

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

### BAB III

## METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian tentang “Analisis Ketidakseimbangan Beban dan *Losses* Berdasarkan Pembebanan Terbesar 3 Unit Transformator Distribusi 3 Fasa *Feeder* Hangtuh Duri Riau” jenis penelitian yang digunakan penulis merupakan jenis penelitian kualitatif dan kuantitatif. Jenis penelitian kuantitatif dengan melakukan pengukuran yang diselesaikan dengan cara matematis sedangkan penelitian jenis kualitatif dengan melakukan analisis data berdasarkan data pengukuran.

Pengambilan data dilakukan di PT. PLN Area Dumai Rayon Duri dengan melakukan pengukuran langsung pada 3 unit transformator distribusi 3 fasa. Data yang diambil berupa data arus, tegangan, dan tahanan penghantar netral pada trafo distribusi. Serta dilakukan simulasi menggunakan *software* ETAP 12.6.0 untuk hasil arus dan tegangan pada sistem. Pengukuran dilakukan pada saat siang hari dan malam hari untuk melihat ketidakseimbangan beban pada waktu beban puncak dan waktu bukan beban puncak. Dalam proses mengolah data untuk dianalisa digunakan metode komponen simetris untuk mendapatkan nilai ketidakseimbangan beban.

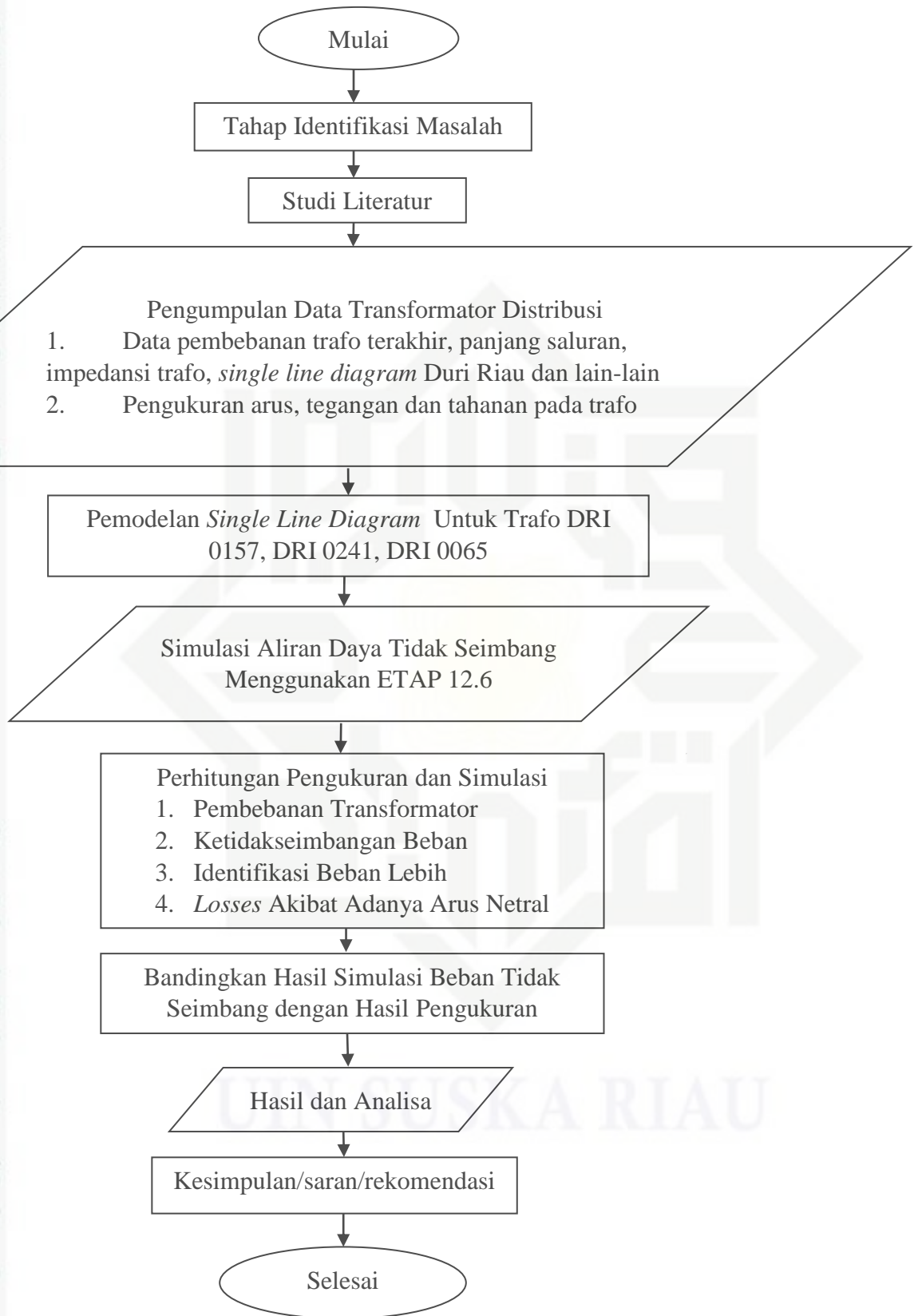
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.1 Tahapan Penelitian

