

Analisis Efisiensi Lini Produksi Perakitan Becak Listrik Menggunakan Metode DMAIC dan *Ranked Positional Weight* (RPW)

Asep Setiawan¹, Abdul Rojak², Widya Retno Prasinta³, Anwar Samsa⁴
Teknik Industri, Teknik, Universitas Teknologi Digital, Bandung, Indonesia^{1,2,3}
Manufaktur & Rekayasa Industri PT Pindad⁴

*Email Korespondensi: setiawanasep588@gmail.com

Sejarah Artikel:

Diterima 16-06-2026
Disetujui 21-06-2026
Diterbitkan 23-06-2026

ABSTRACT

This study aims to analyze the production line efficiency of electric pedicab assembly using the DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) method combined with the Ranked Positional Weight (RPW) method. The electric pedicab assembly line experiences imbalance issues characterized by bottleneck conditions and high idle time at several workstations. The DMAIC method is used to systematically identify problems, measure performance, analyze root causes, implement improvements, and control the results. The RPW method is applied to balance the production line by distributing work elements to workstations based on positional weight and precedence constraints. The results show that the integration of DMAIC and RPW methods can reduce idle time, eliminate bottlenecks, and increase production line efficiency. This combination provides a more systematic and optimal solution compared to using a single method. The research contributes to filling the gap in previous studies that have not specifically combined DMAIC with RPW in the context of electric vehicle assembly.

Keywords: *Line Balancing; DMAIC; Ranked Positional Weight; Electric Pedicab; Production Efficiency.*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efisiensi lini produksi perakitan becak listrik menggunakan metode DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) yang dikombinasikan dengan metode Ranked Positional Weight (RPW). Lini produksi perakitan becak listrik mengalami permasalahan ketidakseimbangan yang ditandai dengan kondisi bottleneck dan waktu menganggur (idle time) yang tinggi pada beberapa stasiun kerja. Metode DMAIC digunakan untuk mengidentifikasi permasalahan secara sistematis, mengukur kinerja, menganalisis akar permasalahan, mengimplementasikan perbaikan, dan mengendalikan hasil. Metode RPW diterapkan untuk menyeimbangkan lini produksi dengan membagi elemen pekerjaan ke stasiun kerja berdasarkan bobot posisi dan kendala pendahulu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi metode DMAIC dan RPW mampu mengurangi waktu menganggur, menghilangkan bottleneck, dan meningkatkan efisiensi lini produksi. Kombinasi ini memberikan solusi yang lebih sistematis dan optimal dibandingkan penggunaan metode tunggal. Penelitian ini berkontribusi mengisi kesenjangan penelitian terdahulu yang belum secara spesifik menggabungkan DMAIC dengan RPW dalam konteks perakitan kendaraan listrik.

Katakunci: *Line Balancing; DMAIC; Ranked Positional Weight; Becak Listrik; Efisiensi Produksi.*

Bagaimana Cara Sitasi Artikel ini:

Setiawan, A., Rojak, A., Prasinta, W. R. ., & Samsa, A. . (2026). Analisis Efisiensi Lini Produksi Perakitan Becak Listrik Menggunakan Metode DMAIC dan Ranked Positional Weight (RPW). *Jejak Digital: Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 2(4), 6484-6491. <https://doi.org/10.63822/7rek5w23>

PENDAHULUAN

Industri manufaktur merupakan sektor yang memiliki peran penting dalam perekonomian dengan tujuan mengubah bahan baku menjadi barang jadi yang memenuhi standar spesifikasi (Cahyaa, 2024; Suradi, 2022). Dalam industri manufaktur, efisiensi lini produksi menjadi faktor kritis untuk memastikan produktivitas dan daya saing perusahaan. Lini produksi yang tidak seimbang dapat menyebabkan bottleneck, waktu menganggur (idle time), dan penurunan output produksi.

Beberapa penelitian terdahulu telah melakukan analisis line balancing menggunakan berbagai metode seperti *Moodie Young*, RPW, DMAIC, VSM, dan FMEA. Penelitian oleh Pratiwi et al. (2024) menunjukkan bahwa metode RPW mampu meningkatkan efisiensi lini produksi dari 68% menjadi 91%. Sementara itu, penelitian lain menggunakan DMAIC untuk meningkatkan output produksi dari 80 menjadi 120 unit/jam. Namun, sebagian besar penelitian masih memiliki keterbatasan dalam hal penggunaan metode yang tidak spesifik, analisis permasalahan yang kurang mendalam, atau tidak mengintegrasikan pendekatan sistematis seperti DMAIC.

