

ANALISIS PANEL
MOTOR CONTROL CENTER (MCC)
UNIVERSITAS AISYIAH YOGYAKARTA
TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat Starta-1 Pada
Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun oleh:
Ahmad Yasir
20150120074

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

2019

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ahmad Yasir
NIM : 20150120074
Program Studi : Teknik Elektro
Universitas : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Judul Tugas Akhir : Analisis Panel *Motor Control Center* (MCC)
Universitas Aisyiyah Yogyakarta

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil karya tulis saya sendiri dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi. Sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan dalam daftar pustaka. Apabila dikemudian hari pernyataan ini tidak benar, maka saya siap menerima sanksi dari Universitas Muhammadiyah Yogyakarta sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Yogyakarta, 25 Juni 2019



MOTO

“... Dan bertakwalah pada Allah maka Allah akan mengajarmu. Sesungguhnya Allah Maha Mengetahui segala sesuatu”
(QS. Al-Baqarah : 282)

“Demi masa. Sesungguhnya, manusia berada dalam kerugian, kecuali orang-orang yang beriman dan mengerjakan kebajikan serta saling menasehati untuk kebenaran dan saling menasehati untuk kesabaran.”

“Allah memberikan hikmah kepada siapa yang Dia kehendaki. Barang siapa diberi hikmah, sesungguhnya dia telah diberi kebaikan yang banyak. Dan tidak ada yang dapat mengambil pelajaran kecuali orang-orang yang mempunyai akal sehat”.
(QS. Al-Baqarah : 269)

”... sesungguhnya Allah sekali-kali tidak akan merubah sesuatu nikmat yang telah dianugerahkan-Nya kepada sesuatu kaum, hingga kaum itu merubah apa yang ada pada diri mereka sendiri. Sungguh, Allah Maha Mendengar, Maha Mengetahui ”
(QS. An-Anfaal : 53)

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari suatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan lain). Dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap”
(Q.S. Al-Insyirah : 6-7)

“Gantungkan cita-citamu setinggi langit ! Bermimpilah setinggi langit. Jika engkau jatuh, engkau akan jatuh diantara bintang-bintang.”
(Ir. Sukarno)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Syukur alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Allah S.W.T. yang telah memberikan petunjuk dalam menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini, dengan penuh rasa syukur Tugas Akhir ini merupakan persembahan terbaik yang ditujukan kepada :

1. Kedua orang tua Bapak Sukardi dan Ibu Siti Yulidar, Tugas Akhir ini mungkin belum dapat membalas perjuangan yang telah mereka berikan. Namun insyaAllah Tugas Akhir ini merupakan langkah awal dari munculnya kesempatan-kesempatan untuk membahagiakan mereka dimasa depan baik dunia maupun akhirat.
2. Adik tercinta Naura Nasiba, Tugas Akhir merupakan bukti kesungguhan penulis dalam membantu dan menjadi panutan yang baik dimasa depan.
3. Jodohku yang entah dimana engkau berada, Tugas Akhir ini merupakan langkah awal perjuangan untuk mencapai cita-cita masa depan, tunggulah aku memantaskan diri untuk segera menjemputmu. Semoga kita segera dipertemukan.
4. Dirinya yang pernah berjanji menemani sehidup semati berjuang bersama, namun hanya ucapan manis, dan terima kasih telah memberikan luka yang amat sempurna sehingga dapat menjadi pelajaran hidup yang berharga, karena perjuanganku tak semudah jalan hidupmu.
5. Teman-teman dan seluruh saudara Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Tugas Akhir ini merupakan bukti kebersamaan kita selama menempuh masa-masa perjuangan di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Doa dan sukses selalu menyertai kalian dan kuharap tetap ada istilah keluarga dalam persahabatan kita.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah S.W.T. yang telah memberikan rahmat, taufik serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir dengan judul Analisis Panel *Motor Control Center (MCC)* Universitas Aisyiyah Yogyakarta dengan lancar dan dapat menyelesaikannya sesuai dengan batas waktu yang telah ditentukan.

Proses kerja panel listrik memiliki beberapa tahapan khusus agar dapat menghasilkan sistem distribusi listrik yang berkualitas dan sesuai standar. Tugas Akhir ini disusun agar pembaca dapat memperluas ilmu tentang keandalan panel listrik, khususnya Analisis *Panel Motor Control Center (MCC)* Universitas Aisyiyah Yogyakarta.

