

INTISARI

Permasalahan penjadwalan proyek konstruksi di Indonesia masih banyak dipengaruhi oleh keterbatasan sumber daya, keterlambatan pelaksanaan, dan hubungan kompleks antara waktu dan biaya (time-cost trade-off). Kondisi tersebut mendorong perlunya pengembangan model optimasi yang mampu menghasilkan jadwal proyek secara adaptif dan efisien, serta memenuhi seluruh aturan teknis dan regulasi pemerintah. Tujuan utama penelitian ini adalah mengembangkan workflow hybrid berbasis Critical Path Method (CPM) dan Genetic Algorithm (GA) yang terotomasi, untuk membantu kontraktor dalam menentukan strategi percepatan proyek menggunakan kombinasi pelaksanaan normal, lembur, dan subkontraktor, tanpa menimbulkan pembengkakan biaya maupun pelanggaran batas regulasi lembur dan subkontraktor.

Metode penelitian yang digunakan melibatkan integrasi antara pemodelan jaringan kerja proyek menggunakan CPM dan NetworkX dengan optimasi multi-mode penjadwalan menggunakan Genetic Algorithm, diimplementasikan secara penuh dalam bahasa pemrograman Python. Penelitian ini juga menetapkan parameter GA optimal, menerapkan constraint percepatan hanya pada jalur kritis/near-kritis, serta membatasi lembur maksimal 14 jam per minggu sesuai aturan pemerintah. Proses validasi dilakukan melalui perhitungan manual, visualisasi Gantt chart, resource histogram, serta ekspor hasil ke Excel dan Microsoft Project untuk menjamin konsistensi dan kompatibilitas hasil.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa workflow hybrid CPM-GA yang dikembangkan mampu menurunkan total biaya proyek dari Rp10.213.846.362 menjadi Rp9.857.885.763 (penurunan 3,49%) dan mempercepat durasi dari 112 hari menjadi 73 hari (penurunan 34,82%). Model ini juga menghasilkan distribusi mode optimal sebesar 46% aktivitas mode normal, 23% lembur, dan 31% subkontraktor, serta mampu melakukan resource leveling secara otomatis. Semua constraint dan regulasi utama terbukti terpenuhi tanpa pelanggaran, sehingga model ini dapat dijadikan benchmark baru dan siap diadopsi industri sebagai alat bantu pengambilan keputusan percepatan proyek konstruksi yang efisien, akuntabel, dan sesuai regulasi nasional.

Kata kunci: optimasi penjadwalan, genetic algorithm, CPM, resource leveling, time-cost trade-off, konstruksi, lembur, subkontraktor.

ABSTRACT

The problem of construction project scheduling in Indonesia is often influenced by resource limitations, implementation delays, and the complex relationship between time and cost (time-cost trade-off). These conditions drive the need for an optimization model capable of producing adaptive and efficient project schedules while fulfilling all technical requirements and government regulations. The main objective of this research is to develop an automated hybrid workflow based on the Critical Path Method (CPM) and Genetic Algorithm (GA), enabling contractors to determine project acceleration strategies through a combination of normal execution, overtime, and subcontracting—without causing excessive costs or violating overtime and subcontractor regulations.

The research methodology involves integrating project network modeling using CPM and NetworkX with multi-mode scheduling optimization via a Genetic Algorithm, fully implemented in Python. The study establishes optimal GA parameters, enforces acceleration constraints only on critical or near-critical paths, and limits overtime to a maximum of 14 hours per week as required by Indonesian government policy. Validation processes include manual calculations, Gantt chart visualizations, resource histograms, and exporting results to Excel and Microsoft Project to ensure consistency and output compatibility.

The results demonstrate that the developed hybrid CPM-GA workflow successfully reduces total project costs from IDR 10,213,846,362 to IDR 9,857,885,763 (a 3.49% decrease) and shortens the project duration from 112 days to 73 days (a 34.82% reduction). The model also yields an optimal mode distribution of 46% activities in normal mode, 23% in overtime, and 31% in subcontracting, while performing automatic resource leveling. All key constraints and regulations are strictly fulfilled without any violations, positioning this model as a new benchmark ready for adoption by the construction industry as an efficient, accountable, and regulation-compliant decision support tool for project acceleration.

Keywords: *project scheduling, genetic algorithm, overtime, subcontractor, time-cost trade-off, government constraint, theory validation, cost efficiency, project acceleration, automated decision making*