

Bidang Unggulan : Infrastruktur, Material dan Teknologi Informasi
Kode Topik Penelitian : D.16
Kode Rumpun Ilmu : 452/Teknik Tenaga Elektrik

**USULAN PENELITIAN
HIBAH UNGGULAN PROGRAM STUDI**



**Strategi Untuk Meningkatkan Kinerja Automatic Generator Control
Pada Sistem Tenaga Listrik**

TIM PENGUSUL:

Ida Bagus Gede Manuaba, ST., MT. (Ketua/NIDN : 0009016113)

Widyadi Setiawan, ST., MT. (Anggota/NIDN : 0015087409)

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS UDAYANA
Februari 2015**

HALAMAN PENGESAHAN PROPOSAL
PENELITIAN UNGGULAN PROGRAM STUDI

Judul : Strategi Untuk Meningkatkan Kinerja Automatic Generator Control Pada Sistem Tenaga Listrik

Peneliti / Pelaksana

Nama lengkap : Dr. Ida Bagus Gede Manuaba, ST., MT

NIP/NIDN : 196901091997031003 / 0009016113

Jabatan Fungsional/Stuktural : Lektor Kepala / Koordinator Program Studi pada Fakultas Teknik

Program Studi : S1 Teknik Elektro

Nomor HP : 08123900463

Alamat Surel (e-mail) : ibgmanuaba@unud.ac.id

Anggota 1

Nama Lengkap : Widyadi Setiawan, ST, MT

NIDN : 0015087409

Perguruan Tinggi : S1 Teknik Elektro

Institusi Mitra (jika ada)

Nama Institusi Mitra :

Alamat :

Penanggung Jawab :

Tahun Pelaksanaan : Tahun ke-1 dari rencana 1 tahun

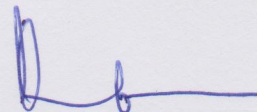
Biaya Diusulkan : Rp. 25.000.000

Mengetahui
Ketua Jurusan/Kepala Bagian Teknik Elektro



(Dr. Ida Bagus Gede Manuaba, ST., MT)
NIP:196901091997031003

Denpasar, 14 Februari 2018
Ketua Tim Pelaksana



(Dr. Ida Bagus Gede Manuaba, ST., MT)
NIP:196901091997031003

Menyetujui,
Dekan/Direktur Fakultas Teknik
Universitas Udayana



(Prof. Ir. Ngakan Putu Gede Suardana, MT, Ph.D.)
NIP:196409171989031002

DAFTAR ISI

SISTIMATIKA USULAN PENELITIAN

Halaman Sampul	
Halaman Pengesahan	
Daftar Isi	
Ringkasan	4
BAB I Pendahuluan	5
BAB II Studi Pustaka	7
BAB III Metoda Penelitian	11
BAB IV Biaya dan Jadwal Kegiatan	17
Daftar Pustaka	18

LAMPIRAN

1. Justifikasi Anggaran	20
2. Susunan Organisasi Tim Peneliti dan Pembagian Tugas	21
3. Daftar Riwayat Hidup Peneliti	22
4. Surat Pernyataan Personalia Penelitian	27

RINGKASAN

Energi listrik merupakan kebutuhan yang vital pada kehidupan manusia dewasa ini. Sangat sulit dipungkiri bahwa hampir setiap aktivitas manusia dewasa ini berhubungan dengan listrik. Sehingga tuntutan akan kestabilan energi listrik merupakan prioritas utama bagi sisi penyedia energi listrik. Menjaga sistem tenaga listrik pada tingkat kestabilan yang ingin diperoleh adalah menghindari ketidakcocokan antara generator dan variasi beban dengan mengatur daya aktif dan reaktif disistem pada frekwensi, profil tegangan, dan konfigurasi aliran beban yang sesuai.

Automatic Generator Control (AGC) merupakan perangkat yang penting dalam desain dan pengoperasian system tenaga listrik. AGC mengendalikan output generator yang karena perubahan frekwensi beban yang mendadak baik turun ataupun naik akan berpengaruh pada kecepatan turbin. Jika frekwensi konstan tidak dipertahankan maka akan mempengaruhi kinerja keseluruhan sistem tenaga listrik.

Adapun optimisasi yang digunakan terdiri dari gabungan beberapa metode komputasi yang berbasis evolusi. Komputasi evolusioner adalah sub bidang kecerdasan buatan (lebih khusus kecerdasan komputasi) yang melibatkan masalah optimasi kombinatorial. Perhitungan evolusi menggunakan iteratif kemajuan, seperti pertumbuhan atau perkembangan dalam suatu populasi. Populasi ini kemudian dipilih dalam pencarian acak yang dipandu menggunakan pemrosesan paralel untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Proses tersebut sering terinspirasi oleh mekanisme biologis evolusi.

Desain AGC dengan parameter tertalnya menggunakan metode optimisasi kombinasi dari *bacteria foraging algoritma* (BFA), *particle swarm optimization* (PSO) dengan menambahkan *time varying acceleration coefficient* (TVAC) dan *differential evolution* (DE). Penggunaan metode ini bertujuan untuk mendapatkan unjuk kerja dan redaman yang optimal.

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Hampir setiap aktivitas manusia dewasa ini berhubungan dengan energi listrik. Proses penyediaan energi listrik merupakan proses yang panjang dan kompleks hingga energi listrik dapat dipergunakan oleh pengguna. Sistem kelistrikan modern terdiri dari banyak peralatan dinamik yang berbeda-beda dan beban yang akan secara terus menerus rentan terhadap pengaruh gangguan internal dan eksternal. Dalam kondisi pengaruh gangguan tersebut, sering terjadi osilasi di tiap bagian maupun antar bagian pada sistem tenaga listrik yang terinterkoneksi. *Automatic Generator Control* (AGC) merupakan teknik untuk menyesuaikan *output* daya dari beberapa unit pembangkit terhadap adanya perubahan beban yang menjaga frekwensinya pada kondisi konstan.

Osilasi elektromekanik dalam sistem tenaga merupakan masalah yang sangat menantang para insinyur listrik selama bertahun tahun. Untuk alasan ini, aplikasi pengendali yang memberikan redaman lebih baik untuk osilasi ini merupakan hal yang sangat penting (Ramos dkk, 2005). Hal ini timbul dari kenyataan bahwa sistem tenaga listrik harus mempertahankan tingkat frekuensi dan tegangan pada tingkat yang diinginkan, dalam gangguan apapun, seperti peningkatan mendadak pada beban, hilangnya satu generator atau beralih keluar dari saluran transmisi selama gangguan (Shayeghi dkk, 2008).

Persoalan stabilitas sistem tenaga listrik telah menjadi masalah yang sangat penting untuk menjamin aliran daya listrik yang stabil ke pelanggan. Model sistem tenaga listrik yang sangat rumit menjadikan tidak mudah memecahkan masalah ini. Masalah stabilitas akan bertambah rumit untuk sistem tenaga listrik berskala besar. Maka dari itu sangat penting menentukan strategi stabilitasi yang menjamin sistem stabil untuk berbagai perubahan dan menjamin optimisasi unjuk kerja sistem tenaga pada perubahan tersebut.

