

INTISARI

Pekerjaan timbunan pada proyek konstruksi jalan memerlukan perencanaan kombinasi alat berat yang efisien untuk mencapai target volume, waktu, dan biaya. Namun, pemilihan alat berat di lapangan seringkali bersifat subjektif dan tidak mempertimbangkan dampak lingkungan seperti emisi karbon. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan produktivitas alat berat dan menganalisis emisi karbon menggunakan pendekatan *Integer Linear Programming* (ILP), dengan studi kasus pada proyek Jalan Tol Solo-Yogyakarta STA 39+500-40+000.

Model dibangun berdasarkan parameter teknis alat berat, volume timbunan yang diharapkan, dan waktu kerja harian. Metode yang diterapkan adalah *Integer Linear Programming* (ILP). Dua skema optimasi, yaitu skema optimasi tipe tunggal (menggunakan jenis alat yang sudah ada) dan skema multitipe (dengan alternatif pilihan alat). Hasil penelitian menunjukkan bahwa optimasi dapat menurunkan biaya operasional harian sebesar 7,15% pada skema tipe tunggal dan 7,60% pada skema multitipe. Emisi karbon juga menurun sebesar 6,11% (tipe tunggal) dan 6,47% (multitipe). Skema multi-tipe dinilai sebagai solusi paling efisien dari sisi biaya dan lingkungan.

Model ILP ini dapat digunakan sebagai alat pengambilan keputusan dalam merencanakan peralatan tanggul berat, dengan fleksibilitas untuk diterapkan pada proyek serupa.

Kata Kunci: produktivitas, optimasi alat berat, biaya operasional, emisi karbon, pekerjaan timbunan, *integer linear programming*, skema optimasi tipe tunggal, skema optimasi multitipe.

ABSTRACT

Earthwork in road construction projects requires efficient planning of heavy equipment combinations to achieve volume, time, and cost targets. However, equipment selection in the field is often subjective and does not consider environmental impacts such as carbon emissions. This study aims to optimize heavy equipment productivity and analyze carbon emissions using the Integer Linear Programming (ILP) approach, with a case study on the Solo–Yogyakarta Toll Road Project, STA 39+500 to 40+000.

The model was developed based on technical parameters of equipment, expected embankment volume, and daily working hours. The optimization was conducted using Integer Linear Programming (ILP), with two scenarios: the single-type optimization scheme (using existing equipment types) and the multi-type scheme (allowing alternative equipment options). The results show that optimization can reduce daily operational costs by 7.15% in the single-type scheme and 7.60% in the multi-type scheme. Carbon emissions were also reduced by 6.11% (single-type) and 6,47% (multi-type). The multi-type scheme was found to be the most efficient solution in terms of both cost and environmental impact.

This ILP model can serve as a decision-support tool for heavy equipment planning in embankment works, with flexibility for application in similar projects.

Keywords: *productivity, heavy equipment optimization, operational cost, carbon emissions, earthwork, integer linear programming, single-type optimization scheme, multi-type optimization scheme*