

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Desain Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian yang dilaksanakan pada tanggal 5 Januari 2017 di area Pabrik Semen Unit 11 Citereup, maka diperoleh data single line diagram sistem kelistrikan pabrik, data spesifikasi peralatan pabrik dan data proteksi pabrik. Maka setelah itu akan dibuat simulasi starting motor di software ETAP 12.6. Dengan simulasi starting motor tersebut, maka akan diketahui banyak hal yang terjadi pada saat motor-motor besar dinyalakan, diantaranya: penurunan tegangan sesaat (*voltage sag*), penarikan arus yang besar yang disebut *inrush current*, aliran daya pada bus-bus dan beban-beban lain, dan lain-lain. Kemudian akan dilakukan pula simulasi pelepasan beban dengan *transient stability analysis study case* untuk melihat adanya lonjakan tegangan pada saat beban dilepaskan dari sistem.

#### 3.2 Partisipan dan Tempat Penelitian.

Pelaksanaan penelitian ini bekerja sama dengan pihak Pabrik Semen Unit 11 Citereup yang berlokasi di Jalan Mayor Oking Jayaatmaja, Citeureup, Bogor, Jawa Barat.

#### 3.3 Metode Pengumpulan Data.

Dalam skripsi ini penulis membuat simulasi *starting motor* dan pelepasan beban berkapasitas besar menggunakan software ETAP 12.6. Agar simulasi bisa dibuat dengan baik maka dibutuhkan pengambilan data-data dari sistem kelistrikan yang ada. Oleh karena itu ada beberapa kegiatan yang dilakukan penulis berkaitan dengan pengumpulan data, yaitu sebagai berikut :

1. Observasi (Pengamatan Langsung).

Pengambilan data dengan metode observasi (pengamatan langsung) dilakukan dengan mencari data-data teknis secara langsung ke lapangan, data tersebut berupa *single line diagram*, spesifikasi motor,

data bus, spesifikasi transformator, data *lumped load* dan data pengoperasian dan proteksi motor.

2. Wawancara

Pengambilan data dengan metode wawancara dilakukan dengan cara konsultasi dengan pembimbing penelitian lapangan dan karyawan bagian elektrik di *Unit 11*.

3. Dokumentasi atau Literatur.

Pengambilan data dengan metode dokumentasi atau literatur dilakukan dengan cara mengumpulkan materi-materi yang berhubungan dengan penelitian ini baik itu yang berasal dari buku ajar, jurnal internasional, jurnal lokal atau pun artikel ilmiah.

### 3.4 Analisis Data

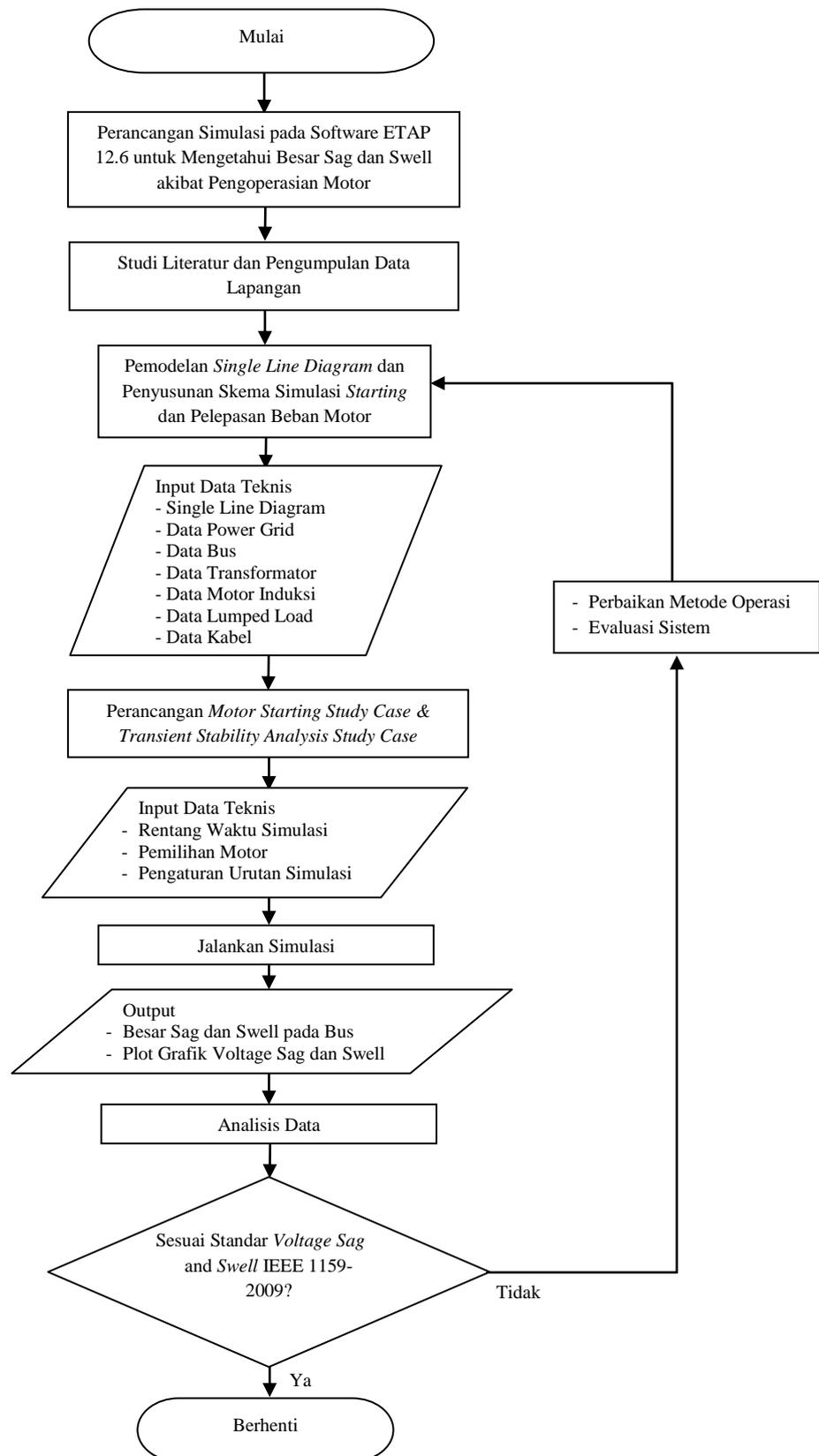
Penelitian ini merupakan sebuah analisis mengenai efek dari *starting* dan pelepasan beban motor-motor berkapasitas besar, khususnya mengenai adanya *voltage sag* dan *voltage swell* yang merupakan suatu fenomena gangguan yang terjadi pada sistem kelistrikan. Gangguan ini bisa berasal dari arah sumber tegangan listrik maupun dari dalam sistem itu sendiri. Banyak hal yang dapat memunculkan gangguan tersebut, tersebut diantaranya disebabkan oleh *starting* motor berkapasitas besar yang merupakan bagian dari sistem. Setelah data berhasil dikumpulkan, maka penulis akan merancang sebuah simulasi *starting* dan pelepasan beban motor berkapasitas besar, yang direncanakan dalam beberapa tahapan sebagai berikut :

