
OPTIMASI PENJADWALAN PROYEK DENGAN KOMBINASI CRITICAL PATH METHOD DAN ALGORITMA GENETIKA (Studi kasus : PT. Hervindo Inti Nusantara)

Dhani Aristyono¹, Afif Hakim², Fathurohman³, Decut Della Oganda³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Buana Perjuangan Karawang
Jl. HS. Ronggowaluyo Sirnabaya, Puseurjaya, Telukjambe Timur, Karawang, Jawa Barat, 41362
Email: ti17.dhaniaristyono@mhs.ubpkarawang.ac.id

ABSTRACT

Project scheduling must be prepared by using resources systematically and optimally by PT. Hervindo Inti Nusantara so that the project objectives can be achieved optimally. In planning scheduling at PT. Hervindo Inti Nusantara was constrained by the arrangement so that the project sometimes delayed the completion of the work. This research was conducted to design an optimal project schedule for improvement and provide recommendations for improvement based on the results of calculations using a combination of CPM and genetic algorithms. The results of the research with a combination of CPM and Genetic Algorithm, the results of the project scheduling time are 23 weeks from the previous schedule, which is 24 weeks, the cost savings from Rp. 3,125,000,000.00 can be Rp. 2,994,791,667.00, and a critical path is obtained with forward and backward calculations on the CPM method, namely on work 1|2|4|7|8 |9|10. The results with the calculation of the Genetic Algorithm resulted in the overall project scheduling, namely on the best chromosome produced to determine the start of each job, namely 1|2|5|4|10|12|10|13|19|22. The combination of CPM method and Genetic Algorithm provides research results that can be used by PT. Hervindo Inti Nusantara to design optimal project scheduling.

Keywords: *Project Scheduling; Critical Path Method; Genetic Algorithm*

ABSTRAK

Penjadwalan proyek merupakan salah satu yang harus disusun dengan menggunakan sumber daya secara sistematis dengan optimal oleh PT. Hervindo Inti Nusantara sehingga agar tujuan proyek dapat tercapai secara optimal. Dalam perencanaan penjadwalan pada PT. Hervindo Inti Nusantara terkendala terkait pengaturannya sehingga dalam proyek terkadang terjadi keterlambatan waktu penyelesaian pekerjaannya. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk merancang penjadwalan proyek yang optimal untuk dilakukan perbaikan dan memberikan rekomendasi perbaikan berdasarkan hasil dari perhitungan menggunakan kombinasi CPM dan algoritma genetika. Hasil dari penelitian dengan kombinasi CPM dan Algoritma Genetika didapat hasil waktu penjadwalan proyek menjadi 23 minggu dari penjadwalan sebelumnya yaitu 24 minggu, penghematan biaya dari Rp 3.125.000.000,00 dapat menjadi Rp 2.994.791.667,00, dan didapatkan lintasan kritis dengan adanya perhitungan maju dan perhitungan mundur pada metode CPM, yaitu pada pekerjaan 1|2|4|7|8|9|10. Hasil dengan perhitungan Algoritma Genetika menghasilkan penjadwalan proyek keseluruhan yaitu pada kromosom terbaik yang dihasilkan untuk mengetahui mulainya setiap pekerjaan yaitu 1|2|5|4|10|12|10|13|19|22. Kombinasi metode CPM dan Algoritma Genetika memberikan hasil penelitian yang dapat digunakan PT. PT. Hervindo Inti Nusantara untuk merancang penjadwalan proyek yang optimal.

Kata Kunci: *Penjadwalan Proyek; Critical Path Method; Algoritma Genetika*

PENDAHULUAN

Proyek merupakan macam-macam kegiatan yang saling terkait untuk mencapai suatu hasil tertentu dan dilakukan dalam periode waktu tertentu (Ferdyawan & Hajjah, 2020). Penjadwalan proyek memiliki jenis-jenis kegiatan dalam sebuah proyek serta waktu pelaksanaan tiap-tiap kegiatan. Terdapat batasan/persyaratan (*constraints*) dalam penyusunan penjadwalan proyek. *Constraint* adalah suatu syarat yang harus terpenuhi dan tidak boleh dilanggar terhadap kendala yang ditetapkan agar dapat menghasilkan susunan penjadwalan yang baik (Ferdyawan & Hajjah, 2020).

