

**ANALISIS PENGARUH HARMONISA KE BEBAN DENGAN
HARMONIC FILTER PADA SMART GRID UMA BERBASIS
ETAP 19.0.1**

SKRIPSI

OLEH:

DAVID PARULIAN SIBURIAN

198120061



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2024**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 2/6/24

Access From (repository.uma.ac.id)2/6/24

HALAMAN JUDUL

ANALISIS PENGARUH HARMONISA KE BEBAN DENGAN *HARMONIC FILTER* PADA *SMART GRID* UMA BERBASIS ETAP 19.0.1

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana di Fakultas

Teknik
Universitas Medan Area

Oleh:

David Parulian Siburian


198120061

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
2024

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Analisis Pengaruh Harmonisa Ke Beban Dengan Harmonic Filter
Pada Smart Grid UMA Berbasis 19.0.1
Nama : David Parulian Siburian
NPM : 198120061
Fakultas : Teknik
Prodi : Teknik Elektro

Disetujui Oleh
Komisi Pembimbing


Dr. Ir. Dina Maizana, M.T
Pembimbing


Dr. Eng. Suryanto, S.T., M.T
Dekan


Labib Satria, M.T., IPM
Ka. Prodi

Tanggal Lulus :

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, Februari 2024



METERAI
TEMPEL
RF30AKX567633768

David
David Parulian Siburian
NPM.19.812.0061

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan
dibawah ini:

Nama : David Parulian Siburian
NPM : 19.812.0061
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada
Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive
Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul: “Analisis Harmonisa
Ke Beban Dengan Menggunakan *Harmonic Filter* Pada *Smart Grid* UMA
Berdasarkan ETAP 19.0.1”.

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti
Noneksklusif ini universitas medan area berhak menyimpan,
mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database),
merawat, dan memublikasikan tugas akhir/skripsi saya selama tetap
mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak
Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di: Medan
Pada Tanggal:
Yang menyatakan



(David Parulian Siburian)

ABSTRAK

Universitas Medan Area adalah salah satu PTS di Sumatera Utara yang turut terlibat dalam pengembangan teknologi Energi Baru Terbarukan (EBT). Peralannya dalam menyelenggarakan pendidikan dan aktifitas sehari – hari membutuhkan energi atau daya listrik untuk beraktifitas. Hal inilah yang menginisiasi pihak Universitas berupaya untuk pengembangan sistem kelistrikan dengan mengembangkan sistem *Smart grid* guna menekan biaya operasional Universitas. Namun dalam upaya realisasinya memiliki tantangan tersendiri seperti terjadinya harmonisa dalam arus dan tegangan di UMA.

Adanya harmonisa ini dikarenakan adanya peralatan yang menggunakan beban non-linier . Sebuah filter harmonisa diharapkan mampu menekan kandungan harmonisa pada beban pemakaian sistem *smart grid* yang memiliki distorsi harmonisa arus dan tegangan pada orde ke-3 sehingga efek negatif akibat adanya kandungan harmonisa dapat dikurangi. Oleh karena itu diperlukan suatu filter yang dapat menekan dampak harmonisa yang terjadi sehingga memberikan kualitas daya yang lebih baik.

Persoalan itu dapat dianalisis dengan menggunakan software Etap 19.0.1. Apabila tingkat harmonisa didalam sistem *smart grid* ini tinggi maka diperlukannya perancangan *harmonic filter* untuk memperkecil persentase harmonik pada sistem tersebut.

Kata Kunci: Harmonisa, ETAP 19.0.1, *Filter Harmonic*, *Smart Grid*

ABSTRACT

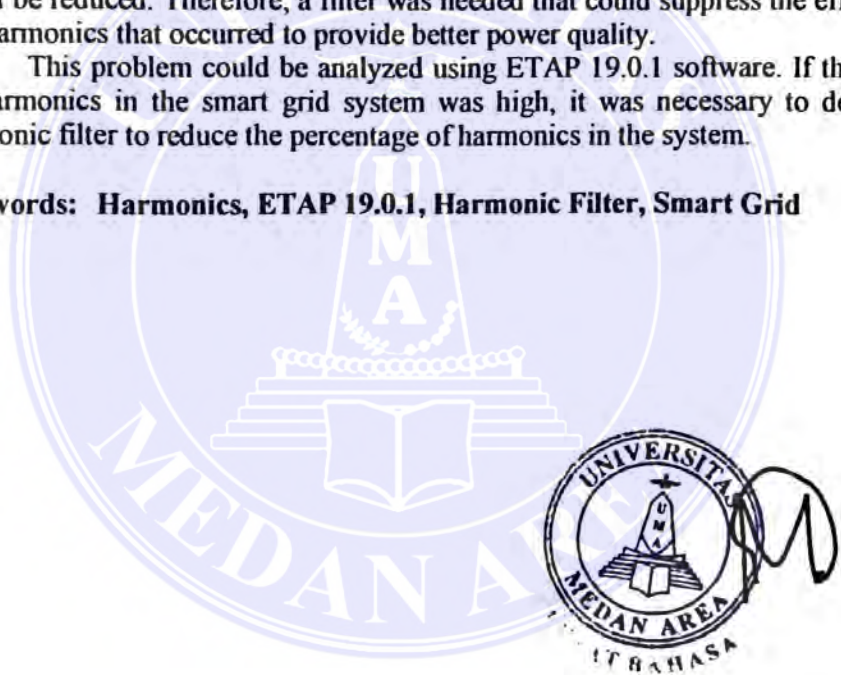
David Parulian Siburian. 198120061. "The Analysis of the Effect of Harmonics on Loads by Harmonic Filters on Smart Grids of UMA in ETAP 19.0.1-Based". Supervised by Dr. Ir. Dina Maizana, M.T.

The University of Medan Area is one of the private universities in North Sumatra that is involved in developing New Renewable Energy (*EBT/Energi Baeru Terbarukan*) technology today because carrying out education and daily activities requires energy or electrical power for activities. This initiated the university's efforts to develop the electricity system by evolving a smart grid system to reduce the university's operating costs. However, the efforts to realize it have challenges, such as harmonics in the current and voltage at UMA.

The existence of these harmonics was due to equipment that used non-linear loads. A harmonic filter was expected to suppress the harmonic content in loads using a smart grid system that had a 3rd order current and voltage harmonic distortion to reduce the negative effects due to the presence of harmonic content could be reduced. Therefore, a filter was needed that could suppress the effects of the harmonics that occurred to provide better power quality.

This problem could be analyzed using ETAP 19.0.1 software. If the level of harmonics in the smart grid system was high, it was necessary to design a harmonic filter to reduce the percentage of harmonics in the system.

Keywords: Harmonics, ETAP 19.0.1, Harmonic Filter, Smart Grid

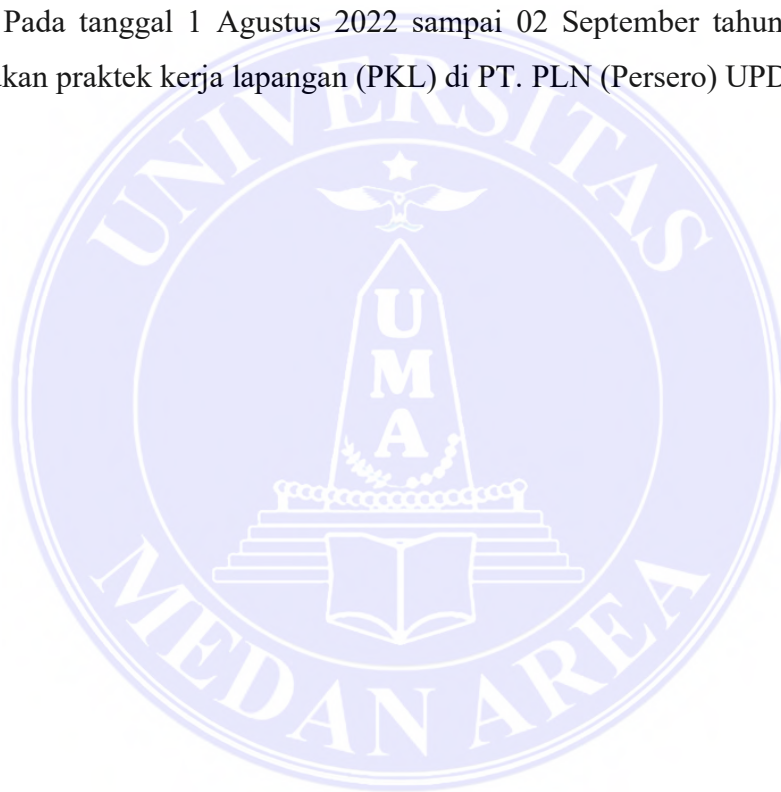


RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Medan pada tanggal 18 Februari 2001 dari ayah Jonson Siburian dan ibu Ormin br Hutapea. Penulis merupakan anak ke-2 dari 4 bersaudara.

Tahun 2018 Penulis lulus dari SMA NEGERI 1 LUBUK PAKAM dan pada tahun 2019 terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Pada tanggal 1 Agustus 2022 sampai 02 September tahun 2022 penulis melakukan praktek kerja lapangan (PKL) di PT. PLN (Persero) UPDK Belawan.



KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal penelitian ini dengan baik dan tepat waktu, adapun judul penelitian yang dipilih ialah “Analisis Pengaruh Harmonisa Ke Beban Dengan *Filter Harmonic* Pada *Smart Grid* UMA BERbasis ETAP 19.0.1”

Dalam penyelesaian proposal penelitian ini penulis banyak melibatkan orang-orang yang sudah membantu dalam pengerjaan proposal penelitian ini, dan pada kesempatan ini penulis ucapkan terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua penulis bapak Jonson Siburian dan ibu Ormin Hutapea yang selalu memberi doa dan dukungan secara moral maupun material.
2. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan M.Eng, M.Sc selaku Rektor Universitas Medan Area
3. Bapak Dr. Rahmatsyah S.Kom, M.Kom, selaku Dekan Fakultas Teknik.
4. Bapak Habib Satria, MT, IPP, selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro.
5. Ibu Dr. Ir. Dina Maizana MT, selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberi arahan atau bimbingan untuk membangun dalam penyusunan laporan proposal ini.
6. Seluruh staff pengajar Universitas Medan Area khususnya Program Studi Teknik Elektro.
7. Seluruh teman-teman Teknik Elektro angkatan 2019 atas kerjasama dan kebersamaanya selama menjalani studi.