1.2 Tujuan Penelitian

Secara umum, penelitian ini adalah bertujuan memecahkan masalah stabilitas sistem tenaga listrik mesin tunggal maupun multi mesin dengan AGC menggunakan metode *hybrid bacteria foraging algoritma* dengan *particle swarm optimization* untuk mendapatkan unjuk kerja sistem yang optimal.

Manfaat penelitian ini diharapkan menjadi alternatif dalam mendisain AGC dan dalam mengkoordinasikannya pada sistem tenaga listrik guna mendapatkan redaman yang optimal.

1.3 Urgensi (Keutamaan) Penelitian

Keutamaan penelitian ini adalah pendekatan original/desain baru yaitu:

Penelitian ini menerapkan desain AGC dengan parameter tertala menggunakan metode: *hybrid* dari *bacteria foraging algoritma*, *particle swarm optimization* (PSO) dengan *time varying acceleration coefficient* (TVAC) dan *differential evolution* (DE).

BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1 Roadmap Penelitian

2.1.1 Penelitian Sebelumnya

Penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya oleh para peneliti untuk menunjang penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. PSS dihubungkan secara langsung ke *automatic voltage regulator* (AVR) dari generator sinkron yang tujuan utama dari konfigurasi kontrol eksitasi AVR - PSS adalah untuk memberikan pengaturan redaman dan tegangan. Beberapa teknik telah diusulkan antara lain: teknik untuk menala PSS berdasarkan *integral of squared error* (ISE) (Bhattacharya, dkk, 1997), lokasi optimal dan desain *robust* PSS menggunakan *genetic algorithm* (K, Sebaa, M. Boudour, 2009), penalaan parameter PSS menggunakan teknik yang terinspirasi alam – *bacteria foraging optimization* (BFO) (Ghoshal, dkk, 2009)
2. Koordinasi AVR, PSS dengan kontroler-kontroler lain dikemukakan antara lain: koordinasi antara PSS dan pengendali redaman FACTS (L.J.Cai, dan I. Erlich, 2003), M.A. Abido (2008), (H. Shayeghi dkk, 2010).

Publikasi yang telah pengusul lakukan sebelumnya:

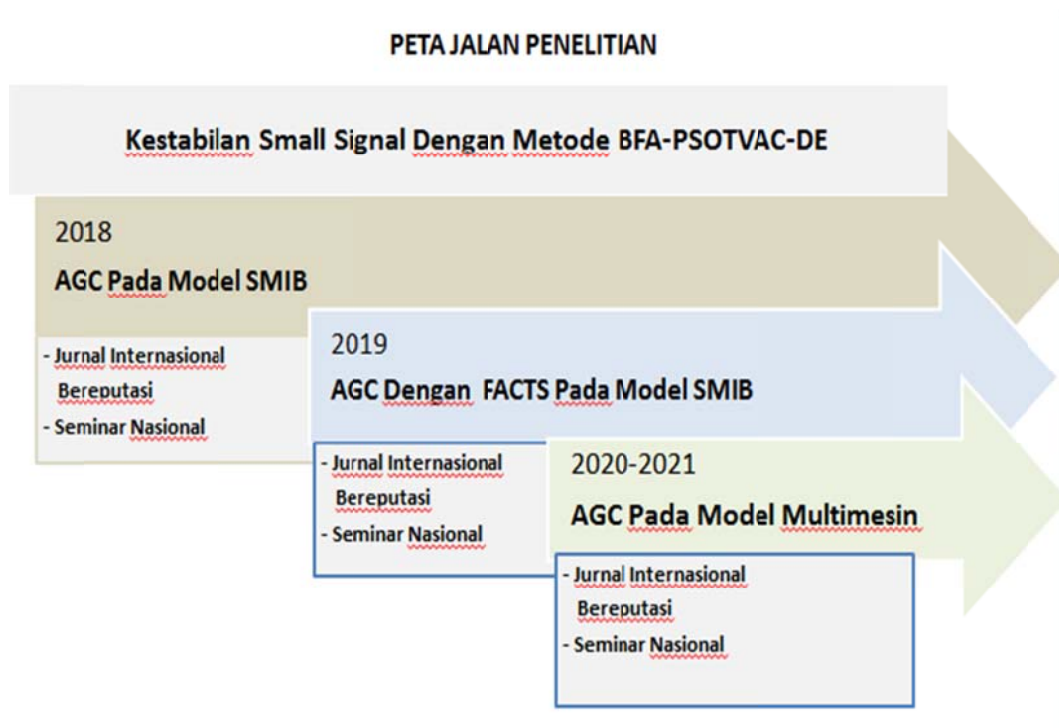
Mengacu pada penelitian sebelumnya dan publikasi yang telah dilakukan diantaranya :

1. **IBGManuaba**, Muhammad Abdilah, Ardyono Priyadi, Mauridhi Hery P, "Coordination of PID Based Power System Stabilizer and AVR Using Combination Bacterial Foraging Technique-Particle Swarm Optimization", Fourth International Conference on Modeling, Simulation and Applied Optimization (ICMSAO), 19 Apr – 21 Apr, Kuala Lumpur, Malaysia, 2011;
2. **IBGManuaba**, AAN Amrita, Ardyono Priyadi, Mauridhi Hery P, "Coordination Controller Power System in Java-Bali 500 KV Interconnected Based On Bacteria Foraging-Particle Swarm Optimization For Stability Improvement", Jurnal Kursor, ISSN: 0216-0544, Vol. 8, No. 1, Oktober, Madura, 2015, Terakreditasi DIKTI

3. **IBGManuaba**, Muhammad Abdilah, Ardyono Priyadi, Mauridhi Hery P, “Coordinated Tuning of PID Based PSS and AVR Using Bacterial Foraging-PSOTVAC-DE Algorithm”, *International Journal Control and Intelligent System*, (ISSN Online: 1925-5810), Vol. 43, Issue No. 3, Acta Press, Canada, 2015 (Terindeks Scopus);
4. **IBGManuaba**, Ardyono Priyadi, Mauridhi Heri P”Coordination Tuning PID-PSS and TCSC Based Model of Single Machine Infinite-Bus Using Combination Bacteria Foraging-Particle Swarm Optimization Method”, *International Review of Electrical Engineering (IREE)*, (ISSN 0867-6747), Vol. 10, No. 6, PraiseWorthy Prize, Italia, 20xx (Terindeks Scopus),

2.1.2 Penelitian yang dilakukan

Dalam penelitian ini, yang dilakukan adalah mengembangkan metode baru yang merupakan kombinasi metode *bacteria foraging* dengan *particle swarm optimization* pada sistem tenaga listrik untuk memperoleh redaman yang optimal pada koordinasi kontroller sistem tenaga listrik. Untuk memperjelas penelitian ini dapat diilustrasikan pada bagan roadmap seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.1 dan tabel berikut ini.



