

Penerapan Metode *Soft Computing* dalam Menyelesaikan Permasalahan di bidang Teknik

Zen Munawar, ST, S.Kom., M.Kom

Dosen Tetap Prodi Manajemen Informatika, Politeknik LP3I Bandung

E-mail: munawarzen@gmail.com

Abstrak : Soft Computing merupakan metode yang mampu mengolah data dengan baik. Konsep Soft Computing menitikberatkan kerjasama antara dalam memecahkan suatu permasalahan, sehingga potensi dan keunggulan tiap metode dapat dimanfaatkan secara optimal. Metode *soft computing* dapat meningkatkan kemampuan otomatisasi ke aplikasi tingkat baru. Pengendalian proses adalah sebuah aplikasi penting dari industri apapun untuk mengendalikan parameter sistem yang kompleks, dengan pengendalian parameter dapat memberikan *added value* dari kemajuan tersebut. Cara pengendalian konvensional umumnya berdasarkan pada model matematika yang menggambarkan perilaku dinamis dari sistem pengendalian proses. Pada pengendalian konvensional terdapat kekurangan yang dapat dipahami, pengendali konvensional sering kalah dengan pengendali (*controllers*) cerdas. Metode *soft computing* dapat memberikan kemampuan untuk membuat keputusan dan belajar dari data yang dapat diandalkan. Selain itu, teknik *soft computing* dapat mengatasi dengan berbagai lingkungan dan stabilitas ketidakpastian. Makalah ini membahas berbagai bagian *soft computing* yaitu. *fuzzy logic*, algoritma genetika dan hibridisasi dan meringkas hasil kasus pengendalian proses. Hasil kesimpulan diperoleh pengendali *soft computing* memberikan kontrol yang lebih baik pada kesalahan dibandingkan pengendali konvensional dan pengendali algoritma genetika hibrida berhasil dioptimalkan.

Kata Kunci : *Soft Computing*, *Controllers*, *Fuzzy Logic*, Algoritma Evolusioner, Algoritma Genetika

1. Pendahuluan

Soft computing telah memberikan metodologi canggih untuk pengembangan industri pengendali proses. Hal ini dianggap sebagai pendekatan seni untuk kecerdasan buatan. Dengan adanya kinerja daya komputasi yang tinggi, perancangan telah diterapkan pada teknik intelijen buatan untuk spektrum yang luas dari masalah di dunia nyata yang cerdas dan pengendalian otonom. Dalam satu dekade terakhir, terlihat perkembangan aplikasi teknik *soft computing* di bidang teknik. Seperti penggunaan teknik ini dalam berbagai aplikasi teknik yaitu membuat alat yang sangat diperlukan. Unsur-unsur pokok pada *soft computing* seperti teori *neuron*, *fuzzy logic*, evolusi komputasi, algoritma genetika, *chaotic* sistem dan penalaran probabilistik. Terdapat dua teknik yang muncul yaitu logika *fuzzy* dan algoritma genetika dapat digunakan dalam penelitian ini untuk mengontrol proses sistem.

Teknik *soft computing* mampu menangani non-linearitas dan menawarkan kesederhanaan komputasi. Logika *fuzzy* adalah approximator universal fungsi multivariat karena dapat digunakan untuk pemodelan yang non-linear, pengendali tidak diketahui atau sebagian diketahui. Logika *fuzzy* membantu seorang insinyur untuk memecahkan masalah pengendalian non-linear dalam proses pengendalian. Dengan mengemulasi penalaran

manusia dan menyediakan cara intuitif untuk merancang blok fungsional untuk sistem kontrol cerdas.

Algoritma genetika adalah pencarian heuristik yang meniru proses evolusi alami, dan dapat diterapkan untuk pengendali optimasi proses karena menggunakan operator alami yaitu. mutasi dan crossover (Chang & Ramakrishna, 2002). Berdasarkan kajian pustaka teknik soft computing dapat mengintegrasikan untuk model sinergis atau hybrid dengan yang hasil yang lebih baik. Simulasi adalah realisasi model komputasi. Simulasi memungkinkan seorang insinyur untuk mengetahui bagaimana model berperilaku untuk variasi parameter tertentu. Simulasi dapat dilakukan untuk merancang dan pelaksanaan pengendalian konvensional proporsional derivatif integral atau *proportional integral derivative* (PID), *fuzzy logic controller* (FLC) dan pengendali *hybrid fuzzy logic genetic algorithms* (Helga). aplikasi simulasi dapat secara dinamis menyesuaikan berbagai parameter kontrol proses.

Logika *fuzzy* mencoba untuk secara sistematis dan matematis serta meniru pola pikir manusia dalam menyelesaikan permasalahan dan menyediakan cara intuitif untuk menerapkan pengendalian sistem, pengambilan keputusan dan sistem diagnostik di berbagai cabang industri. Terdapat variabel seperti kecerdasan, kredibilitas, kepercayaan dan reputasi. Variabel tersebut tidak bisa direpresentasikan sebagai nilai-nilai, namun estimasi diperlukan, sistem *fuzzy* adalah teknologi dengan target aplikasi industri dan menambahkan dimensi baru serta menjanjikan domain yang ada dari sistem pengendalian konvensional. Logika *fuzzy* memungkinkan para insinyur untuk mengeksplorasi mereka pengetahuan empiris dan heuristik. Sistem logika *fuzzy* dapat digunakan untuk aplikasi teknik canggih seperti pengendalian sistem cerdas, proses diagnostik, deteksi kesalahan, dan pengambilan keputusan.

