1.20	62.	1.20	82.	1.20
3.	1.22	23.	1.20	43.	1.20	63.	1.20	83.	1.17
4.	1.21	24.	1.20	44.	1.20	64.	1.17	84.	1.20
5.	1.21	25.	1.20	45.	1.20	65.	1.20	85.	1.20
6.	1.20	26.	1.20	46.	1.20	66.	1.20	86.	0.08
7.	1.20	27.	1.20	47.	1.20	67.	1.20		
8.	1.20	28.	1.20	48.	1.20	68.	1.20		
9.	1.20	29.	1.20	49.	1.20	69.	0.29		
10.	1.20	30.	1.20	50.	1.20	70.	1.20		
11.	1.20	31.	1.20	51.	1.20	71.	1.20		
12.	1.20	32.	1.20	52.	1.20	72.	1.20		
13.	1.18	33.	1.14	53.	1.20	73.	1.20		
14.	1.20	34.	1.20	54.	1.20	74.	1.20		
15.	1.20	35.	1.20	55.	1.17	75.	1.20		
16.	1.20	36.	1.20	56.	1.20	76.	1.18		
17.	1.20	37.	1.20	57.	1.20	77.	1.20		
18.	1.20	38.	1.20	58.	1.20	78.	1.20		
19.	1.20	39.	1.20	59.	1.20	79.	1.20		
20.	1.20	40.	1.20	60.	1.20	80.	1.20		

\*Ket : 0 jam Pengosongan



PT. PLN (PERSERO)  
PJB SUMATERA

PENGAMBILAN DATA PENGUJIAN PENGOSONGAN  
BATERAI 110 VDC BANK 1 DI GARDU INDUK SUNGAI  
KEDUKAN PALEMBANG



UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
TEKNIK ELEKTRO

No.	Tegangan (Volt)	No.	Tegangan (Volt)	No.	Tegangan (Volt)	No.	Tegangan (Volt)	No.	Tegangan (Volt)
1.	1.15	21.	1.15	41.	1.16	61.	1.15	81.	1.15
2.	1.15	22.	1.16	42.	1.15	62.	1.15	82.	1.15
3.	1.16	23.	1.16	43.	1.16	63.	1.10	83.	1.10
4.	1.15	24.	1.15	44.	1.16	64.	1.15	84.	1.15
5.	1.15	25.	1.16	45.	1.16	65.	1.16	85.	1.15
6.	1.12	26.	1.12	46.	1.16	66.	1.15	86.	0.80
7.	1.16	27.	1.16	47.	1.15	67.	1.15		
8.	1.16	28.	1.13	48.	1.14	68.	1.13		
9.	1.16	29.	1.16	49.	1.15	69.	0.33		
10.	1.15	30.	1.13	50.	1.14	70.	1.15		
11.	1.16	31.	1.16	51.	1.15	71.	1.14		
12.	1.16	32.	1.16	52.	1.16	72.	1.15		
13.	1.13	33.	0.33	53.	1.15	73.	1.15		
14.	1.12	34.	1.16	54.	1.10	74.	1.16		
15.	1.16	35.	1.16	55.	1.15	75.	1.15		
16.	1.15	36.	1.16	56.	1.13	76.	1.15		
17.	1.15	37.	1.16	57.	1.15	77.	1.12		
18.	1.15	38.	1.15	58.	1.15	78.	1.13		
19.	1.15	39.	1.15	59.	1.15	79.	1.15		
20.	1.14	40.	1.15	60.	1.15	80.	1.14		

\*Ket : 1 jam Pengosongan



PT. PLN (PERSERO)  
P3B SUMATERA

PENGAMBILAN DATA PENGUJIAN PENGOSONGAN  
BATERAI 110 VDC BANK 1 DI GARDU INDUK SUNGAI  
KEDUKAN PALEMBANG



UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
TEKNIK ELEKTRO

No.	Tegangan (Volt)	No.	Tegangan (Volt)	No.	Tegangan (Volt)	No.	Tegangan (Volt)	No.	Tegangan (Volt)
1.	1.13	21.	1.13	41.	1.12	61.	1.12	81.	1.12
2.	1.12	22.	1.14	42.	1.13	62.	1.13	82.	1.13
3.	1.13	23.	1.13	43.	1.13	63.	1.07	83.	1.05
4.	1.13	24.	1.13	44.	1.13	64.	1.12	84.	1.13
5.	1.13	25.	1.13	45.	1.13	65.	1.13	85.	1.13
6.	1.09	26.	1.07	46.	1.13	66.	1.13	86.	0.80
7.	1.13	27.	1.13	47.	1.13	67.	1.13		
8.	1.14	28.	1.10	48.	1.12	68.	1.10		
9.	1.13	29.	1.13	49.	1.13	69.	0.77		
10.	1.13	30.	1.03	50.	1.11	70.	1.13		
11.	1.14	31.	1.13	51.	1.13	71.	1.11		
12.	1.13	32.	1.13	52.	0.83	72.	1.12		
13.	1.08	33.	1.69	53.	1.13	73.	1.12		
14.	1.08	34.	1.13	54.	0.30	74.	1.13		
15.	1.13	35.	1.13	55.	1.12	75.	1.13		
16.	1.13	36.	1.13	56.	1.09	76.	1.13		
17.	1.13	37.	1.13	57.	1.13	77.	1.08		
18.	1.12	38.	1.13	58.	1.13	78.	1.09		
19.	1.13	39.	1.13	59.	1.12	79.	1.13		
20.	1.12	40.	1.13	60.	1.12	80.	1.12		

\*Ket : 2 jam Pengosongan



PT. PLN (PERSERO)  
P3B SUMATERA

PENGAMBILAN DATA PENGUJIAN PENGOSONGAN  
BATERAI 110 VDC BANK 1 DI GARDU INDUK SUNGAI  
KEDUKAN PALEMBANG



UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
TEKNIK ELEKTRO

No.	Tegangan (Volt)	No.	Tegangan (Volt)	No.	Tegangan (Volt)	No.	Tegangan (Volt)	No.	Tegangan (Volt)
1.	1.12	21.	1.12	41.	1.11	61.	1.10	81.	1.12
2.	1.11	22.	1.13	42.	1.12	62.	1.12	82.	1.12
3.	1.12	23.	1.12	43.	1.13	63.	0.90	83.	0.95
4.	1.12	24.	1.00	44.	1.12	64.	1.12	84.	1.12
5.	1.12	25.	1.12	45.	1.12	65.	1.12	85.	1.12
6.	1.07	26.	1.06	46.	1.12	66.	1.12	86.	0.80
7.	1.12	27.	1.12	47.	1.12	67.	1.12		
8.	1.13	28.	1.07	48.	1.10	68.	1.07		
9.	1.12	29.	1.06	49.	0.80	69.	1.70		
10.	1.12	30.	0.59	50.	0.90	70.	1.12		
11.	1.13	31.	1.12	51.	1.12	71.	1.09		
12.	1.12	32.	1.13	52.	1.12	72.	1.11		
13.	1.00	33.	1.69	53.	1.10	73.	1.11		
14.	1.04	34.	1.12	54.	0.30	74.	1.12		
15.	1.12	35.	1.10	55.	1.10	75.	1.12		
16.	1.12	36.	1.12	56.	1.07	76.	1.12		
17.	1.12	37.	1.12	57.	1.12	77.	0.97		
18.	1.11	38.	1.12	58.	1.12	78.	1.06		
19.	1.12	39.	1.12	59.	1.10	79.	1.12		
20.	1.10	40.	1.12	60.	1.10	80.	1.11		

\*Ket : 2 jam 36 menit Pengosongan

Mengetahui,  
Spv Har Gardu Induk

RA.

Fatkhur R



**Lampiran 5**  
**Perhitungan Efisiensi Baterai 110 VDC Bank 1 Gardu Induk Sungai**  
**Kedukan**

**- Perhitungan Kapasitas dan Efisiensi Baterai pada tahun 2016**

Diketahui kapasitas baterai baterai 110 VDC Bank 1 Gardu Induk Sungai Kedukan setelah dilakukan uji pengosongan (*discharging*) pada tahun 2016 yaitu :

Berdasarkan rumus sebagai berikut :

$$C = I (\text{Ampere}) \times t (\text{Jam})$$

3. Pengosongan (*discharging*) baterai pada saat 0 jam (  $t = 0$  )

$$C = I (\text{Ampere}) \times t (\text{Jam})$$

$$= 34 \times 0$$

$$= 0 \text{ Ah}$$

4. Pengosongan (*discharging*) baterai pada saat 1 jam (  $t = 1$  )

$$C = I (\text{Ampere}) \times t (\text{Jam})$$

$$= 34 \times 1$$

$$= 34 \text{ Ah}$$

3. Pengosongan (*discharging*) baterai pada saat 2 jam (  $t = 2$  )

$$C = I (\text{Ampere}) \times t (\text{Jam})$$

$$= 34 \times 2$$

$$= 68 \text{ Ah}$$

4. Pengosongan (*discharging*) baterai pada saat 2 jam lewat 47 menit (  $t = 2.47$  )

$$C = I (\text{Ampere}) \times t (\text{Jam})$$

$$= 34 \times 167 (\text{Menit})$$

$$= 94,63 \text{ Ah}$$

Maka dapat dihitung  $\eta_{baterai}$  yaitu:

$$\eta_{baterai} = \frac{C_{discharging}}{C_{charging}} \times 100\%$$

Sehingga, didapatkan perhitungan sebagai berikut :

3. Perhitungan pada saat 0 jam (  $t = 0$  )

$$\begin{aligned}C_{discharging} &= 0 \text{ Ah} \\C_{charging} &= 170 \text{ Ah} \\ \eta_{baterai} &= \frac{C_{discharging}}{C_{charging}} \times 100\% \\ &= \frac{0}{170} \times 100\% \\ &= 0\end{aligned}$$

4. Perhitungan pada saat 1 jam (  $t = 1$  )

$$\begin{aligned}C_{discharging} &= 34 \text{ Ah} \\C_{charging} &= 170 \text{ Ah} \\ \eta_{baterai} &= \frac{C_{discharging}}{C_{charging}} \times 100\% \\ &= \frac{34}{170} \times 100\% \\ &= 0,2 \times 100\% \\ &= 20\%\end{aligned}$$

3. Perhitungan pada saat 2 jam (  $t = 2$  )

$$\begin{aligned}C_{discharging} &= 68 \\C_{charging} &= 170 \text{ Ah} \\ \eta_{baterai} &= \frac{C_{discharging}}{C_{charging}} \times 100\% \\ &= \frac{68}{170} \times 100\%\end{aligned}$$

$$= 0,4 \times 100\%$$

$$= 40\%$$

4. Perhitungan pada saat 2 jam lewat 47 menit (  $t = 2.47$  menit)

$$C_{discharging} = 94.63$$

$$C_{charging} = 170 \text{ Ah}$$

$$\eta_{baterai} = \frac{C_{discharging}}{C_{charging}} \times 100\%$$

$$= \frac{94,63}{170} \times 100\%$$

$$= 55,67\%$$

#### - Perhitungan Kapasitas dan Efisiensi Baterai pada tahun 2019

Diketahui kapasitas baterai baterai 110 VDC Bank 1 Gardu Induk Sungai Kedukan berdasarkan uji pengosongan (*discharging*) pada tahun 2019 yaitu :

Berdasarkan rumus sebagai berikut :

$$C = I (\text{Ampere}) \times t (\text{Jam})$$

3. Pengosongan (*discharging*) baterai pada saat 0 jam (  $t = 0$  )

$$C = I (\text{Ampere}) \times t (\text{Jam})$$

$$= 34 \times 0$$

$$= 0 \text{ Ah}$$

4. Pengosongan (*discharging*) baterai pada saat 1 jam (  $t = 1$  )

$$C = I (\text{Ampere}) \times t (\text{Jam})$$

$$= 34 \times 1$$

$$= 34 \text{ Ah}$$

3. Pengosongan (*discharging*) baterai pada 2 jam (  $t = 2$  )

$$C = I (\text{Ampere}) \times t (\text{Jam})$$

$$= 34 \times 2$$

$$= 68 \text{ Ah}$$

4. Pengosongan (*discharging*) baterai pada saat 2 jam lewat 36 menit (  $t = 2.36$  )

$$C = I (\text{Ampere}) \times t (\text{Jam})$$

$$= 34 \times 156 (\text{Menit})$$

$$= 88,4 \text{ Ah}$$

Maka dapat dihitung  $\eta_{\text{baterai}}$  yaitu:

$$\eta_{\text{baterai}} = \frac{C_{\text{discharging}}}{C_{\text{charging}}} \times 100\%$$

Sehingga, didapatkan perhitungan sebagai berikut :

1. Perhitungan pada saat 0 jam (  $t = 0$  )

$$C_{\text{discharging}} = 0 \text{ Ah}$$

$$C_{\text{charging}} = 170 \text{ Ah}$$

$$\eta_{\text{baterai}} = \frac{C_{\text{discharging}}}{C_{\text{charging}}} \times 100\%$$

$$= \frac{0}{170} \times 100\%$$

$$= 0$$

2. Perhitungan pada saat 1 jam (  $t = 1$  )

$$C_{\text{discharging}} = 34 \text{ Ah}$$

$$C_{\text{charging}} = 170 \text{ Ah}$$

$$\eta_{\text{baterai}} = \frac{C_{\text{discharging}}}{C_{\text{charging}}} \times 100\%$$

$$= \frac{34}{170} \times 100\%$$

$$= 20,00\%$$

3. Perhitungan pada saat 2 jam ( t = 2 )

$$C_{discharging} = 84$$

$$C_{charging} = 210 \text{ Ah}$$

$$\eta_{baterai} = \frac{C_{discharging}}{C_{charging}} \times 100\%$$

$$= \frac{84}{210} \times 100\%$$

$$= 0,4 \times 100\%$$

$$= 40,00\%$$

4. Perhitungan pada saat 2 jam lewat 36 menit ( t = 2.36 )

$$C_{discharging} = 88,4$$

$$C_{charging} = 170 \text{ Ah}$$

$$\eta_{baterai} = \frac{C_{discharging}}{C_{charging}} \times 100\%$$

$$= \frac{88,4}{170} \times 100\%$$

$$= 0,52 \times 100\%$$

$$= 52,00\%$$

## Lampiran 6

### Data Pengisian (*Charging*) Baterai 110 VDC Bank 1 Gardu Induk Sungai Kedukan

- a. Tabel Data Pengukuran Tegangan Per-Sel Baterai 110 VDC Bank 1 Gardu Induk Sungai Kedukan Palembang pada Bulan November 2018

PT. PLN (PERSERO) P3B SUMATERA UPT PALEMBANG		FORMULIR PENGUKURAN TEGANGAN DAN BERAT JENIS PER SEL BATERE																		SISTEM MANAJEMEN MUTU ISO 9001 : 2000 BIDANG PEMELIHARAAN				
NOMOR DOKUMEN : FR-OP-50		TANGGAL : 01 April 2010																		REVISI : 0		HALAMAN : 1 DARI 1		
Bulan / Tahun		: NOVEMBER																		Gardu Induk : Sungai kedukan				
Temperatur Pengukuran		: 30 ° C																		No Batere : 86 Cell				
No Sel Baterai	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Tegangan (Volt)	1.37	1.38	1.39	1.35	1.34	1.39	1.34	1.37	1.38	1.55	1.38	1.37	1.41	1.38	1.38	1.39	1.36	1.36	1.35	1.38	1.27	1.37	1.38	1.39
Berat Jenis (gr/cm)	1.175	1.200	1.200	1.200	1.175	1.175	1.225	1.225	1.225	1.200	1.200	1.200	1.175	1.200	1.225	1.225	1.250	1.250	1.200	1.200	1.200	1.225	1.225	1.200
No Sel Baterai	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
Tegangan (Volt)	1.36	1.38	1.32	1.40	1.40	1.39	1.25	1.38	1.39	1.28	1.39	1.41	1.67	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.16	1.38	1.38	1.38	1.35	1.38
Berat Jenis (gr/cm)	1.200	1.225	1.225	1.225	1.200	1.200	1.175	1.175	1.200	1.200	1.225	1.225	1.200	1.200	1.225	1.225	1.200	1.200	1.175	1.175	1.200	1.250	1.225	1.200
No Sel Baterai	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
Tegangan (Volt)	1.33	1.33	1.35	1.37	1.36	1.37	1.28	1.37	1.34	1.06	1.25	1.13	1.36	1.37	1.37	1.33	1.37	1.34	1.36	1.37	1.39	1.27	1.37	1.38
Berat Jenis (gr/cm)	1.225	1.225	1.200	1.200	1.200	1.225	1.250	1.250	1.200	1.200	1.175	1.175	1.200	1.225	1.225	1.200	1.225	1.225	1.250	1.200	1.200	1.250	1.225	1.200
No Sel Baterai	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
Tegangan (Volt)	1.35	1.32	1.36	1.38	1.37	1.28	1.33	1.36	1.36	1.36	1.37	1.30	1.35	0.00										
Berat Jenis (gr/cm)	1.200	1.175	1.175	1.200	1.200	1.200	1.225	1.225	1.200	1.200	1.250	1.250	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.250	1.225	1.200







## Lampiran 7

### Data Pembebanan Baterai 110 VDC Bank 1 Gardu Induk Sungai Kedukan

- a. Tabel Data Pengukuran Pembebanan Baterai 110 VDC Bank 1 Gardu Induk Sungai Kedukan Palembang pada Bulan November 2018

Waktu (Jam)	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)
01:00	115.5	4.8
02:00	115.5	4.8
03:00	115.5	4.8
04:00	115.5	4.8
05:00	115.5	4.8
06:00	115.5	4.8
07:00	115.5	4.8
08:00	115.5	4.8
09:00	115.5	4.8
10:00	115.5	4.8
11:00	115.5	4.8
12:00	115.5	4.8
13:00	115.5	4.8
14:00	115.5	4.8
15:00	115.5	4.8
16:00	115.5	4.8
17:00	115.5	4.8
18:00	115.5	4.8
19:00	115.5	4.8
20:00	115.5	4.8
21:00	115.5	4.8
22:00	115.5	4.8

<b>23:00</b>	115.5	4.8
<b>24:00</b>	115.5	4.8

**b. Tabel Data Pengukuran Pembebanan Baterai 110 VDC Bank 1 Gardu Induk Sungai Kedukan Palembang pada Bulan Desember 2018**

<b>Waktu (Jam)</b>	<b>Tegangan (Volt)</b>	<b>Arus (Ampere)</b>
<b>01:00</b>	115.5	4.8
<b>02:00</b>	115.5	4.8
<b>03:00</b>	115.5	4.8
<b>04:00</b>	115.5	4.8
<b>05:00</b>	115.5	4.8
<b>06:00</b>	115.5	4.8
<b>07:00</b>	115.5	4.8
<b>08:00</b>	115.5	4.8
<b>09:00</b>	115.5	4.8
<b>10:00</b>	115.5	4.8
<b>11:00</b>	115.5	4.8
<b>12:00</b>	115.5	4.8
<b>13:00</b>	115.5	4.8
<b>14:00</b>	115.5	4.8
<b>15:00</b>	115.5	4.8
<b>16:00</b>	115.5	4.8
<b>17:00</b>	115.5	4.8
<b>18:00</b>	115.5	4.8
<b>19:00</b>	115.5	4.8
<b>20:00</b>	115.5	4.8
<b>21:00</b>	115.5	4.8
<b>22:00</b>	115.5	4.8
<b>23:00</b>	115.5	4.8

