

**ANALISIS PENGARUH KAPASITOR BANK DALAM UPAYA  
MENGOPTIMALKAN PEMAKAIAN ENERGI DAN MENGHEMAT  
BIAYA KVARH PADA PELANGGAN PLN UP3 PEKALONGAN**

**Tesis**

Untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat pendidikan Strata Dua (S-2)  
Sebagai Magister Energi pada Program Studi Magister Energi



**Disusun Oleh :**

**DAVID RONALDO**

**NIM: 30000516420016**

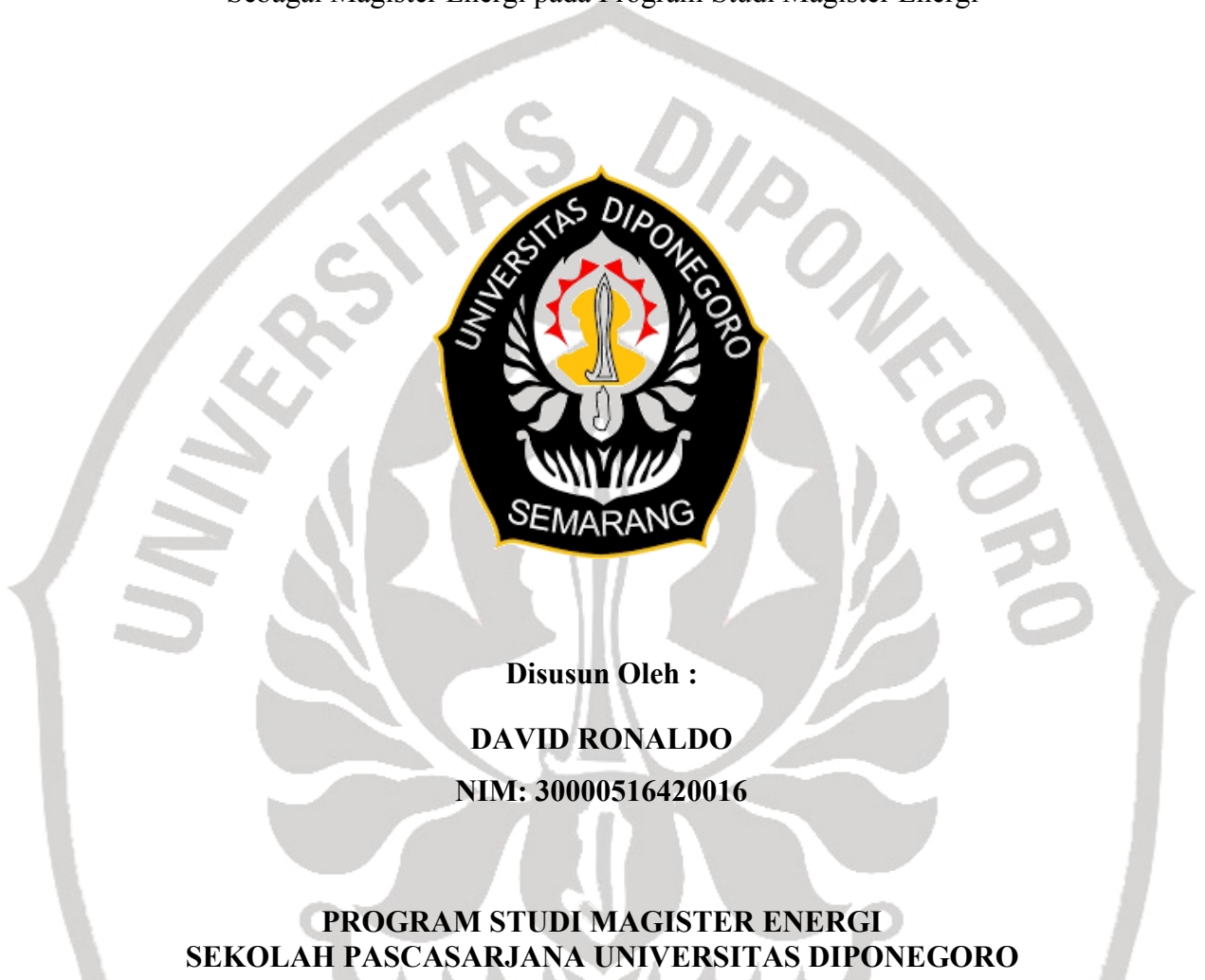
**PROGRAM STUDI MAGISTER ENERGI  
SEKOLAH PASCASARJANA UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG**

