

ABSTRAK

Ketidakseimbangan lini perakitan merupakan persoalan umum pada industri garmen yang berdampak langsung pada kapasitas produksi, namun metode pengukuran waktu siklus konvensional bersifat manual, memakan waktu, dan hanya menangkap nilai rata-rata tanpa mempertimbangkan variabilitas kinerja operator. Penelitian ini mengembangkan sistem deteksi *bottleneck* dan optimasi *line balancing* adaptif berbasis *Computer Vision* yang mengintegrasikan *MediaPipe Pose*, *Adaptive Spatial Zoning*, dan Algoritma Kaizen 3-Fase (Klasifikasi & Profiling Risiko, Eliminasi *Non-Value-Added*, dan *Manpower Balancing*). Studi kasus dilakukan pada Lini Pasang Lengan Jas B di PT. Fukuryo Indonesia, terdiri dari 16 stasiun kerja dengan *Takt Time* 57,6 detik dan target produksi 450 pcs/hari. Sistem mengklasifikasikan setiap *frame* video ke dalam tiga kategori aktivitas — bernilai tambah (VA), tidak bernilai tambah namun diperlukan (N-NVA), dan tidak bernilai tambah (NVA) — menggunakan ambang spasial dan kecepatan gerak tangan, kemudian menghitung waktu siklus rata-rata (μ) dan waktu siklus tangguh ($\mu+2\sigma$) untuk mengidentifikasi *bottleneck* tersembunyi yang tidak terdeteksi pada analisis berbasis rata-rata semata. Validasi klasifikasi terhadap 100 sampel tervalidasi menghasilkan *Precision* 97,73%, *Recall* 94,51%, *F1-Score* 96,09%, dan *Intersection over Union* 92,47%. Kondisi awal menunjukkan *Balance Delay* 59,73% dan kapasitas 124 pcs/hari; setelah eliminasi NVA, total waktu siklus lini berkurang 145,76 detik menghasilkan kapasitas 135 pcs/hari. Analisis kebutuhan operator menunjukkan bahwa perhitungan agregat berbasis rata-rata (21 operator) berbeda signifikan dari kebutuhan riil dengan mempertimbangkan kendala urutan proses (29 operator), dan analisis waktu siklus tangguh mengungkap dua stasiun berisiko tinggi yang tidak teridentifikasi oleh evaluasi konvensional. Penelitian ini membuktikan bahwa integrasi *Computer Vision* dengan pendekatan statistik tangguh mampu memberikan analisis keseimbangan lini yang lebih akurat, obyektif, dan mengungkap risiko variabilitas yang selama ini tidak terlihat pada metode penyeimbangan lini deterministik konvensional.

Kata kunci: *line balancing*, deteksi *bottleneck*, *Computer Vision*, *MediaPipe Pose*, Algoritma Kaizen