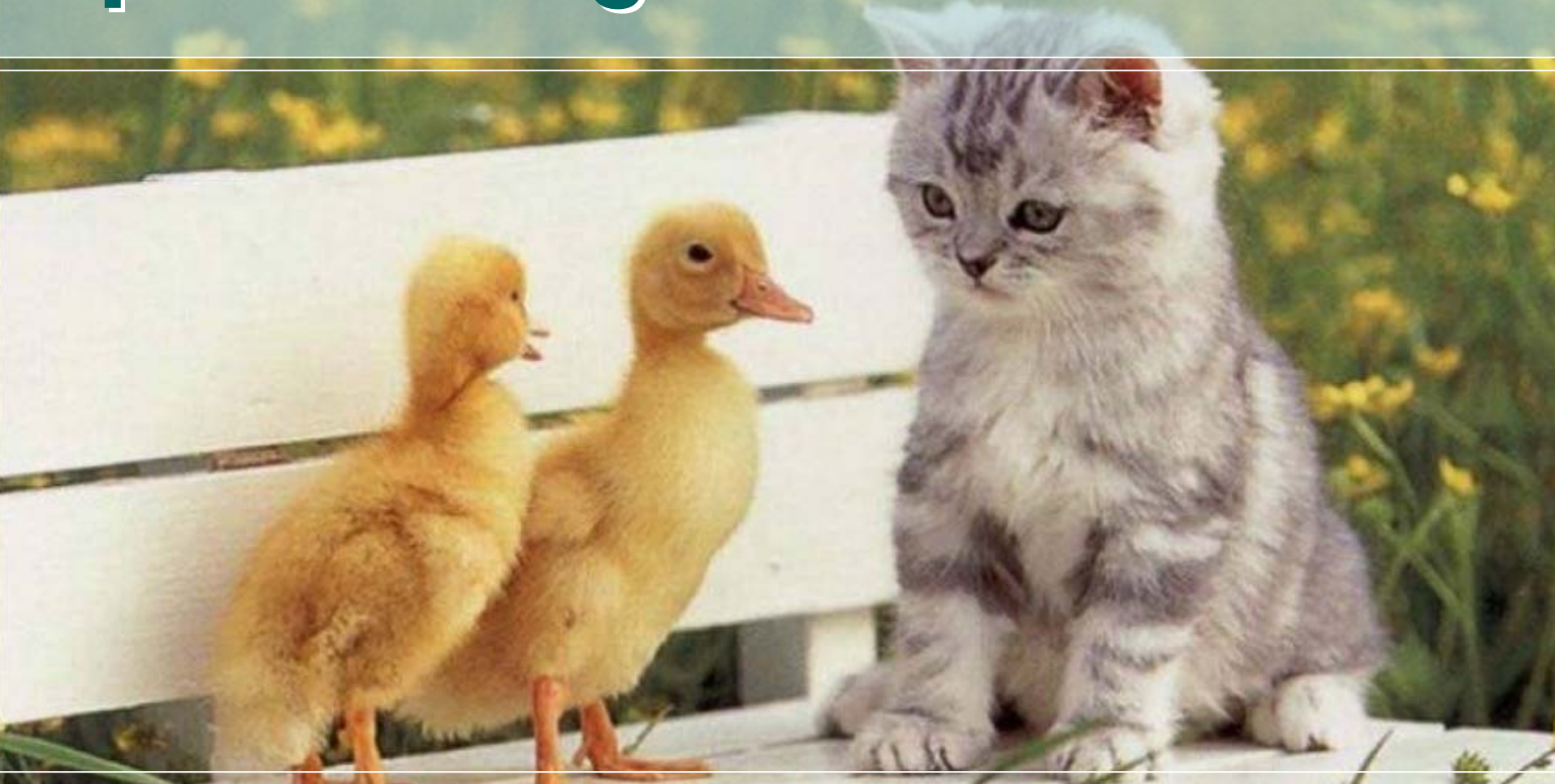


Tip & Trik: Algoritma Genetika



Achmad Basuki
Politeknik Elektronika Negeri Surabaya
PENS-ITS 2006





Dibalik Model Adopsi Alamiah dalam Algoritma Genetika

Bagaimana membuat model adopsi alamiah di dalam algoritma genetika untuk menyelesaikan beberapa permasalahan searching, optimasi dan machine learning?





