

1 DESKRIPSI RISET I

Pengembangan isolator tegangan tinggi yang cocok untuk daerah tropis

1.1 Deskripsi singkat

Isolator memegang peranan penting dalam menunjang keandalan sistem ketenagalistrikan. Kegagalan isolator akan berakibat pada terputusnya penyaluran energi listrik. Oleh karena itu pengetahuan tentang kinerja dan kondisi isolator tegangan tinggi menjadi sangat penting. Secara umum ketika tegangan tinggi diterapkan arus bocor (*leakage current*) mengalir pada permukaan. Arus ini akan semakin besar bila isolator bekerja pada daerah berpolusi sehingga konduktivitas permukaan meningkat. Kondisi lingkungan seperti kelembaban atau curah hujan dan temperature juga mempengaruhi arus bocor. Secara umum keramik dan gelas banyak dipergunakan sebagai material isolator tegangan tinggi. Dalam kondisi polusi tinggi khususnya daerah pantai isolator keramik dan gelas mudan mengalami kegagalan. Isolator polimer dan karet mulai diusulkan agar berkinerja lebih baik. Pada penelitian ini akan dilakukan studi komparasi berbagai material isolator tegangan tinggi. Sebagai sampel adalah isolator keramik, gelas, epoksi dan silicone rubber. Penelitian akan dilakukan dalam dua tahap yaitu penelitian di laboratorium di ITB dan penelitian lapangan di gardu Induk milik PLN di Pangandaran yang berdekatan dengan pantai selatan Pulau Jawa. Pada bagian akhir akan dilakukan analisis dan modeling kinerja isolator dari berbagai jenis bahan dan kondisi lingkungan menggunakan criteria arus bocor. Verifikasi komputasi computer akan dilakukan dengan memanfaatkan model rangkaian listrik isolator dengan menggunakan perangkat lunak ATP/EMT

1.2 Roadmap riset program doktor

Tahap I (tahun1-2):

Studi literatur dan perancangan penelitian serta penyiapan sampel dari berbagai material isolator tegangan tinggi

Melakukan eksperimen perilaku material isolator tegangan tinggi di laboratorium di ITB dan PLN

Tahap II (tahun2-3):

Pemasangan sampel di laboratorium lapangan di Pangandaran serta pengujian berkala kinerja isolator di laboratorium lapangan. Analisis hasil dan melakukan publikasi pada seminar internasional dan menyiapkan makalah untuk jurnal internasional

Tahap III(tahun3) :

Analisis, modeling dan simulasi untuk verifikasi model dengan menggunakan perangkat lunak ATP/EMTP. Menyiapkan paper untuk jurnal internasional dan publikasi dalam 2 international conference.

1.3 Indikator keberhasilan

No.	Indikator Keberhasilan	Deskripsi
1.	Keluaran (<i>output</i>) Hasil Riset	2 buah paper pada jurnal internasional
2.	Dampak (<i>outcome</i>) Hasil Riset	Teknologi material untuk industri isolator tegangan tinggi
4.	Presentasi pada <i>international conference</i>	3 buah paper pada international conference
6.	Networking nasional dan internasional	Networking nasional dengan Pabrik isolator dalam negeri dan PT PLN dan networking internasional dengan TU Graz Austria . CP : Prof. U. Schicler

1.4 Tim pembimbing dan kolaborator

Tim Pembimbing
Prof. Dr. Ir. Suwarno
Dr. Umar Khayam, MT

2 DESKRIPSI RISET II

Pengembangan material isolasi cair untuk peralatan tegangan tinggi ramah lingkungan