1. Perancangan Simulasi pada Software ETAP 12.6 untuk Mengetahui Besar *Sag* dan *Swell* akibat Pengoperasian Motor.
2. Studi Literatur dan Pengumpulan Data Lapangan.
3. Pemodelan *Single Line Diagram* dan Penyusunan Skema Simulasi *Starting* dan Pelepasan Beban Motor.
4. Melakukan input data teknis, seperti data *powergrid*, data *bus*, data transformator, data motor induksi, dan data *lumped load*.

Rizky Nursani, 2017

ANALISI VOLTAGE SAG AND SWELL AKIBAT PENGOPERASIAN MOTOR KAPASITAS BESAR PADA SISTEM KELISTRIKAN PABRIK SEMEN

5. Perancangan *Motor Starting Study Case & Transient Stability Analysis Study Case*.
6. Memasukan data teknis pada *Motor Starting Study Case & Transient Stability Analysis Study Case* seperti rentang waktu simulasi, pemilihan motor, pengaturan urutan simulasi.
7. Melakukan simulasi *starting* motor dan pelepasan beban yang dipilih.
8. Menganalisa data hasil simulasi *starting* motor dan pelepasan beban.



Rizky Nursani. 2017

ANALISI VOLT  
SISTEM KELISIRIKAN PABRIK SEMEN

Gambar 3.1 Diagram alir penelitian.

BESAR PADA

### 3.5 Sistem Kelistrikan Pabrik Semen *Unit 11* Citereup

*Unit 11* merupakan salah satu dari unit-unit pabrik semen yang ada di kompleks pabrik semen Citereup. Untuk sumber daya listrik, *Unit 11* disuplai oleh bus bertegangan 33 kV yang berasal dari area *utility* yang bersumber dari gabungan antara pembangkit listrik perusahaan dan PLN. Rasio penggunaan daya dari PLN saat ini masih sangat besar yaitu sekitar kurang lebih 80% dari keseluruhan suplai daya. Suplai daya dari area *utility* ini kemudian diturunkan tegangannya dari 33 kV ke 6.6 kV di *Unit 11* menggunakan dua buah transformator daya, yaitu Transformator KE11-1T1 dan Transformator KE11-1T2 yang masing-masing berkapasitas 30 MVA. Keluaran dari dua transformator tersebut masuk ke 2 bus 6.6 kV, bus MSS (KE211S1) dan bus MSS (KE211S2) yang satu sama lain bisa dihubungkan dengan *coupling bus* apabila terjadi kasus gangguan atau perbaikan salah satu transformator, maka salah satu transformator dapat mensuplai daya ke beban yang lain. Bus MSS (KE211S1) dan bus MSS (KE211S2) telah dilengkapi dengan *circuit breaker* dan relay proteksi, untuk mengamankan sistem dari berbagai gangguan yang mungkin terjadi.

Tegangan 6.6 kV ini umumnya digunakan untuk mensuplai beban-beban motor induksi berkapasitas besar dengan rating kapasitas mencapai ratusan hingga ribuan kilowatt. Kemudian dari tegangan bus 6.6 kV diturunkan pula menjadi tegangan 690 V, 660 V dan 400 V. Tegangan rendah ini digunakan oleh beban-beban yang relatif lebih kecil, diantaranya untuk: motor-motor induksi berkapasitas sedang dan kecil, *rectifier/rharger* motor-motor DC, penerangan, panel-panel listrik dan keperluan-keperluan lainnya yang dibutuhkan oleh pabrik. Tabel 3.1 menunjukkan data spesifikasi daya dan beban operasional dari *utility*.

Tabel 3.1 Data Suplai Daya *Unit 11*

ID	Type	Tegangan (kV)	MVA <sub>sc</sub>	Mode Operasi	PF

Rizky Nursani, 2017

ANALISI VOLTAGE SAG AND SWELL AKIBAT PENGOPERASIAN MOTOR KAPASITAS BESAR PADA SISTEM KELISTRIKAN PABRIK SEMEN

Utility 1	<i>Powergrid</i>	33	1000	<i>swing</i>	89 %
Utility 2	<i>Powergrid</i>	33	1000	<i>swing</i>	89 %

[Sumber: Pabrik Semen Unit 11 Citereup]

### 3.6 Pembagian Kerja Sistem

Proses produksi semen relatif rumit, sehingga dalam proses tersebut, maka kegiatan produksi harus dibagi menjadi area-area kerja. Proses produksi di *Unit 11* melibatkan beberapa area kerja utama, yaitu *Raw Mill*, *Kiln*, *Cement Mill* dan *Packing Unit*. Di masing-masing area tersebutlah terdapat beban-beban yang membutuhkan suplai daya listrik. Tabel 3.2 menjelaskan beberapa area kerja dan masing-masing tugasnya.