Tugas Akhir ini disusun dengan bantuan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung sehingga dapat memperlancar dalam penyusunannya. Atas dukungan yang telah diberikan, maka penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Kedua Orang tua yang selalu memberikan dukungan moral, material, dan doanya kepada penulis setiap waktu.
2. Bapak Gunawan Budianto selaku rektor Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Bapak Ramadhoni Syahputra selaku ketua jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta serta dosen pembimbing 1 yang telah sabar membimbing, membagi ilmunya dan mengarahkan penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Faaris Mujaahid selaku dosen pembimbing 2 yang telah sabar membimbing, membagi ilmunya dan mengarahkan penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Hendra Prastia selaku engineer Universitas Aisyiyah Yogyakarta yang telah membimbing, memberikan ilmunya dan mengarahkan penulis dalam proses penelitian Tugas Akhir ini.

6. Irfan Wahyu Ramadhan yang telah memberikan dukungannya dalam proses penelitian dan penyusunan Tugas Akhir ini.
7. Segenap dosen pengajar jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
8. Staf tata usaha jurusan Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
9. Teman-teman kelas B Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah memberikan bantuan, motivasi dan saran dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
10. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Karena kurangnya wawasan, dan pengalaman yang penulis miliki, disadari Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan, baik dari bahasa yang digunakan atau cara penyajiannya, untuk itu diharapkan kritik, dan sarannya. Terlepas dari kekurangan yang ada, semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya serta penulis pada khususnya. Amin.

INTISARI

Tugas akhir ini membahas tentang keandalan sistem distribusi listrik pada panel hydrant yang berfungsi untuk mengontrol sistem pemadam kebakaran di Universitas Aisyiyah Yogyakarta. Alat ukur yang digunakan Power Quality METREL MI 2892 dengan standar yang ditetapkan dari Peraturan Menteri ESDM Nomor 37 Tahun 2008, Peraturan Menteri ESDM Nomor 4 Tahun 2009, IEEE 519-1992, ANSI C85.1-1995 dan PT.PLN (Persero). Pengukuran ini dilakukan dalam 3 kondisi yaitu, sebelum panel dinyalakan, panel dinyalakan dan setelah panel dinyalakan. Dari hasil pengukuran dan perhitungan dari 11 kategori yaitu, frekuensi, tegangan, THD tegangan, ketidakseimbangan tegangan, arus, THD arus, ketidakseimbangan arus, daya aktif, daya reaktif, daya semu dan faktor daya. Dari kategori diatas terdapat 2 kategori yang tidak sesuai yaitu THD arus dan faktor daya. Dari hasil pengukuran dan perhitungan yang didapat nilai THD arus 21,62% tidak sesuai dengan standar IEEE 519-1992 dikatakan baik apabila nilainya dibawah 15%. Faktor daya dengan nilai 0,81 tidak sesuai dengan standar PT.PLN (Persero) yaitu 0,85 – 1. Sehingga mengakibatkan hilangnya energi 0,1717176 kWh dengan nilai Rp.2.134.788.

Kata Kunci : Filter Pasif, Harmonisa, Panel Hydrant

ABSTRACT

This final project discusses the reliability of the electricity distribution system in the hydrant panel which functions to control the fire fighting system at the University of Aisyiyah Yogyakarta. Measuring instruments used by Power Quality METRES MI 2892 with the standards set out by ESDM Ministerial Regulation Number 37 of 2008, ESDM Ministerial Regulation Number 4 of 2009, IEEE 519-1992, ANSI C85.1-1995 and PT. PLN (Persero). This measurement is carried out in 3 conditions, namely, before the panel is turned on, the panel is turned on and after the panel is turned on. From the results of measurements and calculations from 11 categories, namely, frequency, voltage, voltage THD, voltage, current imbalance, current THD, current imbalance, active power, reactive power, apparent power and power factor. From the above categories there are 2 categories that are not suitable, namely current THD and power factor. From the results of measurements and calculations obtained by the current THD value of 21,62% not in accordance with the IEEE 519-1992 standard it is said to be good if the value is below 15%. The power factor with a value of 0,81 is not in accordance with the standards of PT PLN (Persero), which is 0,85 - 1. This results in an energy loss of 0,1717176 kWh with a value of Rp.2.134.788.

