

# ANALISIS INVESTASI TRANSFORMATOR 150/20 kV PADA GARDU INDUK 150 kV LAWANG PT.PLN (PERSERO) P3B JAWA BALI APP MALANG

*Try Setyo Irfanullah<sup>1</sup>, Bambang Dwisulo<sup>2</sup>, H. M. Taqijuddin Alawy<sup>3</sup>*  
*Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang, Jl. MT. Haryono 193 Malang*  
[setyo.irfanul@gmail.com](mailto:setyo.irfanul@gmail.com)

## ABSTRAK

*Pertumbuhan tingkat ekonomi dan pertumbuhan masyarakat kelas menengah merupakan faktor utama penentu meningkatnya konsumsi energi listrik. Pertumbuhan 1% ekonomi membutuhkan 2% pertumbuhan listrik, di Indonesia rata-rata kebutuhan listrik 8,4% per tahun, dipicu pertumbuhan ekonomi nasional rata-rata 6% per tahun. Untuk meng-cover pertumbuhan konsumsi energi listrik, dibutuhkan pasokan listrik sekitar 5.700 Mega Watt (MW) per tahun dan investasi US\$12.5 Miliar untuk membangun infrastruktur kelistrikan. Penetapan tarif dasar listrik dari penjualan energi tersalur (kwh) yang naik secara periodik bertujuan agar PT. PLN (Persero) memperoleh pendapatan yang dapat digunakan untuk membiayai sebagian besar perusahaan energi listrik, meliputi biaya-biaya pada sektor pembangkitan, transmisi, distribusi, operasional dan pengelolaan, modal menambah aset, serta perawatan dan pemeliharaan rutin aset-aset tersebut. PT. PLN (Persero) P3B Jawa Bali APP Malang sebagai pengelola transmisi dan Gardu Induk yang bertujuan untuk pusat peyaluran dan pengaturan beban di Malang, mengharuskan melakukan penambahan kapasitas Transformator di Gardu Induk 150kV Lawang karena total pembebanan 2 Transformator 150/20 kV yang dimiliki mencapai 80% lebih dari kemampuan total 60 Mega Volt Ampere (MVA). Untuk itu dilakukan analisis kriteria investasi dari 2 alternatif investasi, yaitu menambah 1 Bay Transformator atau Uprating salah satu Transformator. Dengan menggunakan metode perhitungan kriteria investasi NPV, IRR, NBC dan PP dicapai kesimpulan dari penelitian ini yaitu dengan Uprating salah satu Transformator 150/20 kV yang terpasang dari daya 30MVA menjadi 60MVA.*

*Kata Kunci : Investasi, Transformator 150/20 kV, energi tersalur (kwh), Mega Volt Ampere.*

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pola rutinitas kehidupan manusia modern yang tidak terlepas dari penggunaan energi listrik menjadikan kebutuhan akan energi listrik semakin meningkat. Pertumbuhan 1% ekonomi membutuhkan 2% pertumbuhan listrik, sedangkan di Indonesia rata-rata kebutuhan listrik 8,4% per tahun, hal ini antara lain dipicu pertumbuhan ekonomi nasional yang rata-rata berada di angka 6% per tahun.

Hingga akhir tahun 2013, tingkat rasio elektrifikasi (RE) di Indonesia mencapai 80. Sebagai contoh, beban puncak pemakaian listrik di sistem kelistrikan Jawa Madura Bali (Jamali) mencapai record tertinggi sebesar 22.974 Mega Watt (MW) pada hari Kamis 24 April 2014 pukul 18.00 WIB, naik 407 Mega Watt (MW) atau 1.8% dari beban tertinggi tahun lalu sebesar 22.567 Mega Watt (MW) pada bulan Oktober 2013 .

Saat ini, jumlah pelanggan PLN di seluruh Indonesia 54.608.945 (Februari 2014). Lebih dari 90% adalah pelanggan rumah tangga. Dari sisi konsumsi listrik, masih didominasi kebutuhan rumah tangga sebesar 41%, industri 34%, bisnis 19%, dan sisanya pelanggan lain. Untuk meng-cover pertumbuhan konsumsi listrik itu, dibutuhkan tambahan pasokan listrik sekitar 5.700MW dari pembangkit baru setiap tahun. Untuk itu dibutuhkan investasi US\$12.5 Miliar untuk

membangun infrastruktur kelistrikan (*sumber: Humas PLN Pusat. 2014. Berpayah-payah demi pelayanan. Majalah Fokus. April 2014. Hlm.7).*

Sebagai langkah awal dalam usaha pengembangan sistem ketenagalistrikan tersebut adalah dengan memperhitungkan suatu perkiraan biaya mengenai besarnya kebutuhan energi listrik pada tahun-tahun mendatang. Penetapan tarif dasar listrik yang naik secara periodik bertujuan agar PT. PLN (Persero) memperoleh pendapatan yang dapat digunakan untuk membiayai sebagian besar perusahaan energi listrik, yang meliputi biaya-biaya pada sektor pembangkitan, transmisi, distribusi, operasional dan pengelolaan, modal menambah aset, serta perawatan dan pemeliharaan rutin aset-aset tersebut. Sehingga sebagai satu-satunya BUMN yang mengelola sistem ketenagalistrikan, PT. PLN (Persero) dapat mengetahui besarnya biaya untuk menjamin kelangsungan penyaluran energi listrik yang diperlukan, dan perencanaan waktu yang tepat untuk melakukan penambahan aset-aset sistem ketenagalistrikan tersebut. Terhitung mulai 1 Juli 2010, TDL Indonesia telah mengalami penyesuaian dengan kenaikan rata-rata 10%. Pada tahun 2013, kenaikan tarif tenaga listrik (TTL) dinilai sukses, karena 73% penjualan listrik sudah memakai harga lebih dari 70% biaya pokok produksi (BPP). (*sumber: Humas PLN Pusat. 2014.*