Tabel 3.2 Pembagian Area Kerja *Unit 11*

Kode	Area	Kerja yang dilakukan
LSS 1/2	<i>Limestone Preblending</i>	Mencampur bahan baku.
LSS 3	<i>Raw Material</i>	Menggiling bahan baku.
LSS 4	<i>Kiln Feed &amp; Kiln</i>	Memproses bahan baku.
LSS 4 C	<i>Coal Grinding</i>	Menggiling Batu Bara.
LSS 5	<i>Clinkerzation</i>	Memproses klinker.
LSS 6A	<i>Finish Grinding &amp; Cement Storage</i>	Menggiling dan menyimpan semen.
LSS 6B	<i>Finish Grinding &amp; Cement Storage</i>	Menggiling dan menyimpan semen.
LSS 7	<i>Cement Packing &amp; Bulk Loading</i>	Mengemas semen.

[Sumber: Pabrik Semen Unit 11 Citereup]

### 3.7 Data Transformator

Rizky Nursani, 2017

ANALISI VOLTAGE SAG AND SWELL AKIBAT PENGOPERASIAN MOTOR KAPASITAS BESAR PADA SISTEM KELISTRIKAN PABRIK SEMEN

repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Transformator daya digunakan untuk menurunkan tegangan agar sesuai dengan beban-beban yang ada. Tabel 3.3 menunjukkan transformator yang terdapat di *Unit 11*.

Tabel 3.3 Data Transformator *Unit 11*

ID	Type	kV	MVA
KE11-1T1	2 winding	33/6.6	30
KE11-1T2	2 winding	33/6.6	30
ID	Type	kV	MVA
KE21-1T1 (UTILITY)	2 winding	6.6/0.4	2
KE21-1T2	2 winding	6.6/0.4	0.5
KE21-1T2 (AUX)	2 winding	6.6/0.4	0.5
KE41-1T1 (LIGHTING)	2 winding	6.6/0.4	1
KLP1-1T1	2 winding	6.6/0.4	3
K2P1-1T1	2 winding	6.6/0.4	1
K2P1-1T2	2 winding	6.6/0.4	1
K3P1-1T1	2 winding	6.6/0.4	1
K3P1-1T2	2 winding	6.6/0.4	1
K3P1-1T3	2 winding	6.6/0.4	1.6
K3P1-1T4	2 winding	6.6/0.4	0.4
K4P1-1T1	2 winding	6.6/0.4	1
K4P1-1T2	2 winding	6.6/0.4	0.8
K4P1-1T3	2 winding	6.6/0.4	1.6
K4P1-1T4	2 winding	6.6/0.4	1.6
K4P1-1T5	2 winding	6.6/0.4	1
K4P1-1T6	2 winding	6.6/0.69	2.5
K4P1-1T7	2 winding	6.6/0.69	2.5
K4P1-1T9	2 winding	6.6/0.4	0.8
K5P1-1T1	2 winding	6.6/0.4	1.6
K5P1-1T2	2 winding	6.6/0.69	0.4
K5P2-1T1	2 winding	6.6/0.4	1.6

Rizky Nursani, 2017

ANALISI VOLTAGE SAG AND SWELL AKIBAT PENGOPERASIAN MOTOR KAPASITAS BESAR PADA SISTEM KELISTRIKAN PABRIK SEMEN

K5P2-1T2	2 winding	6.6/0.4	4
K4P1-1T8	3 winding	6.6/0.4	2

[Sumber: Pabrik Semen Unit 11 Citereup]

### 3.8 Pembagian Beban

Karena beban-beban yang terdapat di *Unit 11* sangatlah banyak maka, data-data beban dikelompokkan menjadi 2 bagian yaitu motor dan *lumped load*. *Lumped load* sendiri merupakan sebuah sub-sistem yang di dalamnya terdapat bermacam-macam beban, namun karena jumlahnya begitu banyak, maka untuk memudahkan, beban-beban tersebut cukup diwakili oleh *lumped load*.

Tabel 3.4 Beban *Unit 11*

ID Beban	Type	kV	PF (%)	kW	kVA
K562-MD2-MO1	Motor	6.6	93.14	4800	
K562-MD1-MO1	Motor	6.6	92.83	2300	
K562SR2MO1	Motor	0.69	92.11	400	
K562-FN1-MO1	Motor	6.6	92.4	800	
K561-MD2-MO1	Motor	6.6	93.14	4800	
K561-MD1-MO1	Motor	6.6	92.83	2300	
K561SR2MO1.	Motor	0.69	91.59	400	
K561-FN1-MO1	Motor	6.6	92.4	800	
K541HC1MO1	Motor	6.6	91.83	450	
K441-FN1-MO1	Motor	0.69	92.72	1750	
K442-FN1-MO1	Motor	0.69	92.72	1750	
KL41-MD1-MO1	Motor	6.6	92.4	800	
KL61-FN1-MO1	Motor	6.6	92.4	800	
K361-MD1-MO1	Motor	6.6	93.15	5000	
K322-FN1-MO1	Motor	6.6	93.06	4000	
K5P2-1V1	<i>Lumped</i>	0.4	85		1200
KE31-1V1	<i>Lumped</i>	0.4	85		1500

Rizky Nursani, 2017

ANALISI VOLTAGE SAG AND SWELL AKIBAT PENGOPERASIAN MOTOR KAPASITAS BESAR PADA SISTEM KELISTRIKAN PABRIK SEMEN

KE31-1V2	<i>Lumped</i>	0.4	85		400
KE41-1N1	<i>Lumped</i>	0.4	85		800
KE41-1N3	<i>Lumped</i>	0.4	85		400
KLP1-1V1	<i>Lumped</i>	0.4	85		1000
K2P1-1V1	<i>Lumped</i>	0.4	85		800
K2P1-1V2	<i>Lumped</i>	0.4	85		800
K3P1-1V1	<i>Lumped</i>	0.4	85		800
K3P1-1V2	<i>Lumped</i>	0.4	85		800
K3P1-1V3	<i>Lumped</i>	0.4	85		800
K4P1-1V1	<i>Lumped</i>	0.4	85		800
K4P2-1V2	<i>Lumped</i>	0.4	85		660
K4P2-1V3	<i>Lumped</i>	0.4	85		1300
K4P2-1V4	<i>Lumped</i>	0.4	85		1300
K4P2-1V5	<i>Lumped</i>	0.4	85		800
K5P1-1V1	<i>Lumped</i>	0.4	85		1300
K5P2-1V1	<i>Lumped</i>	0.4	85		1200
K-461-MD1-MO1	<i>DC Motor</i>	0.4	-	273	
K461-MD2-MO1	<i>DC Motor</i>	0.69	-	750	
K471-FNV-MO1	<i>DC Motor</i>	0.4	-	630	
K361-SR1-MO1	<i>DC Motor</i>	0.66	-	273	