Penulis menyadari proposal penelitian ini masih jauh dari kata sempurna, masih banyak kesalahan dan kekurangan, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk kesempurnaan tugas akhir ini. Penulis berharap tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi siapa yang membacanya, baik itu kalangan pendidikan maupun masyarakat umum. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Penulis,



David Parulian Siburian

DAFTAR ISI

ABSTRAK

ABTRACT

RIWAYAT HIDUP vii

KATA PENGANTAR..... viii

DAFTAR GAMBAR..... xi

DAFTAR TABEL..... xiii

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1. Latar Belakang 1

1.2. Rumus Masalah..... 2

1.3. Tujuan Penelitian 2

1.4. Batasan Masalah 2

1.5. Manfaat Penelitian 3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... 4

2.1 Sistem Tenaga Listrik 4

2.1.1 Sistem Tenaga Listrik Konvensional.....4

2.2 Kualitas Daya 6

2.2.1 Daya dan Faktor Daya7

2.2.2 Tegangan, Arus dan Frekuensi..... 7

2.3 Analisis Harmonisa 8

2.3.1 Distorsi Akibat Harmonisa 9

2.3.2 Batas aman disstorsi..... 10

2.4 Etap 19.0.1 11

2.5 Filter Harmonic 11

BAB III METODE PENELITIAN 14

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian 14

3.1.1 Lokasi Peneliian 14

3.1.2 Waktu Penelitian 14

3.2 Bahan dan Alat..... 14

3.3 Flowchart Penelitian 15

3.4 Studi Literatur 16

3.5	Mempersiapkan Perangkat Komputer Dengan Software Etap 19.0.1.....	16
3.5.1	Langkah - langkah Menjalankan Program Etap 19.0.1.....	16
3.6.	Survei dan Pengambilan Data Lapangan	19
3.6.1	Data Transformator	19
3.6.2	Data Solar Cell dan Baterai.....	19
3.6.3	Data Beban	21
3.7.	Menggambar <i>Single Line Diagram</i> Menggunakan Etap 19.0.1.....	21
3.7.1	Langkah Menggambar SLD Menggunakan Etap 19.0.1.	21
3.7.2	Hasil Gambar SLD <i>Smart grid</i> UMA Pada Kasus 1....	25
3.7.3	Hasil Gambar SLD <i>Smart grid</i> UMA Pada Kasus 2.....	26
3.7.4	Hasil Gambar SLD <i>Smart grid</i> UMA Pada Kasus 3.....	27
3.7.5	Hasil Gambar SLD <i>Smart grid</i> UMA Pada Kasus 4.....	28
3.8.	Simulasi harmonisa dan perancangan harmonic filter	29
3.8.1	Langkah Menjalankan Simulasi Harmonisa dan filter	29
BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA		31
4.1.	Hasil Harmonisa Pada Kasus 1 Tanpa Filter Harmonic	31
4.2.	Hasil Harmonisa pada kasus 2 Tanpa Filter Harmonic	33
4.3.	Hasil Harmonisa Pada Kasus 3 Tanpa Filter Harmonic	35
4.4.	Hasil Harmonisa Pada Kasus 4 Tanpa Filter Harmonic	36
4.5.	Hasil Harmonisa pada kasus 1 Dengan Filter Single-Tuned	38
4.6.	Hasil Harmonisa Pada Kasus 2 Dengan Filter harmonic Single-tuned ..	39
4.7.	Hasil Harmonisa kasus 3 Dengan Filter Harmonic Single-tuned	41
4.8.	Hasil Harmonisa Kasus 4 Dengan Filter Harmonic Single-tuned	42
4.9.	Perbandingan sebelum dan setelah menggunakan filter harmonic	44
KESIMPULAN DAN SARAN		46
5.1	Kesimpulan	46
5.2	Saran	46
DAFTAR PUSTAKA		47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Segitiga daya	7
Gambar 2. 2: frekuensi 3 fasa ideal.....	7
Gambar 2. 3 harmonic gelombang.....	9
Gambar 2. 4 Passive single tuned filter.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 1 Waktu Penelitian.....	14
Gambar 3. 2 Tampilan Layar Awal Etap 19.0.1	17
Gambar 3. 3 Tampilan From Informasi Projek Simulasi	17
Gambar 3. 4 Tampilan From Informasi User Pada Projek.....	18
Gambar 3. 5 Tampilan Mengisi Informai Projek, Informasi User dan Menu Bar dan Tools.....	18
Gambar 3. 6 Menu New Project Untuk Mengisi Informasi Lanjutan.....	22
Gambar 3. 7 Standar projek	22
Gambar 3. 8 Gambar Komponen dan Element Pada Etap 19.0.1	23
Gambar 3. 9 Contoh Sederhana Single Line Diagram.....	24
Gambar 3. 10 From Pengisian Data Tranformator.....	24
Gambar 3. 11 Hasil Gambar Smart grid Pada Kasus 1 Kondisi Solar Cell dan Baterai Tidak Merespon/Off	25
Gambar 3. 12 Hasil Gambar Smart grid Pada Kasus 2 Kondisi PLN dan Baterai Tidak Merespon/Off.....	26
Gambar 3. 13 Hasil Gambar Smart grid pada Kasus 3 Kondisi Baterai Sebagai Beban.....	27
Gambar 3. 14 Hasil Gambar Smart grid Pada Kasus 4 Kondisi Baterai Sebagai Sumber	28
Gambar 3. 15 Menu Harmonic Pada Menu Bar.....	29
Gambar 3. 16 Komponen harmonic filter	30
Gambar 3. 17 Menu Edit Study Case Transient.....	30
Gambar 4. 1 Rangkaian kasus 1 tanpa filter harmonic.....	31
Gambar 4. 2 Sinyal gelombang kasus 1	32
Gambar 4. 3 Rangkaian hasil harmonisa tanpa filter	33

Gambar 4. 4 Sinyal gelombang kasus 2	34
Gambar 4. 5 Rangkaian harmonisa kasus 3	35
Gambar 4. 6 Sinyal gelombang terhadap sinusoidalnya	35
Gambar 4. 7 Rangkaian harmonisa kasus 4	36
Gambar 4. 8 Gelombang harmonisa kasus 4 tanpa filter	37
Gambar 4. 9 Rangkaian kasus 1 dengan filter harmonic	38
Gambar 4. 10 Gelombang harmonisa kasus 1 menggunakan Filter.....	38
Gambar 4. 11 Rangkaian kasus 2 menggunakan Filter harmonic.....	39
Gambar 4. 12 Gelombang harmonisa kasus 2 dengan filter	40
Gambar 4. 13 Rangkaian harmonisa kasus 3 dengan filter.....	41
Gambar 4. 14 Gelombang harmonisa kasus 4 dengan filter	41
Gambar 4. 15 Rangkaian kasus 4 dengan filter.....	42
Gambar 4. 16 gelombang harmonisa kasus 4 dengan filter	43
Gambar 4. 17 diagram THD Busbar Utama.....	44

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Maksimal distorsi tegangan (IEEE 519-2014).....	10
Tabel 3. 1 Data Transformator.....	19
Tabel 3. 2 Data Solar Cell.....	20
Tabel 3. 3 Data baterai	20
Tabel 3. 4 data inverter.....	20
Tabel 3. 5 Data Beban Puncak Pada Jaringan Smart grid.....	21
Tabel 4. 1 THD Bus di UMA kasus 1.....	32
Tabel 4. 2 THD bus di UMA kasus 2.....	34
Tabel 4. 3 THD bus di UMA pada kasus 3	36
Tabel 4. 4 Persentase THD di Bus UMA pada kasus 4	37
Tabel 4. 5 THD pada kasus 4 degan filter.....	39
Tabel 4. 6 THD kasus 2 dengan filter	40
Tabel 4. 7 THD kasus 3 dengan filter	42
Tabel 4. 8 THD kasus 4 dengan filter	43

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Universitas Medan Area ikut andil dalam perkembangan dan pengembangan energi baru terbarukan. Pasalnya dalam penyelenggaraan pendidikan dan aktifitas sehari-hari membutuhkan energi atau daya Listrik untuk beraktifitas. Oleh sebab itu universitas Medan Area meakukan pengembangan sistem *smart grid* (sistem pintar). Tetapi dalam kenyataanya mendapatkan rintangan tersendiri seperti terjadinya harmonisa dalam arus dan tegangan di UMA. Harmonisa itu sendiri ada dikarenakan dalam sistem kelistrikan menggunakan bebabn non-linier. Semakin banyak menggunakan beban tersebut semakin besar angka persentase harmonisa dalam sistem, menyebabkan gelombang sempurna (sinusoidal) pada arus dan tegangan rusak.

Harmonic filter digunakan sebagai pengurang kandungan harmonisanya. *Harmonic filter* biasanya memiliki nilai yang tinggi ada pada urutan harmonisa ganjil, biasanya puncaknya terjadi di harmonisa urutan ke-3 dan ke-5. Untuk membuat harmonisa untuk itulah *harmonic filter* digunakan untuk membuat harmonisa dalam persentase yang aman. Standart yang digunakan untuk batas aman harmonisa yaitu IEEE 519-2014, dalam ketentuan tersebut dijelaskan lebih rinci tentang berapa batas aman baik yang single harmonic distorsi ataupun total harmonic distorsi untuk tegangan dan arus.

Dalam penulisan saya ini terdapat 4 kasus yang dilakukan sebagai simulasi. Seperti yang tertera bahwa ini dilakukan pada jaringan sistem *smart grid* yang ada di Universitas Medan Area. Untuk menunjang simulasi maka saya menggunakan aplikasi program yaitu ETAP (*Electrical Transient Analysis Program*) seri 19.0.1. Apabila tingkat harmonisa yang ada pada *smart grid* UMA melebihi batas harmonisa maka penulis menggunakan Filter Harmonic untuk menguranginya.

Penelitian penulis dilaksanakan di Universitas Medan Area kampus 1 yang berlokasi di jalan kolam no.1 Medan Area. Dalam hal ini Gedung Gedung utama seperti Gedung fakultas-fakultas, rektorat, asrama putri dan masjid menjadi penelitain dan data datang yang ada dipastikan benar, untuk tercapainya

harmonisa yang sesuai dengan standar. Nanti nya menganalisi pengaruh harmonisa sebelum dan sesudah adanya filter harmonic ke beban untuk keberlangsungan peralatan-peralatan yang ada pada sistem *Smart grid* di Universitas Medan Area.

1.2. Rumus Masalah

Agar pembahasan terarah maka ditentukanlah rumusan masalah yang akan dibahas dalam skripsi ini, yaitu:

1. Bagaimana mendesign single line diagram dan melakukan simulasi pada jaringan smart grid Universitas Medan Area dengan menggunakan software Etap 19.0.1 dan mensimulasikannya ?
2. Bagaimana menganalisis harmonisa pada jaringan smart grid Universitas Medan Area menggunakan Etap 19.0.1 ?
3. Bagaimana menganalisis perancangan harmonic filter pada jaringan smart grid Universitas Medan Area menggunakan Etap 19.0.1 ?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah maupun tujuan penelitian yang akan di capai antara lain:

1. Mengetahui seberapa besar harmonisa pada jaringan smart grid di Universitas Medan Area.
2. Mengetahui tingkat harmonisa dengna harmonic filter pada smart grid Universitas Medan Area.