*Hapus Subsidi Bagi Industri Mampu. Majalah Fokus. Februari 2014. Hlm.17).*

Untuk memenuhi permintaan pasokan energi listrik, pihak pemerintah dan PT. PLN (Persero) terus berusaha menambah atau membangun infrastruktur-infrastruktur baru di sisi pembangkit, transmisi, dan distribusi agar selalu tersedia pasokan listrik secara kontinyu tanpa padam. Hal tersebut mengharuskan di sektor transmisi melakukan penambahan Transformator baru di Gardu Induk dengan daya cadangan operasi sebesar 30% untuk mengantisipasi pemeliharaan infrastruktur, gangguan sistem, dan lonjakan beban agar pemenuhan dan pelayanan kebutuhan listrik kepada pelanggan semakin handal.

PT. PLN (Persero) P3B Jawa Bali APP Malang sebagai pengelola transmisi dan Gardu Induk yang bertujuan untuk pusat peyaluran dan pengaturan beban di Malang. Salah satu Gardu Induk yang diharuskan menambah kapasitas Transformatornya adalah Gardu Induk 150kV Lawang dengan total pembebanan kedua Transformator 150/20 kV yang dimiliki saat ini sudah mencapai lebih 80% dari kemampuan total kapasitas Transformator 150/20 kV terpasang, yaitu 60 Mega Volt Ampere (MVA).

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas maka permasalahan yang akan dibahas adalah:

1. Bagaimana perhitungan total penjualan energi tersalur (*kwh*) dari kedua *Transformator 150/20kV* pada PT. PLN (Persero) P3B Jawa Bali APP Malang Gardu Induk 150kV Lawang?
2. Mana yang lebih sesuai dan menguntungkan antara kedua investasi penambahan sebuah *Bay Transformator 150/20kV* atau *Uprating (penambahan Daya MVA) Transformator 150/20kV yang terpasang* ditinjau dari perhitungan kriteria analisis investasi biaya penanaman modal di awal pembangunan dengan penjualan *kwh* (dalam Rupiah) tersalur yg dihasilkan?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Menghindari pemborosan sumber daya, yaitu menggunakan *Bay Transformator 150/20kV* dengan spesifikasi peralatan terpasang yang sesuai dengan kebutuhan sistem ketenagalistrikan.
2. Menganalisis kriteria investasi keuangan pada alternatif investasi penambahan *Bay Transformator 150/20kV* dan *Uprating Transformator 150/20kV* tersebut dengan mengetahui tingkat keuntungan yang dapat dicapai melalui rata-rata perhitungan energi tersalur (*kwh*) tersalur (dalam Rupiah).
3. Menganalisis penilaian terhadap alternatif investasi penambahan *Bay Transformator 150/20kV* atau *Uprating Transformator 150/20kV* yang ada sehingga kita dapat memilih

alternatif proyek penambahan *Bay Transformator 150/20kV* atau *Uprating Transformator 150/20kV* yang paling menguntungkan.

## **1.4 Landasan Teori**

Hasil studi kelayakan bisnis berupa dokumentasi lengkap dalam bentuk tertulis yang memperlihatkan bagaimana rencana bisnis memiliki nilai-nilai positif bagi aspek-aspek yang diteliti, sehingga akan dinyatakan sebagai proyek bisnis yang layak. Adapun manfaat studi kelayakan bisnis.

Pengambilan keputusan proyek investasi terutama didasarkan pada pertimbangan ekonomis. Secara ekonomis apakah suatu investasi layak atau tidak dilaksanakan dapat dihitung dengan beberapa metode penilaian atau kriteria proyek investasi.

### **1.4.1. Analisa kriteria investasi**

Investasi merupakan penanaman dana yang dilakukan oleh suatu perusahaan ke dalam suatu aset (aktiva) dengan harapan memperoleh pendapatan di masa yang akan datang. Di dalam buku "Manajemen" yang diedit oleh Ali Basyah Siregar dan TMA Ari Samadhi, dituliskan bahwa investasi dapat diartikan sebagai penggunaan sumber daya. Dengan demikian, di satu pihak investasi merupakan suatu pengeluaran yang akan meningkatkan aktiva bagi perusahaan, di lain pihak investasi juga akan memberikan harapan suatu pengembalian (return) tertentu.

Investasi dilihat dari jenis aktivitya atau obyek investasinya, dibedakan ke dalam 3 jenis investasi : investasi pada aktiva riil, investasi pada aktiva finansial dan immateriil. Investasi pada aktiva riil misalnya investasi dalam tanah, gedung, mesin dan peralatan-peralatan. Investasi pada aktiva finansial misalnya investasi ke dalam surat-surat berharga. Investasi pada aktiva immateriil misalnya investasi ke dalam studi kelayakan, penelitian, pengembangan dan promosi.

Investasi berdasarkan tujuan yang ditetapkan, dapat dibagi menjadi 5 jenis :

1. investasi untuk pembangunan, pengadaan baru atau pendirian
2. investasi untuk perbaikan dan pemeliharaan sistem
3. investasi untuk rasionalisasi dalam rangka peningkatan efisiensi kerja dalam industri / perusahaan.
4. Investasi lanjutan / tambahan dalam rangka pengembangan atau penyempurnaan sistem.
5. Investasi untuk sosial dan keselamatan kerja.

