

# Optimasi Metode Fuzzy Dengan Algoritma Genetika Pada Kontrol Motor Induksi

**Rahman Aulia**

Universitas Sumatera Utara  
Pasca sarjana Fakultas Ilmu Komputer  
Medan, Indonesia  
Rahmanaulia50@gmail.com

**Abstract** — Dalam memproduksi suatu barang, industri memerlukan pemindahan barang – barang yang diperlukan agar dapat mengikuti prosedur pembuatan barang tersebut. Barang tersebut dipindahkan menggunakan motor penggerak yang biasanya industri memakai motor induksi. Agar kualitas produksi tidak terganggu kualitas motor penggerak harus juga diperhatikan dan ditentukan kualitasnya. Penentuan kualitas motor induksi disini digunakan *fuzzy logic* dengan melihat beberapa kriteria sehingga dapat ditentukan bahwa motor induksi tersebut memiliki kualitas yang baik sehingga dapat digunakan. Akan tetapi untuk mengoptimalkan kontrol motor dengan menentukan motor nomor berapa saja yang harus hidup dalam memindahkan barang dengan berat tertentu maka *fuzzy logic* harus digabung dengan Algoritma Genetika.

**Kata Kunci** — motor induksi, Fuzzy logic, algoritma genetika

## I. PENDAHULUAN

Motor Induksi adalah motor yang paling banyak digunakan dalam dunia industri. Hal ini dikarenakan motor induksi mempunyai kelebihan dari segi ekonomis dan dari segi teknis yaitu konstruksi yang sederhana, kokoh, harganya relatif murah, serta perawatannya yang mudah, sehingga motor induksi mulai menggeser penggunaan motor DC pada industri.

Dalam proses produksi di industri banyak sekali kebutuhan untuk memindahkan barang menggunakan conveyor agar proses produksi semakin cepat sehingga usaha peningkatan jumlah dan mutu hasil produksi dapat tercapai sesuai target. Penggunaan conveyor tidak terlepas dengan motor penggerak conveyor, sehingga kondisi prima motor juga harus diperhatikan agar proses produksi tidak terhenti yang mengakibatkan kerugian yang relatif besar bagi industri yang bersangkutan. Hal - hal yang harus diperhatikan adalah dalam menjaga kondisi motor adalah dengan tidak memaksa motor bekerja pada saat kualitas motor memiliki kondisi tidak baik dan mengoperasikan motor sesuai dengan spesifikasi motor tersebut.

Parameter yang harus diperhatikan dalam mengetahui kondisi motor adalah suhu, kecepatan putaran, tegangan, frekuensi pada motor tersebut. Apabila salah satu parameter memiliki nilai diluar atau melebihi toleransi nilai standard spesifikasi motor maka motor tersebut dikatakan motor yang memiliki kondisi yang tidak baik dan apabila dipaksa untuk dioperasikan maka akan mengakibatkan semakin bertambahnya kerusakan motor, tidak hanya itu apabila motor tersebut di operasikan berkelompok dengan motor – motor yang lain maka akan

berakibat dapat merusak motor – motor yang lain dikarenakan beban yang harusnya di tanggung oleh motor dengan kondisi yang tidak baik tersebut menjadi ditanggung oleh motor – motor yang lain, hal ini akan berakibat motor yang lain akan menjadi kelebihan beban atau over load. Oleh sebab itu untuk menentukan kondisi dari motor – motor yang akan dibebani maka digunakan metode fuzzy.

Selain diakibatkan karena kondisi beberapa motor yang tidak baik pada saat kumpulan motor bekerja, kelebihan beban juga terjadi dikarenakan perubahan beban yang tidak sesuai dengan kapasitas kumpulan motor yang digunakan. Oleh sebab itu dalam masalah ini metode fuzzy harus dioptimalkan penggunaannya dengan Algoritma genetika dalam menentukan nomor motor berapa saja yang harus hidup sehingga sesuai dengan beban yang dipikul dengan melihat parameter.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Motor Induksi

