

**ANALISA KUALITAS DAYA LISTRIK PADA BTS (*BASE
TRANSCIVER STATION*) DI GEDUNG LABORATORIUM
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA**

SKRIPSI

Oleh

FILIP DONATAL

NIM : 1852050015



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
JAKARTA
2023**

**ANALISA KUALITAS DAYA LISTRIK PADA BTS (*BASE
TRANSCIVER STATION*) DI GEDUNG LABORATORIUM
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan akademik guna memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T.)
pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia

Oleh

FILIP DONATAL

NIM : 1852050015



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
JAKARTA
2023**



PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Filip Donatal
NIM : 1852050015
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik

dengan ini menyatakan bahwa karya tulis tugas akhir yang berjudul "ANALISA KUALITAS DAYA LISTRIK PADA BTS (*BASE TRANSCEIVER STATION*) DI GEDUNG LABORATORIUM PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA" adalah:

1. Dibuat dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan hasil kuliah, tinjauan lapangan, buku-buku dan jurnal acuan yang tertera di dalam referensi pada karya tugas akhir saya.
2. Bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di universitas lain, kecuali pada bagian-bagian sumber informasi yang dicantumkan dengan cara referensi yang semestinya.
3. Bukan merupakan karya terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera di dalam referensi pada tugas.

Kalau terbukti saya tidak memenuhi apa yang dinyatakan di atas, maka karya tugas akhir ini dianggap batal.

Jakarta, 3 Februari 2023



Filip Donatal



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK

PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR

ANALISA KUALITAS DAYA LISTRIK PADA BTS (BASE TRANSCEIVER STATION) DI GEDUNG LABORATORIUM PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA

Oleh:

Nama : Filip Donatal
NIM : 1852050015
Program Studi : Teknik Elektro
Peminatan : Teknik Energi Listrik

telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan dan dipertahankan dalam Sidang Tugas Akhir guna mencapai gelar Sarjana Strata Satu pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia,

Jakarta, 3 Februari 2023

Menyetujui:

Pembimbing I

Ir. Robinson Purba, MT
NIDN. 0307015102

Pembimbing II

Eva Magdalena Silalahi, ST., MT
NIDN. 0328087408

Ketua Program Studi Teknik Elektro

Ir. Bambang Widodo, MT
NIDN. 0330115901

Dekan Fakultas Teknik

Dicky Antonius, ST., M.Sc.
NIDN. 0301218801

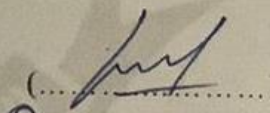
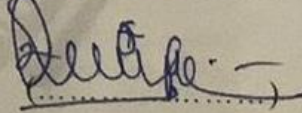
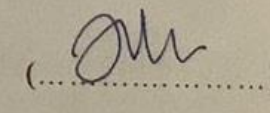
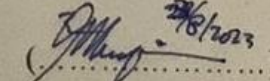


PERSETUJUAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Pada tanggal 3 Februari 2023 telah diselenggarakan Sidang Tugas Akhir untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik guna memperoleh gelar Sarjana Strata Satu pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia, atas nama:

Nama : Filip Donatal
NIM : 1852050015
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik

termasuk ujian Tugas Akhir yang berjudul "ANALISA KUALITAS DAYA LISTRIK PADA BTS (*BASE TRANSCIVER STATION*) DI GEDUNG LABORATORIUM PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA" oleh tim penguji yang terdiri dari:

Nama Penguji	Jabatan dalam Tim Penguji	Tanda Tangan
1. Ir. Bambang Widodo, MT	sebagai Ketua	()
2. Ir. Robinson Purba, MT	sebagai Anggota	()
3. Susilo, S.Kom, MT	sebagai Anggota	()
4. Eva Magdalena Silalahi, ST., MT	sebagai Anggota	( 27/2/2023)

Jakarta, 3 Febuari 2023



PERNYATAAN DAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Filip Donatal
NIM : 1852050015
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Elektro
Jenis Tugas Akhir : Skripsi
Judul : Analisa Kualitas Daya Listrik Pada BTS (*Base Transceiver Station*) Di Gedung Laboratorium Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia

Menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir tersebut adalah benar karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar akademik di perguruan tinggi manapun;
2. Tugas akhir tersebut bukan merupakan plagiat dari hasil karya pihak lain, dan apabila saya/kami mengutip dari karya orang lain maka akan dicantumkan sebagai referensi sesuai dengan ketentuan yang berlaku;
3. Saya memberikan Hak Non Eksklusif Tanpa Royalti kepada Universitas Kristen Indonesia yang berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran Hak Cipta dan Kekayaan Intelektual atau Peraturan Perundangan-undangan Republik Indonesia lainnya dan integritas akademik dalam karya saya tersebut, maka saya bersedia menanggung secara pribadi segala bentuk tuntutan hukum dan sanksi akademis yang timbul serta membebaskan Universitas Kristen Indonesia dari segala tuntutan hukum yang berlaku.