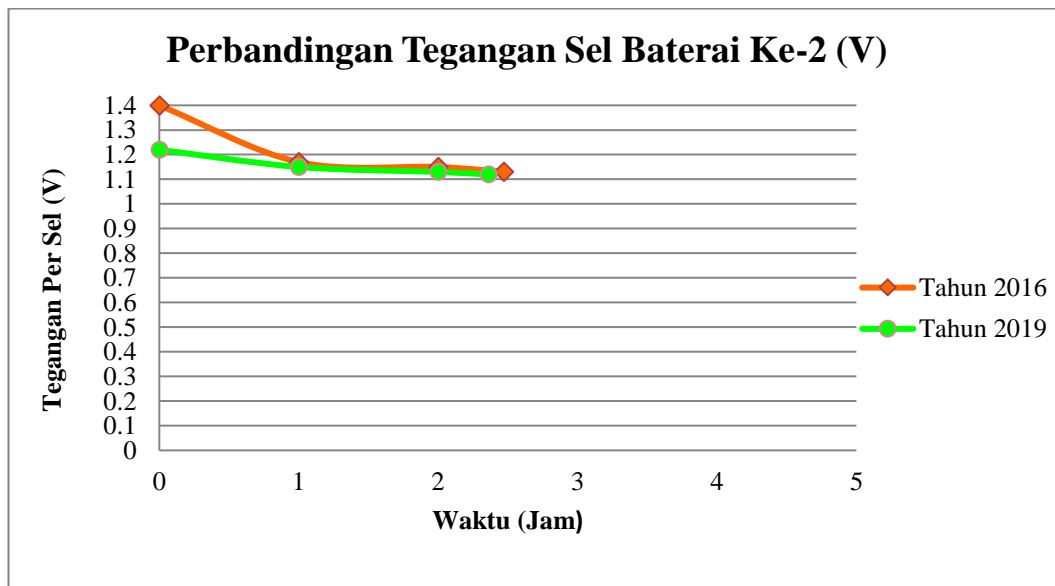
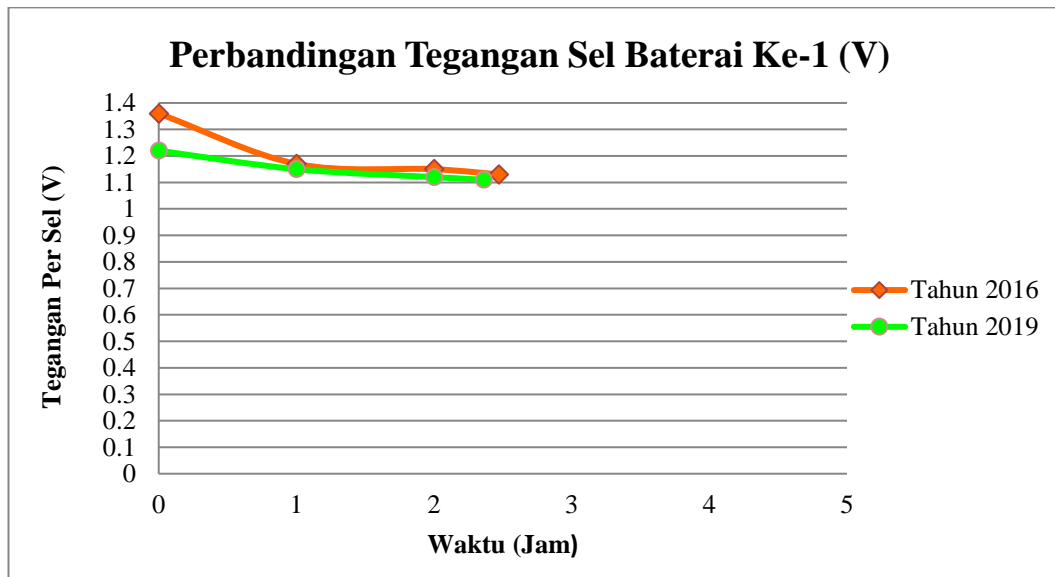
<b>24:00</b>	115.5	4.8
--------------	-------	-----

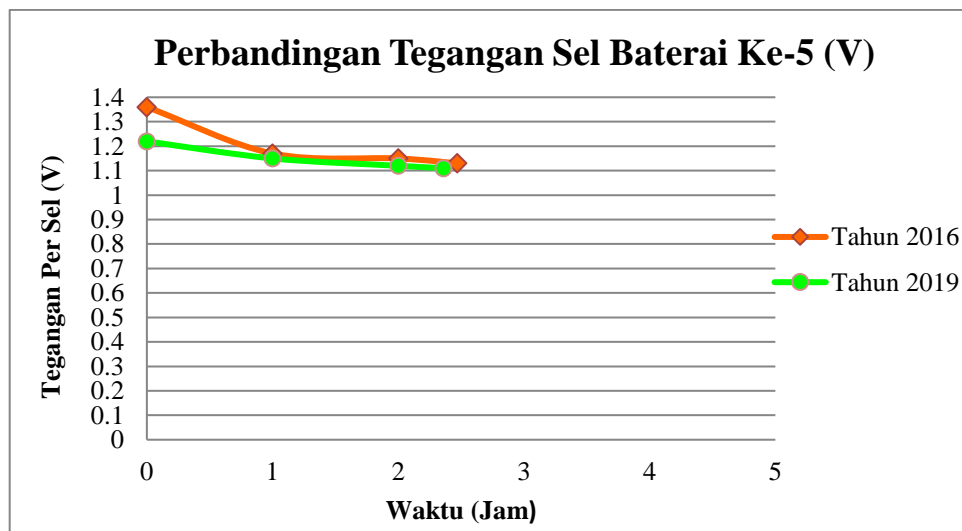
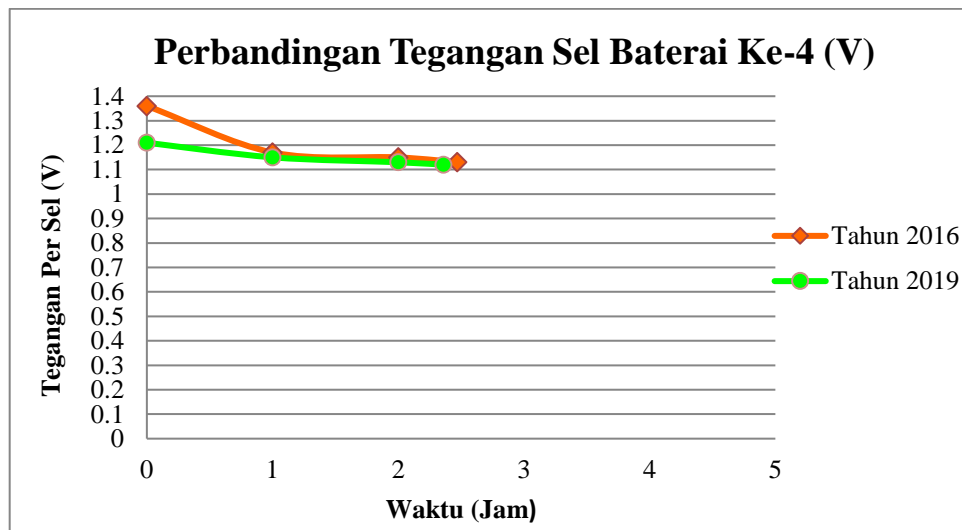
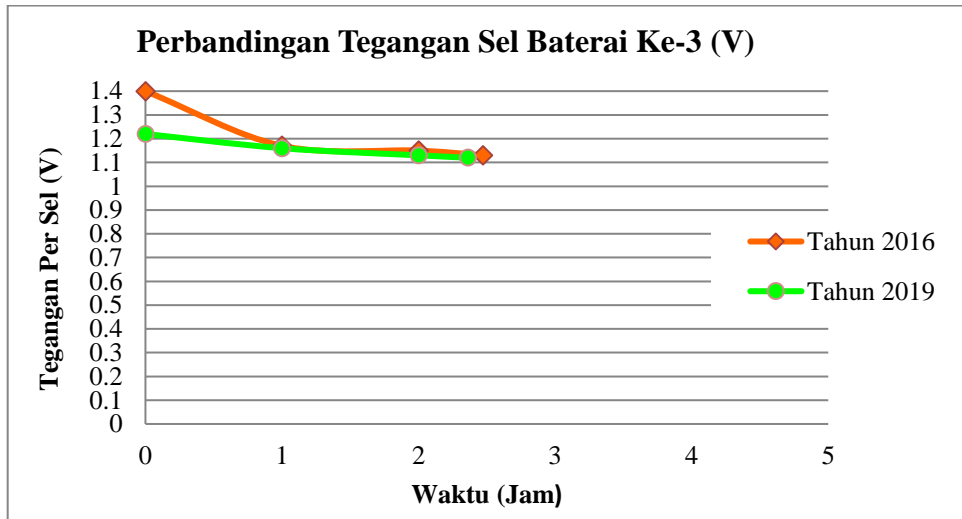
**c. Tabel Data Pengukuran Pembebanan Baterai 110 VDC Bank 1 Gardu Induk Sungai Kedukan Palembang pada Bulan Januari 2019**

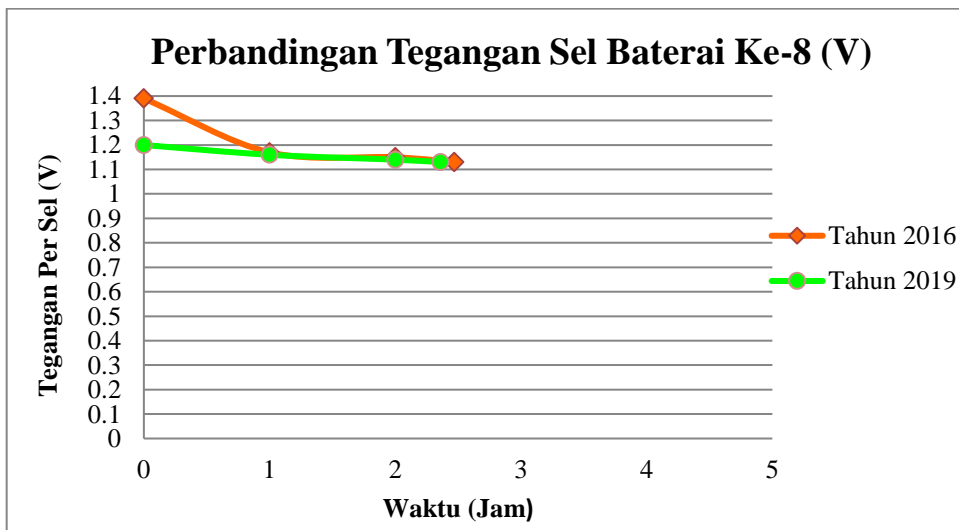
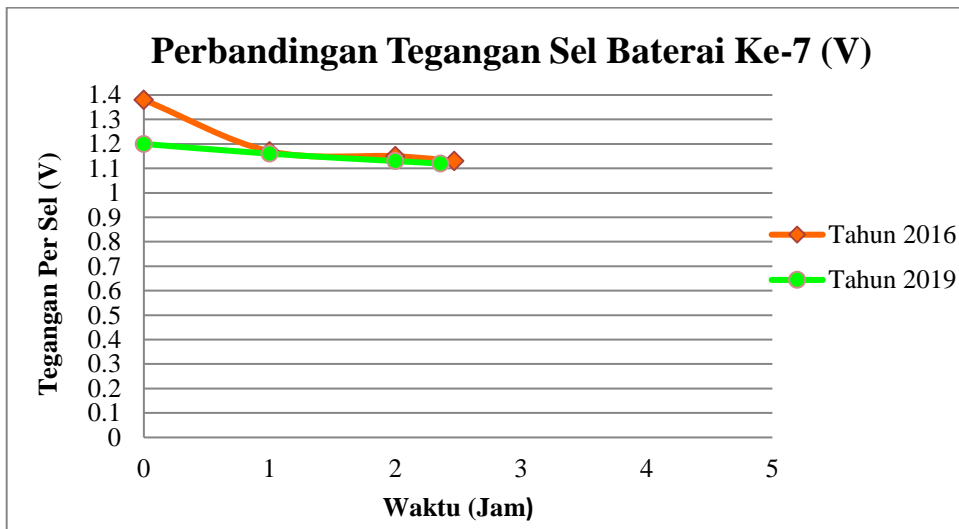
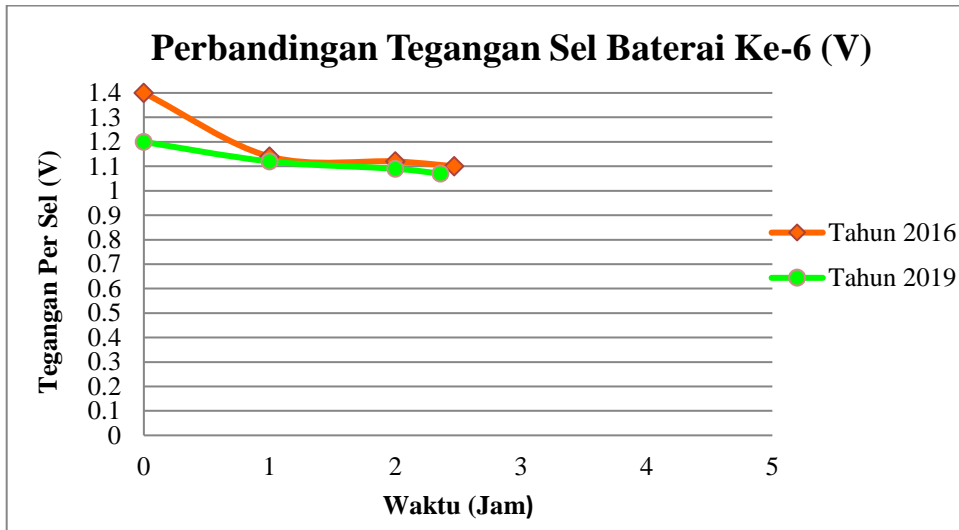
<b>Waktu (Jam)</b>	<b>Tegangan (Volt)</b>	<b>Arus (Ampere)</b>
<b>01:00</b>	115.5	4.8
<b>02:00</b>	115.5	4.8
<b>03:00</b>	115.5	4.8
<b>04:00</b>	115.5	4.8
<b>05:00</b>	115.5	4.8
<b>06:00</b>	115.5	4.8
<b>07:00</b>	115.5	4.8
<b>08:00</b>	115.5	4.8
<b>09:00</b>	115.5	4.8
<b>10:00</b>	115.5	4.8
<b>11:00</b>	115.5	4.8
<b>12:00</b>	115.5	4.8
<b>13:00</b>	115.5	4.8
<b>14:00</b>	115.5	4.8
<b>15:00</b>	115.5	4.8
<b>16:00</b>	115.5	4.8
<b>17:00</b>	115.5	4.8
<b>18:00</b>	115.5	4.8
<b>19:00</b>	115.5	4.8
<b>20:00</b>	115.5	4.8
<b>21:00</b>	115.5	4.8
<b>22:00</b>	115.5	4.8
<b>23:00</b>	115.5	4.8
<b>24:00</b>	115.5	4.8

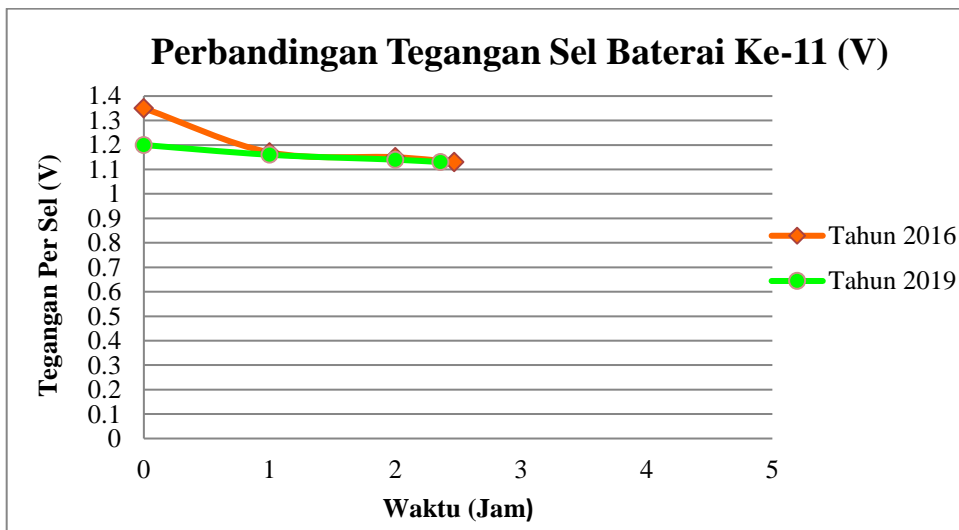
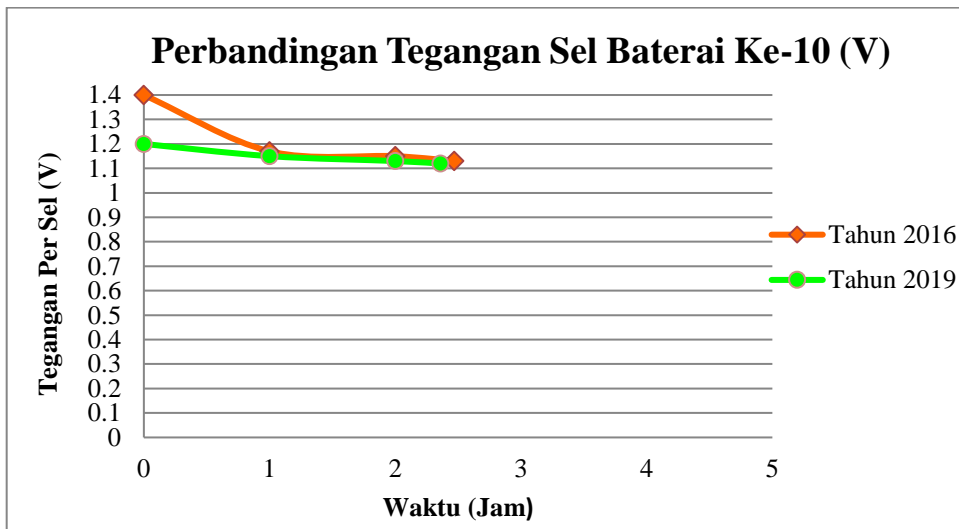
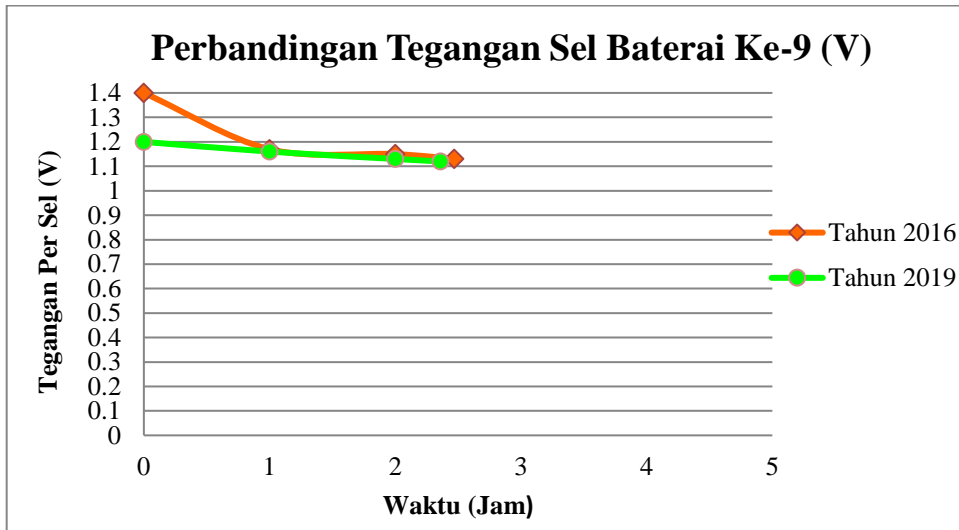
### Lampiran 8

