

PENGARUH PENETRASI INDUSTRI *SMELTER* TERHADAP KUALITAS DAYA PADA SISTEM INTERKONEKSI SULSELTRABAR

Indar Chaerah Gunadin¹, Syafaruddin¹, Zaenab Muslimin¹, Yusran¹, Suwandi¹, Muh. Adnan¹

¹Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin
Kampus Gowa, Jl. Poros Malino km. 20, Borongloe 92172

*Email: indarcg@gmail.com

Abstrak

Permasalahan kualitas daya listrik menjadi hal yang sangat diperhatikan pada pengoperasian sistem tenaga listrik. Salah satu permasalahan itu adalah masalah harmonisa. Harmonisa adalah fenomena pembentukan deretan gelombang sinusoidal berfrekuensi tinggi yang merupakan kelipatan dari frekuensi fundamentalnya. Bila terjadi superposisi antara gelombang frekuensi fundamental dengan gelombang frekuensi harmonisa maka terbentuklah frekuensi gelombang yang terdistorsi sehingga bentuk gelombang tidak lagi sinusoidal. Smelter ialah industri yang bergerak dalam bidang pemurnian dan pengolahan logam. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui besar Tol Harmonics Distortion (THD) yang terjadi, jenis harmonisa, perubahan faktor daya dan rugi-rugi daya yang terjadi pada sistem kelistrikan Interkoneksi Sulselrabar pada saat Industri smelter masuk pada sistem interkoneksi. Simulasi dilakukan dengan menggunakan software EP Power Stion 7.5. Dari hasil simulasi terlihat bahwa pada saat industri smelter masuk, maka akan meningkatkan THD sistem, sehingga akan membuat kualitas sistem menjadi rendah. Untuk memperbaiki kondisi tersebut, dipasanglah filter yang berfungsi untuk meredam harmonisa yang muncul.

Kata kunci: EP power station 7.5.0, harmonisa, tol harmonics distortion.

PENDAHULUAN

Permasalahan kualitas daya listrik menjadi isu utama dalam pengoperasian sistem tenaga listrik. Ada beberapa point terkait permasalahan kualitas daya, diantaranya: Volge dip, Transient, Flicker ser harmonisa. Beberapa peralatan listrik memiliki karakteristik yang memiliki dampak untuk merusak kualitas daya, sehingga dibutuhkan analisa dan pemecahan masalah agar efek yang ditimbulkan oleh peralatan tersebut tidak merusak kualitas daya pada sebuah sistem tenaga listrik.

Pada suatu sistem penyaluran tenaga listrik, selain segi kontinuus yang selalu harus dijaga, juga segi mutu atau kualitas. Untuk itu, kualitas penyediaan dapat ditinjau dari tiga aspek, yaitu :

- Frekuensi sistem yang tidak boleh keluar dari batas-batas yang diizinkan.
- Tegangan yang stabil dalam batas-batas tegangan yang telah ditentukan.
- Kestabilan sistem terhadap adanya gangguan.

Oleh karena pentingnya ke-tiga aspek tersebut, maka dalam praktek pengelolaan sistem tenaga listrik harus benar – benar efektif dan efisien demi tercapainya kestabilan dalam sistem yang bersangkutan.

Pada tahun 2009, oleh DPR-RI telah mengesahkan sebuah Undang-Undang yaitu UU No. 4 tahun 2009 tentang Pertambangan, Mineral dan Batubara (Minerba) yang mewajibkan semua perusahaan yang bergerak dalam bidang pertambangan baik itu lokal maupun asing harus melaksanakan pengelolaan pemurnian mineral (*smelter*) di dalam negeri. Ini diperkuat kembali dengan dikeluarkannya Peraturan Menteri ESDM No. 7 tahun 2012 tentang Peningkatan Nilai tambah Mineral melalui Kegiatan Pengolahan dan Pemurnian Mineral. Sudah jelas sekali bahwa setiap perusahaan tambang yang ada di Indonesia terkhusus di Sulawesi Selatan harus membangun sesuatu yang disebut dengan *smelter*, untuk mengadakan pengolahan hasil tambang di dalam negeri.

Di Sulawesi Selatan pada khususnya sebagai disebutkan dalam situs resmi Kementerian ESDM bahwa PLN sebagai satu-satunya BUMN dan Perusahaan dalam penyelenggaraan Listrik Nasional telah menandatangani MoU antara PLN, Pemda Kab. Bantaeng dan 3 Investor asing untuk memenuhi kebutuhan beban pada *smelter* mereka.

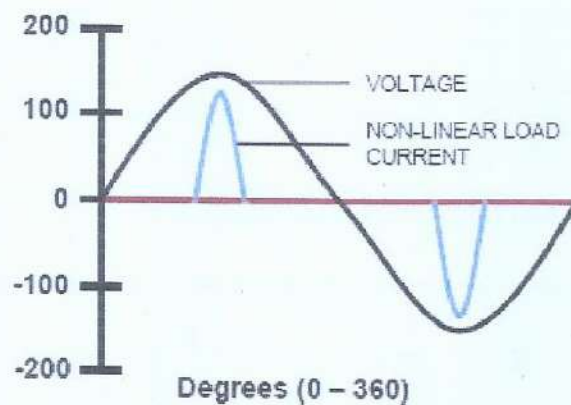
Menurut GM Sulselrabar bahwa hingga Mei 2013 daya mampu sistem kelistrikan Sulawesi Selatan mencapai 1.108 MW dengan beban pemakaian listrik ra-ra mencapai 833 MW. Saat ini, sistem kelistrikan Sulawesi Selatan, terdapat cadangan daya listrik sekitar 275 MW atau 33% dari total daya mampu pembangkit yang ada, yaitu 1.108 MW dibanding beban listrik yang mencapai 833 MW. Oleh karena itu, PLN siap memasok kebutuhan listrik untuk kebutuhan *smelter* di Bantaeng.

Smelter adalah tempat untuk pemurnian logam dimana diperlukan sistem elektrolisa, dimana untuk pemenuhan proses tersebut diperlukan tegangan DC dengan arus yang besar sehingga suatu *rectifier* sangat dibutuhkan. Untuk pengoperasiannya diperlukan *rectifier* yang berkapasitor besar sehingga memungkinkan pengaruh yang cukup besar terhadap kualitas tenaga listrik terutama bagi kontinuitas dari pendistribusian tenaga listrik dimana pada saat pengoperasiannya terdapat rugi-rugi seperti adanya harmonisa yang dapat mempengaruhi peralatan lainnya, faktor daya yang rendah, drop tegangan, tidak stabilnya penyaluran sistem tenaga listrik serta rugi-rugi daya. Dan dalam penelitian ini akan dianalisis harmonisa yang ditimbulkan akibat masuknya beban *smelter* ini dan pengaruhnya kepada sistem ketenagalistrikan interkoneksi Sulselrabar.

Untuk itulah sebelum *smelter-smelter* tersebut bekerja maka diperlukan studi awal untuk kemudian dijadikan referensi sejauh mana *smelter* tersebut bisa mempengaruhi kualitas pasokan listrik yang ada di sistem interkoneksi sulselrabar. Adapun yang kemudian yang ingin diketahui ialah besarnya harmonisa yang terjadi dimana sebagaimana yang sudah dijelaskan di atas bahwa komponen utama yang ada dalam sebuah industri *smelter*. Ketika terbentuk harmonisa, maka harmonisa yang terbentuk itu akan mendistorsi gelombang yang sebenarnya yang nantinya akan merubah besarnya faktor daya dan frekuensi listrik yang pada akhirnya akan menyebabkan terjadinya *losses* atau rugi-rugi daya yang paling dihindari dalam sistem tenaga listrik.

Beban Non-Linier

Beban non-linier adalah beban yang komponen arusnya tidak proporsional terhadap komponen tegangannya, sehingga bentuk gelombang arusnya tidak sama dengan bentuk gelombang tegangannya. Tidak terdapat hubungan yang linier antara arus dan tegangan. Beban non-linier menyerap arus non sinusoidal demikian juga arus harmonik, walaupun disuplai oleh tegangan sinusoidal. Seperti gambar 1 di bawah ini. Contoh beban non-linier antara lain penyearah, UPS, komputer, pengaturan kecepatan motor, lampu-lampu pelepasan, alat-alat ferromagnetik, motor DC, tungku busur api, dan lain-lainnya.



