

## CPM-CS UNTUK OPTIMASI PENJADWALAN PROYEK

Lilik Muzdalifah<sup>1</sup>, Eriska Fitri Kurniawati<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Universitas PGRI Ronggolawe

<sup>1</sup>muzdalifahlilik@gmail.com, <sup>2</sup>eriskafakhruddin86@gmail.com

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan algoritma metaheuristik yang mampu menyelesaikan masalah optimasi penjadwalan proyek. Penjadwalan proyek dioptimalkan dengan meminimalkan waktu pengerjaan proyek dan penyimpangan biaya harian proyek terhadap rata-ratanya. CPM-CS merupakan kombinasi dari metode analitik *Critical Path Method* (CPM) dan metode metaheuristik *Cuckoo Search* (CS). Hasil dari metode CPM berupa waktu tercepat (terlambat) dimulainya kegiatan, digunakan sebagai input batas bawah dan batas atas waktu pengerjaan proyek pada algoritma CS. CPM-CS diujikan pada masalah optimasi penjadwalan proyek dan hasilnya dibandingkan dengan hasil perhitungan rata-rata penyimpangan biaya harian dengan CPM (*Earliest* dan *Latest*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa CPM-CS dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah penjadwalan proyek dengan penyeimbangan biaya harian. CPM-CS memberikan hasil yang lebih optimal daripada CPM (*Earliest* dan *Latest*).

**Kata Kunci:** CPM; Cuckoo Search; Penjadwalan Proyek

### PENDAHULUAN

Proyek merupakan serangkaian kegiatan yang memiliki aturan keterdahuluan dan durasi. Ketepatan penyelesaian proyek bergantung pada kualitas manajemen proyek itu sendiri. Keterlambatan suatu proyek disebabkan oleh berbagai faktor, antara lain lingkup dan dokumen kerja, sistem inspeksi, kontrol dan evaluasi, koordinasi dan komunikasi, kesiapan sumber dana, perencanaan, dan penjadwalan [4]. Hal mendasar yang paling berpengaruh terhadap ketepatan penyelesaian proyek adalah penjadwalan proyek.

Penjadwalan proyek yang realistis, harus disusun berdasarkan keadaan nyata di lapangan dan memperhatikan berbagai faktor yang berpengaruh [11]. Penjadwalan proyek secara konvensional, dikenalkan dalam ilmu riset operasi dengan mengoptimalkan waktu (durasi) dan mengabaikan faktor lainnya [3,12]. Metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah tersebut adalah *Critical Path Method* (CPM) dan *Program Evaluation and Review Technique* (PERT).

Seiring dengan perkembangannya, penjadwalan proyek dibuat dengan menambahkan berbagai faktor yang berpengaruh, seperti ketersediaan sumber daya, dan penganggaran biaya. Beberapa penelitian terdahulu berhasil menganalisis performa biaya dan waktu dalam pelaksanaan proyek

[1,2,6,10]. Dalam penelitiannya, Arifudin membuktikan bahwa CPM dapat dikombinasikan dengan metode metaheuristik Algoritma Genetika untuk menyelesaikan masalah penjadwalan proyek dengan meminimalkan penyimpangan biaya [2]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penjadwalan proyek dengan waktu optimal dapat diatur kembali dengan memanfaatkan kelonggaran waktu pada lintasan non kritis, sehingga dapat memenuhi keoptimalan faktor lainnya. Metode yang digunakan sebagian besar adalah metode metaheuristik atau kombinasinya. Metode metaheuristik *Cuckoo Search* dikenal sangat handal dalam pencarian solusi optimal secara acak [7,8,9].

Pada penelitian ini, peneliti akan mengembangkan metode metaheuristik untuk menyelesaikan masalah optimasi penjadwalan proyek dengan meminimalkan waktu pengerjaan dan penyimpangan biaya harian proyek. Metode tersebut merupakan kombinasi dari metode CPM dan *Cuckoo Search* (CS). Hasil dari optimasi akan dibandingkan dengan hasil optimasi metode lainnya dalam kasus yang sama [2].

### METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan jenis penelitian kuantitatif, subjek penelitian berupa data sekunder, yaitu data simulasi proyek [2]. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

Analisis data dilakukan dengan tahapan:

- Perhitungan data menggunakan CPM dan memberikan hasil waktu tercepat (terlambat) dimulainya (selesai) kegiatan, yaitu ES, LS, EF, dan LF, serta jadwal proyek.
- Penjadwalan dengan penyeimbangan biaya menggunakan CS dengan input ES dan LS, serta input parameter lainnya.
- Perhitungan rata-rata penyimpangan biaya harian dengan CPM (*Earliest* dan *Latest*)
- Perbandingan nilai optimum dari (b) dan (c)
- Penarikan kesimpulan