Keywords: Passive Filters, Harmonics, Hydrant Panels

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN UJIAN PENDADARAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
MOTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
INTISARI	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR NOTASI	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan dan Manfaat Penelitian	3
1.5. Sistematik Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Tinjauan Pustaka	5
2.2. Pengertian Panel Distribusi Secara Umum.....	6
2.3. Sistem Hydrant.....	8
2.4. Pengertian Panel MCC.....	10
2.5. Pengertian Motor Listrik 3 fasa	16
2.6. Prinsip Kerja Motor Listrik 3 Fasa	16
2.7. Pengasutan Motor Listrik 3 Fasa	18
2.8. Pengertian Besaran Listrik.....	18

BAB III METODE PENELITIAN	30
3.1. Pelaksanaan Penelitian.....	30
3.2. Metode Penyusunan Tugas Akhir.....	31
3.3. Alat dan Bahan.....	34
3.4. Cara Penggunaan Power Quality Analyzer dalam Pengukuran Keandalan Suatu Sistem.....	34
BAB IV ANALISIS PANEL MOTOR CONTROL CENTER UNIVERSITAS AISYIYAH YOGYAKARTA	36
4.1. Pengukuran Keandalan Sistem	36
A. Kondisi sistem sebelum bekerja	36
B. Kondisi sistem bekerja	53
C. Kondisi sistem setelah bekerja.....	70
4.2. Grafik Perbandingan Ketiga Kondisi.....	87
4.3. Solusi Perbaikan Keandalan Sistem.....	93
BAB VI PENUTUP	104
5.1. Kesimpulan	104
5.2. Saran	105
DAFTAR PUSTAKA	106
LAMPIRAN	108

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Blog Diagram Panel Hydrant	10
Gambar 2.2 Magnetic Contactor	14
Gambar 2.3 Thermal Overload Relay	14
Gambar 2.4 Time Delay Relay.....	15
Gambar 2.5 Spesifikasi Motor Listrik 3 Fasa pada Panel Hydrant di Universitas Aisyiyah Yogyakarta.....	16
Gambar 2.6 Vektor Arus dalam Keadaan Seimbang	28
Gambar 2.7 Vektor Arus dalam Keadaan Tidak Seimbang.....	29
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Penyusunan Tugas Akhir.....	31
Gambar 4.1 Grafik Frekuensi Panel <i>Hydrant</i> Sebelum Sistem Bekerja	37
Gambar 4.2 Grafik tegangan Panel <i>Hydrant</i> Sebelum Sistem Bekerja	38
Gambar 4.3 Grafik <i>THD</i> tegangan Panel <i>Hydrant</i> Sebelum Sistem Bekerja	40
Gambar 4.4 Grafik Ketidakseimbangan tegangan Panel <i>Hydrant</i> Sebelum Sistem Bekerja	41
Gambar 4.5 Grafik arus Panel <i>Hydrant</i> Sebelum Sistem Bekerja	43
Gambar 4.6 Grafik <i>THD</i> arus Panel <i>Hydrant</i> Sebelum Sistem Bekerja	44
Gambar 4.7 Grafik Ketidakseimbangan arus Panel <i>Hydrant</i> Sebelum Sistem Bekerja	45
Gambar 4.8 Grafik Daya Aktif Panel <i>Hydrant</i> Sebelum Sistem Bekerja	47
Gambar 4.9 Grafik Daya Reaktif Panel <i>Hydrant</i> Sebelum Sistem Bekerja	48
Gambar 4.10 Grafik Daya Semu Panel <i>Hydrant</i> Sebelum Sistem Bekerja	50
Gambar 4.11 Grafik Faktor Daya Panel <i>Hydrant</i> Sebelum Sistem Bekerja	51
Gambar 4.12 Grafik Frekuensi Panel <i>Hydrant</i> Sistem Bekerja	53
Gambar 4.13 Grafik tegangan Panel <i>Hydrant</i> Sistem Bekerja	55
Gambar 4.14 Grafik <i>THD</i> tegangan Panel <i>Hydrant</i> Sistem Bekerja	56
Gambar 4.15 Grafik Ketidakseimbangan tegangan Panel <i>Hydrant</i> Sistem Bekerja	58
Gambar 4.16 Grafik arus Panel <i>Hydrant</i> Sistem Bekerja	59
Gambar 4.17 Grafik <i>THD</i> arus Panel <i>Hydrant</i> Sistem Bekerja	60