[Sumber: Pabrik Semen Unit 11 Citereup]

### 3.9 Relay Proteksi

*Unit 11* menggunakan beberapa jenis relay proteksi utama, diantaranya jenis ABB SPAJ 141C (SPC J4D29) dan ABB SPAJ 131C (SPCJ 3C3) untuk proteksi feeder, jenis ABB SPAM 150C untuk proteksi motor dan jenis ABB SPAU 130C untuk proteksi *undervoltage* dan *overvoltage*. Tabel 3.5 merupakan *datasheet* ABB SPAU 130C yang berkaitan dengan proteksi *undervoltage* dan *overvoltage*.

Rizky Nursani, 2017

ANALISI VOLTAGE SAG AND SWELL AKIBAT PENGOPERASIAN MOTOR KAPASITAS BESAR PADA SISTEM KELISTRIKAN PABRIK SEMEN

repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Tabel 3.5 Setting Proteksi Relay ABB SPAU

130C	Overvoltage stage U>	Start voltage U>	0.8...1.6 × U <sub>n</sub>	
		Start time, preset values	0.1 s or 30 s	
		Operate time at definite time operation characteristic	0.05...100 s	
		Time multiplier k> at inverse time operation characteristic	0.05...1.00	
		Reset time, typically	60 ms	
		Drop-off/pick-up ratio, typically	0.97	
		Operate time accuracy	at definite time characteristic and start time accuracy	±2% of set value or ±25 ms
			at inverse time mode of operation	±25 ms or accuracy obtained at a ±3% variation of the input voltage
		Operation accuracy	±3% of set value	
		Undervoltage stage U<	Start voltage U<	0.4...1.2 × U <sub>n</sub>
Start time, preset values	0.1 s or 30 s			
Operate time at definite time operation characteristic	1...120 s			
Reset time, typically	60 ms			
Reset ratio, typically	1.03			
Operation time accuracy and start time accuracy	±2% of set value or ±25 ms			
Operation accuracy	±3% of set value			

[Sumber: *Data sheet* Relay ABB SPAU 130C]

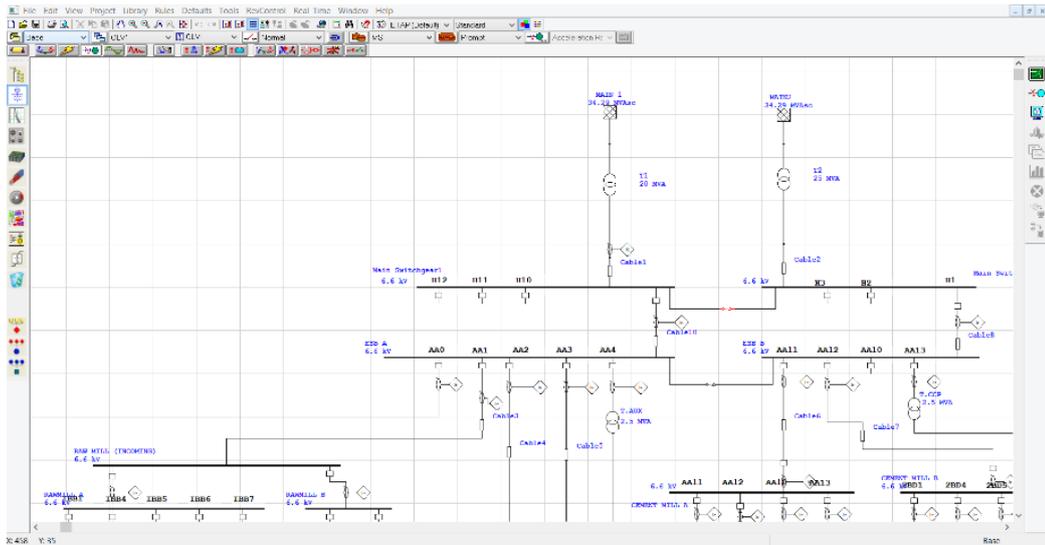
### 3.10 Single Line Diagram di ETAP 12.6

Data single line diagram perlu dimasukkan ke dalam edit mode di ETAP untuk menjalankan berbagai macam simulasi yang terdapat di dalamnya. Komponen yang harus dimasukkan diantaranya yaitu: *power grid*, *bus*, transformator, kabel, *lumped load*, motor induksi, motor DC, *rectifier*, *current transformer*, *circuit breaker*, *coupling switch*, *protection relay*, dan lain-lain.

Rizky Nursani, 2017

ANALISI VOLTAGE SAG AND SWELL AKIBAT PENGOPERASIAN MOTOR KAPASITAS BESAR PADA SISTEM KELISTRIKAN PABRIK SEMEN

repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu



Gambar 3.2 Editor single line diagram.

[Sumber: Software ETAP 12.6]



Gambar 3.3 Modul editor untuk membuat single line diagram.

[Sumber: Software ETAP 12.6]



Rizky Nursani, 2017

ANALISI VOLTAGE SAG AND SWELL AKIBAT PENGOPERASIAN MOTOR KAPASITAS BESAR PADA SISTEM KELISTRIKAN PABRIK SEMEN

repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Gambar 3.4 Toolbar komponen pada *editor*.