2.1 Deskripsi singkat

Beberapa peralatan tegangan tinggi seperti transformator memerlukan isolasi cair. Pada saat ini minyak mineral yang berasal dari minyak bumi banyak dipergunakan. Namun karena alasan lingkungan dan ketersediaan maka isolasi cair ramah lingkungan sangat penting untuk dikembangkan. Pada penelitian ini akan dikembangkan minyak isolasi untuk transformator tegangan tinggi jenis nabati seperti dari bahan minyak sawit dan minyak jarak. Saat ini sebagian besar minyak transformator tegangan tinggi terbuat dari bahan minyak bumi yang kita kenal dengan minyak transformator mineral. Namun difahami bersama bahwa minyak bumi merupakan bahan yang non renewable dan kurang ramah lingkungan. Oleh karena itu diperlukan usaha untuk mengembangkan minyak isolasi transformator tegangan tinggi dari jenis lain yang bersifat renewable dan ramah lingkungan. Salah satu kandidat yang menjadi perhatian adalah pengembangan ester dari minyak sawit. Minyak sawit dipilih karena ketersediaannya di Indonesia sangat besar. Bila minyak transformator jenis nabati dari minyak sawit ini dapat diperoleh maka ada potensi sangat besar bahwa Indonesia akan menjadi Negara terkemuka produsen minyak transformator nabati yang renewable dan ramah lingkungan.

2.2 Roadmap riset program doktor

Peneliti tergabung dalam Kelompok Keahlian (KK, *Research Division*) Teknik Ketegnalistrikian (*Electric Power Engineering*). Salah satu kegiatan penelitian di dalam KK adalah penelitian di bidang *High Voltage Insulation Material and Technology* yang mencakup:

- Material isolasi baru : padat, cair, gas dan komposit
- Pengujian isolasi dan sistem isolasi
- Diagnostik dan pemeliharaan sistem isolasi
- Pengembangan teori dielektrik dan isolasi
- Iklim tropik dan pengaruhnya terhadap sistem isolasi tegangan tinggi
- Teknologi isolasi untuk daerah polusi

Penelitian yang dilakukan merupakan bagian dari *Road Map* yang akan mencari material baru isolasi cair yang akan digunakan untuk transformator tegangan tinggi yang ramah lingkungan . Untuk mencapai hal ini maka penelitian akan difokuskan untuk mendapatkan isolasi cair nabati seperti minyak sawit, minyak jarak, minyak kelapa dan sejenisnya yang akan dilakukan dengan melalui beberapa tahapan yaitu:

- a. Karakterisasi dielektrik minyak dan ester dari berbagai sumber nabati

- b. Mengevaluasi karakteristik minyak dan ester dari berbagai sumber nabati dibandingkan dengan standar yang berlaku untuk isolasi transformator tegangan tinggi
- c. Modifikasi/pemberian aditif agar karakteristik minyak dan ester dari berbagai sumber nabati dapat memenuhi sifat-sifat sebagaimana standar telah mengaturnya.
- d. Melakukan uji penuaan dipercepat untuk mengetahui sejauh mana minyak dan ester dari berbagai sumber nabati mampu menahan beban termal/listrik/kimia sebagaimana ketika diaplikasikan untuk transformator tegangan tinggi.
- e. Aplikasi minyak dan ester dari berbagai sumber nabati untuk transformator tegangan tinggi di lapangan untuk mengetahui kinerja ester ini pada kondisi riil.

Untuk melakukan penelitian agar mahasiswa program magister dan doktor dapat dengan lancar menyelesaikan programnya dan keluaran dapat dicapai maka penelitian akan dilakukan di berbagai tempat yaitu :

- a. Laboratorium Teknik tegangan dan Arus Tinggi STEI ITB
- b. Laboratorium Kimia ITB
- c. Laboratorium PT. PLN (persero)
- d. Laboratorium mitra penelitian luar negeri yaitu Hikita Lab di Kyushu Institute of Technology (KIT), Japan. STEI ITB telah menjalin kerjasama dengan KIT sejak lama dan penelitian ini dapat menjadi bagian kerjasama dua institusi ini.

