

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Deskripsi Daerah Studi**

Dalam rangka mendukung penyusunan dan pembahasan dalam tugas akhir ini, maka diperlukan adanya data dari obyek penelitian yang akan diteliti. Adapun data yang terlampir dalam Pembangunan Gedung Kuliah Bersama (GKB) V Universitas Muhammadiyah Malang.

#### **3.2 Gambaran Umum Proyek**

1. Nama Pekerjaan : Pembangunan Gedung Kuliah Bersama (GKB) V UMM Malang.
2. Lokasi Proyek : Jl. Tlogomas No. 45, Dusun Rambaan, Landungsari, Kec. Dau, Kota Malang, Jawa Timur.
3. Dimensi Proyek : 14.171,46 m<sup>2</sup>
4. Sumber Dana : Swasta
5. Pengguna Jasa : BP2K Universitas Muhammadiyah Malang
6. Konsultan Perencana : Universitas Muhammadiyah Malang
7. Konsultan MK : Universitas Muhammadiyah Malang
8. Nama Penyedia Jasa : PT. Wijaya Karya bangunan Gedung Tbk.

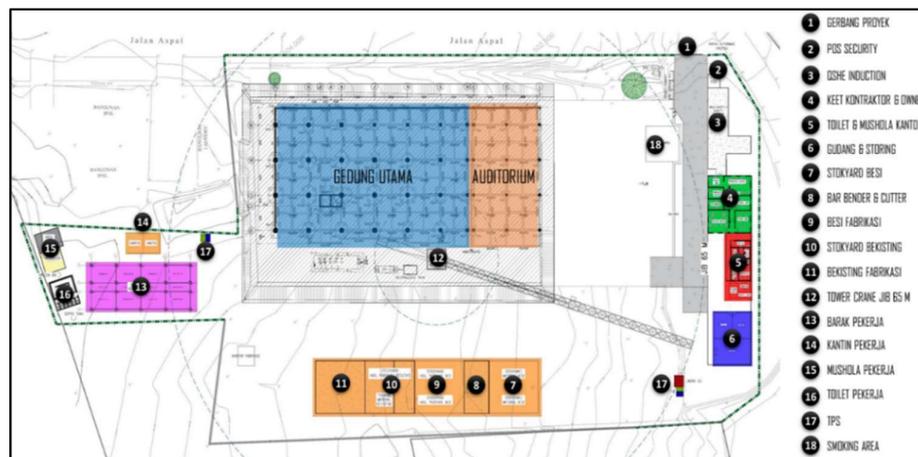
#### **3.3 Lokasi Proyek**

Lokasi proyek pembangunan Gedung Kuliah Bersama (GKB) V Universitas Muhammadiyah Malang terletak di Jalan Raya Tlogomas No 45, Kec Dau, Malang Jawa Timur 65144.



**Gambar 3. 1** Lokasi Proyek

Sumber: (Data Proyek PT. WIJAYA KARYA BANGUNAN GEDUNG Tbk.)



**Gambar 3. 2** Site Layout Proyek Pembangunan GKB V Universitas Muhammadiyah Malang

Sumber: (Data proyek PT. WIJAYA KARYA BANGUNAN GEDUNG Tbk.)

### 3.4 Data Penelitian

Dalam penelitian ini, data yang digunakan dibagi menjadi dua kategori, yaitu **data primer** dan **data sekunder**. Pemilihan kedua jenis data ini bertujuan untuk mendukung analisis optimasi penggunaan Tower Crane secara menyeluruh, baik dari sisi teknis lapangan maupun perhitungan matematis berbasis Genetika Algoritma di MATLAB. Untuk menyelesaikan penelitian dari Tugas Akhir ini,

penulis menggunakan data teknis yang didapatkan dari kontraktor pelaksana PT. WIJAYA KARYA BANGUNAN GEDUNG Tbk. pada pembangunan Gedung Kuliah Bersama (GKB) V Universitas Muhammadiyah Malang Struktur Tahap II pada lantai 5 - Lantai 11 atap, antara lain:

a) Data Primer

Data penelitian diperoleh langsung dari observasi lapangan proyek pembangunan yang mencerminkan kondisi aktual di lapangan. Data yang diperlukan untuk penelitian meliputi keterbatasan lokasi proyek dan material yang diangkut alat berat Tower Crane (Besi tulangan, Bekisting, dan Beton segar).