Gambar 2.1 Roadmap penelitian

Tabel Studi Pendahuluan Yang Telah Dilakukan

Kontroller	Metode	Waktu
AVR, PID based PSS (IBGManuaba dkk)	Menggunakan metode kombinasi <i>Bacteria Foraging-Particle Swarm Optimization</i> dengan <i>Time Varying Acceleration Coeficient</i>	2011
PID dengan CES dan AGC (Chavali K Bharadwaj, Rajesh J Abraham)	Kontroller PID untuk menala gain dengan Teknik Genetic Algorithm dan CES diminimisasi dengan kriteria <i>Integral Time Squared Error</i>	2011
PSS dan FACTS (Bindeshwar Singh dkk) (review paper)	Menggunakan teknik ; teknik optimasi pemograman non linier, teknik optimasi pemograman linier, dan teknik berdasarkan kecerdasan buatan seperti; algoritma genetik, jaringan syaraf tiruan, <i>expert system</i> , optimasi <i>tabu search</i> , algoritma <i>ant colony</i> , pendekatan <i>simulated annealing</i> , algoritma <i>particle swarm optimization</i> , dan pendekatan berbasis logika <i>fuzzy</i>	2010
CES dengan AGC (Rajesh Joseph Abraham dkk)	Menggunakan metode analitik; teknik <i>Integral Squared Error</i>	2005, 2010
PSS dan TCSC (H. Shayeghi dkk).	Menggunakan algoritma <i>Particle Swarm Optimization</i> untuk desain koordinasinya	2008, 2010
AVR dan CPSS dengan CES berdasarkan loop AGC (V. mukherjee, S.P. Ghoshal)	Menggunakan metode <i>Craziness – Particle Swarm Optimization</i> untuk menala parameternya	2009
PSS (Ghoshal, dkk,)	Menggunakan teknik yang terinspirasi alam – <i>Bacteria Foraging Optimization</i> (BFO) untuk menala parameternya	2009
PSS (K, Sebaa, M. Boudour)	Menggunakan <i>genetic algorithm</i> untuk mendapatkan lokasi optimal dan desain yang robust	2009
PSS, SVC dan	Menggunakan eigenvalue untuk fungsi	2003, 2005,

STATCOM (<i>M.A. Abido</i>)	objektifnya dan algoritma genetic yang 2008 dimasukkan untuk mencari parameter kontroler yang optimal
PSS dan FACTS (<i>L.J.Cai, dan I. Erlich</i>)	Menggunakan model sistem linier dengan 2003, 2005 konstrain algoritma optimisasi non linier

2.1.3 Keterbaruan (*State of the art*) Pada Penelitian yang dilakukan

Sudah cukup banyak yang mengusulkan perbaikan stabilitas untuk sistem tenaga listrik baik untuk mesin tunggal maupun multi mesin. Perhatian secara khusus difokuskan pada pengaruh *Automatic Generator Control (AGC)* untuk mengendalikan system frekwensi pada peredaman osilasi yang merupakan fenomena karakteristik stabilitas. AGC pada sistem tenaga listrik merupakan sistem untuk menyesuaikan *output* daya dari beberapa generator di pembangkit listrik yang berbeda, dalam menanggapi perubahan beban. Jika beban pada *system* dinaikan, kecepatan turbin akan berkurang sebelum *system* dapat menyesuaikan *input* dengan beban yang baru. Generator sinkron dilengkapi regulator tegangan otomatis dan sistem eksitasi yang untuk secara otomatis mengontrol tegangan terminal dari mesin. *Power system stabilizer (PSS)* dihubungkan secara langsung ke *AGC* dari generator sinkron yang tujuan utama dari konfigurasi kontrol adalah untuk memberikan pengaturan redaman dan frekwensi.

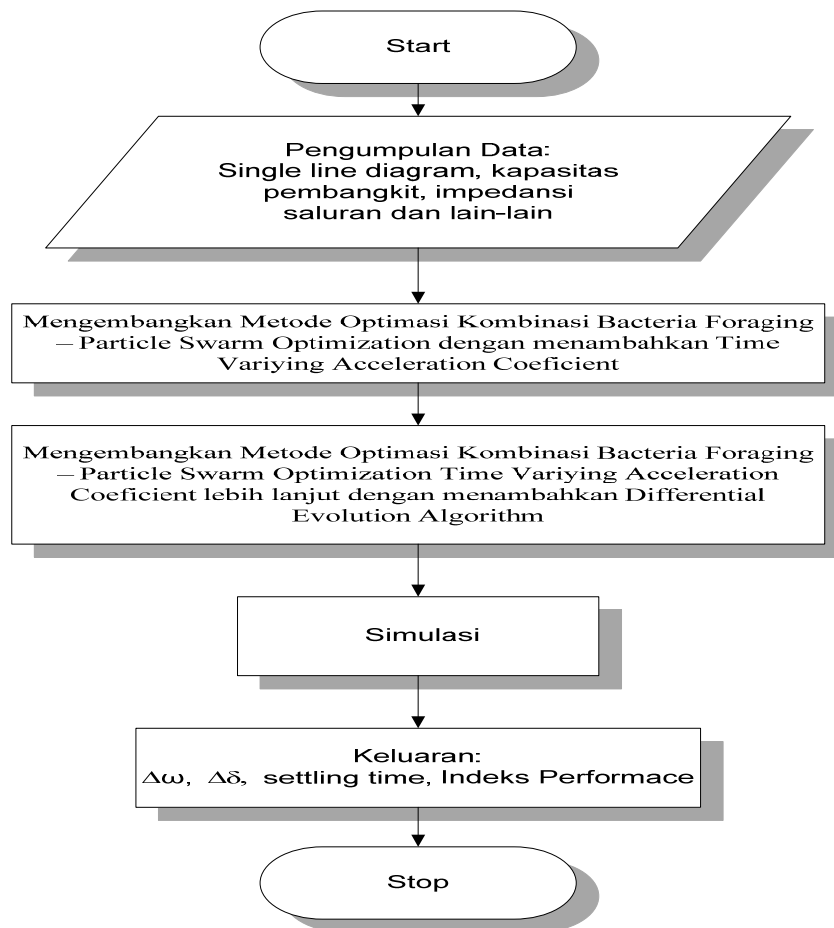
Keterbaruan penelitian ini (*state of the art*) adalah pendekatan original/desain baru yaitu: Penelitian ini menerapkan desain AGC dengan parameter tertala menggunakan metode: kombinasi dari *bacteria foraging algoritma, particle swarm optimization (PSO)* dengan menambahkan *time varying acceleration coefficient (TVAC)* dan *differential evolution (DE)*.