Gambar 1. Bentuk gelombang arus dan tegangan pada beban non-linier

Sumber Harmonisa Dari Beban Industri

Gangguan harmonisa bukanlah suatu fenomena yang baru, apalagi sejak teknologi dan industri berkembang pesat terutama penggunaan beban-beban non linier yang merupakan sumber utama harmonisa. Harmonisa menjadi komponen penting dalam analisa dan desain sistem tenaga karena dampak harmonisa dapat mempengaruhi kualitas daya pada suatu industri.

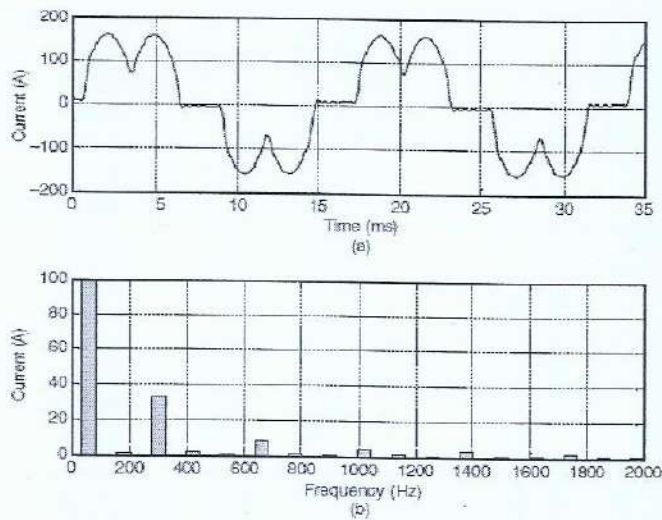
Sumber harmonisa secara garis besar terdiri dari 2 jenis yaitu peralatan yang memiliki kondisi saturasi dan peralatan elektronika daya. Peralatan yang memiliki kondisi saturasi biasanya memiliki komponen yang bersifat magnetik seperti transformator, mesin-mesin listrik, busur busur listrik, peralatan yang menggunakan *power supply*, dan *magnetik ballast*. Peralatan elektronika daya biasanya menggunakan komponen-komponen elektronika daya seperti thyristor, dioda dan lain-lain. Contoh peralatan yang menggunakan komponen elektronika daya adalah konverter

stik, konverter PWM, inverter, pengendali motor listrik, *electronic ballast* dan sebagainya. Pada rumah ngga, beban nonlinier terdapat pada peralatan seperti lampu hemat energi, televisi, video player, ac, komputer dan kulkas/dispenser.

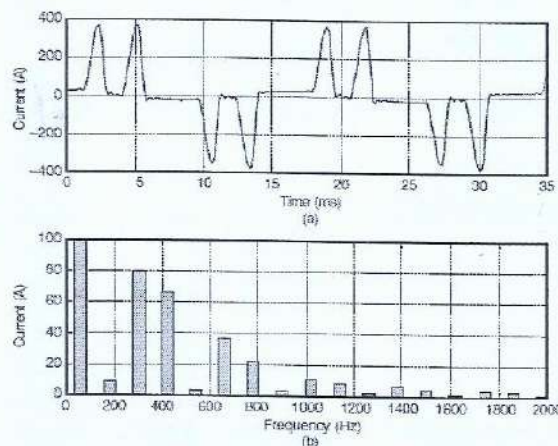
Fasilitas industry modern dicirikan oleh aplikasi luas beban nonlinier. Sumber harmonisa dari kelompok beban industri ini merupakan sumber harmonisa yang sangat penting, karena beban industri pada umumnya menghasilkan harmonisa yang cukup besar dibandingkan dengan beban komersial. Industri sering memanfaatkan fasilitas kapasitor bank untuk memperbaiki factor daya untuk menghindari biaya penalti. Aplikasi kapasitor untuk perbaikan faktor daya memperbesar arus harmonisa dari beban nonlinier, sehingga menimbulkan resonansi. Distorsi tegangan tertinggi biasanya terjadi pada bus fasilitas tegangan rendah dimana kapasitor diterapkan. Resonansi menyebabkan kondisi motor dan transformator *overheating* dan kesalahan operasi pada peralatan elektronik yang sensitif. Beban nonlinier industri secara umum dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori, yaitu converter daya tiga fasa (*three-phasapower converters*), peralatan tungku (*arcing devices*) dan perangkat saturasi (*saturable devices*). Secara deil karakteristik bebanindustri adalah sebagai berikut:

- **Three-Phasa Power converters**

Konverter elektronika daya tiga fasa berbeda dari converter satu fasa teruma karena tidak menghasilkan arus harmonisa ketiga. Ini adalah keuntungan besar karena arus harmonisa ketiga adalah komponen terbesar harmonisa. Namun demikian, converter ini masih signifikan sebagai sumber harmonisa pada frekuensi karakteristiknya. Gambar 2 adalah jenis sumber arus ASD (*current source inverter driver*) dan *spectrum* harmonisanya, sedangkan *volge source inverter drives* (tipePWM) ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 2. Arus dan spektrum harmonisa pada CSI-type ASD



Gambar 3. Arus dan spektrum harmonisa pada PWM-type ASD

• *DC Drive*

DC drive merupakan peralan sistem kontrol yang relatif sederhana. Dibandingkan dengan sistem penggerak AC (*AC drive*), *dc drive* menawarkan lebih luas pengaturan kecepatan dan menghasilkan torsi tinggi. Namun, pembelian dan biaya pemeliharaan untuk motor dc yang tinggi, sedangkan biaya perangkat elektronika daya dari hun kehun semakin turun. Dengan demikian, pertimbangan ekonomi membasai penggunaan *dc drive* untuk aplikasi yang membutuhkan kecepatan dan karakteristik torsi motor dc.

Salah satu contoh *dc drive* adalah VFD (*Variable Frequency Drive*). *Variable frequency drive* juga disebut dengan *Variable speed* adalah peralan untuk pengaturan motor lebih lanjut, misal: pengaturan puran motor sesuai bebannya au sesuai nilai yang ki inginkan. Penggunaan VSD bisa untuk aplikasi motor AC maupun DC. Kebanyakan *dc drive* menggunakan penyearah enam pulsa. *DC drive* besar dapat menggunakan penyearah 12-pulsa. Harmonisa tertinggi pada penyearah 6-pulsa yaitu komponen harmonisa ke-5 dan ke-7. Penyearah 12-pulsa dalam praktek untuk menghilangkan sekir 90% dari harmonisa ke-5 dan ke-7, tergantung pada ketidakseimbangan sistem. Kelemahan dari drive 12-pulsa biaya yang lebih besar untuk komponen elektronika daya dan peralan transformatornya.

Skenario dan Hasil Simulasi Harmonisa

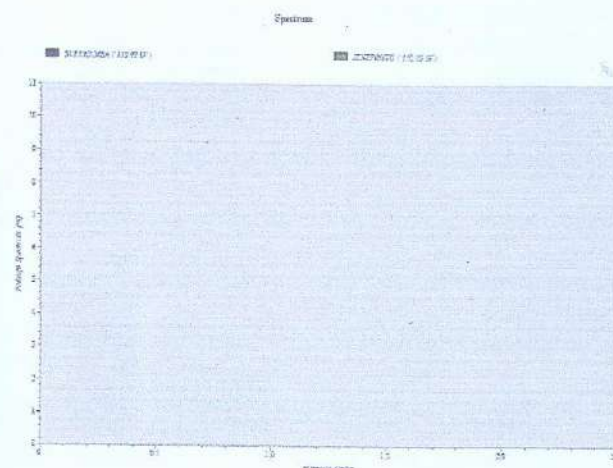
Dalam simulasi ini, dimasukkan da-da yaitu da daya pembangkit, kapasitis PMT, panjang dan jenis kawat transmisi. Beban yang digunakan di ambil pada waktu beban puncak (19.30 WI), ser beban *smelter* sebesar 212 MVA. Alasannya karena merupakan perminan beban tertinggi calon *smelter* untuk semester I hun 2015. Pada pengaturan *Study Case* di tepkan bahwa bas tegangan maksimal pada bus (*critical*) adalah +10% dan bas tegangan minimal (*marginal*) pada bus adalah -10%, dimana tegangan nominal pada bus sera dengan 100%. Simulasi dilakukan dengan dua kondisi berbeda, yaitu:

- Sistem Interkoneksi Sulsebar dalam kondisi *steady ste* beban puncak.
- Sistem Interkoneksi Sulsebar dalam kondisi *steady ste* beban puncak dan masuknya beban *smelter* 212 MVA.