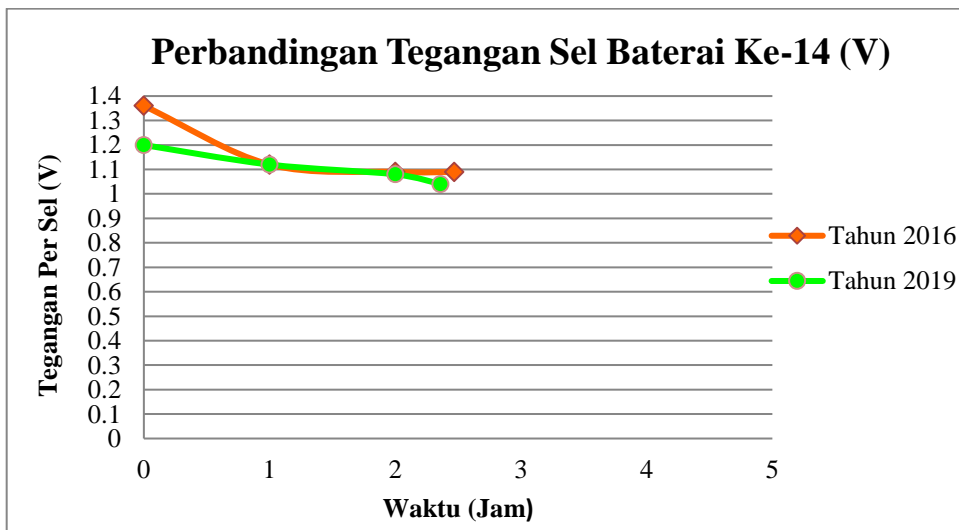
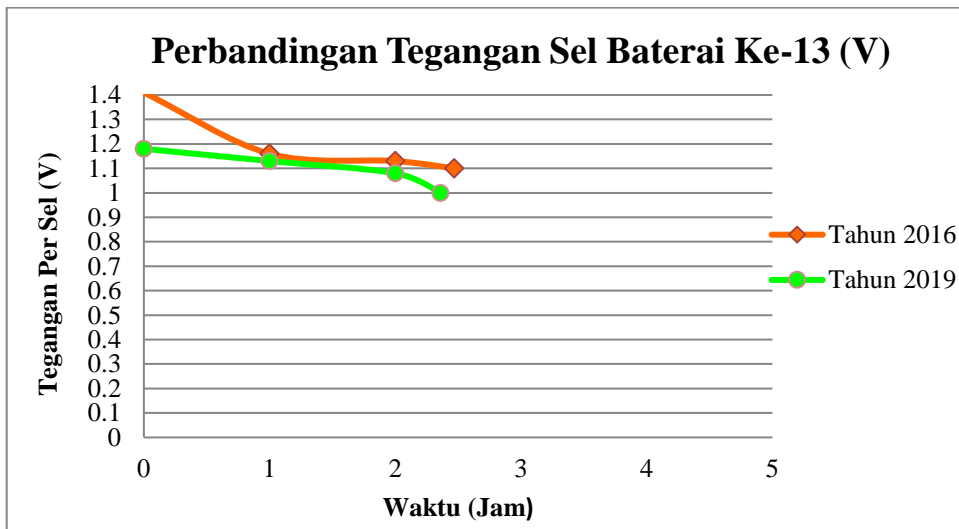
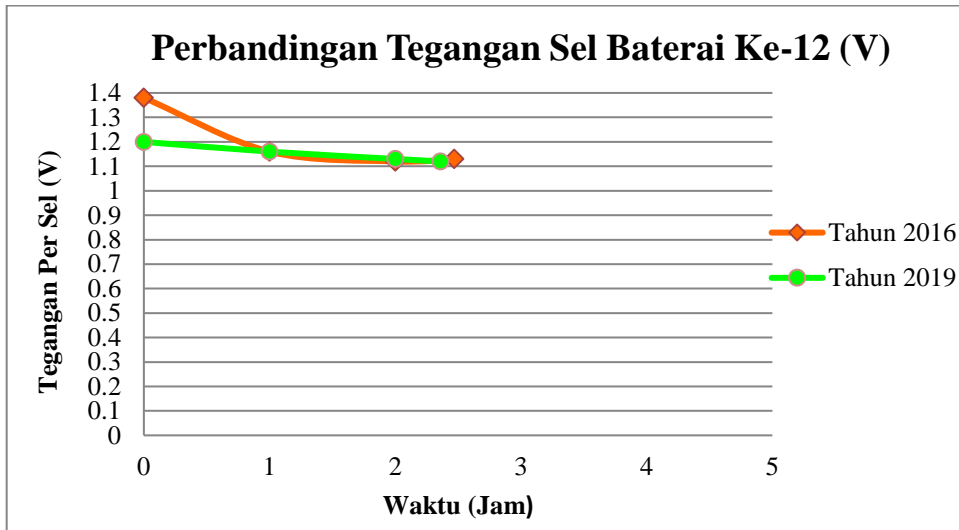
#### Perbandingan Tegangan Setiap Sel baterai Baterai 110 VDC Bank 1 Gardu Induk Sungai Kedukan Saat Uji Pengosongan



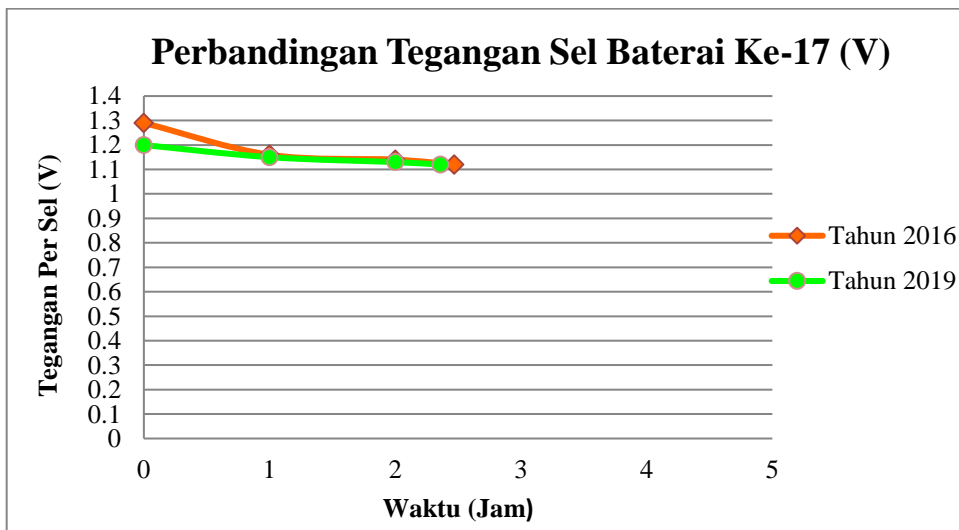
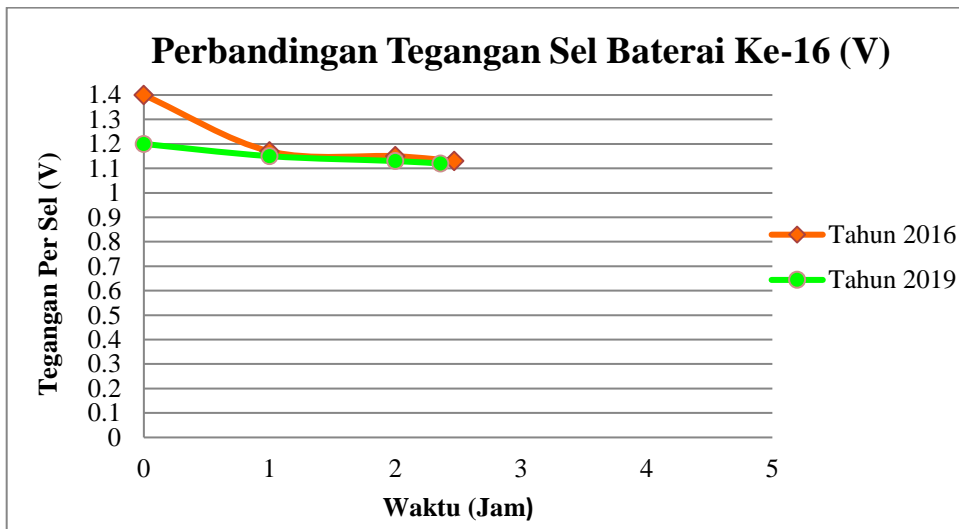
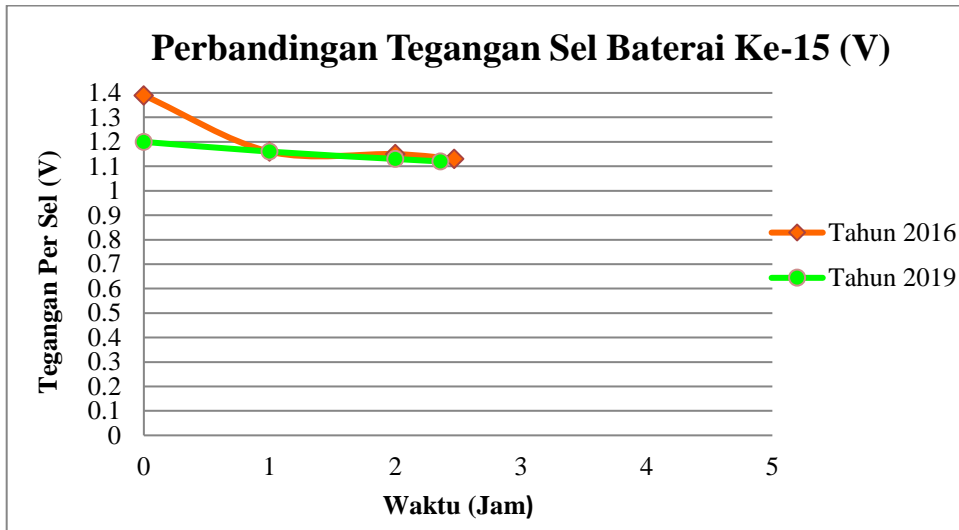


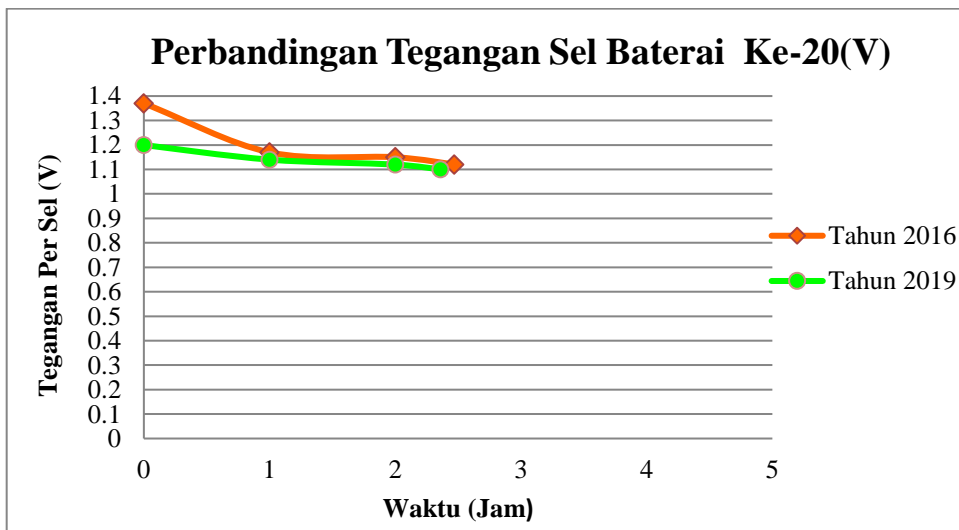
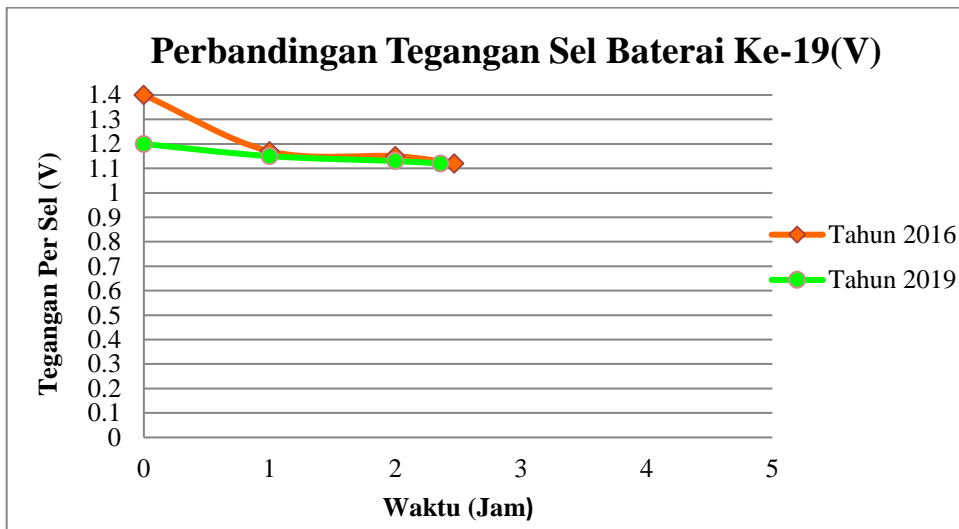
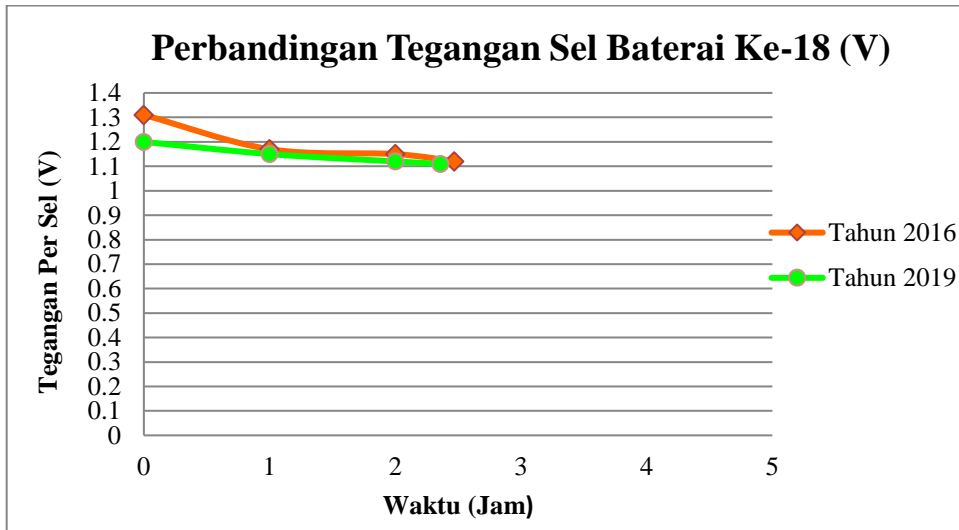


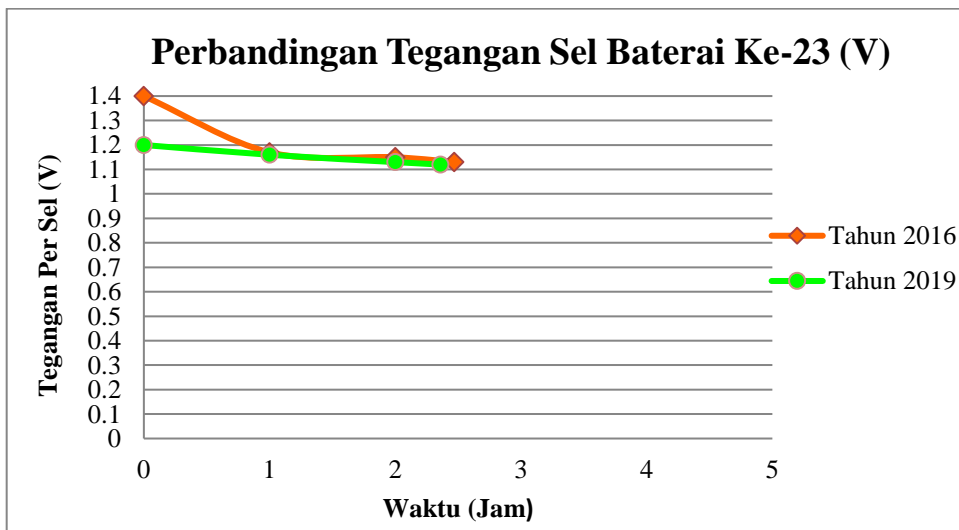
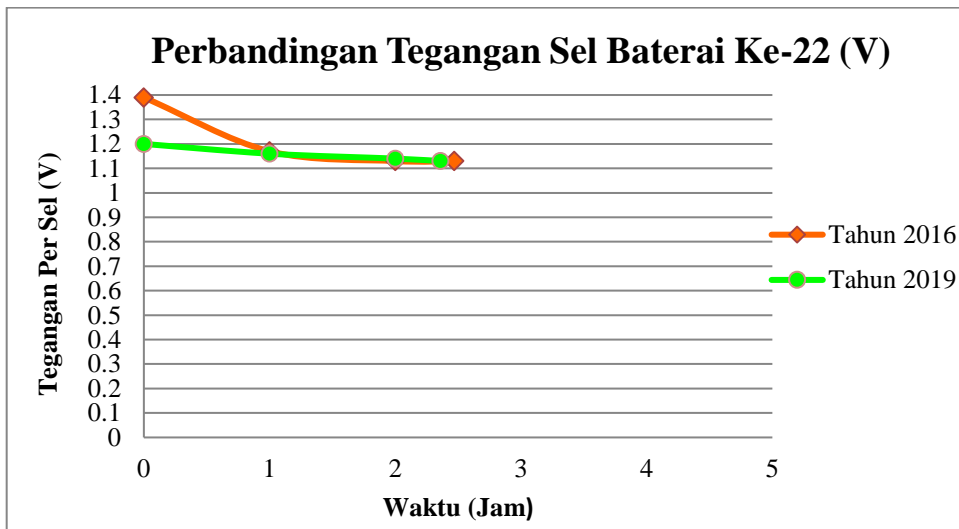
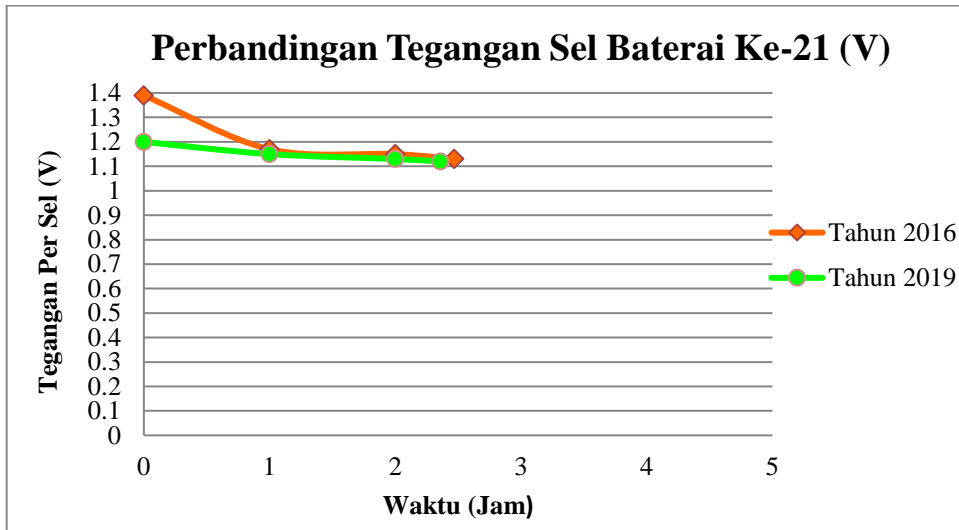


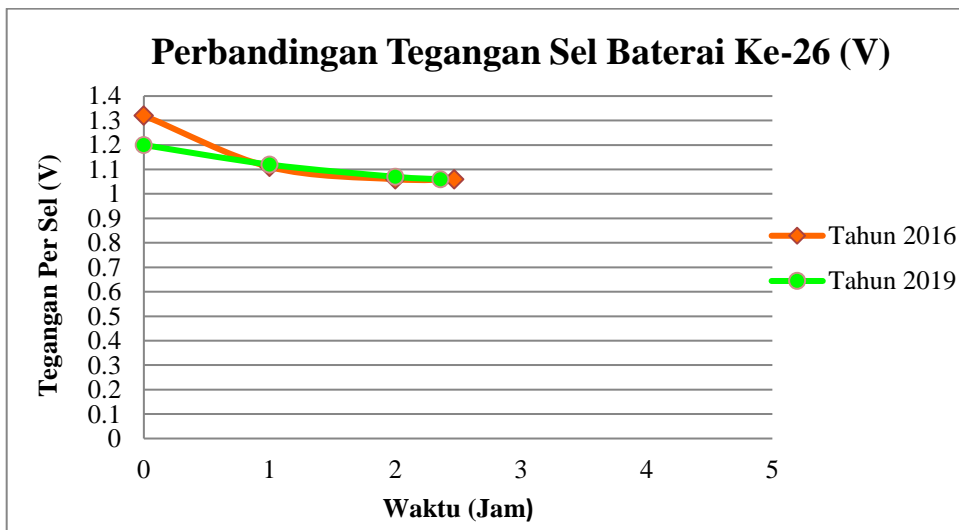
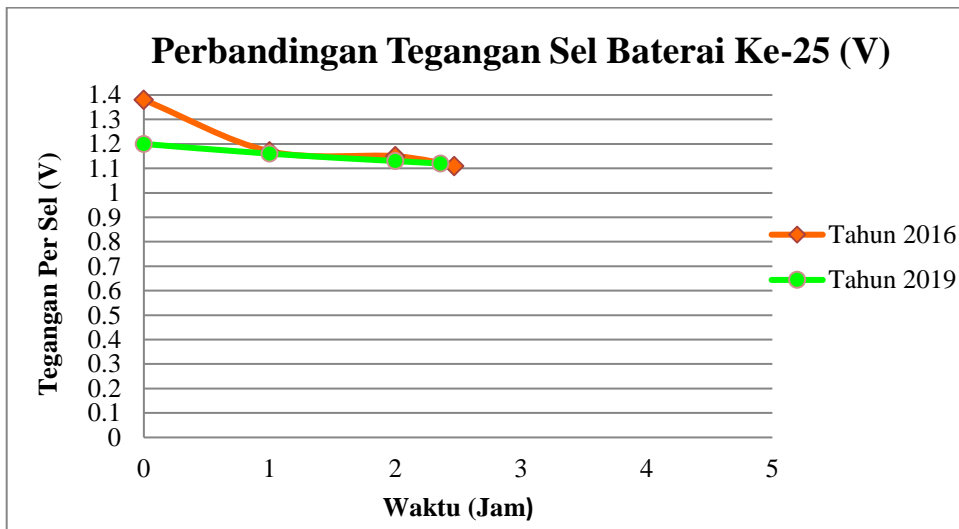
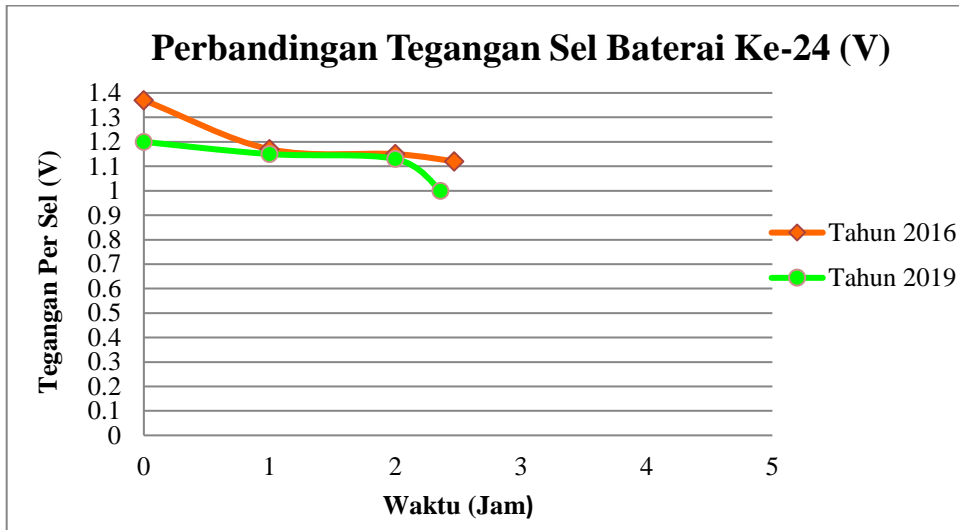