BAB III

METODA PENELITIAN

3.1 Prosedur Penelitian

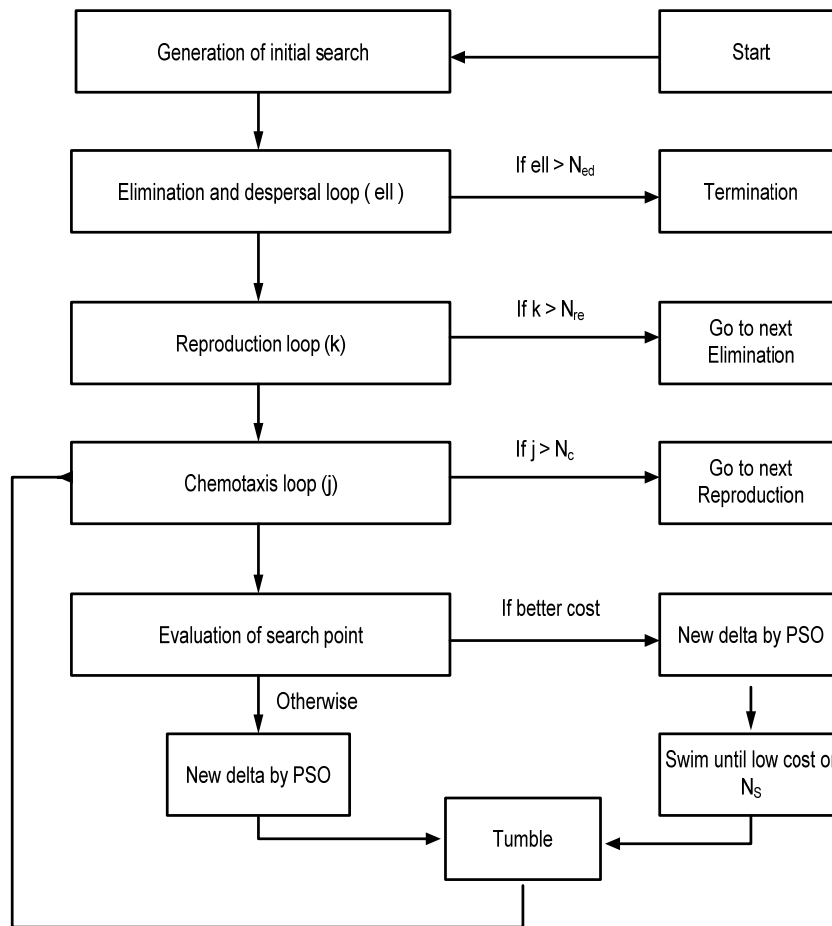
Metodologi merupakan cara yang tersusun secara teratur dan terstruktur dalam melakukan penelitian. Dalam bagian ini, diuraikan prosedur untuk menyelesaikan penelitian yang terbagi dalam beberapa urutan seperti pada gambar 3.1. Langkah awal penelitian ini dimulai dengan studi literatur, mengumpulkan data semua parameter sistem, selanjutnya mengembangkan metode optimasi kombinasi BF-PSO, melakukan simulasi pada sistem metode hasil pengembangan, menganalisis hasil keluaran. Adapun alurnya dapat dilihat dibawah ini:



Gambar 3.1. Skema Penelitian Awal

3.2. Metode Optimasi

Metode Optimasi yang digunakan adalah merupakan pengembangan dari metode kombinasi *Bacteria Foraging – Particle Swarm Optimization*. Dimana pemilihan metode ini didasarkan pada pemanfaatan kemampuan PSO untuk pertukaran sosial informasi dan kemampuan bakteri mencari makan dalam mencari solusi baru dengan eliminasi dan *dispersal*. (Wael M. Korani dkk, 2009) serta *Differential Evolution* yang merupakan metode statistik untuk meminimalisasi fungsi objektif yang tidak menggunakan parameter vektor tunggal melainkan menggunakan populasi yang sama pentingnya dengan vektor. (K.Vaisakh dkk, 2009).



Gambar 3.2 Diagram Alur *Bacteria Foraging* yang diorientasi oleh *PSO* (Wael M. Korani dkk, 2009)

3.3 Tahapan Penelitian

Rangkaian Penelitian Yang Dilakukan

3.3.1 Penelitian yang dikerjakan

Fase I

Penelitian yang dilakukan pada tahun pertama dengan menerapkan metode optimasi kombinasi *bacteria foraging – particle swarm optimization* dengan *time varying acceleration coefficient* dengan *differential evolution algorithm* (BF-PSOTVACDE) pada *Automatic Generator Control* (AGC) untuk meredam osilasi pada sistem tenaga listrik menggunakan model linear *single machine infinite bus* (SMIB). Pada tahapan ini direncanakan menghasilkan *paper* sebagai berikut :

Enhancement AGC performance based on BFAPSOTVACDE Algorithm

(Paper ini di submit ke “Recent Advances in Electrical & Electronic Engineering”, <http://http://benthamscience.com>, Indexed by **Scopus**, EBSCO, Proquest)

Fase II

Penelitian selanjutnya yang dilakukan pada tahun kedua adalah penerapan metode optimasi kombinasi *bacteria foraging – particle swarm optimization time varying acceleration coefficient* dengan *differential evolution algorithm* (BF-PSOTVAC-DE) pada koordinasi *Automatic Generator Control* (AGC) dengan *controller FACTS devices* untuk meredam osilasi pada sistem tenaga listrik menggunakan model linear *single machine infinite bus* (SMIB). Penerapan pada tahapan ini diharapkan menghasilkan *paper* sebagai berikut :

Coordinated AGC and FACTS Device with hybrid BFAPSODE to improving performance of power systems

(Paper ini rencananya di submit ke International Journal “International Review on Modelling and Simulations (IREMOS)”, <http://www.praiseworthyprize.com>, Indexed by **Scopus**, EBSCO, CSA/CIG, Google Scholar

3.3.2 Penelitian yang akan dikerjakan lebih lanjut adalah :

Fase IV (Lanjutan)