b) Data Sekunder

Data diperoleh dari dokumen-dokumen proyek dan literatur, jurnal, dan sumber resmi lainnya. Data sekunder meliputi data Gambar *Site Layout* proyek, Rencana 2D, Spesifikasi teknis jenis *Tower Crane* yang digunakan dalam proyek dan juga literatur yang terkait dalam penelitian.

### 3.5 Asumsi Dalam Penelitian Yang Digunakan

Model optimasi disederhanakan dengan menggunakan asumsi-asumsi berikut:

1. Untuk penelitian ini, dimensi area sama dengan dimensi bangunan utama.
2. Posisi penempatan Tower Crane diasumsikan tidak berinteraksi dengan struktur bangunan seperti kolom, balok dan juga area batas pencarian termasuk *direksi keet*, dan kawasan area barak pekerja.
3. Area kerja atau titik *demand* dibagi menjadi area per lantai dari Lantai 5 sampai dengan Lantai 11 atap.
4. Titik *supply* dan titik *demand* material ditentukan pada pusat *centroid* per lantai.
5. Posisi pada eksisting Tower Crane dan titik *supply* pada model acuan ditentukan berdasarkan *centroid* dan area kerja yang layak.

### 3.6 Variabel-Variabel Penelitian Yang Digunakan

#### 3.6.1 Variabel Keputusan (*Decision Variables*)

1. Dalam pemodelan **penentuan lokasi posisi titik suplai, permintaan, dan Tower Crane** adalah hal yang krusial. Hal ini disebabkan persamaan-persamaan yang dipakai dalam pemodelan membutuhkan data yang presisi. Untuk itu, sistem koordinat Kartesius lokal dalam penelitian ini digunakan sebagai acuan untuk menyatakan posisi-posisi tersebut dalam bentuk angka, yaitu melalui koordinat X dan Y. Cara ini memfasilitasi algoritma pemodelan dalam mengolah data posisi secara efektif.
2. **Jarak radial** yaitu jarak bentangan antara titik suplai, permintaan, dan Tower Crane dalam mengevaluasi waktu yang dibutuhkan untuk satu siklus kerja. Nilai jarak radial digunakan sebagai input untuk menghitung besarnya pergerakan *jib* saat *slewing* dan jarak yang ditempuh troli saat gerakan *trolleying*. Semakin besar perbedaan jarak radial antar titik, semakin lama pula waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan satu siklus kerja. Jarak radial juga membatasi area kerja Tower Crane, memastikan semua titik suplai dan permintaan berada dalam jangkauannya.
3. **Jarak horizontal antara titik suplai dan permintaan** merupakan jarak yang dipakai sebagai tolak ukur dalam menghitung waktu pemindahan material secara langsung dan juga menjadi salah satu masukan dalam perhitungan pergerakan *jib* untuk menganalisis durasi siklus kerja. Jarak *Horizontal* juga berfungsi sebagai batasan geometri dalam proses optimasi model.
4. **Besarnya sudut putar *jib*** adalah parameter krusial dalam menganalisis waktu siklus kerja. Rotasi *jib* yang lebih lebar membutuhkan waktu yang lebih lama. Perhitungan besar perpindahan *jib* akan didasarkan pada pendekatan geometri yang mempertimbangkan jarak radial dan jarak horizontal.

5. **Jarak *Hoisting*** merupakan Jarak vertikal antara titik suplai dan permintaan disebut sebagai. Jarak ini menunjukkan seberapa tinggi material harus diangkat oleh *tower crane*. Semakin tinggi jarak *hoisting*, semakin panjang durasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu siklus kerja.
6. **Jarak *Trolleying*** adalah suatu perpindahan *hook* bergerak maju atau mundur sepanjang lengan Tower Crane (arah radial). Jarak ini ditemukan dengan menghitung nilai pengurangan dua jarak radial yang berbeda.
7. **Kecepatan *Hoisting*, *Slewing*, dan *Trolleying*** merupakan faktor penentu utama yang mempengaruhi durasi penyelesaian siklus kerja terhadap Tower Crane. Prinsipnya, semakin tinggi kecepatan operasi, semakin efisien waktu siklus kerjanya.