Perlu digaris bawahi bahwa pembagian atau pengklasifikasian investasi menjadi beberapa macam dan jenis tersebut, masing2 bukan sebagai alternatif, melainkan bersifat aditif atau menambahkan dalam artian saling melengkapi satu sama lain.

Investasi dilihat dari jangka waktunya, dibedakan menjadi 3 macam yaitu investasi jangka pendek, investasi jangka menengah dan investasi jangka panjang. Keputusan investasi mempunyai dimensi

waktu jangka panjang, sehingga keputusan yang diambil harus dipertimbangkan dengan baik karena mempunyai konsekuensi berjangka panjang pula. Keputusan investasi sangat penting artinya bagi kelangsungan hidup perusahaan, karena keputusan investasi menyangkut dana yang digunakan untuk investasi, jenis investasi yang akan dilakukan, pengembalian investasi dan risiko investasi yang mungkin timbul.

Perencanaan terhadap keputusan investasi sangat penting karena beberapa alasan sebagai berikut:

- a. Dana yang dikeluarkan untuk keperluan investasi, relatif sangat besar dan tidak dapat diperoleh kembali dalam jangka pendek.
- b. Dana yang dikeluarkan akan terikat dalam jangka panjang, sehingga untuk bisa memperoleh kembali dana yang telah diinvestasikan memerlukan jangka waktu yang lama.
- c. Keputusan investasi menyangkut harapan terhadap hasil keuntungan di masa yang akan datang. Keputusan investasi ini diharapkan memperoleh penerimaan yang dihasilkan dari investasi tersebut yang dapat menutup biaya-biaya yang dikeluarkannya.
- d. Keputusan investasi berjangka panjang, sehingga kesalahan dalam pengambilan keputusan akan mempunyai akibat yang panjang dan berat serta tidak dapat diperbaiki tanpa adanya kerugian yang besar.

Secara umum terdapat 5 (lima) metode analisis yang bisa digunakan untuk membandingkan alternatif dari berbagai rencana investasi, masing-masing kriteria tersebut mempunyai spesifikasi serta kelebihan – kelemahan tertentu, sehingga manajemen harus memutuskan kriteria mana yang sesuai dengan situasi dan kondisi yang dihadapi. 3 (tiga) kriteria pertama secara teoritis dapat dipertanggung jawabkan untuk digunakan sebagai indikator kelayakan ekonomis.

#### 1.4.2. Perhitungan Net Present Value (NPV)

Analisis *Net Present Value* (NPV) bisa disebut ANS (Analisis Nilai Sekarang) merupakan salah satu metode analisis investasi untuk menentukan layak atau tidaknya investasi pada suatu proyek dengan membandingkan beberapa alternatif investasi dengan menilai konsekuensinya pada saat ini. Secara matematis, definisi *Net Present Value* (NPV) adalah akumulasi dari nilai sekarang dari semua penerimaan bersih setelah dikurangi oleh pengeluaran / biaya produksi selama umur investasi.

Pada analisis *Net Present Value* (NPV) semua pengeluaran dan penerimaan dalam *cash flow* (aliran kas) yang terjadi di masa yang akan datang dikonversi menjadi Nilai Sekarang (Present Value) dan dijumlahkan sehingga diperoleh akumulasi nilai sekarang dari seluruh aliran kas yang terjadi selama umur investasi. *Net Present Value* menunjukkan dasar perhitungan nilai sekarang atau nilai tunai dari selisih antara semua pemasukan atau penerimaan uang dengan

pembiayaan atau pengeluaran uang, selama periode usaha yang direncanakan. .

Dengan rumus sebagai berikut

$$NPV = I_0 + I_1/(1+r) + I_2/(1+r)^2 + I_3/(1+r)^3 + \dots + I_n/(1+r)^n$$

**Tabel 1.1**  
**Arti Perhitungan NPV**

Bila	Arti	Makna
NPV > 0	Investasi yang dilakukan memberikan manfaat bagi perusahaan	Proyek bisa dijalankan
NPV < 0	Investasi yang dilakukan akan mengakibatkan kerugian bagi perusahaan	Proyek ditolak
NPV = 0	Investasi yang dilakukan tidak mengakibatkan perusahaan untung ataupun rugi	Jika proyek dilaksanakan atau tidak dilaksanakan, tidak berpengaruh pada keuangan perusahaan. Keputusan harus ditetapkan dengan menggunakan kriteria lain misalnya dampak investasi terhadap positioning perusahaan.

Sumber: Hanafi, Mamduh, *Manajemen Keuangan*

Kaidah yang berlaku adalah “makin tinggi nilai sekarang bersih yang diperoleh, makin menguntungkan secara ekonomis investasi usaha yang direncanakan”.