Perhitungan data dengan metode CPM, diolah dengan bantuan software POM QM for windows. Sedangkan perhitungan data dengan algoritma CS diolah dengan bantuan software Scilab.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Algoritma CS yang digunakan adalah algoritma dasar dengan *Lévy Flight* dan kriteria pemberhentian cauchy [7,8,9]. Bilangan acak yang telah dibangkitkan, dibulatkan dengan melakukan *rounding* [9]. Setiap individu (telur) burung cuckoo yang mampu bertahan hidup dalam sarang merupakan calon solusi dan direpresentasikan dalam matriks (X) berdimensi d, yang dibangkitkan sebanyak n

sarang. Pada masalah penjadwalan proyek, d mewakili banyaknya kegiatan pada proyek. X memuat informasi waktu dimulainya suatu pekerjaan. Nilai dari X diperoleh dengan membangkitkan bilangan bulat acak dengan batas interval ES sampai LS dari perhitungan CPM.

Fungsi fitness (fungsi objektif) pada penelitian ini adalah meminimumkan rata-rata penyimpangan biaya harian [2].

$$\text{Min } B = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T |b_i - \bar{b}| \quad (1)$$

dimana,

T adalah waktu keseluruhan penjadwalan proyek

$b_i$  adalah biaya proyek harian

dan

$\bar{b}$  adalah rata-rata biaya proyek harian

Hasil dari perhitunga CPM-CS dibandingkan optimalitasnya dengan perhitungan rata-rata penyimpangan biaya harian menggunakan CPM (*Earliest* dan *Latest*).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

CPM-CS diujikan pada data simulasi [2] dan disajikan pada Tabel 1. Hasil perhitungan dengan metode CPM berupa ES, LS, EF, dan LF disajikan pada Tabel 2. Sedangkan Jadwal proyek dari perhitungan CPM (*Earliest* dan *Latest*) dapat dilihat pada Gambar 2 dan 3. Berdasarkan jadwal proyek tersebut, dapat dihitung biaya perhari proyek dan didapatkan biaya rata-rata harian proyek sebesar 2,000,000. Rata-rata penyimpangan biaya harian dihitung dengan persamaan (1) dan didapatkan hasil sebesar 1,175,893 untuk CPM (*Earliest*) dan 1,059,673 (*Latest*).

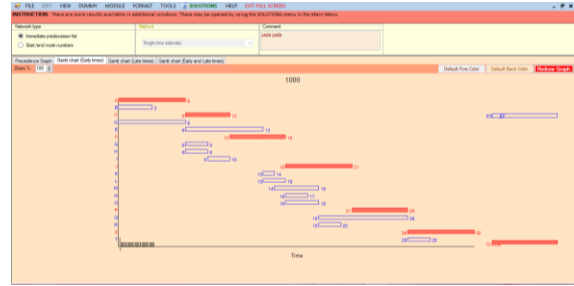
Selanjutnya, hasil dari perhitungan CPM berupa waktu tercepat dan terlambat dimulainya kegiatan (ES dan LS), digunakan sebagai input batas bawah dan batas atas waktu pengerjaan proyek pada algoritma CS. Setelah dijalankan sebanyak 20 kali, dengan input parameter, d=20, n=10d, pa=0,25, dan iterasi maksimum=50000, didapatkan nilai optimum rata-rata penyimpangan biaya harian sebesar 750,895.

Tabel 1. Nama Kegiatan, Durasi, Kegiatan Pendahulu, dan Biaya Proyek

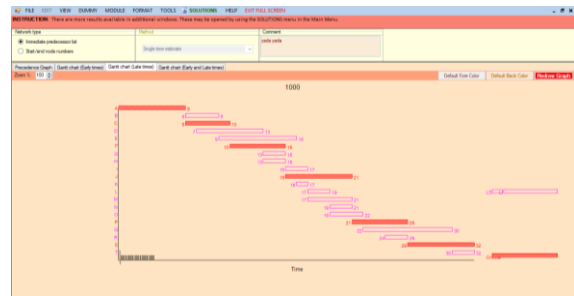
Nama Kegiatan	Durasi (hari)	Kegiatan Pendahulu	Biaya per Kegiatan
A	6	-	5000
B	3	-	3000
C	4	A	2000
D	6	-	5000
E	7	A, B	3000
F	5	C	4000
G	2	D	4000
H	2	A, B	5000
I	2	G, H	3000
J	6	F	1000
K	1	C, E	3000
L	2	E, G, H	3000
M	4	I, K	2000
N	2	F, L	1000
O	3	L	5000
P	5	J, M, N	3000
Q	8	O	4000
R	2	D, O	5000
S	6	P, R	2000
T	2	Q	1000