Motor induksi didefinisikan sebagai motor yang bekerja berdasarkan induksi medan magnet stator ke rotornya. Arus rotor motor ini bukan diperoleh dari sumber tertentu, tetapi merupakan arus yang terinduksi sebagai akibat adanya perbedaan relatif antara putaran rotor dengan medan putar (rotating magnetic field) yang dihasilkan oleh arus stator. Motor induksi sering disebut motor tidak serempak. Disebut demikian karena jumlah putaran rotor tidak sama dengan putaran medan magnet stator. Jadi pengertian motor induksi tiga fasa adalah suatu mesin listrik yang merubah energi listrik menjadi energi gerak dengan menggunakan gandengan medan

listrik dan mempunyai slip antara medan stator dan medan rotor yang dioperasikan pada sistem tenaga tiga fasa.

### B. Fuzzy Logic

Pengertian Fuzzy secara bahasa yang diterjemahkan dalam bahasa Inggris berarti kabur atau tidak jelas, maka istilah logika fuzzy berarti logika yang kabur. Dalam logika yang biasa kita hanya mengenal nilai salah dan benar atau 0 dan 1, namun dalam logika fuzzy dikenal dengan nilai antara 0 dan 1 artinya Kebenaran dalam logika fuzzy dapat dinyatakan dalam derajat kebenaran yang nilainya antara 0 sampai 1. Contohnya dalam masalah umur, dewasa didefinisikan dengan berusia 17 tahun ke atas. Jika menggunakan logika tegas, seseorang yang berusia 17 tahun kurang 1 hari akan didefinisikan sebagai tidak dewasa. Namun dalam logika fuzzy, orang tersebut dapat dinyatakan dengan hampir dewasa. (Hutomo, 1995).

#### 1) Sistem Logika Fuzzy

Konfigurasi sistem logika fuzzy terdapat 4 komponen utama, yaitu unit fuzzifikasi, basis pengetahuan yang terdiri dari basis data dan basis aturan, logika pengambilan keputusan, dan unit defuzzifikasi. Proses fuzzifikasi dipergunakan untuk mengubah data masukan tegas bentuk derajat keanggotaan. Basis pengetahuan dipergunakan untuk menghubungkan himpunan masukan dengan himpunan keluaran. Logika pengambilan keputusan dipergunakan untuk mengkombinasi aturan-aturan yang terdapat pada basis aturan suatu pemetaan dari suatu himpunan fuzzy input ke suatu himpunan fuzzy output. Defuzzifikasi adalah langkah terakhir dalam suatu sistem logika fuzzy dengan tujuannya adalah mengkonversi setiap hasil dari inference engine yang diekspresikan dalam bentuk himpunan fuzzy ke suatu bilangan real.

#### 2) Operasi Himpunan Fuzzy

Pada himpunan tegas (crisp), nilai keanggotaan suatu item  $x$  dalam suatu himpunan  $A$ , yang sering ditulis dengan  $\mu_A[x]$ , memiliki 2 kemungkinan (Kusumadewi S, 2004) yaitu:

Satu (1), yang berarti bahwa suatu item menjadi anggota dalam suatu himpunan, atau Nol (0), yang berarti bahwa suatu item tidak menjadi anggota dalam suatu himpunan.

#### 3) Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data kedalam nilai keanggotaannya (sering juga disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi. Apabila  $U$  menyatakan himpunan

universal dan  $A$  adalah himpunan fungsi fuzzy dalam  $U$ , maka  $A$  dapat dinyatakan sebagai pasangan terurut Ada beberapa fungsi yang bisa digunakan.

#### 4) Representasi Linear

Pada representasi linear, pemetaan input ke derajat keanggotaannya digambarkan sebagai suatu garis lurus. Bentuk ini paling sederhana dan menjadi pilihan yang baik untuk mendekati suatu konsep yang kurang jelas. Ada 2 keadaan himpunan fuzzy yang linear. Pertama, kenaikan himpunan dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol(0) bergerak ke kanan menuju ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi (Kusumadewi S, 2002). Kedua, merupakan kebalikan dari yang pertama. Garis lurus dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah.

