

Nama : Muhammad Trisaputra

NPM : G1D021042

Optimisasi menggunakan **Particle Swarm Optimization (PSO)** dalam desain **radar hujan** bertujuan untuk menemukan solusi optimal dalam hal parameter desain radar yang dapat memberikan performa terbaik untuk mendeteksi dan mengukur curah hujan. Desain radar hujan mencakup berbagai parameter seperti frekuensi operasi, daya transmisi, ukuran antena, dan elemen-elemen lainnya yang memengaruhi kualitas pengukuran hujan.

Berikut adalah penjelasan mengenai bagaimana **PSO** dapat diterapkan dalam optimisasi desain radar hujan:

Tujuan Optimisasi untuk Desain Radar Hujan:

Beberapa parameter yang biasanya dioptimalkan dalam desain radar hujan menggunakan PSO meliputi:

1. **Frekuensi Operasi Radar (F):** Frekuensi yang digunakan untuk transmisi dan penerimaan sinyal radar, yang mempengaruhi penetrasi atmosfer dan resolusi deteksi.
2. **Daya Transmisi (P):** Besarnya daya yang dipancarkan oleh radar. Daya transmisi berhubungan dengan jarak deteksi radar.
3. **Ukuran dan Bentuk Antena:** Parameter ini memengaruhi pola radiasi radar dan kemampuan deteksi sinyal.
4. **Angle of Elevation (Sudut Elevasi):** Sudut dari radar terhadap permukaan tanah untuk menentukan area yang dipantau.
5. **Respon Polarimetri:** Polarimetri radar memungkinkan untuk membedakan antara jenis hujan (hujan, salju, atau kristal air), yang memengaruhi desain sistem penerima radar.

Langkah-Langkah Algoritma PSO untuk Desain Radar Hujan:

1. Inisialisasi Partikel:

- Setiap partikel dalam swarm mewakili sebuah solusi potensial untuk desain radar hujan, yaitu satu set parameter desain (misalnya, frekuensi, daya transmisi, ukuran antena).
- Setiap partikel memiliki posisi (parameter desain radar) dan kecepatan yang mengindikasikan perubahan posisi partikel pada iterasi berikutnya.

Posisi Partikel: Berisi nilai desain parameter radar seperti frekuensi dan daya transmisi. **Kecepatan Partikel:** Perubahan posisi yang akan memandu partikel bergerak menuju solusi optimal.

2. Evaluasi Kinerja Radar:

- Kinerja radar pada setiap iterasi dievaluasi berdasarkan kriteria objektif, yang bisa mencakup faktor-faktor seperti:
 - **Panjang Jangkauan Deteksi (Range):** Seberapa jauh radar dapat mendeteksi hujan.
 - **Kualitas Deteksi Hujan:** Akurasi dalam mengukur intensitas hujan (misalnya, tingkat presisi estimasi curah hujan).
 - **Resolusi Angkasa dan Waktu:** Kemampuan radar untuk mendeteksi objek hujan dengan resolusi tinggi dalam ruang dan waktu.
 - **Pengaruh Gangguan (Noise) dan Penurunan Sinyal:** Sebuah radar yang lebih optimal harus meminimalkan interferensi dan gangguan dari lingkungan.

Fungsi objektif ini mengukur seberapa baik desain radar yang diberikan dalam memenuhi kriteria tersebut, seperti kemampuan untuk mendeteksi hujan dengan presisi yang lebih tinggi, rentang deteksi yang lebih jauh, atau mengurangi noise.

3. Pembaruan Posisi dan Kecepatan:

- Setiap partikel memiliki dua komponen utama:
 - **Pbest (Personal Best):** Posisi terbaik yang ditemukan oleh partikel selama pencarian.

- **Gbest (Global Best):** Posisi terbaik yang ditemukan oleh seluruh swarm.

Pembaruan kecepatan dan posisi dilakukan berdasarkan rumus berikut:

$$v_i^{(t+1)} = w \cdot v_i^{(t)} + c_1 \cdot r_1 \cdot (pbest_i - x_i) + c_2 \cdot r_2 \cdot (gbest - x_i)$$

$$x_i^{(t+1)} = x_i^{(t)} + v_i^{(t+1)}$$

Di mana:

- v_i adalah kecepatan partikel ke- i ,
- x_i adalah posisi partikel ke- i ,
- $pbest_i$ adalah posisi terbaik yang ditemukan oleh partikel ke- i ,
- $gbest$ adalah posisi terbaik yang ditemukan oleh seluruh swarm,
- w adalah faktor inersia yang mengontrol eksplorasi dan eksploitasinya,
- c_1 dan c_2 adalah faktor pembelajaran untuk memandu partikel bergerak ke Pbest dan Gbest,
- r_1, r_2 adalah angka acak antara 0 dan 1.

4. Pembaruan Gbest dan Pbest:

- Setiap partikel memperbarui Pbest-nya jika solusi yang ditemukan lebih baik (berdasarkan evaluasi fitness) dari solusi sebelumnya.
- Jika Pbest partikel lebih baik daripada Gbest (solusi terbaik global), maka Gbest juga diperbarui.

5. Iterasi dan Konvergensi:

- Proses ini diulang dalam beberapa iterasi. Pada setiap iterasi, posisi partikel diperbarui, dan kinerja radar dievaluasi.
- Algoritma akan berhenti ketika solusi optimal ditemukan, atau jika jumlah iterasi maksimum tercapai.
- Jika konvergensi tercapai (yaitu, tidak ada perubahan signifikan dalam posisi Gbest selama beberapa iterasi berturut-turut), algoritma dianggap selesai.