1.4. Batasan Masalah

Untuk terarahnya jalan penelitian ini maka dibuatlah batasan masalahnya sebagai berikut :

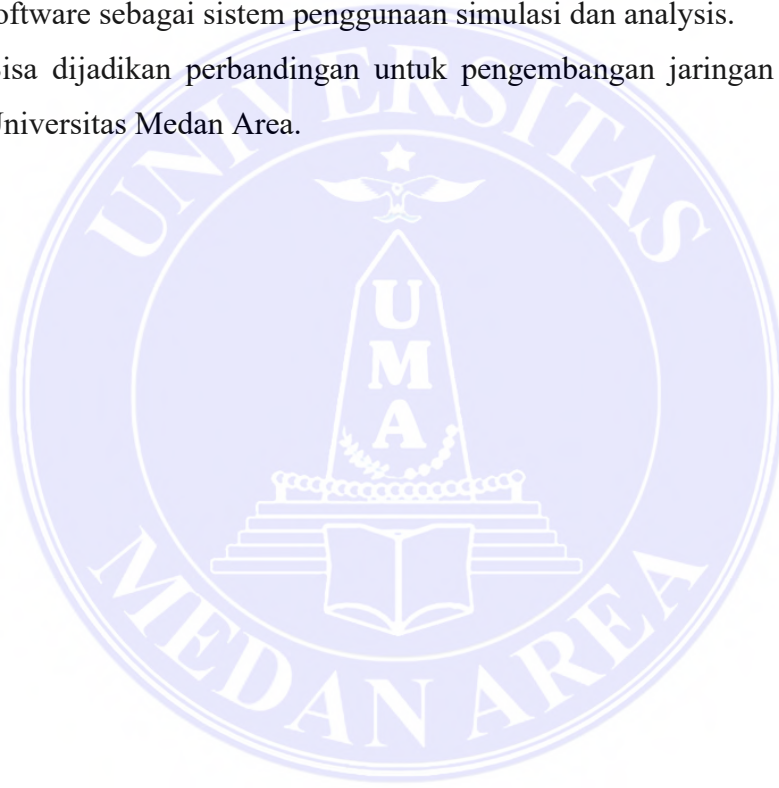
1. Melakukan simulasi jaringan smart grid Universitas Medan Area Degan software Etap 19.0.1.
2. Analsis yang dilakukan adalah analisis harmonisa menggunakan metode Thevenin / Norton Equivalent.

3. Perancangan filter harmonic menggunakan filter single tuned pada software Etap 19.0.1.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Manfaat secara teoritis, sebagai wadah pembelajaran pengembangan ilmu pengetahuan, di bidang analisis harmonisa dan perancangan harmonic filter pada sistem jaringan smart grid serta mengetahui cara menggunakan software sebagai sistem penggunaan simulasi dan analisis.
2. Bisa dijadikan perbandingan untuk pengembangan jaringan smart grid di Universitas Medan Area.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Tenaga Listrik

Sistem Tenaga Listrik merupakan suatu unit interkoneksi terdiri dari pusat beban yang terhubung satu sama lain melalui jaringan distribusi dan transmisi. Mendistribusikan Listrik ke konsumen dengan aman melibatkan unit sekitardari pusat Listrik (pembangkit Listrik) ke jalur distribusi (gardu distribusi). Pusat-pusat pembangkit Listrik yang menghasilkan energi Listrik harus disalurkan melalui sistem transmisi, trafo penaik tegangan (trafo step up) akan menaikkan tegangan yang kemudian diarahkan dari transmisi ke unit-unit gardu induk dan disalurkan ke beban beban yang ada di daerah tersebut, dan didistribusikan dari jaringan transmisi. Berbagai pembangkit ada di Sumatera utara yaitu PLTGU Belawan dan PLTA Sibolga. Pembangkit-pembangkit tersebut mendistribusikan keada seluru daerah yang ada di Sumatera Utara sehingga masyarakat dapat menggunakan listrik yang memadai.

2.1.1 Sistem Tenaga Listrik Konvensional

“Secara tradisional, istilah *grid* digunakan untuk suatu sistem kelistrikan yang dapat mendukung semua atau beberapa dari empat komponen sebagai berikut: pembangkit listrik, transmisi listrik, distribusi listrik dan kontrol listrik”. Sistem tenaga ini terdiri atas sistem tiga fasa yang berkerja pada tegangan relatif konstan dan unit pembangkit, transmisi menggunakan peralatan tiga fasa. Ukuran serta bentuk sistem tenaga ini bervariasi sesuai dengan alat dan komponen pendukungnya juga memiliki karakteristik yang sama. Untuk mencapaisistem fasa tiga seimbang maka pada unit distribusi satu fasa penyaluran energi listrik harus merata di setiap fasanya.

Pada sistem tenaga untuk membangkitkan enrgi listriknya menggunakan mesin sigkorn. *Prime Mover* dan generator yang membangkitkan energi listrik degan mengubah tenaga turbin yang di dorong oleh air sihingga mengubah energi Mekanik menjadi energi listrik. Pada unit pembangkit terdapat juga gardu

induk. Gardu induk memiliki peralatan utama transformator yang digunakan untuk untuk menaikkan tegangan generator dari 11,5 kV menjadi tegangan transmisi 150kV pengatur dan pengaman. Jenis – jenis pemangkit antara lain yakni PLTA, PLTU, PLTG, PLTN dan PLTS.

Pada jaringan transmisi berfungsi menyalurkan energi listrik dari pembangkit sampai pada distribusi. Pada saluran distribusi dilakukan penyesuaian tegangan dan menurunkan tegangan agar dapat dipergunakan oleh pengguna listrik.

Saluran distribusi adalah sub sistem tenaga listrik yang terhubung langsung kepada pengguna listrik. Saluran distribusi ini berfungsi menyalurkan listrik ke beberapa tempat. Sub sistem itu terdiri atas pusat pengatur atau gardu induk, gardu hubung, jaringan primer 6 kV dan 20 kV yang berupa saluran udara ataupun saluran tanah, jaringan sekunder 380 V dan 220 V, gardu distribusi dilengkapi peralatan terdiri atas pengatur tegangan rendah, menengah dan trafo.

2.1.2 Smart grid (Sistem Tenaga Listrik Cerdas)

Jaringan listrik konvensional yang sudah dari dulu digunakan untuk menyalurkan listrik dari generator pusat ke banyak pelanggan. Namun kini energi baru terbarukan sedang dikembangkan ke dalam sistem jaringan Listrik diseluruh dunia. Kehadiran generator dalam skala kecil pada jaringan listrik membutuhkan teknologi dan cara kerja kontrol yang berbeda. Jaringan pintar secara otomatis menggunakan daya dan membutuhkan informasi secara close loop untuk mencapai distribusi energi tepat sasaran. Logika Jaringan pintar adalah kombinasi teknologi yang sudah ada dan terus berkembang. sistem ini dapat menambahkan tingkat efektifitas produksi dan penggunaan listrik serta peningkatan dalam keandalan dan integritas energi ini kedalam sistem listrik. Dengan menggunakan teknologi informasi terbarukan ini, jaringan cerdas ini dapat menyalurkan listrik dengan lebih efektif dan memberikan reaksi dari berbagai situasi dan peristiwa. Jaringan pintar memberikan reaksi pada kejadian dan melakukan tindakan yang tepat terhadap proses di mana saja di jaringan, Pembangkitan, Transmisi, Distribusi, dan pengguna listrik. Contohnya, jika terjadi kesalahan pada distribusi listrik, jaringan pintar secara otomatis mengalihkan aliran listrik dan memperbaiki operasi. Jaringan cerdas mengintegrasikan dan menggunakan teknologi cerdas

dalam sistem komponen jaringan seperti gardu pembangkit listrik, transmisi, distribusi, dan konsumsi untuk menciptakan sistem yang bersih, aman, andal, kuat, efisien, dan berkelanjutan. . Mengingat luasnya penelitian jaringan listrik pintar, penelitian yang berbeda mungkin mempunyai fokus dan perspektif yang berbeda sehingga mengungkapkan pandangan yang berbeda mengenai jaringan listrik pintar.

2.1.3 Sistem Microgrid

Microgrid adalah jaringan listrik mandiri yang memungkinkan Anda menghasilkan listrik di lokasi yang dapat digunakan ketika sangat diperlukan. Untuk tujuan ini, microgrid Anda akan menghubungkan, memantau, dan mengendalikan sumber daya energi terdistribusi (distributed energy resources, DER) fasilitas Anda sekaligus meningkatkan kinerja, jejak yang berkelanjutan, dan ketahanan. Jaringan mikro (schneider, 2023).

Terdapat beberapa hal yang berbeda antara sistem microgrid dan pembangkit konvensional adalah :

1. *Microgrid* memiliki kapasitas yang jauh lebih kecil dibanding pembangkit konvensional.
2. Daya output yang dihasilkan *microgrid* bisa langsung diintegrasikan dengan utilitas jaringan distribusi.
3. Letak yang dekat dengan beban membuat suplai lebih efisien dengan profil tegangan dan frekuensi yang baik.

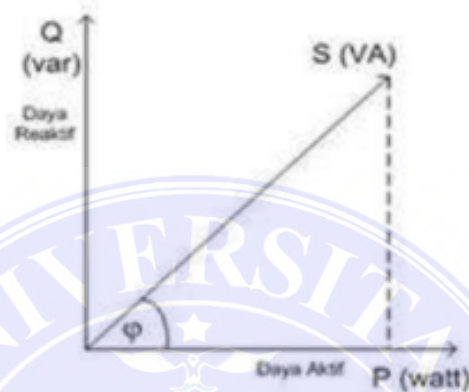
Microgrid dapat beroperasi dalam dua mode yaitu mode terhubung ke *grid* utama (PLN) dan mode terputus dari grid utama (Mahasiswa & Widiatmoko, n.d.-a). Kedua mode ini juga disebut *grid-connected* dan *islanding*.

2.2 Kualitas Daya

Beban tak seimbang yang ada dalam sistem tenaga listrik adalah poin yang sangat berhubungan langsung dan cukup besar kepada kualitas daya. Banyak yang mempengaruhi nilai dari kualitas daya dan ditentukan sebagai berikut: pemadaman, faktor daya yang rendah, naik dan turun tegangan, tegangan tak seimbang, dan distorsi harmonisa saat kondisi steady state.

2.2.1 Daya dan Faktor Daya

Terdapat tiga besaran utama daya listrik, yaitu: semu (VA), nyata (W) dan reaktif (VAR) [9]. Daya sebagai hasil kali arus dan tegangan, sedangkan energi adalah daya dikalikan waktu, dengan asumsi bahwa banyaknya aliran listrik per satuan waktu (Joule/s).