PT. Hervindo Inti Nusantara adalah salah satu perusahaan pelaksana proyek konstruksi dan pembangunan di Karawang. Dalam melaksanakan proyek PT. Hervindo Inti Nusantara sudah melakukan segala hal yang terbaik, namun ternyata masih menghadapi masalah yakni terkait pengaturan penjadwalan proyek. Selama ini, pembuatan jadwal proyek menggunakan Microsoft Office Excel yang mana penginputan dan analisa pengalokasian waktu setiap kegiatan dihitung secara manual, sehingga jadwal yang dihasilkan tidak optimal dan proses pembuatan jadwal berlangsung lama karena membutuhkan ketelitian. Proyek yang akan dijadikan studi kasus pada penulisan tugas akhir ini yaitu Proyek Pembangunan Gudang Produk di Kawasan Industri Kujang Cikampek.

Penjadwalan waktu atau *time schedule* pada proyek tersebut menggunakan metode *gant chat* dan kurva S yaitu selama 24 minggu dan terdapat 10 pekerjaan utama, yaitu persiapan, pekerjaan galian, pondasi foot plate beton, pekerjaan struktur baja, dinding, *sloof*, & *ringbalk*, pemasangan atap, pengecatan, pekerjaan lantai beton, pemasangan instalasi listrik, dan pemasangan pagar precast dengan total biaya Rp 3.125.000.000,00. Selain itu Perusahaan tersebut dalam melaksanakan proyeknya terkadang mengalami keterlambatan waktu penyelesaian pekerjaannya sering kali disebabkan karena kurang terencananya kegiatan proyek dan pengendalian yang kurang efektif dari *time schedule* yang direncanakan yang mengakibatkan pemborosan pada waktu dan biaya. Adanya batas waktu dalam penyelesaian proyek membuat masalah bagi pelaksana proyek (Iwawo et al., 2016). Oleh karena itu sering kali timbul masalah-masalah operasional yang menghambat aktivitas penyelesaian suatu proyek seperti kurangnya sumber daya, alokasi sumber daya yang tidak tepat, keterlambatan pelaksanaan proyek dan masalah-masalah lainnya (Haolongan et al., 2020).

Analisis yang dilakukan akibat terdapat pemborosan pada proses konstruksi karena ketidaksesuaian perencanaan penjadwalan proyek pada PT Hervindo Inti Nusantara bertujuan memberikan salah satu upaya menentukan alternatif penjadwalan proyek yang efisien. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah bagaimana mengoptimasi penjadwalan proyek dengan kombinasi metode *Critical Path Method* CPM dan algoritma genetika. Pembuatan jadwal proyek dengan menggabungkan CPM dapat diperoleh sebuah jadwal proyek yang lebih efisien dibandingkan dengan tanpa menggunakan Algoritma Genetika (Arifudin, 2012)

METODE PENELITIAN

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, probabilitas *crossover*, probabilitas mutasi. Untuk proses pembuatan bagan penjadwalan diperlukan tambahan input data waktu dimulainya suatu proyek (Danniyanti, 2011).

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 (Gotami et al., 2020).

