

4. PERENCANAAN

4.1 Penentuan Lokasi Filter

Menurut teori pada sub bab 2.8.2 meletakkan filter sebaiknya dekat dengan beban listrik yang menghasilkan harmonisa sehingga dapat menghasilkan pengurangan gangguan harmonisa yang terbaik. Penempatan tersebut bertujuan untuk menjebak arus dan tegangan harmonisa yang masuk ke dalam *loop* antara filter dengan beban non linier seperti pada gambar 2.12. Dalam penentuan lokasi filter pada GI Rungkut dilakukan simulasi dengan menggunakan ETAP, dengan alternatif penempatan filter pada :

- PCC / Bus 20 kV
- Outgoing 2 (Hanil 2)
- Outgoing 3 (Hanil 3)
- Outgoing 2 & outgoing 3

Dari alternatif posisi tersebut, dilakukan untuk menentukan posisi filter yang optimal.

4.2 Pemilihan Filter

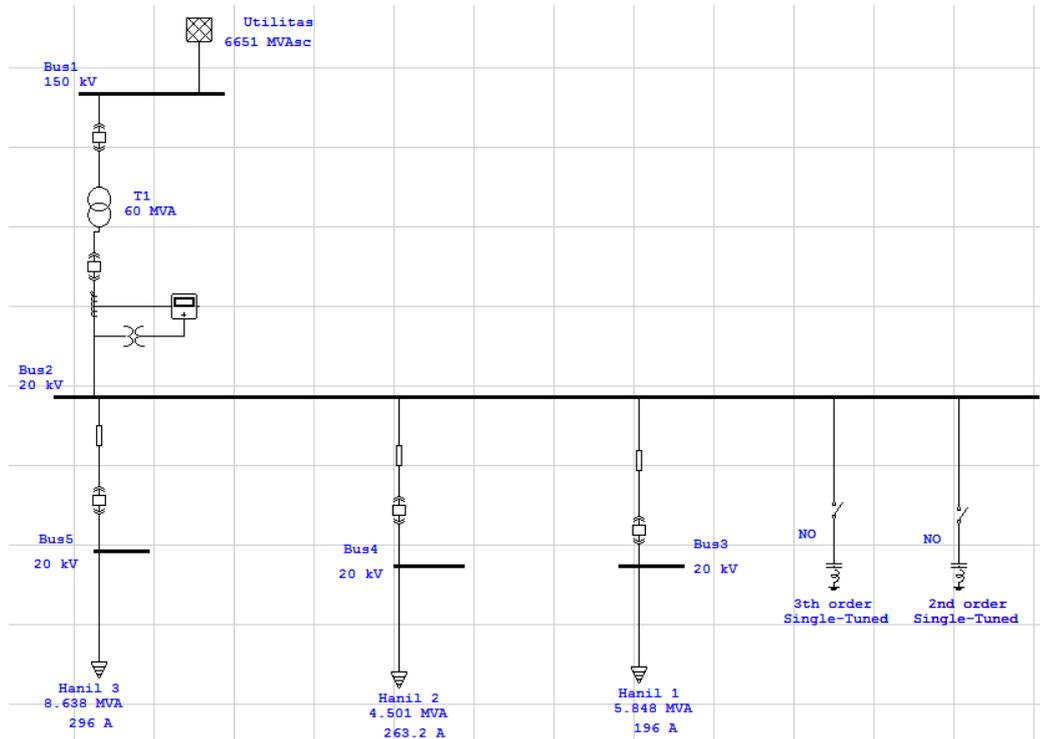
Pemilihan filter harmonisa berdasarkan orde harmonisa yang muncul, sesuai dengan data pengukuran pada lampiran 2, harmonisa yang dominan adalah harmonisa ke -2 dan ke-3, maka filter yang akan dirancang adalah filter jenis *single tuned*. Jenis filter ini mampu menala secara tajam pada frekuensi penalaannya.