[Sumber: Software ETAP 12.6]

### 3.11 Pengisian Data Peralatan di ETAP 12.6

Setelah single line diagram selesai dibuat, maka langkah selanjutnya untuk menentukan spesifikasi dari komponen-komponen yang ada di dalamnya, maka perlu dimasukan data-data, beberapa yang utama meliputi: data *power grid*, data *bus*, data transformator, data kabel, data *lumped load* dan data motor induksi.

#### 3.11.1 Pengisian data *power grid*

Data untuk *power grid* dapat dimasukan ke dalam *Power Grid Editor*. Data yang harus dimasukan ke dalam editor ini diantaranya: rating kV, data short circuit, grounding, daya reaktif daya nyata dan lain-lain. Gambar 3.5 merupakan tampilan dari *Power Grid Editor*.

The screenshot shows the '2-Winding Transformer Editor - T1' dialog box. It has several tabs: Info, Rating, Impedance, Tap, Grounding, Sizing, Protection, Harmonic, Reliability, Remarks, and Comment. The 'Info' tab is active, showing the following data:

- Transformer Name: 20 MVA IEC Liquid-Fill ONWF/ONAN 65 C
- Rating: 33 6.6 kV
- Voltage Rating:
  - Prim. kV: 33, FLA: 349.9, Bus kVnom: 33
  - Sec. kV: 6.6, FLA: 1750, Bus kVnom: 6.6
- Z Base: MVA: 20
- Power Rating:
  - MVA: 20
  - Rated: 20
  - Derated: 19.02
  - % Derating: 4.9
- Alert - Max: MVA: 20, Derated MVA (unchecked), User-Defined (checked)
- Installation:
  - Altitude: 0 ft
  - Ambient Temp.: 30 °C
- Type / Class:
  - Type: Liquid-Fill
  - Sub Type: Mineral Oil
  - Class: ONWF/ONAN
  - Temp. Rise: 65

At the bottom, there are buttons for OK and Cancel, and a field for the transformer name 'T1'.

Gambar 3.5 Tampilan *Power Grid Editor*.

[Sumber: Software ETAP 12.6]

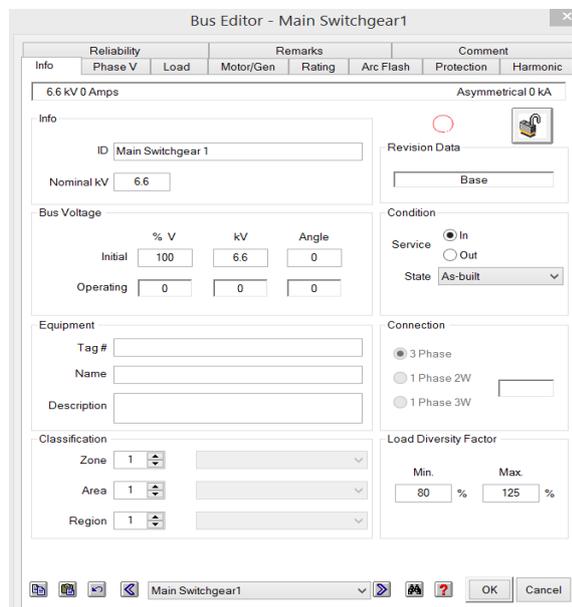
#### 3.11.2 Pengisian data bus

Rizky Nursani, 2017

ANALISI VOLTAGE SAG AND SWELL AKIBAT PENGOPERASIAN MOTOR KAPASITAS BESAR PADA SISTEM KELISTRIKAN PABRIK SEMEN

repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Data untuk *bus* dapat dimasukkan ke dalam *Bus Editor*, Data yang harus dimasukkan ke dalam bus editor diantaranya rating kV nominal, sudut fasa dan tegangan inisial. Gambar 3.6 merupakan tampilan dari *Power Grid Editor*.



Gambar 3.6 Tampilan *Bus Editor*.

[Sumber: Software ETAP 12.6]

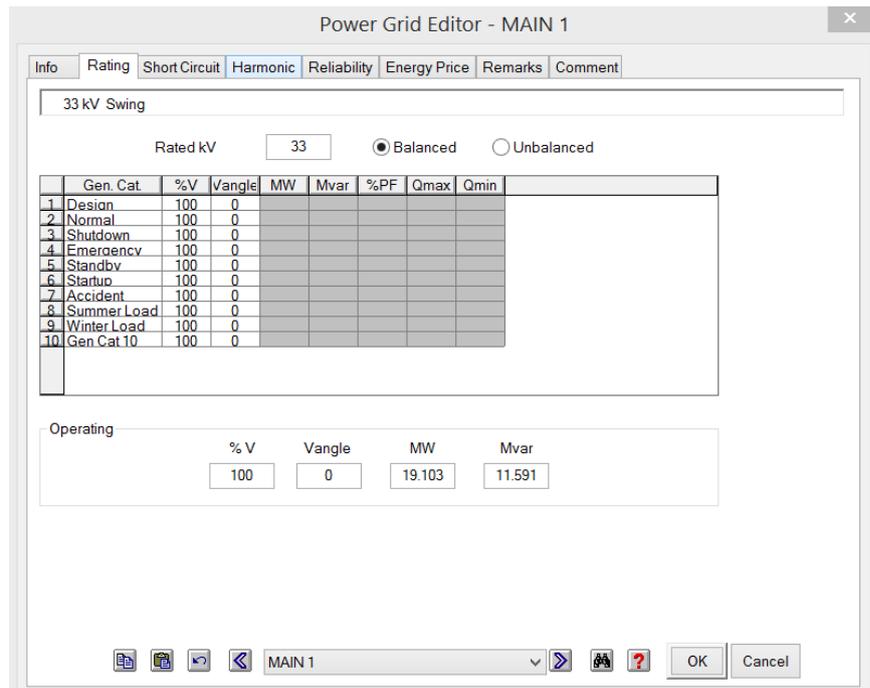
### 3.11.3 Pengisian data transformator

Data untuk transformator dapat dimasukkan ke dalam *Transformer Editor*. Data yang harus dimasukkan ke dalam editor ini diantaranya: rating kV primer dan sekunder, rating kapasitas daya, *grounding*, setting *tap changer* dan lain-lain. Gambar 3.7 merupakan contoh tampilan dari *Transformer Editor* untuk tranformator *2-Winding*.