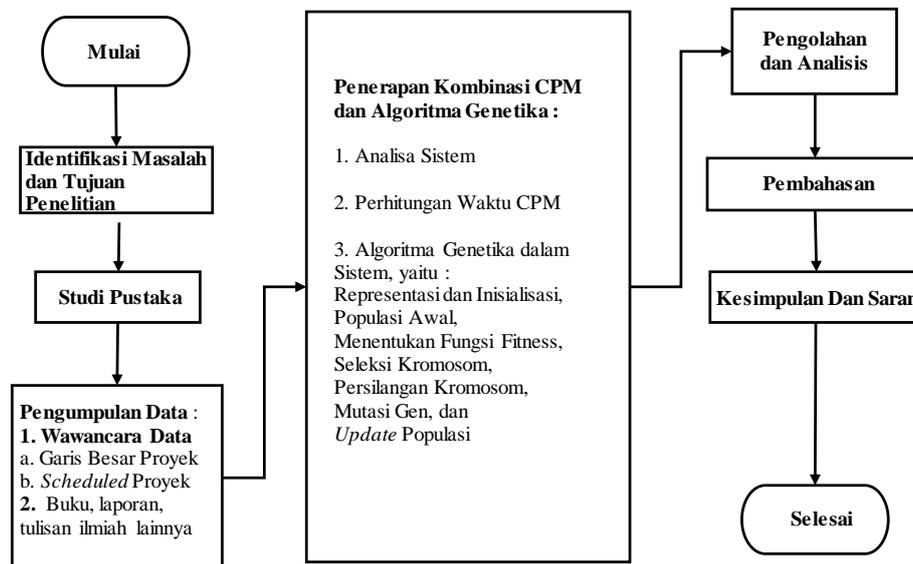
Algoritma Genetika dalam Sistem

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*).
2. Menentukan Fungsi *Fitness*, yaitu menghitung nilai *fitness* tiap-tiap kromosom. Setelah seluruh kegiatan di kelompokkan, maka dapat di hitung fungsi *fitness*-nya. Suatu kromosom dievaluasi berdasarkan suatu fungsi tertentu sebagai ukuran performansinya.
3. Seleksi Kromosom, perancangan susunan tiap-tiap kromosom dalam suatu populasi baru digunakan metode seleksi *roulette-wheel*. Pada metode *roulette wheel* memanfaatkan konsep permainan *roulette* dengan tiap-tiap potongan lingkaran diisi sesuai dengan porsi nilai *fitness*. Semakin besar potongan lingkarannya, maka semakin besar pula ukuran *fitness* kromosom tersebut.
4. Persilangan Kromosom, adalah metode pemotongan kromosom secara acak.
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.
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.

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.



Gambar 1. Flow Chart Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan Data

Rincian pekerjaan atau kegiatan dapat dilihat pada tabel di bawah ini berikut penjelasan susunan kegiatannya:

Tabel 1. Rincian Kegiatan

No	Nama Kegiatan	Durasi (Minggu)
1	Persiapan	1
2	Pekerjaan Galian	2
3	Pondasi Foot Plate Beton	3
4	Pekerjaan Struktur Baja	6
5	Dinding, Sloof, & Ringbalk	2
6	Pemasangan Atap	5
7	Pengecetan	3
8	Pekerjaan Lantai Beton	6
9	Pemasangan Instalasi listrik	3
10	Pemasangan Pagar Precast	2

Perhitungan Waktu CPM

Pada perhitungan CPM pada umumnya terdapat dua tahap, yaitu perhitungan maju dan perhitungan mundur. Hasil dari perhitungan yang diperoleh akan digunakan sebagai inisialisasi pembentukan kromosom pada metode Algoritma Genetika. Berikut ini adalah hubungan ketergantungan kegiatan pada proyek :

Tabel 2. Hubungan Ketergantungan Kegiatan

No	Nama Kegiatan	Predecessor	Durasi (Minggu)
1	Persiapan	-	1
2	Pekerjaan Galian	1	2
3	Pondasi <i>Foot Plate</i> Beton	2	3
4	Pekerjaan Struktur Baja	2	6
5	Dinding, <i>Sloof</i> , & <i>Ringbalk</i>	4	2
6	Pemasangan Atap	3,5	5
7	Pengecetan	4	3
8	Pekerjaan Lantai Beton	7	6
9	Pemasangan Instalasi listrik	6,8	3
10	Pemasangan Pagar Precast	9	2

Berdasarkan perhitungan maju dan perhitungan mundur, maka dapat diketahui nilai-nilai dari ES dan LS yang akan digunakan sebagai input dan batasan pada saat menentukan nilai suatu gen dari kromosom pada proses perhitungan Algoritma Genetika.