4.3 Penggunaan Simulasi ETAP Power Station Versi 4.0.0C

ETAP Power Station versi 4.0.0C merupakan program analisa jaringan listrik secara grafik. ETAP Power Station Versi 4.0.0C dirancang untuk bekerja secara langsung dengan menggambar *single line diagram*. Langkah-langkah yang dilakukan untuk melakukan simulasi adalah:

4.3.1 Menggambar *Single Line Diagram*

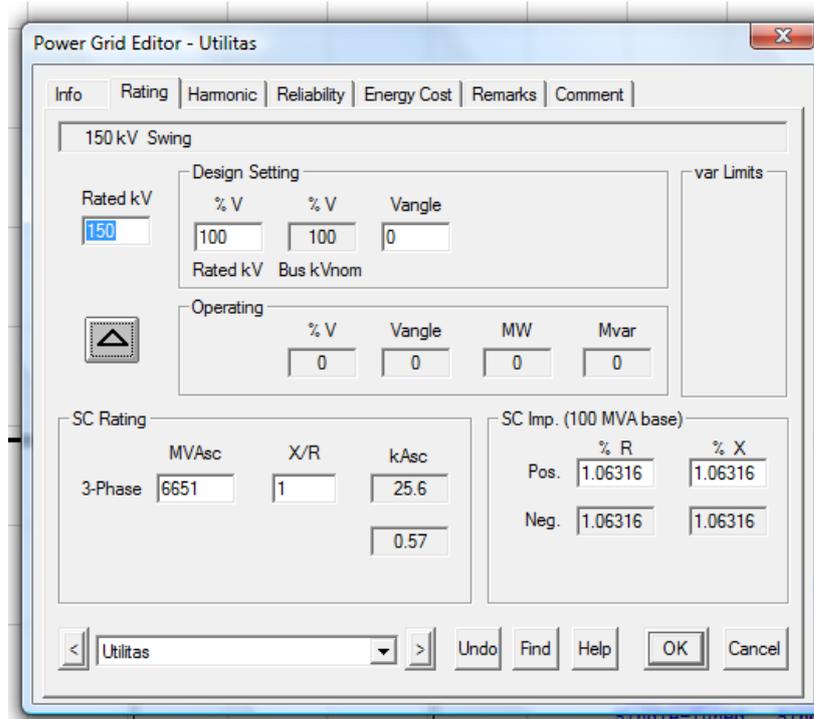
Single line GI Rungkut digambar seperti pada gambar 4.1, dimana komponen-komponen yang digunakan berada pada sebelah kiri (contoh: bus, *circuit breaker*, transformator, dan lain-lain).



Gambar 4.1 *Screenchart* untuk menggambar *single line diagram*

4.3.2 Editor

Pada bagian editor digunakan untuk mengisi besar nilai komponen-komponen sesuai dengan yang diinginkan. Untuk memunculkan editor dengan cara *double* klik pada komponen yang akan diisi, maka akan keluar kolom seperti yang tampak pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Power grid editor

Bagian editor yang digunakan adalah :

- *Power Grid Editor*

Power Grid berguna untuk memberikan aliran daya pada sistem. Dipilih kolom rating, kemudian mengisi pada *rated* tegangannya yaitu 150 kV, dan untuk MVAAsc diisi dengan nilai *short circuit* pada tegangan 150 kV, dimana data ini sebelumnya didapat dari APJ.

- *Bus Editor*

Di dalam bus editor bagian kolom info dilakukan pengisian nilai tegangan yang bekerja pada bus, yaitu 150 kV dan 20 kV.

- *High Voltage Circuit Breaker Editor*

Seperti editor yang sebelumnya, dipilih pada bagian rating kemudian klik pada bagian *library* untuk memilih jenis CB(*circuit breaker*) yang akan digunakan, *rating* CB pada GI Rungkut adalah 2000 A untuk tegangan 150 kV dan 630 A untuk tegangan 20 kV. Jika pemilihan CB yang dikehendaki tidak ada pada *library* maka dapat dilakukan pengisian secara manual pada bagian *rating*.