### 3.6.2 Variabel Batasan (*Constraints*)

1. **Kapasitas Angkat Tower Crane** merupakan faktor pembatas utama dalam menentukan volume material yang dapat diangkat per siklus kerja. Batasan ini diberlakukan untuk menjaga keselamatan di lokasi kerja dan mencegah terjadinya masalah pada struktur mesin. Selain itu, semakin lebar area kerja (*radius*) Tower Crane, semakin kecil muatan maksimal yang dapat diangkat, sehingga pengiriman material perlu dilakukan lebih sering.
2. **Banyaknya material** menjadi salah satu penentu frekuensi pengiriman material yang diperlukan dalam sebuah proyek konstruksi menggunakan alat berat Tower Crane. Karakteristik material yang diangkut adalah bermacam-macam jenisnya dengan satuan kuantitas yang tidak sama.
3. **Perhitungan jumlah siklus pengiriman material**, didasarkan pada rasio antara total volume material yang harus diangkat dan kapasitas angkat *tower crane* pada radius kerja yang spesifik. Tujuannya untuk meningkatkan efektivitas penggunaan Tower Crane dan memastikan bahwa operasinya sejalan dengan rencana proyek.

4. **Radius kerja Tower Crane** ialah penentuan lokasi Tower Crane dalam menentukan lokasinya. Semua titik suplai dan permintaan material wajib berada di dalam lingkaran yang dibentuk oleh radius kerja. Jika ada titik yang terlewat, posisi Tower Crane perlu dikoreksi. Walaupun mudah dipahami secara visual, dalam pemodelan matematika, kondisi ini dapat diungkapkan melalui ketidaksamaan yang membandingkan jarak antara titik dan pusat *tower crane* dengan besaran radiusnya.
5. **Penentuan wilayah pencarian** dilakukan dengan memanfaatkan **sistem koordinat Kartesius lokal**. Koordinat ini bertugas untuk menentukan batasan-batasan area yang akan menjadi fokus pencarian algoritma. Pembatasan area pencarian ini bertujuan untuk mengoptimalkan kinerja komputasi dengan membatasi ruang lingkup pencarian pada area yang sesuai.

### 3.6.3 Variabel Fungsi Objektif (*Objective Function*)

1. **Waktu *Hoisting*** mencakup lamanya waktu yang diperlukan Tower Crane untuk bergerak vertikal, baik ke atas maupun ke bawah, saat mengangkat atau menurunkan muatan. Faktor utama yang memengaruhi perhitungan waktu ini adalah jarak *hoisting* dan kecepatan *hoisting*.
2. **Waktu *Slewing*** mencakup lamanya waktu yang diperlukan Tower Crane untuk melakukan gerakan memutar pada *jib*-nya. Faktor-faktor yang memengaruhi durasi ini meliputi jarak radial, jarak horizontal, besarnya sudut rotasi *jib*, serta batasan pertidaksamaan segitiga.
3. **Waktu *Trolleying*** mencakup rentang waktu yang dibutuhkan Tower Crane untuk melakukan gerakan horizontal pada *jib*-nya. Besarnya waktu ini ditentukan terutama oleh jarak *trolleying* dan kecepatan *trolleying*.
4. **Waktu durasi total pada alat berat Tower Crane** dalam penelitian ini merujuk pada kebutuhan waktu untuk mengangkat, memutar, dan memindahkan material dari satu titik ke titik lainnya.

### 3.7 Metode Analisis Data

Untuk mencapai tujuan peneliti, data dianalisis dan diolah secara sistematis berdasarkan teori yang ada. Berikut adalah tahapan penelitian yang dilakukan:

1. Perumusan Masalah

Tahapan pertama ialah melakukan perumusan masalah yang terjadi, seperti waktu dan biaya operasional alat berat Tower Crane pada pelaksanaan proyek agar dapat mempercepat pelaksanaan penyelesaian proyek.