#### 1.4.3. Perhitungan Internal Rate of Return (IRR)

Analisis *Internal Rate of Return* (IRR) bisa disebut ALP (Analisis Laju Pengembalian) merupakan salah satu metode analisis investasi untuk mendapatkan nilai suku bunga tertentu yang dapat mengakibatkan nilai total pemasukan sama dengan nilai total pengeluaran, dapat dilakukan perhitungan berdasarkan nilai sekarang. Secara sistematis dapat dibuat beberapa persamaan :

$$NSB = 0$$

$$NS \text{ pemasukan} - NS \text{ pengeluaran} = 0$$

$$NS \text{ pemasukan} / NS \text{ pengeluaran} = 1$$

Penyelesaian perhitungan IRR bisa didapat dengan cara mencoba memasukkan nilai r hingga NS pemasukan – NS pengeluaran = 0, atau dengan cara interpolasi yaitu memasukkan nilai r yang cukup rendah sehingga NPV positif kemudian memasukkan nilai r yang cukup tinggi sehingga NPV negatif, kemudian menghitung dengan rumus sebagai berikut (<http://web.ipb.ac.id>):

$$IRR = r_1 + ((NPV_1 / (NPV_1 - NPV_2)) \times (r_2 - r_1))$$

Nilai IRR tidak selalu ada, atau nilainya bisa tak terhitung apabila :

1. Jika PV positif semua.
2. Jika PV negatif semua.
3. Jika PV positif ada di tahun awal, sedangkan PV negatif ada di tahun akhir.

Secara ekonomi dianggap layak apabila  $IRR > MARR$  (minimum Attractive Rate of Return), maka sebaliknya jika  $IRR < MARR$  maka usaha / investasi tersebut dianggap kurang layak. Perlu diingat bahwa kelayakan ekonomis yang dimaksud disini masih hanya ditinjau dari segi finansialnya saja.

#### 1.4.4. Perhitungan Nett Benefit Cost (NBC)

Analisis *Nett Benefit Cost (NBC)* bisa disebut RMB (Analisis Rasio Manfaat Biaya) merupakan salah satu metode analisis investasi untuk mengetahui perbandingan antara total pendapatan atau pemasukan (manfaat) dengan total pembiayaan atau pengeluaran (biaya) dalam suatu periode tertentu. Perhitungan NBC atau RMB dapat dilakukan dengan berdasarkan nilai sekarang (present value), untuk mengetahui besarnya menggunakan rumus sebagai berikut : (Siregar A.B& Samadhi A. TMA (editor) 1987)

$$NBC / RMB = NS \text{ masukan} / NS \text{ pengeluaran}$$

Alternatif usaha / investasi layak dilaksanakan apabila memiliki nilai  $NBC > 1$ , dan makin tinggi nilai NBC makin menguntungkan rencana usaha / investasi yang akan dilakukan. Pada implementasinya,  $NBC / RMB$  sering dimanfaatkan untuk memperkuat NPV / ANS (Analisis Nilai Sekarang) suatu rencana usaha / investasi.

#### 1.4.5. Perhitungan Payback Period (PP)

Analisis *Payback Period (PP)* bisa disebut APP (Analisis Periode Pengembalian) merupakan salah satu metode analisis investasi untuk mengetahui lama waktu yang dibutuhkan agar nilai total pemasukan sama dengan nilai penerimaan. Analisis metode ini sering dimanfaatkan untuk melakukan pendekatan awal atas suatu usaha / investasi yang direncanakan (Kasmir dan Jakfar.2007).

Periode *Payback* menunjukkan berapa lama dalam beberapa tahun suatu investasi akan bisa kembali. Periode *Payback* menunjukkan perbandingan antara *initial investment* dengan aliran kas tahunan.

Rumus periode pengembalian jika arus kas per tahun jumlahnya berbeda

$$\text{Payback Periode} = n + \frac{a-b}{c-b} \times 1 \text{ tahun}$$

Jika periode pengembalian lebih cepat, maka investasi layak

Jika periode pengembalian lebih lama, maka investasi tidak layak

Jika usulan proyek investasi lebih dari satu maka periode pengembalian yang lebih cepat yang dipilih

Apabila periode *payback* kurang dari suatu periode yang telah ditentukan proyek tersebut diterima, apabila tidak proyek tersebut ditolak. Jangka waktu yang dibutuhkan untuk mengembalikan nilai investasi melalui penerimaan-penerimaan yang dihasilkan oleh proyek investasi tersebut juga untuk mengukur kecepatan kembalinya dana investasi. Jadi, kriteria penentu alternatif terbaik adalah pada periode pengembalian yang terpendek, yaitu titik waktu saat mana total pemasukan / pendapatan sama dengan total pengeluaran / pembiayaan.

## 2. RANCANGAN PENELITIAN

### 2.1. Kondisi sistem ketenagalistrikan di Indonesia

Sistem ketenagalistrikan adalah sekumpulan pusat listrik dan gardu induk (pusat beban) yang satu sama lain dihubungkan oleh jaringan transmisi sehingga merupakan sebuah kesatuan interkoneksi. Di dalam suatu sistem tenaga listrik terdapat beberapa komponen utama yaitu; Sistem Pembangkitan, Sistem Transmisi dan Sistem Distribusi.

### 2.2. Perkembangan ketenagalistrikan di wilayah Jawa Timur

Beroperasinya 2 PLTU di wilayah Jatim, yaitu PLTU Jatim 1, unit 1 dan 2 di Pacitan dengan kapasitas 2 x 315 MW dan PLTU Jatim 2, unit 9 di Paiton dengan kapasitas 1 x 660 MW turut menyumbang pasokan listrik di Pulau Jawa diantara 4 pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) yang baru beroperasi di pulau Jawa dengan total kapasitas 2.550MW. Jawa Timur merupakan provinsi dengan pertumbuhan ekonomi terbaik nasional diwakili dengan Surabaya sebagai ibu kota provinsi yang mencapai angka 6,7%, dalam hal kelistrikan mencapai 12%, kemudian penambahan pelanggan yang naik sekitar 500 ribu per tahun, sehingga rasio elektrifikasi di wilayah Jawa Timur tercatat sebesar 75%.

