BAB III

METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan optimasi terhadap pembuatan jadwal proyek dengan menggabungkan CPM sehingga diperoleh sebuah jadwal proyek yang optimal dibandingkan dengan tanpa menggunakan Algortima Genetika dan dapat menjadi salah satu alternatif bagi para Kontraktor dalam melakukan penjadwalan proyek. Untuk mencapai tujuan tersebut, maka diberikan beberapa penjelasan-penjelasan berikut yang terkait dengan langkah-langkah penelitian. Langkah-langkah tersebut antara lain adalah sebagai berikut ini:

3.1 Objek Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada departemen *Civil Engineering* Proyek Pembangunan Gudang Produk di Kawasan Industri Kujang Cikampek di PT. Hervindo Inti Nusantara yang beralamat kantor di Dusun Pakuncen Kulon Desa Sukaharja Rt. 02 Rw. 07 Kec. Telukjambe Timur, Karawang.

3.2 Data dan Informasi

Data dan informasi penelitian berasal dari sumber primer dan sekunder.

3.2.1 Data Primer

Pengumpulan data primer dilakukan dengan cara mencari hal-hal yang menimbulkan masalah terkait keterlambatan penyelesaian proyek yang disebabkan oleh penjadwalan proyek yang kurang optimal, baik dilakukan secara observasi langsung di bagian *civil enginering* maupun dengan cara interview langsung kepada karyawan yang membuat penjadwalan proyek pada perusahaan. Data yang didapatkan dari hasil observasi dan *interview* tersebut dijadikan sebagai data pendukung dalam analisa perhitungan dan pemodelan matematika dengan tujuan untuk memperoleh detail permasalahan yang akurat. Data primer dapat di lihat pada table berikut :

Tabel 3. 1 Tabel Data Primer

Jenis Data	Macam-Macam Data	Cara
Data Primer	Nama proyek Jenis Kegiatan proyek Jumlah Kegiatan Proyek Durasi setiap kegiatan Total durasi proyek	Wawancara, observasi langsung

3.2.2 Data Sekunder

Pengumpulan data sekunder diawali dengan cara mengidentifikasi permasalahan yang terjadi pada penjadwalan suatu proyek. Langkah kedua adalah mencari data kegiatan proyek. Langkah selanjutnya adalah mencari dan berapa lama waktu pelaksanaan proyek. Berikut adalah data sekunder yang dibutuhkan :

Tabel 3. 2 Tabel Data Sekunder

Jenis Data	Macam-Macam Data	Cara
Data Sekunder	Penelitian terdahulu Teori-teori CPM Teori-teori Algoritma Genetika	Buku, laporan, tulisan ilmiah lainnya

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini mempunyai tujuan untuk mempermudah proses pengolahan data pada saat melakukan analisa permasalahan yang terjadi di lapangan. Dibawah ini merupakan teknik pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. *Interview* (wawancara)

   Interview atau wawancara adalah teknik pengumpulan data yang dilakukan antara penulis untuk menemukan permasalahan yang harus diteliti dengan narasumber sesuai bidang terkait (Sugiono, 2016). Proses interview ini dilakukan dengan cara tanya jawab secara tatap muka dengan tujuan untuk memperoleh informasi terkait permasalahan yang terjadi di lokasi penelitian.

2. *Observasi* (pengamatan langsung)