### C. Algoritma Genetika

#### 1) Pengertian Algoritma Genetik

Algoritma Genetika adalah algoritma pencarian heuristik yang didasarkan atas mekanisme evolusi biologis. Keberagaman pada evolusi biologis adalah variasi dari kromosom antar individu organisme. Variasi kromosom ini akan mempengaruhi laju reproduksi dan tingkat kemampuan organisme untuk tetap hidup. pada dasarnya ada 4 kondisi yang sangat mempengaruhi proses evaluasi yaitu kemampuan organisme untuk melakukan reproduksi, keberadaan populasi organisme yang bisa melakukan reproduksi, keberagaman organisme dalam suatu populasi, perbedaan kemampuan untuk survive

Individu yang lebih kuat (fit) akan memiliki tingkat survival dan tingkat reproduksi yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan individu yang kurang fit. Pada kurun waktu tertentu (sering dikenal dengan istilah generasi), populasi secara keseluruhan akan lebih banyak memuat organisme yang fit.

Algoritma Genetika pertama kali dikembangkan oleh John Holland dari universitas Michigan (1975). John Holland mengatakan bahwa setiap masalah yang berbentuk adaptasi (alami maupun buatan) dapat diformulasikan dalam terminologi genetika. Algoritma genetika adalah simulasi dari proses evolusi Darwin dan operasi genetika atas kromosom.

#### 2) Struktur Umum Algoritma Genetik

Pada algoritma ini teknik pencarian dilakukan sekaligus atas sejumlah solusi yang mungkin yang dikenal dengan populasi. Individu yang terdapat dalam satu populasi disebut istilah kromosom. Kromosom ini merupakan suatu solusi yang masih berbentuk simbol. Populasi awal dibangun secara acak, sedangkan populasi

berikutnya merupakan hasil evolusi kromosom-kromosom melalui iterasi yang disebut dengan istilah generasi. Pada setiap generasi, kromosom akan melalui proses evaluasi dengan menggunakan alat ukur yang disebut dengan fungsi fitness.

Nilai fitness dari suatu kromosom akan menunjukkan kualitas kromosom dalam populasi tersebut. Generasi berikut dikenal dengan istilah anak (offspring) terbentuk dari gabungan 2 kromosom generasi sekarang yang bertindak sebagai induk (parent) dengan menggunakan operator penyilangan (crossover). Selain operator penyilangan, suatu kromosom juga dapat dimodifikasi dengan menggunakan operator mutasi. Populasi generasi yang baru dibentuk dengan cara menyeleksi nilai fitness dari kromosom induk (parent) dan nilai fitness dari kromosom anak (offspring), serta menolak kromosom-kromosom yang lainnya sehingga ukuran populasi (jumlah kromosom dalam suatu populasi) konstan. Setelah melalui beberapa generasi, maka algoritma ini akan konvergen ke kromosom terbaik. (Michalewicz, 1999)

### 3) Algoritma Genetika Komponen-komponen Utama

Ada 6 komponen utama dalam algoritma genetika, yaitu :

#### a. Teknik Penyandian

Teknik penyandian disini meliputi penyediaan gen dari kromosom. Gen merupakan bagian dari kromosom. Satu gen biasanya akan mewakili satu variabel. Gen dapat dipresentasikan dalam bentuk: string bit, pohon, array bilangan real, daftar aturan, elemen permutasi, elemen program, atau representasi lainnya yang dapat diimplementasikan untuk operator genetika.

#### b. Prosedur Inisialisasi

Ukuran populasi tergantung pada masalah yang akan dipecahkan dan jenis operator genetika yang akan diimplementasikan. Setelah ukuran populasi ditentukan, kemudian harus inisialisasi terhadap kromosom yang terdapat pada populasi tersebut. Inisialisasi kromosom dilakukan secara acak, namun demikian harus tetap memperhatikan domain solusi dan kendala permasalahan yang ada.

#### c. Fungsi Evaluasi

Ada 2 hal yang harus dilakukan dalam melakukan evaluasi kromosom, yaitu: evaluasi fungsi objektive (fungsi tujuan) dan konversi fungsi objektive kedalam fungsi fitness. Secara umum, fungsi fitness diturunkan dari fungsi objektive dengan nilai tidak negatif. Apabila ternyata fungsi objektive memiliki nilai negatif, maka perlu ditambahkan suatu konstanta C agar nilai fitness yang terbentuk menjadi tidak negatif.