Kapasitas Gardu Induk (GI) pada tahun 2012 sebesar 76.328 Mega Volt Ampere (MVA) juga terus tumbuh rata-rata sebesar 13.4% pertahun sehingga pada tahun 2018 diperkirakan menjadi 162.457 MVA.

### 2.3. Konfigurasi sistem Gardu Induk 150 KV Lawang

Gardu Induk merupakan sub sistem dari sistem ketenagalistrikan yang berfungsi sebagai sistem transmisi tenaga listrik dari sisi pembangkit menuju sistem distribusi. Gardu Induk 150 kV Lawang merupakan Gardu Induk Konvensional yaitu Gardu Induk yang memiliki kompartemen peralatan diluar gedung yang media isolasi antar peralatan bertegangan tersebut adalah udara bebas sehingga memerlukan area / lahan yang cukup luas. Gardu Induk 150 kV lawang memiliki konfigurasi sistem Double Busbar, Busbar yaitu titik bertemunya sejumlah Transmision Line dan Transformator Bay dalam suatu sistem penyaluran ketenagalistrikan di Gardu Induk.

Konfigurasi Gardu Induk 150 kV Lawang adalah sebagai berikut :

1. Transmission Line (T/L Bay) :
  - 1 T/L Bay Bulukandang
  - 1 T/L Bay Bangil
  - 2 T/L Bay Kebonagung 1 dan Kebonagung 2

Th. Operasi : 2005  
 Daya : 30 MVA  
 I nominal : 866 A

2. Transformator Bay (T/R Bay) :
  - T/R Bay 150/20 kV Trafo 1, mensuplay :
    - Penyulang 20 kV Kostrad
    - Penyulang 20 kV Bedali
    - Penyulang 20 kV Nongkojajar
    - Penyulang 20 kV Sumber wuni
    - Penyulang 20 kV Polaman.

- T/R Bay 150/20 kV Trafo 2
  - Penyulang 20 kV Molindo
  - Penyulang 20 kV Sido Bangun
  - Penyulang 20 kV Patal
  - Penyulang 20 kV Minatex

3. 1 Bay kopel 150 kV
4. 1 Bay Kapasitor 150 kV

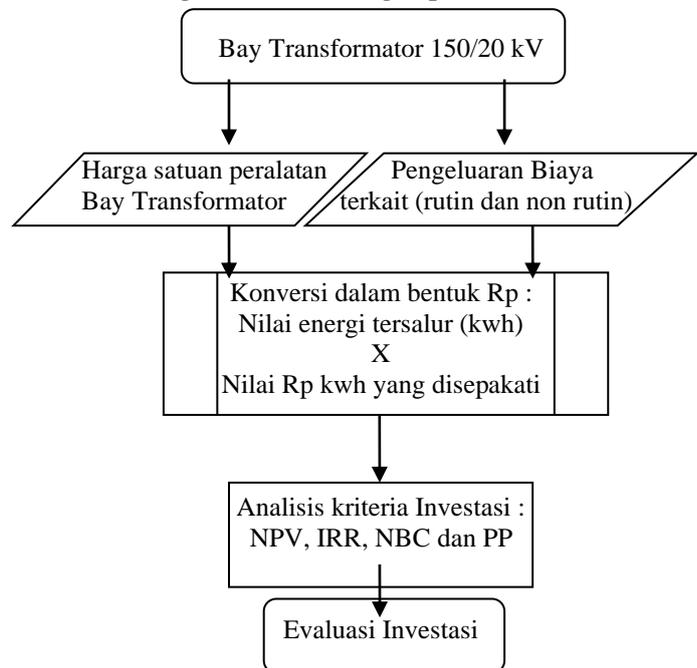
Dalam keadaan normal Gardu Induk Lawang disuplai dari subsistem pembangkit Grati, kemudian untuk keandalan sistem terinterkoneksi melalui Transformator IBT 500/150 kV di Gardu Induk 150 kV Bangil, Gardu Induk 150 kV Bulukandang, Gardu Induk Kebonagung. Sehingga konfigurasi pada Gardu Induk Lawang T/L Bay 150 kV Bulukandang masuk Busbar A untuk mensuplai T/R Bay 150/20 kV Trafo 1 – 30 MVA dan mengirim tegangan ke Gardu Induk 150 kV Kebonagung melalui T/L Bay 150 kV Kebonagung 1. T/L Bay 150 kV Bangil masuk Busbar B untuk mensuplai T/R Bay 150/20 kV Trafo 1 – 30 MVA dan mengirim tegangan ke Gardu Induk 150 kV Kebonagung melalui T/L Bay 150 kV Kebonagung 2.