Tabel 3. Perhitungan Maju ES dan EF

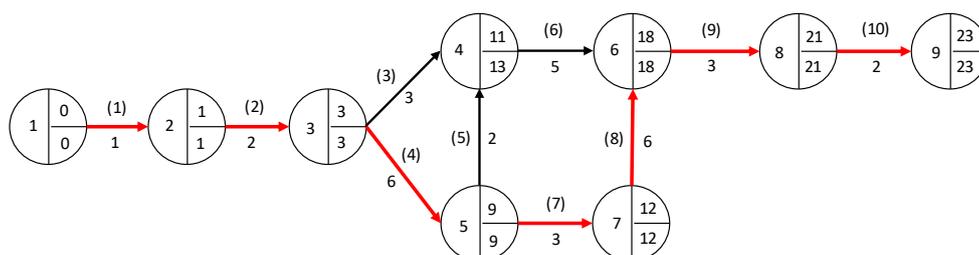
No Pekerjaan	ES	Durasi	EF
0	0	-	0
1	0	1	1
2	1	2	3
3	3	3	6
4	3	6	9
5	9	2	11
6	11	5	16
7	9	3	12
8	12	6	18
9	18	3	21
10	21	2	23
11	23	-	23

Dari perhitungan maju tersebut untuk kegiatan START dengan no 0, sedangkan FINISH no 11. Untuk nilai ES diperoleh dari nilai EF/ pekerjaan sebelumnya sesuai predecessor kegiatan tersebut dan nilai EF didapat dari penjumlahan ES ditambah durasi kegiatan, maka diperoleh nilai FINISH yaitu 23, sehingga durasi keseluruhan proyek pada kasus ini adalah 23 minggu. Nilai ini dipakai untuk nilai awal dari perhitungan mundur.

Tabel 4. Perhitungan Mundur LF dan LS

No Pekerjaan	LF	Durasi	LS
11	23	-	23
10	23	2	21
9	21	3	18
8	18	6	12
7	12	3	9
6	18	5	13
5	13	2	11
4	9	6	3
3	13	3	10
2	3	2	1
1	1	1	0
0	0	-	0

Dari tabel perhitungan maju dan perhitungan mundur dapat diketahui untuk jalur kritisnya dengan nilai ES sama dengan LS dan EF sama dengan LF yaitu pada pekerjaan 1|2|4|7|8|9|10. Dari hasil perhitungan diatas maka untuk diagram network nya adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Diagram Network

Algoritma Genetika

Adapun tahapan Algoritma Genetika pada penjadwalan proyek ini yaitu sebagai berikut :

a. Representasi dan Inisialisasi Populasi Awal

Pada penelitian ini, sebuah kromosom menyatakan sebuah solusi penjadwalan. Kromosom berisi kumpulan dari gen yang berisi informasi saat pelaksanaan suatu kegiatan atau pekerjaan proyek. Panjang kromosom adalah n , dengan n adalah banyaknya pekerjaan. Jadi, pada sistem ini satu gen mewakili 1 pekerjaan. Nilai setiap gen adalah bilangan bulat yang diperoleh secara acak dengan interval ES sampai dengan LS sesuai dengan nomer pekerjaan.

Tabel 5. Inisialisasi Populasi Awal

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
Kromosom 1	1	2	4	4	10	14	10	13	19	22
Kromosom 2	1	2	5	4	12	14	10	13	19	22
Kromosom 3	1	2	8	4	12	12	10	13	19	22
Kromosom 4	1	2	7	4	10	14	10	13	19	22
Kromosom 5	1	2	11	4	12	14	10	13	19	22
Kromosom 6	1	2	11	4	12	12	10	13	19	22
Kromosom 7	1	2	6	4	10	14	10	13	19	22
Kromosom 8	1	2	6	4	12	14	10	13	19	22

b. Menentukan Fungsi Fitness

Proses ini dilakukan dengan memperhatikan aturan (constraint) yang telah ditetapkan sebelumnya. Pada penelitian ini pelanggaran pada proyek adalah proyek di mulai pada waktu paling lambat pada kegiatan tidak kritis yaitu pada kegiatan 3, 5, dan 6 atau jika nilai gen $X_3=11$, $X_5=12$, dan $X_6=14$, dengan nilai pelanggaran 1 tiap kegiatan.