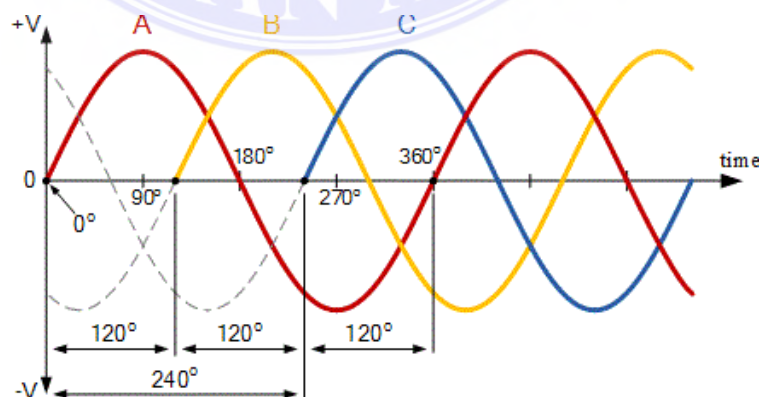


Gambar 2. 1 Segitiga daya

Faktor daya (PF) adalah besar sudut antara daya semu (S) dan daya nyata (P) akibat perubahan daya reaktif (Q). Untuk itu faktor daya sangat berpengaruh untuk keberlangsungan peralatan dan tidak merusak.

2.2.2. Tegangan, Arus dan Frekuensi

Tegangan ideal yang seharusnya diterima oleh pihak konsumen adalah $220 \angle 0^\circ$ fasa A (R/L1), $220 \angle -120^\circ$ fasa B (S/L2), $220 \angle 120^\circ$ fasa C (T/L2).



Gambar 2. 2: frekuensi 3 fasa ideal

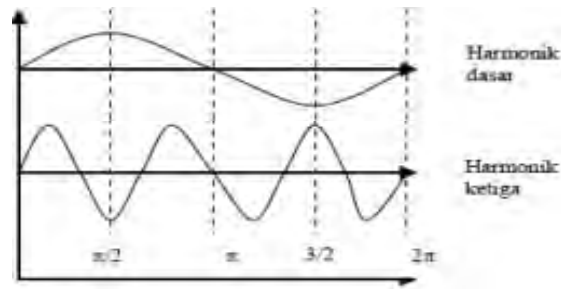
ANSI C84.1-1995, untuk tegangan sistem tak seimbang tidak boleh lebih dari 3% pada saat tak dibebani, dan maksimal 6% untuk sistem yang dibebani (Teknologi & Uda, 2020). Saat beban penuh maksimum penurunan tegangan (SPLN: 72.1987) bagi sistem radial untuk SUTM: 5% dari tegangan kerja, transformator distribusi: 3% dari tegangan kerja, STR sebesar 4% dari tegangan kerja tergantung kepadatan beban, sambungan rumah: 1% dari tegangan nominal. Jadi kondisi tegangan fasa tiga yang tidak seimbang terjadi baik dalam hal besar maupun beda sudut fasanya. Dimana beban resistif menghasilkan $PF = 1$, beban induktif menghasilkan PF tertinggal (lagging) dan beban kapasitif menghasilkan PF mendahului (leading). Selain itu, beban tak linier menyebabkan bentuk gelombang arus tidak sinusoidal. Frekuensi ideal yang diterima konsumen listrik harus sudah memenuhi standar yang berlaku di Indonesia, yaitu: 50 Hz. Jadi arus, tegangan, dan frekuensi dalam keadaan ideal sangat menentukan akan kualitas daya Listrik.

2.3 Analisis Harmonisa

Beban non-linear sistem kelistrikan inilah yang menciptakan konten harmonik. Gelombang sinusoidal murni pada arus atau tegangan dalam sistem kelistrikan tidak dapat ada karena tingginya penggunaan beban non-linier ini, yang meningkatkan kandungan harmonik[5].

Beban nonlinier dibagi menjadi tiga kategori peralatan sesuai dengan standar IEEE 519 tahun 1992: peralatan elektronika daya, generator busur, seperti: arc furnaces, fluorescent lamp; dan peralatan yang bersaturasi inti ferromagnetik, seperti: transformator dan motor induksi. Standar IEC 6100-2-1-1990, harmonisa sebagai arus atau tegangan sinusoidal dengan kelipatan frekuensi sistem dari pasokan tenaga listrik untuk dioperasikan dalam frekuensi 50 Hz atau 60 Hz[2]

proses pembentukan gelombang sinusoidal dengan frekuensinya aslinya adalah perkalian bilangan bulat dari frekuensi dasarnya atau disebut harmonisa. Apabila dalam gelombang terjadi bentuk gelombang yang tidak beraturan sesuai bentuk gelombang dasarnya maka akan terbentuk gelombang terdistorsi atau tak sinusoidal.



Gambar 2. 3 harmonic gelombang

2.1.1 Distorsi Akibat Harmonisa

Gelombang harmonisa yang memiliki nilai tertinggi terdapat pada angka kelipatan yang ganjil. Contoh kelipatan 3, 5, 7 dan seterusnya tetapi puncak tertinggi dari kelipatan ganjil sesuai frekuensi dasarnya yaitu kelipatan ke 3 dan ke 5 sehingga menimbulkan harmonisa yang tinggi dan menonjol ketimbang kelipatan ganjil yang lainnya. Nilai THD diperoleh dari perbandingan nilai rms semua komponen harmonisa selain fundamental terhadap nilai rms komponen fundamental. Nilai besaran yang Total harmonic distorsi dapat di rumuskan sebagai berikut :

$$\text{THD} = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} M_n^2}}{M_1} \times 100\% \quad (2.1)$$

Keterangan :

THD = *Total Harmonic Distortion* (%)

M_n = Nilai RMS Dari Arus atau Tegangan Harmonisa ke-n

M_1 = Nilai RMS Dari Arus atau Tegangan Pada Frekuensi Dasar (fundamental)

Total Harmonic Distortion (THD) didefinisikan sebagai perbandingan nilai rms komponen harmonisa terhadap komponen dasar (fundamental) dan biasanya dinyatakan dalam %. Indeks ini digunakan untuk mengukur penyimpangan dari bentuk gelombang satu periode yang mengandung harmonisa pada gelombang sinusoidal sempurna. Untuk satu gelombang arus sempurna pada frekuensi dasar (fundamental) THDnya adalah nol.

$$\text{THD}_v = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} V_n^2}}{V_1} \times 100\%$$

Keterangan :

V_n = Tegangan Harmonik *Orde* ke-n

V_1 = Tegangan Fundamental (V_{rms})

$n = 2 - \infty$

2.3.2. Batas aman distorsi

Ada dua kriteria yang digunakan dalam analisa distorsi harmonisa, pembatasan untuk distorsi arus harmonisa dan pembatasan untuk distorsi tegangan harmonisa. Acuan yang digunakan untuk pembatasan tegangan harmonisa adalah IEEE 519-1992. Untuk batas harmonisa arus, ditentukan oleh rasio I_{sc}/I_L .

Tabel 2. 1 Maksimal distorsi tegangan (IEEE 519-2014)

Maximum distorsi (%)	System Voltage		
	V < 69 kV	69 < V < 138 kV	V > 138 kV
Individual harmonic	3.0	1.5	1.0
Total harmonic	5.0	2.5	1.5

Keterangan gambar :

1. Distorsi maksimal tegangan dibawah sama dengan 69 KV dari *individual harmonic* yaitu 3% sedangkan total harmonic 5%.
2. Distorsi maksimal tegangan diantara sama 69KV-138 KV dari *individual harmonic* yaitu 1.5% sedangkan total harmonic 2.5%.
3. Distorsi maksimal tegangan diatas sama dengan 139 KV dari *individual harmonic* yaitu 1% sedangkan total harmonic 1.5%.

2.4 Etap 19.0.1

ETAP (*Electric Transient and Analysis Program*) adalah platform yang dapat membantu mempermudah serta yang sangat komprehensif untuk desain, simulasi, kontrol, operasi, pengoptimalan, pembangkitan, transmisi, distribusi dan sistem tenaga industri. Etap banyak digunakan di perusahaan – perusahaan yang berkecimpung di bidang kelistrikan. Selain dari fitur – fitur yang disediakan cukup lengkap Etap juga sangat *friendly* untuk di gunakan. Karena Etap memberikan panduan untuk pengguna pemula pada sistem tenaga, setidaknya memberikan pemahaman dasar mengenai sistem tenaga.

Etap dapat digunakan untuk membuat proyek *one line diagram* atau diagram satu garis untuk berbagai analisis. Etap menawarkan fitur terintegrasi penuh termasuk *arc flash*, *load flow*, *short circuit*, koordinasi relay, kapasitas kabel, stabilitas *transien* dan lain – lain. Etap juga telah menyediakan informasi umum seperti spesifikasi generator, transformator, *shunt* dan lainnya yang membuat pengguna lebih mudah mengoperasikannya. menyatakan bahwa Etap menyediakan laporan kesalahan dan menyoroti kesalahan tersebut kepada pengguna dalam laporan singkat.

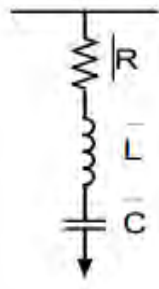
Dalam analisa harmonisa pada kali ini kita akan menggunakan beberapa saja dari fitur yang telah tersedia pada Etap dan berikut Langkah-langkah yang harus dilakukan :

1. Inisialisasi Project
2. Pembuatan Single Line Diagram
3. Run Load flow
4. Menjalankan *Harmonic Analysis*
5. Membuat *filter harmonic*

2.5 Filter Harmonic

Passive filter single tuned Passive single-tuned filter adalah filter yang terdiri dari komponen-komponen pasif R, L dan C terhubung seri, seperti pada Gambar 8. Passive single-tuned filter akan mempunyai impedansi yang kecil pada frekuensi resonansi sehingga arus yang memiliki frekuensi yang sama dengan

frekuensi resonansi akan dibelokkan melalui filter.



Gambar 2. 4 Passive single tuned filter

Berdasarkan Gambar 8, besarnya impedansi passive single tuned filter pada frekuensi fundamental adalah:

$$Z_F = R + j(X_L - X_C)$$

Pada frekuensi resonansi, Persamaan (2.4) menjadi:

$$Z_F = R + j\left(\omega_r L - \frac{1}{\omega_r C}\right) \quad (2.5)$$

Jika frekuensi sudut saat resonansi adalah:

$$\omega_r = 2\pi f_0 h_r \quad (2.6)$$

Impedansi filter dapat ditulis sebagai berikut:

$$Z_F = R + j\left(X_L h_r - \frac{X_C}{h_r}\right) \quad (2.7)$$

Saat resonansi terjadi nilai reaktansi induktif dan reaktansi kapasitif sama besar, maka diperoleh impedansi passive single tuned filter seperti pada Persamaan (2.8) adalah

$$Z_F = R \quad (2.9)$$

Pada Persamaan (2.10) menunjukkan bahwa pada frekuensi resonansi, impedansi passive filters single-tuned sama dengan tahanan induktor R, sehingga arus harmonisa yang mempunyai frekuensi yang sama dengan frekuensi resonansi akan dialirkan atau dibelokkan melalui passive single-tuned filter.