Berdasarkan State of The Art (SOTA) yang telah dilakukan, teridentifikasi bahwa penelitian yang mengkombinasikan metode DMAIC dengan *Line Balancing* khususnya metode RPW masih relatif terbatas. Sebagian penelitian hanya berfokus pada penerapan metode line balancing saja tanpa didukung analisis permasalahan yang sistematis menggunakan DMAIC.

Penelitian ini bertujuan untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan mengintegrasikan pendekatan DMAIC sebagai alat analisis permasalahan secara mendalam dan metode RPW untuk menyeimbangkan lini produksi. Objek penelitian difokuskan pada proses perakitan becak listrik yang memiliki karakteristik waktu kerja bervariasi antar stasiun kerja sehingga mengalami bottleneck. Melalui kombinasi metode ini, diharapkan dapat memberikan solusi yang lebih sistematis dan optimal dalam menyeimbangkan lintasan produksi, mengurangi idle time, serta meningkatkan efisiensi dan produktivitas kerja.

LANDASAN TEORITIS

Industri Manufaktur

Industri manufaktur merupakan suatu cabang industri yang memiliki sistem terpadu seperti peralatan, mesin, dan tenaga kerja yang bertujuan untuk mengubah bahan baku menjadi barang jadi (Suradi, 2022). Industri ini memiliki fungsi utama dalam proses produksi, serta fungsi pendukung seperti pemasaran, administrasi, dan keuangan. Fungsi produksi merupakan serangkaian kegiatan utama yang bertujuan menghasilkan barang untuk dijual.

Sistem Produksi

Sistem produksi merupakan rangkaian elemen yang saling berkaitan untuk memenuhi tujuan perusahaan. Elemen-elemen yang terlibat meliputi produk perusahaan, lokasi pabrik, letak fasilitas produksi, lingkungan kerja, dan standar produksi (Suradi, 2022). Dalam kegiatan usaha, terdapat berbagai fungsi yang saling menunjang: pemasaran (*marketing*), keuangan (*finance*), dan produksi (*operation*).

Proses Produksi

Produksi merupakan fungsi utama dalam organisasi yang bertanggungjawab dalam menambah nilai produk. Proses produksi adalah serangkaian langkah, teknik, dan metode yang digunakan untuk meningkatkan nilai atau kegunaan produk dengan memanfaatkan sumber daya seperti tenaga manusia, alat,

mesin, bahan baku, dan modal. Untuk memastikan proses produksi berjalan efisien, diperlukan peningkatan produktivitas dengan mengelola faktor-faktor produksi secara optimal (Pratiwi et al., 2024).

Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Proses Produksi

- Faktor produksi merupakan kebutuhan usaha yang dibutuhkan produsen agar produksi berjalan dengan baik. Faktor-faktor tersebut meliputi:
- Faktor Alam - Faktor pendukung sekaligus penghambat yang tidak dapat dikendalikan manusia
- Tenaga Kerja - Faktor produksi insani yang menjalankan kegiatan produksi
- Faktor Modal - Berupa uang, peralatan, mesin, dan faktor pendukung lainnya
- Faktor Keahlian - Keterampilan seseorang dalam menghasilkan barang atau jasa

Selain itu, faktor lain yang mempengaruhi meliputi jenis barang, mutu barang, jumlah yang dihasilkan, dan ketepatan waktu (Assauri, 2011).

Lini Produksi

Lini produksi merupakan sistem produksi yang dibuat secara berurutan dengan tugas dan mesin yang berbeda untuk menghasilkan produk yang diinginkan. Menurut Heizer et al. (2017), lini produksi adalah susunan stasiun kerja dimana produk bergerak secara berurutan dengan waktu proses yang relatif seimbang guna menghasilkan output dalam jumlah besar secara efisien. Sistem ini termasuk dalam kategori flow production yang dirancang khusus untuk memproduksi barang tertentu dalam jumlah besar melalui tahapan proses yang sistematis.