#### 2.4. Data Transformator 150/20 kV

Pada Gardu Induk 150 KV Lawang, terdapat 2 Transformator Step down 150/20KV dengan total daya terpasang sebesar 60 MVA. Data transformator sebagai berikut :

1. Transformator 1 . 150/20 KV .
  - Merk : HYUNDAI
  - Type : TL-130
  - Vektor group : Yyn0
  - OLTC : Union MA-E/3
  - Sistem Pendingin : ONAN/ONAF
  - Impedansi : 13,24%
  - Th. Pembuatan : 1988
  - Th. Operasi : 2002
  - Daya : 30 MVA
  - I nominal : 866 A
2. Transformator 2 . 150/20 KV.
  - Merk : ASEA
  - Type : P.DOR.30000/170
  - Vektor group : Yyn0
  - OLTC : ASEA UZCRN 250/300
  - Sistem Pendingin : ONAF
  - Impedansi : 11,31%
  - Th. Pembuatan : 2003

#### 2.5. Diagram Alir rancangan penelitian:



Penjelasan Langkah-langkah proses penelitian :

1. Menghitung total nilai investasi dari volume dan harga tiap peralatan yang akan terpasang berdasarkan harga satuan peralatan.
2. Menghitung segala biaya yang timbul karena biaya transportasi, biaya pasang, biaya pemeliharaan rutin dan non rutin serta semua biaya untuk pekerjaan sipil.
3. Menghitung hasil energi tersalur (*kwh*) dari transformator 150/20kV yang terpasang per tahun dan mengkonversi nilai ke energi tersalur (*kwh*) dalam bentuk rupiah dengan cara mengalikan nilai energi tersalur (*kwh*) tersebut dengan nilai rupiah kwh sesuai kesepakatan Tarif Tenaga Listrik (TTL) yang berlaku.
4. Mengitung NPV, IRR, NBC dan PP, kemudian dijadikan dasar analisis kriteria investasi keuangan pada investasi transformator 150/20 kV tersebut dengan mengetahui tingkat keuntungan yang akan didapat, apakah salah satu alternatif investasi transformator 150/20 kV tersebut layak atau tidak dilaksanakan.
5. Membandingkan hasil yang dicapai terhadap peluang alternatif investasi penambahan Bay Transformator 150/20kV atau *Uprating Transformator 150/20kV* yang ada sehingga kita dapat memilih alternatif investasi yang paling menguntungkan.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Nilai investasi awal

##### 3.1.1. penambahan Bay Transformator 150/20 kV

Dengan total pengadaan peralatan senilai Rp. 18.200.368.000 ditambah dengan jasa transportasi, jasa pasang, pemeliharaan rutin dan non rutin serta biaya untuk pekerjaan sipil, sehingga total investasi awal penambahan bay transformator 150/20 kV tersebut sebesar Rp. 20.683.675.782

##### 3.1.2. Uprating Transformator 150/20 kV

Dengan total pengadaan peralatan senilai Rp. 12.044.096.000 ditambah dengan jasa transportasi, jasa pasang, pemeliharaan rutin dan non rutin serta biaya untuk pekerjaan sipil, sehingga total investasi awal penambahan bay transformator 150/20 kV tersebut sebesar Rp. 14.716.854.727

#### 3.2. Biaya jasa dan material pemeliharaan rutin dan non rutin

##### 3.2.1. Biaya pemeliharaan rutin

Dengan asumsi pembebanan tidak lebih dari 80% setiap hari, maka pabrikan mengklaim umur Transformator 150/20 kV adalah 25 tahun.

Pemeliharaan rutin yang dilakukan untuk menjaga kontinuitas penyaluran sistem ketenagalistrikan pada Transformator 150/20 kV dilakukan setiap 2 tahun 1 kali. Dengan besarnya biaya yang dikeluarkan Rp. 10.447.025

##### 3.2.2. biaya pemeliharaan non rutin

1. 3 bulanan, Total : Rp. 579.750
2. 1 tahunan, Total : Rp. 7.710.750
3. 3 tahunan, Total : Rp. 22.250.000

#### 3.3. Perhitungan hasil rupiah dari energi tersalur (kwh)

Total energi yang dihasilkan oleh 2 Transformator Gardu Induk 150 kV

- Lawang triwulan 4 tahun 2010 total energi tersalur sebanyak 54.434.490 kwh
- tahun 2011 energi tersalur sebanyak 203.925.230 kwh
- tahun 2012 energi tersalur sebanyak 218.940.820 kwh
- tahun 2013 energi tersalur sebanyak 217.895.230 kwh
- triwulan 1 tahun 2014 total energi tersalur sebanyak 56.805.960 kwh (tertinggi padatiap triwulan)

Dengan Tarif Tenaga Listrik yang berbeda setiap tahun, yaitu :

- tahun 2010 dengan Tarif Tenaga Listrik Rp. 699,00
- tahun 2011 dengan Tarif Tenaga Listrik Rp. 715,00
- tahun 2012 dengan Tarif Tenaga Listrik Rp. 726,00
- tahun 2013 dengan Tarif Tenaga Listrik Rp. 893,00
- tahun 2014 dengan Tarif Tenaga Listrik Rp. 979,00

Diperoleh hasil perkalian energi tersalur Transformator 150/20 kV 1 dan 2 dengan Tarif Tenaga Listrik yang berlaku. Dari triwulan 4 tahun 2010, selama 3 triwulan berikutnya terjadi penurunan energi tersalur, kemudian pada triwulan 4 tahun 2011 mengalami kenaikan hingga triwulan 1 2014 hingga mencapai Rp. 16.700.952.240 Dengan menjumlahkan hasil penjualan dari triwulan 4 tahun 2010 sampai dengan triwulan 1 tahun 2014 mencapai Rp. 178.101.139.990

#### 3.4. Perhitungan NPV proyek investasi (ANS / Analisis Nilai Sekarang)

Perhitungan NPV didasarkan pada perhitungan semua pengeluaran dan penerimaan dalam cashflow (aliran kas) yang terjadi di masa yang akan datang dikonversi menjadi nilai sekarang dari seluruh aliran kas yang terjadi selama umur investasi, dengan kata lain merupakan arus kas yang diperkirakan pada masa yang akan datang yang didiskonkan pada saat ini.