**FEBRUARI, 2021**

**ANALISIS PENGARUH KAPASITOR BANK DALAM UPAYA  
MENGOPTIMALKAN PEMAKAIAN ENERGI DAN MENGHEMAT  
BIAYA KVARH PADA PELANGGAN PLN UP3 PEKALONGAN**

## **Tesis**

Untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat pendidikan Strata Dua (S-2)  
Sebagai Magister Energi pada Program Studi Magister Energi



**Disusun Oleh :**

**DAVID RONALDO**

**NIM: 30000516420016**

**PROGRAM STUDI MAGISTER ENERGI  
SEKOLAH PASCASARJANA UNIVERSITAS DIPONEGORO**

### **PERNYATAAN ORISINALITAS**

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tesis ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.



**HALAMAN PENGESAHAN**

**TESIS**

**ANALISIS PENGARUH KAPASITOR BANK DALAM UPAYA  
MENGOPTIMALKAN PEMAKAIAN ENERGI DAN MENGHEMAT  
BIAYA KVARH PADA PELANGGAN PLN UP3 PEKALONGAN**

**Disusun Oleh :**  
DAVID RONALDO  
(NIM: 30000516420016)

**Telah diujikan dan dinyatakan lulus oleh Tim Penguji  
Pada tanggal 06 Februari 2021**

**Dosen Pembimbing I**

**(Dr. Ir. Jaka Windarta, M.T.)  
NIP. 196405261989031002**

**Penguji I**

**(Mochammad Facta, S.T, M.T, Ph.D)  
NIP.197106161999031003**

**Dosen Pembimbing II**

**(Dr. Singgih Saptadi, S.T, M.T.)  
NIP.197403162001121001**

**Penguji II**

**(Dr. Jaka Aminata, S.E, M.A)  
NIP.197209172002121001**

**Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Magister Energi  
Tanggal 6 Februari 2021**

**Kaprodi Magister Energi**

**Dekan Sekolah Pascasarjana**

**(Dr. Ir. Jaka Windarta, M.T.)**

**(Dr. RB Sularto, S.H, M.Hum)**

**PERNYATAAN PERSETUJUAN**  
**PUBLIKASI TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Mahasiswa : David Ronaldo  
NIM : 30000516420016  
Program Studi : Magister Energi  
Sekolah : Program Pascasarjana  
Jenis Karya : Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro Hak Bebas Royalti Noneksklusif atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Analisis Pengaruh Kapasitor Bank Dalam Upaya Mengoptimalkan Pemakaian Energi dan Menghemat Biaya kVARH Pada Pelanggan PLN UP3 Pekalongan.

Beserta perangkat yang ada. Dengan Hak bebas Royalty Noneksklusif ini Program Studi Magister Energi Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database) merawat, dan mempublikasikan tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