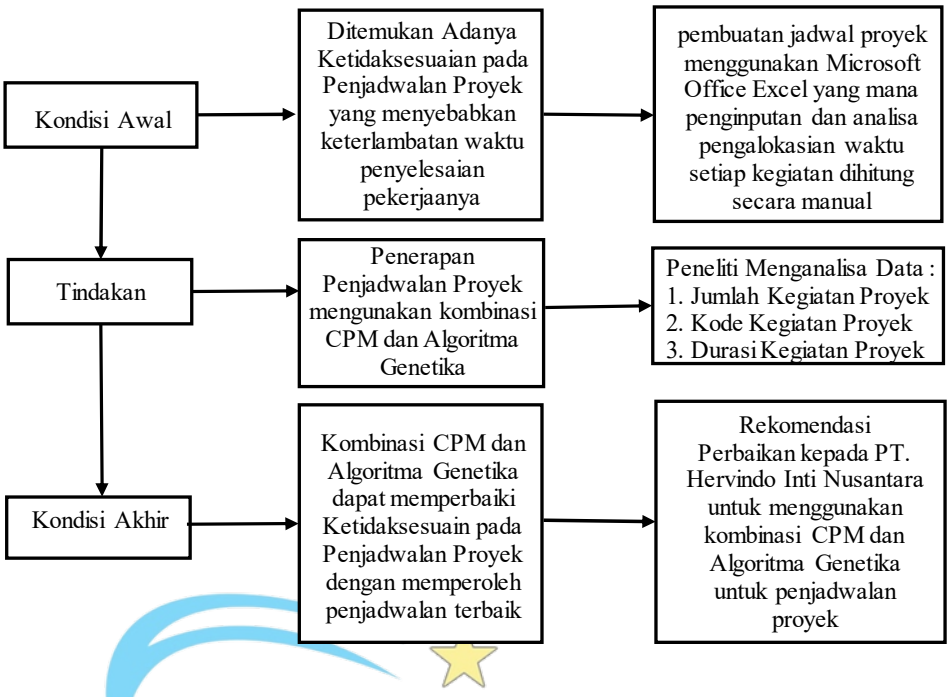
   Observasi adalah teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara pengamatan proses secara langsung di lokasi penelitian. Pada penelitian ini dilakukan observasi pada pelaksanaan proyek yaitu suatu kegiatan yang bertujuan untuk memperoleh informasi yang diperlukan dengan cara pengamatan dan pencatatan dengan peninjauan langsung pada PT. Hervindo Inti Nusantara.

3. *Library Research* (Studi Pustaka)

   Studi pustaka merupakan metode yang dilakukan untuk menemukan dan mengumpulkan data atau informasi kasus dari referensi-referensi terkait. Referensi-referensi ini dapat berupa buku-buku tentang metode penjadwalan, jurnal-jurnal atau tulisan penelitian penjadwalan menggunakan CPM dan algoritma genetika, atau artikel-artikel yang membahas kasus yang sama dengan kasus dalam penelitian ini.

3.4 Kearangka Penelitian

Kerangka pada penelitian ini didasarkan kondisi pada waktu dan biaya penyimpangan proyek, ditemukannya adanya pemborosan pada waktu dan biaya proyek. Berdasarkan kondisi tersebut perlu dilakukan tindakan perbaikan melalui optimasi penjadwalan proyek dengan menerapkan *critical path method*, dan *genetic algorithm*. Hasil yang diharapkan dari rekomendasi proses perbaikan pada kondisi akhir yaitu optimasi penjadwalan proyek dapat berjalan lebih efisien dan efektif. Berikut kerangka dari penelitian:



Gambar 3. 1 Kerangka Penelitian

3.5 Analisis Data

Teknik analisis data yang digunaan adalah dengan cara menerapkan kombinasi CPM dan Algoritma Genetika. Perhitungan yang digunakan untuk optimasi penjadwalan proyek. Berikut cara menerapkan prinsip kombinasi CPM dan Algoritma Genetika :

3.5.1 Analisa Sistem

Pada sistem input data kegiatan harus dimasukkan sesuai urutan kerja, dimana sebuah kegiatan tidak boleh diinputkan sebelum input kegiatan predesesornya. Input data pekerjaan yang diperlukan pada proses CPM dari sistem ini adalah: kode kegiatan, nama kegiatan, durasi kegiatan, biaya kegiatan, predesesor kegiatan. Sedangkan untuk input data yang diperlukan pada proses Algoritma Genetikanya adalah; ukuran populasi, jumlah generasi, probabiltas crossover, probabilitas mutasi. Untuk proses pembuatan bagan penjadwalan diperlukan tambahan input data waktu dimulainya suatu proyek.