Beberapa Implementasi Algoritma Genetika

- Nilai Maksimum Fungsi Dengan Banyak Variabel Bebas
- Optimasi Pada Unit Commitment
- Menentukan Model Antenna Array Optimal
- Time Series Forecasting

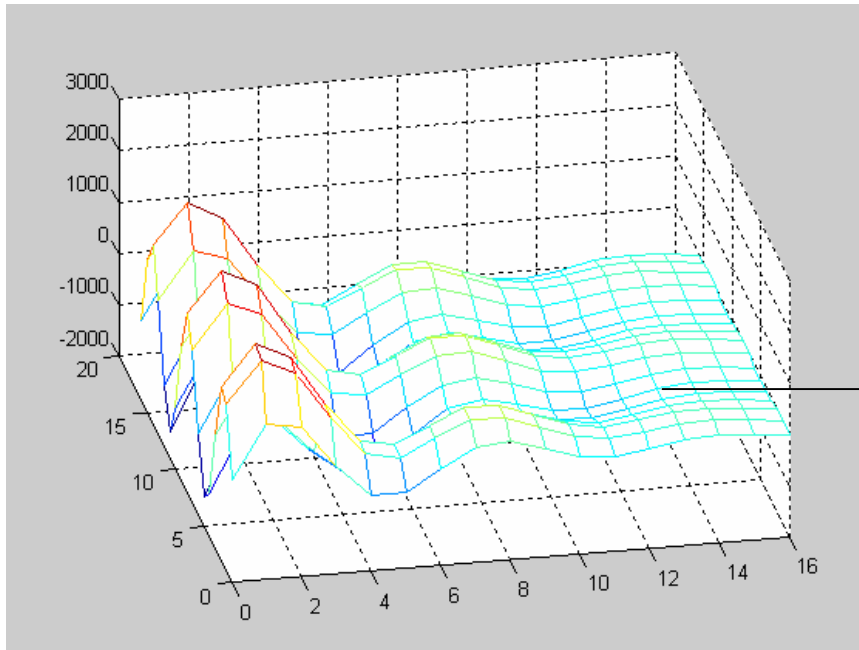




Nilai Maksimum Fungsi Dengan Banyak Variabel Bebas

Nilai Maksimal Fungsi $F(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$

Mendapatkan nilai maksimal fungsi $F(x)$ dengan satu variabel bebas bisa digunakan cara grafik atau numerik, bagaimana bila harus mencari nilai maksimal fungsi dengan n buah variabel bebas ($n > 1$).



Contoh grafik dari fungsi dengan 2 variabel bebas $f(x,y)$





Model Adopsi Alamiah

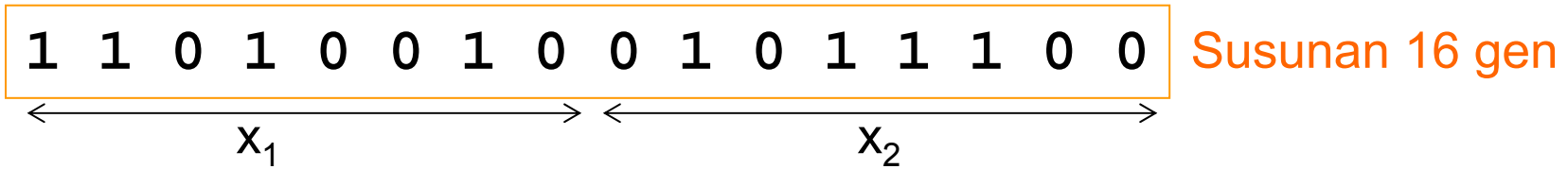
Menggunakan Kromosom Biner

- **Definisi Individu:** Bila ditentukan bahwa setiap variabel menggunakan M bit dan ada N buah variabel, maka jumlah gen dalam kromosom adalah $M \times N$ bit. Untuk itu diperlukan proses decoding (*next*) yang dapat menterjemahkan nilai-nilai bit ini menjadi nilai-nilai float.
- **Definisi Fitness:** Karena tujuannya adalah mencari nilai maksimal fungsi $F(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$ maka nilai fitnessnya adalah nilai fungsi itu sendiri.