$$\text{Fitness Kromosom 1} = \frac{1}{1+h} = \frac{1}{1+1} = 0.5$$

$$\text{Fitness Kromosom 2} = \frac{1}{1+h} = \frac{1}{1+2} = 0.33$$

$$\text{Fitness Kromosom 3} = \frac{1}{1+h} = \frac{1}{1+2} = 0.5$$

$$\text{Fitness Kromosom 4} = \frac{1}{1+h} = \frac{1}{1+1} = 0.5$$

$$\text{Fitness Kromosom 5} = \frac{1}{1+h} = \frac{1}{1+3} = 0.25$$

$$\text{Fitness Kromosom 6} = \frac{1}{1+h} = \frac{1}{1+2} = 0.33$$

$$\text{Fitness Kromosom 7} = \frac{1}{1+h} = \frac{1}{1+1} = 0.5$$

$$\text{Fitness Kromosom 8} = \frac{1}{1+h} = \frac{1}{1+2} = 0.33$$

Jadi nilai *fitness* pada kromosom 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, dan 8 adalah 0.5, 0.33, 0.5, 0.5, 0.25, 0.33, 0.5, dan 0.33.

c. Seleksi Kromosom

Pembentukan susunan kromosom pada suatu populasi baru dilakukan dengan menggunakan metode seleksi roulette-wheel. Sesuai dengan namanya, metode ini menirukan permainan roulette-wheel dimana masing-masing kromosom menempati potongan lingkaran pada roulette-wheel secara proporsional sesuai dengan nilai fitnessnya. Kromosom yang memiliki nilai fitness lebih besar menempati potongan lingkaran yang lebih besar dibandingkan dengan kromosom bernilai fitness rendah.

Tabel 6. Populasi Baru Hasil Seleksi

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
Kromosom 1	1	2	5	4	12	14	10	13	19	22
Kromosom 2	1	2	11	4	12	14	10	13	19	22
Kromosom 3	1	2	11	4	12	12	10	13	19	22
Kromosom 4	1	2	6	4	12	14	10	13	19	22
Kromosom 5	1	2	4	4	10	14	10	13	19	22
Kromosom 6	1	2	8	4	12	12	10	13	19	22
Kromosom 7	1	2	7	4	10	14	10	13	19	22
Kromosom 8	1	2	6	4	10	14	10	13	19	22

d. Persilangan Kromosom

Pindah silang (*CrossOver*) digunakan sebagai metode pemotongan kromosom secara acak (*random*). Metode pindah silang yang paling umum digunakan adalah pindah silang satu titik potong (*one-point crossover*). Suatu titik potong dipilih secara acak (*random*), kemudian bagian pertama dari kromosom induk 1 digabungkan dengan bagian kedua dari kromosom induk 2. Bilangan acak (*random*) yang dibangkitkan untuk menentukan posisi titik potong adalah $[1-N]$ dimana N merupakan banyaknya jumlah gen dalam satu kromosom. Berikut ini adalah hasil proses persilangan:

Tabel 7. Kromosom Hasil Proses *Crossover*

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
Kromosom 1	1	2	5	4	12	14	10	13	19	22
Kromosom 2	1	2	11	4	12	14	10	13	19	22
Kromosom 3	1	2	11	4	12	14	10	13	19	22
Kromosom 4	1	2	6	4	12	12	10	13	19	22

e. Mutasi Gen

Untuk mendapatkan posisi gen yang akan dimutasi maka perlu dihitung jumlah total gen dalam satu populasi yaitu Total gen = Jumlah gen dalam satu kromosom x Jumlah kromosom yang ada. Berdasarkan contoh yang ada maka total gen adalah = $10 \times 3 = 30$. Probabilitas mutasi umumnya diset antara $[0-1]$, misalnya 0,1 maka diharapkan mutasi yang terjadi adalah : $0,1 \times 30 = 3$ gen yang akan mengalami mutasi.