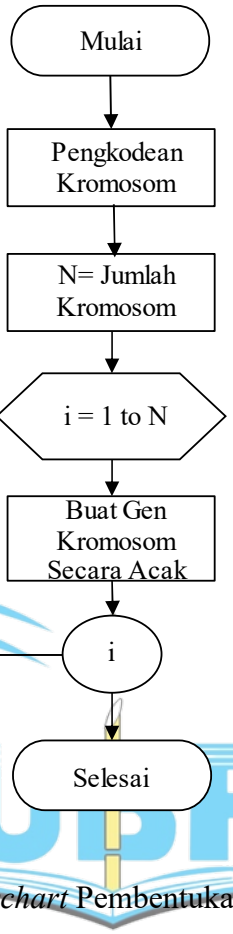
3.5.2 Perhitungan Waktu CPM

Terdapat dua tahap dalam perhitungan ini, yaitu perhitungan maju dan perhitungan mundur. Hasil perhitungan yang diperoleh akan digunakan sebagai inisialisasi pembentukan kromosom pada Algoritma Genetika.

3.5.3 Algoritma Genetika dalam Sistem

Tahap-tahap algoritma genetika yang diterapkan dalam masalah penjadwalan proyek dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Representasi dan Inisialisasi Populasi Awal, yaitu pada penelitian ini, sebuah kromosom menyatakan sebuah solusi penjadwalan. Kromosom berisi kumpulan dari gen yang berisi informasi saat pelaksanaan suatu kegiatan atau pekerjaan proyek. Menentukan populasi awal merupakan suatu proses membangkitkan sejumlah kromosom secara acak (*random*). Pada penelitian ini, sebuah kromosom menyatakan sebuah solusi penjadwalan. Kromosom terdiri dari kumpulan gen yang berisi informasi saat pelaksanaan suatu kegiatan atau pekerjaan proyek. Panjang kromosom adalah n, dengan n adalah banyaknya kegiatan atau pekerjaan. Jadi, pada sistem ini satu gen mewakili waktu mulai pelaksanaan satu kegiatan atau pekerjaan. Teknik pengkoden kromosom yang dipakai yaitu pengkodean bilangan bulat. Pemilihan ini didasarkan pada kromosom yang akan dikodekan sebagai solusi dari waktu pelaksanaan (minggu ke-), sehingga teknik pengkodean ini dinilai cocok untuk dipilih. Nilai setiap gen adalah bilangan bulat yang diperoleh secara acak (*random*) dengan interval yang telah ditentukan (durasi proyek). Secara umum, *flowchart* pembentukan populasi awal dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 3. 2 *Flowchart* Pembentukan Populasi Awal

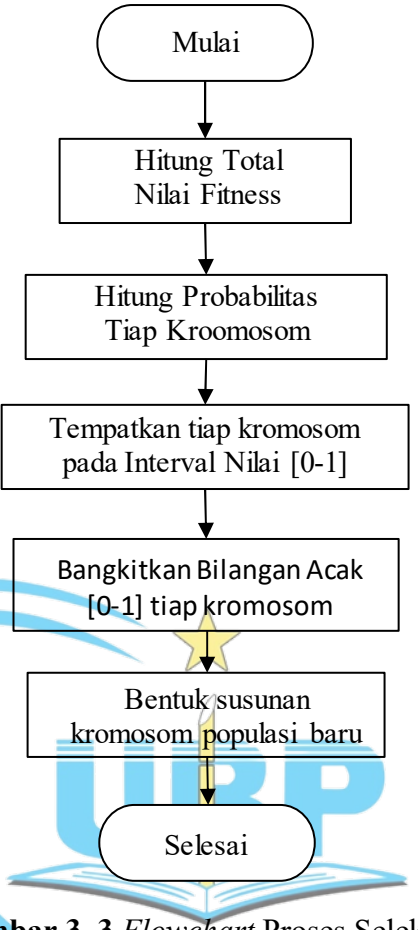
Berdasarkan gambar diatas dapat dijelaskan bahwa :

a. Proses mencari solusi penjadwalan dimulai dari membentuk populasi awal yaitu dengan mengkodekan solusi permasalahan kedalam bentuk kromosom. Ukuran populasi atau jumlah kromosom tergantung pada masalah yang akan diselesaikan.
b. Setelah ukuran populasi ditentukan, selanjutnya dilakukan pembangkitan populasi awal dengan cara melakukan inisialisasi (i) solusi yang mungkin kedalam sejumlah kromosom.
c. Setiap kromosom berisi gen yang mewakili waktu mulai pelaksanaan satu kegiatan atau pekerjaan.
d. Selesai.