Dengan demikian Passive single tuned filter diharapkan dapat mengurangi IHDV dan IHDi sampai dengan 10- 30%. Besarnya tahanan R dari induktor dapat ditentukan oleh faktor kualitas dari induktor. Pada frekuensi tuning:

$$\omega_n L = \frac{1}{\omega_n C} = X_n \quad (2.11)$$

Faktor kualitas:

$$Q = \frac{X_n}{R} \quad (2.12)$$

Berdasarkan persamaan (2.12), tahanan resistor adalah:

$$R = \frac{X_n}{Q} \quad (2.13)$$



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

3.1.1 Lokasi Peneliiian

Lokasi penelitian dilakukan dan dilaksanakan di CV. Angkaasa Mobie Teach yang beralamat di jalan Sultan Serdang Gg. Ikhlas No.5.

3.1.2 Waktu Penelitian

Gambar 3. 1 Waktu Penelitian

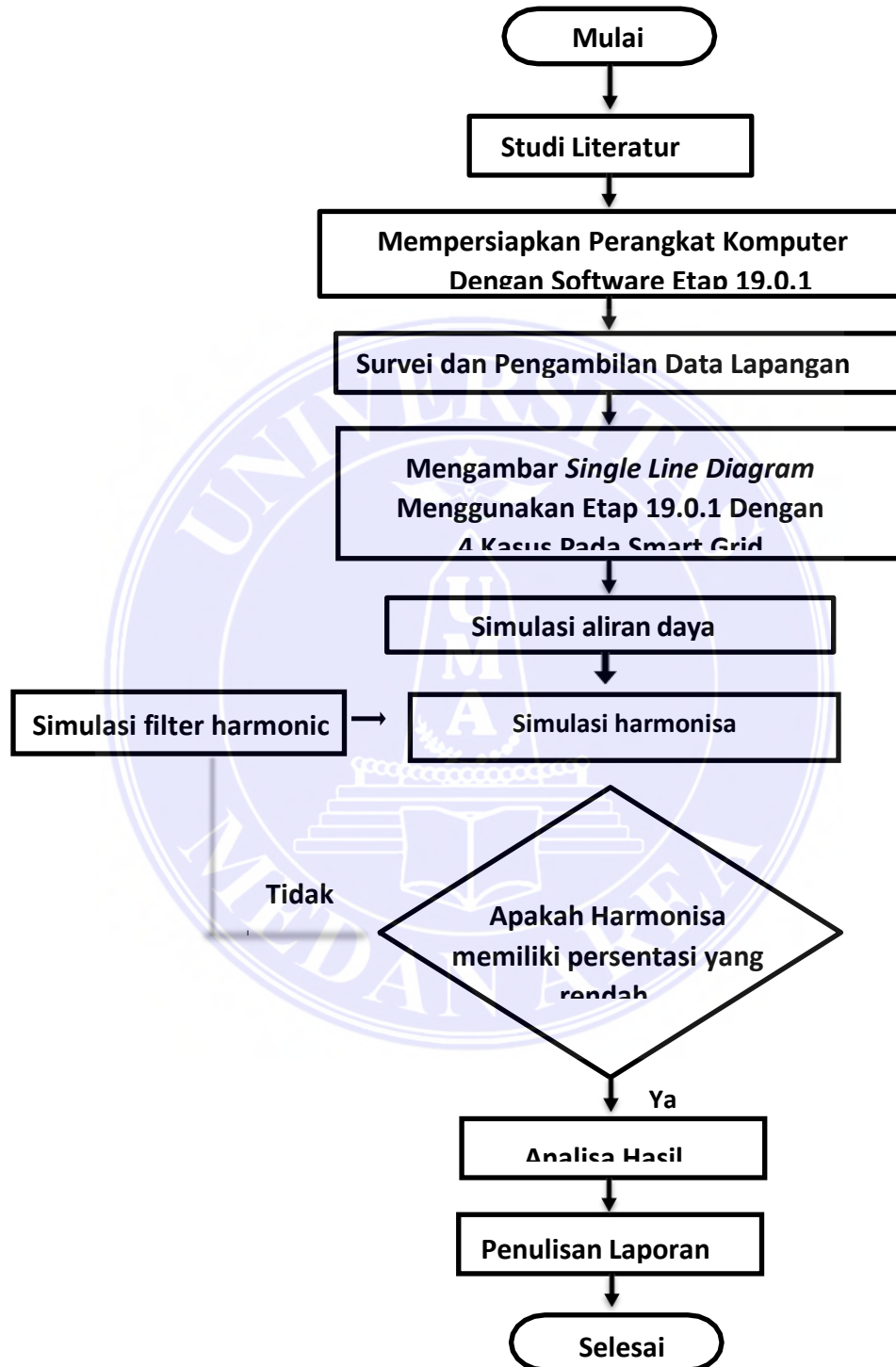
No	Kegiatan Penelitian	Bulan Ke											
		I				II				III			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Analisis kebutuhan dan perancangan	■	■										
2	Pengumpulan alat dan bahan			■	■								
3	Pembuatan alat				■	■	■						
4	Pengujian alat					■	■	■					
5	Analisa cara kerja alat							■	■				
6	Penulisan laporan									■	■	■	■

3.2 Bahan dan Alat

Adapun bahan dan alat akan digunakan adalah sebagai berikut:

1. Laptop merk ASUS TUF DASH
2. Software ETAP 19.0.1.

3.3 Flowchart Penelitian



3.4 Studi Literatur

Dalam penelitian ini penulis melakukan studi literatur dan pengumpulan data – data yang diperlukan dalam penelitian. Baik itu dari metode perhitungan yang diterapkan, teori yang terkait, serta data primer maupun skunder guna menunjang relevansi dan kelancaran dalam penelitian ini. Baik itu bersumber dari jurnal, skripsi, tesis, artikel dan sumber – sumber yang dapat di pertanggung jawabkan. Selain itu dilakukan pengumpulan data dengan cara mendatangi pihak –pihak yang bersangkutan.

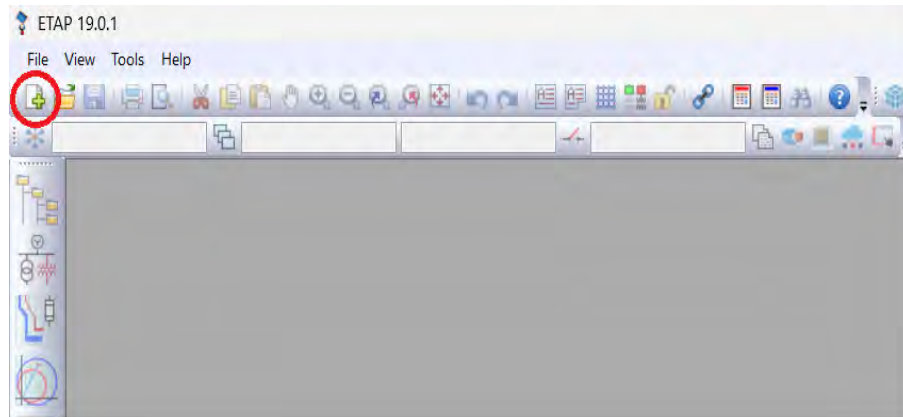
3.5 Mempersiapkan Perangkat Komputer Dengan Software Etap 19.0.1

Pada tahap ini adalah persiapan teknis mengenai peralatan dan alat bantu untuk menganalisa data yang akan di peroleh yaitu perangkat komputer dan software Etap 19.0.1 yang akan digunakan untuk menganalisa data yang diperoleh. Dan bagaimana memulai membuat projek baru pada software Etap 19.0.1.

3.5.1. Langkah - langkah Menjalankan Program Etap 19.0.1

Langkah pertama, setelah selesai memasang software Etap 19.0.1 pada perangkat komputer (laptop), selanjutnya klik software Etap 19.0.1 pada layar menu dan tunggu sampai muncul halaman lembar kerja baru pada tampilan Etap 19.0.1.

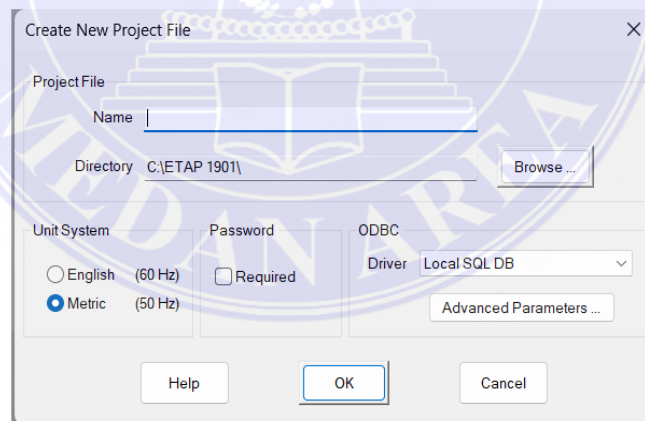
Halaman kerja yang muncul masih dalam keadaan kosong dan hanya ada 3 menu yang bisa kita gunakan yaitu menu *New*, *Open* dan *Help*. Dimana menu *New* berfungsi untuk membuat lembar kerja baru, menu *Open* berfungsi untuk membuka projek yang sudah ada dan biasa di gunakan untuk melanjutkan projek yang sudah pernah di kerjakan, dan menu *Help* berfungsi untuk melihat informasi yang kita butuhkan dalam menjalankan projek menggunakan Etap 19.0.1. Berikut gambar tampilan layar ketika Etap 19.0.1 baru di jalankan.



Gambar 3. 2 Tampilan Layar Awal Etap 19.0.1

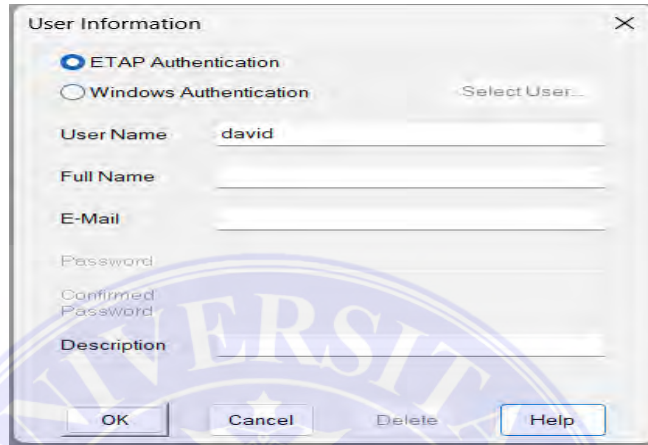
Pada gambar yang di lingkari merah sebelah kiri pojok adalah menu *New* . Menu yang lain akan dapat digunakan apabila lembar kerja sudah dibuat terlebih dahulu.