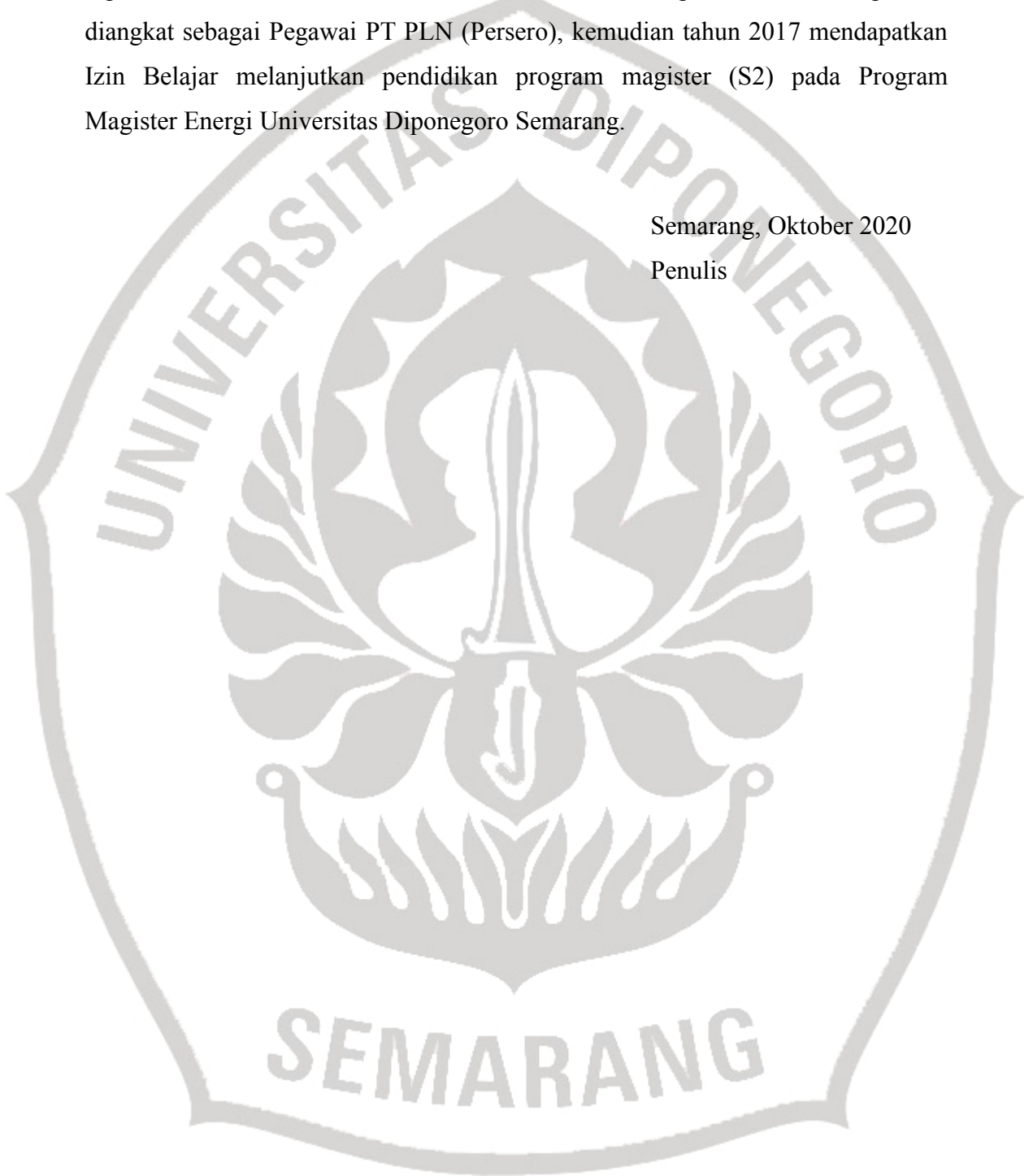
Dibuat di : Semarang  
Pada tanggal : **6 Februari 2021**  
Yang menyatakan

  
David Ronaldo  
NIM. 30000516420016

**David Ronaldo**, lahir di Jakarta, pada tanggal 27 November 1982. Setelah lulus S1 pada tahun 2004, penulis kemudian bekerja di beberapa perusahaan swasta seperti *PT. Astra Internasional*, *PT. Areva T&D*, dan pada tahun 2008 penulis diangkat sebagai Pegawai PT PLN (Persero), kemudian tahun 2017 mendapatkan Izin Belajar melanjutkan pendidikan program magister (S2) pada Program Magister Energi Universitas Diponegoro Semarang.

Semarang, Oktober 2020

Penulis



## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang selalu melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul "*Analisis Pengaruh Kapasitor Bank dalam upaya Mengoptimalkan Pemakaian Energi dan menghemat Biaya Kelebihan kVarh pada pelanggan PLN UP3 Pekalongan*". Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Energi pada Program Studi Magister Energi, Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro Semarang.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membimbing, memberi bantuan, arahan dan saran dalam penyusunan tesis ini yaitu kepada:

1. Dr. Ir Jaka Windarta, MT, selaku Dosen Pembimbing Pertama atas waktu, tenaga, petunjuk, dan bantuannya dalam membimbing penulis mengerjakan tesis.
2. Dr. Singgih Saptadi, S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing Kedua atas semua arahan dan petunjuk dalam membimbing penulis mengerjakan tesis.
3. Almarhum Ayah, Ibu, Istri, anak, serta keluarga yang selalu memberikan dukungan terbaik tanpa Lelah.
4. Seluruh rekan kerja di PT PLN (Persero) yang membantu dalam mengolah dan menyajikan data untuk tesis ini.