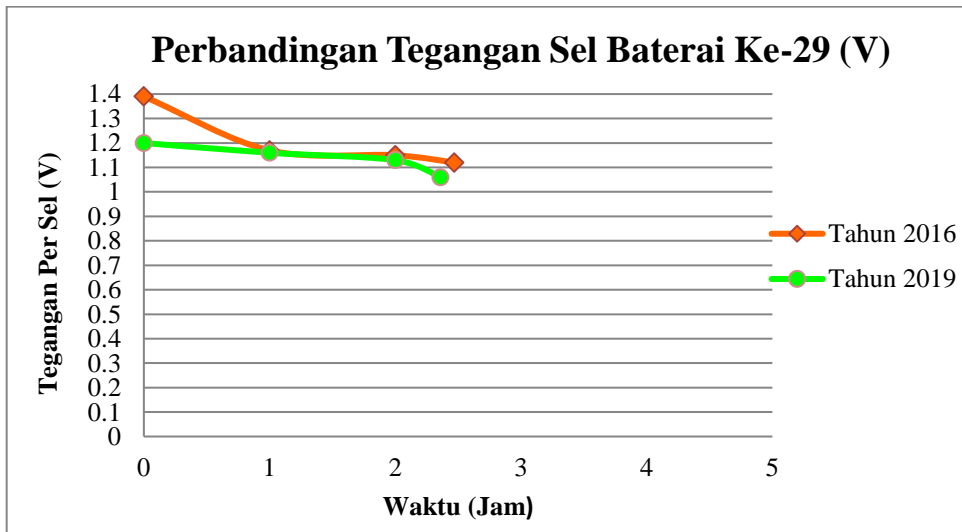
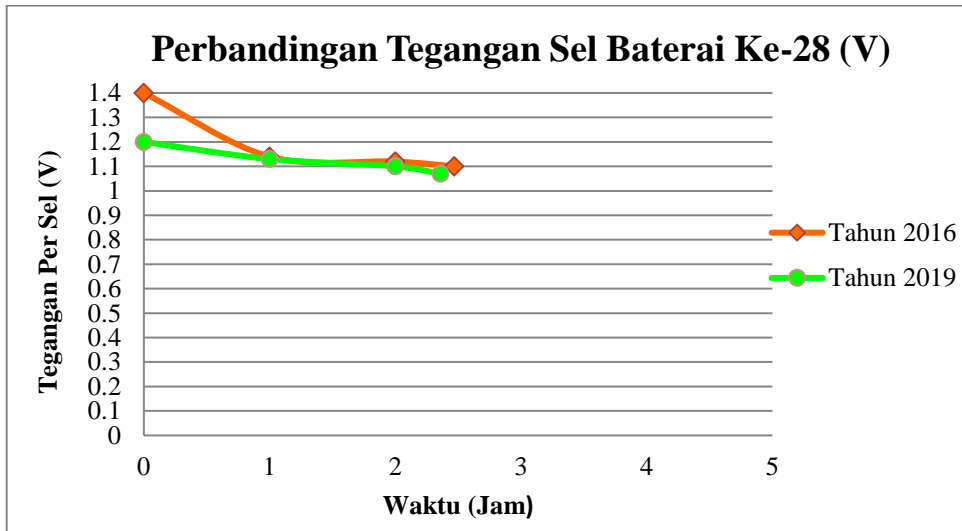
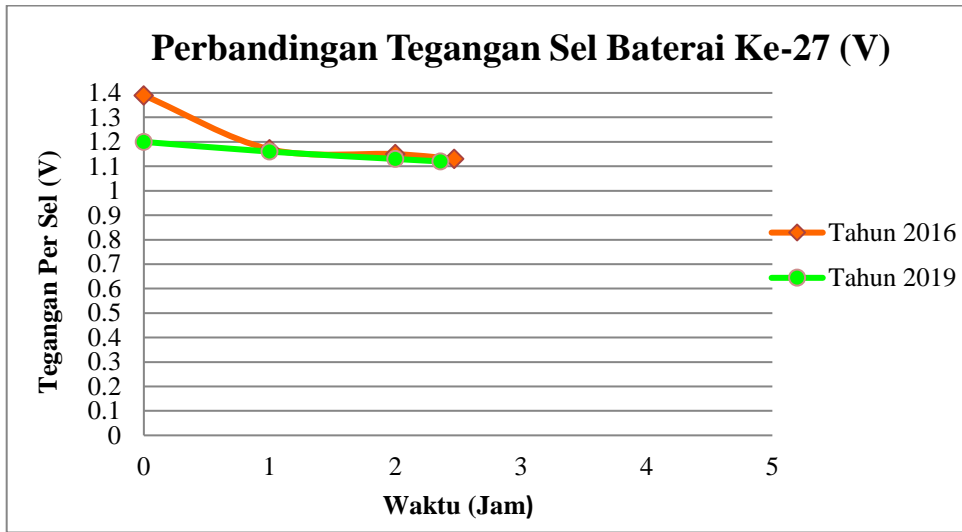


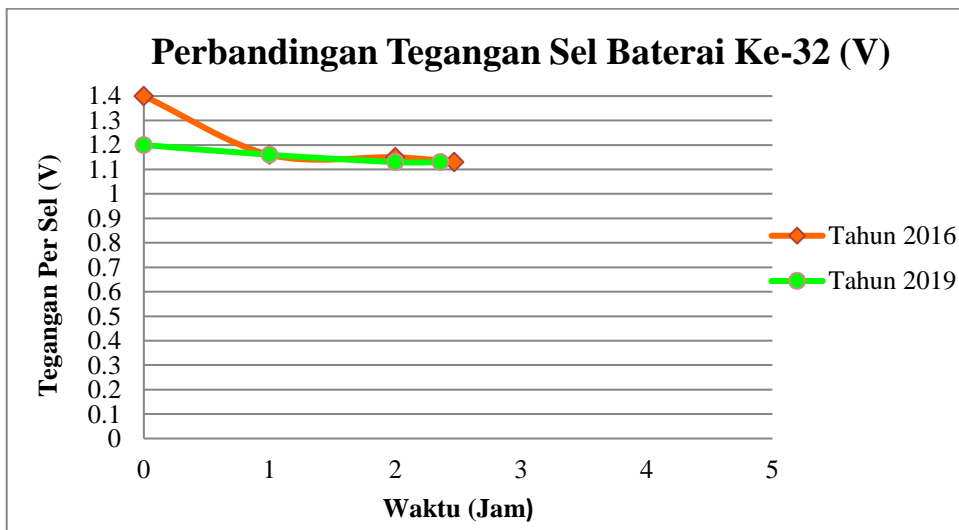
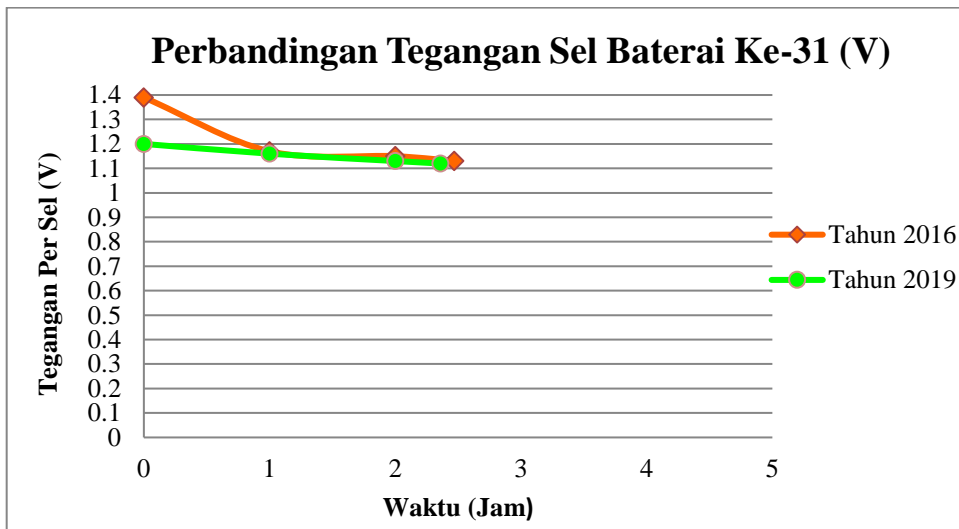
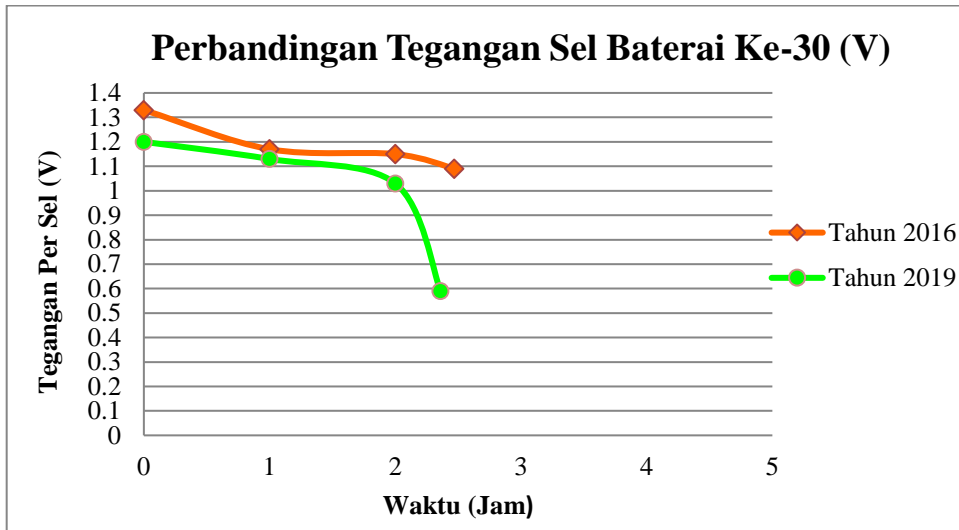


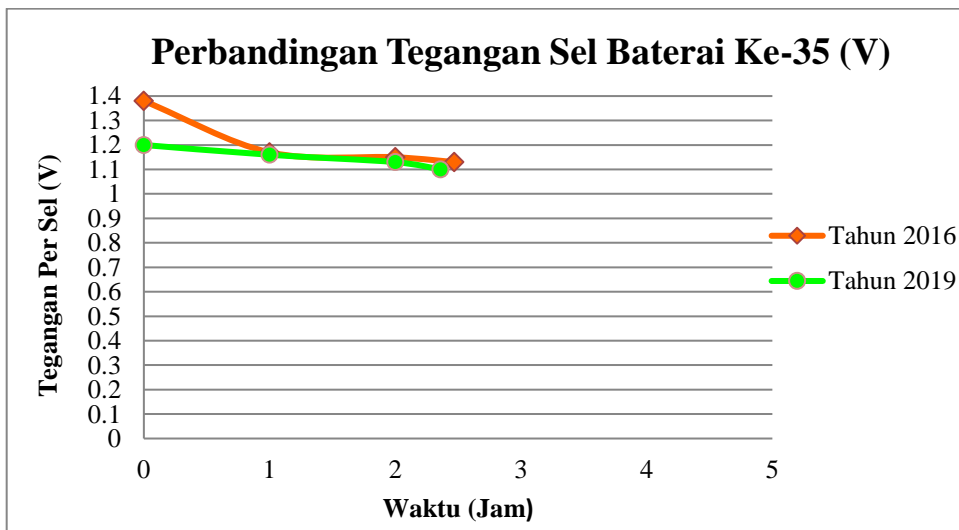
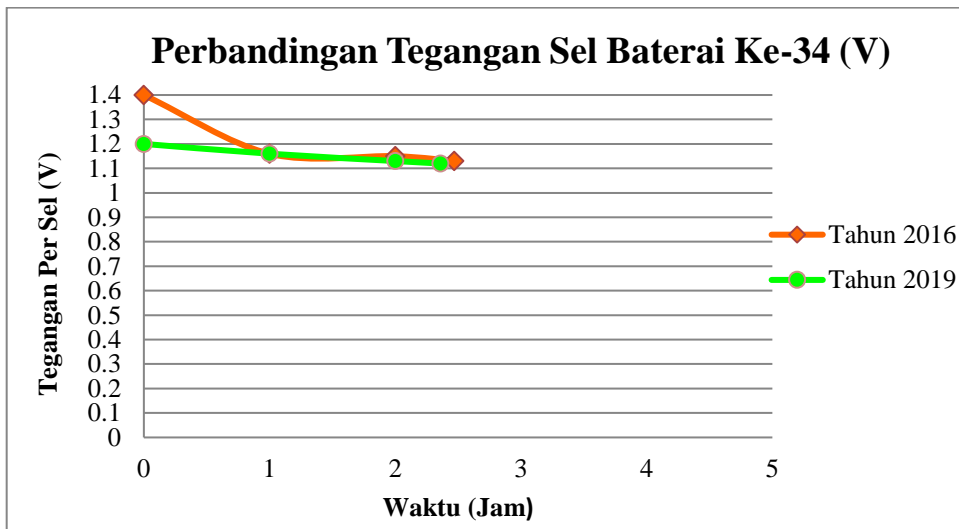
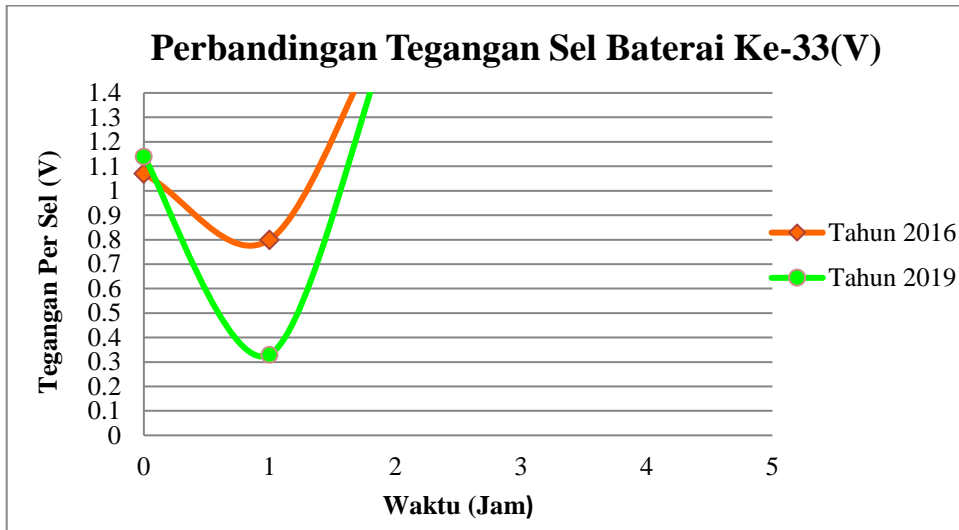


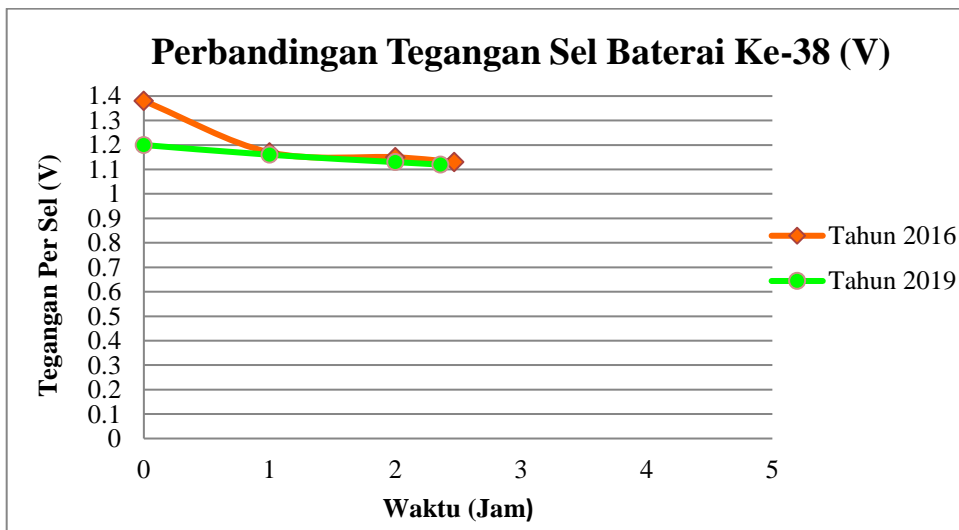
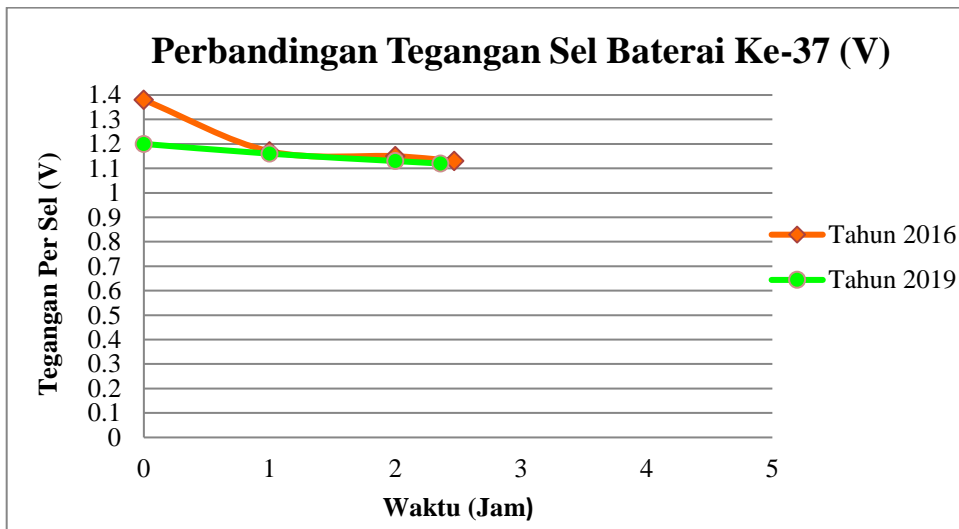
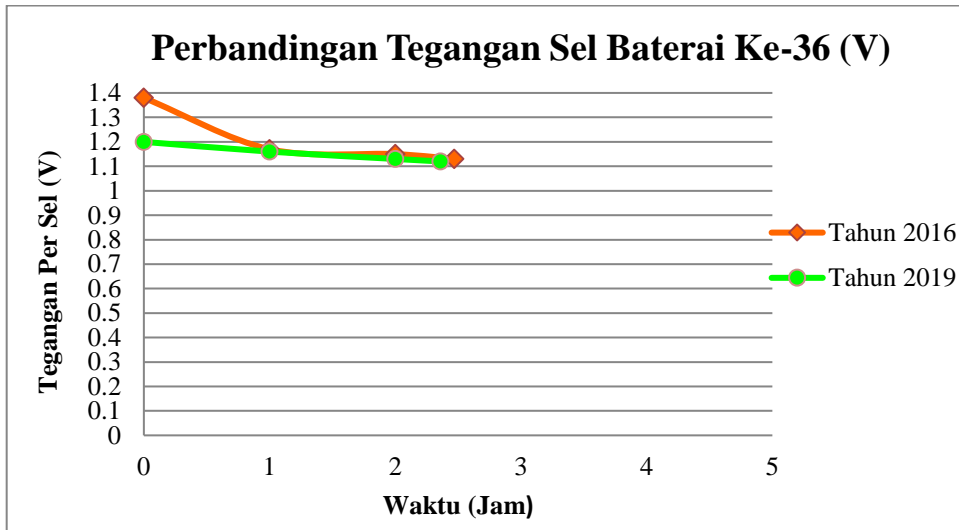