2. Tinjauan Pustaka

Tahap kedua ialah mencari literatur terdahulu untuk dijadikan sebagai acuan dasar dalam melakukan pengambilan data dan penelitian terdahulu untuk mencapai pelaksanaan optimasi alat berat.

3. Pengumpulan Data

Tahap ketiga ialah data yang digunakan dalam proposal tugas akhir ini meliputi :

- a. Data Primer

Data penelitian diperoleh langsung dari observasi lapangan. Data yang diperlukan untuk penelitian meliputi:

- Keterbatasan Lokasi proyek.
- Material yang akan diangkut alat berat *Tower Crane* pada pekerjaan struktur tahap II (besi tulangan, bekisting, beton segar) dimulai dari lantai 5 – lantai 11 atap.
- Jam kerja Alat

- b. Data Sekunder

Data yang diperoleh dari instansi terkait meliputi:

- Gambar Site Layout proyek (**Gambar 3. 2**).
- Gambar Rencana 2D (**Lampiran 2**)
- Spesifikasi jenis Alat Berat Tower Crane tipe alat Zoomlion 6520/10 E nomor seri 1012 T C1700650 dengan radius 65meter menjadi 60meter didapatkan dari internet (**Lampiran**)

4. Menganalisa Volume material Besi Tulangan, Bekisting, Beton Segar yang diangkut dan diturunkan alat berat Tower Crane pada lantai 5 – lantai 11 atap. Kemudian menganalisa Batasan Lokasi (*Layout*), Gedung yang dianalisis, dan Fasilitas.
5. Menganalisis posisi, titik *dropzone*, dan radius area kerja alat berat Tower Crane.
6. Menganalisa waktu operasional total *Hoisting*, *Slewing*, dan *Trolleying* pada alat berat Tower Crane.
7. Penyusunan dan Analisa Model Genetika Algoritma untuk menganalisis waktu penggunaan Tower Crane.

Langkah – Langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

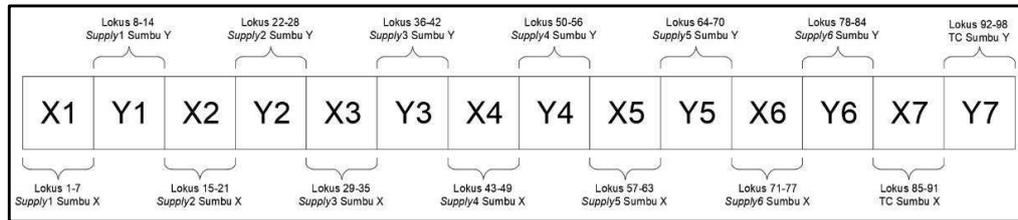
- a) Pembentukan populasi Awal alat berat Tower Crane.
  - Pertama-tama ialah menentukan parameter algoritma seperti ukuran populasi, panjang kromosom, panjang gen, dan jumlah iterasi seperti pada **Tabel 3.1**.

**Tabel 3. 1** Parameter Populasi Awal

Notasi	Parameter	Besar Parameter	Referensi
npop	Jumlah populasi	200 individu	(Sivanandam dan Deepa, 2008)
nindiv	Panjang individu	98bit	Lampiran 8
	Panjang gen	7bit	
niter	Jumlah iterasi	1000 iter	(Shopova & Vaklieva-Bancheva, 2006)

- Kedua Pengkodean. Penelitian ini menggunakan pengkodean biner bilangan real untuk merepresentasikan solusi, sebuah metode yang dipilih karena sangat cocok dengan sifat numerik variabel keputusan. Proses pengkodean ini mengubah nilai numerik setiap variabel menjadi representasi biner dengan panjang *bit* tertentu.
- Ketiga Pembentukan populasi awal. Individu-individu dalam populasi akan dihasilkan secara acak dengan panjang kromosom yang sudah ditetapkan. Penting bahwa populasi awal ini memiliki keragaman yang

cukup agar dapat menjelajahi berbagai kemungkinan solusi dan komposisi individu di **Gambar 3.3**.



