

TEKNIK

**Laporan Penelitian Terpadu  
Kategori C**



**Desain Optimal Devais *Flexibel AC Transmission System*  
(FACTS) dengan Metode *Novel Global Harmony Search***

**Ketua Tim Peneliti:**

**Ir. Hadi Suyono, S.T., M.T., Ph.D., IPM.NIDN: 0020057304**

**Anggota Tim Peneliti:**

**Dr. Rini Nur Hasanah, S.T., M.Sc. NIDN: 0022016804**

**Raden Arief Setyawan, S.T., M.T. NIDN. 0019087503**

**Drs. Ir. Moch. Dhofir, M.T. NIDN. 0001076011**

Dilaksanakan atas biaya PNBP Tahun Anggaran 2019 Fakultas Teknik  
Universitas Brawijaya berdasarkan kontrak tanggal 3 Mei 2019  
Nomor: 140/UN10.F07/PN/2019

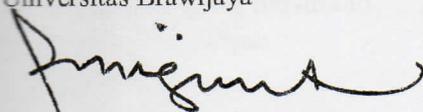
**Fakultas Teknik  
Universitas Brawijaya  
Oktober 2019**

## HALAMAN PENGESAHAN

1. Judul Penelitian : Desain *Optimal* Devais *Flexibel AC Transmission System*  
(FACTS) dengan Metode *Novel Global Harmony Search*
2. Kategori Penelitian : A / B / C
3. Ketua Tim Pengusul
- a. Nama Lengkap : Ir. Hadi Suyono, S.T., M.T., Ph.D., IPM.
  - b. NIDN : 0020057304
  - c. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
  - d. Program Studi : Teknik Elektro
  - e. No. HP : 082335587005
  - f. Alamat Surel : hadis@ub.ac.id; hadiaramsara@gmail.com
- Anggota Peneliti (1)
- a. Nama lengkap : Dr. Rini Nur Hasanah, S.T., M.Sc.
  - b. NIDN : 0022016804
  - c. Perguruan Tinggi : Universitas Brawijaya
- Anggota Peneliti (2)
- a. Nama lengkap : Raden Arief Setyawan S.T., M.T.
  - b. NIDN : 0019087503
  - c. Perguruan Tinggi : Universitas Brawijaya
- Anggota Peneliti (3)
- a. Nama lengkap : Drs. Ir. Moch. Dhofir, M.T.
  - b. NIDN : 0001076011
  - c. Perguruan Tinggi : Universitas Brawijaya
- Anggota Peneliti (4)
- a. Nama lengkap :
  - b. NIDN :
  - c. Perguruan Tinggi : Universitas Brawijaya
- Lama Penelitian Keseluruhan : 5 bulan
- Biaya Penelitian Keseluruhan : Rp. 20.000.000,-
- Biaya Tahun Berjalan : Rp. 20.000.000,-

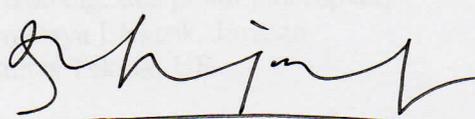
Malang, 05 Oktober 2019

Mengetahui,  
Ketua BPPM Fakultas Teknik  
Universitas Brawijaya



Dr. Runi Asmaranto, S.T., M.T.  
NIP. 19750113 200012 1 001

Ketua Tim Peneliti,



Ir. Hadi Suyono, S.T., M.T., Ph.D., IPM.  
NIP. 19730520 200801 1 013

Menyetujui,  
Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Brawijaya



Prof. Dr. E. Pitojo Tri Juwono, M.T.  
NIP. 19700721 200012 1 001

## IDENTITAS PENELITIAN

1. Judul Penelitian : *Desain Optimal Devais Flexibel AC Transmission System (FACTS) dengan Metode Novel Global Harmony Search*
2. Kategori Kegiatan Penelitian : **A / B / C \***
3. Ketua Tim Peneliti
  - a. Nama Lengkap : Ir. Hadi Suyono, S.T., M.T., Ph.D., IPM
  - b. Bidang Keahlian : Teknik Energi Elektrik
  - c. Jabatan Struktural : Ketua Jurusan Teknik Elektro FTUB
  - d. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
  - e. Fakultas/Jurusan/PS : Teknik/Teknik Elektro/Teknik Elektro
  - f. Alamat rumah : Perum Srigading Dalam Kav. 24 Malang 65141
  - g. Telp./Fax/Email : 0341-411791/082335587005/ hadis@ub.ac.id; hadiaramsara@gmail.com