Dibuat di Jakarta, 25 Agustus 2023

Yang menyatakan



Filip Donatal

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya yang berlimpah, sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisa Kualitas Daya Listrik Pada BTS (*Base Transceiver Station*) Di Gedung Program Studi Teknik Mesin Universitas Kristen Indonesia”.

Tugas akhir dalam bentuk skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi strata satu dan memperoleh gelar Sarjana Teknik sesuai dengan Kurikulum Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia.

Selama penulisan skripsi ini, peneliti mendapat banyak dukungan serta bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Bambang Widodo, MT.; selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia.
2. Bapak Ir. Robinson Purba, MT.; selaku dosen pembimbing pertama yang banyak memberikan waktu dan tenaga selama proses pengerjaan skripsi ini, serta dengan sabar membimbing, mengarahkan, dan memberikan motivasi serta dorongan kepada peneliti agar dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Ibu Eva Magdalena Silalahi, ST., MT.; selaku dosen pembimbing dua yang juga dengan sabar membimbing, mengarahkan dalam pengambilan data dan memberikan motivasi serta dorongan kepada peneliti agar dapat menyelesaikan skripsi ini.
4. YKBN (Yayasan Kasih Bagi Negeri) yang berperan besar dalam membiayai kuliah dan membina peneliti selama 4 tahun masa studi.
5. Bapak Siron dan ibu Marlin Alang selaku ayah dan ibu penulis. Yang menjadi sumber dukungan utama baik lewat doa, dana, bahkan motivasi dan semangat sehingga peneliti dapat menyelesaikan masa studi dengan baik. Serta saudara/saudari terkasih (Kak Mikha, Kak Mery, Kak Nina, Dek Ado).

6. Ester Lia, S.Pd.; yang membantu dalam penulisan dan penyusunan tugas akhir .

Peneliti menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu peneliti membuka diri untuk masukan, kritik dan saran. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jakarta, 3 Februari 2023

Filip Donatal



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING	iii
HALAMAN PERSETUJUAN DOSEN PENGUJI	iv
HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR SINGKATAN.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
<i>ABSTRACT</i>	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Batasan Penelitian	5
1.5 Metode Penelitian.....	6
1.6.Sistematika Penulisan.....	6
BAB II LANDASAN TEORI.....	8
2.1 Umum.....	8
2.2 Kualitas Daya Listrik.....	9
2.1.1 Pengertian Kualitas Daya Listrik	9
2.3 Harmonisa.....	10
2.3.1 Pengertian Harmonisa.....	10
2.3.2 Orde Harmonisa	11
2.3 Sumber Harmonisa	12
2.3.1 Beban Listrik Linier	12
2.3.2 Beban Listrik Non Linier	13
2.4 Parameter Harmonisa	14
2.4.1 IHD	15
2.4.2 THD.....	15
2.4.3 RMS	16
2.4.4 Standar Harmonisa Arus dan Tegangan.....	16
2.5 Faktor Daya.....	18
2.6 Base Transceiver Station.....	19
2.6.1 Pengertian Menara BTS	19
2.6.2 Macam-macam Menara BTS.....	19
2.6.3 Komponen pada Menara BTS	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	22
3.1 Umum.....	22

3.2	Prosedur Pengukuran dan Perancangan Alat Pada BTS	23
3.2.1	Alat Ukur.....	24
3.2.2	Rangkaian Pengukuran.....	26
3.3	Pengumpulan Data Hasil Pengukuran.....	27
3.4	Menganalisa Data Hasil Pengukuran	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		29
4.1	Pendahuluan	29
4.2	Data Hasil Pengukuran.....	29
4.3	Pengolahan Data dan Hasil	30
4.3.1	Penentuan nilai THD Maksimum	33
4.3.2	Perhitungan <i>True Power Factor</i>	35
4.4.	Analisa.....	36
BAB V PENUTUP		39
5.1	Kesimpulan.....	39
5.2	Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA.....		40
LAMPIRAN		44



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gelombang Fundamental Dengan Harmonisa	10
Gambar 2.2 Frekuensi Fundamental.....	11
Gambar 2.3 Bentuk Gelombang Arus Dan Tegangan Beban Listrik Linier ...	13
Gambar 2.4 Bentuk Gelombang Arus Dan Tegangan Beban Listrik Non Linier	14
Gambar 2.5 komponen yang ada pada BTS dengan sumber tegangan AC	20
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian Kualitas Daya Listrik BTS	23
Gambar 3.2 Alat Ukur <i>Power Quality Analyzer</i> (PQA) Kyoritsu <i>kew 6315</i> ...	24
Gambar 3.3 Konsep Pemasangan Clamp Ampere Jepit Tegangan Dan Kabel Power Pada Alat Ukur	25
Gambar 3.4 Konsep Pemasangan Alat Ukur Untuk 1 Fasa pada BTS	26
Gambar 3.5 Rangkaian Pengukuran	27
Gambar 4.1 Gelombang Tegangan Hasil Pengukuran THDv.....	31
Gambar 4.2 Gelombang Tegangan Hasil Pengukuran THDi.....	32
Gambar 4.3 Hasil Pengukuran Arus Harmonisa Dengan THDi Dominan Pada Orde 3 Dan 5	32
Gambar 4.4 Spektrum Tegangan dengan THDv 1,11%	37
Gambar 4.5 Spektrum Arus dengan THDi 10,33%	47