Gambar 4.18 Grafik Ketidakseimbangan arus Panel <i>Hydrant</i> Sistem Bekerja ..	62
Gambar 4.19 Grafik Daya Aktif Panel <i>Hydrant</i> Sistem Bekerja.....	63
Gambar 4.20 Grafik Daya Reaktif Panel <i>Hydrant</i> Sistem Bekerja	65
Gambar 4.21 Grafik Semu Aktif Panel <i>Hydrant</i> Sistem Bekerja	66
Gambar 4.22 Grafik Faktor Daya Panel <i>Hydrant</i> Sistem Bekerja.....	68
Gambar 4.23 Grafik Frekuensi Panel <i>Hydrant</i> Setelah Sistem Bekerja	70
Gambar 4.24 Grafik tegangan Panel <i>Hydrant</i> Setelah Sistem Bekerja.....	72
Gambar 4.25 Grafik <i>THD</i> tegangan Panel <i>Hydrant</i> Setelah Sistem Bekerja.....	73
Gambar 4.26 Grafik Ketidakseimbangan tegangan Panel <i>Hydrant</i> Setelah Sistem Bekerja	75
Gambar 4.27 Grafik arus Panel <i>Hydrant</i> Setelah Sistem Bekerja	76
Gambar 4.28 Grafik <i>THD</i> arus Panel <i>Hydrant</i> Setelah Sistem Bekerja	77
Gambar 4.29 Grafik Ketidakseimbangan arus Panel <i>Hydrant</i> Setelah Sistem Bekerja	79
Gambar 4.30 Grafik Daya Aktif Panel <i>Hydrant</i> Setelah Sistem Bekerja	81
Gambar 4.31 Grafik Daya Reaktif Panel <i>Hydrant</i> Setelah Sistem Bekerja.....	82
Gambar 4.32 Grafik Daya Semu Panel <i>Hydrant</i> Setelah Sistem Bekerja.....	84
Gambar 4.32 Faktor Daya Panel <i>Hydrant</i> Setelah Sistem Bekerja	85
Gambar 4.33 Grafik Frekuensi Untuk Ketiga Kondisi	87
Gambar 4.34 Grafik Tegangan Untuk Ketiga Kondisi	87
Gambar 4.35 Grafik <i>THD</i> Tegangan Untuk Ketiga Kondisi	88
Gambar 4.36 Grafik Ketidakseimbangan Tegangan Untuk Ketiga Kondisi	88
Gambar 4.37 Grafik Arus Untuk Ketiga Kondisi	89
Gambar 4.38 Grafik <i>THD</i> Arus Untuk Ketiga Kondisi	89
Gambar 4.39 Ketidakseimbangan Arus Untuk Ketiga Kondisi	90
Gambar 4.40 Daya Aktif Untuk Ketiga Kondisi	90
Gambar 4.41 Daya Reaktif Untuk Ketiga Kondisi	91
Gambar 4.42 Daya Semu Untuk Ketiga Kondisi	91
Gambar 4.43 Faktor Daya Untuk Ketiga Kondisi	92

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jadwal Penyusunan Tugas Akhir	30
Tabel 4.1 Frekuensi Panel <i>Hydrant</i> Sebelum Sistem Bekerja	36
Tabel 4.2 Tegangan Panel <i>Hydrant</i> Sebelum Sistem Bekerja	38
Tabel 4.3 <i>THD</i> tegangan Panel <i>Hydrant</i> Sebelum Sistem Bekerja	39
Tabel 4.4 Ketidakseimbangan tegangan Panel <i>Hydrant</i> Sebelum Sistem Bekerja	41
Tabel 4.5 arus Panel <i>Hydrant</i> Sebelum Sistem Bekerja	42
Tabel 4.6 <i>THD</i> arus Panel <i>Hydrant</i> Sebelum Sistem Bekerja	43
Tabel 4.7 Ketidakseimbangan arus Panel Sebelum Sistem Bekerja	45
Tabel 4.8 daya aktif Panel <i>Hydrant</i> Sebelum Sistem Bekerja	46
Tabel 4.9 daya reaktif Panel <i>Hydrant</i> Sebelum Sistem Bekerja	47
Tabel 4.10 daya semu Panel <i>Hydrant</i> Sebelum Sistem Bekerja	49
Tabel 4.11 faktor daya Panel <i>Hydrant</i> Sebelum Sistem Bekerja	50
Tabel 4.12 Parameter Keandalan Panel <i>Hydrant</i> Sebelum Bekerja	52
Tabel 4.13 Frekuensi Panel <i>Hydrant</i> Sistem Bekerja	53
Tabel 4.14 tegangan Panel <i>Hydrant</i> Sebelum Sistem Bekerja	54
Tabel 4.15 <i>THD</i> tegangan Panel <i>Hydrant</i> Sistem Bekerja.....	56
Tabel 4.16 Ketidakseimbangan tegangan Panel <i>Hydrant</i> Sistem Bekerja	57
Tabel 4.17 arus Panel <i>Hydrant</i> Sistem Bekerja	59
Tabel 4.18 <i>THD</i> arus Panel <i>Hydrant</i> Sistem Bekerja	60
Tabel 4.19 Ketidakseimbangan arus Panel <i>Hydrant</i> Sistem Bekerja	61
Tabel 4.20 daya aktif Panel <i>Hydrant</i> Sistem Bekerja	63
Tabel 4.21 daya reaktif Panel <i>Hydrant</i> Sistem Bekerja	64
Tabel 4.22 daya semu Panel <i>Hydrant</i> Sistem Bekerja	66
Tabel 4.23 faktor daya Panel <i>Hydrant</i> Sistem Bekerja	67
Tabel 4.24 Parameter Keandalan Panel <i>Hydrant</i> Saat Bekerja	69
Tabel 4.25 Frekuensi Panel <i>Hydrant</i> Setelah Sistem Bekerja	70
Tabel 4.26 tegangan Panel <i>Hydrant</i> Setelah Sistem Bekerja.....	71
Tabel 4.27 <i>THD</i> tegangan Panel <i>Hydrant</i> Setelah Sistem Bekerja	73

