

**STUDI PROTEKSI BELITAN GENERATOR KAPASITAS
50 MW MENGGUNAKAN RELAY DIFFERENSIAL
TIPE NARI NSP711**

SKRIPSI

Program Studi Sarjana Teknik Elektro

Jurusan Teknik Elektro

Oleh:

HUSTAGINI
NIM D1021201094



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2024**

**STUDI PROTEKSI BELITAN GENERATOR KAPASITAS
50 MW MENGGUNAKAN RELAY DIFFERENSIAL
TIPE NARI NSP711**

SKRIPSI

Program Studi Sarjana Teknik Elektro

Jurusan Teknik Elektro

Oleh:

HUSTAGINI
NIM D1021201094



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2024**

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : HUSTAGINI

NIM : D1021201094

menyatakan bahwa dalam SKRIPSI yang berjudul **“Studi Proteksi Belitan Generator Kapasitas 50 MW Menggunakan Relay Differensial Tipe NARI NSP711”** tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu perguruan tinggi manapun. Sepanjang pengetahuan Saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Rujukan.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya. Saya sanggup menerima konsekuensi akademis dan hukum di kemudian hari apabila pernyataan yang dibuat ini tidak benar.

Pontianak, 16 Desember 2024

Penulis,



HUSTAGINI

NIM. D1021201094



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi Pontianak 78124

Telepon: (0561) 740186 Email: ft@untan.ac.id Website: <http://teknik.untan.ac.id>

SURAT KETERANGAN SELESAI PENULISAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Pendamping pada penulisan skripsi yang berjudul "**Studi Proteksi Belitan Generator Kapasitas 50 MW Menggunakan Relay Differensial Tipe NARI NSP711**" yang ditulis oleh mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.

Nama : HUSTAGINI

NIM : D1021201094

Jurusan : Teknik Elektro

Prodi : Teknik Elektro

Konsentrasi : Teknik Tenaga Listrik

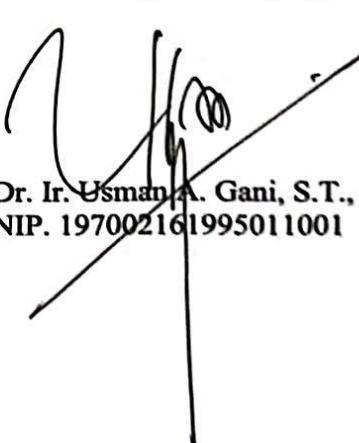
Demikian ini menerangkan bahwa mahasiswa tersebut telah menyelesaikan penulisan skripsinya.

Pontianak, 16 Desember 2024

Pembimbing Pendamping,

Pembimbing Utama,


Ir. Danial, M.T., IPM.
NIP. 196202121992031002


Dr. Ir. Usman A. Gani, S.T., M.T., IPM
NIP. 197002161995011001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi Pontianak 78124
Telepon (0561) 740186 Email: ft@untan.ac.id Website: <http://teknik.untan.ac.id>

HALAMAN PENGESAHAN

Studi Proteksi Belitan Generator Kapasitas
50 MW Menggunakan Relay Differensial
Tipe NARI NSP711

Jurusan Teknik Elektro
Program Studi Sarjana Teknik Elektro

Oleh:

HUSTAGINI
NIM. D1021201094

Telah dipertahankan di depan Pengaji Skripsi pada tanggal 16 Desember 2024
dan diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana teknik

Susunan Pengaji Skripsi

Dosen Pembimbing Utama : Ir. Danial, M.T., IPM.
NIP. 196202121992031002

Dosen Pembimbing Kedua : Dr. Ir. Usman A. Gani, S.T., M.T., IPM
NIP. 197002161995011001

Dosen Pengaji Utama : Prof. Dr. Eng. Ir. Rudi Kurnianto, S.T., M.T., IPM.
NIP. 196705271995011001

Dosen Pengaji Kedua : Ir. Managam Rajagukguk, S.T., M.T., IPM.
NIP. 197211162000031001

Pontianak, 16 Desember 2024
Dekan, Fakultas Teknik
Universitas Tanjungpura
100100