Hasil simulasi nantinya akan dipergunakan sebagai acuan perencanaan untuk meningkatkan kualis daya pada sistem interkoneksi Sulsebar yang ditimbulkan oleh beban itu sendiri.

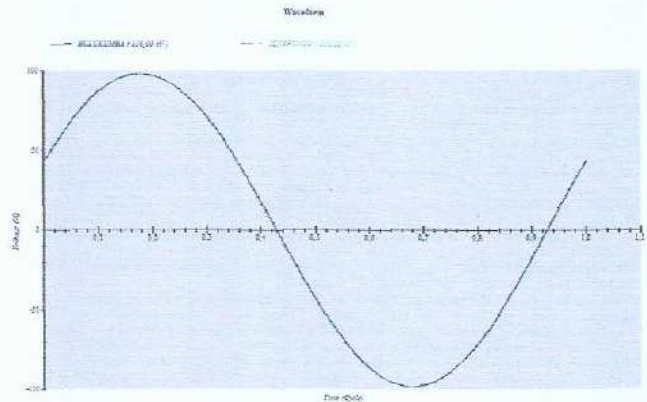
Sistem Interkoneksi Sulsebar dalam Kondisi Steady Ste Beban Puncak

Untuk memperkirakan nilai THD tegangan dan THD arus pada bus-bus GI teruma yang berdekan dari *smelter* yaitu bus Jeneponto dan bus Bulukumba pada saat belum masuknya beban *smelter*. Model sistem kelistrikan interkoneksi Sulsebar dengankondisi beban puncak digunakan pada simulasi ini. Hasil simulasi menunjukkan bahwa tidak ada satupun bus GI yang melewati bas sndar (%THD-V) maupun (%THD-I). Dalam EP ki bisa menampilkan spektrum orde harmonisa dan bentuk gelombang tiap bus, ki ambil sample bus GI yang terdekat dengan beban *smelter* yaitu bus GI Jeneponto dan bus GI Bulukumba.



Gambar 4. Spektrum orde harmonisa dari bus GI Bulukumba dan bus GI Jeneponto

Tidak terlihat adanya orde harmonisa pada kedua Bus GI tersebut pada saat sebelum masuknya beban *smelter*.



Gambar 5. Bentuk gelombang pada bus GI Bulukumba dan bus GI Jeneponto

Tidak adanya distorsi apapun gangguan pada bentuk gelombang kedua bus GI tersebut, dan bentuknya masih sempurna yaitu bentuk gelombang sinusoidal murni.

Sistem Interkoneksi Sulselrabar dalam Kondisi Steady Ste Beban Puncak dan Masuknya Beban Smelter 212 Mva

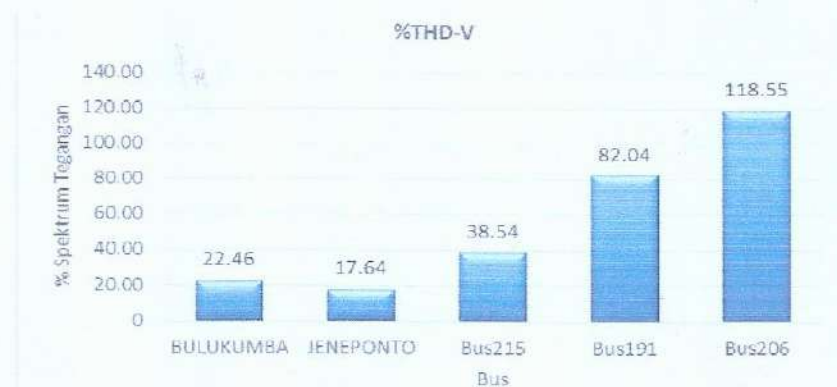
Dilakukan untuk memperkirakan nilai THD tegangan dan THD arus pada bus-bus GI teruma yang berdekkan dari *smelter* yaitu bus Jeneponto dan bus Bulukumba pada saat sesudah masuknya beban *smelter*. Model sistem kelistrikan interkoneksi Sulselrabar dengan kondisi beban puncak digunakan pada simulasi ini. Hasil simulasi pada bus-bus penyuplai daya *smelter* dan bus-bus *smelter* pada sistem kelistrikan interkoneksi sulselrabar ditunjukkan pada bel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Hasil simulasi harmonisa bus-bus penyuplai daya dan bus-bus *smelter*

No.	Nama Bus	Tegangan Nominal (kV)	%THD-V	Sndar IEEE (%THD-V)	%THD-I	Sndar IEEE (%THD-I)
1	BULUKUMBA	150	22,46	2,5	48,58	2,50
2	JENEPONTO	150	17,64	2,5	59,01	2,50
3	Bus215*	150	38,54	2,5	39,09	2,50
4	Bus191*	33	82,04	5	37,64	5,00
5	Bus206*	0,380	118,55	5	37,64	5,00

*bus smelter

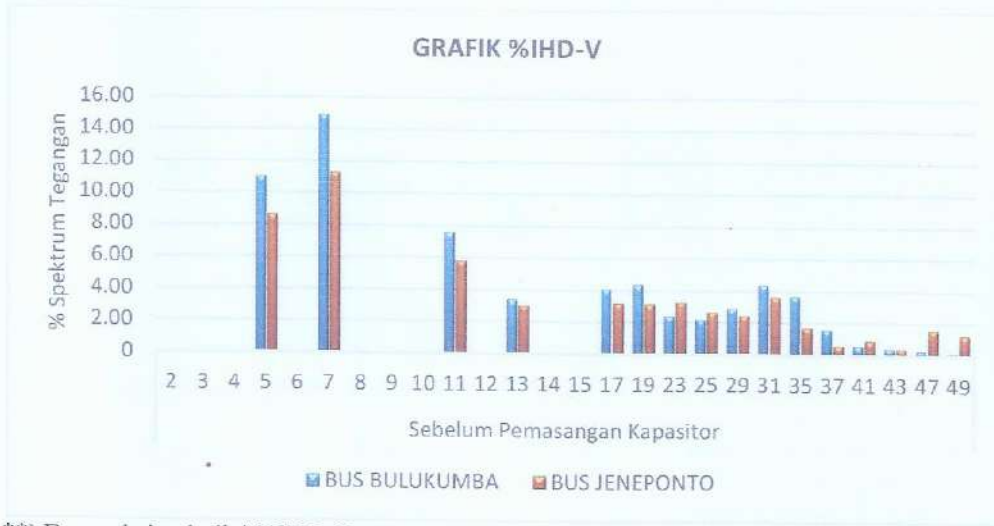
Dari bel terlihat bahwa Bus GI Bulukumba dan Bus GI Jeneponto melebihi sndar %THD-V dan sndar &THD-I dari IEEE Std. 519-1992. Dan ketiga bus *smelter* juga melewati bas sndar IEEE Std. 519-1992 untuk %THD-V dan % THD-I. bel di as juga perlihatkan dalam bentuk grafik seperti di bawah ini.