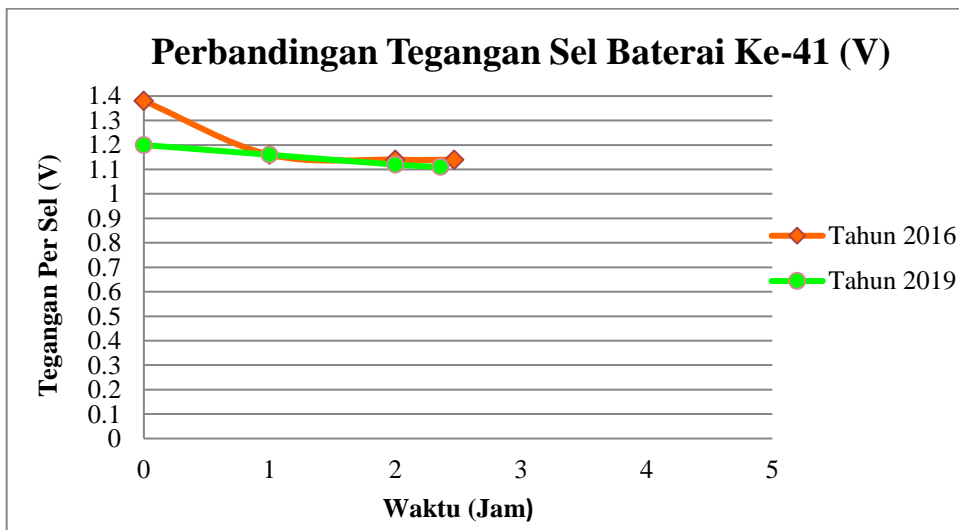
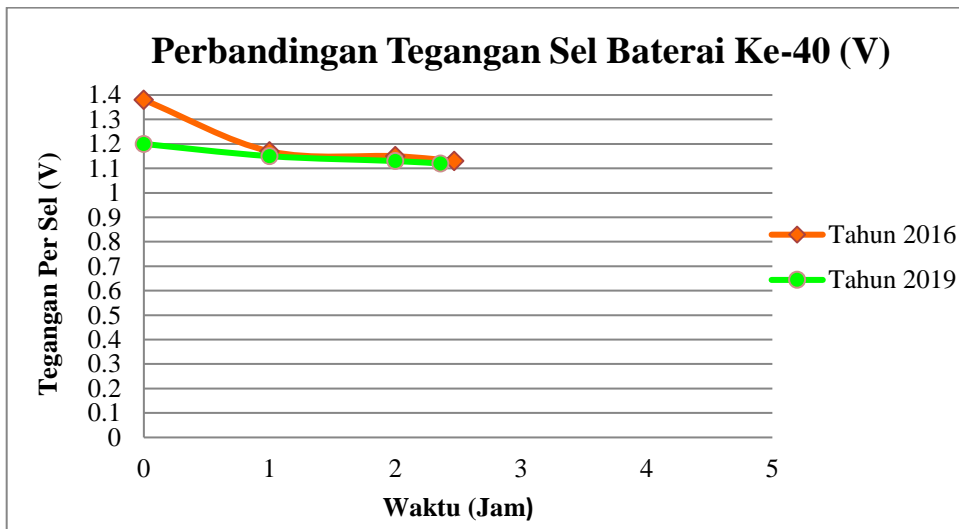
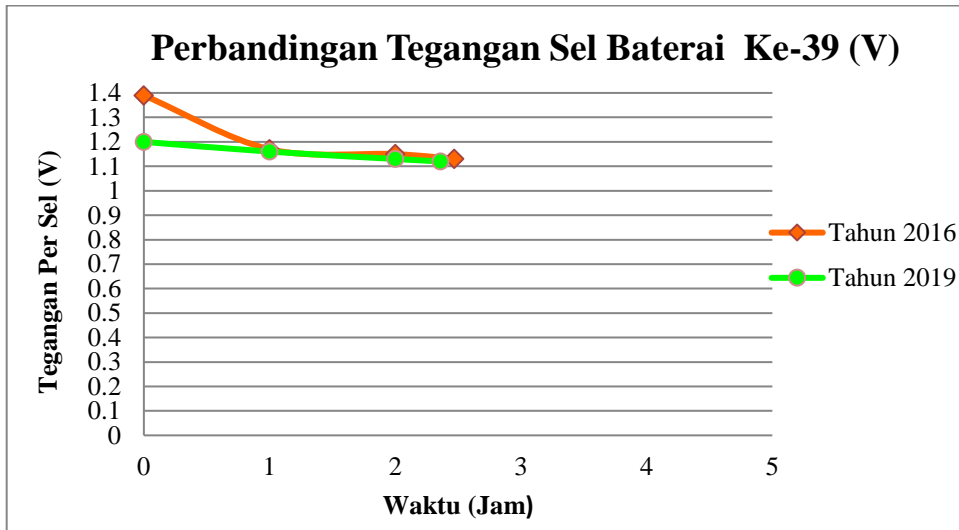


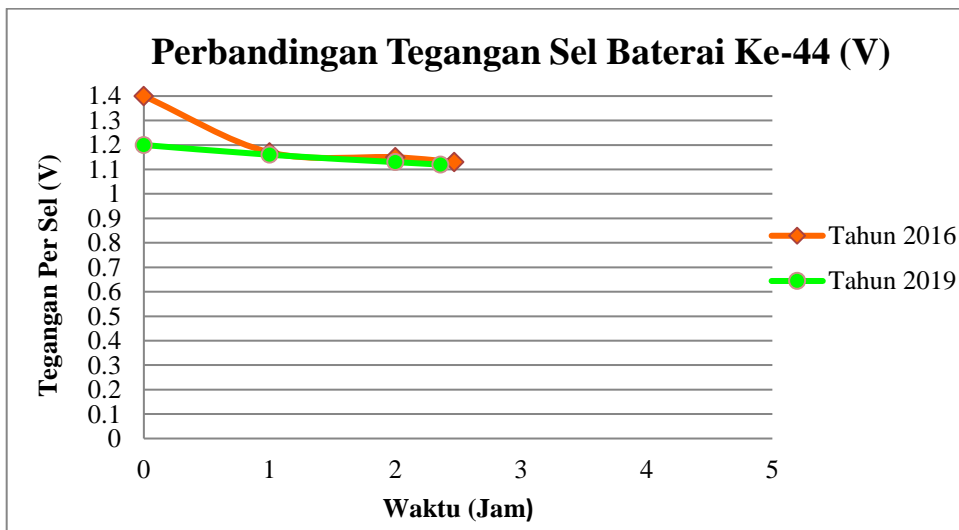
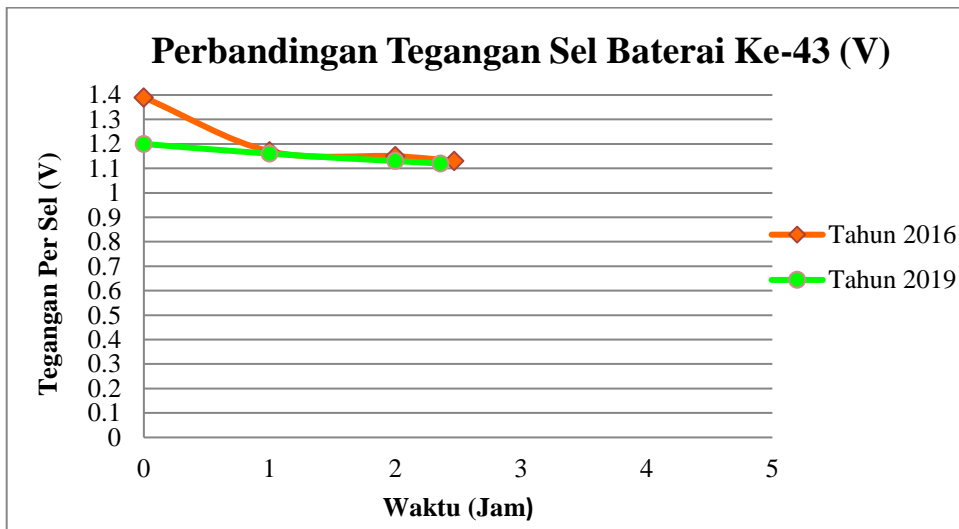
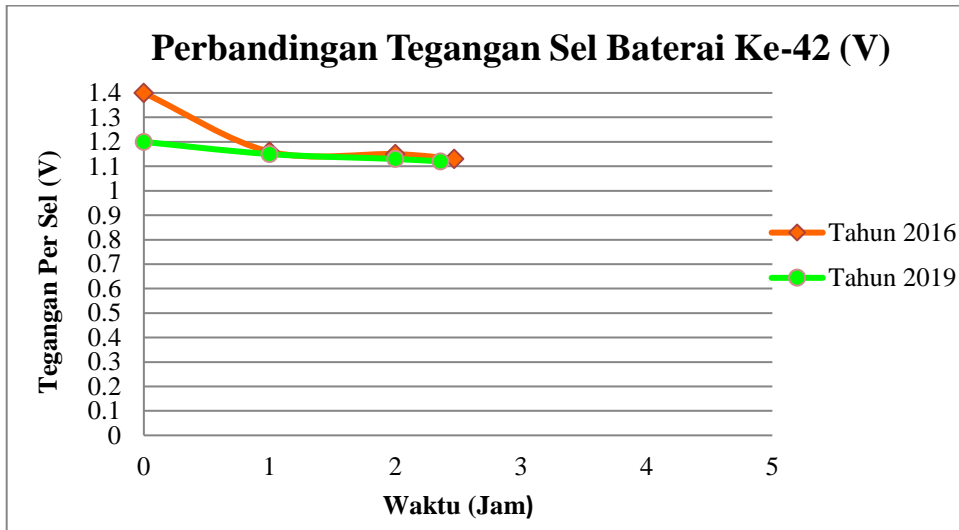


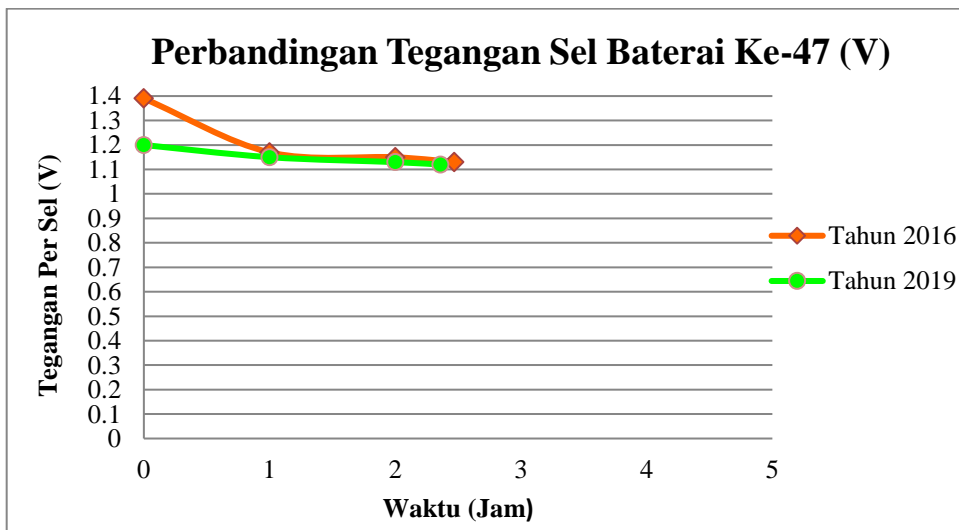
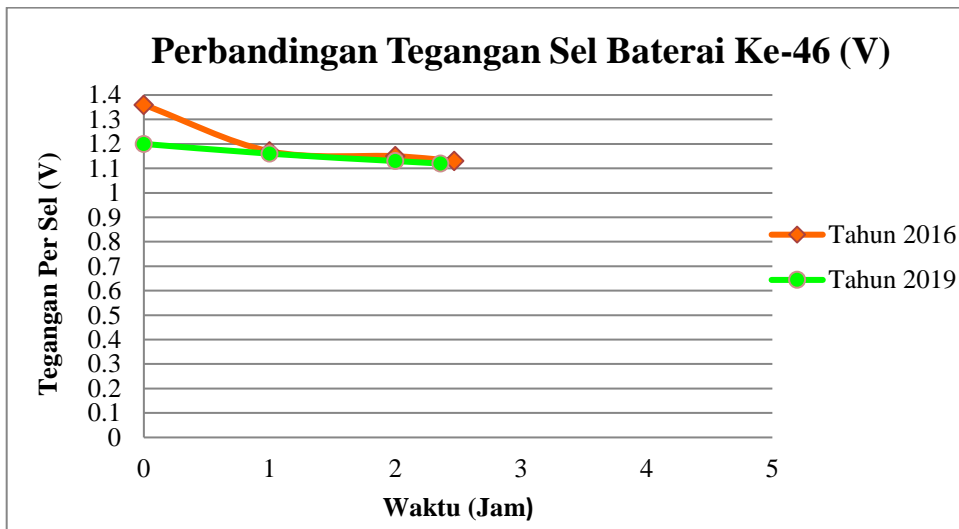
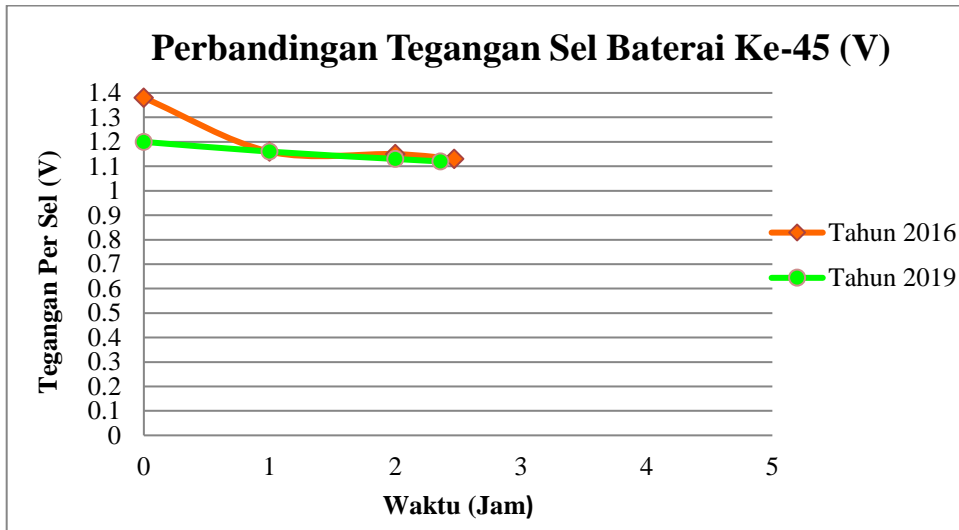


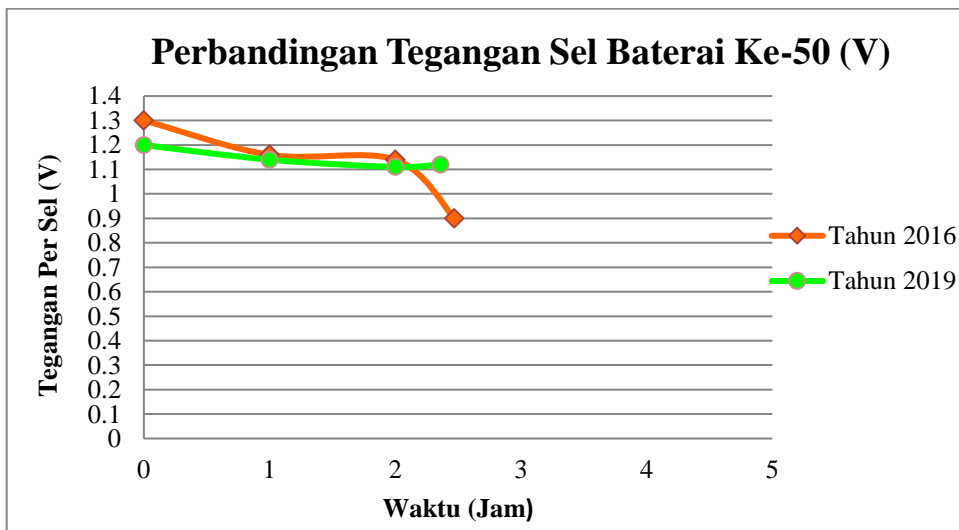
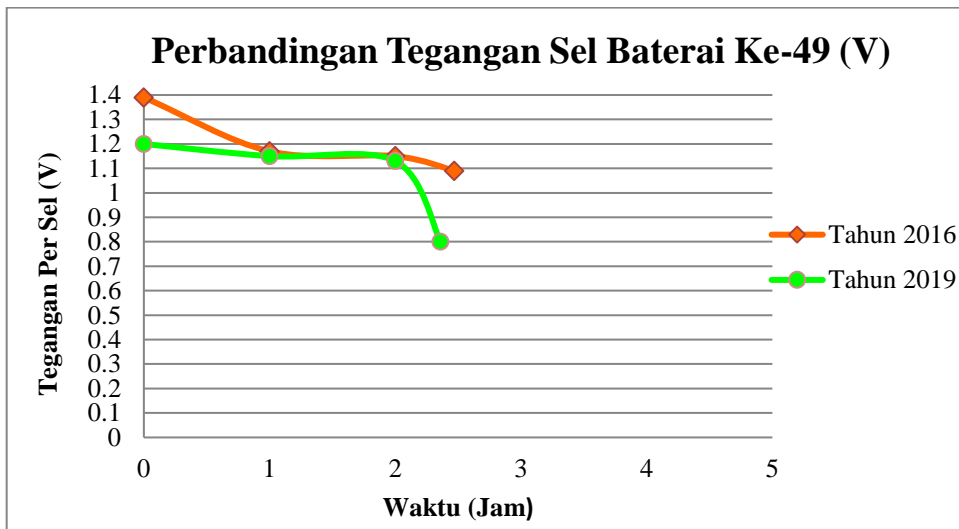
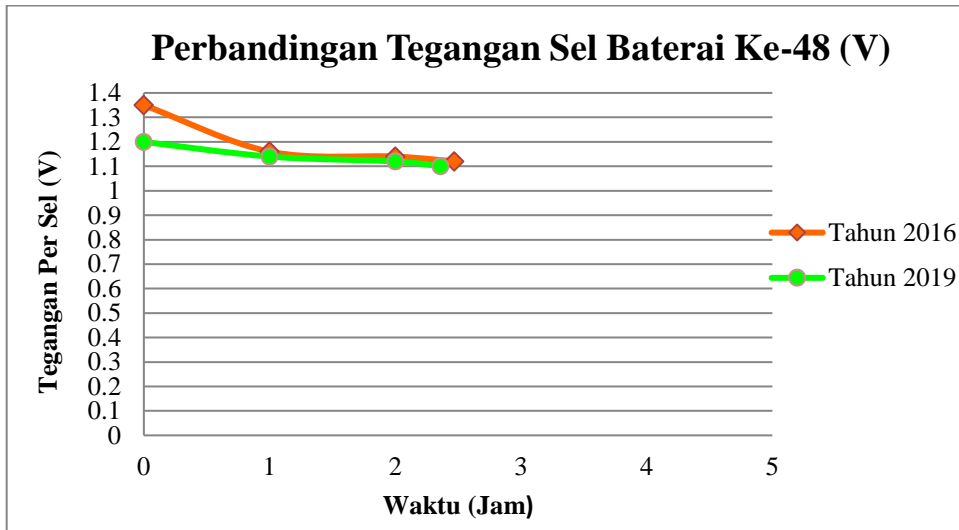