Dr.-Ing. Ir. Slamet Widodo, M.T., IPM
NIP. 196712231992031002

Pembimbing Utama

Ir. Danial, M.T., IPM.
NIP. 196202121992031002

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbil'alamin, dengan mengucapkan syukur rahmat Allah SWT, sebagai ungkapan terimakasih, skripsi ini saya persembahkan untuk:

- Kedua Orang tua (Hasbi dan Jasimah) yang tidak henti-hentinya selalu memberikan kasih sayang, motivasi cintanya kepada saya, yang selalu memberikan semangat untuk mewujudkan cita-citaku. Terimakasih atas do'a dan dukungannya yang selalu diberikan untuk saya dan terimakasih telah menjadi penyemangat dalam hidup saya.
- Untuk kakak (Mazwin, Ranti, Hazlin, Hatika) dan abang (Histon) yang juga selalu memberikan do'a dan semangat untuk mewujudkan cita-citaku selama ini.
- Diri sendiri yang selalu mampu menguatkan dan meyakinkan tanpa jeda bahwa semua akan selesai pada waktunya.
- Untuk Chinta Bella yang selalu menemani dalam penulisan skripsi ini.
- Sahabat-sahabatku Ariansyah, Aldi, Adi, Riko, Teguh, Heriwijaya, dan Malindo yang selalu memberikan do'a dan semangat untuk menyelesaikan skripsi ini.

"Keberhasilan bukanlah kunci kebahagiaan. Kebahagiaan adalah kunci keberhasilan. Jika kamu mencintai apa yang kamu kerjakan, kamu akan berhasil."

--Albert Schweitzer--

"Dan katakanlah: 'Bekerjalah kamu, maka Allah dan Rasul-Nya serta orang-orang beriman akan melihat pekerjaanmu.'"'

--At-Taubah (9:105)--

Dari titisan ilmu-Mu kupersembahkan goresan tanganku bagi ilmu pengetahuan Indonesia

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT. Yang telah memberikan nikmat, rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis diberi kemudahan sehingga mampu dalam mengerjakan dan menyusun proposal tugas akhir yang membahas tentang **“Studi Proteksi Belitan Generator Kapasitas 50 MW Menggunakan Relay Differensial Tipe NARI NSP711”** yang merupakan salah satu persyaratan dalam akademis yang harus di laksanakan setiap mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura. Dalam penyusunan proposal tugas akhir ini, penulis meangalami berbagai hambatan, namun semua itu bisa di atasi berkat bantuan dan bimbingan dan berbagai pihak sehingga penulis bisa menyelesaikan proposal tugas akhir. Pada kesempatan kli ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ing. Ir. Slamet Widodo, M.T., IPM. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
2. Bapak Prof. Dr. Ing. Seno Darmawan. Panjaitan, S.T., M.T., IPM., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
3. Bapak Elang Derdian Marindani, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
4. Bapak Ir. Danial, M.T., IPM. selaku Pembimbing Utaa yang telah banyak memberikan pengarahan dan bimbingan selama penulisan proposal tugas akhir ini.
5. Bapak Dr. Ir. Usman A. Gani, S.T., M.T., IPM. selaku Pembimbing Pendamping yang telah banyak memberikan pengarahan dan bimbingan selama penulisan proposal tugas akhir ini.
6. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Rudi Kurnianto, S.T., M.T., IPM. selaku Dosen Penguji Utama yang telah memberikan masukan dan kritikan yang membangun untuk menyelesaikan proposal tugas akhir ini.
7. Bapak Ir. Managam Rajagukguk, S.T., M.T., IPM. selaku Dosen Penguji Pendamping yang telah memberikan masukan dan kritikan yang membangun untuk menyelesaikan proposal tugas akhir ini.

