



IST AKPRIND

Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

Guiding You to a Bright Future



SEMINAR NASIONAL APLIKASI SAINS DAN TEKNOLOGI

SNAST 2012

PROSIDING

Tema :

**PENINGKATAN PERAN SAINS DAN TEKNOLOGI
DALAM MEMBENTUK KARAKTER BANGSA YANG MANDIRI**

Auditorium IST AKPRIND Yogyakarta
3 November 2012

DAFTAR ISI

Halaman Judul	
Susunan Organisasi	
Kata Pengantar	i
Sambutan Rektor IST AKPRIND	i
Daftar Isi	

BIDANG TEKNIK ELEKTRO

1. Rancang Bangun Sistem Instrumentasi Otomatis Uji Kecepatan Alir Granul/Serbuk Obat <i>Abdul Fadlil, Wahyu Sapto Aji, dan Nur Azis, Arif Budi Setianto, Universitas Akhmad Dahlan Yogyakarta</i>	B-
2. Tulisan Berjalan Dengan Kendali Remote TV <i>Addy Heriadi Jauhari¹, Martanto², Universitas Sanata Dharma Yogyakarta</i>	B-
3. Implementasi Sistem Multi-Robot Menggunakan XBEE <i>Andi Adriansyah, Universitas Mercu Buana Jakarta</i>	B-1
4. Analisis Perhitungan Setting Relai Jarak Sutet 500 Kv Krian – Gresik <i>Badaruddin, Universitas Mercu Buana Jakarta</i>	B-2
5. Aplikasi Metode Spektrofotometri Visibel Untuk Mengukur Kadar <i>Curcuminoid</i> Pada Rimpang Kunyit (<i>Curcuma Domestica</i>) <i>Bernadeta Wuri Harini, Rini Dwiastuti¹ Lucia Wiwid Wijayanti, Universitas Sanata Dharma Yogyakarta</i>	B-3
6. Pemanfaatan Telepon <i>Selular</i> Untuk Meningkatkan Sistem Pembelajaran <i>Gatot Santoso, Samuel Kristiyana, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta.</i>	B-3
7. Desain Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Angin Dengan Turbin Horisontal Dan Generator Magnet Permanen Tipe Axial Kecepatan Rendah <i>Hasyim Asy'ari, Aris Budiman, Wahyu S., Universitas Muhammadiyah Surakarta</i>	B-4
8. Perangkat Pengendali Beban Dari Jarak Jauh dengan Aplikasi SMS Menggunakan J2ME <i>Herbin Bernat P, Damar Widjaja, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta</i>	B-4
9. Implementasi Buah Mangga Sebagai Tenaga <i>Rif'an Tsaqif As Sadad, Iswanto', Universitas Muhammadiyah Yogyakarta</i>	B-5
10. Automatic Watering Plant Berbasis Mikrokontroler AT89C51 <i>Irawadi Buyung, Maruli Halomoan Silalahi, Universitas Respati Yogyakarta</i>	B-6
11. Sistem Radar Jarak Parkir Kendaraan Bermotor Berbasis Gelombang Ultrasonik <i>Muhammad Andang Novianta, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta</i>	B-7
12. Pengenalan Nada Suling Rekorder Menggunakan Fungsi Jarak Chebyshev <i>Marianus Hendra Wijaya, Linggo Sumarno, Universitas Sanata Dharma Yogyakarta</i>	B-8
13. Implementasi Algoritma Pendeteksian Gelombang Qrs Komplek Pada Sistem Peringatan Kelainan Kerja Jantung Berbasis Mikrokontroler 8-Bit <i>MS. Hendriyawan A., Thomas Sri W., Litasari, Indah S, Universitas Teknologi Yogyakarta</i>	B-9

14. Perbaikan Citra Melalui Proses Pengolahan Piksel
Muhammad Kusban, Universitas Muhammadiyah Surakarta B-98
15. Pengaruh Porositas Tanah Sistem Pentanahan Pada Kaki Menara Saluran Transmisi
150 kV
Muhammad Suyanto, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta B-106
16. Pemodelan Beban Puncak Gardu Induk Wates Dengan Program Aplikasi Microsoft
Excel
Mujiman', Lilik Priyosusilo' Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta B-114
17. Alat Ukur Tinggi Badan Dengan Gelombang Ultrasonik Berpenampilan Digital
*Prastyono Eko Pambudi , Yunarto Tri Wahyu Aji, Institut Sains & Teknologi AKPRIND
Yogyakarta* B-118
18. E-Learning Through Art, Spiritual, Science, Engineering & Technology For
Improvement Quality Of The Quality Of The Indonesian Human Resources
Rohani Jahja Widodo, Institut Teknologi Bandung B-130
19. The Role Of University In New & Renewable Energy
Rohani Jahja Widodo, Institut Teknologi Bandung B-135
20. E-Learning For Improvement Quality Of The Indonesian Human Resources (IQIHR)
Rohani Jahja Widodo, Institut Teknologi Bandung B-141
21. Pengenalan Suara Vocal Berbasis Microcamera
*Sigit Yatmo¹, Fatchul Arifin^{1,2}, Tri Arief Sardjono², Mauridhy Hery Purnomo², Universitas
Negeri Yogyakarta, Institut Teknologi 10 Nopember Surabaya* B-146
22. Pengujian Isolasi Minyak Trofo Tegangan Tinggi Terhadap Perubahan Suhu
Slamet Hani , Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta B-155
23. Sistem Pengaman Dengan Input Multi Sensor
Subandi, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta B-159
24. Perbandingan Penggunaan Energi Alternatif Bahan Bakar Serabut (Fiber) Dan
Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Bahan Bakar Batubara Dan Solar Pada Pembangkit
Listrik
Syafruddin, Rio Hanesya, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta B-165
25. Identifikasi Parameter Plant Berdasarkan Karakteristik Respon Transient
Fiktor Sihombing, Universitas HKBP Nommensen, Medan B-171
26. Rancang Bangun Sistem Pengering Untuk Pengrajin Kerupuk Ikan Di Kenjeran
Yuliaty, Hadi Santosa¹, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya B-175