Adapun tahapan yang dilakukan pada penelitian ini:

### 3.1. Identifikasi Masalah

Pada identifikasi masalah ini terdiri dari rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan penelitian. Semua ini terdapat pada Bab I.

### 3.2. Studi Literatur

Pengumpulan referensi dari buku-buku, penelitian sebelumnya, tinjauan pustaka terkait dan jurnal-jurnal dari internet yang berhubungan atau yang dapat mendukung teori penyelesaian penelitian “Analisis Ketidakseimbangan Beban dan *Losses* Berdasarkan Pembebanan Terbesar 3 Unit Transformator Distribusi 3 Fasa *Feeder* Hangtuh Duri Riau”.

### 3.3. Pengumpulan Data Transformator Distribusi

Pengumpulan data untuk penelitian ini berupa data sekunder dari jurnal penelitian dan buku-buku. Serta data primer berupa data pengukuran langsung yang diambil di PT. PLN Area Dumai Rayon Duri berupa data arus, tegangan, daya dan tahanan pada 3 unit transformator distribusi 3 fasa dengan menggunakan alat tang ampere dan multimeter.

Pemilihan transformator distribusi yang akan diteliti mengacu dari data terakhir pembebanan transformator distribusi pada bulan Juli 2016 sampai bulan Agustus 2017 dengan 13 *feeder* yang terdapat pada PT. PLN Area Dumai Rayon Duri. Kemudian dipilih trafo dengan pembebanan terbesar dari masing-masing *feeder* dan dihitung persen ketidakseimbangan beban untuk ke 13 trafo. Setelah didapatkan persen ketidakseimbangan beban transformator distribusi maka *feeder* Hangtuh terpilih sebagai trafo yang memiliki ketidakseimbangan yang besar. Data yang diambil untuk diteliti berupa data 3 unit trafo dengan pembebanan terbesar yang melebihi 80% dan berdasarkan karakteristik beban yaitu beban rumah tangga serta konsumsi beban konsumen pada ketiga trafo. Penempatan trafo juga berpengaruh dimana ketiga trafo berada pada ujung jaringan.

Pengukuran transformator distribusi yang terpilih sebanyak 3 unit trafo yaitu trafo DRI 0157, DRI 0241, dan DRI 0065. Pengukuran dilakukan pada hari Jumat tanggal 20 Oktober 2017 dengan pengambilan data pada siang hari (11.00 WIB) dan malam hari (19.00 WIB). Data pengukuran yang dibutuhkan berupa arus, tegangan, dan daya dari masing-masing transformator distribusi.

Untuk simulasi ETAP dibutuhkan data sebagai berikut:

1. *Single line diagram* PT. PLN Area Dumai Rayon Duri yang akan digunakan sebagai panduan membuat *single line diagram* untuk trafo DRI 0157, DRI 0241, DRI 0065.
2. Data saluran berupa resistansi (R), reaktansi (X), impedansi, dan lain-lain.
3. Kapasitas masing-masing transformator distribusi.

### 3.4. Pemodelan *Single Line Diagram* Untuk Trafo DRI 0157, DRI 0241, DRI 0065

Untuk mensimulasikan permasalahan ketidakseimbangan beban untuk 3 unit trafo distribusi diperlukan model atau *single line diagram* dari sistem jaringan distribusi daerah yang diteliti. Setelah didapat *single line diagram* dari sistem jaringan distribusi Duri Riau kemudian membuat *single line diagram* untuk 3 unit trafo distribusi.