Langkah kedua, adalah dengan memilih menu *New* pada sisi kiri pada Etap 19.0.1. untuk memasukkan Informasi – Informasi awal pada proyek seperti Informasi Proyek dan Enginer. Data ataupun informasi pada form ini dapat di isi sesuai kebutuhan pengguna. From informasi dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 3. 3 Tampilan From Informasi Proyek Simulasi

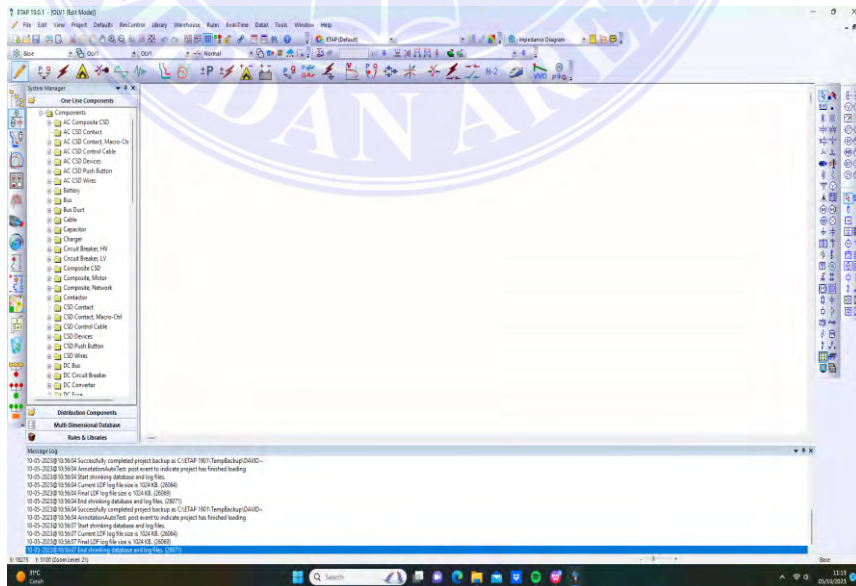
Langkah ketiga, yakni setelah memasukkan informasi ataupun nama proyek yang akan dikerjakan secara otomatis akan muncul menu from data pengguna atau engginer. Selanjutnya isi from yang tersedia dengan data diri yang sesuai. Setelah di isi lalu klik OK pada menu yang tersedia.



Gambar 3. 4 Tampilan From Informasi User Pada Proyek

Setelah di klik OK secara otomatis maka akan muncul lembar kerja baru pada Etap 19.0.1 dan menu Bar dan menu Tolls pada Etap 19.0.1 sudah dapat digunakan.

Agar lebih jelas dan terlihat perbedaannya dapat kita perhatikan pada gambar berikut :



Gambar 3. 5 Tampilan Mengisi Informai Proyek, Informasi User dan Menu Bar dan Tools

3.6. Survei dan Pengambilan Data Lapangan

Studi lapangan adalah proses observasi langsung ke lapangan dengan bertujuan mengabil data yang dibutuhkan. Adapun data yang dibutuhkan dalam studi lapangan dan lama waktu observasi sebagai berikut :

1. Pengambilan data dilaksanakan selama 14 hari berdasarkan data beban harian sumber PLN di UMA.
2. Data dan spesifikasi peralatan listrik yang digunakan meliputi transformator, solar cell, baeteai, inverter dan beban.

3.6.1 Data Transformator

Pada sistem *smart grid* diintegrasikan dengan jaringan distribusi PLN 20kV dan *power grid* dari PLN berfungsi sebagai sumber utama yang beroperasi *swing*. PLN diasumsikan sebagai sumber daya yang tak terbatas. Selanjutnya *Grid* di hubungkan dengan trafo *step – down* berkapsitas 500 KVA untuk menurunkan tegangan 20 kv menjadi 380V.

tabel 3. 1 Data Transformator

Parameter	Nilai
Nominal Trafo Distribusi	500 kVA
Frekuensi	50 Hz
Tegangan Primer	20 kV
Tegangan Skunder	0.38 kV

3.6.2. Data Solar Cell dan Baterai

Pada sistem ini yang berperan sebagai *Distributed Gerenarionya* adalah *solar cell* yang berjumlah 2 unit yang terhubung langsung pada jaringan atau biasa disebut dengan On – Grid. Untuk keperluan simulasi maka *solar cell* yang di gunakan dengan MFR Moses Bearsolar dengan tipe Poly – crystalline dengan model MBVC-CAAP BB. Adapun untuk datanya dapat kita lihat pada tabel berikut:

tabel 3. 2 Data Solar Cell

Parameter	Keterangan
Type	Poly-crystalline
Daya	5.000 Wp

Pada sistem DG ini terdapat *energi stroage* yang dapat berfungsi sebagai beban dan dapat berfungsi sebagai sumber tegangan. Batrai akan berfungsi sebagai beban apabila sumber mampu menyuplai seluruh beban dan berfungsi sebagai sumber apabila terjadi ketidakstailan ataupun kurangnya daya yang di hasilkan dari sumber tegangan. Baterai yang digunakan dapat dilihat pada tabel berikut:

tabel 3. 3 Data baterai

Rating	Nilai
Merek	YUASA-EXIDE
Total Capacity	324 AH

3.6.1. Data Inverter

Berikut data inverter dibawah ini :

tabel 3. 4 data inverter

DC Rating	
Daya	4 kW
Volt	24 V
AC Rating	
Daya	4 kVA
Tegangan	380 V
Sistem Operasi	PF Control
Output Connection	3 Phasa

3.6.3. Data Beban

Total data beban puncak pada sistem jaringan *smart grid* dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

tabel 3. 5 Data Beban Puncak Pada Jaringan Smart grid

ID	Type	Rating (kVA)	kW	Power Factor
Rektorat	Static Load	176	150	0,85
Asrama	Static Load	148	126	0,85
Mesjid	Static Load	5	4.25	0,85
Kelas	Static Load	143	122	0,85

3.7. Menggambar *Single Line Diagram* Menggunakan Etap 19.0.1

Setelah data yang terkait pada objek penelitian diperoleh, maka proses selanjutnya adalah menggambar *single line diagram* jaringan listrik Universitas Medan Area pada Software Etap 19.0.1. Dalam menggambar *single line diagram* ini menggunakan standart IEC (*International Electrotechnical Commission*) dan mengacu pada standar PUIL.

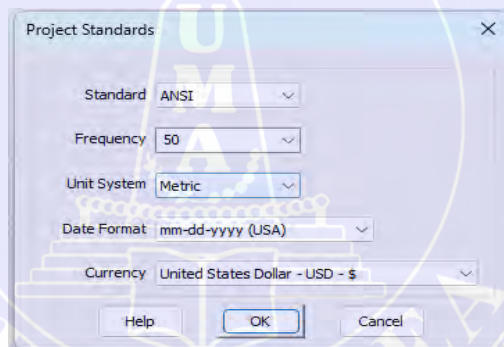
3.7.1 Langkah – Langkah Menggambar *Single Line Diagram* Menggunakan Etap 19.0.1.

Langkah pertama, setelah seluruh menu muncul maka yang dilakukan adalah memasukkan informasi proyek dan standart proyek yang akan di rancang. caranya dengan memilih menu *Projek* pada bagian atas yang akan di beri tanda pada gambar berikut:



Gambar 3. 6 Menu New Project Untuk Mengisi Informasi Lanjutan

Setelah memilih menu New akan muncul beberapa Langkah, selanjutnya tampil creat new project file yang berarti mengisi nama file lalu klik menu metric (50 Hz) sesuai frekuensi yang ada di Indonesia, klik oke. .Dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3. 7 Standar projek

Langkah kedua, setelah data di atas terisi maka kita sudah bisa memulai menggambar single line diagram dengan data yang sudah ada. Adapun cara menggambar yakni dengan memilih komponen dan Element AC DC pada menu Tolls pada sisi sebelah kanan. Adapun beberapa komponen yang dapat kita gunakan antara lain *Grid*, *Transformator*, *solar cell*, *Bus*, *Kabel* dan lain – lain.

Untuk detail komponen dan ingin mengetahui nama dari simbolnya kita cukup mengerakkan kursor pada komponen yang tersedia. Komponen dan element yang tersedia akan di tunjukkan pada gambar berikut :

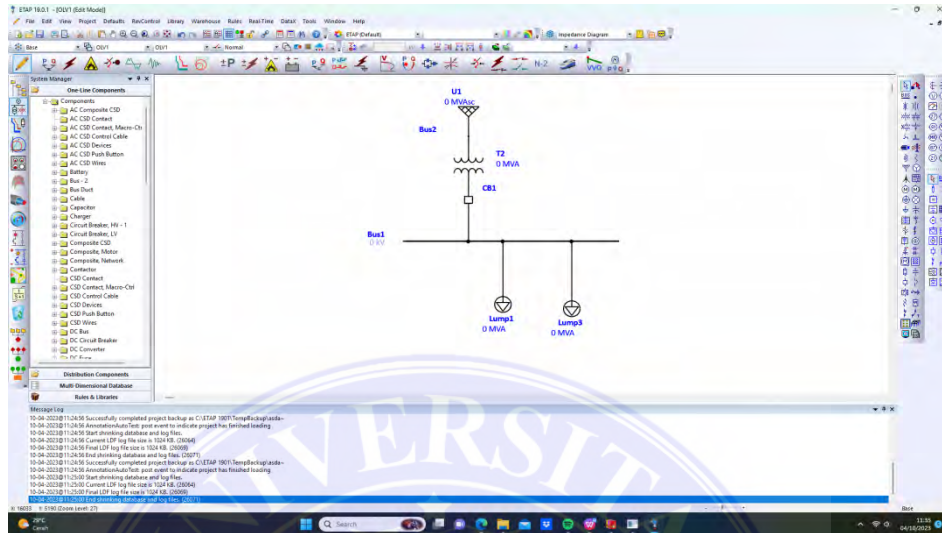


Gambar 3. 8 Gambar Komponen dan Element Pada Etap 19.0.1

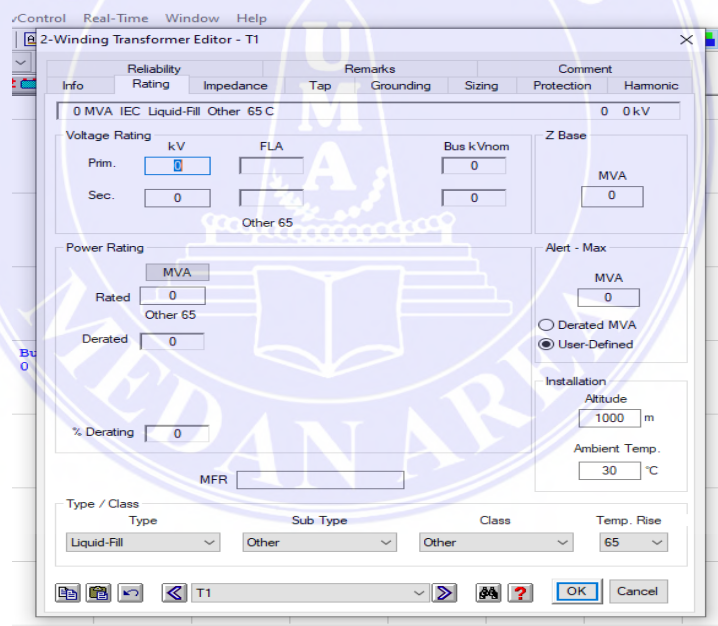
Setelah komponen kita pilih maka selanjutnya yakni memasukkan data dari komponen – komponen yang telah di pilih.