Fungsi Decoding N Variabel



Batas: $a \leq x_i \leq b$

$$x_1 = (b - a) \frac{\text{gen}(1:8)}{2^8 - 1} + a$$
$$x_2 = (b - a) \frac{\text{gen}(9:16)}{2^8 - 1} + a$$

```
function bilDecimal=decoding(bilBiner,aMin,aMax)
nBaris=size(bilBiner,1);
nKolom=size(bilBiner,2);
for i=1:nBaris
    z=0;
    for j=1:nKolom
        z=z+bilBiner(i,j)*2^(nKolom-j);
    end
    bilDecimal(i)=(aMax-aMin)*z/(2^nKolom-1)+aMin;
end
```





Proses Algoritma Genetika

Nilai Maksimum Fungsi $F(x_1, x_2, \dots, x_n)$

- Pembangkitan populasi awal dapat dilakukan dengan membangkitkan array biner 2 Dimensi dengan ukuran $N_{pop} \times N_{krom}$ (N_{pop} =jumlah populasi, dan N_{krom} =jumlah kromosom)
- Proses Seleksi menggunakan Roulette Wheel
- Proses Cross-Over menggunakan Cross Over Biner dengan probabilitas cross-over antara 80% sampai dengan 100%
- Proses Mutasi menggunakan mutasi biner dengan probabilitas 1% sampai dengan 20%
- Offspring dengan rank (elitism).





Model Adopsi Alamiah

Menggunakan Kromosom Float

- **Definisi Individu:** Karena yang dicari adalah nilai $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ maka kromosom dibentuk dari $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$
- **Definisi Fitness:** Karena tujuannya adalah mencari nilai maksimal fungsi $F(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$ maka nilai fitnessnya adalah nilai fungsi itu sendiri.





Proses Algoritma Genetika

Nilai Maksimum Fungsi $F(x_1, x_2, \dots, x_n)$

- Pembangkitan populasi awal dapat dilakukan dengan membangkitkan array float 2 Dimensi dengan ukuran $N_{pop} \times N_{krom}$, dimana $N_{krom} = \text{jumlah variabel bebas}$
- Proses Seleksi menggunakan Roulette Wheel
- Proses Cross-Over menggunakan Cross Over Biner atau Aritmatik dengan probabilitas cross-over antara 80% sampai dengan 100%
- Proses Mutasi menggunakan mutasi geser dengan probabilitas 1% sampai dengan 20%
- Offspring dengan rank (elistism).





Unit Commitment

Permasalahan Unit Commitment Sederhana

Daerah Jawa dan Bali mempunyai 148 pembangkit listrik mulai PLTU, PLTD, PLTG dan PLTA. Masing-masing pembangkit mempunyai kapasitas maksimum daya yang bisa dibangkitkan, biaya startup, biaya satuan pembangkitan daya per KWH dan biaya akibat losses. Untuk memenuhi permintaan daya listrik tertentu pada waktu tertentu dengan kondisi awal pembangkit sudah diketahui, pembangkit mana saja yang harus digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik dengan biaya minimal.

No	Jenis	Kapasitas	B. Start	B. Satuan	Losses
1	PLTG	6000	400	0.15	0.2
2	PLTD	1000	100	0.18	0.1
3	PLTA	2000	250	0.10	0.3
4	PLTU	5000	300	0.16	0.2
...





Model Adopsi Alamiah Menggunakan Kromosom Float

- **Definisi Individu:** Permasalahan unit commitment ini bertujuan mencari pembangkit mana yang harus dipakai, dan berapa daya yang harus disediakan oleh pembangkit-pembangkit tersebut dengan perubahan permintaan daya yang berubah setiap periode sehingga individu dapat dinyatakan dalam kumpulan daya yang dibangkitkan oleh setiap pembangkit.
- **Definisi Fitness:** Nilai optimal adalah biaya minimal, dimana perhitungan biaya dapat dilakukan dengan:

$$\text{Biaya} = S^{(0 \rightarrow 1)} + B * (P_i + \varepsilon + \tau)$$

$S^{(0 \rightarrow 1)}$: Biaya startup bila pembangkit asalnya off menjadi on

B : Biaya satuan per-daya pembangkitan

P_i : jumlah daya yang dibangkitkan oleh pembangkit ke- i

ε : prosentase daya cadangan yang harus disediakan

τ : prosentase losses





Proses Algoritma Genetika

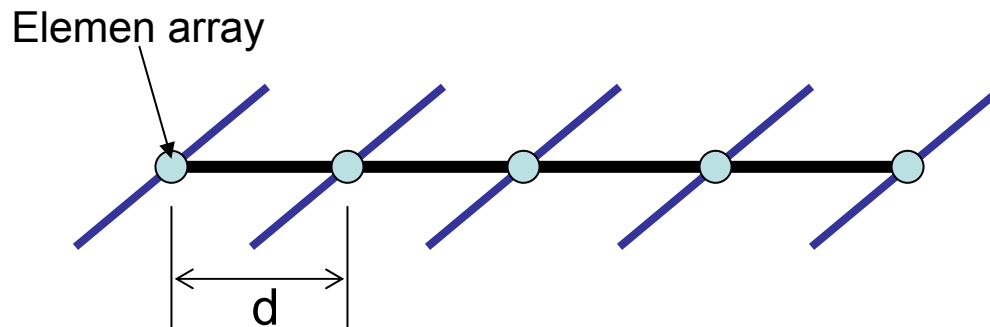
Unit Commitment

- Inisialisasi keadaan awal sebelum proses yang berupa daya yang dibangkitkan setiap pembangkit (nilai 0 berarti pembangkit tidak aktif)
- Pembangkitan populasi awal dilakukan dengan pembangkitan acak dengan memperhatikan keadaan awal dengan meminalkan pengaktifan pembangkit yang sedang tidak aktif
- Seleksi dilakukan dengan *roulette wheel*.
- Proses Cross-Over menggunakan *Cross Over Aritmatika* dengan probabilitas cross-over sekitar 80%-100%
- Proses Mutasi menggunakan *Mutasi Random* atau *Mutasi Geser* dengan probabilitas sekitar 1%-20%
- Offspring dengan rank (elistism).





Menentukan Model Antenna Array Optimal



Parameter di dalam model antenna array linier

- Jumlah elemen array (M)
- Jarak setiap elemen array (d)
- Frekwensi pakai (f)
- Setiap elemen array mempunyai nilai amplitudo daya (A_n) dan phase daya (D_n) yang disuplai.

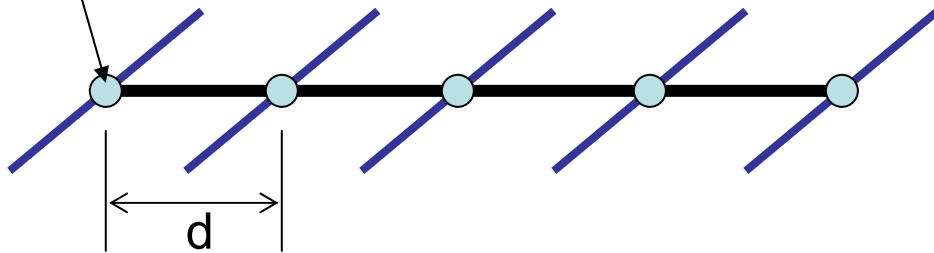
Permasalahan: Bagaimana mengatur amplitudo daya dan phase pada setiap elemen, agar hasil pola radiasi antenna dapat memiliki level side lobe yang kecil, sehingga pancaran pada main lobe menjadi lebih jauh dan luas.