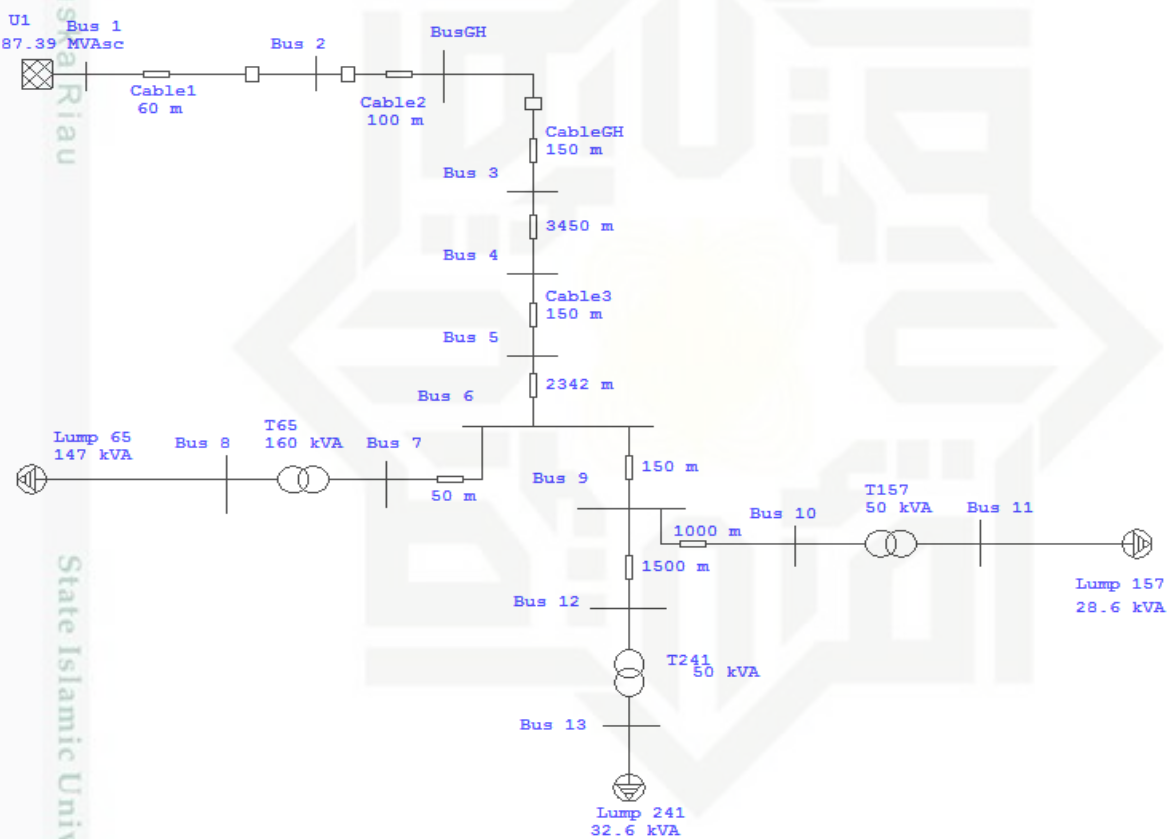
Pemodelan *single line diagram* diperlukan data-data untuk mengisi parameter yang digunakan dalam *single line diagram*. Data-data tersebut berupa:

1. *Power Grid*  
Data *power grid* yang dibutuhkan dalam *single line diagram* sebagai berikut:
  - a. ID U1
  - b. Nominal kV
  - c. Koneksi dan *Mode*
  - d. *Short circuit rating*
2. Transformator
  - a. ID
  - b. Tegangan primer
  - c. Tegangan sekunder
  - d. Impedansi
  - e. X/R
  - f. Tipe
3. Bus
  - a. %V
  - b. Nominal kV
4. *Lump Load*
  - a. Tipe model
  - b. *Rating*