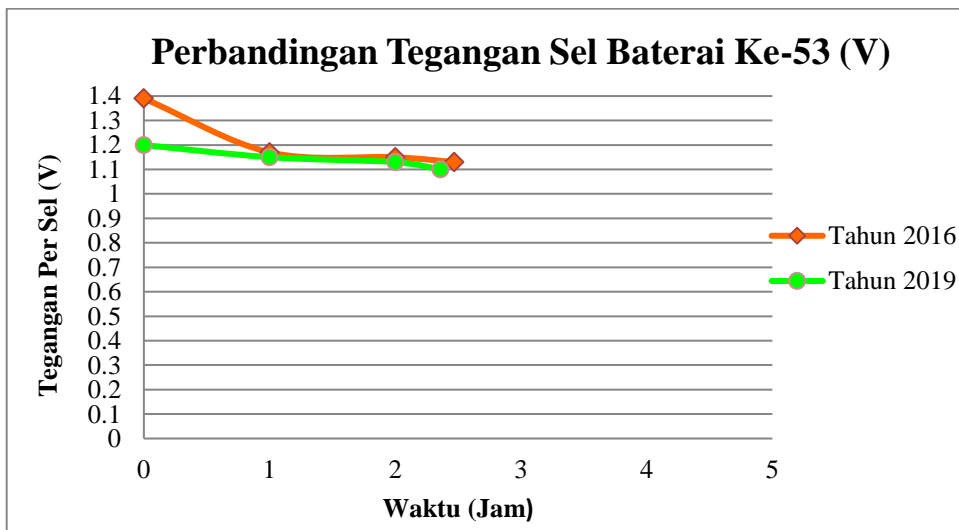
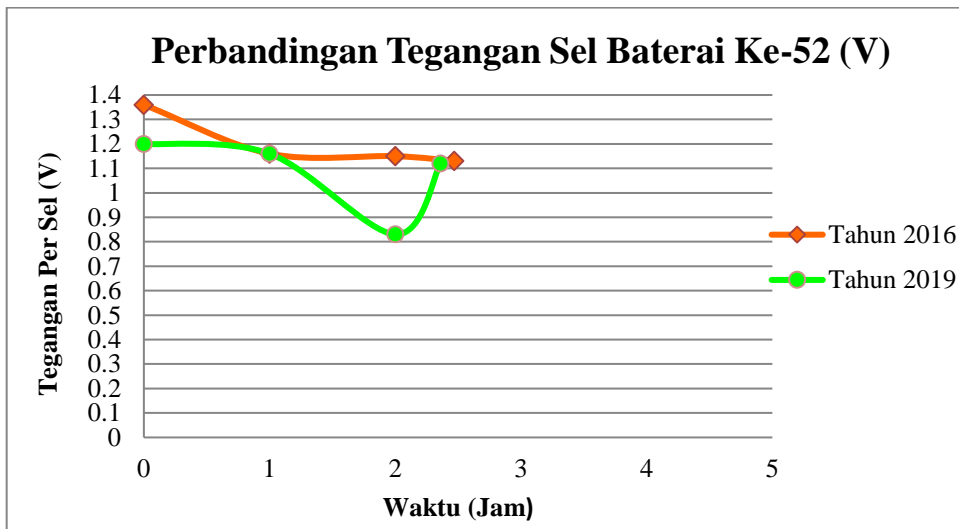
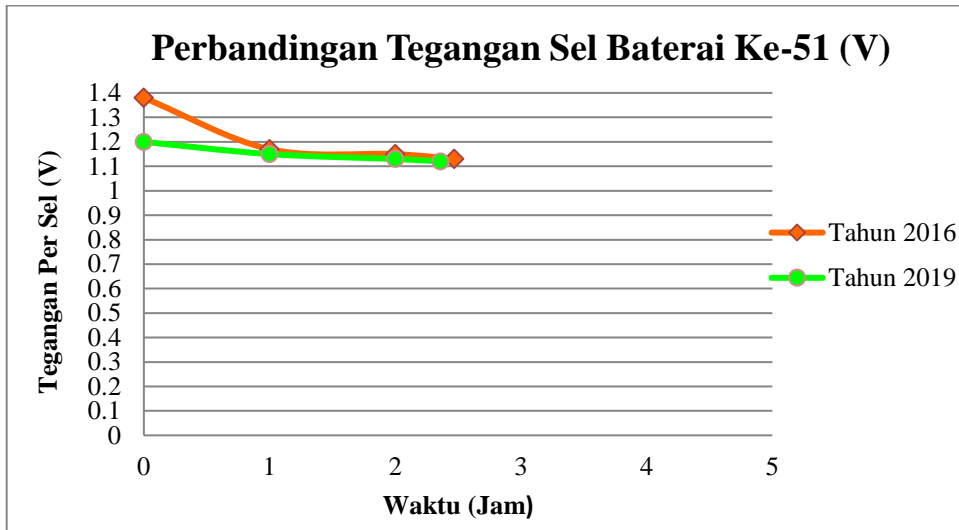


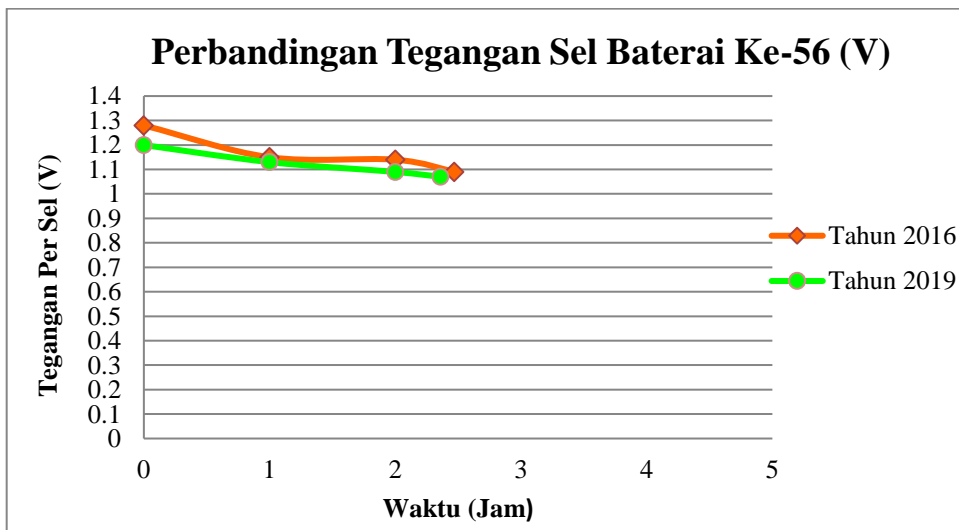
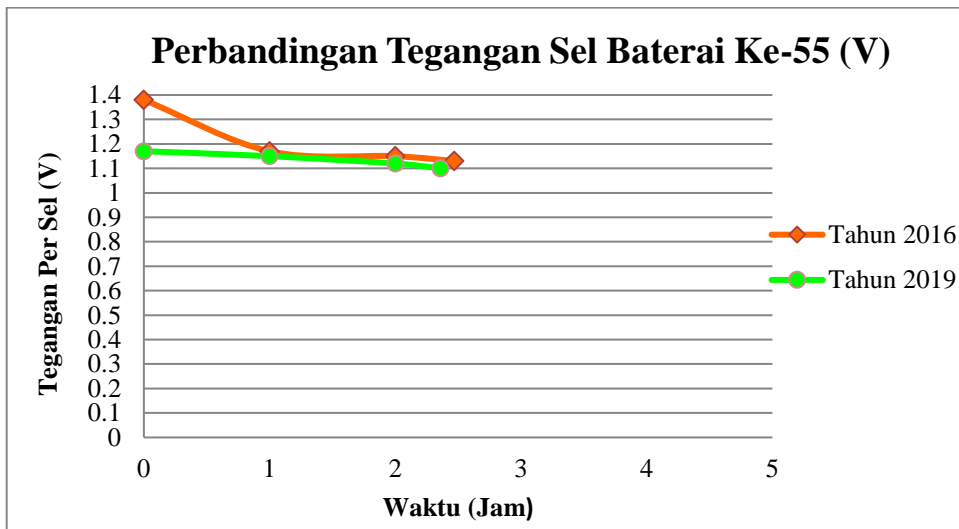
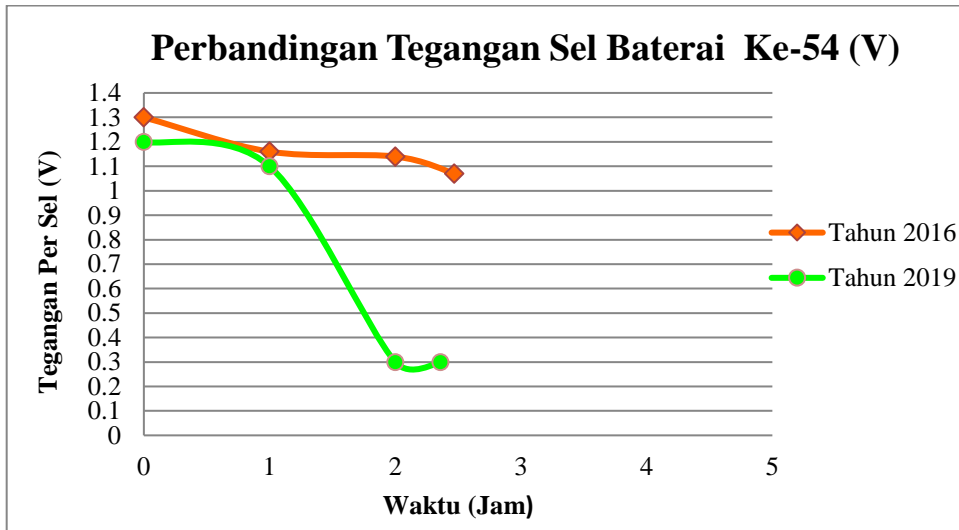


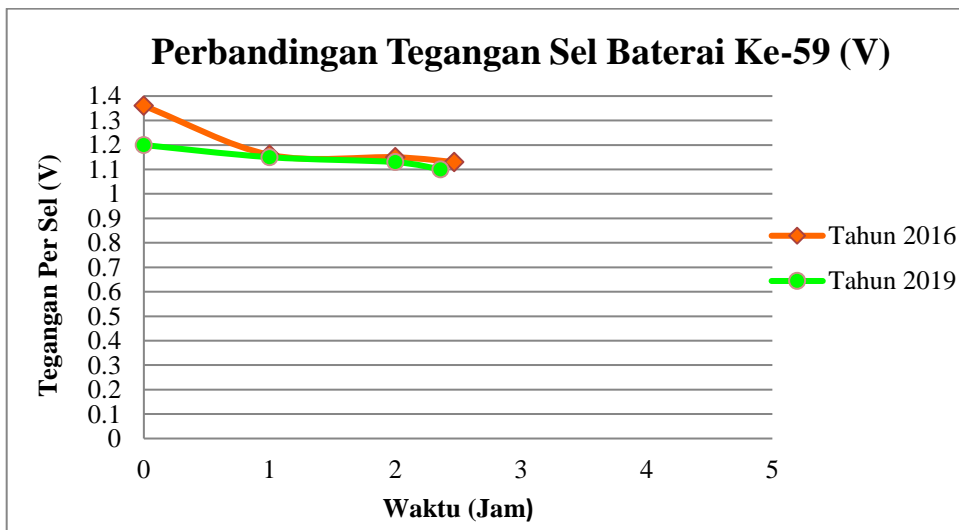
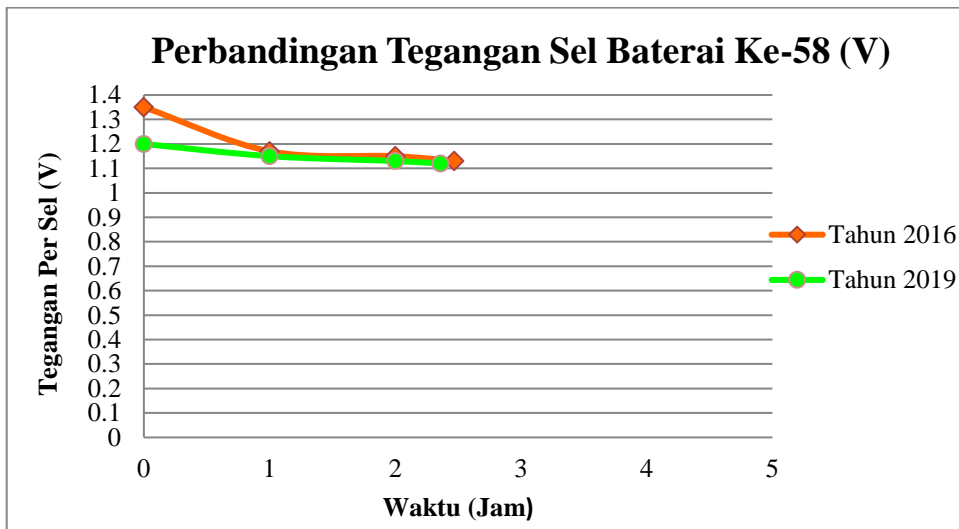
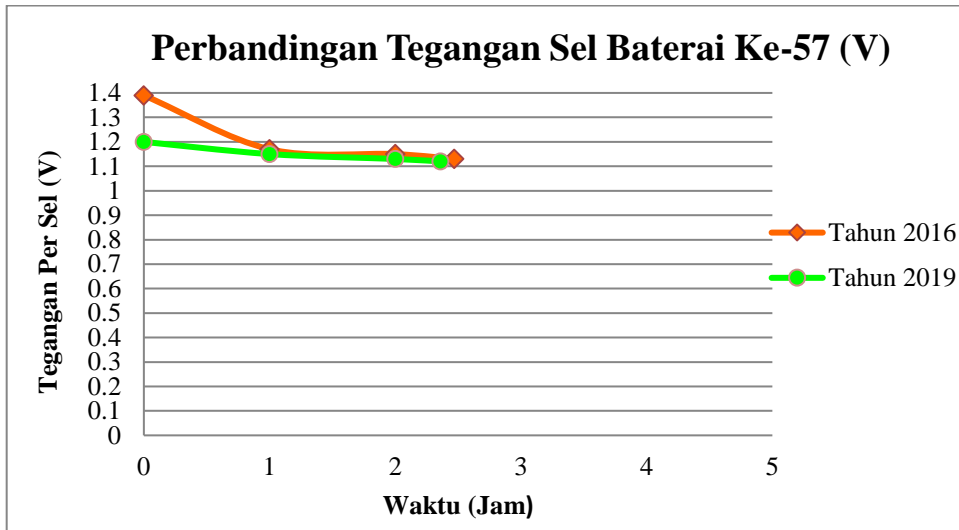


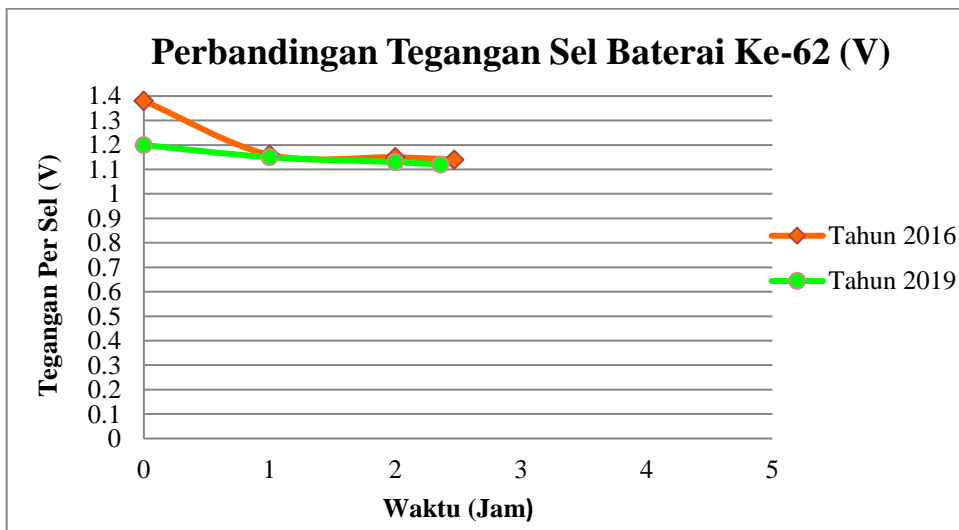
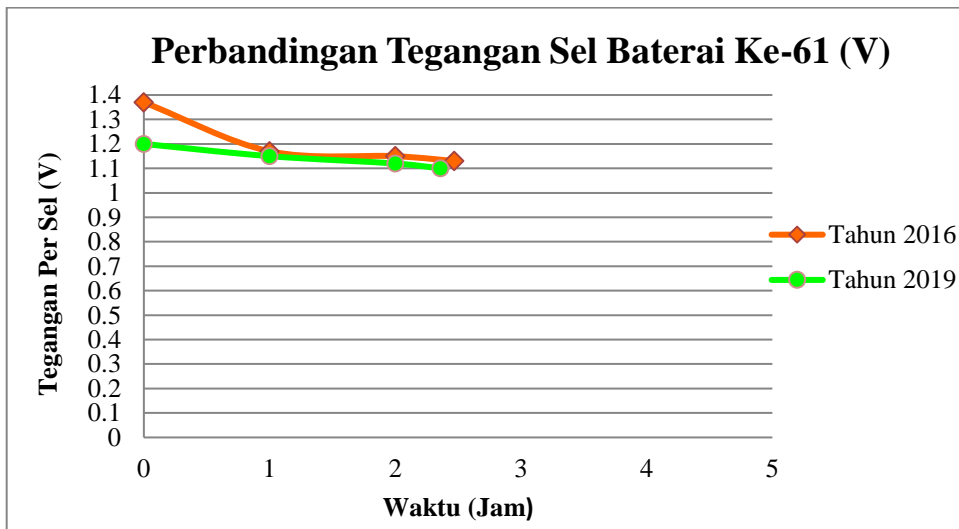
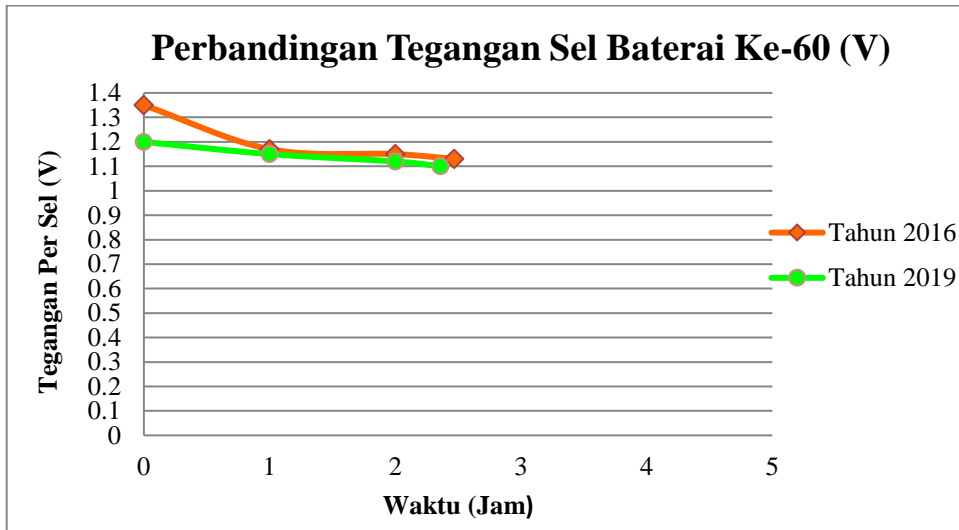