***) Bas maksimal nilai %THD-V

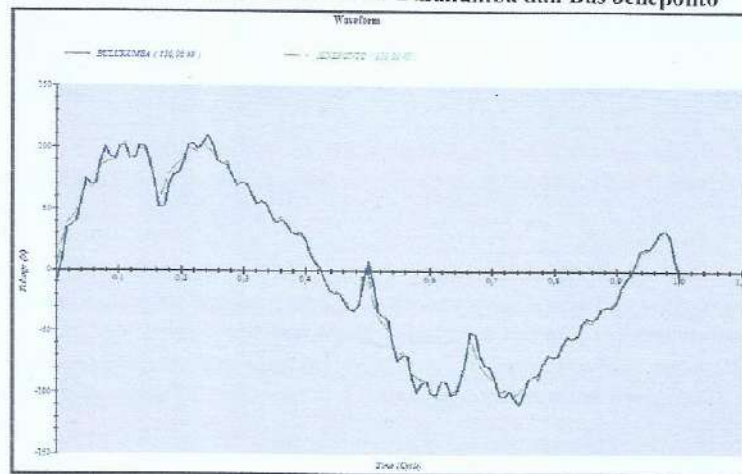
Gambar 6. Grafik spektrum tegangan Bus suplai daya *smelter* dan bus *smelter*

Nilai Distorsi Harmonisa pada simulasi EP dapat pula digambarkan secara *Spectrum* maupun *waveform*. Di bawah ini menunjukkan distorsi harmonisa yang terjadi pada bus Bulukumba dan Jeneponto.



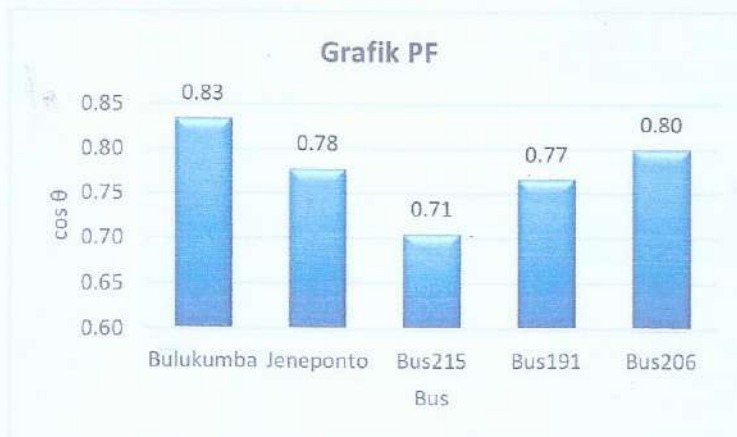
***) Bus maksimal nilai %IHD-V

Gambar 7. Grafik %IHD-I Bus Bulukumba dan Bus Jeneponto

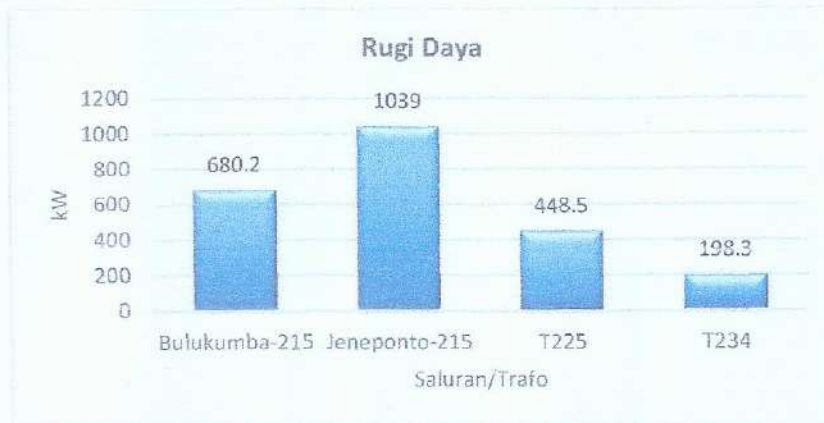


Gambar 8. Gelombang terdistorsi dari bus Bulukumba dan bus Jeneponto

Selanjutnya dari laporan aliran daya ki dapat melihat faktor daya $\cos \theta$ dan rugi-rugi daya yang ditimbulkan akibat masuknya beban *smelter* pada bus Jeneponto, bus Bulukumba, bus 215, bus 191 dan bus 206.



Gambar 9. Grafik PF pada bus penyuplai daya *smelter* dan bus *smelter*



Gambar 10. Rugi daya pada saluran penyuplai daya *smelter* dan Trafo *smelter*

Selain itu dari laporan aliran daya terdapat dua bus yang mengalami kondisi *under volge* yaitu bus 191 dan bus 205 masing-masing sebesar 83,40% dari nominal tegangan 33kV dan 79,71% dari nominal tegangan 0,38kV. Dan nilai tersebut dibawah nilai kritis yang sudah ditentukan untuk kondisi *under volge*, yaitu 90% dari tegangan nominal.

ANALISA HASIL SIMULASI

Pada Simulasi yang sudah dilakukan di as dengan dua kondisi berbeda, yaitu sebagai berikut :

- Sistem Interkoneksi Sulselrabar dalam kondisi *steady ste* beban puncak.
- Sistem Interkoneksi Sulselrabar dalam kondisi *steady ste* beban puncak dan masuknya beban *smelter* 212 MVA.

Pada kedua simulasi tersebut telah ki lihat hasilnya yaitu, pada simulasi perma tidak terdapat gangguan apapun terkait masalah aliran daya dan harmonisa pada sistem interkoneksi Sulselrabar. Beda halnya simulasi setelah masuknya beban *smelter* terdapat dua bus yang mengalami kondisi *under volge* pada hap kritis, yang keduanya itu ialah bus 33kV dan bus 0,38 kV *smelter* itu sendiri. Dimana tegangan fundamenl dari kedua bus tersebut berdasarkan laporan aliran daya berurut-turut sebesar 27,731kV dari tegangan nominal 33kV dan 0,305kV dari tegangan nominal 0,38kV.

Hal tersebut disebabkan karena tingginya nilai dari %THD-V yang dihasilkan bus *smelter* sehingga mengahsilkan daya reaktif yang cukup besar. Hal tersebut juga berimbas kepada menurunnya faktor daya (pf) dari bus-bus penyuplai daya *smelter* yaitu bus Bulukumba dan Jeneponto ser terjadi *losses* rugi-rugi daya pada saluran yang menghubungkan *smelter* tersebut pada sistem kelistrikan interkneksi Sulselrabar.

Untuk mengasi masalah ini maka perlu adanya kompensasi daya reaktif pada beban *smelter* untuk mengurangi daya reaktif yang terjadi. Sesuai dengan model *smelter* yang kami gunakan yaitu terdapat dua kapasitor yang dipasang pada bus 150kV dan bus 33kV. Oleh karena perlu adanya desain untuk mengetahui berapa besar nilai daya reaktif kapasitor untuk memperbaiki kualitas daya pada sistem interkoneksi Sulselrabar sesudah masuknya beban *smelter* tersebut.

Dari laporan aliran daya, dikehui bahwa nilai dari faktor daya bus 150kV dan bus 33kV *smelter* berturut-turut ialah 0,705 dan 0,766 *lagging*. Direncanakan faktor daya sesudah kompensasi daya reaktif sebesar 0,99. Nilai daya reaktif yang dikompensi diperoleh dari perhitungan di bawah ini.