8. Kedua orang tua saya yang sangat saya cintai yang sudah mendukung dan mendoakan saya selalu,
9. Segenap Dosen Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura yang sudah memberikan ilmunya kepada penulis.
10. Segenap abang dan kakak serta kawan-kawan Laboratorium Teknik Tegangan Tinggi yang sudah banyak membantu penulis baik secara moral dan tindakan.
11. Kawan – kawan Teknik Elektro angkatan 2020 yang sudah banyak menolong selama masa perkuliahan.
12. Seluruh civitas akademika Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura yang sudah memberikan dukungan moril kepada penulis.

Dalam penyusunan proposal tugas akhir ini masih banyak terdapat kekurangan-kekurangan akibat keterbatasan pengetahuan yang dimiliki. Untuk itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangatlah dibutuhkan penulis untuk memperbaiki kekurangan- kekurangan pada laporan ini. Akhir kata penulis Proposal Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat dan dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Akhir kata, penulis berharap semoga proposal ini dapat memberikan manfaat sebagai bahan literatur untuk menambah ilmu pengetahuan dan masukan bagi semua pihak khususnya pada konsentrasi Teknik Tegangan Listrik Program Studi Teknik Elektro, semoga dapat dipergunakan dengan semestinya.

Pontianak, 16 Desember 2024



HUSTAGINI

NIM. D1021201094

ABSTRAK

Dalam era perkembangan teknologi yang pesat, kebutuhan akan sistem proteksi yang handal menjadi sangat penting untuk menjaga kestabilan pasokan listrik. Sehingga peningkatan efektivitas sistem proteksi pada sistem tenaga listrik menjadi suatu keharusan yang harus dilakukan agar sistem tenaga listrik dapat beroperasi dengan efisien dan aman. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas sistem proteksi pada generator di Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Bengkayang 2x50 MW, serta untuk menentukan arus setting yang optimal untuk relay differensial.

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi pengumpulan data spesifikasi generator, relay differensial, dan impedansi equivalent. Perhitungan pada penelitian ini meliputi perhitungan arus rating, arus sekunder CT, error mismatch, arus diferensial, arus restrain, slope, penyetelan relay differensial dan arus hubung singkat 1 fasa ke tanah. Perhitungan tersebut digunakan untuk melihat efektifitas relay sebagai proteksi untuk melindungi generator dari gangguan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa arus setting relay differensial yang dihitung adalah sebesar 0,393 A, yang terletak pada titik gangguan 1,936% dari belitan. Relay differensial tipe NARI NSP711 terbukti efektif dengan kemampuan mendeteksi arus gangguan hingga 98,04% dari belitan stator generator dan memenuhi persyaratan dalam perencanaan pemilihan sistem proteksi yang baik berdasarkan standart IEEE 242-1986.

Kata Kunci: Proteksi Generator, Relay Differensial, Hubung Singkat, PLTU, NARI NSP711

ABSTRACT

In an era of rapid technological advancement, the need for reliable protection systems is crucial for maintaining the stability of electricity supply. Therefore, enhancing the effectiveness of protection systems in electrical power systems has become a necessity to ensure efficient and safe operation. This research aims to analyze the effectiveness of the protection system for generators at the Bengkayang 2x50 MW Steam Power Plant (PLTU), as well as to determine the optimal setting current for the differential relay.

The methodology employed in this research includes the collection of data on generator specifications, differential relays, and equivalent impedance. The calculations in this study encompass the rating current, secondary CT current, error mismatch, differential current, restrain current, slope, differential relay setting, and single-phase-to-ground short-circuit current. These calculations are utilized to assess the effectiveness of the relay as a protection mechanism for safeguarding the generator against disturbances.

The results indicate that the calculated setting current for the differential relay is 0.393 A, located at a disturbance point of 1.936% of the winding. The NARI NSP711 differential relay has proven effective, capable of detecting disturbance currents up to 98.04% of the generator stator winding and meeting the requirements for selecting a good protection system based on IEEE Standard 242-1986.