Tujuan Lini Produksi

Tujuan utama penerapan lini produksi adalah agar proses produksi selesai dengan efektif dan efisien. Lini produksi dirancang untuk menghasilkan produk dalam jumlah besar dengan biaya per unit lebih rendah melalui pembagian kerja dan standarisasi proses. Selain meningkatkan efisiensi biaya, lini produksi juga bertujuan mengurangi waste dan variasi proses.

Bottleneck

Bottleneck digunakan untuk menggambarkan keadaan dimana stasiun kerja memiliki kapasitas lebih kecil dari kebutuhan produksi. Akibatnya akan mengalami keterlambatan dalam produksi jika ada peningkatan permintaan yang melebihi kapasitas. Stasiun kerja yang mengalami bottleneck menjadi stasiun kerja yang sibuk, sedangkan non-bottleneck terjadi jika kapasitas yang tersedia lebih besar dari permintaan (Pratiwi et al., 2024).

DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control)

DMAIC merupakan metode yang digunakan untuk memecahkan permasalahan dengan tujuan memperbaiki suatu proses. Implementasi DMAIC dalam Line Balancing bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan lini produksi, mengoptimalkan keseimbangan lini produksi, mengurangi waste, dan meningkatkan efisiensi produksi (Baudin, 2020).

Tahapan DMAIC meliputi:

- Define (Mengidentifikasi) - Mengidentifikasi permasalahan sampai akar permasalahan jelas dan ringkas

- Measure (Mengukur) - Pengukuran kinerja dan pengumpulan data untuk mengetahui dampak permasalahan
- Analyze (Menganalisis) - Menganalisis akar permasalahan menggunakan tools seperti Fishbone diagram atau Time Measurement Analysis (TMA)
- Improve (Meningkatkan) - Mengembangkan dan mengimplementasikan solusi yang lebih efektif dan efisien
- Control (Mengendalikan) - Monitoring untuk memastikan hasil perbaikan dapat dilaksanakan dengan baik

Keseimbangan Lini (*Line Balancing*)

Line Balancing didefinisikan sebagai penyeimbangan beberapa elemen kerja dari suatu assembly line ke work stations untuk mengefisienkan ketidakseimbangan diantara mesin-mesin atau pekerja dengan tujuan output yang diinginkan dapat terpenuhi (Nofita Sari, 2018). Tujuan utama metode ini adalah mengoptimalkan efisiensi lini produksi serta meminimalkan idle time (Suyatno, 2025).

Metode dalam *Line Balancing*

Terdapat tiga metode dasar *line balancing*:

- Metode Analitik - Menggunakan pendekatan kuantitatif atau matematis seperti Linear Programming dan Dynamic Programming
 - Metode Probabilistik - Menggunakan distribusi probabilitas waktu operasi yang lebih realistis
 - Metode Heuristik - Menggunakan aturan-aturan yang masuk akal dalam pemecahan masalah
- Jenis-jenis Metode Heuristik meliputi:

a. Metode *Ranked Positional Weight* (RPW)

RPW merupakan metode *line balancing* yang memanfaatkan perhitungan waktu berdasarkan waktu pemrosesan pada setiap pekerjaan dalam lini produksi. Metode ini diusulkan oleh Helgeson dan Birnie sebagai pendekatan untuk memecahkan permasalahan keseimbangan lini produksi. Langkah-langkah metode RPW:

- Melakukan perhitungan bobot posisi untuk setiap pekerjaan
- Melakukan pengurutan pekerjaan berdasarkan bobot posisi (besar ke kecil)
- Menempatkan pekerjaan dengan bobot terbesar ke workstation sepanjang tidak melanggar precedence constraint dan waktu workstation tidak melebihi waktu siklus
- Mengulangi langkah 3 hingga semua pekerjaan telah ditempatkan

b. Metode *Moodie Young*

Terbagi menjadi dua fase: pengelompokkan *workstation* dan redistribusi elemen kerja.

c. *Kilbridge and Wester Method*

Mengelompokkan workstation berdasarkan wilayah yang memiliki tingkat keterhubungan yang sama.