BIDANG TEKNIK GEOLOGI

1. Studi Kasus Gempa Bumi Yogyakarta 2006: Pemberdayaan Kearifan Lokal Sebagai
Modal Masyarakat Tangguh Menghadapi Bencana
*Arie Noor Rakhman, Istiana Kuswardani, Institut Sains & Teknologi AKPRIND
Yogyakarta* B-185

2. Analisis Arah Dan Kekuatan Angin Pembentuk *Barchan Dune* Dan *Transversal Dune* Di Pantai Parangtritis, Propinsi DIY Berdasarkan Data Geologi
Dwi Indah Purnamawati, Ferdinandus Wunda, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta B-194
3. Potensi Akuifer Daerah Desa Watubonang Kecamatan Tawang Sari Kabupaten Sukoharjo Propinsi Jawa Tengah Berdasarkan Data Geolistrik
Fivry Wellda Maulana, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta B-202
4. Metode Geolistrik Untuk Mengetahui Potensi Airtanah di Daerah Beji Kabupaten Pasuruan - Jawa Timur
Hendra Bahar, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya (ITATS) B-212
5. Analisis Hidrologi Untuk Mendukung Potensi Airtanah Pada Sub Das Code
T. Lisyani R.A, A. Isjudarto, Prayetno, Radeni Ilyan Putr, STTNAS Yogyakarta B-220
6. Biozonasi Foraminifera Planktonik Formasi Ledok, Daerah Singanegara, Kab. Blora Provinsi Jawa Tengah
Mahap Maha, Siti Umiyatun C², UPN "Veteran" Yogyakarta B-228
7. Kajian Pergerakan *Dense Non-Aqueous Phase Liquid* (DNAPL) Dalam Berbagai Keadaan Tanah Menggunakan Empanan Geoteknik
Muchlis, Wan Zuhairi Wan Yaacob, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta B-236
8. Geologi Gunung Api Merapi; Sebagai Acuan Dalam Interpretasi Gunung Api Komposit Tersier Di Daerah Gunung Gede-Imogiri Daerah Istimewa Yogyakarta
Sri Mulyaningsih, Siwi Sanyoto, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta B-242
9. Analisis Data Eksplorasi Bijih Nikel Laterit Untuk Estimasi Cadangan Dan Perancangan Pit Pada PT. Timah Eksploin Di Desa Baliara Kecamatan Kabaena Barat Kabupaten Bombana Provinsi Sulawesi Tenggara
Woro Sundari, Universitas Nusa Cendana Kupang B-252
10. Peranan *Brain Gym* Dan Kearifan Lokal Dalam Menangani *Posttraumatic Stress Disorder* (PTSD) Pada *Survivor* Bencana Alam Di Jawa Tengah, Sebuah Kajian Pustaka *Brain Gym And Local Wisdom To Assist A Posttraumatic Stress Disorder' S* (PTSD) Survivors In Central Java, A Literature Study
Yustinus Joko Dwi Nugroho, Fakultas Psikologi Universitas Setia Budi Surakarta B-261

BIDANG TEKNIK INFORMATIKA

1. Review *Decision Support Systems* Dalam Fungsi Manajemen dan Metode Yang Digunakannya
Armadyah Ambarowati, STMIK AMIKOM Yogyakarta B-265
2. Klasifikasi Teks Dengan Naïve Bayes Classifier (NBC) Untuk Pengelompokan Teks Berita dan Abstract Akademis
Amir Hamzah, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta B-269
3. Pengamanan Kunci Enkripsi Citra Pada Algoritma Super Enkripsi Menggunakan Metode End Of File
Catur Iswahyudi, Emy Setyaningsih, Naniek Widayastuti, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta B-278