Untuk Kapasitor bus 150kV *smelter*.

$$\begin{aligned}\Delta Q &= P \times (n \theta_1 - n \theta_2) \\ &= P \times (n(\cos^{-1} \theta_1) - n(\cos^{-1} \theta_2)) \\ &= 110,066 \text{ MW} \times (n(\cos^{-1} 0,705) - n(\cos^{-1} 0,99)) \\ &= 95,0393 \text{ MVAR}\end{aligned}$$

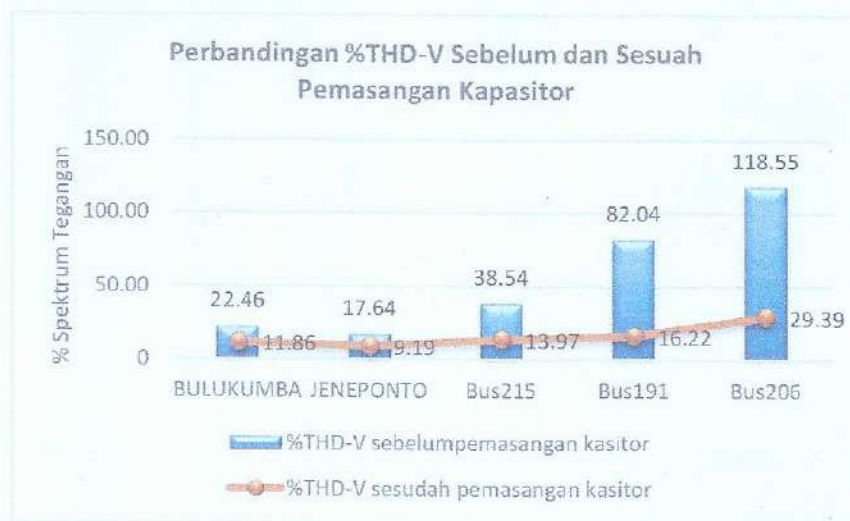
Untuk Kapasitor bus 33kV *smelter*. Dengan langkah yang sama didapatkan nilai sebesar 76,37292 MVAR.

Oleh karena dalam pemasangan kapasitor tersebut ditempatkan dalam bank-bank yang disebut dengan kapasitor bank, diambil nilai per bank sebesar 5 MVAR. Untuk kapasitor yang dipasang pada bus 150 kV *smelter* sebanyak 19 bank, tol daya reaktif menjadi 95 MVAR (dibulatkan). Sedangkan untuk kapasitor yang dipasang pada bus 33kV sebanyak 16 bank, tol daya reaktif menjadi 80 MVAR (dibulatkan). Selanjutnya tegangan kapasitor bank ditambah 25% dari tegangan nominal bus, untuk menghindarikapasitor *over volge* tegangan lebih.

Setelah dilakukan pemasangan pada kapasitor pada bus 150kV dan bus 33kV smelter dengan parameter-parameter yang sudah ditentukan, maka selanjutnya akan dilakukan simulasi untuk melihat dampaknya.

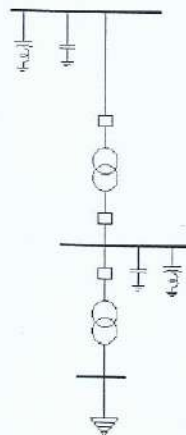
Tabel 2. Hasil simulasi harmonisa bus-bus penyuplai daya dan bus-bus *smelter*

No.	Nama Bus	Tegangan Nominal (kV)	%THD-V	Sndar IEEE (%THD-V)	%THD-I	Sndar IEEE (%THD-I)
1	BULUKUMBA	150	11,86	2,5	23,84	2,50
2	JENEPONTO	150	9,19	2,5	41,8	2,50
3	Bus215*	150	13,97	2,5	30,94	2,50
4	Bus191*	33	16,22	5	33,175	5,00
5	Bus206*	0,380	29,39	5	33,38	5,00



Gambar 11. Perbandingan %THD-V sebelum dan sesudah pemasangan kapasitor

Dalam grafik di atas terlihat adanya penurunan yang signifikan dari %THD-V dari kelima bus setelah pemasangan kapasitor dari pada sebelum pemasangan kapasitor, ini masih terlihat bahwa kelima bus tersebut masih diluar sndar IEEE Std. 519-1992. Setelah mengetahui spesifikasi tiap filter, maka nantinya akan dipasang pada bus yang hendak diredam harmonisanya, *single line diagram* dan hasil simulasi dapat dilihat pada grafik dibawah ini.



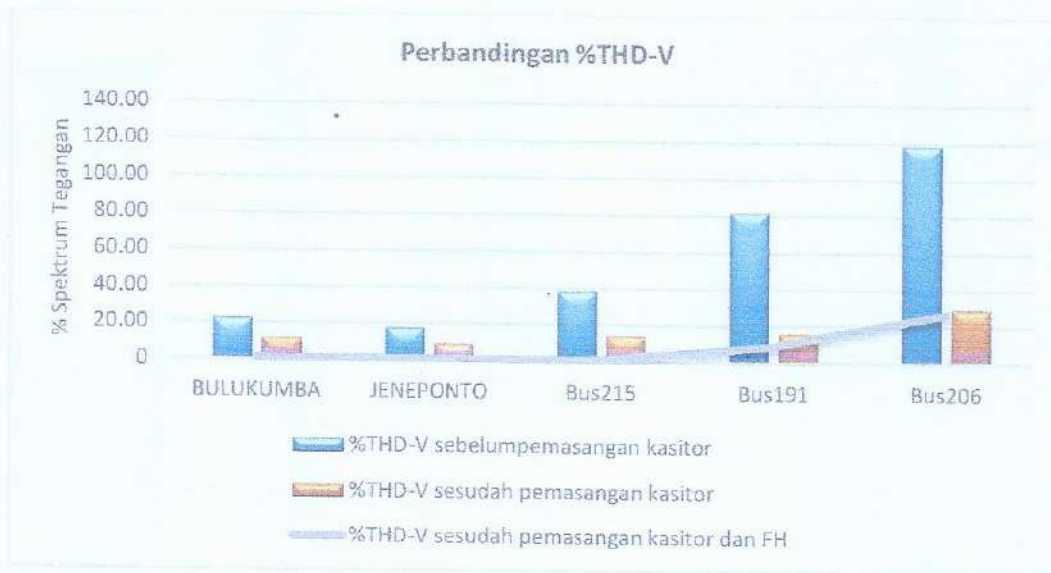
Gambar 12. *Single line diagram* pemodelan beban *smelter* setelah pemasangan filter harmonisa.

Tabel 3. %THD-V setelah pemasangan filter harmonisa

No.	Nama Bus	kV	%THD-V	Sndar IEEE (%THD-V)	%THD-I	Sndar IEEE (%THD-I)
1	BULUKUMBA	150	1,05	2,5	2,37	2,50
2	JENEPONTO	150	0,82	2,5	2,075	2,50
3	Bus215*	150	1,18	2,5	6,043	2,50
4	Bus191*	33	9,1	5	22,68	5,00
5	Bus206*	0,380	26,86	5	31,48	5,00

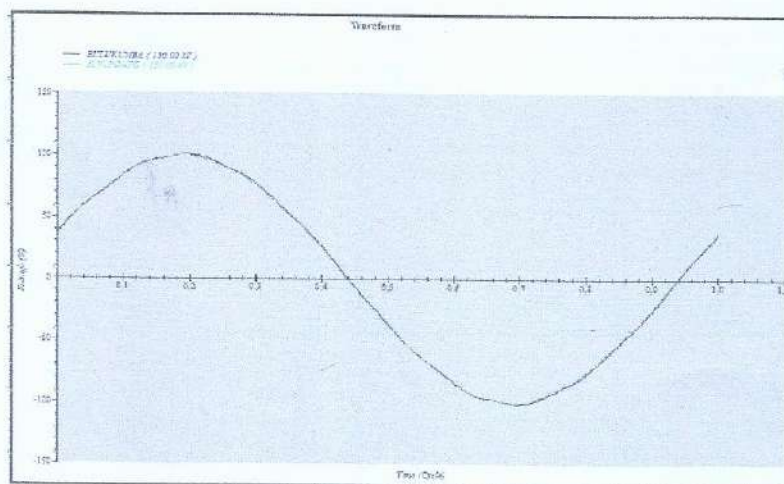
*) Bus smelter

Untuk bus Bulukumba dan Bus Jeneponto nilai %THD-V sudah aman, artinya berada di bawah sndar maksimum %THD-V. Sedangkan untuk bus *smelter*, hanya bus 215 sudah di bawah sndar maksimum %THD-V, sedangkan bus 191 dan bus 206 masih di atas sndar maksimum.