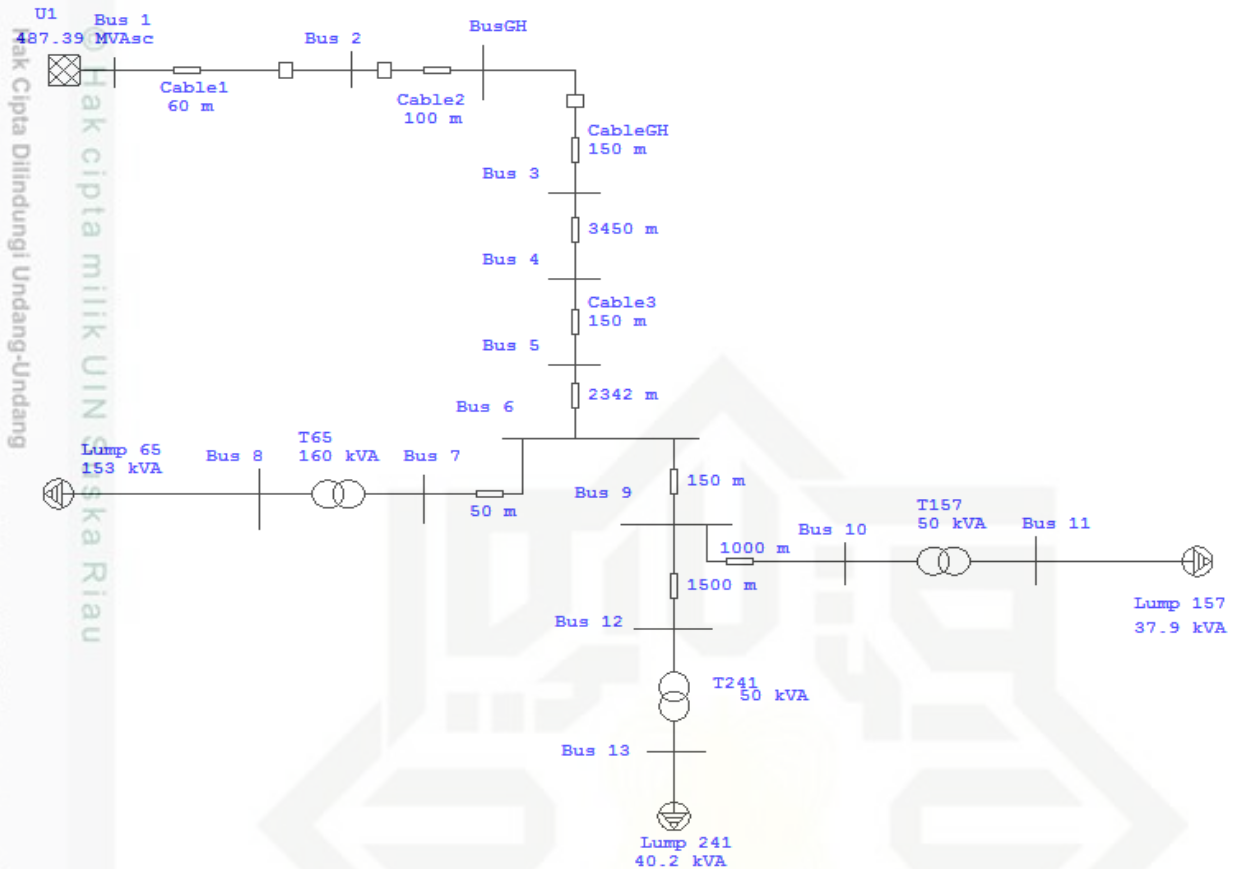


- c. %PF
- d. Tipe Beban
- 5. Penghantar/Kabel
  - a. Panjang kabel
  - b. Jenis kabel
  - c. Luas penampang kabel: disesuaikan

Berikut *single line diagram* untuk 3 unit trafo distribusi dalam keadaan siang hari dan malam hari setelah dimasukkan data-data yang dibutuhkan.



Gambar 3.2. *Single Line Diagram* 3 Unit Trafo Distribusi Siang Hari



Gambar 3.3. Single Line Diagram 3 Unit Trafo Distribusi Malam Hari

### 3.5. Simulasi Aliran Daya Tidak Seimbang Menggunakan ETAP 12.6

Setelah didapatkan pemodelan dari *Single Line Diagram* 3 Unit Trafo Distribusi maka dijalankan simulasi menggunakan *software* ETAP 12.6.0. ETAP 12.6.0 merupakan alat untuk mensimulasikan suatu sistem tenaga listrik bertujuan untuk desain, menguji, memantau dan lain-lain pada aliran daya tenaga listrik.

Pada penelitian ini, peneliti akan mensimulasikan beban tidak seimbang pada trafo-trafo yang diteliti. Untuk mensimulasikan *single line diagram* yang telah dibuat agar didapatkan hasil beban tidak seimbang pada trafo. Dapat dilakukan dengan cara *run unbalanced load flow* untuk menampilkan parameter yang diinginkan seperti arus setiap fasa dan tegangan trafo maka klik *display options*.

Untuk menampilkan tegangan *line to neutral* dan *line to line* klik *load term. mag*. Sedangkan untuk menampilkan arus dengan klik *Amp* pada *power flows* dan klik *all phases* untuk menampilkan arus per fasa. Agar arus netral muncul klik *neutral* pada *flow results*. Hasil simulasi dapat di rekapitulasi dengan membuka *report manager* dan memilih *result unbalanced LF report*.