Keywords: Generator Protection, Differential Relay, Short Circuit, Steam Power Plant (PLTU), NARI NSP711

DAFTAR ISI

PRAKATA	i
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Pembatasan Masalah	2
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian Terdahulu.....	4
2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)	6
2.2.1 Definisi Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU).....	6
2.2.2 Komponen Utama Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)	7
2.2.3 Prinsip Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)	9
2.3 Generator	10
2.3.1 Definisi Generator.....	10
2.3.2 Proteksi Generator	11
2.4 Proteksi Belitan Stator Generator Menggunakan Relay Differensial.....	15
2.5 Gangguan Hubung Singkat	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	24
3.1 Alat yang Digunakan	24
3.2 Lokasi Penelitian	24
3.3 Tahapan Penelitian	24
3.4 Metode Penelitian.....	27
3.5 Variabel atau Data	27
3.6 Analisis Hasil	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Data Generator	28

4.2 Relay Differensial type NARI NSP711.....	28
4.3 Perhitungan Penyetelan Relay Differensial.....	29
4.4 Perhitungan Arus Hubung Singkat 1 Fasa ke Tanah.....	31
4.5 Efektivitas Sistem Proteksi Belitan Stator Generator Tipe NARI NSP711	40
4.6 Analisa Perhitungan dan Pembahasan.....	43
BAB V PENUTUP.....	44
5.1 Kesimpulan.....	44
5.2 Saran	45

DAFTAR RUJUKAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Ilustrasi Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)	6
Gambar 2.2	Boiler	7
Gambar 2.3	Turbin.....	8
Gambar 2.4	Kondensor.....	8
Gambar 2.5	Generator	9
Gambar 2.6	Prinsip Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)	9
Gambar 2.7	Karakteristik Kerja Relay Differensial	16
Gambar 2.8	Relay Differensial dalam keadaan normal.....	17
Gambar 2.9	Relay Differensial apabila terjadi gangguan eksternal	17
Gambar 2.10	Relay Differensial apabila terjadi gangguan internal	18
Gambar 2.11	Gangguan Hubung Singkat 1 Fasa ke Tanah	22
Gambar 2.12	Hubung singkat 1 fasa ke tanah pada fasa a	22
Gambar 3.13	Diagram Alir Penelitian	25
Gambar 4.14	Diagram alir perhitungan hubung singkat 1 fasa ke tanah	26
Gambar 4.15	Impedansi Equivalent Saat Terjadi Gangguan 75% Belitan	32
Gambar 4.16	Arus Differesial Pada Titik Gangguan.....	39

DAFTAR TABEL

Tabel IV. 1 Data Generator Tenaga PLTU Bengkayang 2x50 MW	28
Tabel IV. 2 Data Relay Differensial PLTU Bengkayang 2x50 MW	29
Tabel IV. 3 Data Impedansi Equivalent PLTU Bengkayang 2x50 MW	31
Tabel IV. 4 Impedansi Equivalent Berdasarkan Titik Gangguan	32
Tabel IV. 5 Perhitungan Arus Hubung Singkat	35
Tabel IV. 6 Arus Terbaca CT dan Arus Differensial Pada Titik Gangguan	37

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik memegang peranan sentral dalam menggerakkan perkembangan masyarakat dan ekonomi. Di tengah era perkembangan teknologi yang pesat dan meningkatnya kebutuhan energi, tantangan untuk menjaga kestabilan dan keandalan pasokan listrik menjadi semakin kompleks. Oleh karena itu, penelitian yang difokuskan pada penyetelan relay differensial dan peningkatan efektivitas sistem proteksi belitan generator menjadi suatu keharusan yang harus dilakukan.

Untuk menjaga kestabilan dan keandalan pasokan listrik agar tidak terjadi gangguan, salah satu hal yang perlu diperhatikan pada sistem tenaga listrik yaitu pengamanan terhadap peralatan yang digunakan dari berbagai macam gangguan, dengan cara memisahkan bagian sistem tenaga listrik yang terganggu dengan sistem tenaga listrik yang tidak terganggu. Langkah ini penting untuk mencegah dampak yang lebih luas pada sistem secara keseluruhan. Dengan demikian, sistem tenaga listrik dapat beroperasi dengan efisien dan aman.