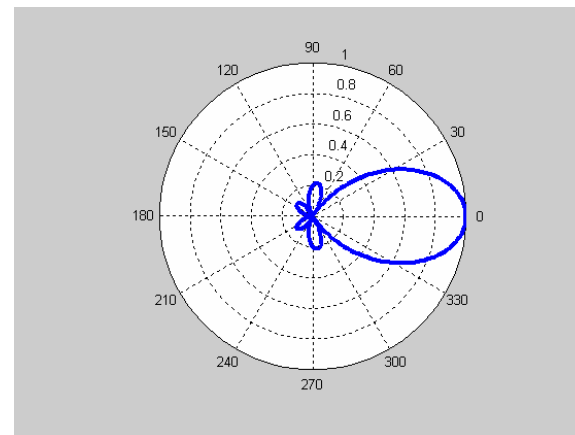
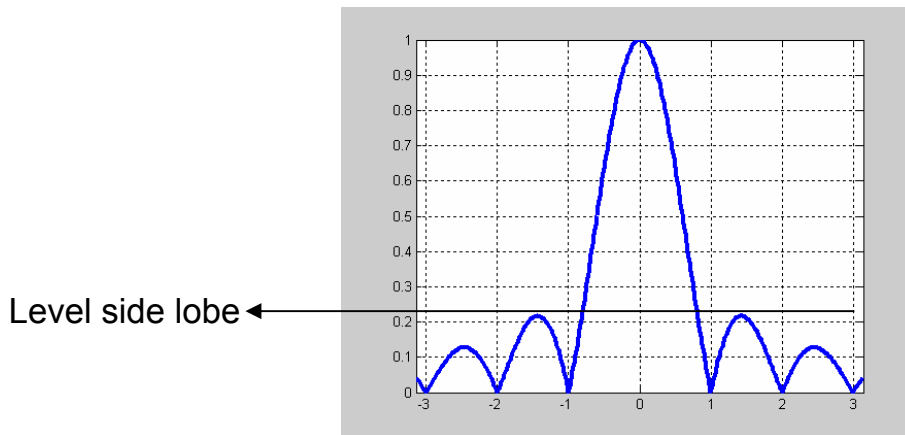
Pola Radiasi Antenna Array

Elemen array



$$P = \sum_{n=1}^N A_n e^{-(jnd_n f + D_n)}$$

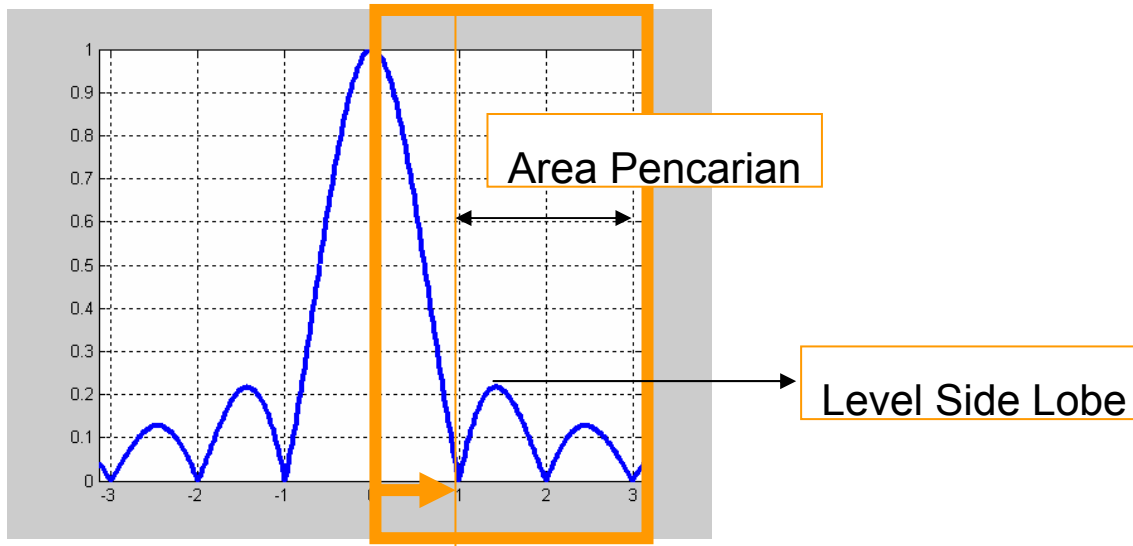
Pola radiasi bila amplitudo dan phase daya (A_i, D_i) pada setiap elemen sama, atau yang dinamakan dengan antenna array uniform adalah sebagai berikut (Pola radiasi akan berubah ketika A_i dan D_i diganti dan tidak uniform).





Model Adopsi Alamiah Menggunakan Kromosom Float

- **Definisi Individu:** Dengan asumsi yang diatur adalah amplitudo pada setiap elemen A_n dan phase dianggap nol maka kromosom berupa N gen float dengan nilai antara -1 sampai dengan 1 .
- **Definisi Fitness:** Nilai optimal dari model antenna array linier ini adalah model yang dapat meminimalkan side lobe level. Level side lobe bisa diperoleh dari $\text{Max}(P)$ setelah $P=0$ pertama). Sehingga fitnessnya adalah invers dari level side lobenya.