Algoritma evolusioner yang berbasis populasi algoritma optimasi meta heuristik yang menggunakan mekanisme biologi yang terinspirasi dan survival pengujian teori untuk memperbaiki solusi iteratif (Yakhchali S. H. and Ghodsypour S. H., 2008), "A Hybrid Genetic Algorithms for Computing the Float of an Activity in Networks with Imprecise Durations", *Proceedings of the IEEE International Conference on Fuzzy Systems, FUZZ-2008*, pp.1789-1794.]. Algoritma genetika merupakan *subclass* dari algoritma evolusioner di mana unsur-unsur dari ruang pencarian berupa string biner atau array dari tipe dasar lainnya. Algoritma genetika adalah teknik pencarian berbasis komputer berpola mekanisme genetik organisme biologis yang telah beradaptasi dan berkembang dalam mengubah lingkungan yang sangat kompetitif. Saat ini telah banyak kemajuan yang menarik dalam penggunaan algoritma genetika untuk menyelesaikan permasalahan di bidang teknik.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Logika Fuzzy

Logika *fuzzy* mencoba untuk secara sistematis dan matematis meniru nalar manusia dalam membuat keputusan (Toufouti , 2006), dan menyediakan cara intuitif untuk menerapkan pengendalian sistem, pengambilan keputusan dan sistem diagnostik di berbagai cabang industri. Logika *fuzzy* merupakan konsep yang sangat baik untuk menutup kesenjangan antara akal manusia dan logika komputasi. Terdapat variabel seperti kecerdasan, kredibilitas, kepercayaan dan reputasi. Variabel tersebut tidak bisa direpresentasikan sebagai nilai-nilai, namun estimasi diperlukan, sistem *fuzzy* adalah teknologi dengan target aplikasi industri dan menambahkan dimensi baru serta menjanjikan domain yang ada dari sistem pengendalian konvensional.

Logika *fuzzy* memungkinkan para insinyur untuk mengeksploitasi mereka pengetahuan empiris dan heuristik yang diwakili dalam aturan IF-THEN dan mentransfernya ke blok fungsional. Sistem logika *fuzzy* dapat digunakan untuk aplikasi teknik canggih seperti pengendalian sistem cerdas, proses diagnostik, deteksi kesalahan, dan pengambilan keputusan.

Menerapkan logika fuzzy dalam perancangan kontroler logika fuzzy pengetahuan kendali operator dapat digunakan untuk mendapatkan aturan dasar fuzzy yang diperlukan dalam strategi pengendalian. Aturan dasar fuzzy terdiri dari aturan linguistik yang memberikan rincian lengkap tentang tindakan Controller Fuzzy Logic untuk mencapai kinerja yang baik untuk proses nonlinier yang dikendalikan. Untuk menerapkan logika fuzzy controller metode penalaran inferensi fuzzy harus digunakan untuk mengaktifkan rule base fuzzy. Data sensorik dari proses pergi ke Fuzzy Logic Controller masukan melalui antarmuka digital analog dan kemudian melalui blok fuzzifikasi yang mengubah data numerik renyah menjadi data fuzzy.

Data-data kabur api beberapa aturan dari basis Fuzzy Logic aturan Controller dan dari setiap aturan menembakkan nilai output kontrol fuzzy diperoleh. Output kontrol fuzzy akhir dihitung menerapkan metode penalaran inferensi Fuzzy atas semua keluaran kontrol secara bersamaan kabur diperoleh dari aturan dipekat. Kemudian final output kontrol fuzzy melalui blok defuzzifikasi akan dikonversi dari fuzzy untuk garing sinyal numerik dan melalui digital - antarmuka analog untuk dikonversi menjadi sinyal kontrol analog (A. Zilouchian and M. Jamshidi, 2010). The Fuzzy Logic Controller harus mengandung sejumlah set parameter yang dapat diubah untuk mengubah kinerja kontroler. parameter ini adalah: - faktor skala untuk setiap variabel; - Himpunan fuzzy mewakili makna nilai-nilai linguistik; aturan fuzzy. Untuk berhasil bekerja jumlah parameter yang akan dicari harus sekecil mungkin (L. Mastacan,2008).

2.2 Algoritma Genetika

Algoritma evolusioner yang berbasis populasi algoritma optimasi meta heuristik yang menggunakan mekanisme biologi yang terinspirasi dan survival pengujian teori untuk memperbaiki solusi iteratif (Yakhchali & Ghodsypour, 2008). Algoritma genetika merupakan *subclass* dari algoritma evolusioner di mana unsur-unsur dari ruang pencarian berupa string biner atau array dari tipe dasar lainnya.