#### d. Seleksi

Seleksi ini bertujuan untuk memberikan kesempatan reproduksi yang lebih besar bagi anggota populasi yang paling fit.

#### e. Operator Genetika

Ada 2 operator genetika, yaitu:

Operator untuk melakukan rekombinasi, yang terdiri dari: rekombinasi bernilai biner (crossover). Mutasi. mutasi bernilai biner

#### f. Penentuan parameter

Yang disebut parameter disini adalah parameter kontrol algoritma genetika, yaitu: ukuran populasi (popsize), peluang crossover (Pc), dan peluang mutasi (Pm). Nilai parameter ini ditentukan juga berdasarkan permasalahan yang akan dipecahkan. Ada beberapa rekomendasi yang bisa digunakan, antara lain:

### 4) Istilah-istilah dalam algoritma genetik

Algoritma genetik merupakan algoritma pencarian yang bekerja berdasarkan mekanisme seleksi alam dan genetika. Pada genetika, kromosom terdiri dari gen-gen. Tiap gen mempunyai sifat tertentu (allele), dan posisi tertentu (locus). Satu atau lebih kromosom bergabung membentuk paket genetik yang disebut genotif. Interaksi genotif dengan lingkungannya disebut fenotif. Pada algoritma genetik, kromosom berpadanan dengan string dan gen dengan karakter. Setiap karakter mempunyai posisi (locus) dan arti tertentu (allele). Satu atau lebih string bergabung membentuk struktur (genotif), dan apabila struktur tersebut di-decode-kan akan diperoleh salah satu alternative solusi (fenotif). (Afandi, 2009)

Tabel 1. Susunan Gen Ilmu Genetik

Ilmu genetic	Algoritma genetik
Kromosom	String
Gen	Karakter
Allele	Nilai karakter
Locus	Posisi dalam individu
Genotif	Struktur
Fenotif	parameter

### 5) Aplikasi Algoritma Genetik

Sejak dirintis oleh John holland, Algoritma Genetik telah dipejari, diteliti dan diaplikasikan secara luas pada berbagai bidang. Algoritma Genetik banyak digunakan pada masalah praktis yang berfokus pada pencarian parameter-parameter optimal. Hal ini membuat banyak

orang mengira bahwa Algoritma Genetik hanya bisa digunakan untuk masalah optimasi. Pada kenyataannya, Algoritma Genetik juga memiliki performansi yang bagus untuk masalah-masalah selain optimasi.

#### 6) Operator Genetik

Operator genetik digunakan untuk mengkombinasikan (modifikasi) individu dalam aliran populasi untuk menghasilkan individu pada generasi berikutnya. Ada tiga operator genetik yaitu , crossover dan mutasi.(Suyanto, 2005)

#### 7) Parameter Genetik

Parameter-parameter genetik berguna dalam pengendalian operator-operator genetik. Pemilihan penggunaan nilai-nilai parameter genetik sangat berpengaruh terhadap kinerja algoritma genetik dalam menyelesaikan suatu masalah. Parameter-parameter genetik yang digunakan antara lain :

##### a. Ukuran populasi

Ukuran populasi mempengaruhi ukuran efektivitas dan kinerja algoritma genetik. Tidak ada aturan yang pasti tentang berapa nilai ukuran populasi. Apabila ukuran populasi kecil berarti hanya tersedia sedikit pilihan untuk crossover dan sebagian kecil dari domain solusi saja yang dieksplorasi untuk setiap generasinya. Sedangkan apabila terlalu besar, kinerja algoritma genetik akan menurun. Penelitian menunjukkan ukuran populasi besar tidak mempercepat pencarian solusi. Disarankan ukuran populasi berkisar antara 20 – 30.