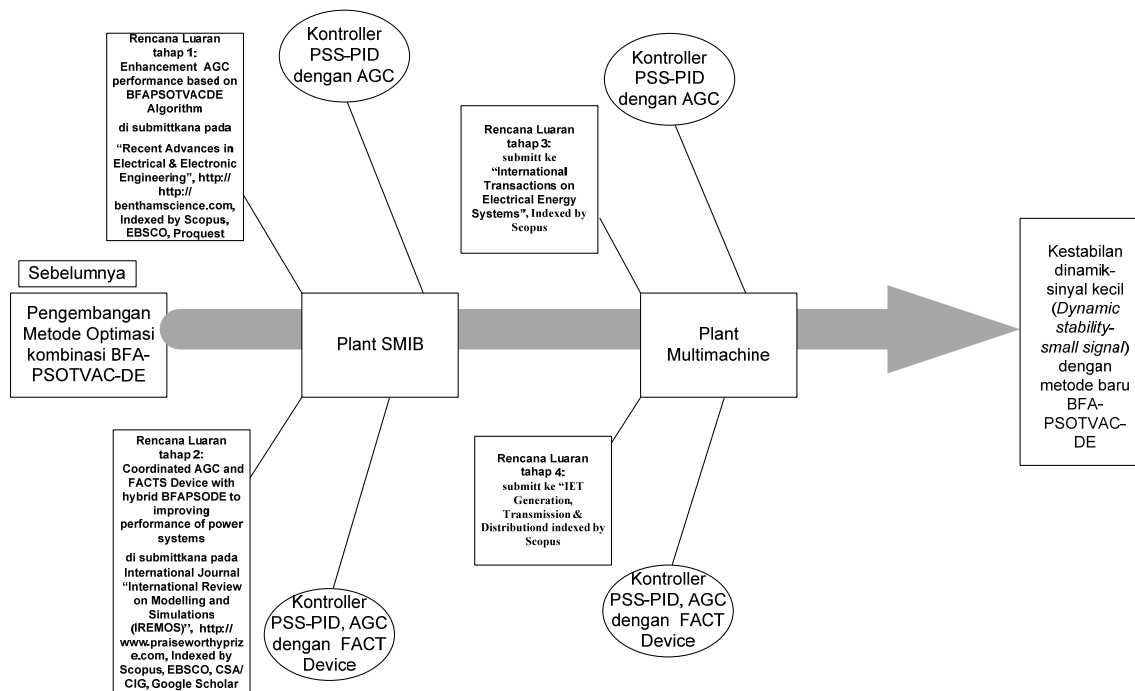
Penerapan metode optimasi kombinasi *Bacteria Foraging – Particle Swarm Optimization Time Varying Acceleration Coefficient* lebih lanjut dengan *Differential*

Evolution Algorithm (BF-PSOTVAC-DE) pada koordinasi *Automatic Generator Control (AGC)* untuk meredam osilasi pada sistem tenaga listrik menggunakan model linear *Multi machine*. Penerapan metode ini rencananya menghasilkan paper yang di submit ke International Journal “ International Review of Electrical Engineering (IREE)”, <http://www.praiseworthyprize.com>, Indexed by Scopus, EBSCO, CSA/CIG, Index Copernicus

Fase V (Lanjutan)

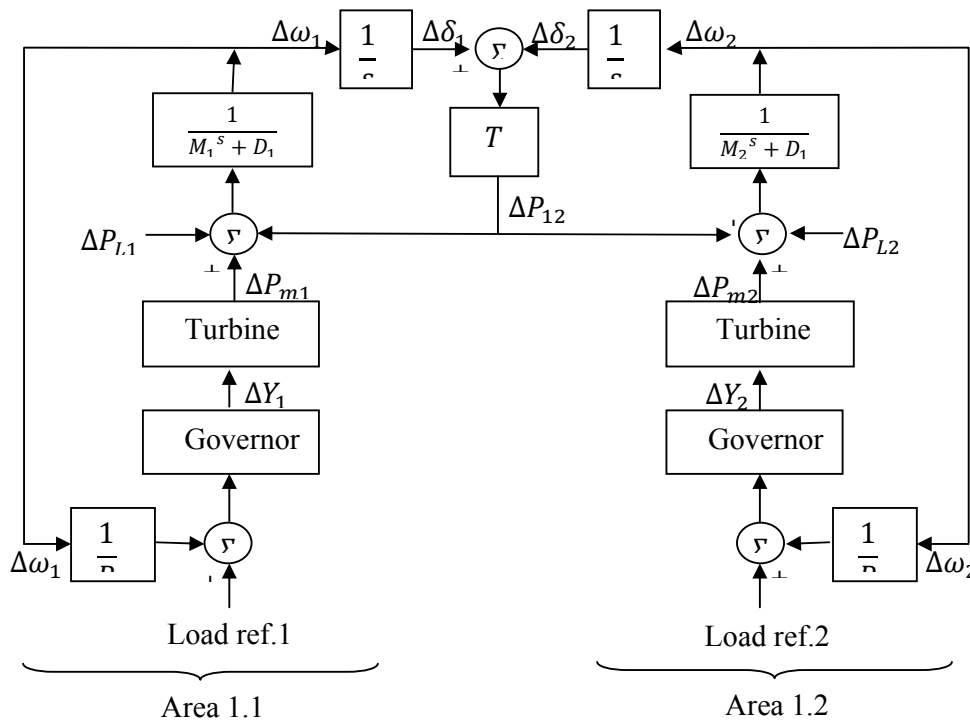
Penerapan metode optimasi kombinasi *Bacteria Foraging – Particle Swarm Optimization Time Varying Acceleration Coefficient* lebih lanjut dengan *Differential Evolution Algorithm (BF-PSOTVAC-DE)* pada koordinasi *Automatic Generator Control (AGC)* untuk meredam osilasi pada sistem tenaga listrik menggunakan model linear *Multi machine* dengan koordinasi kontrol dengan perangkat FACTS. Penerapan metode ini rencananya menghasilkan paper yang di submit ke International Journal “ International Review of Electrical Engineering (IREE)”, <http://www.praiseworthyprize.com>, Indexed by Scopus, EBSCO, CSA/CIG, Index Copernicus

3.4 Fishbone Diagram



3.5 Model AGC

Dengan *load frequency control* sebagai *looping* utama, jika terjadi perubahan beban *system* akan menghasilkan deviasi pada keadaan *steady state*, tergantung dari regulasi kecepatan pengatur pada mesin. Untuk mengurangi deviasi frekuensi sampai dengan nol, diperlukan *reset*. Peresetan ini dapat dicapai dengan menggunakan sebuah kontroler integral sebagai pengontrol beban referensi untuk mengubah *set point* kecepatan. Integral kontroler ini menambah *tipe* sistem sebanyak 1 yang memaksa frekuensi akhir menjadi $\Delta f = 0$.



Gambar 4.3 Sistem dua area dengan *primary speed control* (Prabha Kundur,1994)

Gambaran diagram blok dari sistem ditunjukkan diatas, dengan masing-masing daerah diwakili oleh *equivalent inertia* M , *load-damping constant* D , *turbine*, dan *governing system* dengan *effective speed droop* R . *Tie-line* adalah representasi dari *synchronizing torque coefficient* T . positif ΔP_{12} merupakan peningkatan transfer daya dari *area* 1 ke *area* 2. Hal ini berlaku untuk meningkatkan beban *area* 1 dan menurunkan beban *area* 2. Dimana *feedback* dari ΔP_{12} memiliki tanda negatif untuk *area* 1 dan tanda positif untuk *area* 2. Penyimpangan frekuensi *steady-state* ($f - f_0$) sama untuk kedua *area*. Untuk total perubahan beban ΔP_L , dapat dilihat pada rumus berikut:

$$\Delta f = \Delta\omega_1 = \Delta\omega_2 = \frac{-\Delta P_L}{(1/R_1 + 1/R_2) + (D_1 + D_2)}$$