Algoritma genetika adalah teknik pencarian berbasis komputer berpola mekanisme genetik organisme biologis yang telah beradaptasi dan berkembang dalam mengubah lingkungan yang sangat kompetitif. Saat ini telah banyak kemajuan yang menarik dalam penggunaan algoritma genetika untuk menyelesaikan masalah optimasi dalam sistem kontrol proses. Algoritma genetika adalah solusi untuk optimasi dari masalah sulit yang cepat, akurat dan handal.

Sebuah Algoritma genetika (Goldberg, *D.E*, 1989) dimulai dengan tebakan dan upaya untuk meningkatkan tebakan oleh evolusi. Algoritma genetika biasanya akan memiliki lima bagian: (1) representasi dari menebak disebut kromosom, (2) suatu pool awal kromosom, (3) fungsi fitness, (4) fungsi seleksi dan (5) crossover operator dan operator mutasi. Sebuah kromosom dapat berupa string biner atau lebih rumit struktur data. Kumpulan awal kromosom dapat dihasilkan secara acak atau secara manual dibuat.

Untuk memenuhi ditentukan fungsi fitness mengukur kesesuaian kromosom Tujuan: untuk ATG cakupan berdasarkan, kromosom adalah *fit* jika itu sesuai dengan yang lebih besar cakupan. Fungsi seleksi yang memutuskan kromosom akan berpartisipasi dalam evolusi tahap algoritma genetika dibuat oleh crossover dan mutasi operator.

Crossover operator pertukaran gen dari dua kromosom dan menciptakan dua kromosom baru. Operator mutasi perubahan gen dalam kromosom dan menciptakan yang kromosom baru.

Algoritma genetika memiliki langkah-langkah yang terdefinisi dengan baik:

Sebuah algoritma dasar untuk Algoritma genetika adalah sebagai berikut (Somerville, I.,2004)

Pseudo kode untuk Algoritma genetika adalah:

Initialize (population)

Evaluate (population)

While (stopping condition not satisfied) do

{

Selection (population)

Crossover (population)

Mutate (population)

Evaluate (population)

}

Algoritma akan *iterate* sampai populasi *k* telah berkembang untuk membentuk solusi untuk masalah ini, atau sampai jumlah maksimum iterasi telah terjadi (menunjukkan bahwa solusi tidak akan ditemukan diberikan sumber daya yang tersedia).

2.3 Pengendali Konvensional

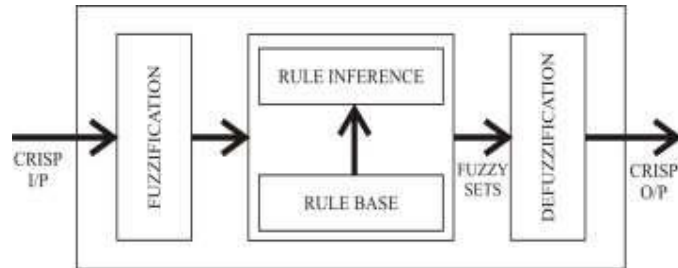
Hal penting dalam pengendalian industri modern adalah dapat mengembangkan metodologi, konsep, algoritma, teknologi untuk desain sistem kontrol proses yang harus mampu berkembang, mengembangkan diri, mengorganisir diri, mandiri mengevaluasi dan untuk diri meningkatkan (Adams & Rattan, 2001). Selama bertahun-tahun, pengendalian proses dan sistem dalam industri ini umum dilakukan oleh para ahli melalui pengendali konvensional proporsional derivatif integral karena kesederhanaan, desain biaya rendah dan kinerja yang kuat dalam kondisi operasional yang luas. sistem kontrol konvensional Berbagai teknologi dan modifikasi telah digunakan untuk mengatasi kesulitan-kesulitan yang ada, termasuk pengendali *auto tuning* derivatif proporsional, teknik adaptif dan teknik kompensasi.

Prosedur pencarian otomatis yang diperlukan untuk pengendali parameter. Konsep teknik cerdas dibuat sebagai sinergi antara sistem konvensional, sistem fuzzy dan algoritma genetika sebagai struktur untuk penyajian informasi dan metode real time sebagai *machine learning*. Metodologi Soft computing telah terbukti sangat cocok untuk menangani ketidakpastian signifikan yang mungkin dihadapi dalam menyelesaikan masalah dunia nyata.

Hibridisasi struktur pengendali masuk kedalam pikiran seseorang dengan segera mengeksplorasi sisi yang menguntungkan dari dua kategori metode *soft computing*. Makalah ini bermaksud untuk menyampaikan beberapa rancangan sistem pengendali proses dengan menggunakan konvensional derivatif integral pengendali proporsional sehingga terjadi peningkatan kinerja lebih lanjut, jika dibandingkan dengan respon sistem yang diperoleh dengan proporsional derivatif integral klasik, *fuzzy logic controller* atau pengendali hibridisasi logika fuzzy algoritma genetika.