##### b. Jumlah generasi

Jumlah generasi berpengaruh terhadap banyaknya iterasi yang akan dikerjakan dan domain solusi yang akan dieksplorasi untuk setiap generasinya. Semakin besar jumlah generasi berarti semakin banyak iterasi yang dilakukan, dan semakin besar solusi yang dieksplorasi. Sedangkan semakin kecil jumlah generasinya, maka akan semakin kecil iterasi yang akan dilakukan, dan semakin kecil pula solusi yang dieksplorasi untuk tiap generasinya.

##### c. Probabilitas crossover ( $P_c$ )

Probabilitas crossover akan mengendalikan operator crossover dalam setiap generasi dalam populasi yang mengalami crossover. Semakin besar nilai probabilitas crossover, akan semakin cepat struktur individu baru terbentuk ke dalam populasi. Sedangkan apabila nilai probabilitas crossover terlalu besar, individu yang merupakan kandidat solusi terbaik mungkin akan dapat hilang lebih cepat pada generasi selanjutnya. Disarankan nilai probabilitas crossover berkisar antara 80 % - 95 %.

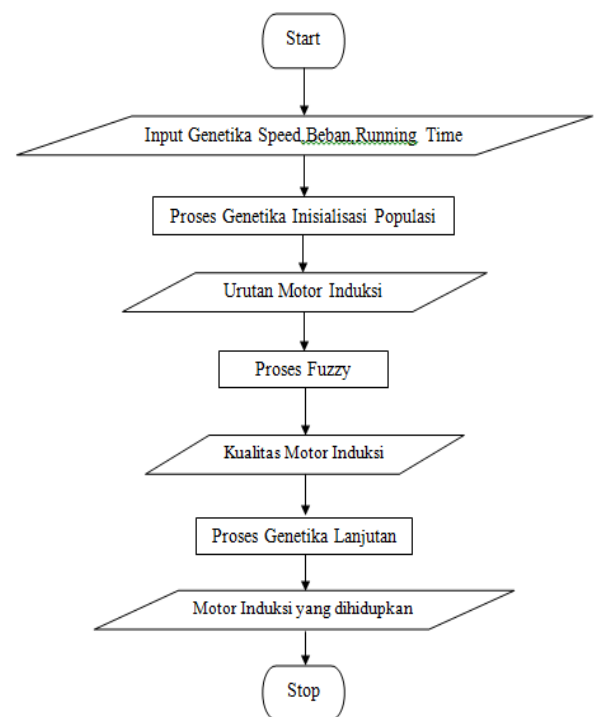
##### d. Probabilitas mutasi ( $P_m$ )

Probabilitas mutasi akan mengendalikan operator mutasi pada setiap generasi. Peluang mutasi yang digunakan biasanya lebih kecil daripada peluang crossover. Pada seleksi alam murni, mutasi jarang sekali muncul. Oleh karena itu, operator mutasi pada algoritma genetik juga tidak selalu terjadi. Untuk itulah nilai peluang mutasi dibuat lebih kecil untuk setiap generasi. Disarankan nilai probabilitas mutasi kecil berkisar antara 0.5 % - 1 %.

### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### A. Flowchart Rancangan Penelitian

Flowchart rancangan penelitian optimasi dengan metode Fuzzy dan algoritma Genetika pada kontrol motor induksi terdiri dari 2 bagian yaitu flowchart proses Fuzzifikasi dan flowchart proses Genetika dapat dilihat seperti Flowchart Penelitian Gambar berikut :