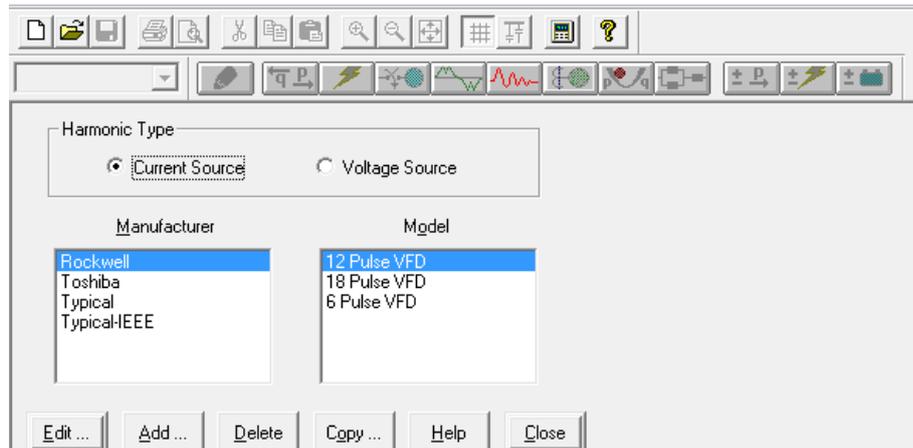
- *Transformer Editor*

Jenis transformer yang dipilih adalah 2 *winding* transformer, untuk pengisian data transformer dilakukan pada pengisian kolom rating yaitu pada bagian *primary voltage* diisi dengan 150 kV kemudian untuk *secondary voltage* diisi dengan 20 kV dengan daya 60 MVA. Sedangkan pada bagian impedansi dikarenakan data *real* tidak ada, maka dapat menge-klik pada tombol *typical X/R*.

- *Load Editor*

Untuk jenis *load* dipilih *static load*, karena untuk mewakili semua beban yang ada di pabrik Hanil. Bagian-bagian *load editor* yang diisi adalah :

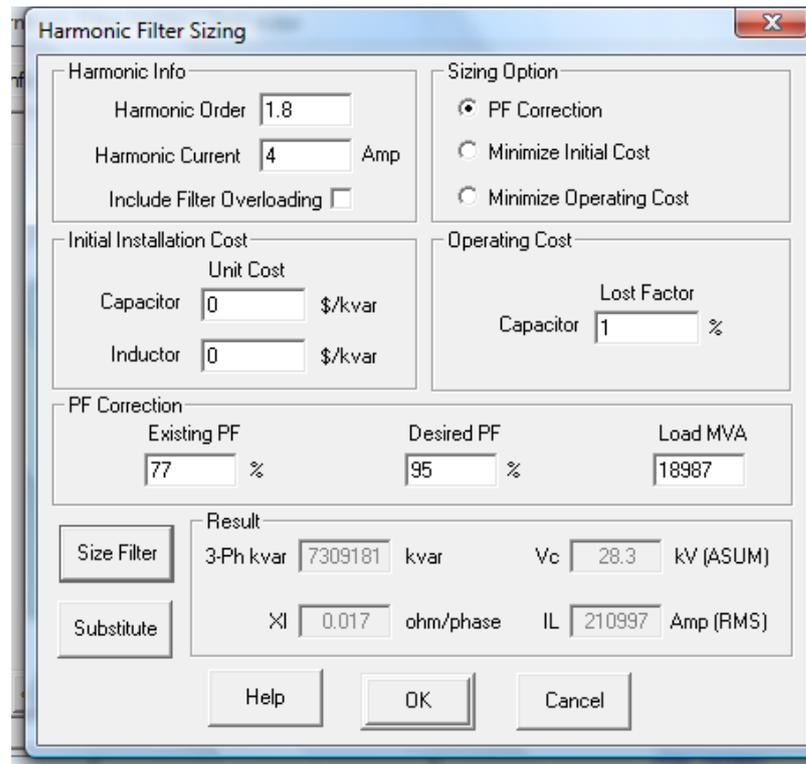
- Info : beban dipilih 3 fasa.
- *Loading* : diisi rated k, PF (%), arus (A). Setelah dilakukan pengisian untuk menentukan berapa dayanya (MVA) dapat menge-klik pada tombol “*calculator*”, maka nilai pada MVA akan keluar secara otomatis.
- *Cable* : jenis kabel dapat dipilih pada bagian *library*, sama halnya seperti menentukan *circuit breaker*.
- *Harmonic* : pada bagian *harmonic* terdapat *library*, jadi bisa ditentukan jenis harmonisa yang dihasilkan oleh beban. Apabila jenis harmonisa yang dikehendaki tidak terdapat pada *library*, maka dapat ditentukan secara manual yaitu dengan memilih kolom *library* pada *main* menu, kemudian dipilih bagian *harmonic* sehingga muncul gambar seperti pada gambar 4.3. Langkah-langkah yang dilakukan untuk membuat harmonisa seperti pengukuran adalah:
 - Memilih “*add*”
 - Memasukkan jenis *manufacturer* (dipilih: “*typical*”)
 - Memberikan nama model (Hanil *load 1*, Hanil *load 2*, Hanil *load 3*)
 - Mengisi nilai-nilai besar prosentase orde harmonisa sesuai dengan pengukuran.