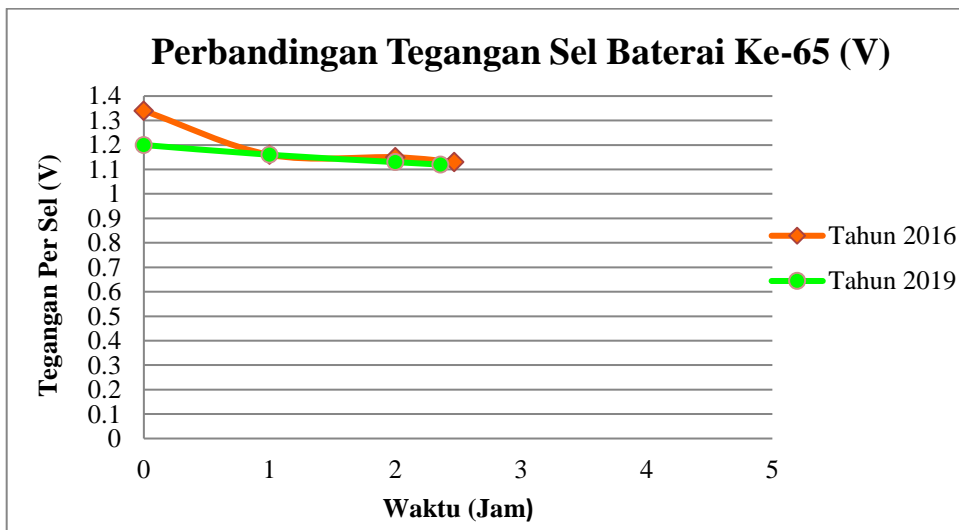
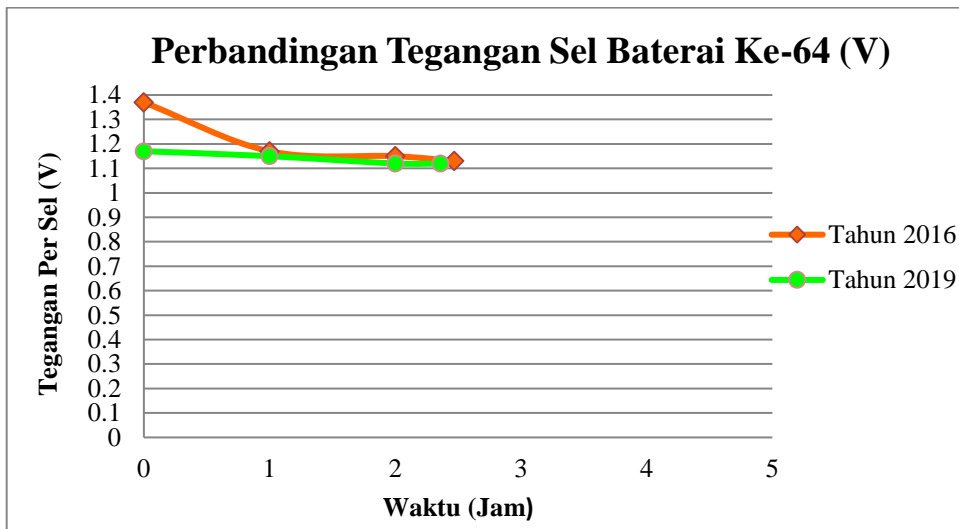
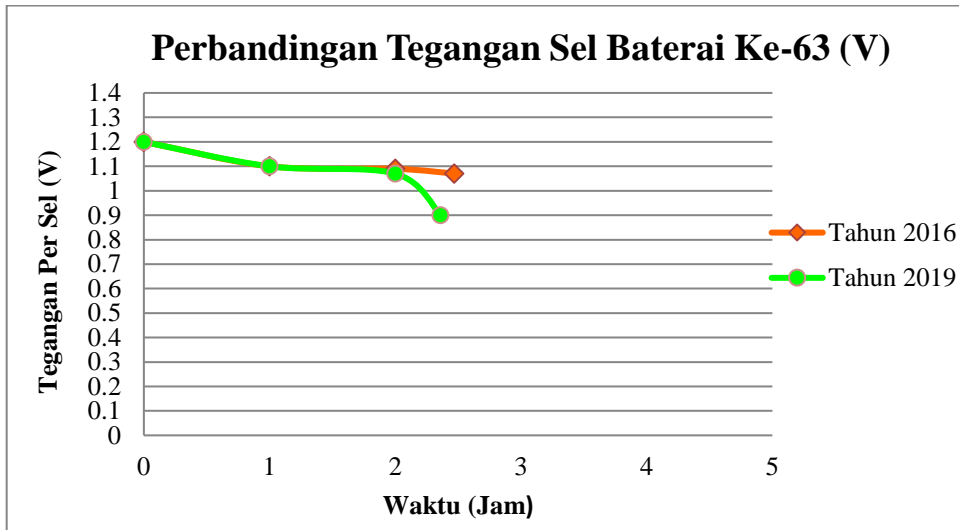


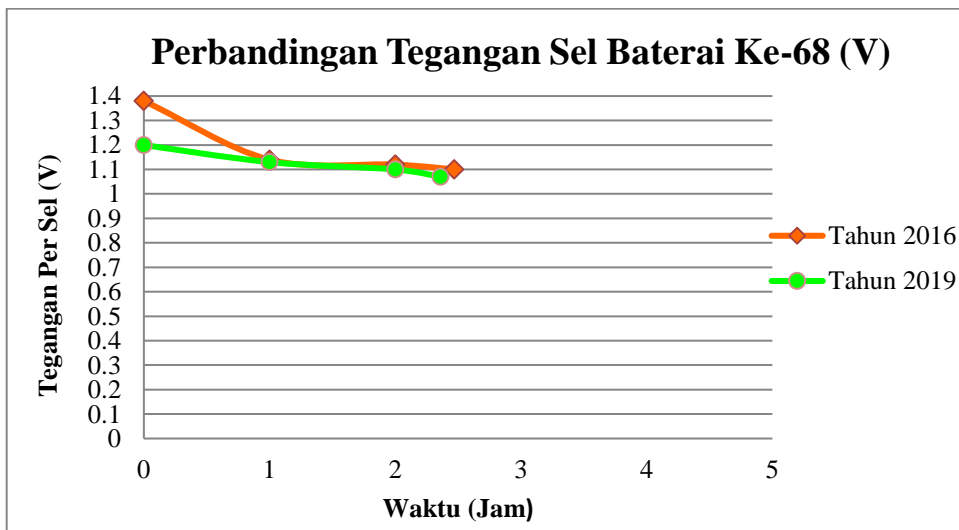
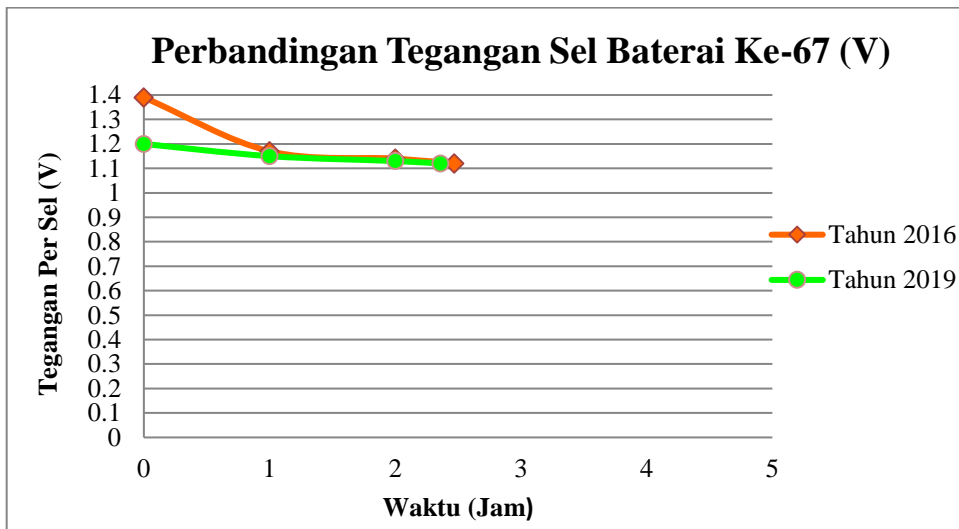
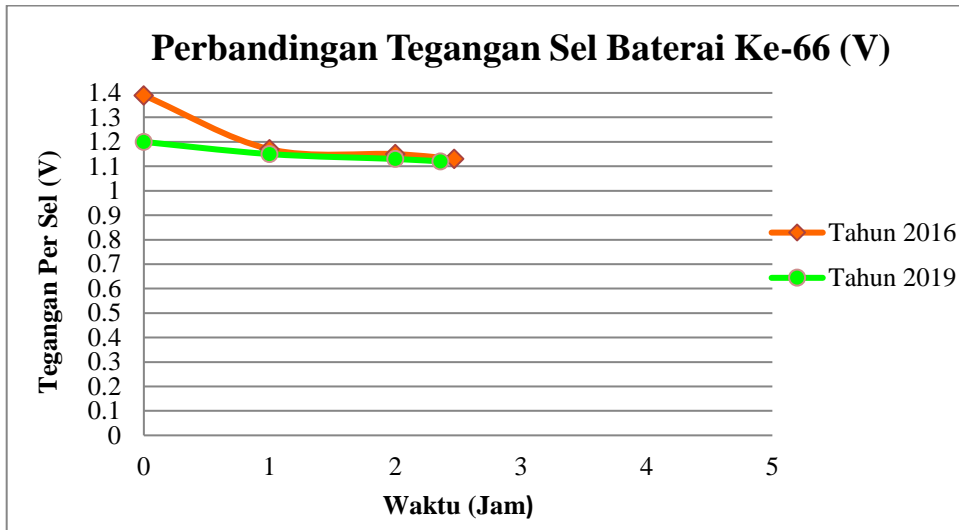


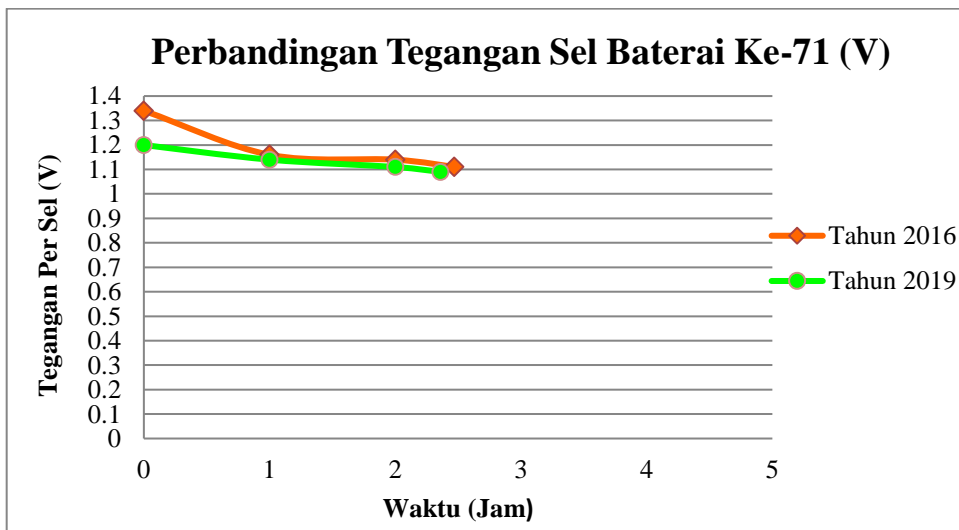
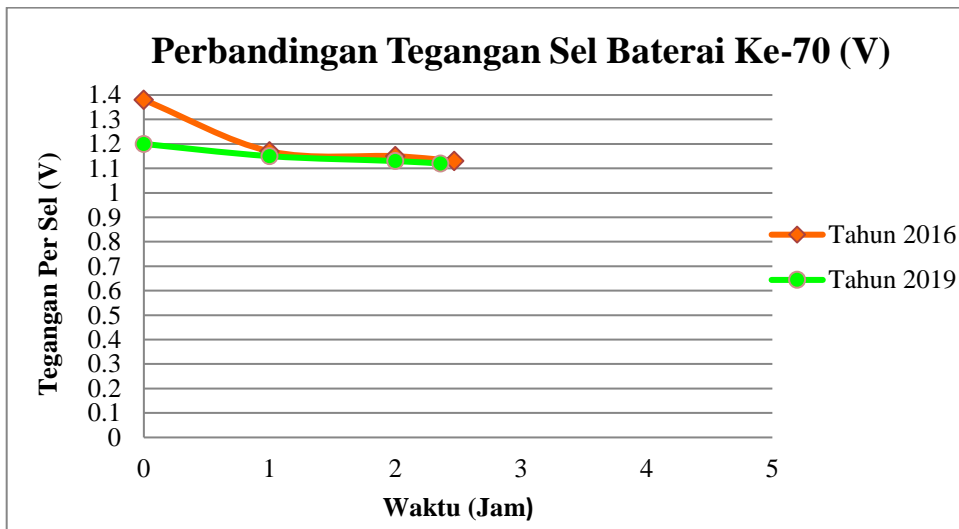
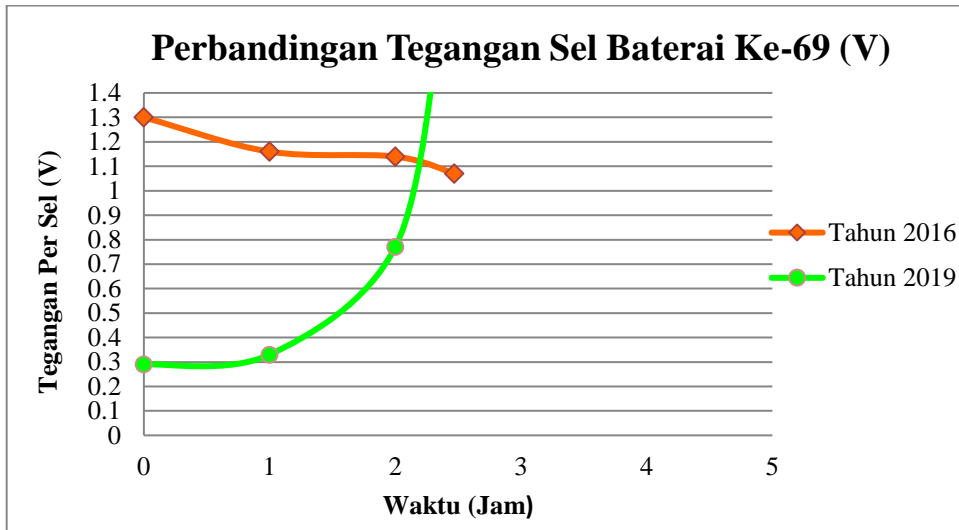


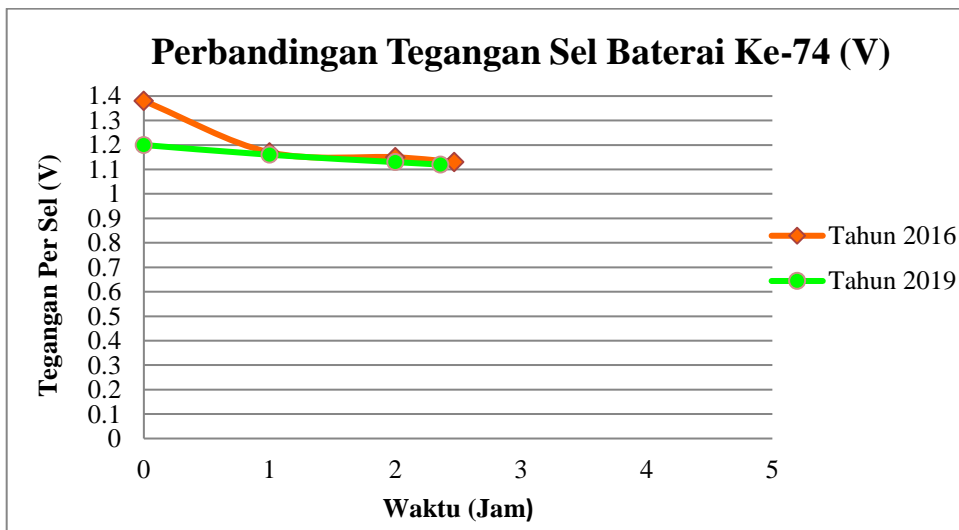
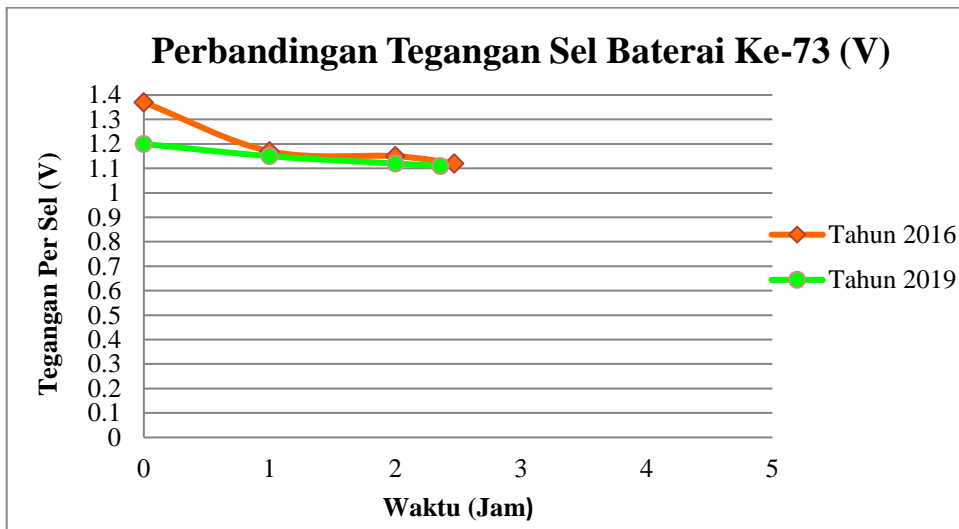
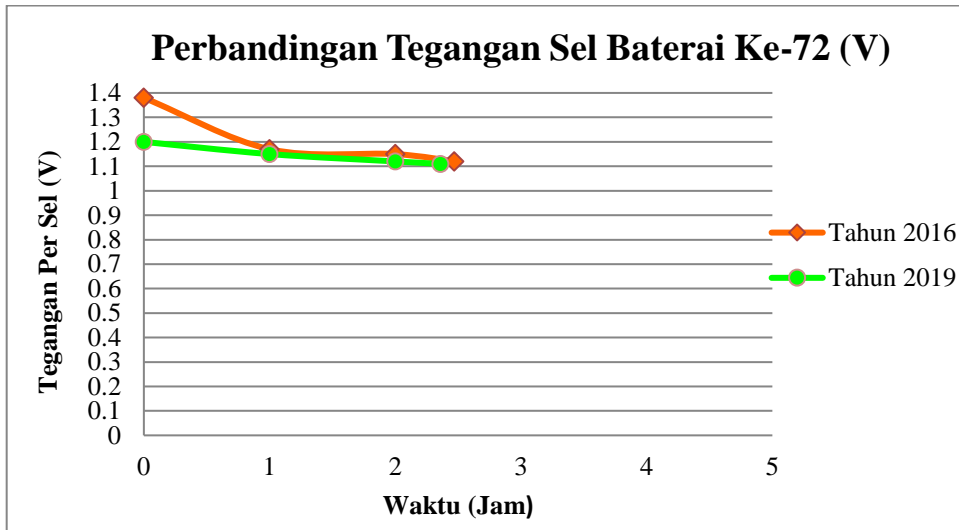


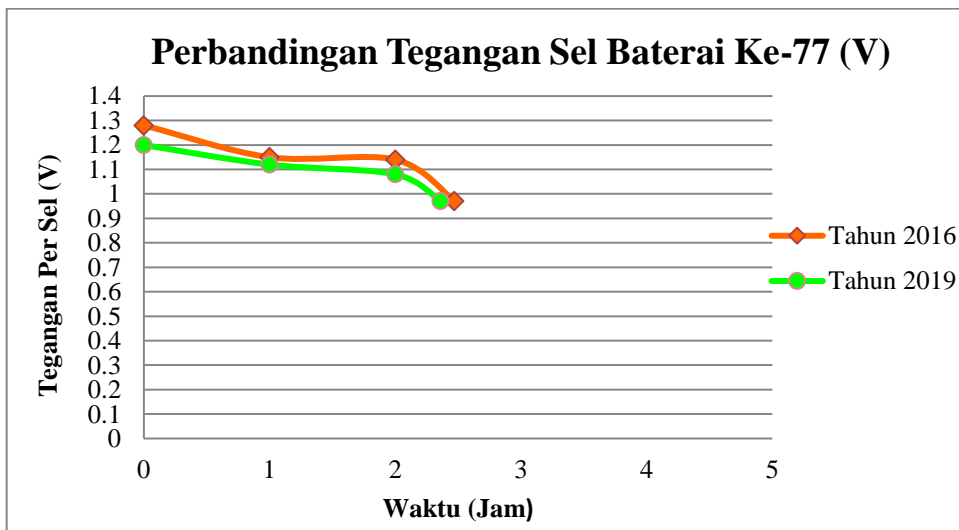
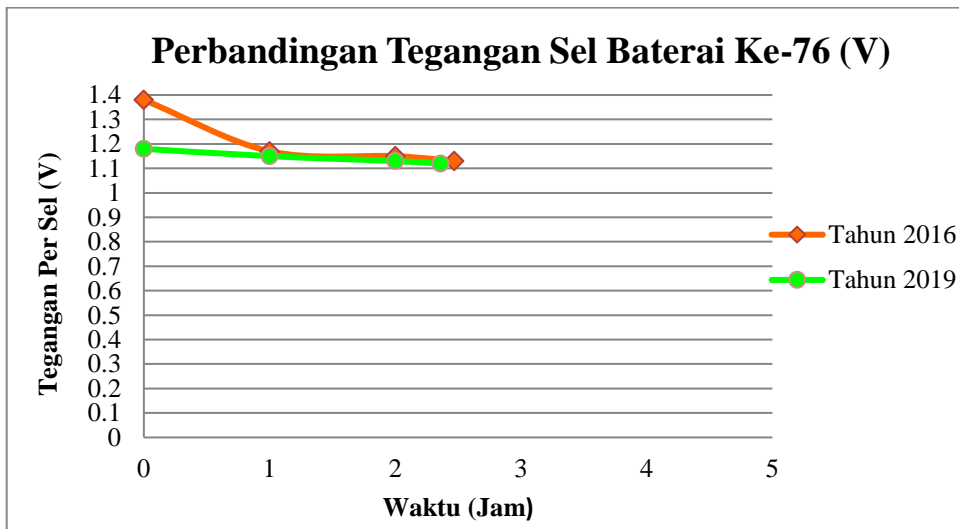
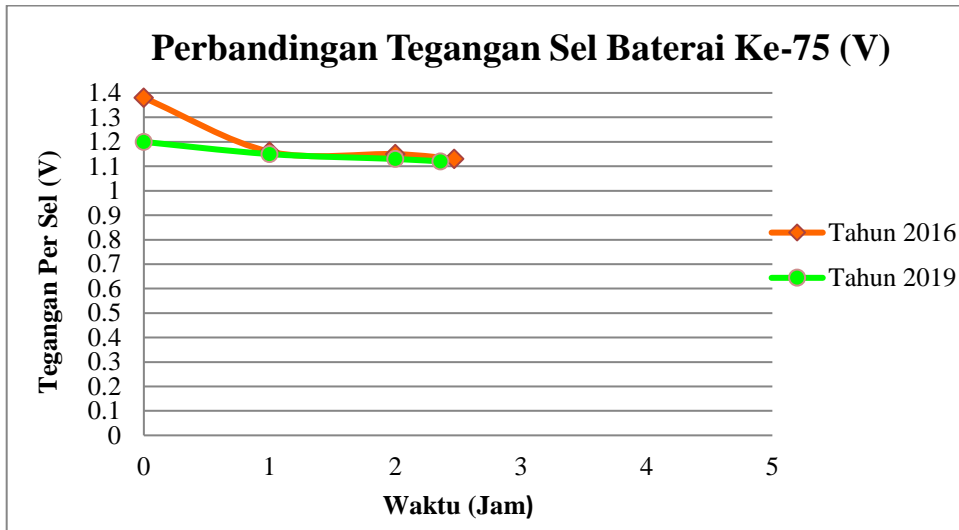