Salah satu bentuk pengamanan peralatan listrik di Pembangkit listrik Tenaga Uap (PLTU) Bengkayang 2x50 MW khususnya pada generator yaitu relay differensial. Relay differensial digunakan apabila terjadi gangguan hubung singkat antara belitan stator generator (Sarimun 2016). Prinsip kerja relay differensial yaitu membandingkan arus masuk dan arus keluar pada peralatan yang dilindungi, yaitu perbedaan arus dari dua buah trafo arus yang masuk ke relay (Hajar & Mercury, 2019).

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Bengkayang 2x50 MW menggunakan relay differensial tipe NARI NSP711 sebagai bentuk pengamanan terhadap generator dari gangguan-gangguan yang terjadi seperti gangguan hubung singkat. penelitian ini bertujuan untuk memahami bagaimana efektivitas dan penyetelan relay differensial dapat dioptimalkan untuk memberikan keamanan sebagai proteksi belitan generator di lingkungan energi. Dengan pemahaman yang lebih baik mengenai parameter penyetelan dan kinerja relay, diharapkan dapat

mengurangi resiko kerusakan serta meningkatkan keandalan operasional sistem di Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Bengkayang 2x50 MW.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan sejumlah informasi yang telah diuraikan di atas, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana menentukan arus setting relay differensial untuk proteksi belitan generator kapasitas 50 MW yang menggunakan relay differensial tipe NARI NSP711?
2. Bagaimana efektivitas sistem proteksi belitan generator relay differensial tipe NARI NSP711 untuk melindungi generator kapasitas 50 MW?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk memahami dan mengetahui bagaimana cara menentukan arus setting relay differensial untuk proteksi belitan generator kapasitas 50 MW menggunakan relay differensial tipe NARI NSP711
2. Untuk mengetahui efektivitas sistem proteksi belitan generator relay differensial tipe NARI NSP711 dalam melindungi generator kapasitas 50 MW

1.4 Pembatasan Masalah

Dalam rangka menjaga fokus dan keterbatasan penelitian, beberapa aspek dibatasi agar penelitian tetap terarah dan dapat memberikan hasil yang Relevan. Berikut adalah pembatasan masalah yang diidentifikasi dalam penelitian ini:

1. Penelitian ini difokuskan pada Unit 2 Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Bengkayang 2x50 MW dengan kapasitas 50 MW. Kendati Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Bengkayang memiliki beberapa unit lainnya, penelitian ini secara khusus membatasi analisis pada unit tersebut guna mendapatkan pemahaman yang mendalam tentang efektivitas sistem proteksi belitan generator.
2. Penelitian ini hanya membahas proteksi relay differensial pada generator kapasitas 50 MW menggunakan alat proteksi generator tipe NARI NSP711

3. Meskipun relay differensial menjadi fokus utama, penelitian ini membatasi analisis pada aspek teknologi tersebut yang terkait dengan perlindungan belitan generator. Aspek relay differensial yang tidak langsung terkait dengan tujuan penelitian ini mungkin tidak dibahas secara rinci.

1.5 Sistematika Penulisan

Agar penulisan penelitian tugas akhir ini sistematis, maka penulisan dibagi dalam beberapa bab sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas tentang latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, pembatasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TUJUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Bab ini berisikan penelitian terdahulu, sebagai referensi dalam penyetelan relay differensial. Pada bab ini juga memuat teori dasar Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), generator, proteksi generator, perhitungan gangguan hubung singkat, dan penyetelan relay differensial.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisikan alat yang digunakan untuk penelitian, tempat dan waktu penelitian, tahapan penelitian, metode penelitian, variable atau data, dan analisa hasil.

BAB IV STUDY PROTEKSI BELITAN GENERATOR KAPASITAS

50 MW MENGGUNAKAN RELAY DIFFERENSIAL TIPE NARI NSP711

Bab ini berisikan Analisa perhitungan arus hubung singkat 3 fasa, perhitungan arus hubung singkat 1 fasa ke tanah, dan analisa perhitungan penyetelan relay differensial yang terdiri dari perhitungan arus rating, arus sekunder CT, error mismatch, arus differensial, arus restrain, percent slope dan arus setting.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan dan saran yang diharapkan dapat berguna bagi penelitian sejenis ini di kemudian hari