Pada saat menggambar sangat disarankan untuk tidak menghubungkan terlebih dahulu antara komponen satu dengan yang lainnya sebelum komponen sudah dimasukkan data terlebih dahulu, karena jika itu di lakukan maka Etap 19.0.1 akan secara otomatis mengisi data dari komponen tersebut.

Contoh dari from pengisian data dan proses menggambar akan ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 3. 9 Contoh Sederhana Single Line Diagram

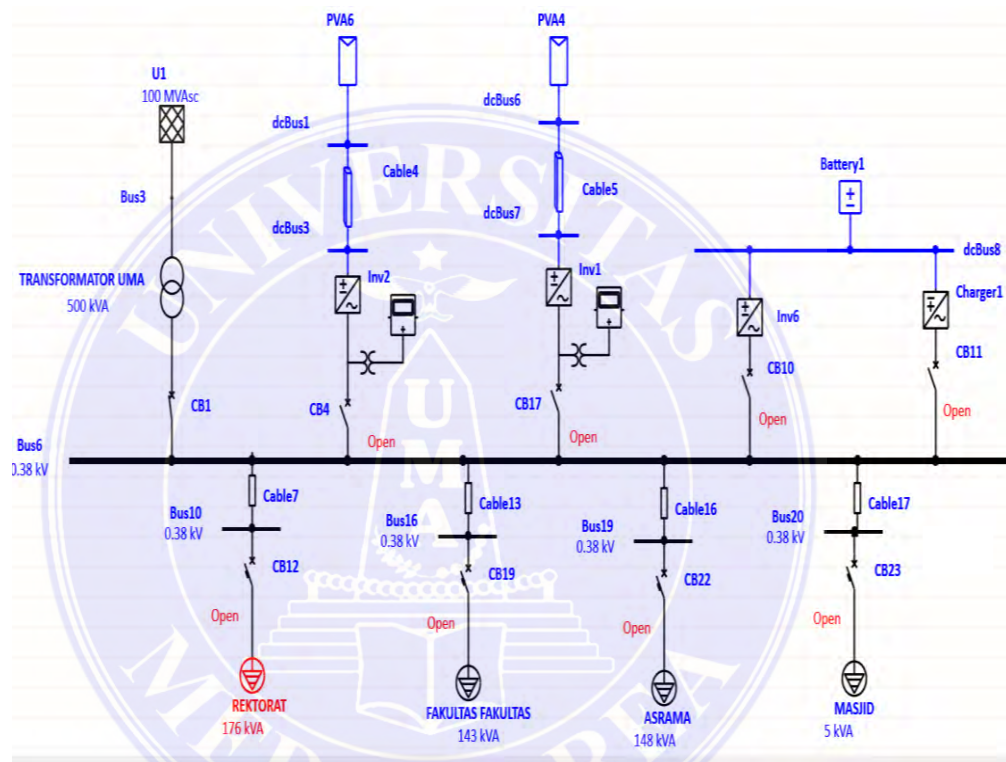


Gambar 3. 10 From Pengisian Data Tranformator

Cara memasukkan nilai/rating seluruh komponen adalah dengan menekan dua kali klik pada komponen maka from Rating akan muncul, setelah itu kita bisa memasukkan informasi dan data yang kita butuhkan.

3.7.2. Hasil Gambar Single Line Diagram Smart grid UMA Pada Kasus 1

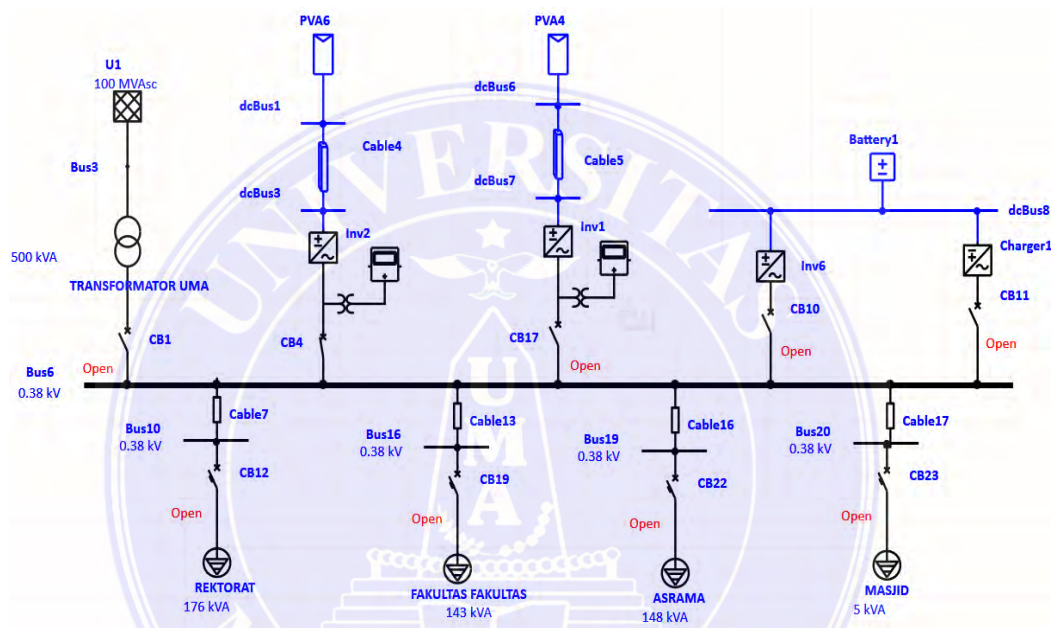
Pada kasus 1, sistem *smart grid* berkerja dengan sumber PLN melalui trafo mensuplai beban yang terdiri atas gedung Rektorat, Mesjid, Kelas dan Asrama. Sedangkan kondisi *solar cell* dan baterai dalam kondisi tidak merespon/Off. Hal ini dapat dilihat melalui gambar pada *circuit breaker* pada solar cell dan baterai dalam kondisi terbuka/*open*.



Gambar 3. 11 Hasil Gambar Smart grid Pada Kasus 1 Kondisi Solar Cell danBaterai Tidak Merespon/Off

3.7.3. Hasil Gambar Single Line Diagram *Smart grid* UMA Pada Kasus 2

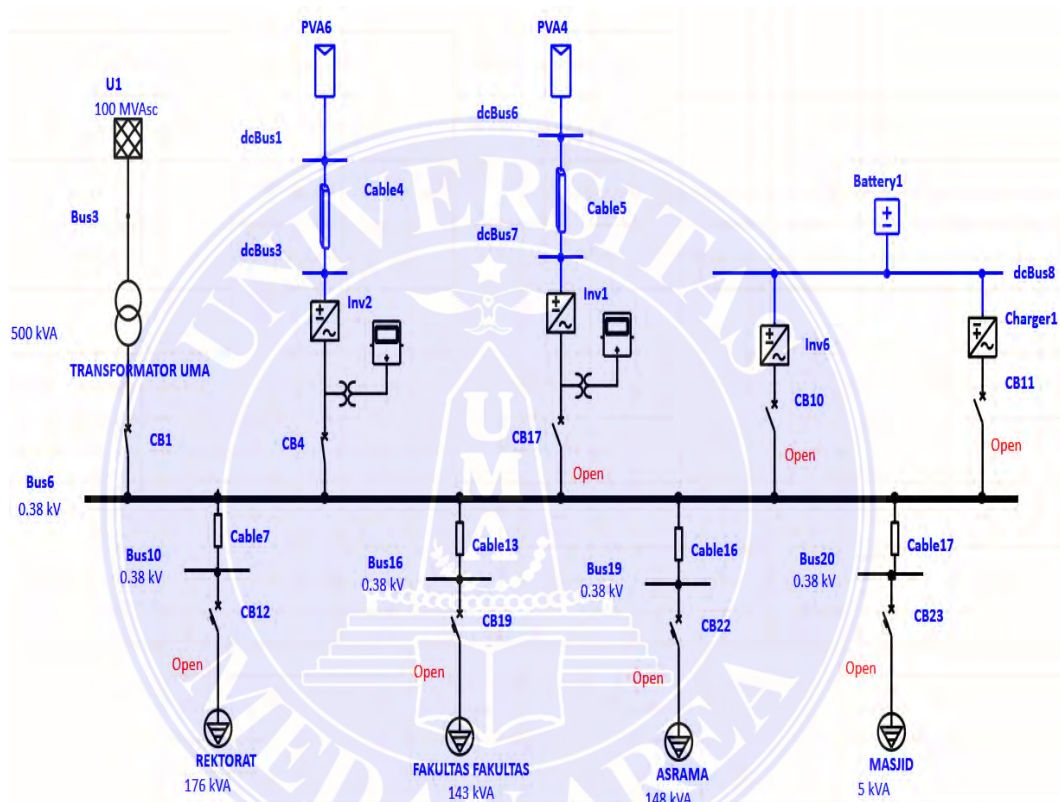
Pada kasus 2, sistem *smart grid* berkerja dengan keadaan *Solar Cell* menyiplai beban Gedung Rektorat, Kelas, Mesjid dan Asrama. Sedangkan trafo PLN dan batrai keadaan dalam keadaan Off atau diabaikan. Dapat dilihat pada gambar *circuit breaker* pada baterai baik inverter ataupun charger dalam kondisi terbuka/*Open*.