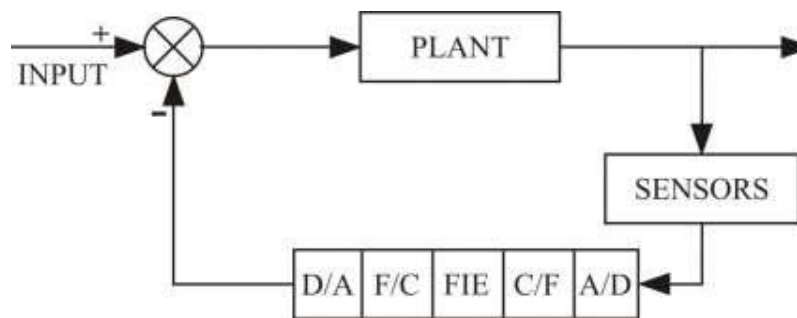
2.4 Pengendali Fuzzy Logic

Kapasitas pengendali konvensional berkurang secara signifikan bila diterapkan pada sistem dengan nonlinearities. sistem fuzzy dapat meningkatkan pengendali kinerja konvensional proporsional derivatif integral. Beberapa pendekatan telah diusulkan dan menerapkan sistem kontrol fuzzy untuk mengendalikan proses. Tujuan dari menggabungkan teknik fuzzy dalam sistem kontrol proses dari batas-batas teknik konvensional dan untuk meningkatkan alat yang ada dengan mengoptimalkan kinerja dinamis. Fuzzy kontrol adalah pendekatan fleksibel dan efektif untuk menangani non-linear dan sistem yang pasti. Sebuah pengendali fuzzy proses dapat dilakukan oleh fuzzification, inferensi fuzzy dan defuzzifikasi komponen seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Schematic of fuzzy logic control.

Sebuah sistem kontrol fuzzy khas yang terdiri plant dari sensor data yang diterapkan untuk konversi analog ke digital diikuti oleh fuzzy ke konversi teratur yang lebih baik dibandingkan mesin inferensi. Di sisi lain, fuzzy untuk fuzzy konversi teratur diikuti oleh konversi digital ke analog, yang diterapkan sebagai input untuk mengontrol plant dengan cara *fuzzy*. Proses ini ditunjukkan pada gambar 2.



D/A: Digital to Analog conversion

A/D: Analog to digital conversion

C/F: Crisp to fuzzy

F/C: Fuzzy to Crisp

FIE: Fuzzy Inference Engine

Gambar 2. Systematic fuzzy process control system.

Dasar dari setiap kontroler fuzzy adalah mesin inferensi, yang terdiri dari seperangkat aturan yang mencerminkan basis pengetahuan dan struktur penalaran untuk solusi dari masalah. metode kontrol fuzzy sangat penting untuk memenuhi tuntutan sistem non linear kompleks karena memberikan kuat, adaptif, karakter diri untuk sistem yang kompleks yang menuntut stabilitas dan fungsionalitas tinggi di luar kemampuan dari metode tradisional. sistem fuzzy dan teori kontrol fuzzy telah menambahkan dimensi baru untuk mengontrol sistem rekayasa. Sebuah logika fuzzy dapat menghasilkan non-linear hukum kontrol sewenang-wenang dan kurangnya prosedur yang sistematis untuk konfigurasi parameter masih menjadi kendala utama dalam aplikasi praktis. Desain kontroler logika fuzzy telah dikendalikan dengan algoritma genetika untuk lebih mengoptimalkan parameter kontroler.

2.5 Pengendali Algoritma Genetika

Algoritma genetika yang dimodelkan pada strategi evolusi alami adalah metodologi yang telah diperkenalkan dan teknik optimasi untuk memecahkan masalah yang kompleks. Selanjutnya, algoritma genetika mencari memiliki paralelisme yang melekat yang memungkinkan identifikasi cepat dari daerah kinerja domain tinggi yang kompleks tanpa mengalami masalah dengan dimensi tinggi.

Teori algoritma genetika didasarkan pada inisialisasi kromosom, memberikan nilai fitness kromosom yang sesuai dengan kriteria kinerja mereka, reproduksi berdasarkan probabilitas crossover yang membagi kode biner dari setiap orang tua menjadi dua atau lebih segmen dan kemudian menggabungkan ke memberikan keturunan baru yang telah mewarisi bagian dari coding nya dari setiap orangtua, proses mutasi di mana coding dari keturunan dilakukan dengan probabilitas rendah. algoritma optimasi ini melakukan pencarian stokastik dengan iterasi dari populasi solusi sesuai dengan kebugaran mereka.

Dalam pengendalian aplikasi, fitness terkait dengan ukuran kinerja dari pengendali proses. Kinerja pengendali logika fuzzy dapat ditingkatkan jika model penalaran fuzzy dilengkapi dengan mekanisme algoritma genetika. Algoritma genetika memungkinkan kita untuk menghasilkan set optimal parameter untuk model logika fuzzy.