Rizky Nursani, 2017

ANALISI VOLTAGE SAG AND SWELL AKIBAT PENGOPERASIAN MOTOR KAPASITAS BESAR PADA SISTEM KELISTRIKAN PABRIK SEMEN

repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu



Gambar 3.7 Tampilan 2-Winding Transformer Editor.

[Sumber: Software ETAP 12.6]

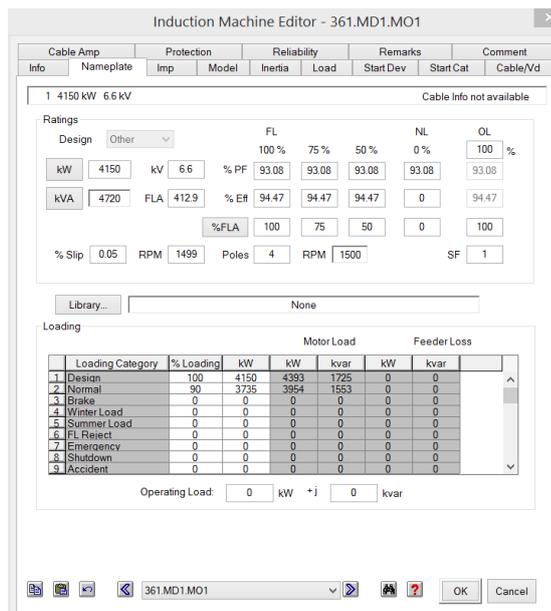
### 3.11.4 Pengisian data motor induksi

Data untuk motor induksi dapat dimasukkan ke dalam *Induction Machine Editor*. Data yang harus dimasukkan ke dalam editor ini diantaranya: rating kV, rating kapasitas daya, faktor daya, efisiensi, RPM *grounding*, setting beban, metode *starting* dan lain-lain. Gambar 3.8 merupakan tampilan dari *Induction Machine Editor*.

Rizky Nursani, 2017

ANALISI VOLTAGE SAG AND SWELL AKIBAT PENGOPERASIAN MOTOR KAPASITAS BESAR PADA SISTEM KELISTRIKAN PABRIK SEMEN

repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

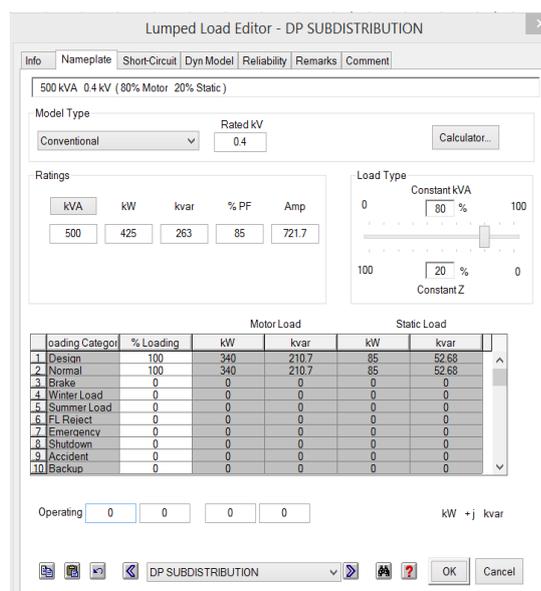


Gambar 3.8 Tampilan *Induction Machine Editor*.

[Sumber: Software ETAP 12.6]

### 3.11.5 Pengisian data *lumped load*

Data untuk *lumped load* dapat dimasukan ke dalam *Lumped Load Editor*. Data yang harus dimasukan ke dalam editor ini diantaranya: rating kV, rating kapasitas daya, faktor daya, data *short circuit*, *grounding*, dan lain-lain. Gambar 3.9 merupakan tampilan dari *Lumped Load Editor*.



Gambar 3.9 Tampilan *Lumped Load Editor*.

Rizky Nursani, 2017

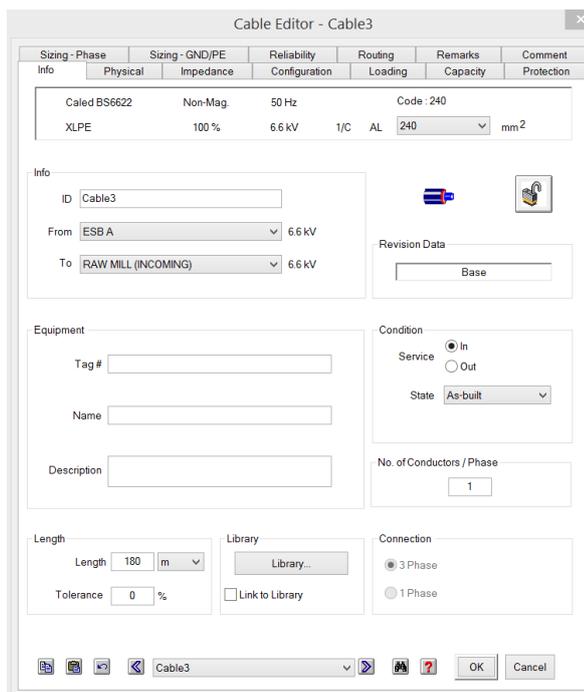
ANALISI VOLTAGE SAG AND SWELL AKIBAT PENGOPERASIAN MOTOR KAPASITAS BESAR PADA SISTEM KELISTRIKAN PABRIK SEMEN

repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

[Sumber: Software ETAP 12.6]

### 3.11.6 Pengisian data kabel

Data untuk kabel dapat dimasukkan ke dalam *Cable Editor*. Data yang harus dimasukkan ke dalam editor ini diantaranya: rating kV, jenis kabel, luas penampang kabel, panjang kabel, impedansi kabel, dan lain-lain. Gambar 3.10 merupakan tampilan dari *Cable Editor*



Gambar 3.10 Tampilan *Cable Editor*.