4. Sistem Pakar Dalam Bidang Psikologi B-286
Dina Andayati, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
5. Rancangan Proses Training Untuk Mendukung Penentuan Kualitas Air Minum B-294
Kemasan
Erfanti Fatkhayah, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
6. Representasi Database Berbasis Ontologi Dengan Resource Description Framework B-300
(RDF)
Erna Kumalasari Nurnawati, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
7. Konsep Transaksi Multi E-Commerce Satu Pintu Menggunakan Web Service B-308
Joko Triyono, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
8. Rancangan Penerapan Teknologi RFID Untuk Mendukung Proses Identifikasi B-316
Dokumen Dan Kendaraan Di Samsat
Muhammad Ilyas Prakananda, STMIK AMIKOM Yogyakarta
9. Perancangan Network PC Cloning Menggunakan Software Winconnect B-324
*Muhammad Ridha' Erna Kumalasari Nurnawati, Institut Sains & Teknologi AKPRIND
Yogyakarta*
10. Rancang Bangun Aplikasi Pengaburan Gambar B-330
*Muhammad Sholeh, Avandi Badduring, Institut Sains & Teknologi AKPRIND
Yogyakarta*
11. Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit THT Berdasarkan Gejalanya Untuk B-336
Menentukan Alternatif Pengobatan Menggunakan Tanaman Obat
Suraya, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
12. Constraint Basis Data Sebagai Fondasi Yang Kuat Dalam Pengembangan Sistem B-346
Informasi
Suwanto Raharjo, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
13. Sistem Aplikasi Identifikasi Lahan Untuk Budidaya Tanaman Menggunakan Learning B-356
Vector Quantization (LVQ).
Uning Lestari, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
14. Pemanfaatan Algoritma Genetika Untuk Aplikasi Penjadualan Kuliah Pada Sistem B-366
Berbasis Android
*Victor Hariadi¹, Dwi Sunaryono², Nanda Bagus Pradnyana³, Institut Teknologi Sepuluh
Nopember (ITS), Surabaya*
15. Membangun Web Mapping Job Dengan Memanfaatkan Teknologi Mashup B-376
Pada Aplikasi Web
Y. Yohakim Marwanta, STMIK AKAKOM Yogyakarta
16. Kerangka Kerja Pengembangan Aplikasi TV Digital Berbasis Software B-376
Yuliana Rachmawati K, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
17. Sistem Informasi Lowongan Kerja Berbasis Web dan WAP Bagi Alumni SMK N 3 B-386
Purworejo
Yusuf Sulisty Nugroho¹, Abadi Nugroho², Universitas Muhammadiyah Surakarta

18. Aplikasi *Photo Editor* Berbasis *Web* (PICFIIX) Sebagai Alternatif Aplikasi Berbasis Desktop B-38
Ahmad Oriza Sahputra, Andi Susilo, Tiwi Nurhastuti, Universitas Respati Yogyakarta
19. Analisis Perbandingan Antara Teknologi GPRS (2,5g/Gsm) Dan Teknologi Wi-Fi Untuk Teknologi Perangkat Bergerak B-39
Nuniek Herawati, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
20. Aplikasi Sistem *Cash Management System* Pada PT. Container Maritime Activities (CMA) B-40
Fajar Masya, Sudirman, Universitas Mercubuana Jakarta
21. Pemetaan Pola Pada Permukaan Obyek 3D B-41
Harmastuti, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
22. Integrating Computer Technology In Efl Reading Instruction B-42
Suprih Ambawani, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
23. Pengaruh Internet Terhadap Kenakalan Remaja B-42
Arifah Budhyati Mz, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
24. Motivating Vocational Students On Expressing Their English Using Multimedia B-43
Bernadetta Eko Putranti, Institute Of Science And Technology AKPRIND Yogyakarta

BIDANG MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

1. Analisis Sistem Linear Singular Pada Rangkaian RLC Sederhana B-43
Kris Suryowati, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
2. Aplikasi Pemulusan Eksponensial Dari Brown Dan Dari Holt Untuk Data Yang Memuat Trend B-44
Noeryanti¹, Ely Oktastiani², Fera Andriyani³, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
3. Visualisasi Watak Trafo Coreless Menggunakan Matlab B-45
Uminingsih, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

ANALISIS PERHITUNGAN SETTING RELAI JARAK SUTET 500 kV KRIAN – GRESIK

Badaruddin¹

¹Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro Universitas Mercu Buana
Jl. Meruya Selatan Kembangan Jakarta Barat
bsulle@gmail.com

ABSTRAK

Di dalam suatu proses penyaluran tenaga listrik dari pusat listrik ke pusat beban tidak bebas dari gangguan yang dapat menyebabkan pemadaman. Agar pemadaman tidak meluas, maka diperlukan suatu sistem pengamanan yang dapat memerintah pemutus tenaga (PMT) untuk memisahkan saluran yang mengalami gangguan dari saluran yang tidak terkena gangguan. Pengaman yang banyak digunakan pada saluran transmisi adalah relai jarak yang apabila settingnya dilakukan dengan baik akan dapat melokalisir gangguan, sehingga yang akan bekerja hanya alat yang paling dekat dengan lokasi gangguan. Saluran transmisi mempunyai peranan yang penting dalam proses penyediaan tenaga listrik terutama apabila daya yang disalurkan dalam jumlah besar. Oleh karena itu proteksi dari saluran transmisi harus handal dan benar. Proteksi dari saluran transmisi kebanyakan menggunakan relai jarak. Penyetelan relai jarak didasarkan atas penyetelan zone 1, zone 2, dan zone 3. Pada Penelitian ini, di dapat hasil untuk menghindari jangkauan *setting* yang melebihi 80% dan menghindari *looping*, maka dipilih $Zone_3 = 1.4Z_{L1}$ dan waktu pada zona 2 dan zona 3 di pilih waktu 0,4 dan 1,6 karena sesuai dengan selektifitas yang baik.

PENDAHULUAN

Pusat-pusat listrik, biasanya terletak jauh dari tempat-tempat dimana tenaga listrik itu digunakan. Oleh karenanya, tenaga listrik yang dibangkitkan harus disalurkan melalui kawat-kawat (saluran-saluran) transmisi. Saluran-saluran ini membawa tenaga listrik dari pusat-pusat listrik ke pusat-pusat beban.