3.6 Model Linear Sistem Tenaga

Untuk tujuan analisis stabilitas sinyal-kecil, model linear telah dianggap cukup memadai untuk memodelkan sistem tenaga listrik dengan bermacam-macam komponennya. Pemodelan ruang keadaan tidak hanya dikaitkan dengan sifat masukan dan keluaran, tetapi juga dengan sifat internal secara keseluruhan, beda sekali dengan pemodelan fungsi alih. Pemodelan fungsi alih hanya menetapkan karakter masukan/keluaran. Jika pemodelan ruang keadaan sistem diketahui, fungsi alih dapat didefinisikan secara unik. Analisa kestabilan dinamik (kestabilan didaerah sekitar titik kerja) yang meliputi respons dinamik sistem tergantung pada kesahihan pemodelan sistem tersebut. (Imam Robandi, 2006)

BAB IV
BIAYA DAN JADWAL PENELITIAN

4.1 Anggaran Biaya

Anggaran biaya yang diajukan disusun lebih rinci pada lampiran 1. Adapun ringkasan anggaran biaya yang diajukan pertahunnya dapat dilihat dari tabel berikut ini

No.	Jenis Pengeluaran	Biaya yang diusulkan (Rp)
		Tahun
1	Gaji dan Upah	Rp 7,500,000
2	Bahan habis pakai dan peralatan	Rp 10,000,000
3	Perjalanan	Rp 2,500,000
4	Lain-lain	Rp 5,000,000
	Jumlah biaya	Rp 25,000,000

4.2 Jadwal Penelitian

Jadwal penelitian yang dirancang sesuai dengan yang digambarkan pada tabel dibawah ini

No	Jenis Kegiatan	Tahun											
		Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Persiapan:												
	- Study Literatur	■	■	■	■	■							
2	Pelaksanaan:												
	- Pembuatan Simulasi dan pengambilan data			■	■	■	■	■					
	- Analisis dan Validasi Model					■	■	■	■	■			
	- Pengembangan Simulasi					■	■	■	■	■	■		
3	Publikasi :												
	- Jurnal Internasional									■	■		
4	Penyusunan Laporan												
	Laporan Akhir										■	■	

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed A. Ba-muqabel, and Mohammad A. Abido (2006), "Review of Conventional Power System Stabilizer Design Methods", *IEEE International Conference GCC*, pp. 1-7.
- A. M. El-Zonkoly (2006), "Optimal Tuning of Power Systems Stabilizer and AVR Gains Using Particle Swarm Optimization", *Elsevier Expert Systems with Applications*, Vol. 31, pp. 551-557.
- A. Oonsivilai and B. Marungsri (2008), "Stability Enhancement for Multi-machine Power System by Optimal PID Tuning of Power System Stabilizer Using Particle Swarm Optimization", *WSEAS Transactions on Power Systems*, Vol. 3, pp. 465-474
- A.S. Bazanella, A.S. e Silva (2001), "Coordinated design of damping controllers for robustness of power systems stability", *Electrical Power and Energy Systems*, pp. 69-79.
- B. Selvabala, D. Devaraj (2010), "Co-Ordinated Tuning of AVR-PSS Using Differential Evolution Algorithm", *IPEC 2010*, pp. 439-444.
- H. Shayeghi, A. Safari, and H. A. Shayanfar (2008), "Multimachine Power System Stabilizers Design Using PSO Algorithm," *International Journal Of Electrical Power and Energy Systems Engineering*, pp. 226-233.
- H. Shayeghi, A. Safari, H.A. Shayanfar (2010), "PSS and TCSC Damping Controller Coordinated Design Using PSO in Multi-machine Power System", *Energy Conversion and Management*, pp. 2930-2937.
- I.B.G. Manuaba, M Abdillah, A. Soeprijanto, and Mauridhi Herry P. (2011), "Coordination of PID Based Power System Stabilizer and AVR Using Combination Bacterial Foraging Technique – Particle Swarm Optimization, *The 4th International Conference on Modeling, Simulation and Applied Optimization*, Kuala Lumpur, Malaysia, pp. 508-514.
- I.B.G. Manuaba, R. S. Hartati, A. Soeprijanto, and M. H. Purnomo (2010), "The Application of Particle Swarm Optimization Method to Solve Economic Dispatch Problem in Electric Power System Bali", *The 11th Seminar On Intelligent Technology and Its Applications*, Surabaya, Indonesia, Vol. 11
- Imam Robandi (2006), "Desain Sistem Tenaga Modern", Andi Offset, Yogyakarta, Indonesia.
- K. Bhattacharya, J Nanda and M L Kothari (1997), "Optimization and Performance Analysis of Conventional Power System Stabilizers", *Electrical Power & Energy Systems*, Vol. 19, No. 7, pp. 449-458.
- K. Sebaa, M. Boudour (2009), "Optimal Locations and Tuning of Robust Power System Stabilizer Using Genetic Algorithms", *Electric Power Systems Research*, pp. 406-416.
- K. Vaisakh, P. Praveena, S. Rama Mohana Rao (2009), "PSO-DV and Bacterial Foraging Optimization Based Dynamic Economic Dispatch with Non-Smooth Cost Functions", *International Conference on Advances in Computing, Control and Telecommunication Technologies*, pp. 135-139.
- K.T. Chaturvedi, M. Pandit, and L. Srivastava (2009), "Particle Swarm Optimization with Time Varying Acceleration Coefficients for Non-Convex Economic Power Dispatch", *Electrical Power and Energy Systems*, pp.
- M.A. Abido, Y.L. Abdel-Magid (2003), "Coordinated design of a PSS and an SVC-based controller to enhance power system stability", *Electrical Power and Energy Systems*, pp. 695-704.