Proses Algoritma Genetika

Model Antenna Array Optimal

Optimasi dilakukan pada pengaturan amplitudo dan phase dianggap tetap.

- Pembangkitan populasi awal dapat dilakukan dengan membangkitkan array float 2 Dimensi dengan ukuran $N_{pop} \times N_{krom}$, dimana $N_{krom} = N$ (jumlah elemen)
- Proses Seleksi menggunakan Roulette Wheel
- Proses Cross-Over menggunakan Cross Over Biner atau Aritmatik dengan probabilitas cross-over antara 80% sampai dengan 100%
- Proses Mutasi menggunakan mutasi geser dengan probabilitas 1% sampai dengan 20%
- Offspring dengan rank (elistism).





Time Series Forecasting

- Time series forecasting secara 'sederhana' dapat dikatakan sebagai teknik peramalan data berdasarkan data-data pada periode sebelumnya.
- Time series forecasting dapat dirumuskan dengan:

$$x_{n+1} = \sum_{i=1}^n a_i x_i + a_0$$

x_i adalah data pada periode ke i
 a_i adalah bobot pengaruh dari periode ke i
 a_0 adalah error perkiraan

- Keberhasilan peramalan di dalam time series forecasting sangat ditentukan oleh nilai a_i dan jumlah periode data yang digunakan (n). Algoritma genetika dapat digunakan untuk mengoptimasi a_i





Model Adopsi Alamiah

Time Series Forecasting

- **Definisi Individu:** Karena nilai a_i ($i=0, 1, 2, \dots, n$) yang dicari untuk dapat menghasilkan nilai peramalan yang baik, maka kromosom dibentuk dari $n+1$ gen float ($- \sim$ s/d $+ \sim$)
- **Definisi Fitness:** Nilai optimal adalah nilai minimal hasil peramalan dengan data real. Dalam proses learning perlu ditentukan mana data yang digunakan untuk learning, misalkan ada 100 data, dapat dibagi 80 data untuk learning dan 20 data untuk test. Dari 80 data training, n ditentukan sekitar 60% sampai dengan 90%, Sisanya untuk mendapatkan error pada saat learning. Fitness dinyatakan sebagai invers dari rata-rata error dari data training. Nilai error yang digunakan bisa absolut error atau kuadrat error.





Proses Algoritma Genetika

Time Series Forecasting

- Pembangkitan populasi awal dapat dilakukan dengan membangkitkan array float 2 Dimensi dengan ukuran $N_{pop} \times N_{krom}$, dimana $N_{krom} = N$ (jumlah periode yang digunakan untuk forecast)
- Proses Seleksi menggunakan Roulette Wheel
- Proses Cross-Over menggunakan Cross Over Biner atau Aritmatik dengan probabilitas cross-over antara 80% sampai dengan 100%
- Proses Mutasi menggunakan mutasi geser atau mutasi Random dengan probabilitas 1% sampai dengan 20%
- Offspring dengan rank (elitism).

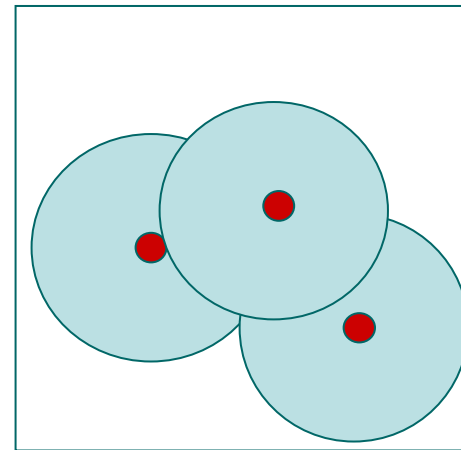
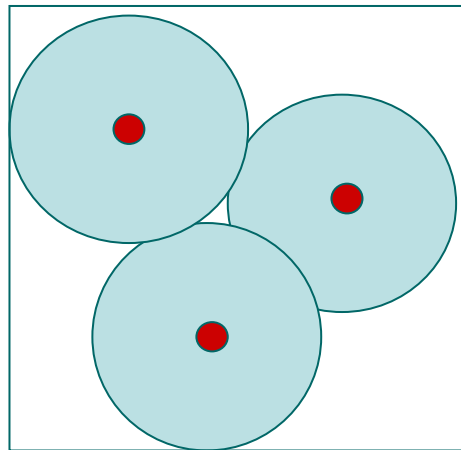