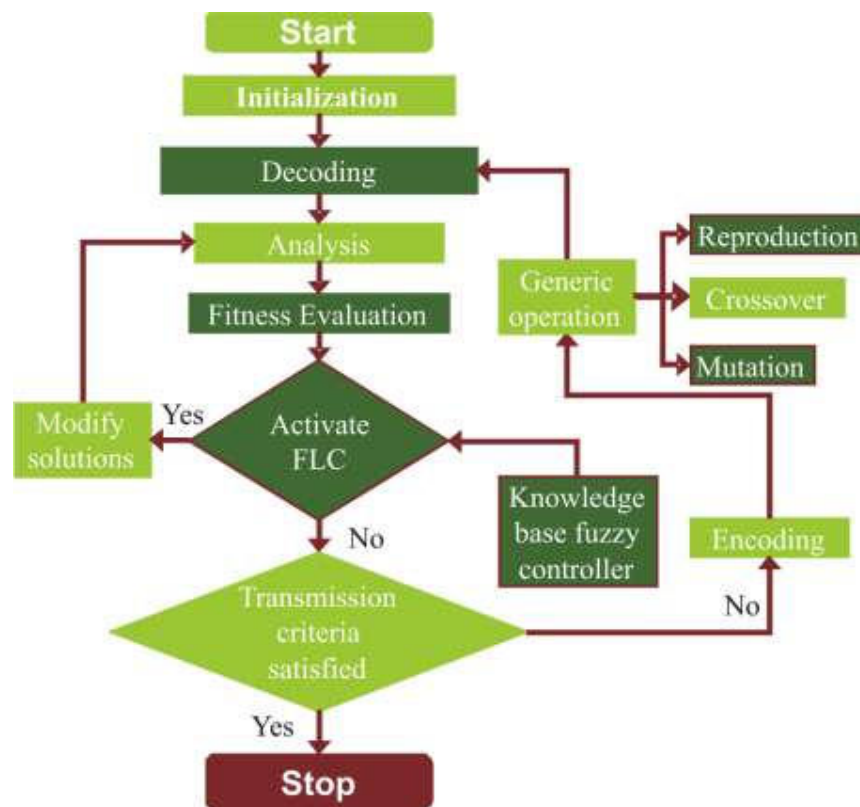
2.6 Hibridisasi dari Metode Soft Computing

Hibridisasi sistem cerdas adalah bidang yang menjanjikan kecerdasan modern untuk pengembangan kontroler generasi berikutnya. Integrasi teknik *soft computing* dapat memecahkan masalah sulit dalam industri kontrol proses. Teknik kecerdasan buatan Hybrid menyediakan pemecahan masalah model yang lebih kuat dan dapat diandalkan dibandingkan model standalone. mengintegrasikan ini teknik meningkatkan kekuatan keseluruhan dan mengurangi kelemahan sehingga membantu untuk memecahkan keseluruhan Masalah kontrol dengan cara yang efektif. Berbagai strategi, model dan desain telah diusulkan oleh peneliti untuk mengintegrasikan berbagai sistem cerdas untuk aplikasi praktis.

Tujuan akhir dari integrasi adalah untuk memodelkan masalah dengan mengambil keuntungan dari kekuatan untuk mencapai efektivitas dan efisiensi. Model matematika dapat digunakan dalam hubungannya dengan teknik cerdas untuk meningkatkan kinerja sistem hybrid untuk aplikasi dunia nyata. Aplikasi baru untuk masalah dunia nyata dari sistem *hybrid* yang terintegrasi bertujuan untuk mencapai hasil yang lebih baik Hasil dari teknik mandiri. Sistem *fuzzy* dengan kemampuan belajar dan adaptasi, komputasi evolusioner telah memunculkan *fuzzy* sistem hybrid genetik dengan kemampuan adaptasi algoritma evolusioner.

Fuzzy sistem telah menunjukkan kemampuan untuk menunjukkan alasan perkiraan khas manusia dengan cara komputasi yang efisien. Algoritma genetika, di sisi lain, merupakan teknik yang kuat dalam kompleksitas masalah optimasi, identifikasi, pembelajaran dan adaptasi. Juga meningkatkan kemampuan untuk desain dan optimasi sistem fuzzy. Tujuan utama dari kecerdasan buatan adalah untuk menghasilkan mesin cerdas yang mensimulasikan dan meniru kecerdasan manusia.

Parameter dari sistem fuzzy ditentukan oleh perancang. Algoritma genetika telah diusulkan sebagai metode pembelajaran yang dapat mengaktifkan generasi otomatis parameter optimal untuk pengendali fuzzy, berdasarkan beberapa kriteria objektif. algoritma genetika dapat diterapkan dalam tiga cara. Algoritma genetika adalah suatu pendekatan yang efisien dan kuat untuk menghasilkan aturan *fuzzy*. Integrasi teori logika fuzzy dengan algoritma genetika memiliki dua fungsi. Algoritma genetika digunakan untuk mengoptimalkan parameter fuzzy logic dan kedua logika fuzzy secara otomatis mengubah parameter genetik seperti mutasi, tingkat Crossover selama proses optimasi. Algoritma untuk melakukan algoritma genetika logika fuzzy regresi dapat di lihat pada gambar 3.