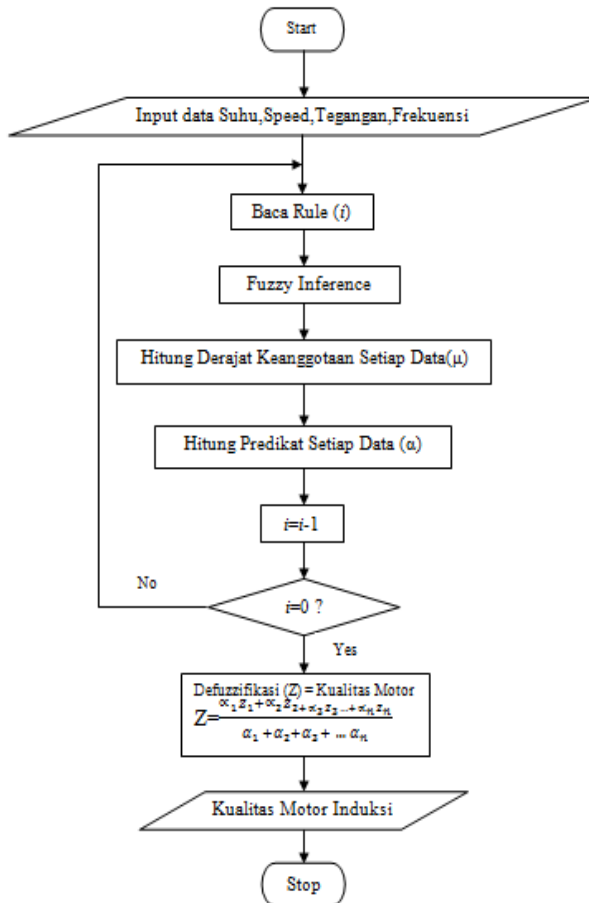


Gambar 1. Flowchat Rancangan Penelitian

Pada Gambar diatas dapat dilihat proses Fuzzy yaitu penentuan kualitas setiap motor induksi berada ditengah-tengah proses genetika antara Inisialisasi Populasi dengan proses genetika lainnya yaitu Seleksi, Crossover dan Mutasi.

**B. Flowchart Proses Fuzzy**

Flowchart Proses Fuzzy adalah urutan proses untuk mendapatkan kualitas setiap motor induksi yang tersedia dengan inputan Input data Suhu, Speed, Tegangan dan Frekuensi. Flowchart Proses Fuzzy dapat dilihat seperti pada Gambar dibawah ini



Gambar 2. Flowchat Proses Fuzzy

Keterangan :

- i = jumlah input data (Suhu, Speed, Tegangan dan Frekuensi)
- rule = aturan untuk inferensi fuzzy
- Fuzzy Inferensi = penelusuran data berdasarkan rule
- Derajat keanggotaan = nilai keanggotaan setiap kriteria data
- Defuzzyfikasi = perhitungan nilai fuzzy

**C. Flowchart Proses Genetika**

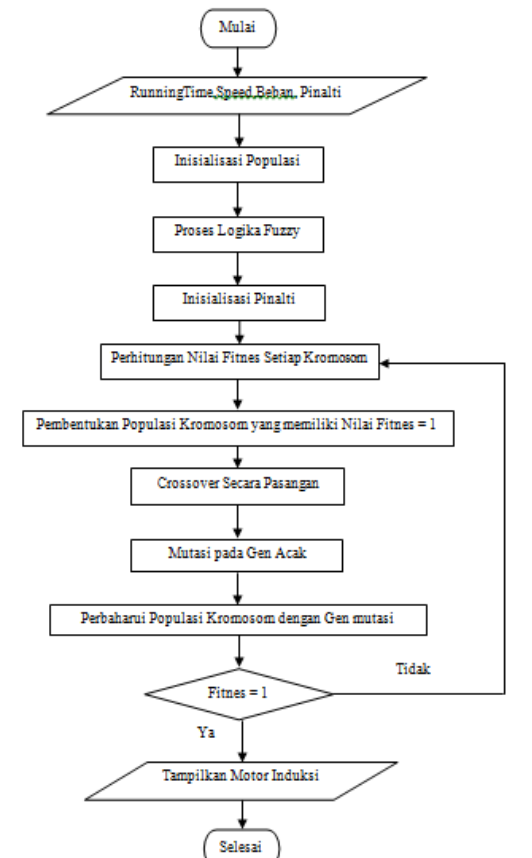
Flowchart proses Genetika berfungsi untuk mendapatkan motor induksi yang akan dihidupkan. Flowchart proses Genetika yang dapat dilihat pada Gambar dibawah ini dengan keterangan.

Keterangan :

- a. Input Data running time, speed, beban dan pinalti Input data running time, speed, beban dan pinalti dalam format angka numerik antara 1 sampai 10.
- b. Inisialisasi Kromosom Proses pembentukan kromosom motor induksi dengan spesifikasi gen tertentu.
- c. Inisialisasi Pinalti Proses penentuan aturan-aturan untuk perhitungan nilai fitness setiap kromosom.
- d. Perhitungan nilai fitness Proses ini berfungsi untuk perhitungan nilai fitness setiap kromosom.
- e. Pembentukan Populasi Kromosom yang memiliki Nilai Fitness = 1.