Akhir kata apabila terdapat kekurangan dalam penyusunan tesis ini, penulis memohon maaf, dan akan menerima semua bentuk saran dan kritik yang membangun guna penyempurnaan dan pengembangan tesis ini. Semoga Allah SWT meridhai usaha penyusunan tesis ini.

Semarang, Februari 2021

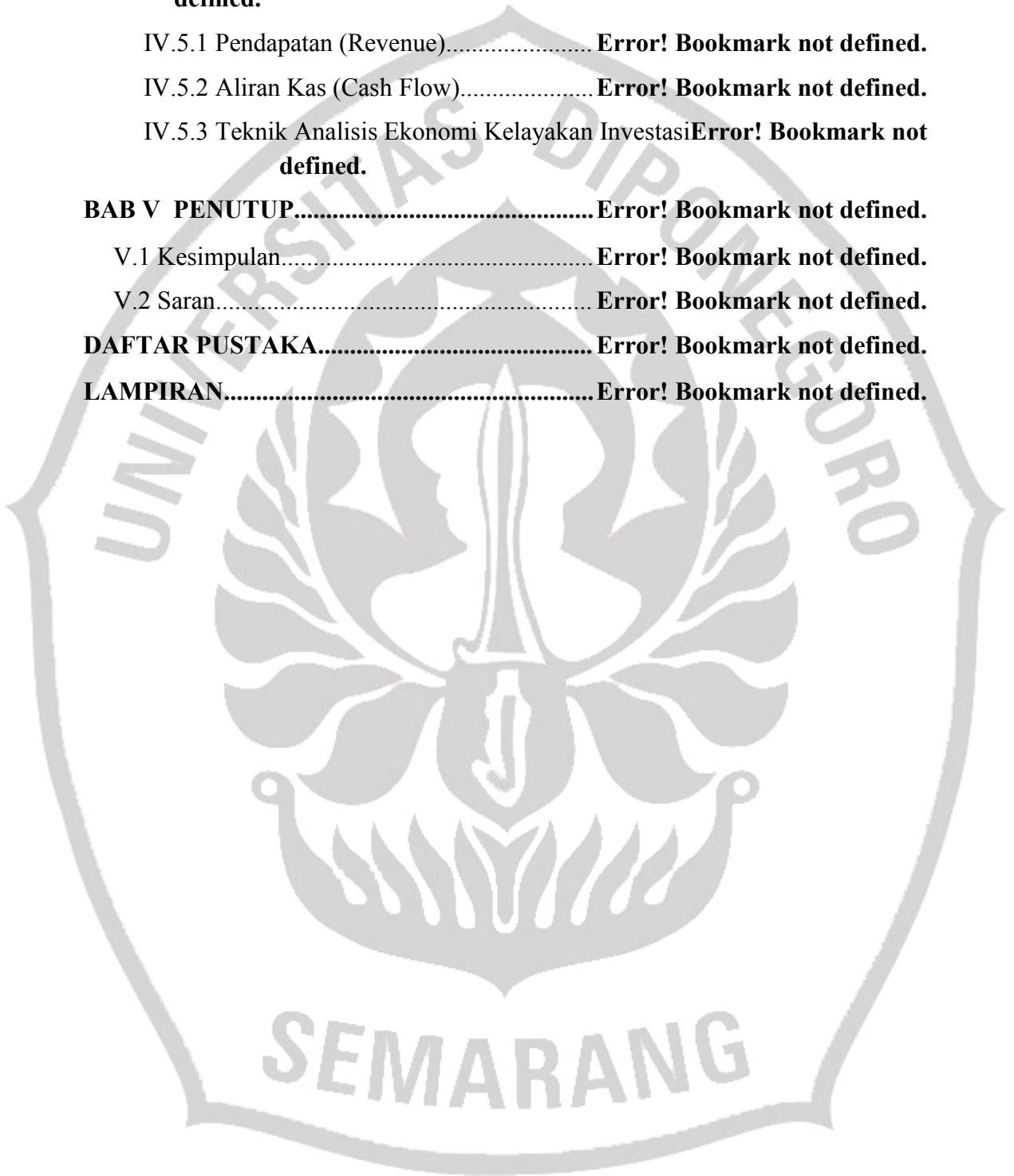
Penulis

## DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN TESIS.....	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TESIS.....	v
RIWAYAT HIDUP.....	v
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR NOTASI.....	xiii
ABSTRAK.....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
I.1 Latar Belakang.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
I.2 Perumusan Masalah.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
I.3 Tujuan Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
I.4 Manfaat Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
I.5 Batasan Masalah.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
I.6 Originalitas Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.1 Pengaruh Kapasitor Bank dalam mengoptimalkan energi.	<b>Error!</b>
<b>Bookmark not defined.</b>	
II.2 Kompensasi Daya Reaktif dengan daya semu (kVA) dan Aktiv (KW)	
.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.3 Kapasitor Bank.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.4 Metode Aliran Daya Reaktif dan Penentuan Rating Kapasitor.	<b>Error!</b>
<b>Bookmark not defined.</b>	
II.5 Analisis Keekonomian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.5.1. Aliran Kas (Cash Flow).....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.5.2. Pendapatan (Revenue).....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.5.3. Teknik Analisis Ekonomi Kelayakan Investasi	<b>Error! Bookmark not</b>
<b>defined.</b>	

II.6 Studi Aliran Daya Listrik.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.6.1 Konsep Perhitungan Aliran Daya.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.6.2 Kondisi Kelistrikan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
II.7 Simulasi ETAP.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
III.1 Lokasi Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
III.2 Jenis penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
III.3 Kerangka Pikir Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
III.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
III.5 Variabel penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
III.6 Teknik Pengumpulan Data.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
III.7 Teknik Analisis Data.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
III.8 Instrumentasi Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
III.9 Jadwal Pelaksanaan Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>BAB IV HASIL PERANCANGAN DAN PEMBAHASAN...Error! Bookmark not defined.</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
IV.1 Data dan Spesifikasi Peralatan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
IV.1.1 Single Line Diagram PT Ronny Aquario Perkasa..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
IV.1.2 Jaw Crusher.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
IV.1.3 Vibrating Feeder.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
IV.1.4 Cone Crusher.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
IV.1.5 Belt Conveyor.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