Penelitian yang dilakukan merupakan bagian dari *Road Map* yang bertujuan mencari metoda yang tepat bagi diagnosis peralatan tegangan tinggi untuk predictive maintenance. Pada kesempatan ini penelitian difokuskan pada peralatan penting yaitu transformator tegangan tinggi. Untuk mencapai hal ini maka penelitian akan difokuskan untuk mendapatkan metoda yang tepat dengan pendekatan parameter jamak. Penelitian akan dilakukan dengan pentahapan

Tahap I (tahun1-2):

Studi literatur dan mendesain penelitian dengan fokus pada karakterisasi dielektrik minyak dan ester dari berbagai sumber nabati fokus yang akan diambil adalah ester dari minyak sawit dan minyak jarak. Hasil karakterisasi adalah berupa data karakteristik ester dan akan dibandingkan dengan standar yang berlaku untuk isolasi transformator tegangan tinggi.

Tahap II (tahun2-3):

Pada tahap ini akan dilakukan elaborasi dan eksperimen untuk melakukan modifikasi/pemberian aditif agar karakteristik minyak dan ester dari berbagai sumber

nabati yang diteliti dapat memenuhi sifat-sifat sebagaimana standar telah mengaturnya. Selanjutnya terhadap ester yang telah dimodifikasi akan dilakukan uji penuaan dipercepat untuk mengetahui sejauh mana minyak dan ester dari berbagai sumber nabati mampu menahan beban termal/listrik/kimia sebagaimana ketika diaplikasikan untuk transformator tegangan tinggi. Uji penuaan dipercepat dilakukan dengan miniatur transformator dengan kondisi yang mewakili transformator yang sesungguhnya dan diberikan beban termal lebih (temperatur tinggi). Untuk periode tertentu karakteristik ester akan diuji dan selanjutnya dilakukan perhitungan karakteristik ester yang telah mengalami penuaan.

Tahap II (tahun3) :

Pada tahap II ini akan dilakukan aplikasi minyak dan ester dari berbagai sumber nabati untuk isolasi transformator tegangan tinggi di lapangan. Untuk penelitian tahap ini akan dilakukan kerjasama dengan PT PLN. Dengan langkah ini diharapkan dapat dikahui kinerja ester nabat untuk isolasi transformator tegangan tinggi.

2.3 Indikator keberhasilan

No.	Indikator Keberhasilan	Deskripsi
1.	Keluaran (<i>output</i>) Hasil Riset	2 buah paper pada jurnal internasional
2.	Dampak (<i>outcome</i>) Hasil Riset	Mendapatkan prototipe material baru isolasi cair bagi peralatan listrik tegangan tinggi yang ramah terhadap lingkungan dan berasal dari Indonesia
4.	Presentasi pada <i>international conference</i>	3 buah paper pada international conference
6.	Networking nasional dan internasional	Networking nasional dengan produsen minyak nabati dan PT PLN dan networking internasional dengan Kyushu Institute of Technology Japan dan Xian Jiaotong University China CP. Prof. M. Hikita

2.4 Tim pembimbing dan kolaborator

Tim Pembimbing
 Prof. Dr. Ir. Suwarno
 Dr. Aminuddin Sulaeman
 Prof. M. Hikita, Kyushu Institute of Technology, Japan (Kolaborator)

3 DESKRIPSI RISET III

Diagnosis Transformator dengan pendekatan parameter jamak

3.1 Deskripsi singkat

Energi listrik di dunia termasuk di Indonesia memegang peran penting dalam kehidupan. Ketersediaan energi listrik sangat berpengaruh terhadap kemajuan ekonomi suatu negara karena dengan tersedianya listrik akan bermunculan kegiatan ekonomi baik industri, jasa maupun perdagangan. Industrialisasi sangat tergantung dari ketersediaan energi listrik. Untuk penyaluran energi listrik dengan level tegangan tersebut diperlukan saluran transmisi dan distribusi tegangan tinggi dan menengah. Dalam system kelistrikan maka transformator memegang peranan yang sangat penting. Dari literature diketahui bahwa kontribusi terhadap kegagalan system dari transformator adalah 12 % dan mayoritas karena system isolasi yaitu 84 % seperti ditampilkan pada tabel 1.