Optimasi Lokasi Radio Base Station

Optimal Radio Base Station Location

Setiap radio base station (RBS) atau yang dikenal dengan pemancar seluler mempunyai jarak jangkauan sinyal tertentu (coverage area), di daerah luar jarak jangkauan tidak akan ada sinyal (blank area). Untuk dapat memenuhi semua area yang ditentukan maka RBS harus dipasang ditempat tertentu yang dianggap dapat memenuhi semua area. Dimanakan RBS dipasang agar coverage area menjadi maksimal.





Model Adopsi Alamiah

Optimasi Lokasi Radio Base Station

- **Definisi Individu:** Lokasi setiap RBS dinyatakan dengan koordinat (x_i, y_i) . Bila ada N RBS maka terdapat n buah koordinat, sehingga kromosom terbentuk dari N buah koordinat (x_i, y_i)

$$S = \{(x_1, y_1), (x_2, y_2), (x_3, y_3), \dots, (x_N, y_N) \mid 0 < x_k \leq N_1, 0 < y_k \leq N_2\}$$

- **Definisi Fitness:** Fitness yang digunakan adalah prosentase luas area yang bisa tercovering (covering area) dari seluruh luas lokasi yang ditentukan. Perhitungan covering area menggunakan apakah jarak area (x_t, y_t) dan lokasi salah satu RBS kurang dari radius coverage

$$F = \sum_x \sum_y \{s_{xy} = 1\}$$

s_{xy} adalah status area (0 bila blank dan 1 bila coverage)





Proses Algoritma Genetika

Time Series Forecasting

- Pembangkitan populasi awal dapat dilakukan dengan membangkitkan array float 2 Dimensi dengan ukuran $N_{pop} \times N_{krom}$, dimana $N_{krom} = 2 \times N$ (jumlah RBS)
- Proses Seleksi menggunakan Roulette Wheel
- Proses Cross-Over menggunakan Cross Over Aritmatik dengan probabilitas cross-over antara 80% sampai dengan 100%
- Proses Mutasi menggunakan mutasi geser atau mutasi Random dengan probabilitas 1% sampai dengan 20%
- Offspring dengan rank (elitism).





Struktur Program Algoritma Genetika

```
Nkrom=.....;
Npop=.....;

% Pembangkitan populasi awal
..... disini tempat pembangkitan populasi awal.....

% Perhitungan Fitness
..... disini tempat perhitungan fitness .....

% Menentukan nilai optimal dalam satu populasi
[fitnessMax, kMax]=max(fitness);
individuMax=individu(kMax,:);

for generasi=1:100
    induk=seleksi(individu,fitness);
    anak0=crossOverAritmatik(induk,0.8);
    anak=mutasiGeser(anak0,0.1,0.1);
    ..... Disini tempa perhitungan fitness Anak .....
    [individu,fitness]=offSpring(individu,anak,fitness,fitnessAnak);
    hfitness(generasi)=max(fitness);
end

% Menentukan nilai optimal dalam satu populasi
[fitnessMax, kMax]=max(fitness);
individuMax=individu(kMax,:);
```