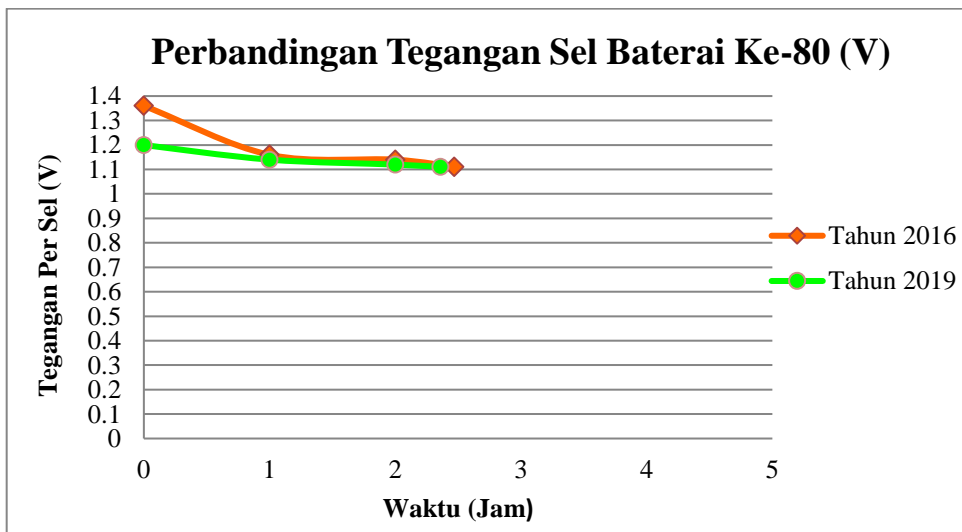
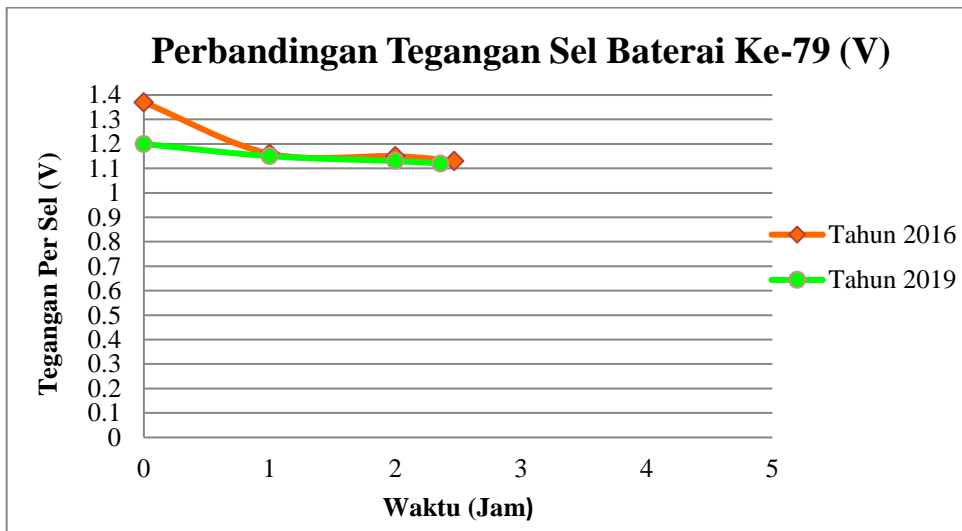
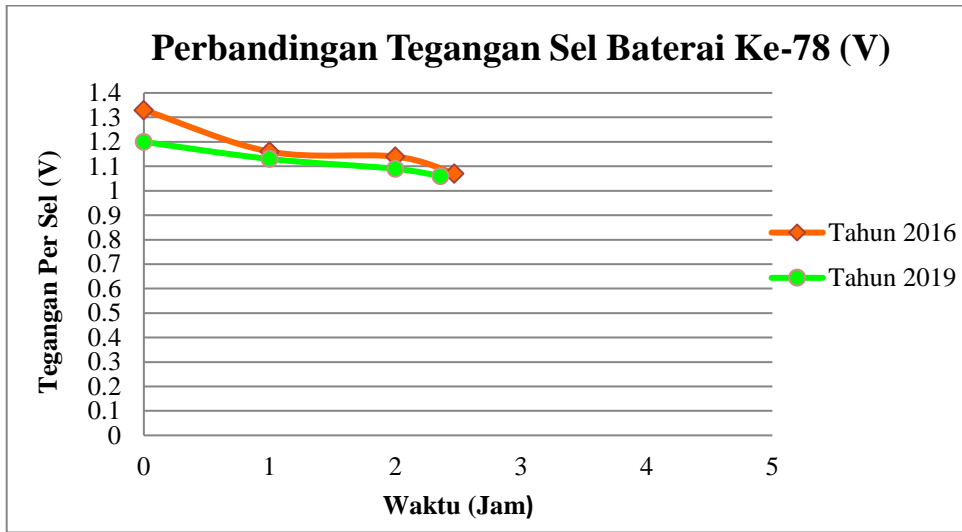


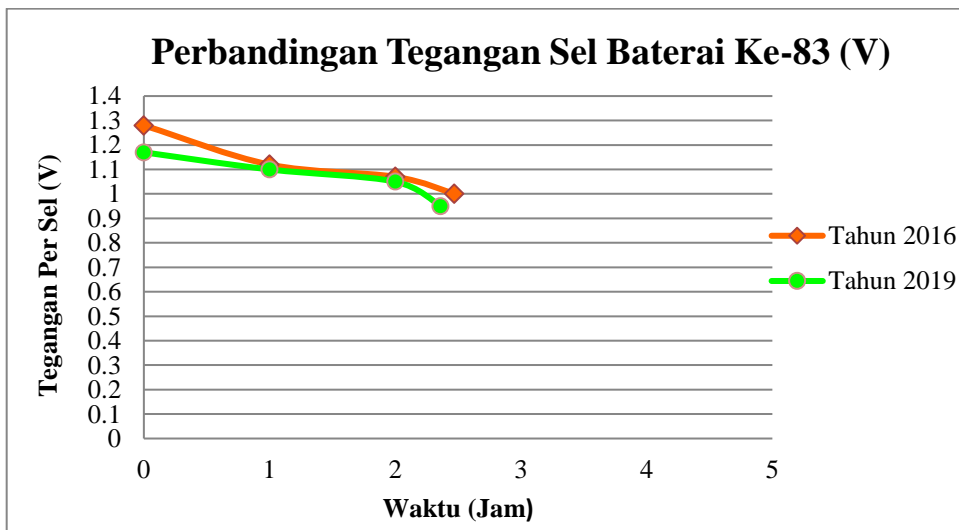
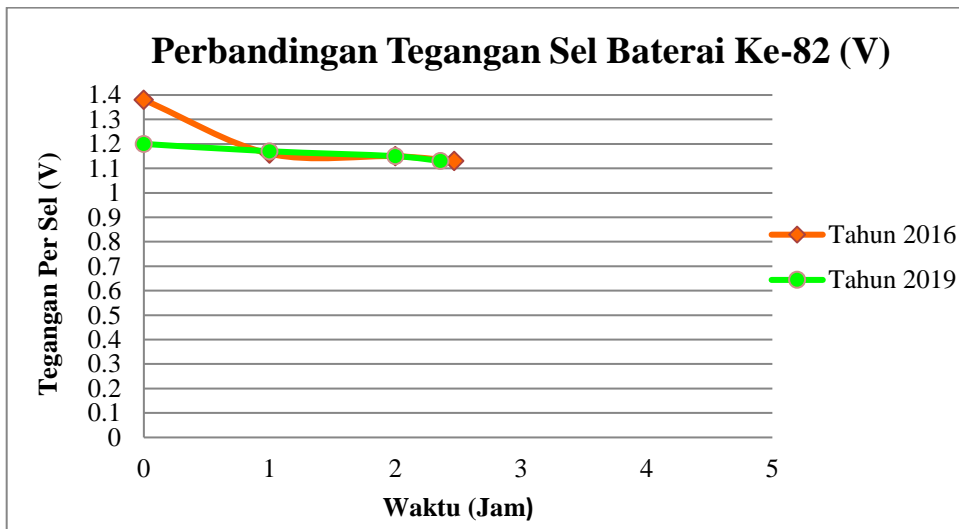
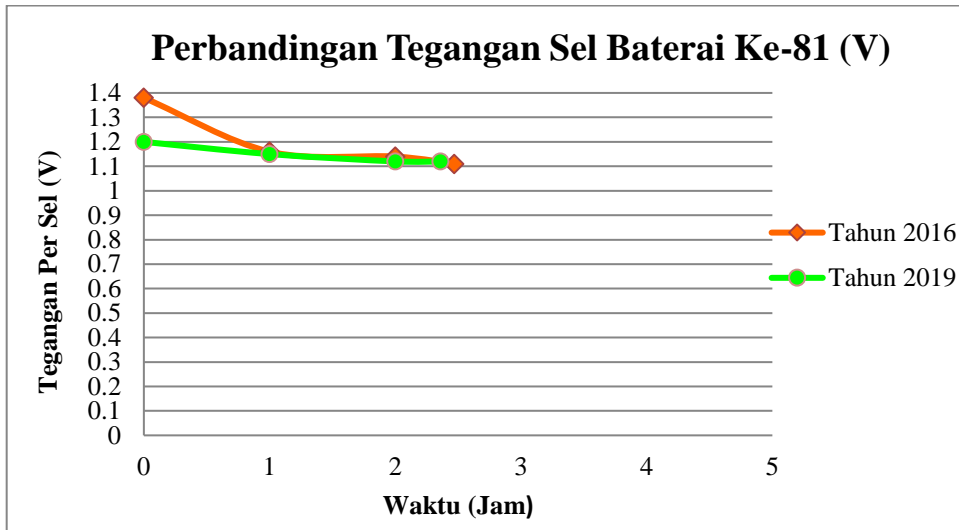


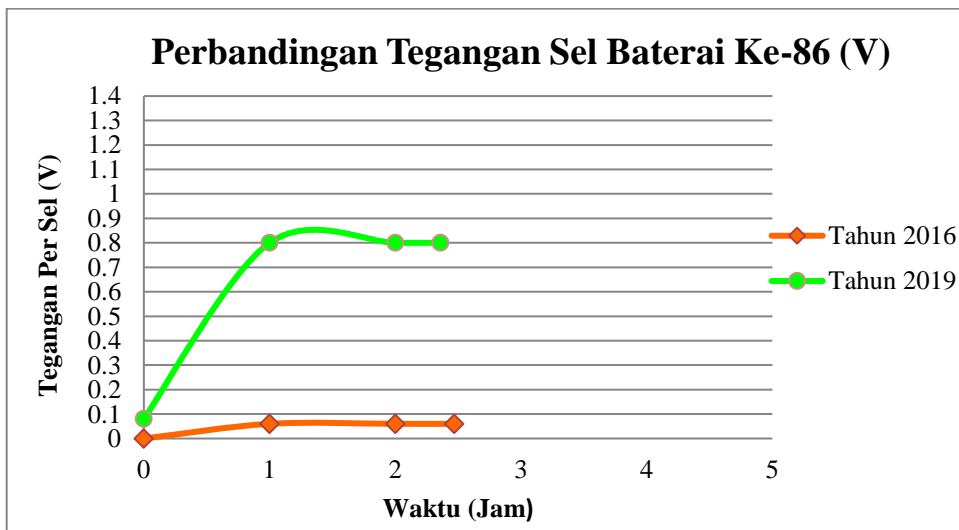
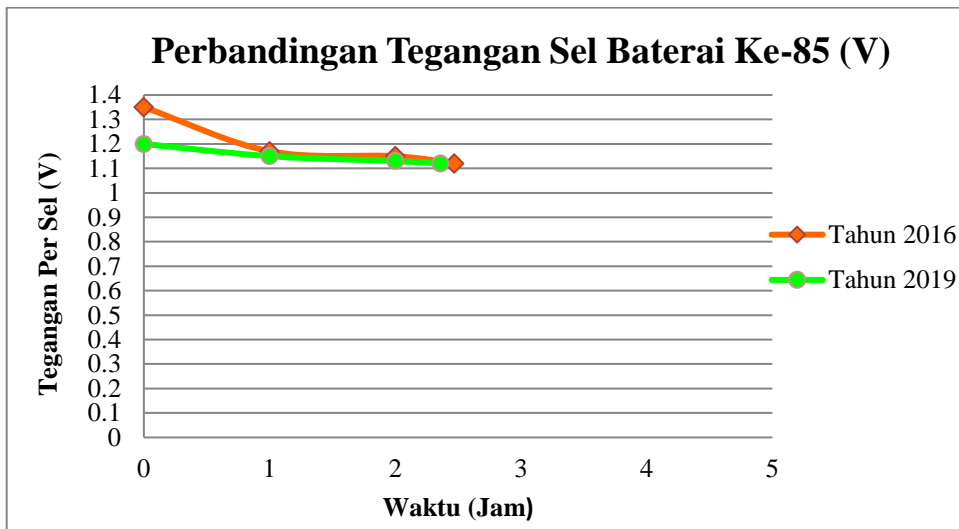
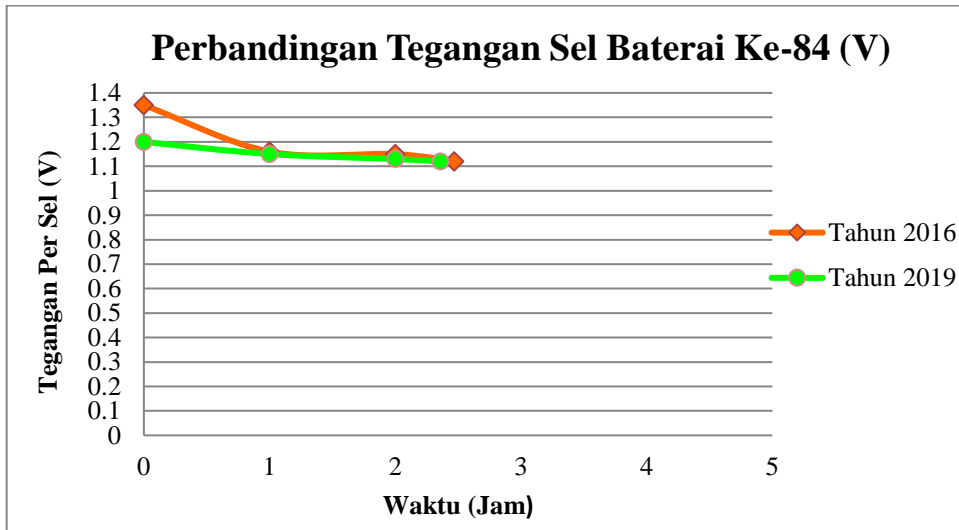














## skripsi anastasya

---

### ORIGINALITY REPORT

---

<b>8</b> %	<b>5</b> %	<b>0</b> %	<b>5</b> %
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

---

### PRIMARY SOURCES

---

<b>1</b>	<b>Submitted to Universiti Malaysia Pahang</b> Student Paper	<b>1</b> %
<b>2</b>	<b>edoc.site</b> Internet Source	<b>1</b> %
<b>3</b>	<b>Submitted to Universitas Sebelas Maret</b> Student Paper	<b>1</b> %
<b>4</b>	<b>es.scribd.com</b> Internet Source	<b>1</b> %
<b>5</b>	<b>Submitted to University of Queensland</b> Student Paper	<b>&lt;1</b> %
<b>6</b>	<b>eprints.uny.ac.id</b> Internet Source	<b>&lt;1</b> %
<b>7</b>	<b>pt.scribd.com</b> Internet Source	<b>&lt;1</b> %
<b>8</b>	<b>Submitted to Universitas Brawijaya</b> Student Paper	<b>&lt;1</b> %
<b>9</b>	<b>Submitted to Politeknik Negeri Bandung</b> Student Paper	<b>&lt;1</b> %

---



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI  
**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**  
 FAKULTAS TEKNIK  
**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**  
 Jalan Palembang-Prabumulih Km. 32, Indralaya, Oganllir, KodePos 30062  
 JalanSrijava Negara, Bukit Besar, Palembang KodePos 30139  
 Website: <http://elektro.ft.unsri.ac.id> Email: [elektro@ft.unsri.ac.id](mailto:elektro@ft.unsri.ac.id)

**BERITA ACARA SEMINAR SKRIPSI/LAPORAN TUGAS AKHIR  
 (LAPORAN HASIL REVISI SKRIPSI)  
 PERIODE SEMESTER GENAP 2018/2019, TANGGAL 14 JUNI 2019**

Nama	:	ANASTASYA FITRI SILVANA
NIM	:	03041181520004
Judul Skripsi	:	PENGARUH PROSES PENGOSONGAN (DISCHARGING) TERHADAP KAPASITAS DAN EFISIENSI BATERAI 110 VDC DI GARDU INDUK SUNGAI KEDUKAN PALEMBANG
Pembimbing Utama	:	CAROLINE, S.T.,M.T
Dosen Penguji	:	1. Ir. H. HAIRUL ALWANI, H.A, M.T. 2. Ir. ARMIN SOFIJAN, M.T. 3. Hj. RAHMAWATI, S.T.,M.T. 4. HERMAWATI, S.T.,M.T.

Deskripsi Perbaikan			
Dosen Penguji	Hal./ Baris	Bagian yang direvisi	Hasil revisi
Ir. H. Hairul Alwani, H.A, M.T.	3	- Perbaiki tujuan	- Tujuan telah diperbaiki
Ir. Armin Sofijan, M.T.		- Pengertian dummyload ? - Karakteristik Baterai jenis <i>NickelCadmium</i>	- Pengertian dummyload telah dipahami - Karakteristik Baterai <i>Nickel Cadmium</i> telah dipelajari
Hj. Rahmawati, S.T.,M.T.	3	- Penulisan Rumusan Masalah - Perbedaan Aki dan Baterai	- Penulisan Rumusan Masalah telah diperbaiki - Perbedaan Aki dan Baterai telah dipahami
Hermawati, S.T.,M.T.	2 dan 12	- Penulisan pada latar belakang - Penulisan keterangan pada gambar 2.4 dan 2.5	- Penulisan pada latar belakang telah diperbaiki - Penulisan keterangan rumus telah diperbaiki


Indralaya, 19 Juni 2019

Dosen Penguji 1



H. H. HairulAlwani, H.A., M.T.  
NIP.195709221987031003

Dosen Penguji 2




Ir. Armin Sofijan, M.T.  
NIP. 196411031995121001

Dosen Penguji 3



Hj. Rahmawati, S.T.,M.T.  
NIP.197711262003122001

Dosen Penguji 4



Hermawati, ST.,MT.  
NIP. 197708102001122001

Mengetahui,  
Dosen Pembimbing



Caroline, S.T., M.T.  
NIP. 197701252003122002