**Gambar 3.3** Komposisi gen dan kromosom

- Keempat Mengevaluasi nilai *fitness*. Nilai *fitness* dari setiap individu akan dihitung. Model Nilai *fitness* dalam penelitian ini ialah fungsi objektif yang mewakili total waktu kerja Tower Crane. Perhitungan ini mempertimbangkan variabel-variabel keputusan, yaitu: jarak radial, jarak *horizontal*, jarak *hoisting*, jarak *trolleying*, besar perpindahan *jib*, kecepatan pergerakan Tower Crane. Jika jarak radial melebihi batas radius Tower Crane, sistem pada algoritma akan memberikan penalti. Penalti ini dihitung dari selisih antara jarak aktual dan radius maksimum, kemudian ditambahkan ke total waktu kerja. Tujuan dari mekanisme penalti ini adalah untuk mendorong terciptanya solusi yang memenuhi semua kendala fisik sistem.
- b) Populasi individu yang terpilih (terbaik) akan disilangkan untuk menjadi induk (Elitisme). Jika sudah memenuhi maka akan disalin kedalam populasi baru. Untuk mengoptimalkan kinerja algoritma genetika, tiga variasi parameter elitisme telah diterapkan dalam pemodelan ini. Hasil perbandingan kinerja ketiga variasi tersebut disajikan pada **Tabel 3.2**.

**Tabel 3.2** Parameter Elitisme

Notasi	Parameter	Besar Parameter	Referensi
$nelits^{(3)}$	Elitisme (GA utama)	20%	(Mitchell, 1996)
		(20 individu)	

- c) Individu-individu yang terpilih (Seleksi Induk) akan disilangkan untuk menghasilkan keturunan baru (*Crossover*).

- d) Keturunan baru (*Crossover*) yang dihasilkan akan mengalami mutasi secara acak yang dihasilkan lebih kecil dari probabilitas persilangan pada **Tabel 3.3**.

**Tabel 3. 3** Parameter penyilangan (*crossover*)

Notasi	Parameter	Besar Parameter	Referensi
$pcross^{(3)}$	Penyilangan (GA utama)	0.7	(De Jong, 2006)

- e) Mutasi dilakukan untuk mencegah algoritma terjebak pada solusi lokal dan sebagai menjaga keragaman genetik dalam populasi. Probabilitas mutasi yang digunakan dalam penelitian pada **Tabel 3.4**.

**Tabel 3. 4** Parameter Mutasi

Notasi	Parameter	Besar Parameter	Referensi
$rmutat^{(1)}$	Mutasi (GA utama)	1/npop	(Sivanandam dan Deepa, 2008)
		(0.01)	
$rmutat^{(2)}$	Mutasi (GA utama)	1/nindiv	(De Jong, 1975)
		(0.02)	

- f) Nilai fitness dari keturunan baru akan dihitung (Populasi Sementara),
- g) Populasi baru akan dibentuk atau digabungkan berdasarkan hasil seleksi, persilangan, mutasi, dan elitisme. Populasi yang telah digabungkan selanjutnya diurutkan berdasarkan tingkat *fitness*-nya. Kemudian, individu-individu dengan *fitness* tertinggi akan diambil untuk mengisi populasi baru.
- h) Jika kriteria penghentian belum terpenuhi, maka proses akan kembali ke Evaluasi Nilai *fitness* untuk mengurutkan kromosom terbaik untuk Elitisme dan sisanya akan melanjutkan ke proses seleksi induk hingga populasi baru.
8. Kontrol apakah waktu sudah optimum atau tidak.
9. Menganalisa biaya operasional Alat Berat *Tower Crane*.