4. Anggota Tim Peneliti

a. Dosen

| No. | Nama                              | Bidang Keahlian        | Alokasi waktu (jam/minggu) |
|-----|-----------------------------------|------------------------|----------------------------|
| 1.  | Dr. Rini Nur Hasanah, S.T., M.Sc. | Teknik Energi Elektrik | 4                          |
| 2.  | Raden Arief Setyawan S.T., M.T.   | Teknik Elektronika     | 4                          |
| 3.  | Drs. Ir. Moch. Dhofir, M.T.       | Teknik Energi Elektrik | 4                          |

b. Mahasiswa

| No. | Nama                  | NIM             | Alokasi waktu (jam/minggu) |
|-----|-----------------------|-----------------|----------------------------|
| 1   | Eka Putra Widyananda  | 115060301111025 | 3                          |
| 2   | M. Salman Abdurrohlim | 145060300111020 | 3                          |

5. Objek kegiatan Penelitian : *Radiasi Matahari, Artificial Intelligent*
6. Masa pelaksanaan kegiatan penelitian :
  - a. Mulai : Mei 2019
  - b. Berakhir : Oktober 2019
7. Anggaran yang diusulkan : Rp. 20.000.000,- (Terbilang: dua puluh juta rupiah)
8. Lokasi Penelitian : Laboratorium Sistem Daya Elektrik, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, UB
9. Hasil yang ditargetkan : - Desain FACTS dengan Metode NGHS  
- Jurnal Internasional
10. Institusi lain yang terlibat : - PT. PLN Indonesia
11. Keterangan lain yang dianggap perlu : -

## ABSTRAK

---

Meningkatnya jumlah beban listrik dan lokasinya yang jauh dari lokasi pembangkit menjadi penyebab utama penurunan kualitas tegangan dan meningkatnya kerugian sistem tenaga. Masalah ini menjadi rumit untuk diselesaikan disebabkan adanya ketersediaan daya reaktif yang terbatas. Peningkatan beban listrik ini harus diimbangi dengan penyediaan unit pembangkit dan ketersediaan saluran transmisi yang baru. Penyediaan pembangkit baru dan jaringan transmisi tambahan ini membutuhkan biaya sangat mahal, sehingga perlu dilakukan alternative solusi lainnya dengan melakukan implemmentasi devais *Flexible AC Transmission System* (FACTS) untuk kompensasi sistem tenaga listrik.

Perangkat FACTS dapat dikategorikan berdasarkan jenis impedansi variabel dan konverter sumber tegangan (VSC) yang dipertimbangkan. Beberapa perangkat FACTS yang paling banyak digunakan adalah *static synchronous compensator* (STATCOM), *thyristor controlled series capacitor* (TCSC), *thyristor controlled phase shifting transformer* (TCPST), *unified power flow control* (UPFC), *dynamic voltage restorer* (DVR), dan peralatan lainnya. Tujuan dari penelitian adalah untuk menentukan lokasi penempatan serta kapasitas dari sistem kompensasi sistem daya yang digunakan yaitu bank kapasitor dan SVC yang optimum sehingga dapat memperbaiki profil dan kestabilan tegangan serta mengurangi rugi-rugi daya pada system transmisi.

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data bus, baik pembangkitan beban serta saluran antar bus pada sistem transmisi Jawa – Bali 500 kV. Untuk menganalisis tingkat sensitivitas sistem terhadap ketidakstabilan digunakan metode *modal analysis*. Metode ini dapat memberikan estimasi akurat ketidakstabilan pada sistem dengan menggunakan *eigenvalues* pada sistem. Yang menjadi permasalahan utama adalah berapa besar rating yang diperlukan oleh FACTS serta lokasi mana yang optimal agar sistem memberikan kinerja yang lebih baik. Untuk itu diperlukan simulasi yang bisa menentukan optimasi tersebut. Dalam penelitian ini simulasi menggunakan metode *Novel Global Harmony Search* (NGHS). Metode ini merupakan algoritma optimasi metaheuristik yang cara kerjanya berdasarkan pada pendekatan sebagaimana aransemen musik untuk mendapatkan kondisi harmoni yang sempurna.

Kinerja metode NGHS diuji dengan menggunakan data sistem riil JAMALI-500 kV. Dua metode yang dipertimbangkan dalam mengendalikan SVC mencakup kontrol tegangan (VC) dan kontrol daya reaktif (QC). Optimalisasi menggunakan metode NGHS menghasilkan lokasi optimal SVC pada bus 15, 20 dan 25 dengan total kapasitas daya reaktif yang diperlukan adalah 1443,14 MVAR untuk metode VC dan pada 15, 19, 20 bus dengan total kapasitas daya reaktif yang diperlukan adalah 1773,84 MVAR untuk Metode QC. Peningkatan rugi daya yang dicapai dengan menggunakan Kapasitor Bank, SVC dengan VC, dan SVC dengan QC masing-masing adalah 9,27%, 13,19%, dan 15,63%, dibandingkan dengan *basecase* yang diberikan. Hasil simulasi menunjukkan bahwa SVC dengan kontrol daya reaktif lebih baik daripada penggunaan pendekatan kompensasi lain yang diusulkan.

**Kata Kunci:** *Bank capacitor, novel global harmony search method, power loss, reactive power control, SVC, voltage control*