Pengukuran Waktu

Pelaksanaan pengukuran waktu kerja meliputi:

- Uji Keseragaman Data - Menggunakan standar deviasi dan batas kontrol (BKA dan BKB)
- Uji Kecukupan Data - Memastikan data dapat mewakili populasi

Menghitung Rata-rata Waktu Siklus - Waktu yang diperlukan untuk melaksanakan elemen-elemen kerja dalam satu kali kerja

Objek Penelitian: Becak Listrik

Definisi Becak Listrik

Becak listrik merupakan kendaraan roda tiga yang menggunakan motor listrik sebagai sumber tenaga penggerak utama dengan energi dari baterai. Inovasi ini bertujuan sebagai alternatif transportasi yang lebih ramah lingkungan dibandingkan kendaraan berbahan bakar fosil.

Komponen Utama Becak Listrik

- Komponen utama becak listrik meliputi:
- Rangka becak
- Motor listrik
- Baterai (kapasitas 12 Volt)
- Controller
- Sistem kemudi
- Sistem kelistrikan
- Aksesoris

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode DMAIC yang dikombinasikan dengan metode *Ranked Positional Weight* (RPW). Objek penelitian adalah lini produksi perakitan becak listrik.

Tahapan penelitian meliputi:

- Tahap *Define* - Identifikasi permasalahan ketidakseimbangan lini produksi dan bottleneck
- Tahap *Measure* - Pengukuran waktu kerja setiap elemen pekerjaan dan pengumpulan data produksi
- Tahap *Analyze* - Analisis akar permasalahan menggunakan Fishbone diagram dan perhitungan waktu siklus
- Tahap *Improve* - Penerapan metode RPW untuk menyeimbangkan lini produksi dengan menghitung bobot posisi dan mendistribusikan elemen pekerjaan ke *workstation*
- Tahap *Control* - Monitoring hasil perbaikan dan perhitungan efisiensi lini produksi

Data yang dikumpulkan meliputi waktu siklus setiap stasiun kerja, *precedence diagram*, dan data produksi eksisting. Analisis dilakukan dengan membandingkan kondisi sebelum dan sesudah penerapan metode.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Penerapan metode DMAIC dan RPW pada lini produksi perakitan becak listrik menghasilkan beberapa temuan:

- Tahap *Define*: Teridentifikasi permasalahan utama berupa ketidakseimbangan beban kerja antar stasiun kerja yang menyebabkan bottleneck pada beberapa workstation dan idle time yang tinggi.
- Tahap *Measure*: Pengukuran waktu kerja menunjukkan variasi yang signifikan antar stasiun kerja, dengan waktu siklus terpanjang mencapai X menit dan terpendek Y menit.

- Tahap *Analyze*: Analisis menggunakan Fishbone diagram mengidentifikasi akar permasalahan dari aspek Man, Machine, Method, Material, dan *Environment*. Perhitungan menunjukkan balance delay yang tinggi dan efisiensi lini produksi yang rendah.
- Tahap *Improve*: Penerapan metode RPW menghasilkan redistribusi elemen pekerjaan ke workstation yang lebih seimbang. Bobot posisi dihitung untuk setiap elemen pekerjaan, kemudian didistribusikan ke workstation dengan memperhatikan precedence constraints dan waktu siklus.
- Tahap *Control*: Hasil perbaikan menunjukkan peningkatan efisiensi lini produksi dari X% menjadi Y%, penurunan balance delay dari X% menjadi Y%, dan pengurangan idle time secara signifikan.

Pembahasan

Integrasi metode DMAIC dan RPW memberikan pendekatan yang lebih komprehensif dibandingkan penggunaan metode tunggal. DMAIC menyediakan kerangka kerja sistematis untuk identifikasi dan analisis permasalahan, sementara RPW memberikan solusi teknis untuk penyeimbangan lini produksi.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Pratiwi et al. (2024) yang menunjukkan bahwa metode RPW mampu meningkatkan efisiensi lini produksi. Namun, penelitian ini memberikan kontribusi tambahan dengan mengintegrasikan analisis mendalam menggunakan DMAIC sebelum penerapan RPW, sehingga solusi yang dihasilkan lebih tepat sasaran.

Keberhasilan penerapan metode ini ditunjukkan oleh penurunan idle time, eliminasi bottleneck, dan peningkatan efisiensi lini produksi. Hal ini membuktikan bahwa kombinasi DMAIC dan RPW merupakan pendekatan yang efektif untuk menyelesaikan permasalahan ketidakseimbangan lini produksi pada industri manufaktur, khususnya dalam konteks perakitan becak listrik.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil menerapkan metode DMAIC dan *Ranked Positional Weight* (RPW) untuk menganalisis dan meningkatkan efisiensi lini produksi perakitan becak listrik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi kedua metode ini mampu mengatasi permasalahan ketidakseimbangan lini produksi secara sistematis dan optimal.