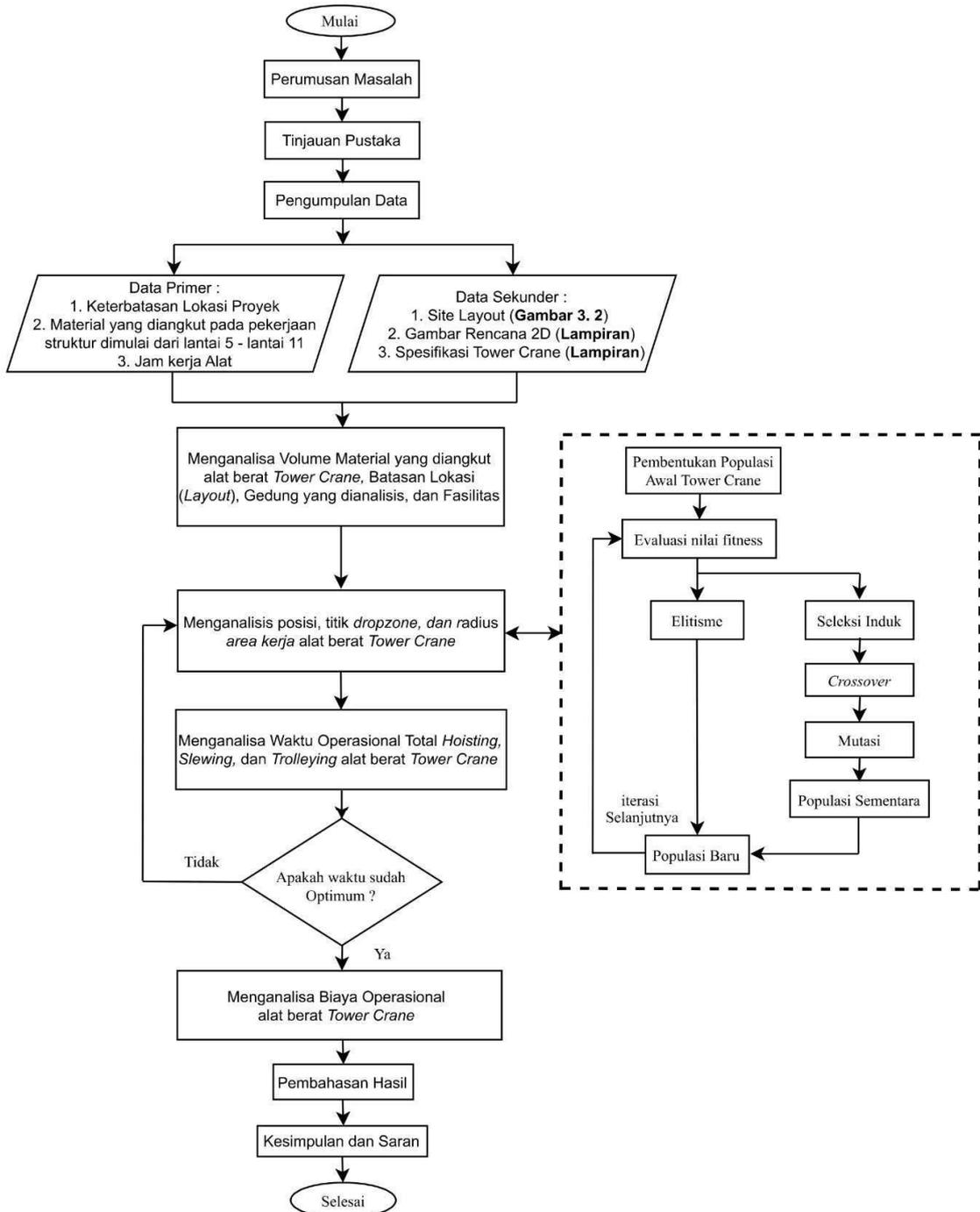
Analisis ini didapatkan melalui referensi atau dokumen pendukung proyek dan dari data sekunder proyek, meliputi:

- a. Biaya Kebutuhan Total Bahan Bakar Solar,
- b. Biaya Sewa Tower Crane,

- c. Biaya Operator dan Spotter,
10. Hasil dan Pembahasan
  11. Kesimpulan dan Saran

### 3.8 Diagram Alir

Pada pembahasan proposal tugas akhir ini Diagram alir yaitu seperti pada Gambar 3. 4 berikut.



Gambar 3. 4 Diagram Alir Mekanisme Pembahasan Genetika Algoritma