Gambar 13. Grafik perbandingan sebelum dan sesudah pemasangan HF

Tentunya kondisi seperti ini sudah aman untuk sistem kelistrikan interkoneksi Sulselrabar, karena bus yang menjadi penyuplai daya *smelter* yaitu bus Bulukumba dan Jeneponto nilai %THD-V sudah dibawah sndar maksimum IEEE Std. 519-1992. Demikian juga hal yang samaberlaku pada nilai %IHD-V bus Jeneponto dan Bus Bulukumba.



Gambar 14. Gelombang mengalami perbaikan hampir ideal setelah pemasangan HF dari bus Bulukumba dan bus Jeneponto

Dari hasil pemasangan Filter Harmonisa orde ke-5 pada bus 150kV dan Filter Harmonisa orde ke-7 pada bus 33kV beban smelter, terlihat %THD-V maupun %IHD-V pada bus Bulukumba dan bus Jeneponto sudah bisa ditekan sampai di bawah standar maksimum dari IEEE Std. 519-1992.

KESIMPULAN

Besar THD (*Tol Harmonik Distortion*) arus dan tegangan pada bus GI Jeneponto dan bus GI Bulukumba dalam jaringan interkoneksi Sulselrabar berdasarkan hasil simulasi Saat beban *smelter* terpasang menggunakan EP yaitu:

- Untuk bus GI Jeneponto sebesar 17,64 % untuk THD tegangan dan 59,01 % untuk THD arus, sedangkan pada bus GI Bulukumba sebesar 22,46 % untuk THD tegangan dan 48,58 % untuk THD arus.
- Setelah pemasangan kapasitor, Untuk bus GI Jeneponto sebesar 9,19 % untuk THD tegangan dan 41,8 % untuk THD arus, sedangkan pada bus GI Bulukumba sebesar 11,86 % untuk THD tegangan dan 23,84% untuk THD arus.
- Setelah pemasangan filter harmonisa, Untuk bus GI Jeneponto sebesar 0,82% untuk THD tegangan dan 2,075 % untuk THD arus, sedangkan pada bus GI Bulukumba sebesar 1,05 % untuk THD tegangan dan 2,37% untuk THD arus.

Jenis harmonisa dominan yang muncul pada bus GI Jeneponto dan bus GI Bulukumba saat beban *smelter* terpasang ialah orde ganjil yaitu 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 25, 29, 31, 35, dan 47. Sedangkan sesudah pemasangan kapasitor yaitu orde ke-5 dan orde-7.



PROSIDING
SEMINAR ILMIAH
NASIONAL SAINS DAN
TEKNOLOGI Ke- 2 2016

Peningkatan Sinergi *University-Industry-Government* (UIG) dalam Pengembangan Teknologi dan Rekayasa Nasional

**Kampus Fakultas Teknik Unhas Gowa,
7 – 8 September 2016**

Volume 2 - ISSN: 2548-6047

YUSRAN
TEKNIK ELEKTRO

PROSIDING SEMINAR ILMIAH NASIONAL SAINS DAN TEKNOLOGI KE-2 TAHUN 2016

**"Peningkatan Sinergi *University-Industry-Government (UIG)*
dalam Pengembangan Teknologi dan Rekayasa Nasional"**

7-8 September 2016

Gedung Center of Science Activity (CSA), Kampus FT-UH Gowa

Editor:

Muhammad Ramli (Ketua)
Faisal Mahmuddin (Teknik Perkapalan)
Zuryati Djafar (Teknik Mesin)
Wahyuddin (Teknik Perkapalan)
Ulva Ria Irfan (Teknik Geologi)
Zaenab Muslimin (Teknik Elektro)
Ria Wikantari (Teknik Arsitek)

**FAKULTAS TEKNIK – UNIVERSITAS HASANUDDIN
Bontomarannu Gowa, Sulawesi Selatan**

TEKNIK ELEKTRO

PROSIDING SEMINAR ILMIAH NASIONAL SAINS DAN TEKNOLOGI KE-2 Tahun 2016

**“Peningkatan Sinergi University-Industry-Government (UIG)
dalam Pengembangan Teknologi dan Rekayasa Nasional”**

Volume 2

ISSN: 2548-6047



Hak Cipta@2016

Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Dilarang memproduksi, mendistribusikan bagian dari publikasi ini dalam segala bentuk maupun media tanpa seijin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Dipublikasikan dan didistribusikan oleh:
Divisi Publikasi, Center of Technology (COT)
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Jl. Poros Malino km 6 Bontomarannu
Sungguminasa Sulawesi Selatan Indonesia 92171
Telp: (0411) 586015
Fax : (0411) 586015
Email: teknik@unhas.ac.id
Website: cotpublications.com

SAMBUTAN DEKAN

Assalamu Alaikum Warahmatullahi wabarakatuh

Puji dan syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Kuasa atas limpahan Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga Prosiding yang memuat makalah-makalah yang telah dipresentasikan pada seminar ilmiah nasional sains dan teknologi tahun ini telah terbit. Adapun tema dari prosiding kali ini adalah "Peningkatan Sinergi *University-Industry-Government* (UIG) dalam Pengembangan Teknologi dan Rekayasa Nasional".

Lima Pembicara kunci dalam seminar ini adalah orang-orang yang memiliki kompetensi dan pengalaman yang mumpuni dalam melaksanakan kerjasama kemitraan UIG untuk menunjang peningkatan teknologi dan rekayasa nasional. Mereka adalah **Prof. Dr. Ir. Satryo S. Brojonegoro (JICA Expert)**, **Drs. H. Ikhsan Iskandar, M.Si. (Bupati Jeneponto)**, **Dr. Toto Widyanto (Capacity Building Expert, KPPIP)**, **Dr. Geni Rina Sunaryo, M.Sc. (Ka PTKRN-BATAN)**, dan **Prof. Mitsukage Yamada (Manager of Smart Community Group, Oriental Consultants Global Co., Ltd.)**. Para Partisipan lain yang telah menyajikan gagasan ilmiah yang informatif berasal dari kalangan akademisi, industri, pemerintah, praktisi profesi serta pemerhati kemajuan teknologi.

Pihak fakultas memandang perlu untuk menerbitkan prosiding yang memuat hasil seminar yang berhubungan dengan kerjasama kemitraan UIG secara periodik pada setiap tahunnya. Kami menyadari prosiding kali ini masih mempunyai beberapa kelemahan dan kekurangan, namun dengan kerja keras, kerja sama dan semangat pengabdian yang tinggi tinggi dari pengelola, dosen dan karyawan Fakultas Teknik, penerbitan prosiding dapat berjalan sebagaimana visi, misi dan tujuan yang hendak dicapai.

Dengan segala kelebihan dan kekurangan yang ada dalam edisi ini, kami mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak demi terciptanya tujuan yang kita inginkan bersama.

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin Makassar

Dr. -Ing. Ir. Wahyu H. Piarah, MS.ME

PENGANTAR EDITOR

Yang terhormat,

Rekan-Rekan Pembaca dan Pemerhati Prosiding Seminar Ilmiah Nasional Sains dan Teknologi

Puji dan syukur kita panjatkan kehadiran Allah SWT, **Prosiding Seminar Ilmiah Nasional Sains dan Teknologi ke-2 (Volume 2) Tahun 2016** dalam Rangka Dies Fakultas Teknik yang ke-56 dapat hadir sebagai bentuk partisipasi dan kepedulian bersama secara ilmiah. Hal ini dapat diwujudkan berkat kerjasama yang baik dari segenap pihak yang telah terlibat dalam memberikan kontribusi positif hingga terbitnya prosiding ini.

Dalam prosiding ini, artikel yang dimuat dikelompokkan berdasarkan kesamaan bidang ilmu yang ada dalam lingkup Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Bidang ilmu yang dimaksud meliputi; *Teknik Arsitektur dan Perencanaan Wilayah Kota, Teknik Elektro dan Informatik, Teknik Geologi dan Pertambangan, Teknik Mesin dan Industri, Teknik Perkapalan, Sistem dan Kelautan, dan Teknik Sipil dan Lingkungan*. Tujuan dari pengelompokan ini adalah untuk memudahkan para pembaca sekalian ketika hendak mencari artikel yang terkait atau menemukan artikel yang sesuai bidang keilmuan masing-masing.