##### 3.4.1. Penambahan Bay Transformator 150/20 kV

Berdasarkan total investasi awal Penambahan bay Transformator 150/20 kV tersebut sebesar Rp. 20.683.675.782 didapat nilai NPV sebesar Rp. 98.022.644.876.

##### 3.4.2. Uprating Transformator 150/20 kV

Berdasarkan total investasi awal Penambahan bay Transformator 150/20 kV tersebut sebesar Rp. 14.716.854.727. (outflow data pengeluaran yang sama, hanya dengan modal investasi awal yang berbeda). didapat nilai NPV sebesar = Rp. 103.989.465.931.

#### 3.5. Perhitungan IRR proyek investasi (ALP / Analisis Laju Pengembalian)

Perhitungan IRR didasarkan pada perhitungan analisis untuk mendapatkan nilai suku bunga tertentu yang dapat mengakibatkan nilai total pemasukan sama dengan nilai total pengeluaran.

##### 3.5.1. Penambahan Bay Transformator 150/20 kV

Cara perhitungan IRR didapat berdasarkan sistem interpolasi, yaitu dengan memberikan suatu nilai r yang cukup rendah sehingga NPV tetap positif, dan memberikan nilai r yang cukup tinggi sehingga NPV negatif (dibawah modal awal investasi).

Berdasarkan total investasi awal Penambahan bay Transformator 150/20 kV tersebut sebesar Rp. 20.683.675.782. didapat nilai IRR positif sebesar 123,199 %

##### 3.5.2. Uprating Transformator 150/20 kV

Berdasarkan total investasi awal Penambahan bay Transformator 150/20 kV tersebut sebesar Rp. 14.716.854.727. Hasil analisis kriteria total investasi awal Uprating Transformator 150/20 kV tersebut sebesar Rp. 14.716.854.727. dan perhitungan didapat nilai IRR positif sebesar 129,968 %.

#### 3.6. Perhitungan NBC proyek investasi (RMB / Rasio manfaat Biaya)

Perhitungan NBC dilakukan untuk mengetahui besarnya perbandingan antara total pendapatan atau masukan dengan total pembiayaan atau pengeluaran dalam suatu periode tertentu.

### 3.6.1. Penambahan Bay Transformator 150/20 kV

Berdasarkan total investasi awal Penambahan bay Transformator 150/20 kV tersebut sebesar Rp. 20.683.675.782. Hasil analisis kriteria total investasi awal Penambahan bay Transformator 150/20 kV tersebut sebesar Rp. 20.683.675.782. sesuai nilai pada Tabel 3.10 didapat nilai NBC sebesar 7.

### 3.6.2. Uprating Transformator 150/20 kV

Berdasarkan total investasi awal Penambahan bay Transformator 150/20 kV tersebut sebesar Rp. 20.683.675.782. Hasil analisis kriteria total investasi awal Uprating Transformator 150/20 kV tersebut sebesar Rp. 14.716.854.727. didapat nilai NBC sebesar 10.

### 3.7. Perhitungan PP proyek investasi (APP / Analisis Periode Pengembalian)

Perhitungan PP dilakukan untuk mengetahui lama waktu yang dibutuhkan agar nilai total pemasukan sama dengan nilai total penerimaan.

#### 3.7.1. Penambahan Bay Transformator 150/20 kV

Berdasarkan total investasi awal Penambahan bay Transformator 150/20 kV tersebut sebesar Rp. 20.683.675.782. Hasil analisis kriteria total investasi awal Penambahan bay Transformator 150/20 kV tersebut sebesar Rp. 20.683.675.782. didapat nilai PP sebesar 0,6284 atau sekitar 7,5 bulan.

#### 3.7.2. Uprating Transformator 150/20 kV

Berdasarkan total investasi awal Penambahan bay Transformator 150/20 kV tersebut sebesar Rp. 14.716.854.727. Hasil analisis kriteria total investasi awal Penambahan bay Transformator 150/20 kV tersebut sebesar Rp. 14.716.854.727. didapat nilai PP sebesar 0,5325 atau sekitar 6,4 bulan

Dari hasil semua perhitungan analisis kriteria investasi yang digunakan sesuai dengan tabel 3.12

**Tabel 3.12**  
**Rekapitulasi hasil kriteria investasi**

Kriteria investasi	Penambahan bay transformator 150/20 kV	Uprating transformator 150/20 kV
<b>INVESTASI AWAL</b>	Rp. 20.683.675.782	Rp. 14.716.854.727
<b>NPV</b>	Rp. 98.022.644.876	Rp. 103.989.465.931
<b>IRR</b>	123,199 %	129,968 %
<b>NBC</b>	7	10
<b>PP</b>	0,6284 / 7,5 bulan	0,5325 / 6,4 bulan

## 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan dari hasil perhitungan dan kriteria analisis investasi yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan dan saran yang dapat dipergunakan untuk pengambilan keputusan investasi terkait dengan *Transformator 150/20 kV*.