IV.1.6 Vibrating Screen.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
IV.1.7 Peralatan Pendukung.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
IV.1.8 Total Daya Terpasang.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
IV.2 Data Pengukuran.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
IV.3 Perhitungan Perbaikan Faktor Daya.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
IV.4 Simulasi Aliran Daya di Etap 16.0.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
IV.4.1 Kondisi Eksisting.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
IV.4.2 Hasil Simulasi Capasitor Bank.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

IV.4.3 Validasi Hasil Simulasi.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
IV.5 Perhitungan Nilai Ekonomi Capacitor Bank	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
IV.5.1 Pendapatan (Revenue).....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
IV.5.2 Aliran Kas (Cash Flow).....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
IV.5.3 Teknik Analisis Ekonomi Kelayakan Investasi	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
V.1 Kesimpulan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
V.2 Saran.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel 1 Ringkasan Penelitian Terdahulu.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 2 Rating Kapasitor yang umum.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 3 Tipe bus dalam sistem tenaga listrik.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4 Jadwal penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 5 Spesifikasi Jaw Crusher.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 6 Spesifikasi Vibrating Feeder.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 7 Spesifikasi Cone Crusher.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 8 Spesifikasi Belt Conveyor.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 9 Spesifikasi Vibrating Screen.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 10 Spesifikasi Peralatan Pendukung.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 11 Total Daya Terpasang.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 12 Hasil pengukuran pada PT Ronny Aquario Perkasa.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 13 Load flow report kondisi eksisting.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 13 Load flow report kondisi eksisting.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 14 Load flow report kondisi beban 25%.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 16 Load flow report kondisi beban maksimum.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 17 Validasi hasil pengukuran dan simulasi..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 18 Penggantian material rusak.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 19 Biaya pemeliharaan capasitor bank.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 20 Pendapatan dari pemasangan capasitor bank.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 21 Pendapatan dari pemasangan capasitor bank beban 100%	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 22 Cash Flow.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 23 Cash Flow beban 100%.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 24 Hasil perhitungan aspek ekonomi.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## DAFTAR GAMBAR