- M A Pai, C D Vournas, A N Michael, and H Ye (1997),), "Applications of interval matrices in power system stabilizer design", *Electrical Power and Energy Systems*, vol.19, No.3, pp.179-184.
- Noroozian M, Ghandhari M, Andersson G, Gronquist I, Hiskens I (2001), "A Robust Control Strategy for Shunt and Series Reactive Compensators to Damp Electromechanical Oscillations", *IEEE Trans Power Delivery*, pp. 821-817.
- P. Praveena, K. Vaisakh, S. Rama Mohana Rao (2010), "A Bacterial Foraging PSO-DE Algorithm for Solving Dynamic Economic Dispatch Problem with Security Constraints", *The 2010 Joint International Conference on Power Electronic, Drives and Energy Systems (PEDES)*, India, pp. 1-7.
- P.M. Anderson and A.A. Fouad (1982), "Power System Control And Stability", *Iowa State University Press*, Ames, Iowa
- Prabha Kundur (1994), "Power System Stability and Control", McGraw-Hill, New York, USA.
- Ramos RA, Martins ACP, Bretas NG (2005), "An Improved methodology for the design of power system damping controllers", *IEEE Trans Power System*, pp. 1938-1945.
- Rodrigo A. Ramos (2009), "Stability analysis of power considering AVR and PSS output limiters", *Electric Power Systems Research*, pp. 153-159.
- Ruijun Dong (2009), "Differential Evolution versus Particle Swarm Optimization for PID Controller Design", *Fifth International Conference on Natural Computation*, pp. 236-240.
- S.P. Ghoshal, A. Chatterjee, V. Mukherjee (2009), "Bio-inspired fuzzy logic based tuning of power system stabilizer", *Expert System with Applications*, pp. 9281-9292.
- Sidhartha Panda (2011), "Robust Coordinated Design of Multiple and Multi-type Damping Controller Using Differential Evolution Algorithm", *Electrical Power and Energy Systems*, pp. 1018-1030.
- Sidhartha Panda and Narayana Prasad Padhy (2007) "MATLAB/SIMULINK Based Model of Single-Machine Infinite-Bus with TCSC for Stability Studies and Tuning Employing GA", *International Journal of Computer Science and Engineering*, pp. 50-59.
- W.M. Korani, H. T. Dorrah, and H.M. Emara (2009), "Bacterial Foraging Oriented by Particle Swarm Optimization Strategy for PID Tuning", *IEEE International - Symposium on Computation Intelligence in Robotic and Automation (CIRA)*, pp. 445-450.
- Wanliang Fang, II.W. Ngan (2003), "Enhancing small signal power system stability by coordinating unified power flow controller with power system stabilizer", *Electrical Power Systems Research*, pp. 91-99.
- Zhenhua Jiang (2009),), "Design of a nonlinear power system stabilizer using synergetic control theory", *Electric Power Systems Research*, pp. 855-862.

LAMPIRAN 1

JUSTIFIKASI ANGGARAN

Anggaran biaya penelitian ini sudah menggunakan standar Standar biaya Perjalanan dan honorarium mengikuti Peraturan Menteri Keuangan No. 84/PMK.02/3011 tentang Standar Biaya Umum 2012

Kegiatan	Qty	satuan	Waktu	Unit harga	Jumlah
A. Honor Penelitian	30%				7,500,000
- Peneliti Utama (ketua)	1	OJ	248	12,500	3,100,000
- Peneliti Muda (anggota)	1	OJ	150	10,000	1,500,000
- Pembantu Peneliti	2	OJ	120	7,500	900,000
- Pembantu Lapangan	2	OJ	100	20,000	2,000,000
B. Bahan Habis Pakai dan Peralatan	40%				10,000,000
- Pembelian Hard disk external (1 Tr)	1	Unit	1	2,750,000	2,750,000
- Perbaikan Printer Warna	1	Unit	1	750,000	750,000
- Pembelian refill tinta warna	3	Unit	1	250,000	750,000
- Perbaikan computer penelitian	5	Unit	1	550,000	2,750,000
- Perbaikan monitor kompu-ter	5	Unit	1	400,000	2,000,000
- Perbaikan pengolahan data	1	Unit	1	1,000,000	1,000,000
C. Perjalanan	10%				2,500,000
- Ticket Denpasar – Surabaya PP	2	Paket	2	500,000	1,000,000
- Lumsum	2	OH	2	500,000	500,000
- Uang Saku	2	OH	2	125,000	500,000
- Hotel	2	K/H	1	750,000	500,000
D. Lain - lain	20%				5,000,000
- Fee International Journal terindex scopus/National Terakreditasi	1	paket	1	3,500,000	3,500,000
- ATK, penjilidan dan pengiriman	1	paket	1	1,500,000	1,500,000
- Komunikasi	5	unit	1	150,000	750,000
Total (A + B + C + D)	100%				25,000,000

Total dana yang diusulkan sebesar *Dua Puluh Lima Juta Rupiah*

LAMPIRAN 2

Susunan Organisasi Tim Peneliti dan Pembagian Tugas

No	Nama/NIDN	Instansi Asal	Bidang Ilmu	Alokasi Waktu(jam/minggu)	Uraian Tugas
1.	Ida Bagus Gede Manuaba, ST., MT. (0009016113)	Fak. Teknik Unud	Teknik Sistem Tenaga	300	- Mengembangkan model optimasi sistem - Membuat algoritma program optimasi - Menguji design dan kinerja pada sistem
2.	Widyadi Setiawan, ST., MT. (0015087409)	Fak. Teknik Unud	Teknik Sistem Tenaga	150	- Mengolah data sistem - menganalisis data sistem dan hasil optimasi
3.	Mahasiswa: 1. Indira Gunawan (NIM: 1404405004) 2. I Gst Ngurah Nanda Ramdipa Amerta (NIM: 1404405059)	Fak. Teknik Unud	Teknik Sistem Tenaga	120	- Menginput dan mengolah data pada design optimasi - Menganalisis pada model optimasi lain sebagai pembanding

LAMPIRAN 3

RIWAYAT HIDUP PENELITI

A. Identitas Diri

Ketua Peneliti

Nama : Ida Bagus Gede Manuaba, ST., MT.
Jenis Kelamin : laki-laki
Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
NIP : 19690109 199703 1 003
NIDN : 0009016113
Tempat dan Tanggal Lahir : Denpasar, 09 Januari 1969
E-mail : ibgmanuaba@unud.ac.id
No Telepon/HP : (0361) 288311 / 08123900463
Alamat Kantor : Kampus Bukit Jimbaran
Nomor Telp/Faks : 0361)7033315

B. Riwayat Pendidikan

Jejang Pendidikan	Tempat	Tahun Lulus	Gelar
S1	Unud	1996	Sarjana Teknik
S2	ITS	1999	Magister Teknik

C. Publikasi Artikel Ilmiah

No	Judul	Publikasi/Penerbit	Tahun
1.	Pengaruh Penjadwalan Operasi Unit Pembangkit Thermal dengan Menggunakan Metode Dekomitmen Terhadap Biaya Total Pembangkitan	Majalah SARATHI (akreditasi dikti), Vol 15, , ISSN;0852-7741, hal. 147 s/d 157	2008
2.	Potensi Energi Pasang Surut (Tidal Energy) Untuk Alternatif Pembangkit Tenaga Listrik di Bali,	Majalah Ilmiah SARATHI (akreditasi dikti), Vol.15, ISSN;0852-7741, hal. 338 s/d 349	2008
3.	Analisa Aliran Daya Dengan Metode Injeksi Arus Pada Sistem Distribusi 20 KV,	Majalah Ilmiah TEKNOLOGI ELEKTRO, Vol. 8, ISSN;1693-2951, hal. 46 s/d 51	2009

D. Pemakalah Seminar Ilmiah (Oral Presentation)

No	Nama Pertemuan ilmiah/Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1	<i>The 11th Seminar On Intelligent Technology and Its Applications (SITIA)</i>	The Application of Particle Swarm Optimization Method to Solve Economic Dispatch Problem in Electric Power System Bali	Surabaya, Indonesia, 2010
2	<i>The 4th International Conference on Modeling, Simulation and Applied Optimization (ICMSAO)</i>	Coordination of PID Based Power System Stabilizer and AVR Using Combination Bacterial Foraging Technique – Particle Swarm Optimization	Kuala Lumpur, Malaysia, 2011

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Hibah Fundamental

Denpasar, 17-Februari-2018

Pengusul,



(Ida Bagus Gede Manuaba, ST., MT.)