Gambar 3. Blok diagram dari hybrid fuzzy logic genetic algorithm.

Langkah I Pemetaan ruang solusi dalam ruang pencarian, yaitu string biner. membangun fungsi fuzzy fitness menggunakan fungsi tujuan.

Langkah II Buat populasi acak awal, yaitu, populasi koefisien regresi fuzzy yang secara acak ditentukan.

Langkah III Evaluasi setiap kromosom dalam populasi dalam hal nilai fitness-nya.

Langkah IV Jika kondisi penghentian ada, lanjutkan ke langkah VIII.

Langkah V Menghasilkan populasi baru menggunakan metode seleksi, yang secara acak memilih kromosom dari populasi saat ini.

Langkah VI Buat kromosom baru dengan mengawinkan kromosom yang dipilih secara acak. Yang dihasilkan keturunan menggantikan kromosom induk asli dalam populasi.

Langkah VII Bermutasi beberapa kromosom yang dipilih secara acak dengan kemungkinan mereka ditentukan.

Langkah VIII Berhenti, mengembalikan kromosom terbaik dan menerjemahkannya ke dalam coefficient fuzzy kriteria mungkin jumlah maksimum atau minimum dari generasi. Proses interaktif ini dapat digunakan untuk mendapatkan peningkatan kinerja dari koefisien fuzzy.

3. Studi Kasus – Sistem Kecepatan Pada Turbin Gas

Turbin gas termasuk non linier yang memiliki beberapa input dan beberapa output (Balamurugan & Jeyakumar, 2009). Karena untuk rotasi dan tinggi suhu tinggi dari turbin gas, parameter operasional harus sering di rawat dan disetel. Sistem kontrol kecepatan turbin berdasarkan pengendalian dengan teknik kecerdasan buatan. Turbin gas sering ditemui di kilang dalam bentuk turbin uap yang menggunakan hidrolik untuk mengontrol kecepatan turbin (Merrington, 1993). Sebuah proporsional konvensional derivatif dapat digunakan untuk mengontrol sistem turbin kompresor. Dalam hal ini adalah sebuah sistem kontrol umpan balik yang mengukur variabel output dan mengirimkan sinyal kontrol ke kontroler. Controller membandingkan nilai sinyal output dengan nilai referensi dan memberikan sinyal kontrol untuk elemen kontrol akhir melalui aktuator. Ziegler-Nichols (Z-N) metode bergantung pada loop terbuka respon langkah atau tes respon frekuensi loop tertutup. Sebuah proporsional derivatif integral disetel sesuai dengan tabel berdasarkan respon proses uji. Menurut Zeigler-Nichols kriteria tala respon frekuensi 0,6 p cu $K = K$, 0,5 i t = T dan 0,125 d t = T.

Untuk proporsional integral derivatif dalam studi kasus ini, nilai-nilai tuning parameter yang diperoleh adalah $K_p = 18,?$ i = 1,4,? d = 0,3 dan P = 30, I = 21,4, D = 9. Biasanya, nilai-nilai desain awal derivatif integral (PID) proporsional yang diperoleh oleh semua berarti perlu disesuaikan berulang kali melalui simulasi komputer sampai sistem loop tertutup melakukan atau kompromi seperti yang diinginkan. Perhitungan dilakukan di Simulink. Proporsional integral derivatif memberikan overshoot dari 52,4%, settling time dan puncak waktu 9,66 detik dan 10,9 detik masing-masing, yang cukup tinggi dan akan menghasilkan distorsi tinggi dalam sistem. Karena respon yang tinggi di pengendali proporsional integral derivatif, Hasilnya menyimpang dan efisiensi pabrik jauh berkurang (Nagraj & Rampriya, 2008). Fuzzy proporsional derivatif integral (PID) pengendali adalah perpanjangan alami dari konvensional mereka versi, yang melestarikan struktur linier mereka derivatif integral. Fuzzy proporsional integral derivatif controller dirancang menggunakan prinsip fuzzy logic control untuk mendapatkan controller baru yang memiliki formula analitis sangat mirip dengan proporsional integral derivatif digital. Dalam studi eksperimental ini, interpretasi klasik dari operasi logika Mamdani diterapkan. *Fuzzy logic controller* (FLC) memberikan overshoot jauh lebih rendah, waktu penyelesaian dan waktu puncak daripada konvensional *proportional integral derivatif* (PID). nilai khas overshoot adalah 8.75% dan menetap waktu dan puncak waktu yang 6,8 detik dan 6,2 detik masing-masing, yang menunjukkan perbandingan perbaikan dalam kontroler fuzzy berdasarkan logika daripada konvensional *proportional integral derivatif*

(PID) untuk parameter kontrol proses yang berbeda. algoritma genetika adalah teknik optimasi cerdas (Chang Wook Ahn & Ramakrishna, 2002) yang mengandalkan paralelisme ditemukan di alam, khususnya prosedur pencarian yang didasarkan pada mekanisme seleksi alam dan genetika. algoritma genetika, dengan ukuran populasi 20 kromosom, jalankan untuk 50 generasi. Metode roda Roulette digunakan untuk seleksi kromosom, dengan dua titik Crossover, memiliki probabilitas mutasi 0.01. Tanggapan langkah fuzzy algoritma genetika sistem hybrid menunjukkan bahwa transien parameter respon yang lebih baik dioptimalkan dari *fuzzy logic controller* (FLC) dan konvensional *proportional integral derivatif* (PID). Hal ini menunjukkan keunggulan algoritma genetika hybrid *fuzzy* lebih sebagai pengendali konvensional dan pengendali *fuzzy* mandiri.