Tabel 4.28 Ketidakseimbangan tegangan Panel <i>Hydrant</i> Setelah Sistem Bekerja	74
Tabel 4.29 arus Panel <i>Hydrant</i> Setelah Sistem Bekerja	76
Tabel 4.30 <i>THD</i> arus Panel <i>Hydrant</i> Setelah Sistem Bekerja	77
Tabel 4.31 Ketidakseimbangan arus Panel <i>Hydrant</i> Setelah Sistem Bekerja.....	78
Tabel 4.32 Daya aktif Panel <i>Hydrant</i> Setelah Sistem Bekerja	80
Tabel 4.33 daya reaktif Panel <i>Hydrant</i> Setelah Sistem Bekerja	81
Tabel 4.34 daya semu Panel <i>Hydrant</i> Setelah Sistem Bekerja	83
Tabel 4.35 faktor daya Panel <i>Hydrant</i> Setelah Sistem Bekerja	84
Tabel 4.36 Parameter Keandalan Panel Hydrant Setelah Bekerja	86
Tabel 4.37 Nilai Ordo Harmonisa	95
Tabel 4.38 Nilai Total Power Losses	97
Tabel 4.39 Nilai Kerugian Akibat Ketidakseimbangan Beban dan Harmonisa..	30
Tabel 4.40 Harmonisa Orde 3	100
Tabel 4.41 Harmonisa Orde 5	100
Tabel 4.42 Harmonisa Orde 7	100
Tabel 4.43 Harmonisa Orde 9	100
Tabel 4.44 Spesifikasi Filter Pasif Single Tuned untuk Orde ke-9.....	103

DAFTAR NOTASI

ω	= Kecepatan sudut
ΔP_{Total}	= Power Losses Total
ΔP_R	= Power Losses Fasa R
ΔP_S	= Power Losses Fasa S
ΔP_T	= Power Losses Fasa T
ΔP_N	= Power Losses Netral
ΔP_R	= Power Losses Fasa R
ΔP_R	= Hambatan Kabel Fasa R
ΔP_S	= Power Losses Fasa S
ΔP_S	= Hambatan Kabel Fasa S
ΔP_T	= Power Losses Fasa T
ΔP_T	= Hambatan Kabel Fasa T
ΔP_N	= Power Losses Fasa N
ΔP_N	= Hambatan Kabel Fasa N
h	= arus dan tegangan harmonik ke-h
Ik_T^2	= Besar Arus Harmonik pada Fasa T tiap orde
Ik_S^2	= Besar Arus Harmonik pada Fasa S tiap orde
I_h	= Nilai arus harmonik (A)
I_1	= Nilai arus fundamental (A)
Ik_R^2	= Besar Arus Harmonik pada Fasa R tiap orde
Ik_N^2	= Besar Arus Harmonik pada Fasa N tiap orde
I_N	= Arus pada Penghantar netral (Ampere)
I	= Arus
KHA	= Kemampuan hantar arus
P	= Daya
R_N	= Hambatan penghantar (ohm)
TB	= Torsi beban
TG	= Torsi pergerakan generator

THD_V = *Total harmonic distortion* tegangan

THD_I = *Total harmonic distortion* arus

V = Tegangan

V_h = Nilai tegangan harmonik (V)

V_1 = Nilai tegangan fundamental (V)

V_r = Regulasi Tegangan

V_s = Tegangan sisi pengirim/Tegangan sumber

V_r = Tegangan sisi penerima/Tegangan penerima