2. Menentukan Fungsi *Fitness*, yaitu menghitung nilai *fitness* tiap-tiap kromosom. Setelah seluruh kegiatan di kelompokan, maka dapat di hitung fungsi *fitness*-nya. Suatu kromosom dievaluasi berdasarkan suatu fungsi tertentu sebagai ukuran performansinya. Didalam evolusi alam, individu

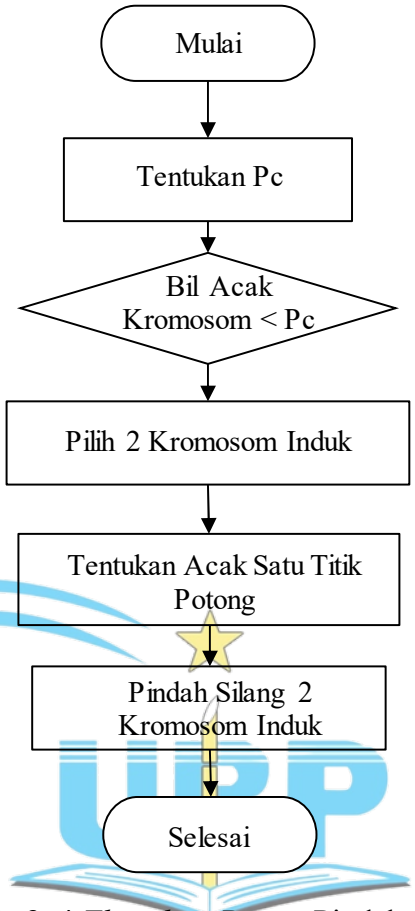
yang bernilai *fitness* tinggi yang akan bertahan hidup. Sedangkan individu yang bernilai *fitness* rendah akan mati. Fungsi yang digunakan untuk mengukur nilai kecocokan atau derajat optimalitas suatu kromosom disebut dengan *fitness function*. Nilai yang dihasilkan dari fungsi tersebut menandakan seberapa optimal solusi yang diperoleh. Nilai yang dihasilkan oleh fungsi fitness juga merepresentasikan seberapa banyak jumlah persyaratan yang dilanggar, sehingga dalam kasus penjadwalan proyek semakin kecil jumlah pelanggaran yang dihasilkan maka solusi yang dihasilkan akan semakin baik. Untuk setiap pelanggaran yang terjadi akan diberikan nilai 1. Agar tidak terjadi nilai fitness yang tak terhingga maka jumlah total semua pelanggaran akan ditambahkan 1.

3. Seleksi Kromosom, perancangan susunan tiap-tiap kromosom dalam suatu populasi baru digunakan metode seleksi *roulette-wheel*. Pada metode *roulette wheel* memamfaatkan konsep permainan roulette dengan tiap-tiap potongan lingkaran diisi sesuai degan porsi nilai fitnes. Semakin besar potongan lingkarannya, maka semakin besar pula ukuran fitnes kromosom tersebut. Proses seleksi yang dilakukan menggunakan seleksi roda *roulette* (*Roulette Wheel Selection)*. Adapun langkah-langkah proses seleksi ini dapat dilihat pada gambar 3.3 berupa *flowchart* yang dapat dijelaskan sebagai berikut :
   a. Hasil nilai *fitness* yang didapat tiap kromosom, lalu dijumlahkan.
   b. Lalu hitung nilai probabilitas tiap kromosom
   c. Setelah itu, tentukan interval nilai kumulatif [0-1] tiap kromosom
   d. Pilih induk yang menjadi kandidat untuk populasi baru dengan cara : bangkitkan suatu bilangan random [0-1] dan kromosom yang akan terpilih jika bilangan random yang dibangkitkan berada dalam interval kumulatifnya.
   e. Lakukan langkah 4 sebanyak ukuran populasi, sehingga terbentuk susunan populasi baru.
   f. Selesai