Anggota Peneliti

A. Identitas Diri

1. Nama lengkap dengan gelar : Widyadi Setiawan, ST., MT.
2. NIDN/NIP : 0015087409/19740815 200003 1 002
3. Tempat dan tanggal lahir : Jakarta, 15 Agustus 1974
4. Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Perguruan Tinggi : Universitas Udayana
5. Alamat Kantor (Telp./Fax/e-mail) : Jurusan Teknik Elektro
Kampus Bukit Jimbaran - Bali
Telp. 0361-703315
Fax. 0361-703315
- Alamat rumah (Telp./Fax/e-mail) : Perum Taman Dukuh Sari Blok F 13
HP. 08123636625
6. Pekerjaan :
Staf Pengajaran Jurusan Teknik Elektro FT UNUD, 2001 – sekarang

7. Pendidikan (mulai S1)

Universitas/Institut dan lokasi	Gelar	Tahun Selesai	Bidang Studi
UGM, Yogyakarta	ST.	1998	Sistem Isyarat Elektronis
UGM, Yogyakarta	MT.	2001	Sistem Isyarat Elektronis

8. Publikasi Ilmiah (5 tahun terakhir)

No	Jurnal Publikasi	Nama Jurnal	Tahun
1	Aplikasi Logika Fuzzy pada Otomatisasi Perancangan Filter Digital	Teknologi Elektro, Vol. 3, No. 2, Desember 2004, ISSN: 1693-2951	2004
2	Aplikasi Jaringan Syaraf Tiruan Perambatan Balik pada Pengenalan Angka Tulisan Tangan	Teknologi Elektro, Vol. 4, No. 2, Desember 2005, ISSN: 1693-2951	2005
3	Aplikasi Neural Network dan Fuzzy Logic pada Otomatisasi Pembacaan Check Bank secara Off-line	Proceeding TPSDP 2005	2005
4	Perencanaan Menara Seluler Terpadu di Provinsi Bali	Udayana University Press, 2009, ISSN: 978-979-8286-79-7	2009
5	Sistem Kamera Pengawas Terpadu sebagai Strategi Pengamanan Wilayah Bali	Udayana University Press, 2009, ISSN: 978-979-8286-78-0	2009
6	Solusi Alternatif Pengamanan Bali Melalui Penggunaan Smart Card pada Pengujung/Pendatang ke Bali	Udayana University Press, 2009, ISSN: 978-979-8286-77-3	2009

9. Riwayat Penelitian

No	Judul	Keterangan	Tahun
1.	Studi Perencanaan Penataan Tower Bersama di Kabupaten Badung	Kerjasama antara Kantor Dinas Informasi dan Telematika Kabupaten Badung dengan Jurusan Teknik Elektro Universitas Udayana	2004
2.	Studi Perencanaan Menara Telekomunikasi Seluler Terpadu di Provinsi Bali	Kerjasama antara Bappeda Provinsi Bali dengan Jurusan Teknik Elektro Universitas Udayana	2006
3	Penelitian dan Pengembangan Kamera Pengawas Terpadu Bali	Kerjasama antara Bappeda Provinsi Bali dengan Jurusan Teknik Elektro Universitas Udayana	2007
4	Kajian Pengadministrasian Identitas Pengujung/Pendatang ke Bali	Kerjasama antara Bappeda Provinsi Bali dengan Jurusan Teknik Elektro Universitas Udayana	2008
5	Rancang Bangun Deteksi dan Identifikasi Wajah secara Real Time pada Aplikasi Sistem Absensi Pegawai dengan Metode Jaringan Syaraf Tiruan	Usulan yang telah diterima untuk DIPA Universitas Udayana	2009
6	Optimasi Reaktif Power Dispatch Pada Pembangkit Bali Menggunakan Real-Coded Genetic Algorithm (RGA)	Usulan yang telah diterima untuk DIPA Universitas Udayana	2011
7	Perbandingan Peramalan Beban Listrik Jangka Pendek Menggunakan Support Vector Machine Dan Jaringan Syaraf Tiruan Perambatan Balik (Studi Kasus Di Pulau Bali)	Usulan yang telah diterima untuk DIPA Universitas Udayana	2012

Denpasar, 17 Februari 2018

Yang membuat,



Widyadi Setiawan, ST., MT.

**Mahasiswa
Identitas Diri**

1.	Nama Lengkap	Indira Gunawan	L
2.	NIM	1404405004	
3.	Konsentrasi bidang	Teknik Sistem Tenaga	
4.	Tanggal Lahir	04 januari 1996	
5.	Alamat Rumah	Jl. Imam Bonjol Gg. Batan Kepel No. 168	
6.	Nomor Telepon/Faks /HP	- / - / 08552205100375	
7.	Alamat e-mail	indragunawan596@gmail.com	

1.	Nama Lengkap	I Gst Ngurah Nanda Ramdipa Amerta	L
2.	NIM	1404405059	
3.	Konsentrasi bidang	Teknik Sistem Tenaga	
4.	Tanggal Lahir	05 Agustus 1996	
5.	Alamat Rumah	Br Bunut Bolong, Desa Manggissiwi, Jembrana	
6.	Nomor Telepon/Faks /HP	- / - / 085646938313	
7.	Alamat e-mail	nanda_ngurah@yahoo.com	



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS UDAYANA
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

Kampus Bukit Jimbaran. Telp. (Fax) (0361) 703367: 704622.
E-Mail: info-lppm@unud.ac.id [Http://lppm.unud.ac.id](http://lppm.unud.ac.id)

SURAT PERNYATAAN KETUA PENGUSUL

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Lengkap : Dr. Ida Bagus Gede Manuaba, ST., MT.
NIP/NIDN : 19690109 199703 1 003
Pangkat / Golongan : Pembina /IVa
Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
Program Studi/Fakultas : Teknik Elektro/Fakultas Teknik

Dengan ini menyatakan bahwa proposal saya dengan judul: **Strategi Untuk Meningkatkan Kinerja Automatic Generator Control Pada Sistem Tenaga Listrik**, yang diusulkan dalam skema Penelitian Unggulan Program Studi untuk tahun anggaran 2018 dibuat secara bersama-sama oleh tim pengusul dan **bersifat original dan belum pernah dibiayai oleh lembaga/sumber dana lain.**

Bilamana dikemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku dan mengembalikan seluruh biaya penugasan yang sudah diterima ke BLU.

Demikian Surat Pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

Jimbaran, 14 Pebruari 2018

Mengetahui
Ketua LPPM



Prof. Dr. H. I Gede Rai Maya Temaja, MP.
NIP. 19621009 198803 1 002

Yang menyatakan,



Dr. Ida Bagus Gede Manuaba, ST., MT.
NIP. 19690109 199703 1 003