Tabel 2. Hasil Perhitungan ES, EF, LS, dan LF dengan metode CPM

Simbol Kegiatan	Waktu Paling Cepat		Waktu Paling Lambat	
	Mulai (ES)	Selesai (EF)	Mulai (LS)	Selesai (LF)
A	0	6	0	6
B	0	3	6	9
C	6	10	6	10
D	0	6	7	13
E	6	13	9	16
F	10	15	10	15
G	6	8	13	15
H	6	8	13	15
I	8	10	15	17
J	15	21	15	21
K	13	14	16	17
L	13	15	17	19
M	14	18	17	21
N	15	17	19	21
O	15	18	19	22
P	21	26	21	26
Q	18	26	22	30
R	18	20	24	26
S	26	32	26	32
T	26	28	30	32



Gambar 2. Jadwal Proyek Menggunakan CPM (Earliest)



Gambar 3. Jadwal Proyek Menggunakan CPM (Latest)

Tabel 3. Perbandingan Nilai Optimum dalam Penjadwalan Proyek

Metode	Nilai Optimum
CPM (Earliest)	1,175,893
CPM (Latest)	1,059,673
CPM-CS	750,895

Penjadwalan proyek dengan CPM merupakan penjadwalan proyek dengan waktu yang optimal. Penjadwalan proyek dengan penyimpangan biaya dapat dihitung dengan mengatur kembali penjadwalan dengan memanfaatkan kelonggaran waktu pada lintasan-lintasan non kritis.

CPM-CS dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah penjadwalan proyek dengan penyeimbangan biaya. Berdasarkan data pada Tabel 3, dapat disimpulkan bahwa rata-rata penyimpangan biaya harian penjadwalan proyek menggunakan metode CPM-CS lebih minimum daripada CPM (Earliest) maupun CPM (Latest).

**KESIMPULAN**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa CPM-CS dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah penjadwalan proyek dengan penyeimbangan biaya harian. CPM-CS memberikan hasil yang lebih optimal daripada CPM (Earliest) maupun CPM (Latest).

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Andriani, Y., Nurfatwa. 2017. Sistem Informasi Penjadwalan Proyek Performansi Biaya pada PT. Kelana Buana Sulawesi Selatan. *Jurnal INSTEK*. Vol. 2, No. 2, Hal. 61-70.
- [2] Arifudin, R. 2011. Optimasi Penjadwalan Proyek dengan Pernerimbangan Biaya Menggunakan Kombinasi CPM dan Algoritma Genetika. *Jurnal Masyarakat Informatika*. Vo. 2, No. 4, Hal. 1-14.
- [3] Dimiyati, A. & Dimiyati, T. 1999. *Operation Research Model-model Pengambilan Keputusan*. Bandung: PT. Sinar Baru Algensindo.
- [4] Farlianto. 2015. Studi Faktor-Faktor Keterlambatan Proyek pada Kontraktor di Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Ilmu Manajemen*. Vo. 12, N0. 2, Hal. 10-27.
- [5] Jannah, S. R., Muzdalifah L., dan Kurniawati, E. F. 2018. *Optimasi Waktu Penjadwalan Proyek Pembangunan Perumahan Menggunakan Critical Path Method (CPM)/ Program Evaluation and Review Technique (PERT) dan Simulasi Monte Carlo (Studi Kasus CV. Granada Property)*. Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat III, 461-465. Universitas PGRI Ronggolawe Tuban, Tuban, 29 September.
- [6] Junaidi. 2012. Pengendalian Waktu dan Biaya pada Tahap Pelaksanaan Proyek dengan Menggunakan Metode Nilai Hasil (Studi Kasus: Proyek Lanjutan Pembangunan Gedung PIP2B Kota Manado). *Jurnal Sipil Statik*. Vol. 1, No. 1, Hal. 44-52.
- [7] Muzdalifah, L. 2016. Binary Cuckoo Search untuk Optimasi Portofolio dengan Kendala Cardinality. *Jurnal AdmathEdu*. Vol. 6, No.1, Hal. 25-32.
- [8] Muzdalifah, L. 2016. *Binary Cuckoo Search Untuk Masalah Optimasi Diskrit*. Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Pembelajarannya, 1229-1233. Universitas Negeri Malang, Malang, 13 Agustus.
- [9] Muzdalifah, L. 2018. Optimasi Portofolio dengan Kendala *Buy-In Threshold* menggunakan Metode *Cuckoo Search*. *Jurnal Riset dan aplikasi Matematika*. Vol. 2, No.1, Hal. 13-22.
- [10] Sedyanto dan Hidayat, A. 2017. Analisis Kinerja Biaya dan Waktu pada Pelaksanaan Proyek Konstruksi dengan Metode Earned Value (Studi Kasus Proyek Konstruksi Mall dan Hotel X di Pekanbaru). *Jurnal Ilmu Teknik dan Komputer*. Vol. 1, No. 1, Hal. 36-51.
- [11] Soeharto, I. 1999. *Manajemen Proyek (dari Konseptual sampai Operasional), Edisi Kedua, Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- [12] Taha, H. A. 2007. *Operations Research: An Introduction, Eighth Edition*. New Jersey: Pearson Education, Inc.