Untuk memverifikasi hasil Simulink model berbasis sistem turbin kompresor menggunakan blok optimum set, m-file juga dihasilkan menggunakan perintah MATLAB. Melalui analisis komparatif *flow control* dari sistem turbin kompresor, *hybrid fuzzy genetic algoritma* (HFLGA) menunjukkan overshoot hampir diabaikan dari sekitar 1% dan peningkatan yang luar biasa dalam waktu penyelesaian dan puncak waktu yang nilai-nilai khas adalah sekitar 3,7 detik dan 4,1 detik masing-masing. Perbandingan kinerja kesalahan parameter yang tidak terpisahkan dari *integral of absolut error* (IAE) dan *integral of time and absolut error* (ITAE) dari *proporsional integral derivatif* (PID), *fuzzy logic controller* (FLC) dan *hybrid fuzzy genetic algoritma* (HFLGA) *controler* menunjukkan superioritas kontroler hybrid *stand alone* dan *proporsional integral derivatif* (PID) *controler*. *Integral and absolut error* (IAE) dan *Integral of time and absolut error* (ITAE) dari *proporsional integral derivatif* (PID) adalah 0,98 dan 1,94 masing-masing. *Integral of absolut error* (IAE) dan tidak terpisahkan dari *Integral of time and absolut error* (ITAE) dari *fuzzy logic controller* (FLC) adalah 0,83 dan 0,91 masing-masing. *Integral of absolut error* (IAE) dan tidak terpisahkan dari *Integral of time and absolut error* (ITAE) dari *hybrid fuzzy genetic algoritma* (HFLGA) *controller* 0,76 dan 0,98, yang sangat kurang dan menunjukkan kontrol dioptimalkan kontroler *hybrid* pada kesalahan dari turbin gas.

4. Studi Kasus - Pengendalian Torsi Langsung Dari Motor Induksi

Pertama-tama, teknik kecerdasan buatan yang dimasukkan untuk mengatasi kelemahan yang melekat skema kontrol torsi langsung konvensional, seperti masalah awal dari negara-negara null, kebutuhan torsi dan estimator fluks (Kumar K., Sakthibala D. dan Palaniswami S., 2010). Dalam metode kontrol torsi langsung konvensional, tegangan diterapkan untuk seluruh periode, yang pada gilirannya menghasilkan arus stator tinggi dan torsi elektromagnetik dengan hasil riak torsi tinggi yang dihasilkan selama operasi bermotor (Pujar J.H dan S.F. Kodad, 2009).

Teknik cerdas untuk menganalisis kinerja tinggi dipisahkan fluks dan kontrol torsi memiliki dilaksanakan dalam pekerjaan ini. logika fuzzy digunakan untuk memilih negara inverter untuk mencapai torsi dan nilai-nilai referensi fluks. Untuk eksperimen, 3-fase, 1-kilowatt, 1300 rpm induksi drive motor diambil. fungsi keanggotaan segitiga digunakan untuk mewakili kesalahan fluks, kesalahan torsi elektromagnetik dan sudut fluks. aturan fuzzy yang dihasilkan oleh metode trial and error untuk pemilihan negara inverter yang tepat. Sebuah motor dikenakan frekuensi 10 KHz, pengambilan sampel

waktu 0,1 ms, dan memiliki torsi dan referensi fluks nilai 2,5 Nm dan 0,5 Wb masing-masing.

Algoritma genetika telah diterapkan untuk 150 generasi memiliki ukuran populasi 20 kromosom. 50% dari tingkat crossover dan 10% dari laju mutasi dengan crossover titik tunggal digunakan selama simulasi. Metode Roulette pilihan roda dengan nilai-nilai fitness dinormalisasi digunakan untuk seleksi kromosom. Studi simulasi menunjukkan peningkatan maksimum 23% di fluks kesalahan untuk logika fuzzy dan hybrid logika fuzzy algoritma genetika kontroler. untuk operasi kondisi $a = 100\%$, $b = 100\%$, fluks kesalahan $2.5e-3$ dan $1,8 e-3$ telah dicatat untuk logika fuzzy controller dan hybrid logika fuzzy algoritma genetika kontroler masing-masing. Studi simulasi dilakukan pada kondisi operasi yang berbeda dari motor. Hal ini disimpulkan dari simulasi hasil bahwa peningkatan kesalahan fluks di logika fuzzy mandiri dan logika fuzzy hybrid genetik kontroler algoritma adalah 23%, 22%, 19%, 18% dan 17% untuk kondisi operasi $a = 100\%$, $b = 100\%$.