Gambar 4.3 *Harmonic library*

- *Harmonic filter editor*

Filter harmonisa hanya dapat dipasang pada bus tidak dapat langsung disambungkan ke komponen lain. Kolom-kolom pada filter harmonisa yang perlu diperhatikan adalah jenis filter yang digunakan, dimana sebelumnya sudah dianalisa terlebih dahulu sehingga dapat mengisi nilai-nilai pada komponen filter. Dalam tugas akhir ini ditentukan jenis *single tuned*, untuk pertama kali yang perlu dimasukkan adalah nilai tegangan yaitu sebesar 20 kV, selanjutnya nilai Q (faktor kualitas dari filter) dipilih 50. Sedangkan pada komponen R, L, dan C selain secara *manual* untuk jenis filter ini ETAP menyediakan perhitungan secara otomatis yaitu dengan meng-klik pada tombol “*size filter*” seperti nampak pada gambar 4.4. Dan juga dapat dilihat pada gambar 4.5, dimana terlihat kolom-kolom yang akan diisi untuk *harmonic order* diberi nilai 1,8 sebesar 4 A, selanjutnya dimasukkan nilai besar beban dimana filter akan bekerja yaitu sebesar 18987 MVA dan juga PF pada beban tersebut adalah 77 % (dalam persen) dinaikkan menjadi 95%. Setelah mengisi pada bagian-bagian tersebut, makan diklik tombol “*size filter*”, kemudian diklik pula tombol “*substitute*” agar hasil perhitungan oleh ETAP dipindahkan pada kolom sebelumnya yang nampak pada gambar 4.5. Dan untuk nilai R diberikan secara *manual* sesuai dengan perhitungan.



Gambar 4.4 *Harmonic filter sizing*

4.3.3 *Harmonic Analysis*

Penganalisaan harmonisa pada ETAP dapat dilakukan dengan memilih tombol  pada *toolbar* dan hasilnya selain tampak pada single line dapat juga dilihat pada *report* dengan cara mengklik tombol  dan hasil tampilan report dapat dilihat pada gambar 4.5. Untuk hasil dari analisa harmonisa pada *text report* adalah halaman 10 (sebelum pemasangan filter) dan untuk hasil dari analisa harmonisa setelah dipasang filter pada hal 11 di dalam *text report*.

SYS. HARMONICS INFO.													
Project:	=====										Page:	10	
Location:	PowerStation 4.0.00										Date:	05-05-2009	
Contract:											SN:	KLGOCONSULT	
Engineer:	Study Case: HA										File:	Girungkut	

=====													
Bus Info. & Rated kV		Voltage Distortion					Current Distortion						
ID	kV	Fund(%)	RMS(%)	ASUM(%)	THD(%)	TIF	To Bus ID	Fund.(A)	RMS(A)	ASUM(A)	THD(%)	TIF	IT
Bus1	150.00	100.00	100.00	100.45	0.15	2.34	Bus2	97.76	99.71	131.68	20.07	43.13	0.43E+04
# Bus2	20.00	97.42	97.45	104.36	2.36	37.82	Bus5	341.31	356.85	523.21	30.52	65.15	0.23E+05
							Bus4	172.90	181.32	275.91	31.59	116.99	0.21E+05
							Bus3	221.27	221.27	221.27	0.00	0.50	0.11E+03
							Bus1	733.22	747.85	987.60	20.07	43.13	0.32E+05
Bus3	20.00	97.25	97.28	104.19	2.36	37.89	Bus2	221.34	221.34	221.34	0.00	0.50	0.11E+03
Bus4	20.00	97.28	97.31	104.35	2.41	38.97	Bus2	172.95	181.37	275.89	31.58	116.46	0.21E+05
Bus5	20.00	97.15	97.18	104.25	2.42	38.20	Bus2	341.37	356.91	523.24	30.51	65.10	0.23E+05

Gambar 4.5 Report harmonic analysis