Tabel 1

Kontribusi kegagalan peralatan listrik dalam suatu sistem tenaga listrik dan kontribusi kegagalan isolasi dalam peralatan

Peralatan	Kontribusi terhadap kegagalan sistem (%)	Kegagalan akibat kerusakan isolasi (%)
Isolator	35	90
Generator	15	47
Transformator	12	84
GIS & switchgear	15	95
Kabel	10	89

Transformator sangat penting dan perlu diperhatikan agar tetap bekerja dengan baik karena kegagalan transformator berdampak luas serta masa perbaikan cukup panjang. Oleh karena itu diagnosis transformator dalam kerangka predictive maintenance sangatlah penting. Pada penelitian ini diteliti tentang diagnosis transformator dengan pendekatan parameter jamak. Sejumlah parameter akan diteliti seperti partial discharge, analisis kertas, analisis kinerja minyak serta agregasi parameter untuk menentukan kondisi transformator secara keseluruhan

3.2 Roadmap riset program doktor

Peneliti tergabung dalam Kelompok Keahlian (KK, *Research Division*) Teknik Ketegnalistrikan (*Electric Power Engineering*). Salah satu kegiatan penelitian di dalam KK adalah penelitian di bidang *High Voltage Insulation Material and Technology*.

Penelitian yang dilakukan merupakan bagian dari *Road Map* yang bertujuan mencari metoda yang tepat bagi diagnosis peralatan tegangan tinggi untuk predictive maintenance. Pada kesempatan ini penelitian difokuskan pada peralatan penting yaitu transformator tegangan tinggi. Untuk mencapai hal ini maka penelitian akan difokuskan untuk mendapatkan metoda yang tepat dengan pendekatan parameter jamak. Penelitian akan dilakukan dengan pentahapan

Tahap I (tahun1-2):

Studi literatur dan perancangan penelitian serta penyiapan sampel komponen transformator tegangan tinggi dengan fokus minyak isolasi dan komposit kertas. Melakukan eksperimen di laboratorium di ITB dan PLN

Tahap II (tahun2-3):

Uji coba metoda dengan pengambilan data pada transformator yang sedang beroperasi di jaringan kelistrikan di PLN

Tahap II (tahun3) :

Analisis data dengan memasukkan banyak parameter serta menggabungkan pengaruh parameter untuk menghasilkan kesimpulan diagnosis dengan pendekatan pembobotan untuk tiap parameter. Menyiapkan paper untuk jurnal internasional dan publikasi dalam international conference.

Guna memperkuat penelitian maka akan dilakukan kolaborasi nasional dan internasional. Kolaborasi nasional dengan perusahaan transformator UNINDO dan PT PLN sedangkan kolaborasi internasional dengan di Xian Jiaotong University, China dimana MoA juga telah ada dan selama ini juga telah melakukan kerjasama penelitian. Mahasiswa master ataupun doktor akan melakukan sebagian penelitian mereka di laboratorium tersebut.

3.3 Indikator keberhasilan

No.	Indikator Keberhasilan	Deskripsi
1.	Keluaran (<i>output</i>) Hasil Riset	2 buah paper pada jurnal internasional
2.	Dampak (<i>outcome</i>) Hasil Riset	Mendapatkan metoda diagnosis transformator dengan pendekatan parameter jamak yang cocok dengan kondisi Indonesia
4.	Presentasi pada <i>international conference</i>	3 buah paper pada international conference

6.	Networking nasional dan internasional	Networking nasional dengan produsen transformator dan PT PLN dan networking internasional dengan Xian Jiaotong University China . CP Prof. Guan Jun Zhang
----	---------------------------------------	---

3.4 Tim pembimbing dan kolaborator

Tim Pembimbing
Prof. Dr. Ir. Suwarno
Dr. Umar Khayam, MT
Prof. Guan Jun Zhang