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Polaritas Komponen Harmonisa.....	12
Tabel 2.2 Akibat Polaritas Komponen Harmonisa	12
Tabel 2.3 Batasan Distorsi Tegangan	17
Tabel 2.4 Batasan Distorsi Arus Untuk Tegangan 120V Hingga 69 KV	17
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Parameter Utama Pada BTS.....	29
Tabel 4.2 Data THD _v Hasil Pengukuran	30
Tabel 4.3 Data THD _i Hasil Pengukuran	31
Tabel 4.4 THD Tegangan Hasil Pengukuran Dan Standar IEEE 519-2014....	34
Tabel 4.5 THD Arus Hasil Pengukuran Dan Standar IEEE 519-2014.....	35



DAFTAR SINGKATAN

BTS	<i>Base Transceiver Station</i>
THD	<i>Total Harmonic Distortion</i>
THD_i	<i>Total Harmonic Distortion Arus</i>
THD_v	<i>Total Harmonic Distortion Tegangan</i>
IHD	<i>Individual Harmonic Distortion</i>
RMS	<i>Root Means Square</i>
TPF	<i>True Power Factor</i>
DPF	<i>Distortion Power Factor</i>
PF	<i>Power Factor</i>
PLN	Perusahaan Listrik Negara
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>
PQA	<i>Power Quality Analyzer</i>
PCC	<i>Point of Common Coupling</i>
V	Tegangan (Volt)
I	Arus (Ampere)
P	Daya Rata-rata (Watt)
Q	Daya Reaktif (VAR)
S	Daya Semu (VA)
F	Frekuensi
Q_c	Daya Reaktif Kapasitor (VAR)
I_{sc}	Arus hubung-singkat pada PCC
I_L	Arus beban pada PCC

DC *Direct Current*

BS *Base Station*

RBS *Radio Base Station*



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. Hasil Pengukuran PQA Kyoritsu KEW 6315	47
Lampiran B. Foto Lapangan BTS	49



ABSTRAK

Perkembangan teknologi telekomunikasi saat ini, telah mencapai teknologi 4G LTE, bahkan sudah ada yang menerapkan teknologi 5G. Salah satu infrastruktur yang menunjang kemajuan teknologi telekomunikasi tersebut adalah BTS. Komponen pada BTS antara lain, rectifier, microwave link, perangkat radio BTS, air conditioner (AC). Komponen ini termasuk kategori beban listrik nonlinier yang menimbulkan masalah harmonisa pada BTS. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengukuran tingkat harmonisa pada setiap BTS untuk dilakukan kajian yang mencakup tingkat distorsi harmonisa tegangan dan arus akibat komponen nonlinier pada BTS termasuk BTS di Gedung Laboratorium Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, UKI Jakarta. Berdasarkan pengukuran harmonisa yang dilakukan pada BTS ini, diperoleh hasil yaitu: BTS memiliki nilai total distorsi arus, THDi sebesar 10,16% yang melebihi standar IEEE 519-2014. Nilai total distorsi tegangan, THDv sebesar 1,11%, telah memenuhi standar IEEE 519-2014. Nilai THDi dominan pada BTS terjadi pada orde ke-3 dengan THDi sebesar 8,7% dan orde ke-5 dengan THDi sebesar 4,2% melebihi batas 4% dari standar IEEE 519-2014. Tingkat faktor daya listrik pada BTS rendah sebesar 0,423 tidak memenuhi syarat faktor daya ≥ 0.85 dari standar PLN.

Kata Kunci: BTS, distorsi gelombang, harmonisa, THD

ABSTRACT

The current development of telecommunications technology has reached 4G LTE technology, and some have even implemented 5G technology. One of the infrastructures that supports the advancement of telecommunication technology is the BTS. Components in BTS include, rectifier, microwave link, BTS radio equipment, air conditioner (AC). This component belongs to the category of nonlinear electrical loads which cause harmonic problems in BTS. Therefore, it is necessary to measure the harmonic level at each BTS for a study that includes the level of voltage and current harmonic distortion due to nonlinear components in BTS including BTS in the Mechanical Engineering Study Program Laboratory Building, Faculty of Engineering, UKI Jakarta. Based on the harmonic measurements carried out on this BTS, the results obtained are: BTS has a total current distortion value, THDi of 10.16% which exceeds the IEEE 519-2014 standard. The total value of voltage distortion, THDv is 1.11%, which still meets the IEEE 519-2014 standard. The dominant THDi value in BTS occurs in the 3rd order with a THDi of 8.7% and the 5th order with a THDi of 4.2% exceeding the 4% limit of the IEEE 519-2014 standard. The power factor level for low BTS is 0.423, which does not meet the power factor requirement of ≥ 0.85 from the PLN standard.

Keywords: *BTS, harmonics, THD, wave distortion*