Total keseluruhan karya ilmiah yang berhasil dipublikasikan pada edisi kedua ini sebanyak 59 artikel. Jumlah sebanyak ini dapat dicapai berkat kerjasama yang baik dari segenap penulis, termasuk penulis yang berasal dari berbagai institusi/departemen di luar Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Untuk itu pada kesempatan ini perkenankan kami mewakili tim editor menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih sebesar-besarnya atas sumbangsih artikel yang telah diberikan.

Kami menyadari bahwa meskipun telah melalui proses editing terhadap format penulisan, masih tetap saja akan ada kesalahan-kesalahan kecil didalamnya, untuk itu kami menyampaikan permohonan maaf sebesar-besarnya atas kesalahan cetak yang terdapat dalam prosiding perdana ini. Harapan kami semoga prosiding ini dapat menjadi salah satu alternatif sumber referensi di bidang teknologi serta dapat menjadi inspirator bagi lahirnya riset-riset baru di masa yang akan datang.

Ketua Tim Editor,

Dr. Ir. Muhammad Ramli, MT

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Sambutan Dekan	iii
Pengantar Editor	iv
Daftar Isi	v

TEKNIK ARSITEKTUR DAN PERENCANAAN WILAYAH DAN KOTA

TA1601	Hartawan., Dahri. K., Hafiduddin.	Analisis Kestabilan Sistem Struktur Bangunan Rumah Vernacular, Kajian Kasus: Ballaq Jambua di Buluttana Kabupaten Gowa Sulawesi Selatan	1-10
TA1602	Triyatni Martosenjoyo, Syarif Beddu, M. Syavir Latif, Rahmi Amin Ishak, dan Dahniar	Post Occupancy Study Amphitheater as Unhas Gowa Campus Public Space, Studi Pasca Huni Amfiteater Sebagai Ruang Publik Kampus Unhas Gowa	11-23
TA1603	Sahriana Syam, Afifah Harisah, Abd. Mufti Radja, Muh.Mochsen Sir, Ria Wikantari	Tipologi Ruang Sosiopetal dan Sosiofugal di Anjungan Pantai Losari Makassar	24-31
TA1604	Imriyanti, M. Yahya, Caesar Mulyadi Parawansa, Sulvian Hasmi Sulaeman	Eksistensi Nilai-Nilai Kearifan Lokal Arsitektur Tradisional sebagai Bentuk Hunian Ramah Lingkungan di Pulau Kecil, Studi Kasus: Pulau Saugi Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan	32-40
TA1605	Ihsan, Isfa Sastrawati, Marly Valenti Patandianan, Venny Veronica, Syahrhani	Dampak Keberadaan Kampus Fakultas Teknik Unhas Gowa terhadap Pola Spasial Kawasan Sekitar	41-48
TA1606	Syarif Beddu, Rahmi Amin Ishak, Muh. Syavir Latief, Asta Yuliarta	Nilai-Nilai Kecerdasan Arsitektur Neo Vernakular, Studi Kasus: Permukiman Pinggiran Sungai Walenna Desa Lompulle Kecamatan Ganra Kabupaten Soppeng	49-58
TA1607	Muhammad Fathien Azmy, Sri Aliah Ekawati	Sistem Pengelolaan Sampah di Kampung Nelayan Mangarabombang, Makassar	59-66
TA1609	Mukti Ali, Rahayu Pratiwi, Githa Stacy Tobigo	Analisis Potensi dan Masalah Kawasan sebagai Upaya Revitalisasi di Bantaran Kanal Jongaya Makassar	67-75
TA1610	Samsuddin, Ramli Rahim, Baharuddin Hamzah, Rosady Mulyadi	Analisis Kenyamanan Termal Siswa di Dalam Ruang Kelas, Studi Kasus SD Inpres Daya Kota Makassar	76-84
TA1611	Aulia Hanif Erya, Nur Fitriani, Galang Langit Persada, Mukti Ali	Studi Ketersediaan Sarana dan Prasarana Pendukung Transportasi Air di Kanal Jongaya	85-96
TA1612	Armand Maulana, Putri Permatasari, Rindami Patikaisyah, Mukti Ali	Pengembangan Wisata Berbasis Masyarakat di Pantai Tanjung Bayang	97-104
TA1615	Nurmaida Amri, Idawarni Asmal, Samsuddin, Edward, Yahya, Imrianti	Penggunaan Ruang oleh Gender di Permukiman Nelayan Tallo Kota Makassar	105-112

TEKNIK ELEKTRO DAN INFORMATIKA

TE1601	Syafuruddin Syarif, Zulfajri B. Hasanuddin, Sirilius Eky Setyadi, Immanuel AM	Metode Cerdas untuk Analisis Karakteristik Citra Biomedis Hepatitis	113-124
TE1602	Sri Mawar Said, Syafaruddin, Yusri Syam Akil, Fharuddin, Moeh. R. Adymulya	Pemanfaatan Energi Matahari untuk Sistem Pendingin	125-131

TE1603	Indrabayu, Mukarramah, Ais Prayogi, Andi Rachmat Fajrin, Abdul Wahid APP	Game Edukatif "Mathology" Berbasis Android	132-142
TE1604	Wardi, Dewiani, Andini Dani Ahmad, Rima Wahyuningsih, Pebrina Hardianti Tokanu	Sistem Pengaman dan Pelacak Kendaraan Berbasis Arduino Mega2560	143-150
TE1605	Novy NRA Mokobombang, Ely Warni, Gredi Nainggolan, Nur Fadhilah	Model Learning Management System (LMS) Metode Pembelajaran Homeschooling untuk Remaja Berkebutuhan Khusus	151-160
TE1606	Christoforus Yohannes, Ida Rachmaniar Sahali, Wahyu Ekopribadi, M. Taufan Yusuf	Pengaturan Suhu, Kelembaban dan Intensitas Cahaya pada Rumah Kaca Berbasis Mikrokontroler	161-168
TE1608	Tajuddin Waris, Zaenab Muslimin, Yuanita R.F., Firiani Saputri	Studi Dinamika Frekwensi Sistem Hibrid Fuel Cell, PLTB dan Genset	169-175
TE1609	Amil Ahmad Ilham, Mukarramah Yusuf, Anastasya Grace Jacob, Maryam	Pengembangan Application Programming Interface untuk Layanan Data Sistem Informasi	176-180
TE1610	Adnan, Intan Sari Areni	Prototipe Kluster Komputer Ekonomis dan Ramah Energi	181-186
TE1611	Andani Achmad, Rhisa S. Sadjaad, Mustakim, Muh. Iqbal AY, Fitryanto	Prototype Pemantau Isi Bahan Bakar Minyak dan Kadar Air pada SPBU	187-193
TE1612	Indar Chaerah Gunadin, Syafaruddin, Zaenab Muslimin, Yusran, Suwandri, Muh. Adnan	Pengaruh Penetrasi Industri Smelter terhadap Kualistas Daya pada Sistem Interkoneksi Sulseltrabar	194-203
TE1613	Yusran, Fauziah Haz, Ali Akbar, Arini Ridhowati, Gassing	Komparasi Kualitas Daya Sistem Ketenagalistrikan Sulselbar untuk Kondisi Sistem yang terhubung dengan Pembangkit yang Jauh dari Pusat Beban dan Pembangkit yang Dekat dengan Pusat Beban	204-209
TE1614	Muhammad Niswar	Perancangan dan Implementasi Aplikasi Single Sign-On (SSO) pada Portal Mahasiswa	210-214