Gambar 3. 3 *Flowchart* Proses Seleksi

4. Persilangan Kromosom, adalah metode pemotongan kromosom secara acak. Secara umum, langkah-langkah proses crossover ditunjukkan pada Gambar 3.4 dapat dijelaskan bahwa:
   a. Pertama, tentukan probabilitas persilangan P(c).
   b. Bilangan acak R(i) antara 0-1 yang dibangkitkan untuk setiap kromosom pada proses seleksi dibandingkan dengan P(c).
   c. Jika R(i) kurang dari P(c), maka pilih kromosom tersebut sebagai calon induk yang akan dikenai operasi persilangan.
   d. Tentukan satu titik potong secara acak tergantung panjang kromosom dan lakukan operasi persilangan pada semua pasangan kromosom secara berurutan, yaitu kromosom 1 akan disilangkan dengan kromosom 2, kromosom 2 dengan kromosom 3, begitu seterusnya.
   e. Selesai



Gambar 3. 4 *Flowchart* Proses Pindah Silang

5. Mutasi Gen, proses mutasi dilakukan dengan cara mengganti satu gen yang dipilih secara acak dengan suatu nilai baru yang didapat secara acak. Proses mutasi adalah suatu proses kemungkinan memodifikasi informasi gen-gen pada suatu kromosom. Perubahan ini dapat membuat solusi duplikasi memiliki nilai *fitness* lebih rendah maupun lebih tinggi daripada solusi induknya. Tetapi jika diperoleh solusi dengan nilai *fitness* yang lebih rendah maka bisa jadi pada iterasi berikutnya diperoleh solusi hasil mutasi yang lebih baik nilai *fitness*nya daripada solusi induknya. Secara detil, *flowchart* proses ini ditunjukkan pada Gambar 3.5 dapat dijelaskan bahwa :
   a. Proses mutasi dimulai dengan menentukan probabilitas mutasi
   b. Setelah itu, menghitung total gen dan jumlah mutasi:
      Total gen = jumlah gen dalam suatu kromosom * jumlah kromosom yang ada

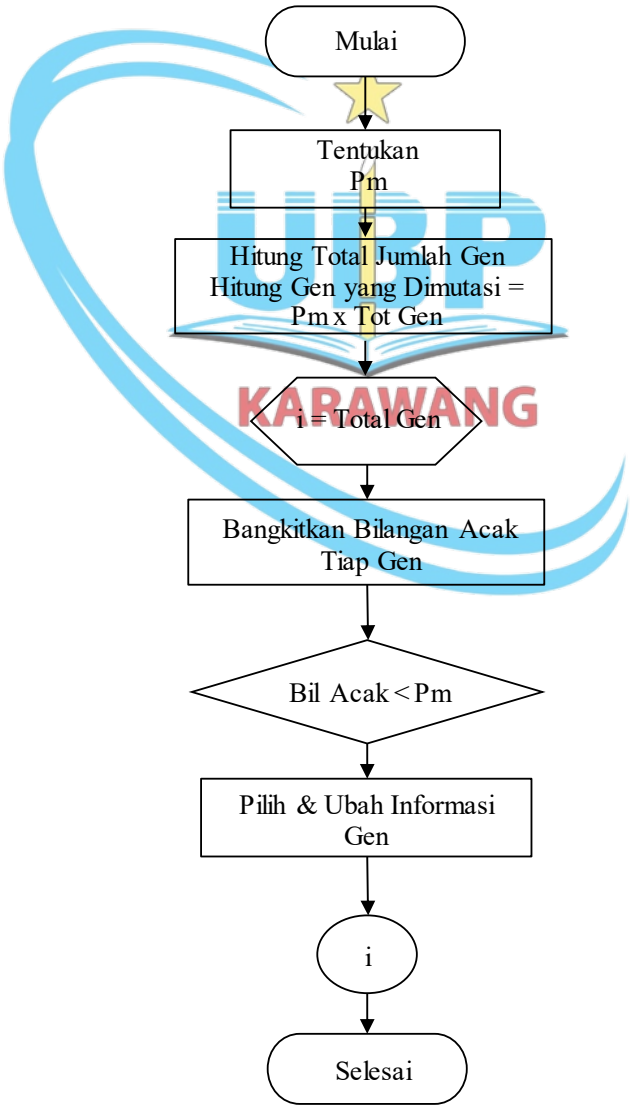
Jumlah Mutasi = Probabilitas mutasi (Pm) * total gen.