Adapun tujuan dari penulisan Penelitian ini adalah sebagai berikut :
Mengetahui bagaimana relay jarak bekerja memerintahkan pemutus tenaga (PMT) ketika terjadi gangguan pada saluran transmisi.

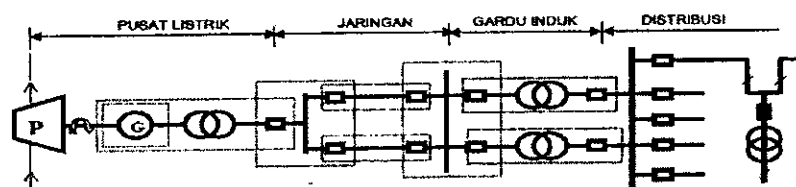
METODE

Metode yang digunakan dalam pembuatan Penelitian berdasarkan :

- Studi Pustaka yaitu kajian buku – buku ilmiah yang terkait dengan topik yang dipilih.
- Pengumpulan data yaitu mengambil data dan informasi

Sistem transmisi adalah suatu sistem penyaluran energi listrik dari satu tempat ke tempat lain, seperti dari stasiun pembangkit ke substation (gardu induk). Pemakaian sistem transmisi didasarkan atas besarnya daya yang harus disalurkan daripusat - pusat pembangkit ke pusat beban dan jarak penyaluran yang cukup jauh antara sistem sistem pembangkit dengan pusat beban tersebut. Sistem transmisi menyalurkan daya dengan tegangan tinggi yang digunakan untuk mengurangi adanya rugi – rugi akibat jatuh tegangan.

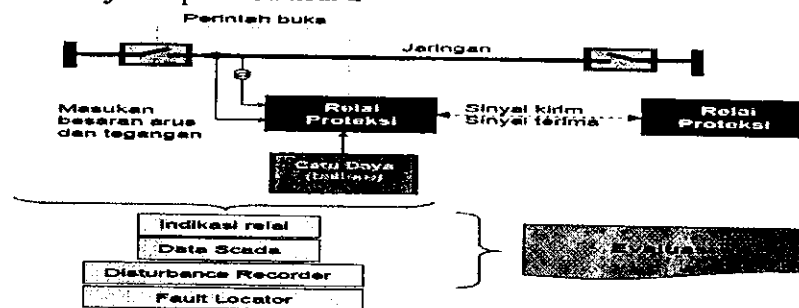
Fungsi Saluran Transmisi, proses penyediaan tenaga listrik secara garis besar terdiri dari pusat pembangkit, jaringan transmisi (gardu induk dan jaringan) dan jaringan distribusi seperti pada Gambar 1



Gambar 1 Sistem Tenaga Listrik

Dalam suatu sistem tenaga listrik dibangkitkan dalam pusat – pusat listrik, yang kemudian disalurkan melalui saluran transmisi, setelah terlebih dahulu dinaikkan tegangannya oleh transformator penaik tenaga (step up transformator) yang ada di pusat listrik. Saluran transmisi bisa berupa saluran udara dan ada pula yang berupa saluran kabel tanah, maka saluran transmisi di pusat – pusat listrik lebih banyak berupa saluran udara.

Peralatan Proteksi, jaringan tenaga listrik secara garis besar terdiri dari pusat pembangkit, jaringan transmisi (gardu induk dan jaringan) dan jaringan distribusi. Jaringan tenaga listrik terdiri dari banyak peralatan yang berbeda jenis dan secara fisik dipisahkan oleh pemutus tenaga (PMT). Disamping itu diperlukan juga peralatan pendukung untuk kemudahan operasi dan evaluasi sistem seperti sistem recorder, sistem scada dan indikasi relai. Secara sederhana salah satu contoh sistem proteksi untuk jaringan seperti ditunjukkan pada Gambar 2



Gambar 2 Sistem Proteksi Jaringan

Konstruksi Saluran Transmisi, jenis – jenis konstruksi saluran transmisi yang paling utama terdiri dari :

1. Menara transmisi beserta pondasinya
2. Isolator
3. Kawat penghantar (conductor)
4. Kawat tanah (ground wires)

Fungsi Proteksi Pada Saluran Transmisi, suatu alat pengaman yang berfungsi untuk :

- a. Merasakan, mengukur dan menentukan bagian sistem yang terganggu serta memisahkan secepatnya, sehingga sistem lainnya yang tidak terganggu dapat beroperasi secara normal.
- b. Mengurangi kerusakan yang lebih parah dari peralatan yang terganggu.
- c. Mengurangi pengaruh gangguan terhadap bagian sistem yang lain, yang tidak terganggu di dalam sistem tersebut. Disamping itu, mencegah meluasnya gangguan.
- d. Memperkecil bahaya bagi manusia.