### 3.6. Perhitungan

Data yang telah didapatkan dihitung secara sistematis menggunakan metode komponen simetris berdasarkan persamaan (2.35) (2.36) (2.37). Ini dilakukan untuk menentukan ketidakseimbangan beban pada transformator distribusi serta perhitungan untuk pembebanan, arus netral, identifikasi beban lebih, dan persen *losses* pada trafo. Perhitungan dilakukan dengan metode yang sama untuk data hasil pengukuran dan data hasil simulasi ETAP 12.6.0.

Sehingga ketidakseimbangan beban dapat di cari dengan melakukan perhitungan sebagai berikut:

1. Persen pembebanan trafo  
Untuk mengetahui besar pembebanan di trafo dapat digunakan persamaan (2.33). Dengan mencari arus rata-rata pada trafo saat siang dan malam hari maka dapat dicari persen pembebanan nya dengan membagi arus rata-rata terhadap arus saat berbeban menggunakan rumus (2.34).
2. Ketidakseimbangan beban trafo  
Menurut persamaan pada (2.35) (2.36) (2.37) untuk mencari koefisien ketidakseimbangan beban menggunakan metode komponen simetris. Untuk mencari koefisien a, b, dan c digunakan parameter arus setiap fasa dan arus rata-rata. Maka mencari persen ketidakseimbangan beban digunakan persamaan (2.38).
3. Identifikasi beban lebih (*over load*)  
Untuk mendapatkan besar dari beban lebih pada setiap fasa maka merujuk pada pembebanan setiap fasa. Dinyatakan beban lebih jika besar pembebanan per fasa lebih besar dari 80% arus nominal, maka terjadi beban lebih pada fasa tersebut.
4. *Losses* karena adanya arus netral pada penghantar netral trafo  
*Losses* yang ditimbulkan karena adanya arus netral pada penghantar netral dapat digunakan persamaan (2.39) dengan menggunakan parameter arus netral dan tahanan kawat netral. Hasil dari perhitungan *losses* disajikan dalam kW dan persentase *losses*.

### 3.7. Hasil dan Analisa

Setelah dilakukan perhitungan maka didapatkan hasil berupa persen pembebanan dengan menggunakan persamaan (2.34), untuk persen ketidakseimbangan beban menggunakan persamaan (2.38), setelah didapatkan persen pembebanan dilakukan identifikasi beban lebih perphasa dengan mencari 80% arus nominal setiap fasa, dan *losses* pada transformator distribusi menggunakan persamaan (2.39) yang akan dianalisa lebih lanjut.

Analisa persen pembebanan transformator distribusi untuk 3 unit transformator distribusi apakah melebihi batas persen pembebanan transformator yaitu sebesar 80%. Analisa pengaruh ketidakseimbangan beban terhadap 3 unit transformator distribusi dengan pembebanan terbesar serta beban lebih pada setiap fasa transformator distribusi.

Analisa persen ketidakseimbangan beban lebih besar pada siang hari atau pada malam hari. Dengan acuan menurut standart IEC sebesar 5% jika melebihi dari standart tersebut maka telah terjadi ketidakseimbangan beban pada transformator distribusi. Analisa rugi-rugi (*losses*) pada transformator distribusi yang diakibatkan karena adanya arus yang mengalir di netral trafo dapat diketahui dengan melihat besarnya persentase *losses* yang dihasilkan masing-masing trafo pada siang dan malam hari.

Analisa perbedaan persen pembebanan trafo, ketidakseimbangan beban trafo, dan *losses* berdasarkan data hasil pengukuran trafo dengan data hasil simulasi ETAP 12.6.0. Apa yang menyebabkan terjadinya perbedaan dalam dua hasil tersebut. Analisa ini juga akan menggunakan dua waktu yaitu siang dan malam hari.



### 3.8. Jadwal Penelitian

Berikut ini merupakan table jadwal penelitian Tugas Akhir yang peneliti rencanakan.

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian Tugas Akhir

Kegiatan	September 2017			Oktober 2017			November 2017			Desember 2017		
Pencarian judul	√											
Penyusunan proposal tugas akhir/bimbingan		√	√									
Pengumpulan proposal tugas akhir ke tim review				√								
Pengambilan data lapangan					√	√	√					
Seminar proposal								√				
Revisi proposal								√	√			
Penambahan data proposal									√			
Sidang										√		

### 3.9. Kesimpulan/Saran/Rekomendasi

Selanjutnya membuat kesimpulan dari hasil analisa yang didapat. Saran sangat diperlukan sebagai masukan untuk berbagai pihak. Rekomendasi digunakan untuk perbaikan pada transformator distribusi yang mengalami beban tidak seimbang agar dilakukan penyeimbangan beban pada PT. PLN (Persero) Rayon Duri serta pedoman bagi peneliti lain nya untuk mengembangkan penelitian ini.