Proses mutase dilakukan sebanyak jumlah mutase yang diperoleh.

c. Tentukan posisi gen yang akan dimutasi dengan membangkitkan bilangan acak antara 0 sampai 1 tiap gen. Lalu bandingkan dengan probabilitas mutasi.

d. Jika kecil dari probabilitas mutasi maka pilih dan ubah informasi gen tersebut. Nilai gen yang terkena proses mutasi nilainya akan diganti secara random dengan nilai yang terdapat pada tabel yang mewakili nilai tersebut.

e. Selesai.

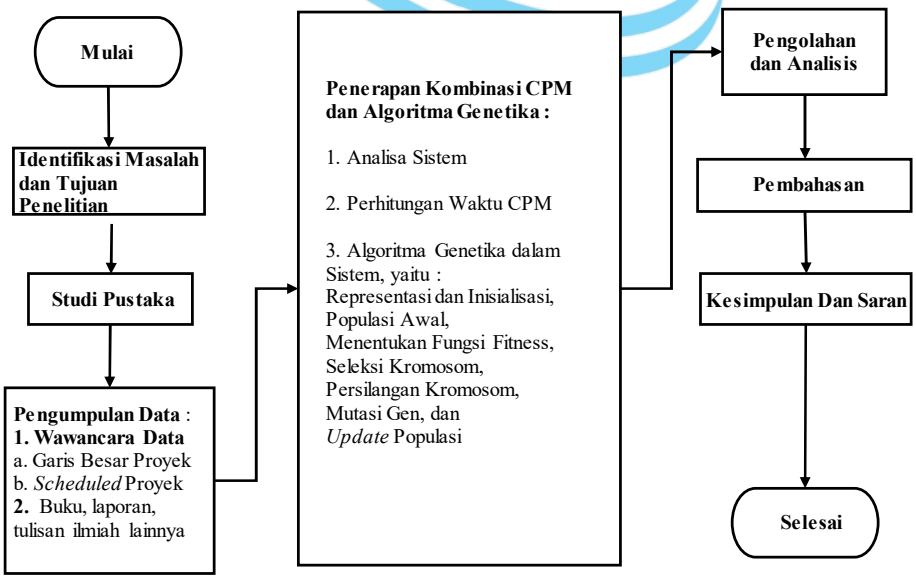


Gambar 3. 5 *Flowchart* Proses Mutasi

6. *Update* Populasi, langkah yang dilakukan pada proses update ini yaitu dengan menggabungkan populasi awal dengan populasi hasil proses genetika, kemudian gabungan populasi tersebut diurutkan berdasarkan nilai *fitness*-nya. Selanjutnya dipilih lagi kromosom-kromosom sebanyak ukuran populasi awal berdasarkan nilai fitness tertinggi dari gabungan populasi. Dengan cara ini maka kromosom dengan nilai *fitness* tertinggi dapat tetap hidup digenerasi selanjutnya, hingga akhirnya dihasilkan jadwal yang optimal dari kromosom-kromosom tersebut.

3.6 Prosedur Penelitian

Prosedur dalam penelitian ini adalah suatu langkah dimana cara peneliti melakukan penelitian di mulai dari awal sampai akhir. Langkah-langkah ini berkaitan dengan tema yang diangkat oleh peneliti yaitu mengenai evaluasi penjadwalan proyek dengan kombinasi CPM dan Algoritma Genetika. Teknik analisis data yang digunakan berdasarkan pendekatan penjadwalan proyek menitik beratkan pada beberapa jenis metode analisisnya yang terdiri dari *Genetic Algorithm* dan *Critical Path Method* (CPM). Adapun langkah-langkah dari penelitian dimulai dari identifikasi masalah dan tujuan, studi pustaka, pengumpulan data, penerapan kombinasi CPM dan Algoritma Genetika, pembahasan, dan kesimpulan & saran ini adalah sebagai berikut ini:



Gambar 3. 6 *Flow Chart* Penelitian