Manfaat Sistem Proteksi, pemasangan sistem proteksi pada transmisi adalah untuk:

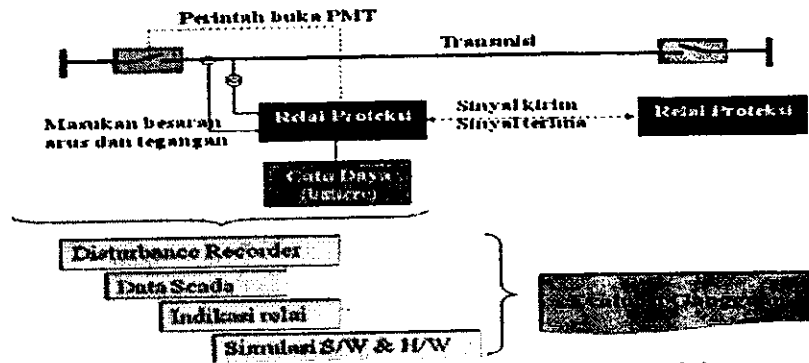
1. Menghindari ataupun untuk mengurangi kerusakan peralatan-peralatan akibat gangguan (kondisi abnormal operasi sistem). Semakin cepat reaksi perangkat proteksi yang digunakan maka akan semakin sedikit pengaruh gangguan kepada kemungkinan kerusakan alat.
2. Cepat melokalisasi luas daerah yang mengalami gangguan, menjadi sekecil mungkin. Sehingga bagian-bagian yang tidak mengalami gangguan dapat bekerja seperti biasa.
3. Dapat memberikan pelayanan listrik dengan keandalan yang tinggi kepada konsumen dan jumlah listrik yang baik.
4. Mengamankan manusia terhadap bahaya yang ditimbulkan oleh listrik.

Komponen-Komponen Pada Sistem Proteksi

1. CT (Current Transformer) / VT (Voltage Transformer)
2. CB (Circuit Breaker) / PMT (Pemutus Tenaga)
3. Relai Proteksi.
4. DC Supply.

- i. Wiring Installation
- ii. Teleproteksi

Prinsip Kerja Sistem Proteksi Transmisi



Gambar 3 Bagan Sistem Proteksi Transmisi

Besaran arus dan tegangan dari GI yang telah diturunkan oleh CT dan VT masuk ke relai proteksi. Jika besaran arus dan tegangan yang masuk tidak sesuai dengan *setting* pada relai itu sendiri, maka relai akan *tripping*. Kemudian PMT akan membuka dan transmisi di daerah yang terjadi gangguan akan terputus. SCADA akan menerima berita gangguan dan kemudian mengevaluasi gangguan tersebut.

Syarat Sistem Proteksi: 1. Cepat. 2. Selektif. 3. Handal. 4. Sensitif. 5. Ekonomis..

Relai Jarak (*Distance Relay*), relai jarak digunakan untuk proteksi wilayah pengantar sedang dan jauh. Kerja relai jarak melihat impedansi Z . Rumus dasar impedansi adalah sebagai berikut :

$$Z = R + jx \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :
 Z = Impedansi
 R = Hambatan
 jx = Konstanta

Jika jx adalah konstan dan yang berubah adalah nilai R , maka Z juga akan ikut berubah. Dari perubahan nilai Z dapat dievaluasi jenis gangguan.

Untuk melakukan setting relai jarak juga tidak hanya impedansi saja yang di perlukan. Kita juga perlu melakukan perhitungan impedansi trafonya dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

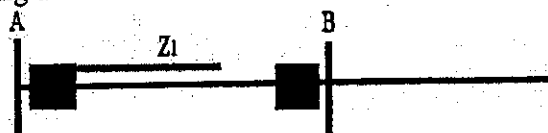
$$Z_T = \frac{\% (KV)^2}{MVA} \dots \dots \dots (2)$$

3.6 Pembagian Zona Pengamanan

Pada relai jarak, zona pengamanan dibagi menjadi tiga zona, yaitu:

1. **Zona 1**

Daerah ini harus mencakup daerah sejauh mungkin dari saluran yang diamankan tetapi tidak boleh melampaui saluran di depannya. Dengan mempertimbangkan adanya kesalahan-kesalahan dari data saluran, CT, PT dan peralatan-peralatan lainnya sebesar 20 %, zona 1 relai diset 80 % dari panjang saluran yang diamankan.



Gambar 4 Jangkauan Zona 1

Dengan $Z_1 = 0.8 Z_{AB} \dots \dots \dots (3)$

Waktu kerja relai adalah seketika, sehingga tidak dilakukan penyetelan waktu.
Perhitungan impedansi jalur dengan rumus :

$$Z_{L1} = Z_1 \cdot L_1 \dots\dots\dots (4)$$

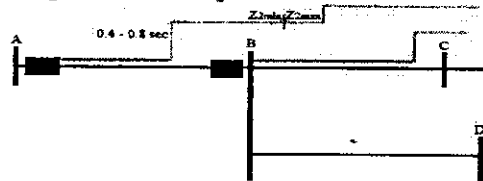
Zona 2

Daerah ini harus pasti dapat menjangkau sisa saluran yang tidak dapat diamankan Zona tetapi tidak boleh mendahului Zona 2 saluran berikutnya. Dengan mengasumsikan kesalahan kesalahan seperti pada penyetelan Zona 1 sekitar 20 %, maka didapat penyetelan minimum d maksimum untuk Zona 2 sebagai berikut:

$$Z_{2min} = 1.2 \cdot Z_{L1} \dots\dots\dots (5)$$

$$Z_{2max} = 0.8 \cdot [Z_{L1} + (0.8 Z_{L2})k_2]Z_{2min} \dots\dots\dots (6)$$

Penyetelan Zona 2, jika pada saluran berikutnya terdapat beberapa cabang, untu mendapatkan selektifitas yang baik maka setting Z_{2max} , diambil dengan nilai impedar penghantar (Ω) yang terkecil seperti terlihat pada contoh dibawah ini:



Gambar 5 Penyetelan Zona 2

Dengan waktu perlambatan $t_2 = 0.4 - 0.8 \text{ sec}$

- a. Jika nilai $Z_{2min} > Z_{2max}$ maka setting Zona 2 = Z_{2min} dengan waktu perlambatan $t_2 = 0.4 \text{ sec}$
- b. Jika nilai Jika nilai $Z_{2max} > Z_{2min}$ maka setting Zona 2 = Z_{2max} dengan waktu perlambat $t_2 = 0.8 \text{ sec}$
- c. Jika pada gardu induk di depannya terdapat trafo, maka jangkauan Zona 2 tidak melebihi impedansi trafo

$$Z_{TRF2} = 0.8(Z_{L1} + 0.5jXT) \dots\dots\dots (7)$$

PEMBAHASAN

Relai jarak pada umumnya dipakai untuk proteksi saluran transmisi. Relai jarak mempunyai zona - zona proteksi yang disetel dalam kaitan dengan bagian atau seksi dari saluran transmisi yang akan diamankan. Relay jarak akan bekerja dengan membandingkan impedansi yang terukur dengan impedansi setting,

Perhitungan *Setting* Relai Jarak SUTET 500 kV Krian – Gresik, Sebelum melakukan perhitungan *setting* relai jarak, terlebih dahulu menentukan:

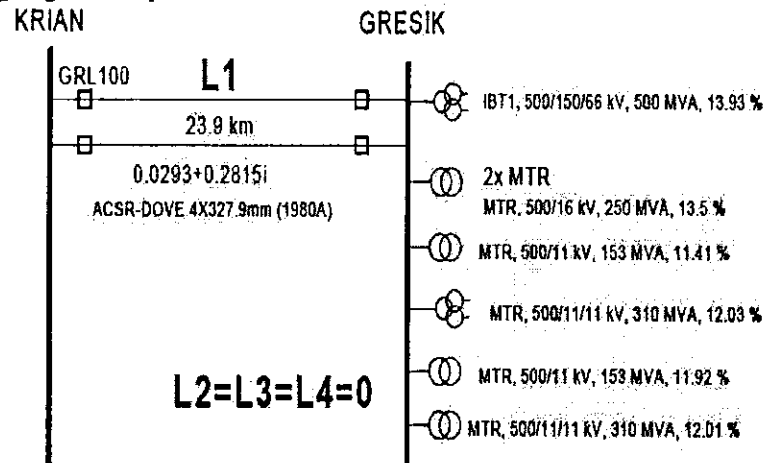
1. *Single Line Diagram* dari jalur yang akan diamankan dan jalur-jalur disekitarnya,
2. Jarak dari jalur (*line*) yang akan diamankan dan jalur-jalur disekitarnya,
3. Jenis dan luas penampang kawat penghantar yang digunakan,
4. Jalur apa saja yang akan diperhitungkan,
5. Impedansi dari jalur yang akan diamankan dan jalur-jalur disekitarnya, dan
6. Impedansi dari trafo didepannya.

Perhitungan *setting* relai jarak yang digunakan adalah perhitungan *setting* untuk SUTET 50 kV Krian – Gresik. Penentuan Jalur Yang Akan Diperhitungkan, Untuk melakukan *setting* relai jarak, terlebih dahulu menentukan jalur (*line*) yang akan dihitung dengan ketentuan sebagai berikut:

1. L_1 adalah jalur yang akan diamankan,
2. L_2 adalah jalur yang terdekat setelah L_1 ,
3. L_3 adalah jalur yang terjauh setelah L_1 , dan

4. L_4 adalah jalur terpendek setelah L_3

Dalam kasus ini L_1 adalah jalur Krian - Gresik. Karena tidak terdapat jalur-jalur lain lidepanya, maka L_2 , L_3 , dan L_4 tidak ada.



Gambar 5 Single Line Diagram Krian – Gresik

Keterangan :

IBT = Interbus transformator atau biasa kita dengar adalah trafo step down.

MTR = Main Transformator atau biasa kita dengar adalah trafo step up.

Perhitungan Impedansi Jalur, untuk memudahkan melakukan setting relai jarak, nilai impedansi pada SUTET 500 kV Krian – Gresik dapat dilihat pada tabel 1 dan single line diagram SUTET 500 kV Krian – Gresik dapat dilihat pada Gambar 5

Tabel 1 Data perhitungan distance relai pada jalur L_1 (Krian - Gresik)

No	Jalur L_1	Konduktor	Jarak L_1	Impedansi Z_1
1	SUTET 500 kV Krian – Gresik	500kV- ACSR - DOVE 4 x 327.9 mm	23.9	$0,0293 + j 0,2815$

Keterangan : L_1 = Panjang saluran; Z_1 = Impedansi saluran pada L_1

Menentukan Impedansi, untuk melakukan setting relai jarak pada impedansi jalur krian - gresik dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 3.4 dan berdasarkan data pada tabel 1. Maka diperoleh perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Z_{L1} &= Z_1 \cdot L_1 & |Z_{L1}| &= 6.764 \Omega \\ &= (0.0293 + j0.2815) \cdot 23.9 \\ &= (0.7 + j6.728) \Omega \end{aligned}$$

Karena L_2 , L_3 dan L_4 tidak ada, maka $L_2 = L_3 = L_4 = 0$

Perhitungan Impedansi Trafo di GITET Gresik, berikut ini akan dihitung impedansi trafo di GITET Gresik, Untuk memudahkan melakukan setting perhitungan impedansi trafo pada GITET Gresik dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 2 Data Trafo IBT dan MTR