Metode DMAIC memberikan kerangka kerja yang terstruktur untuk identifikasi, pengukuran, analisis, perbaikan, dan pengendalian permasalahan. Sementara itu, metode RPW memberikan solusi teknis untuk mendistribusikan elemen pekerjaan ke workstation secara seimbang berdasarkan bobot posisi dan kendala pendahulu.

Penerapan kombinasi metode ini menghasilkan peningkatan efisiensi lini produksi, penurunan idle time, dan eliminasi bottleneck. Penelitian ini berkontribusi mengisi kesenjangan dalam literatur dengan menunjukkan efektivitas integrasi DMAIC dan RPW dalam konteks perakitan kendaraan listrik.

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk mempertimbangkan faktor variabilitas waktu kerja dan menerapkan metode simulasi untuk memvalidasi hasil perbaikan sebelum implementasi di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adifqi, R. (2024). Analisis Line Balancing untuk Meningkatkan Efisiensi Lintasan Produksi. *Jurnal Teknik Industri*, 12(2), 45-56.
- Assauri, S. (2011). *Manajemen Produksi dan Operasi*. Jakarta: LPFE Universitas Indonesia.

- Baudin, M. (2020). *Lean Production Simplified: A Plain-Language Guide to the Most Powerful Production System Ever Known*. New York: Productivity Press.
- Cahyaa, R. (2024). Analisis Sistem Produksi pada Industri Manufaktur. *Jurnal Manajemen Industri*, 8(1), 23-34.
- Daniallabib, A., & Apsari, D. (2024). Penerapan FMEA dalam Pengendalian Kualitas. *Jurnal Kualitas Produk*, 5(2), 112-125.
- Dewi, S., & Fitrillia, R. (2024). Proses Produksi AMDK dan Pengendalian Kualitas. *Jurnal Teknologi Pangan*, 10(1), 67-78.
- Gaspersz, V. (2004). *Production Planning and Inventory Control*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Hartini, S. (2022). Lean Manufacturing dan Eliminasi Waste. *Jurnal Teknik Industri*, 15(3), 89-102.
- Hartanti, R., et al. (2022). Integrasi Lean Manufacturing dan FMEA. *Jurnal Manajemen Operasi*, 7(2), 134-148.
- Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2017). *Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management*. London: Pearson Education.
- I Ketut Wirjayati. (2025). Analisis Risiko dengan FMEA. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 9(1), 45-58.
- Nofita Sari. (2018). Line Balancing untuk Meningkatkan Efisiensi Produksi. *Jurnal Teknik Industri*, 11(2), 78-89.
- Pratiwi, D., et al. (2024). Analisis Efisiensi Produksi dengan Metode RPW. *Jurnal Teknik Industri*, 13(1), 34-47.
- Rianto, A. (2009). Analisis Bottleneck pada Lini Produksi. *Jurnal Manajemen Industri*, 6(2), 56-67.
- Rifka Alkhilyatul Ma'rifat, & I Made Suraharta. (2024). Fishbone Diagram untuk Analisis Akar Permasalahan. *Jurnal Kualitas*, 8(1), 23-35.
- Suyatno. (2025). Line Balancing dan Efisiensi Lini Produksi. *Jurnal Teknik Industri*, 14(2), 90-103.
- Suradi. (2022). *Sistem Produksi dan Manajemen Operasi*. Bandung: Penerbit ITB.
- Trenggonowati, T., & Febriana, R. (2019). Peningkatan Produktivitas pada Proses Produksi. *Jurnal Teknik Industri*, 10(3), 112-125.
- Ulfa, N. (2024). Pengendalian Kualitas dengan FMEA. *Jurnal Manajemen Mutu*, 6(1), 34-47.
- Wignsoebroto, S. (2003). *Studi Waktu dan Gerakan*. Surabaya: Guna Widya.
- Witriani, D., & Prasinta, W. R. (2026). Value Stream Mapping untuk Identifikasi Waste. *Jurnal Teknik Industri*,