Gambar 3. 12 Hasil Gambar Smart grid Pada Kasus 2 Kondisi PLN dan Baterai Tidak Merespon/Off

3.7.4. Hasil Gambar Single Line Diagram *Smart grid* UMA Pada Kasus 3

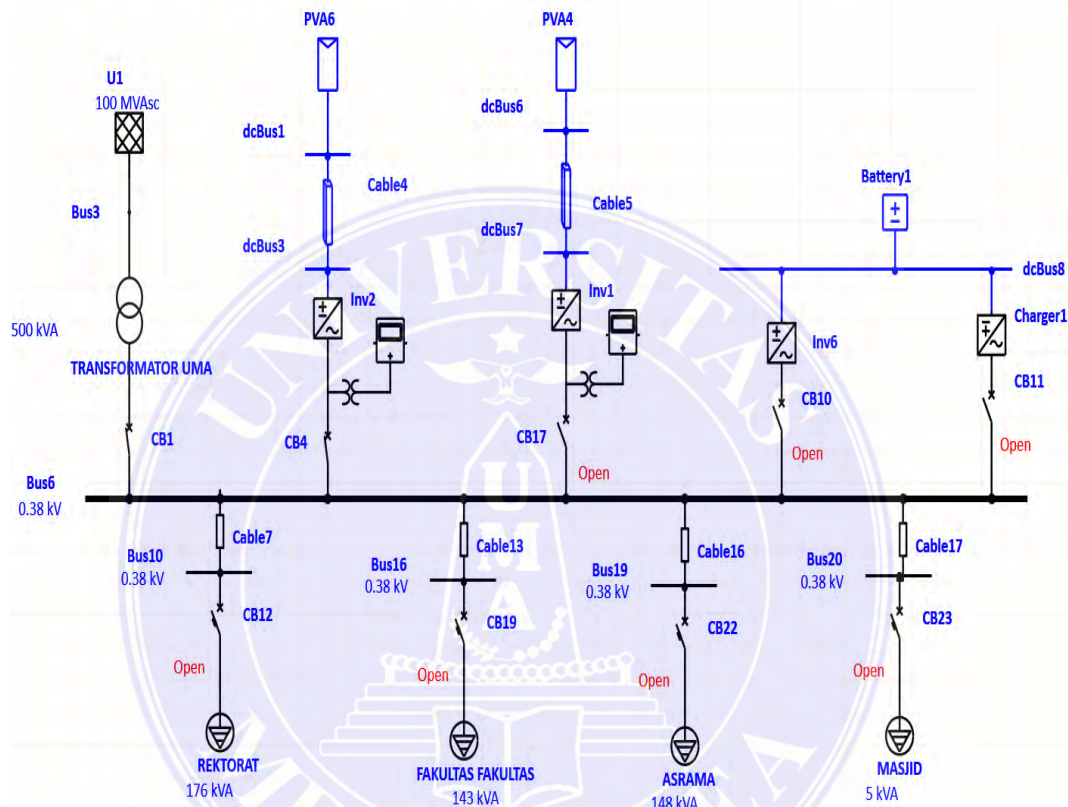
Pada kasus 3 ini sistem *smart grid* berkerja dengan sumber energi yang diperoleh dari PLN dan *Solar cell* untuk mensuplai beban gedung Rektorat, Kelas, Mesjid, Asrama dan Baterai. Dengan kata lain baterai berkerja sebagai beban ketika melakukan pengisian. Hal ini dapat kita lihat pada gambar bahwa circuit breker pada charger dalam kondisi tertutup/*Close*.



Gambar 3. 13 Hasil Gambar Smart grid pada Kasus 3 Kondisi Baterai Sebagai Beban

3.7.5. Hasil Gambar Single Line Diagram Smart grid UMA Pada Kasus 4

Pada kasus 4, ini sistem *smart grid* berkerja secara total menggunakan sumber energi yang diperoleh dari PLN, *Solar Cell* dan Baterai untuk menyuplai beban Gedung Rektorat, Kelas, Masjid dan Asrama. Dapat dilihat melalui gambar bahwa *circuit breaker* pada sisi inverter dalam keadaan tertutup/*Close*.



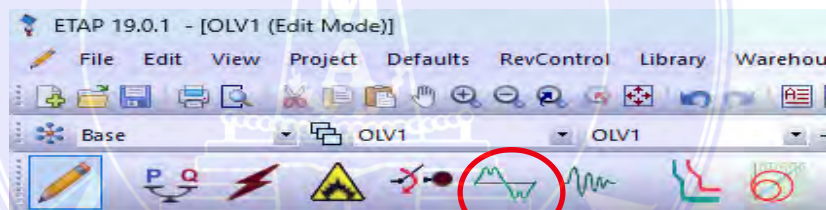
Gambar 3. 14 Hasil Gambar Smart grid Pada Kasus 4 Kondisi Baterai Sebagai Sumber

3.8. Simulasi harmonisa dan perancangan harmonic filter

Simulasi yang dilakukan adalah simulasi harmonisa dan perancangan *harmonic filter* yang tersedia pada Software Etap 19.0.1. pada simulasi ini pengguna juga dapat menentukan hasil simulasi diperoleh dari metode yang di inginkan.

3.8.1. Langkah – Langkah Menjalankan Simulasi Harmonisa dan perancangan filter

Langkah pertama, setelah seluruh komponen di masukkan/digambar dan data setiap komponen terisi. Maka kita sudah dapat menjalankan Analisis *Harmonic* dan *Analisis Transient*. Untuk analisis *load flow* kita dapat mengklik menu *Bar Load Flow* yang berada pada sisi kiri atas dan secara otomatis hasil dari analisis akan muncul pada setiap bus. Hasil analisis juga kita agar ditampilkan sesuai dengan kebutuhan kita, seperti data hasil tegangan, daya aktif, daya reaktif, arus. Adapun menu *Harmonic* akan di tunjukkan pada gambar berikut :



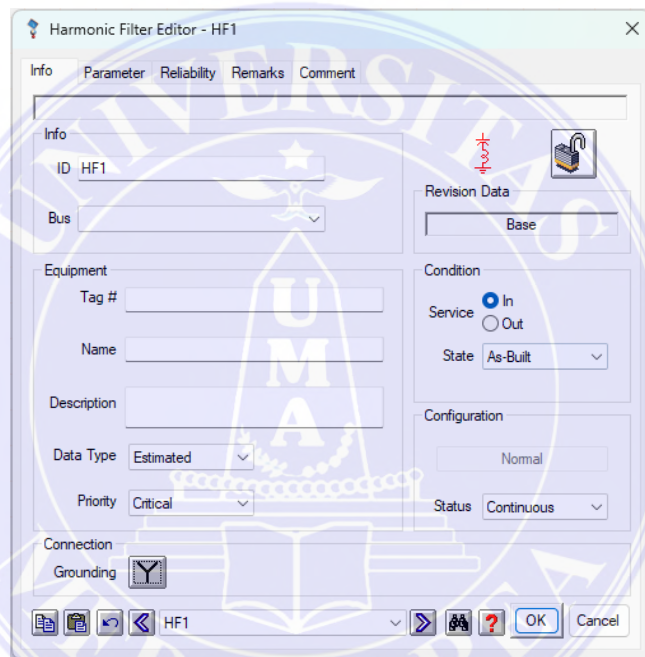
Gambar 3. 15 Menu Harmonic Pada Menu Bar

Langkah kedua, setelah *harmonic* dijalankan dan terdapat tingginya harmonisa pada sistem selanjutnya kita membuat *harmonic filter*. Dengan memilih komponen pada menu bar.



Gambar 3. 16 Komponen harmonic filter

Setelah dipilihnya *harmonic filter* lalu masukkan komponen kedalam sistem jaringan listrik dimana harmonisa yang tinggi terdapat. Kemudian klik 2 kali pada komponen lalu muncul sebagai berikut :



Gambar 3. 17 Menu Edit Study Case Transient

Lalu masukkan data-data apa saja yang perlu di input kedalam .lalu ulang lagi analisa harmonisa berjalan dengan baik atau sudah memiliki nilai yang tidak tinggi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Sehingga dapat disimpulkan bahwa;

1. Hasil harmonisa tanpa menggunakan filter, Kasus 1 sebesar 11,8 %, kasus sebesar 31,7 %, kasus 3 sebesar 11,8 %, dan kasus 4 sebesar 11,8 %.
2. Hasil harmonisa menggunakan filter harmonic single-tuned, kasus 1 sebesar 3,66 % , kasus 2 sebesar 2,66 %, kasus 3 sebesar 3,63 % dan kasus 4 sebesar 3,64 % .

5.2 Saran

1. Penganalisaan ini adalah simulasi menggunakan Software Etap 19.0.1 ,dalam kasus ini membahas tentang harmonisa. tetapi dengan menggunakan Etap banyak jenis pengolahan data yang bisa di lakukan simulasi seperti *short circuit, relay cordination, load forecasting, load shedding* dan online monitoring guna memaksimalkan kehandalan sistem jaringan dan menjadi topic kajian ilmiah selanjutnya.
2. Dapat di jadikan referensi untuk mengembangkan jaringan *smart grid* di kampus 1 Universitas Medan Area.
3. Diharapkan kedepanya untuk mahasiswa Universitas Medan Area khususnya mahasiswa jurusan teknik elektro untuk lebih giat mempelajari alat bantu software sehingga dapat menjadi nilai tambah dan dapat mempermudah dalam membuat tugas akhir.

DAFTAR PUSTAKA

admin (2017) *Sekilas ETAP (Electrical Transient Analyzer Program) Power Station, centra energi group.*

Dermawan, E. and Rahman, R.L. (no date) 'ANALISIS PENGARUH DISTORSI HARMONISA TERHADAP DEVIASI PENGUKURAN ENERGI LISTRIK PADA KWH METER', *Jurnal Elektum*, 15(2).

Irwanto, R. and Hidayat1, J. (no date) 'ANALISA HARMONISA PADA TRANSFORMATOR 3 FASA', 1(1).

Koerniawan, T. *et al.* (2019) 'Kajian Harmonisa Pada Pemakaian Tenaga Listrik Gedung STT PLN Jakarta', 8(2).

Lubis, B.H. (no date) 'Teknologi Smart Grid Untuk Penerapan Demand Side Management: Prospek Masa Depan di Indonesia'.

Rozak, O.A. (2019) 'Simulasi Perbaikan THD pada Sistem Distribusi Listrik dengan Filter Harmonisa Berbasis Software ETAP 12.6.0', *EPIC : Journal of Electrical Power, Instrumentation and Control*, 2(2). Available at: <https://doi.org/10.32493/epic.v2i2.2878>.

Staf, M. *et al.* (2017) *Cetak) Mustamam, Penggunaan Passive Filter, Journal of Electrical Technology.*

Thaha, S. *et al.* (no date) *ANALISIS PENGUKURAN HARMONISA TEGANGAN DAN ARUS LISTRIK PADA PT. EASTERN PEARL FLOUR MILLS MAKASSAR.*

'View of Optimal Smart Grid Management System in Campus Building (syarifa&dina)' (no date).

Wayan Yoga Prasetya, I., Nyoman Setiawan, I. and Gede Dyana Arjana, I. (no date) *Maret 2020 I Wayan Yoga Prasetya, I Nyoman Setiawan, I Gede Dyana Arjana 109.*

1155-Article Text-2838-1-10-20230116' (no date).