NO	Trafo IBT dan MTR	MVA	Persentase (%)
1	IBT 500/150/66 kV	500	13.93%
2	MTR 500/16 kV	250	13.5%
3	MTR 500/11 kV	153	11.41%
4	MTR 500/11/11 kV	310	12.03%
5	MTR 500/11 kV	153	11.92%
6	MTR 500/11/11 kV	310	12.01%

Impedansi trafo dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2 berdasarkan data d: tabel 2 maka di peroleh perhitungan sebagai berikut ini:

$$\begin{aligned}
 - ZT_a &= \frac{0.1393 \cdot 500^2}{500} & ZT_a &= 69.65 \Omega \\
 - ZT_b &= \frac{0.1350 \cdot 500^2}{250} & ZT_b &= 135 \Omega \\
 - ZT_c &= \frac{0.1141 \cdot 500^2}{153} & ZT_c &= 186.438 \Omega \\
 - ZT_d &= \frac{0.1203 \cdot 500^2}{310} & ZT_d &= 97.016 \Omega \\
 - ZT_e &= \frac{0.1192 \cdot 500^2}{153} & ZT_e &= 194.771 \Omega \\
 - ZT_f &= \frac{0.1201 \cdot 500^2}{310} & ZT_f &= 96.855 \Omega
 \end{aligned}$$

Dipilih impedansi trafo yang terkecil, karena perhitungan ZT yang paling ideal agar relai jarak dapat beroperasi dengan baik. $ZT = ZT_a = 69.65 \Omega$

Perhitungan Setting Relai Jarak, evaluasi kinerja relai jarak meliputi setting kerja dan waktu kerja. Dengan demikian, dalam menentukan setting relai jarak ini diperlukan suatu analisa sistem tenaga listrik. Data rasio CT & VT

- $CT = \frac{2000}{1} A$
- $VT = \frac{500000}{100} Volt$
- $kV = 500000$
- $n_1 = \frac{CT}{VT} A \quad n_1 = 0.4$

Perhitungan Jangkauan Induktif

1. Zona 1

Perhitungan zona 1 tidak dilakukan karena relai proteksi yang digunakan adalah *line current differential relay*.

2. Zona 2

Karena tidak ada *line* selanjutnya ($L_2 = L_3 = L_4 = 0$) dan ada pembangkit, maka $Z_{L2} = 0$ dan $k_2 = 1.2$

Untuk melakukan setting relai jarak pada Z_{2min} dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan 5 pada gambar 5. Maka diperoleh perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 Z_{2min} &= 1.2 \cdot Z_{L1} \quad |Z_{2min}| = 8.117 \Omega \\
 &= 1.2 \cdot (0.7 + j6.728) \\
 &= (0.84 + j8.0736) \Omega \text{ (Primer)}
 \end{aligned}$$

Untuk melakukan setting relai jarak pada Z_{2max} dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan 3.6 pada gambar 3.3. Maka diperoleh perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Z_{2max} &= 0.8 \cdot [Z_{L1} + (0.8 Z_{L2})k_2] \\ &= 0.8 \cdot [(0.7 + j6.728) + (0.8 \cdot 0) \cdot 1.2] \\ &= (0.56 + j5.3824) \Omega \\ |Z_{2max}| &= 5.411 \Omega \text{ (Primer)} \end{aligned}$$

Untuk melakukan setting relai jarak pada Z_{TRF2} dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan 7 pada gambar 5. Maka diperoleh perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Z_{TRF2} &= 0.8(Z_{L1} + 0.5jXT) \\ &= 0.8 \cdot [(0.7 + j6.728) + 0.5 \cdot j69.65] \\ &= (0.56 + j33.2424) \Omega \\ |Z_{TRF2}| &= 33.247 \Omega \text{ (Primer)} \end{aligned}$$

Dipilih nilai impedansi zona 2 terbesar namun tidak melebihi impedansi trafo zona 2.

$$\begin{aligned} Z_{2P} &= Z_{2min} \\ &= (0.84 + j8.0736) \Omega \\ |Z_{2P}| &= 8.117 \Omega \text{ (Primer)} \\ Z_{2S} &= Z_{2P} \cdot n_1 \\ &= (0.84 + j8.0736) \cdot 0.4 \\ &= (0.336 + j3.2294) \Omega \\ |Z_{2S}| &= 3.247 \Omega \text{ (Sekunder)} \end{aligned}$$

1. Zona 3

Karena tidak ada *line* selanjutnya ($L_2 = L_3 = L_4 = 0$) dan ada pembangkit, maka $Z_{L3} = 0$, $Z_{L4} = 0$ dan $k_3 = 1.2$.