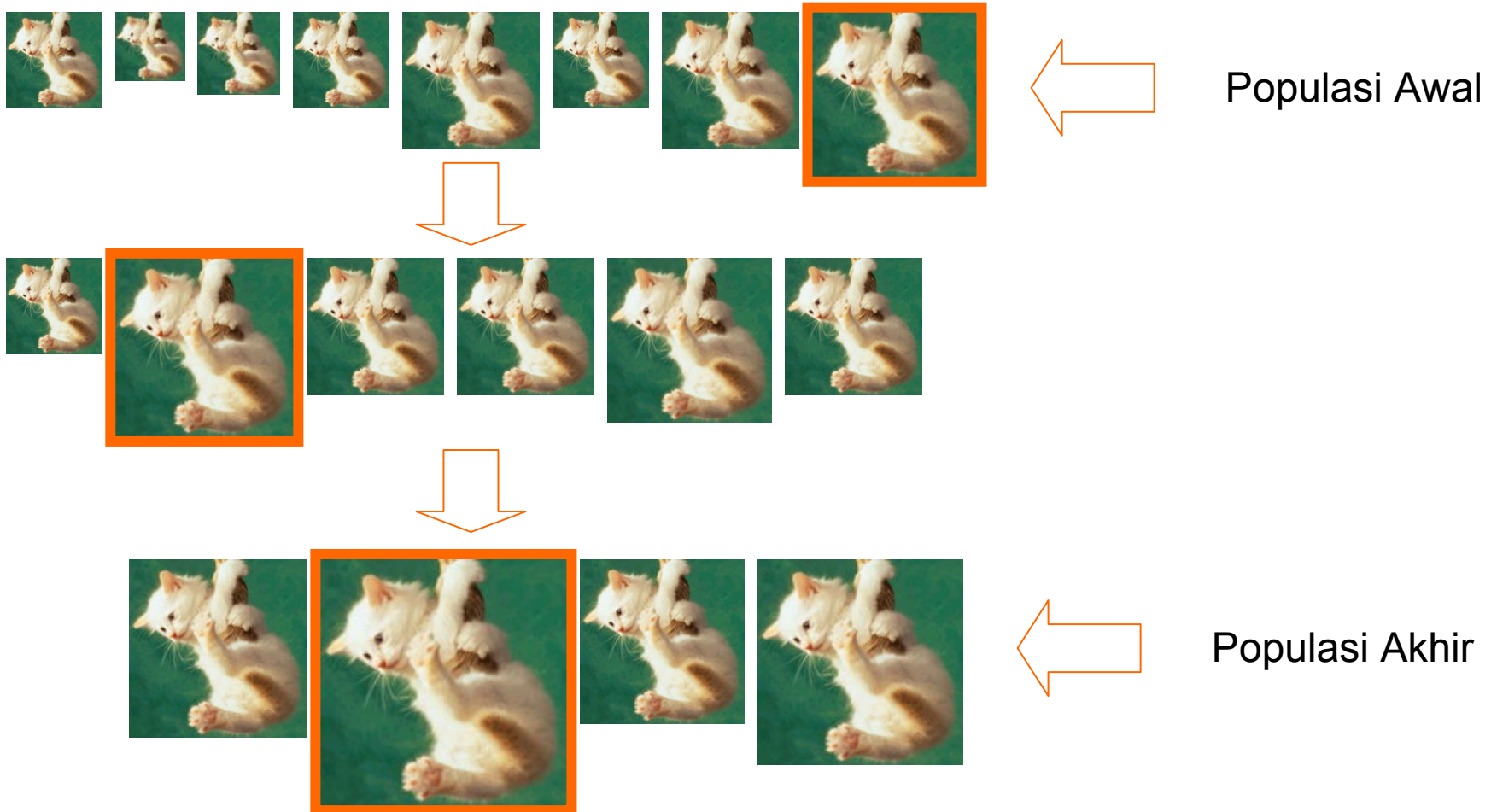
Review Ide Algoritma Genetika

- Algoritma genetika adalah algoritma yang mencari solusi dengan menggunakan teknik pencarian acak. Hal ini dilakukan di awal, algoritma genetika mencari N buah solusi acak yang dinamakan populasi dengan N individu.
- Setelah itu dengan menggunakan penurunan sifat gen (teori genetika), dibangun solusi-solusi baru berdasarkan solusi-solusi yang sudah ada untuk mendapatkan solusi terbaik.





Proses Algoritma Genetika





Jenis Gen dalam Algoritma Genetika

- **Gen Biner**: Nilai dalam gen ini adalah 0 atau 1, gen biner inilah yang menjadi dasar dari algoritma genetika.
- **Gen Float**: Nilai gen ini berupa nilai float (numerik). Dengan gen model ini sebenarnya lebih mudah tetapi kompleksitas operator genetik menjadi lebih tinggi.
- **Gen Kombinatorial**: Nilai gen ini berupa nilai permutasi seperti pada TSP. Operator genetik dalam gen jenis ini membutuhkan pengetahuan genetik yang lebih baik.