TEKNIK GEOLOGI DAN PERTAMBANGAN

TG1602	Irzal Nur, Asran Ilyas	Hydrothermal Alteration, Mineralogy and Ore Grade Characteristics of the Epithermal Gold-Base Metal Mineralization at Anggai, Obi Island, Indonesia	215-221
TG1603	Purwanto, Djamaluddin, Meinarni Thamrin, Diky Wahyudi Sayuti	Pengaruh Muka Air Tanah terhadap Kestabilan Lereng Low-Wall Tambang Batubara	222-227
TG1604	Muhammad Ramli, Muhammad Reza, Feby Poncowati P.	Pemetaan Sumber-Sumber Pengimbuhan dan Pencemaran Air Tanah pada Cekungan Air Tanah Makassar	228-235
TG1605	Aryanti Virtanti Anas, Rini Novrianti Sutardjo Tui, Purnama M. Kaimun	Analisis Pengendalian Persediaan Bahan Bakar Alat Berat di PT. Harmoni Panca Utama Provinsi Kalimantan Timur	236-244
TG1606	Kaharuddin MS., Fadlia	Analisis Geokimia Volcanic Neck dengan Metode XRF Daerah Bulu Tinebang Kecamatan Watangpulu Kabupaten Sidenrenggrappang Provinsi Sulawesi Selatan	245-253
TG1608	Ratna Husain, Suradi	Pengaruh Lempung Ekspansif terhadap Potensi Gerakan Tanah di Daerah Camba Kabupaten Maros	254-258

TG1609	Meutia Farida, Afdan Prayudi, Anwar	Rekonstruksi Fasies Karbonat Pulau Liukangloe Kabupaten Bulukumba Sulawesi Selatan	259-267
TG1612	Hasrianto, Al'Faizah Ma'rief, Adi Tonggihroh	Penyelidikan Air Tanah untuk Perairan Perikanan dengan Metode Geolistrik Tahanan Jenis	268-279

TEKNIK MESIN DAN INDUSTRI

TM1601	Baharuddin Mire, Andi Mangkau, Usman Majid, Muh. Eky Susanda	Analisis Kinerja Motor Bensin Type VCRPE dengan Bahan Bakar Pertalite pada Variasi Rasio Kompresi	280-289
TM1602	Ilyas Renreng, Muh. Yamin, Azer	Pengaruh Perendaman Larutan Lidah Buaya pada Serat Pelepah Akaa (<i>Corypha</i>) terhadap Komposisi Kimia Serat dan Sifat Mekanis Komposit	290-296
TM1603	Ilham Bakri, Mulyadi, Nilda	Analisis Postur dan Beban Kerja serta Tingkat Kelelahan pada Pekerja Bongkar Muat Barang	297-302
TM1604	Johannes Leonard, Thomas Tjandinegara	Kekerasan Baja Karbon St.37 dengan Katalisator Serbuk Cangkang Kerang Darah Berdasarkan Variasi Ukuran Mesh pada Proses Karburisasi Padat	303-307
TM1605	Zulkifli Djafar, Ilyas Jamal, Reski Astaman,	Pengaruh Perlakuan Permukaan Serat Kulit Batang Waru (<i>Hibiscus Tillaceus</i>) Terhadap Wettability dengan Matriks Epoksi Resin	308-314
TM1608	Muhammad Rusman, Farid Mardin, Armin Darmawan	Perencanaan Pengembangan Fasilitas Produksi pada Pembuatan Bata Ringan dengan Pendekatan Simulasi	315-321
TM1612	Saiful M., Syamsul Bahri, Retnari Dian Mudiastuti, Sandi Dasaril	Perbandingan Kinerja Metode <i>Ranked Positional Weight</i> (RPW) dan <i>Largest Candidate Rule</i> (LCR) untuk Masalah Penyeimbangan Lintasan Produksi	322-327
TM1613	Zuryati Djafar, Wahyu H. Piarah, Yunus Jefri Manggombo	Prestasi Kerja Mesin Diesel 4 Langkah Cat 3616 Tipe V Akibat Perubahan <i>Fuel Rack</i> pada Injektor	328-336

TEKNIK PERKAPALAN, SISTEM PERKAPALAN, DAN KELAUTAN

TP1601	Andi Sitti Chairunnisa Mappangara, Mislihah Idrus, Syarifuddin Dewa, Abd. Haris Djalante, Dhyna Eka Pertiwi	Analisis Rencana Pengembangan Pelabuhan Palopo	337-346
TP1602	Lukman Bochari, Rosmani, Suandar Baso, Ferdinand	Pengaruh Rasio Lebar (B) dan Sarat (T) terhadap Tahanan Kapal	347-351
TP1603	Farianto Fachruddin, Syamsul Asri, Wahyuddin, Muhammad Akbar Asis	Analisis Kebutuhan Material Perahu Kecil Fiberglass untuk Budidaya Rumput Laut di Kabupaten Jeneponto	352-361
TP1604	Ashury, Taufiqur Rachman, Chairul Paotonan	Identifikasi Dampak Lingkungan Pengembangan Pembangunan Pelabuhan Perikanan Pagimana di Kabupaten Banggai, Sulawesi Tengah	362-370
TP1605	Daeng Paroka, Syamsul Asri, Zulkifli, Agung W.P, Arjubono	Karakteristik Geometri Kapal Tradisional Nelayan di Kabupaten Jeneponto	371-378
TP1607	Rahimuddin, Evie Sukmawati, Muhdar Tasrief, Haryanti Rivai, Hasnawiyah, Abdul Asiz	Simulasi Respon Transien Generator Listrik pada Kapal Ferry Ro-Ro KMP Sultan Murhum	379-385
TP1608	Juswan, Muhammad Zubair Muis Alie, Daeng Paroka, Zet Roy Balik	Investigasi Progressive Collapse pada Pipa Berdasarkan Kontur Topografi	386-391
TP1609	Andi Haris Muhammad, Syerly Klara, Faisal Mahmuddin, Surya Hariyanto, Syahrul, Wisyono, Andi Angga	Simulasi Numerik dan Free Running Model Test Desain Peletakan Propeller Ganda Asimetrik Kapal Perikanan 30 GT	392-398

TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN

TS1603	Rita Irmawaty, Rudy Djamaluddin, Ibrahim Djamaluddin	Perilaku Lentur Beton dengan Limbah Ban Bekas sebagai Agregat	399-405
TS1604	Muralia Hustim, Muh. Isran Ramli, Rasdiana Zakaria, Hardianti Alimuddin	Aplikasi Model CoRTN dalam Penentuan Tingkat Kebisingan pada Simpang Empat Bersinyal, Studi Kasus Jalan Cendrawasih Makassar	406-415
TS1605	Rita Tahir Lopa, Farouk Maricar, Bambang Bakri, Muhammad Saleh Pallu, Muhammad Nurkholis Salim, Nurhadi Akbar	Simulasi HEC-RAS pada Disain Bangunan Pengendali Banjir Sungai Pangkajene	416-422
TS1606	St. Hijrani Nur, Tri Harianto	Penurunan Timbunan Lempung Lunak pada Uji Fisik Model <i>Preloading</i> dengan <i>Prefabricated Drain</i>	423-429
TS1610	M. Asad Abdurrahman, Rusdi U. Latief, Rosmariani A., Suharman H., Doki P.	Identifikasi Bahaya dan Penilaian Resiko Kecelakaan Kerja pada Proyek Konstruksi Gedung di Makassar	430-437
TS1611	Sukiman Nurdin, Lawalenna Samang, Johannes Patanduk, dan Tri Harianto	Prilaku Mekanis, Kembang Susut dan Keretakan Tanah Lunak Stabilisasi Fly Ash dengan Perkuatan Serat Alami Sebagai Lapis Penutup Landfill	438-445
TS1612	Mukhtar Lutfie, Lawalenna Samang, Sakti Adji Adisasmita, Isran Ramli	Pengembangan Sistem Alat Ukur Emisi Portable pada Kendaraan Truk	446-453
TS1617	Frans Rabung, Silman Pongmanda, Akhmad Sumakin, Darius, Hasbi	Efektifitas Pemecah Gelombang Sistim Tiang Pancang dengan Pengisi Batu	454-464
TS1625	Achmad Zubair, Iskandar Marichar, Roslinda Ibrahim, Taufik Hidayat	Analisis Efektifitas Instalasi Pengolahan Air Limbah Komunal di Kota Makassar	465-473
TS1626	Syafruddin Rauf	Karakteristik Perjalanan Mahasiswa Perguruan Tinggi Negeri Berbasis Spasial, Studi Kasus: Kampus Teknik Gowa	474-480