Untuk melakukan setting relai jarak pada Z_{3min} dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan 8 pada gambar 5. Maka diperoleh perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Z_{3min} &= 1.2 \cdot (Z_{L1} + k_3 \cdot Z_{L3}) \\ &= 1.2 \cdot [(0.7 + j6.728) + 1.2 \cdot 0] \\ &= (0.84 + j8.0736) \Omega \\ |Z_{3min}| &= 8.117 \Omega \text{ (Primer)} \end{aligned}$$

Untuk melakukan setting relai jarak pada Z_{3max1} dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan 9 pada gambar 5. Maka diperoleh perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Z_{3max1} &= 0.8 \cdot [Z_{L1} + (1.2 Z_{L3})k_3] \\ &= 0.8 \cdot [(0.7 + j6.728) + (1.2 \cdot 0) \cdot 1.2] \\ &= (0.56 + j5.3824) \Omega \\ |Z_{3max1}| &= 5.411 \Omega \text{ (Primer)} \end{aligned}$$

Untuk melakukan setting relai jarak pada Z_{3max2} dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan 10 pada gambar 5. Maka diperoleh perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Z_{3max2} &= 0.8 \cdot [Z_{L1} + 0.8k_3(Z_{L3} + 0.8Z_{L4})] \\ &= 0.8 \cdot [(0.7 + j6.728) + 0.8 \cdot 1.2(0 + 0.8 \cdot 0)] \\ &= (0.56 + j5.3824) \Omega \\ |Z_{3max2}| &= 5.411 \Omega \text{ (Primer)} \end{aligned}$$

Untuk melakukan setting relai jarak pada Z_{TRF3} dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan 11 pada gambar 5 Maka diperoleh perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Z_{TRF3} &= 0.8(Z_{L1} + 0.8jXT) \\ &= 0.8 \cdot [(0.7 + j6.728) + 0.8 \cdot j69.65] \\ &= (0.56 + j49.9584) \Omega \\ |Z_{TRF3}| &= 49.961 \Omega \quad (\text{Primer}) \end{aligned}$$

Dipilih nilai impedansi zona 3 terbesar namun tidak melebihi impedansi trafo zona 3.

$$\begin{aligned} Z_{3P} &= Z_{3min} \\ &= (0.84 + j8.0736) \Omega \\ |Z_{3P}| &= 8.117 \Omega (\text{Primer}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{3S} &= Z_{3P} \cdot n_1 \\ &= (0.84 + j8.0736) \cdot 0.4 \\ &= (0.336 + j3.2294) \Omega \\ |Z_{3S}| &= 3.247 \Omega (\text{Sekunder}) \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas untuk menghindari jangkauan *setting* yang melebihi 80% *ZT* dan menghindari *looping*, maka dipilih XXXXXXXXXX

$$\begin{aligned} Z_{3P} &= 1.4Z_{L1} \\ &= 1.4 \cdot (0.7 + j6.728) = (0.98 + j9.4192) \Omega \\ |Z_{3P}| &= 9.47 \Omega (\text{Primer}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{3S} &= Z_{3P} \cdot n_1 \\ &= (0.98 + j9.4192) \cdot 0.4 \\ &= (0.392 + j3.7677) \Omega \\ |Z_{3S}| &= 3.788 \Omega (\text{Sekunder}) \end{aligned}$$

Perhitungan Waktu

$$\begin{aligned} T_1 &= 0 & T_1 &= 0 \text{ sec} \\ T_2 &= \begin{cases} 0.4 & \text{jika } Z_{2min} > Z_{2max} \\ 0.8 & \text{jika } Z_{2max} > Z_{2min} \end{cases} & T_2 &= 0.4 \text{ sec} \\ T_3 &= \begin{cases} 1.2 & \text{jika } Z_{3max1} > Z_{3min} \vee Z_{3max2} > Z_{3min} \\ 1.6 & \text{jika } Z_{3min} > Z_{3max1} \wedge Z_{3min} > Z_{3max2} \end{cases} & T_3 &= 1.6 \text{ sec} \end{aligned}$$

Data yang diperoleh pada PT PLN (Persero) untuk arah Krian – Gresik adalah :
zone I waktu kerja relai tidak diketahui karena perhitungan zona I dilakukan dengan menggunakan relai proteksi *line current differential*.

zone II waktu kerja relai adalah 0,4 detik karena sesuai dengan selektifitas yang baik yaitu Jika nilai $Z_{2min} > Z_{2max}$ maka setting Zona 2 = Z_{2min} dengan waktu perlambatan $t_2 = 0.4 \text{ sec}$

zone III waktu kerja relai adalah 1,6 detik karena sesuai dengan selektifitas yang baik yaitu Jika nilai $Z_{3min} > Z_{3max1}$ dan $Z_{3min} > Z_{3max2}$ maka setting Zona 3 = Z_{3min} dengan waktu perlambatan $t_3 = 1.6 \text{ sec}$

KESIMPULAN

- hasil perhitungan di atas sudah sesuai dengan selektifitas yang baik untuk menghindari jangkauan *setting* yang melebihi 80% dan menghindari *looping*.
- Penentuan waktu pada zona 2 dan zona 3 di pilih waktu 0,4 dan 1,6 karena sesuai dengan selektifitas yang baik pada zona 2 yaitu Jika nilai $Z_{2min} > Z_{2max}$ maka setting Zona 2 = Z_{2min} dan pada zona 3 Jika nilai $Z_{3min} > Z_{3max1}$ dan $Z_{3min} > Z_{3max2}$ maka setting Zona 3 = Z_{3min} .

DAFTAR PUSTAKA

Kurnaen, Jemjem. 1999. *Materi Kursus Proteksi*. Indonesia.
Line Differential Relay With Back-Up Distance Protection Grl 100 (Pdf). Toshiba Corporation.
Mei 2006. *Pelatihan O&M Relai proteksi jaringan*. Pln P3b Cinere. Jakarta.
Pemeliharaan Dan Pengujian Relai Jarak (Pdf). 2006. Pt. Pln (Persero) P3b Jawa Bali.