## 4.1. Kesimpulan

1. Rata-rata energi tersalur (*kwh*) yang dihasilkan Transformator 1 150/20 kV sebesar 35.688.584 kwh dan Transformator 2 150/20 kV sebesar 18.025.826 kwh dengan total rata-rata sebesar 53.714.409kwh. Dengan hasil penjualan energi tersalur (*kwh*) senilai Rp. 178.101.139.990
2. Ditinjau dari hasil analisis perhitungan kriteria investasi berupa NPV, IRR, NBC dan PP, diantara alternatif investasi *Bay Transformator 150/20 kV* dengan investasi modal awal sebesar Rp. 20.683.675.782 dan *Uprating Transformator 150/20 kV* dengan investasi modal awal sebesar Rp. 14.716.854.727, dengan nilai sekarang lebih besar, prosentase laju pengembalian lebih besar, perbandingan pemasukan dan pengeluaran lebih tinggi, dan periode pengembalian lebih cepat, sehingga yang paling menguntungkan ialah alternatif investasi *Uprating Transformator 150/20kV* dengan menggunakan daya yang lebih tinggi, yaitu dari 30 MVA menjadi 60 MVA.

## 4.2. Saran

1. Akibat kebutuhan beban yang semakin meningkat bahkan hampir mendekati kemampuan Transformator 150/20 kV yang terpasang, agar segera melakukan Uprating Transformator 150/20 kV untuk salah satu Transformator 150/20 kV yang terpasang.
2. Perihal keseimbangan pembebanan Transformator 150/20 kV dari segi Penyulang 20 kV yang terpasang agar pihak Gardu Induk 150/20 kV dapat melakukan koordinasi dengan Rayon distribusi yang terkait. Dan mengusulkan kepada sub sistem Area Pengatur Beban Jawa Timur dan Bali agar mereview kembali konfigurasi sistem di Gardu Induk 150 kV Lawang demi kontinuitas penyaluran sistem ketenagalistrikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Hanafi, Mamduh.M. 2008. *Manajemen Keuangan*. Yogyakarta :BPFE Keuangan
- Sartono, Agus. 2001. *Manajemen Keuangan Teori dan Aplikasi*. Edisi Keempat. Yogyakarta: BPFE Yogyakarta
- Ali Basyah Siregar dan TMA Ari Samadhi. 1987. *Manajemen*
- Kadariah dan kawan-kawan. 1978. *Pengantar evaluasi proyek*
- [http://web.ipb.ac.id/~tepfeta/ekotek/Minggu\\_13/M13\\_B1.htm](http://web.ipb.ac.id/~tepfeta/ekotek/Minggu_13/M13_B1.htm)

Abdul Kadir, Ir. 1979. *Transformator*. Jakarta : PT. Pradnya Pramita.

Abdul Kadir, Ir. 1988. *Transmisi Tenaga Listrik*. Jakarta : Universitas Indonesia

Djiteng Marsudi : 2006 : 14

Data Internal Gardu Induk 150 kV Lawang

Laporan bulanan Gardu Induk 150 kV Lawang 2010-2014

Bidang Engineering PT. PLN (Persero) APP Malang

PT. PLN (Persero). 2013. *Rencana Usaha Penyediaan Listrik PT. PLN (Persero) 2013-2022*

PT. PLN (Persero). 2013. *IPTD2 ( Indonesia second Power Transmission Development, project 2 )*

PT. PLN (Persero). 2012. *Laporan Statistik 2012*

PT. PLN (Persero). 2012. *Laporan Keuangan Konsolidasian tahun 2012*

PT. PLN (Persero). 2013. *Laporan Keuangan Konsolidasian tahun 2013*

PT. PLN (Persero). 2011. *Laporan Tahunan ARPLN 2011*

PT. PLN (Persero). 2012. *Laporan Tahunan ARPLN 2012*

PERMEN ESDM No. 21 Tahun 2013

Humas PLN Pusat. 2014. *Berpayah-payah demi pelayanan. Majalah Fokus. April 2014*

Humas PLN Pusat. 2014. *Hapus Subsidi Bagi Industri Mampu. Majalah Fokus. Februari 2014.*

Komunikasi Korporat-Sekretariat Perusahaan. 2013. *Kelola Aset dengan Enterprise Asset Managemen (EAM). PLN Kita Newsletter. Edisi 57. Agustus 2013*

Komunikasi Korporat-Sekretariat Perusahaan. 2013. *PLTU Proyek 10 ribu MW Perkuat Pasokan Listrik Jawa-Bali. PLN Kita Newsletter. Edisi 74. Oktober 2013*

Komunikasi Korporat-Sekretariat Perusahaan. 2013. *Menerangi Negeri Dengan Kemandirian Produk Bangsa. PLN Kita Newsletter. Edisi 76. Oktober 2013*

Komunikasi Korporat-Sekretariat Perusahaan. 2014. *Mau listrik ada atau mau listrik yang murah . PLN Kita Newsletter. Edisi 127. 24 Juni 2014*

Komunikasi Korporat-Sekretariat Perusahaan. 2014. *Penyesuaian TTL bagi golongan tertentu. PLN Kita Newsletter. Edisi 130. 02 Juli 2014*

Atmaja, I Putu Surya. 2009 , “*Analisis Kebutuhan Listrik Berkaitan Dengan Penyusunan Tarif Listrik Regional Di Daerah Provinsi Bali Guna Memenuhi Pasokan Energi Listrik 10 Tahun Mendatang*”. Surabaya : ITS

Affandy, Anshar. 2012. “*Prakiraan Daya Beban Listrik Yang Tersambung Pada Gardu Induk Sengkaling Tahun 2012-2021 Menggunakan Metode Time Series Dengan Model Dekomposisi*”. Malang : Universitas Brawijaya

Bawan, Elias K. 2013., “*Estimasi Pembebanan Transformator Gardu Induk 150kv*”. Yogyakarta : STTNAS Yogyakarta