Selanjutnya, untuk kondisi operasi $a = 50\%$, $b = 50\%$, peningkatan kinerja di fluks kesalahan berkisar dari 10% menjadi 2% untuk logika mandiri dan logika fuzzy algoritma genetika hybrid pengendali masing-masing.

Untuk kondisi operasi di atas, persentase peningkatan kesalahan torsi juga telah mencatat. Untuk kondisi operasi $a = 100\%$, $b = 100\%$, kinerja peningkatan sekitar 3% dicatat dalam logika fuzzy mandiri dan logika fuzzy hybrid genetik kontroler algoritma. Untuk kondisi operasi yang berbeda peningkatan kinerja dicatat. Saya simpulkan dari hasil simulasi di atas bahwa peningkatan kinerja dalam kesalahan fluks dan error torsi lebih pada kecepatan awal motor. Singkatnya, logika fuzzy controller berdasarkan genetik teknik algoritma melebihi kontroler logika mandiri fuzzy.

5. Kesimpulan

Hasil analisis stabilitas logika fuzzy dan algoritma genetika berdasarkan pengendali non-linear. Percobaan pada non-linear dan kontrol kontrol kecepatan kompresor turbin yang khas sistem untuk mengendalikan keluaran gas dilakukan dengan menggunakan strategi logika fuzzy dan teknik *hybrid fuzzy logic* algoritma genetika. Bila dibandingkan dengan kontroler konvensional, logika fuzzy memberikan kontrol yang lebih baik pada kesalahan sementara dan penggabungan genetik algoritma dengan logika fuzzy akan lebih mengoptimalkan parameter kontroler. *Fuzzy logic* dan teknik *hybrid fuzzy logic* algoritma genetika mengungguli pendekatan konvensional dalam hal minimalisasi kesalahan. Hal ini terbukti dari hasil studi kasus diambil dalam makalah ini bahwa teknik *soft computing* dalam penelitian ini dapat mengatasi proses yang kompleks non-linear pengendalian sistem. Dapat ditarik kesimpulan bahwa logika fuzzy adalah sebuah pendekatan sistematis untuk mengendalikan proses. Selain *fuzzy logic*, hibridisasi dengan algoritma genetik, akan lebih memberikan optimasi yang lebih baik.

Daftar Pustaka :

- [1] Adams J. M. and Rattan K. S., , “Genetic multi-stage Fuzzy PID controller with a Fuzzy switch”, *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, Vol. 4, pp.2239-2244. 2011.
- [2] A. Zilouchian and M. Jamshidi, *Intelligent control systems using soft computing methodologies*, CRC Press, New York, 2001.
- [3] Balamurugan S., Xavier R. and Jeyakumar A., (2009) , “Control of Heavy-duty Gas Turbine Plants for Parallel Operation Using Soft Computing Techniques”, *Electric Power Components and Systems*, 37(11), pp.1275 – 1287. 2009.
- [4] Chang Wook Ahn and Ramakrishna, R.S., “A genetic algorithm for shortest path routing problem and the sizing of populations,” *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, 6(6), pp. 566-579. 2002.
- [5] Goldberg, D.E, *Genetic Algorithms: in Search, Optimization & Machine Learning*, Addison Wesley, MA. 1989.
- [6] Kumar K., Sakthibala D. and Palaniswami S., “Efficiency optimization of Induction Motor Drive using Soft computational techniques,” *International Journal of Computer Applications*, 3(1), pp. 6-12. 2010
- [7] L. Mastacan, “New methods to improve fuzzy logic controllers performance,” Bulletin of the Polytechnic Institute of Iasi – *Electrotehnics, Powers, Electronics*, LIV (LVIII), vol. 4, , pp. 629–634. 2008.
- [8] Merrington, G. L., “Fault Diagnosis in Gas Turbines Using a Model Based Technique,” *American Society of Mechanical Engineers, ASME Paper*. 1993.
- [9] Nagraj B., Subha S. and Rampriya B., “Tuning Algorithm for PID controller using soft computing Techniques,” *International Journal of Computer Science and network Security*, 8(4), pp. 278-281. 2008.
- [10] Pujar J.H and S.F. Kodad, “DigitalSimulation of Direct Torque Fuzy of Control PMSM Servo System”, *International Journal of Recent Trends in Engineering*, 2(2), pp. 89.93, 2009.
- [11] Somerville, I., *Software Engineering*, 7th Ed. Addison-Wesley, 2004.
- [12] Toufouti R. Meziane S., “Direct torque control for Induction Motor using Fuzzy Logic,”*ACSE Journal*, 6(2), pp. 19-26. 2006.
- [13] Yakhchali S. H. and Ghodsypour S. H.,(2008), “A Hybrid Genetic Algorithms for Computing the Float of an Activity in Networks with Imprecise Durations”, *Proceedings of the IEEE International Conference on Fuzzy Systems ,FUZZ-2008*, pp.1789-1794. 2008.