Proses membentuk sejumlah kromosom yang tidak terkena pinalti :

- a. Crossover Secara Pasangan Proses kawin silang dengan pasangan-pasangan kromosom
- b. Mutasi Gen Acak Proses mutasi gen secara acak pada kromosom yang terpilih.



Gambar 3. Flowchat Proses Genetika

Pada Tabel dibawah ini diberikan sebuah kasus untuk mendapatkan urutan motor induksi yang memenuhi kriteria.

Tabel 2. Contoh Kasus

No	Kec Motor (RPM)	Beban (Kg)	Running time (RT) (jam)
1	1500	1500	4

Tabel 3. Data Spesifikasi Motor Induksi

No	No.Motor	Running time (RT) (jam)	Speed (RPM)	Power (HP)	Kapasitas (HP x 100 kg)
1	1	4	1700	3	300
2	2	4	1800	3	300
3	3	4	1700	3	300
4	4	4	1800	2	200
5	5	4	1650	2	200
6	6	4	1850	2	200
7	7	4	1700	1	100
8	8	4	1650	1	100
9	9	4	1350	1	100
10	10	4	1400	0.5	50

Keterangan :

Besar power mesin induksi 1 hp dapat mengangkut beban 100 kg. Jika beban pada contoh kasus Tabel 3 adalah 1500 kg, maka power yang dibutuhkan  $1500/100 = 15$  HP. Jadi motor yang harus dihidupkan adalah motor dengan speed minimal 1500 RPM dengan running time 4 jam. Agar motor induksi yang terpilih lebih efisien, maka dilakukan dengan proses genetika.

Dalam proses pemilihan motor induksi, ada beberapa hal penting yang harus dilakukan untuk penerapan algoritma genetika seperti pengkodean kromosom, membangkitkan populasi awal, proses seleksi, proses crossover, proses mutasi sampai dengan proses perulangan regenerasi memenuhi syarat atau tidak.

#### IV. KESIMPULAN

Dari hasil Contoh Kasus diatas setelah melalui proses menggunakan Algoritma Genetika disimpulkan bahwa motor induksi yang hidup dengan kondisi pada kasus diatas adalah IDMotor no 1 dengan spesifikasi running time 4 jam (IDRT=4), kecepatan putaran 1700 rpm (IDSpeed=4), power 2 HP ( IDPower=3). Dan hasil Fuzzy nya adalah diperoleh kualitas motor induksi sebesar 552.57 (>80) artinya kualitas motor induksi adalah "Sangat Baik".

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Haryanto, w. & wahyu, 2001, Analisis dan Desain system Kontrol dengan Matlab, Andi ,Yogyakarta,
- [2] Hutomo,& Hadi. 1995. Perencanaan dan Pembuatan Fuzzy Logic Unit dengan Memakai ASCII Unit pada PLC C200H dan Salah Satu Aplikasinya. STTS
- [3] Cordova, H ; 2004; PID Self-Tuning Based On Auto Switch Algorithm To Control pH; Teknik Fisika, FTI, ITS.

- [4] Kusumadewi, S., Analisis dan Desain Sistem Fuzzy, GRAHA ILMU Yogyakarta, 2002.
- [5] Kusumadewi, S., Hari, P., Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan, GRAHA ILMU Yogyakarta, 2004.
- [6] Michalewicz , Zbigniew. Genetic Algorithms + Data Structures = Evolution Programs. Springer. New York:1999
- [7] Afandi, Fachrudin. “Penerapan Algoritma Genetika Untuk Masalah Penjadwalan Job Shop pada Lingkungan Industri Pakaian”. Skripsi Sarjana, Fakultas Teknologi Informasi Institut Teknologi Sepuluh November (ITS), Surabaya, 2009.
- [8] Suyanto. Algoritma Genetika dalam Matlab. Andi, Yogyakarta, 2005.