[Sumber: Software ETAP 12.6]

### 3.12 Metode Simulasi *Starting Motor*

Setelah single line telah dibuat dan data-data spesifikasi komponen telah dimasukkan, maka langkah selanjutnya adalah melakukan simulasi *motor starting*. Ada hal-hal yang perlu diperhatikan sebelum melakukan simulasi *starting motor*, yaitu, pastikan single line diagram dibuat dengan benar sehingga tidak ada *loop* dalam sirkuit dan tidak ada *infinite bus*. Adanya *loop* tersebut dapat menyebabkan ketidaksempurnaan dalam perhitungan *load flow*, dan hasil perhitungannya tidak akan konvergen yang akan menyebabkan nilai perhitungan *motor starting* menjadi tidak akurat. Kemudian data yang dimasukkan ke dalam komponen-komponen juga

Rizky Nursani, 2017

ANALISI VOLTAGE SAG AND SWELL AKIBAT PENGOPERASIAN MOTOR KAPASITAS BESAR PADA SISTEM KELISTRIKAN PABRIK SEMEN

repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

harus benar, jika tidak, maka hasil perhitungan dalam simulasi pun tidak akan akurat. Dalam simulasi *starting motor*, digunakan mode *Motor Acceleration Analysis*.



Gambar 3.11 Modul *Motor Acceleration Analysis*.

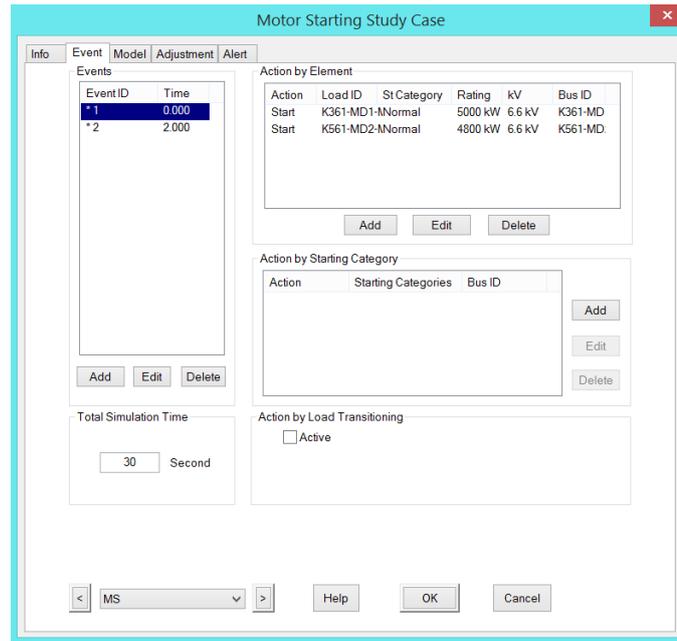
[Sumber: Software ETAP 12.6]

### 3.12.1 *Motor starting study case*

Menu ini digunakan untuk merencanakan dan mengedit simulasi yang akan dijalankan. Dalam menu ini, terdapat sub-menu utama yang harus kita isi. Sub-menu info, di dalamnya terdapat parameter solusi metode numerik yang dipakai, misalkan dengan *metode Newton-Raphson* atau *Adaptive Newton Raphson*. Kemudian Jumlah iterasi maksimal juga harus ditentukan.

Di sub-menu *event*, kita bisa menentukan jumlah *event* simulasi dan kapan masing-masing waktu simulasi tersebut dilakukan. Selain itu, dalam setiap *event*, kita harus menambahkan element yang akan digunakan, contohnya *menstart* atau mematikan motor tertentu, menyalakan atau mematikan beban statis tertentu, atau mengubah kategori operasi dari sebuah generator. Setelah itu semua data diisi, masukan total waktu simulasi yang diinginkan.

Di menu ini juga terdapat pilihan untuk menggunakan *Load Tap Changer* dan AVR yang terdapat di sub-menu model.



Gambar 3.12 *Motor Starting Study Case* sub-menu *Event*

[Sumber: Software ETAP 12.6]

### 3.12.2 *Toolbar motor starting*

Setelah rencana *starting* motor telah dibuat dan data-datanya telah dimasukkan ke dalam menu *Motor Starting Study Case*, maka langkah selanjutnya adalah melakukan simulasi *motor starting* dengan mengklik ikon *run static motor starting* untuk menjalankan simulasi *starting* motor statis dan mengklik ikon *run dynamic motor starting* untuk menjalankan simulasi *starting* motor dinamis. Apabila simulasi berjalan dengan baik, maka akan muncul jendela *Motor Starting Analysis Alert View* yang akan memberitahukan kondisi yang terjadi pada bus-bus dan beban-beban sistem pada saat dijalkannya *starting motor*. Kemudian akan muncul pula tampilan *Motor Starting Time-Slider* yang digunakan untuk mengetahui arus *inrush* yang masuk ke bus motor seiring perubahan waktu. Tabel 3.6 menunjukkan fungsi dari menu-menu utama yang ada pada *toolbar motor starting*.

Tabel 3.6 Fungsi *Toolbar Motor Starting*

Menu	Nama	Fungsi
------	------	--------

Rizky Nursani, 2017

ANALISI VOLTAGE SAG AND SWELL AKIBAT PENGOPERASIAN MOTOR KAPASITAS BESAR PADA SISTEM KELISTRIKAN PABRIK SEMEN

repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

	<i>Run Dynamic Motor Starting</i>	Menjalankan simulasi <i>starting</i> motor dinamis.
Menu	Nama	Fungsi
	<i>Run Dynamic Motor Starting</i>	Menjalankan simulasi <i>starting</i> motor statis.
	<i>Display Option</i>	Menentukan tampilan layar.
	<i>Alert View</i>	Menampilkan jendela <i>Motor Starting Analysis Alert View</i> .
	<i>Report Manager</i>	Menampilkan laporan hasil simulasi.
	<i>Motor Starting Plots</i>	Menampilkan plot hasil simulasi.
	<i>Halt Current Calculation</i>	Menghentikan perhitungan simulasi yang sedang berjalan.