- Gambar 1 Diagram Daya Reaktif dengan KVA sebagai referensi **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2 Diagram daya Reaktif dengan kW sebagai referensi..**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3 Gambar diagram pemasangan kapasitor seri **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4 Gambar diagram pemasangan kapasitor shunt**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 5 Profil Tegangan Waleri 10..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 6 Lembar kerja ETAP 16.0.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 7 Kerangka Pikir Penelitian.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 8 Single line diagram PT Ronny Aquario Perkasa. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 9 Setting beban pada etap 16.0..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 10 Setting capasitor bank pada etap 16.0. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 11 Single line diagram PT Ronny Aquario Perkasa**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 12 Aliran daya dengan kondisi eksisting..**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 13 Aliran daya dengan kondisi eksisting..**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 14 Aliran daya beban 25% dengan capasitor bank 35 %.**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 15 Aliran daya PT Ronny Aquario Perkasa dengan capasitor bank. **Error! Bookmark not defined.**

## DAFTAR NOTASI

- PLN Singkatan dari PT. PLN (Persero) Unit Pelaksana Pelayanan
- UP3 : Pelanggan yaitu unit bisnis PLN dibawah PT. PLN (Persero) Distribusi Jawa Tengah dan DI Yogyakarta
- PLN ULP: Singkatan dari PT. PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan yaitu unit bisnis PLN dibawah PT. PLN (Persero) UP3
- GI: Singkatan dari Gardu Induk yaitu pusat beban PT. PLN (Persero) yang berfungsi sebagai sumber tenaga listrik yang siap disalurkan melalui penyulang distribusi ke seluruh konsumen.
- APP : Singkatan Alat Pengukur dan Pembatas daya, yaitu seperangkat alat yang dipakai untuk transaksi energi kWh, kVARh, pembatas daya Volt-Amper yang diletakkan di masing-masing konsumen.
- KWH : Singkatan dari kilo Watt hours, yaitu satuan energi listrik yang dialirkan ataupun diserap dalam waktu tertentu.
- kVA : Singkatan kilo Volt Amper, yaitu satuan energi daya semu yang disediakan oleh PT. PLN (Persero) sebagai daya kontrak.
- kVAR : Singkatan dari kilo Volt Amper Reaktif, yaitu satuan daya listrik reaktif. Daya reaktif memiliki dua sifat induktif dan kapasitif.
- kW : Singkatan dari kilo Watt, yaitu satuan daya aktif yang tersedia pada pembangkit maupun pada beban.
- kVARh : Singkatan dari kilo Volt Amper Reaktif hours, yaitu besarnya daya reaktif dalam waktu tertentu, baik yang disalurkan dari pembangkit

ataupun yang diserap oleh konsumen.

Cos Q : Adalah Cosinus sudut Q, yaitu perbandingan antara besarnya daya aktif dibanding dengandaya semu.

Sin Q : Adalah Sinus sudut Q, yaitu perbandingan antara besarnya daya reaktif dengan daya semu.

Tan Q : Adalah tangen sudut Q, yaitu perbandingan antara besarnya daya reaktif dan daya aktif.

### **ABSTRAK**

PT Ronny Aquario Perkasa mengalami kelebihan pemakaian daya reaktif (kVARh) pada bulan Juli 2017 s/d Juni 2018 sehingga PT Ronny Aquario Perkasa harus membayarkan denda kVARh sebesar Rp 301.702.151,- kepada PT PLN. Dengan demikian perlu dipasang sebuah Capacitor Bank pada PT Ronny Aquario Perkasa untuk menekan penggunaan daya reaktif sehingga PT Ronny Aquario Perkasa tidak lagi diharuskan membayar denda kVARh. Pemasangan capacitor bank pada pabrik PT Ronny Aquario Perkasa menyebabkan pengeluaran pabrik untuk biaya penggunaan listrik akan semakin berkurang. Namun pemasangan capacitor bank membutuhkan sejumlah uang untuk membeli dan biaya pemasangan. Setelah dilakukan analisis feasibility study (FS) dengan metode Net Present Value (NPV), Benefit – Cost Ratio (B-CR), Payback Period (PP), dan Biaya Siklus Hidup (Life Cycle Cost) untuk menghitung kelayakan investasi yang dilakukan oleh PT Ronny Aquario Perkasa, didapatkan hasil investasi pemasangan capacitor bank pada PT Ronny Aquario Perkasa layak untuk dilaksanakan.

Kata Kunci : Capacitor Bank, Daya Reaktif, Investasi