Tabel 8. Kromosom Hasil Proses Mutasi

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
Kromosom 1	1	2	5	4	10	12	10	13	19	22
Kromosom 2	1	2	11	4	12	14	10	13	19	22
Kromosom 3	1	2	6	4	12	14	10	13	19	22

Hasil dari perhitungan diatas kromosom 1 dan 4 memiliki nilai fitness terbaik. Karena pada kromosom 4 masih terdapat pelanggaran terhadap constraint yang telah ditetapkan, maka kromosom 1 merupakan hasil yang terbaik dan solusi yang paling optimal.

f. Update Populasi

Langkah yang dilakukan pada proses update ini yaitu dengan menggabungkan populasi awal dengan populasi hasil proses genetika, yaitu sebagai berikut :

Tabel 9. Gabungan Populasi

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
Kromosom 1	1	2	4	4	10	14	10	13	19	22
Kromosom 2	1	2	5	4	12	14	10	13	19	22
Kromosom 3	1	2	8	4	12	12	10	13	19	22
Kromosom 4	1	2	7	4	10	14	10	13	19	22
Kromosom 5	1	2	11	4	12	14	10	13	19	22
Kromosom 6	1	2	11	4	12	12	10	13	19	22
Kromosom 7	1	2	6	4	10	14	10	13	19	22
Kromosom 8	1	2	6	4	12	14	10	13	19	22
Kromosom 9	1	2	5	4	10	12	10	13	19	22
Kromosom 10	1	2	6	4	12	12	10	13	19	22

Pembahasan terhadap hasil penelitian dan pengujian yang diperoleh disajikan dalam bentuk uraian teoritik, baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Hasil dan pembahasan pengolahan data disertai analisa berdasarkan metode penelitian yang digunakan.

Analisis Biaya

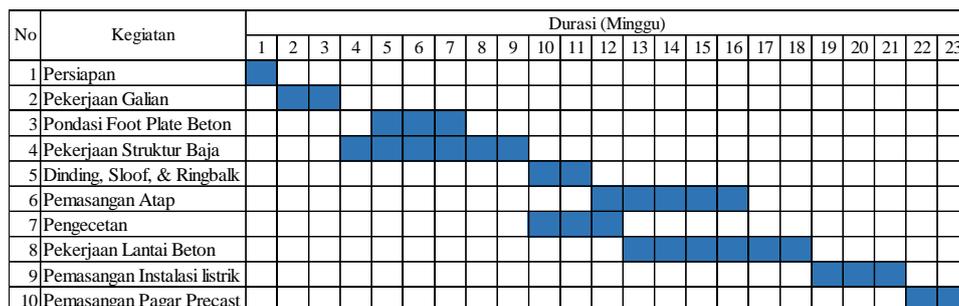
Penghematan waktu yang dilakukan jika penjadwalan proyek pembangunan gudang produk di Kawasan Industri Kujang Cikampek pada PT. Hervindo Inti Nusantara menggunakan hasil penelitian ini maka dapat menghemat biaya proyek.

Tabel 10. Data Penghematan Biaya Proyek

Keterangan	Waktu (Minggu)	Biaya (Rp)
Penjadwalan Aktual	24	3.125.000.000
Perancangan Penjadwalan dengan CPM dan Algoritma Genetika	23	2.994.791.667
Penghematan	1	130.208.333

Hasil Penjadwalan

Hasil kromosom terbaik pada perhitungan dengan data pada tabel gabungan populasi adalah 1|2|5|4|10|12|10|13|19|22 dimana gen ke-1 berisi 1 artinya bahwa pekerjaan ke-1 dilaksanakan pada minggu pertama atau minggu ke-1, kemudian gen ke-2 bernilai 2 artinya bahwa pekerjaan ke-2 dilaksanakan pada minggu ke-2, selanjutnya gen ke-3 bernilai 5 artinya bahwa pekerjaan ke-3 dilaksanakan pada minggu ke-5, sedangkan gen ke-4 bernilai 4 artinya bahwa pekerjaan ke-4 dilaksanakan pada minggu ke-4, dan begitu seterusnya sampai gen ke 10 yang berisi 22 yang artinya bahwa pekerjaan ke-10 dilaksanakan pada minggu ke-22. Dari kromosom terbaik tersebut dibuat sebuah jadwal pelaksanaan pekerjaan proyek yang berlangsung selama 23 hari, seperti berikut ini:



Gambar 3. Hasil Penjadwalan

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berikut kesimpulan dari hasil optimasi penjadwalan proyek dengan menggunakan kombinasi CPM dan Algoritma Genetika pada proyek pembangunan gudang produk di Kawasan Industri Kujang Cikampek pada PT. Hervindo Inti Nusantara :

1. Penjadwalan Proyek dengan kombinasi CPM dan Algoritma Genetika dapat meminimasi waktu penjadwalan proyek dari penjadwalan sebelumnya yaitu 24 minggu menjadi 23 minggu, penghematan biaya dari Rp 3.125.000.000,00 dapat menjadi Rp 2.994.791.667,00, dan dapat mengetahui lintasan kritis dengan adanya perhitungan maju dan perhitungan mundur pada metode CPM, agar proyek tidak terjadi keterlambatan yaitu pada kegiatan 1|2|4|7|8|9|10.
2. Kombinasi metode ini menghasilkan penjadwalan proyek yaitu pada kromosom terbaik yang dihasilkan yaitu 1|2|5|4|10|12|10|13|19|22 dimana gen ke-1 berisi 1 artinya bahwa pekerjaan ke-1 dilaksanakan pada minggu pertama atau minggu ke-1, kemudian gen ke-2 bernilai 2 artinya bahwa pekerjaan ke-2 dilaksanakan pada minggu ke-2, dan begitu seterusnya sampai gen ke 10 yang berisi 22 yang artinya bahwa pekerjaan ke-10 dilaksanakan pada minggu ke-22.

Saran

Berikut saran untuk PT. Hervindo Inti Nusantara dan juga peneliti selanjutnya :

1. Saran bagi PT. Hervindo Inti Nusantara agar dapat menerapkan usulan penjadwalan proyek ini untuk meningkatkan efektifitas dan efisiensi pada kegiatan proyek sehingga dapat mencegah terjadinya keterlambatan waktu proyek dan dapat meningkatkan profit perusahaan.
2. Untuk penelitian lebih lanjut diharapkan dapat dikembangkan lagi pada kombinasi metodenya dan dapat mengoptimasi banyak permasalahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifudin, R. (2012). Optimasi penjadwalan proyek dengan penyeimbangan biaya menggunakan kombinasi CPM dan algoritma genetika. *Jurnal Masyarakat Informatika*, 2(4), 1-14.
- Dannyanti, E., & Sudaryanto, B. (2011). *Optimalisasi Pelaksanaan Proyek Dengan Metode PERT dan CPM (Studi Kasus Twin Tower Building Pasca Sarjana Undip)* (Doctoral dissertation, Universitas Diponegoro).
- Ferdyawati, F., & Hajjah, A. (2020). Penerapan Algoritma Genetika dalam Optimasi Penjadwalan Proyek. *Jurnal Mahasiswa Aplikasi Teknologi Komputer dan Informasi (JMApTeKsi)*, 2(1), 50-55.
- Gotami, N. S. W., Febrianti, Y. M., Dini, R., Aziz, H. F., & Wijayaningrum, V. N. (2020). Penentuan Rute Pengiriman Ice Tube di Kota Malang dengan Algoritma Genetika.
- Haolongan, A. (2020). Penerapan Metode Precedence Diagram Method (Pdm) Dalam Penjadwalan Proyek (Studi Kasus: Perencanaan Pembangunan Sarana Dan Prasarana UPTD BPTPH DAK). *Abstract of Undergraduate Research, Faculty of Civil and Planning Engineering, Bung Hatta University*, 2(2), 1-2.
- Iwawo, E. R., Tjakra, J., & Pratasis, P. A. (2016). Penerapan metode cpm pada proyek konstruksi (studi kasus pembangunan gedung baru kompleks eben haezar manado). *Jurnal Sipil Statik*, 4(9).