[Sumber: Software ETAP 12.6]

Kemudian untuk menampilkan grafik plot dari simulasi klik menu *Motor Starting Plots* dan pilih plot apa saja yang ingin ditampilkan, misalnya tegangan di bus motor, arus yang mengalir pada motor dan lain-lain. Dan untuk menampilkan hasil laporan simulasi, klik menu *Report Manager*, tentukan hasil apa saja yang akan ditampilkan, seperti laporan *load flow*, akselerasi dan lain-lain. Serta tentukan format file dari laporan tersebut.

### 3.13 Metode Simulasi Pelepasan Beban

Selanjutnya, untuk mengetahui efek dari pelepasan beban terhadap munculnya *voltage swell*, penulis akan melakukan simulasi pelepasan beban dengan menggunakan mode *Transient Stability Analysis*. Mode ini digunakann

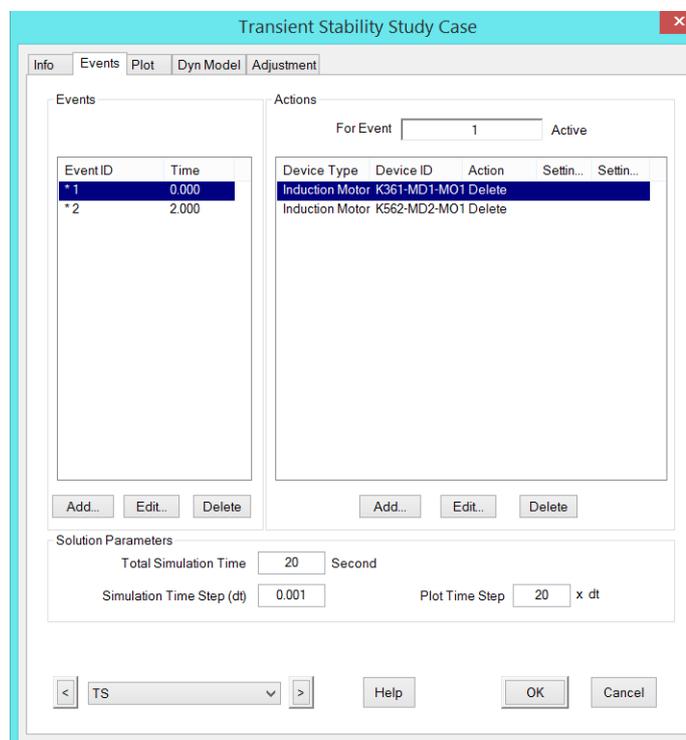
Rizky Nursani, 2017

ANALISI VOLTAGE SAG AND SWELL AKIBAT PENGOPERASIAN MOTOR KAPASITAS BESAR PADA SISTEM KELISTRIKAN PABRIK SEMEN

repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu



yang diinginkan. Pada sub-menu *Plot*, kita bisa memilih tampilan plot apa saja yang ingin dimunculkan pada saat simulasi telah selesai dilakukan.



Gambar 3.14 Tampilan *Transient Stability Study Case* sub-menu *Events*.

[Sumber: Software ETAP 12.6]

### 3.13.2 *Toolbar transient stability study analysis*

Setelah rencana pelepasan beban telah dibuat dan data-datanya telah dimasukkan ke dalam menu *Transient Stability Study Case*, maka langkah selanjutnya adalah melakukan simulasi pelepasan beban dengan mengklik ikon *run static motor starting* untuk menjalankan simulasi *starting* motor statis dan mengklik ikon *run transient stability* untuk menjalankan simulasi pelepasan beban. Apabila simulasi berjalan dengan baik, maka akan muncul jendela *Transient Stability Time-Slider* yang digunakan untuk mengetahui apa yang terjadi pada bus-bus yang mengalirkan daya ke beban-beban yang dilepaskan. Tabel 3.7 menunjukkan fungsi dari menu-menu utama yang ada pada *toolbar Transient Stability Analysis*.

Rizky Nursani, 2017

ANALISI VOLTAGE SAG AND SWELL AKIBAT PENGOPERASIAN MOTOR KAPASITAS BESAR PADA SISTEM KELISTRIKAN PABRIK SEMEN

Tabel 3.7 Fungsi *Toolbar Transient Stability Study Analysis*

Menu	Nama	Fungsi
	<i>Run Transient Stability</i>	Menjalankan simulasi <i>Transient Stability</i>
Menu	Nama	Fungsi
	<i>Display Option</i>	Menentukan tampilan layar.
	<i>Alert View</i>	Menampilkan jendela <i>Transient Stability Analysis Alert View</i> .
	<i>Report Manager</i>	Menampilkan laporan hasil simulasi.
	<i>Action List</i>	Menampilkan jendela <i>Transient Stability Time-Slider</i>
	<i>Transient Stability Plots</i>	Menampilkan plot hasil simulasi.
	<i>Halt Current Calculation</i>	Menghentikan perhitungan simulasi yang sedang berjalan.

[Sumber: Software ETAP 12.6]

Kemudian untuk menampilkan grafik plot dari simulasi klik menu *Transient Stability Plots* dan pilih plot apa saja yang ingin ditampilkan, misalnya tegangan di bus, arus yang mengalir pada bus dan lain-lain. Dan untuk menampilkan hasil laporan simulasi, klik menu *Report Manager*, tentukan hasil apa saja yang akan ditampilkan, seperti laporan *load flow*, laporan *dynamic stability* dan lain-lain. Serta tentukan format file dari laporan tersebut.

Rizky Nursani, 2017

ANALISI VOLTAGE SAG AND SWELL AKIBAT PENGOPERASIAN MOTOR KAPASITAS BESAR PADA SISTEM KELISTRIKAN PABRIK SEMEN

repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu