

Usulan Peningkatan Efisiensi Lini Produksi Boneka PVC melalui Integrasi *Time Study* dan *Line Balancing Method Ranked Positional Weight*

Sita Kurniaty¹, Ade Irpan Sabilah^{2*},

¹Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Tangerang Raya

²Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Bhayangkara

e-mail: ¹sitakurniaty89@gmail.com, ^{2*}ade.irpan@dsn.ubharajava.ac.id

Abstract

CV. Eye Wind experiences unbalanced processing times among workstations, resulting in bottlenecks, production queues, and low efficiency in its PVC doll production line. This study aims to improve production line efficiency by integrating Time Study and Line Balancing using the Ranked Positional Weight (RPW) method. The research began with data uniformity and adequacy tests, followed by standard time determination using Time Study. The RPW method was applied to analyze line balance, while the 5 Whys and 5W+1H methods were used to identify root causes and formulate improvement proposals. The results indicate that the stirring process is the main bottleneck with a standard time of 2,941.28 seconds. The primary causes were limited mixer capacity and inadequate operating standards. Priority recommendations include adding a parallel mixer unit, increasing mixer RPM, developing a new SOP, and providing operator training. These improvements are expected to reduce bottlenecks and enhance overall production efficiency.

Keywords: *Time Study, Line Balancing, Ranked Positional Weight, Production Efficiency, Bottleneck, PVC Doll*

Abstrak

CV. Eye Wind mengalami ketidakseimbangan waktu proses antar stasiun kerja yang menyebabkan bottleneck, antrean produksi, dan rendahnya efisiensi lini produksi boneka PVC. Penelitian ini bertujuan meningkatkan efisiensi lini produksi melalui integrasi metode *Time Study* dan *Line Balancing* menggunakan *Ranked Positional Weight* (RPW). Penelitian diawali dengan uji keseragaman dan kecukupan data dilanjutkan dengan penentuan waktu baku menggunakan *Time Study*. Metode RPW digunakan untuk menganalisis keseimbangan lini produksi sedangkan metode 5 Whys dan 5W+1H digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab dan menyusun usulan perbaikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses *stirring* merupakan bottleneck utama dengan waktu baku sebesar 2.941,28 detik. Akar penyebab utama adalah keterbatasan kapasitas mixer dan belum optimalnya standar operasional. Rekomendasi prioritas meliputi penambahan mixer paralel, peningkatan RPM mixer, penyusunan SOP baru, dan pelatihan operator. Usulan tersebut diharapkan mampu mengurangi bottleneck dan meningkatkan efisiensi produksi.

Kata Kunci: *Time Study, Line Balancing, Ranked Positional Weight, Efisiensi Lini Produksi, Bottleneck, Boneka PVC, Waktu Baku*

PENDAHULUAN

Efisiensi lini produksi merupakan salah satu faktor penentu keberhasilan perusahaan manufaktur dalam menghadapi persaingan yang semakin ketat. Ketidakseimbangan waktu proses antar stasiun kerja sering kali menyebabkan munculnya *bottleneck*, waktu tunggu (*idle time*), penumpukan material serta penurunan output produksi secara keseluruhan (Rafiq et al., 2025) Permasalahan ini semakin relevan di industri manufaktur yang memiliki alur proses bertahap dan berulang termasuk industri pembuatan boneka berbahan *Polyvinyl Chloride* (PVC). CV. Eye Wind merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur boneka PVC.

Tabel 1. Waktu Siklus Produksi

Proses Produksi	Waktu Rata Siklus (Detik)
Proses Stirring	2387.40

Proses Produksi	Waktu Rata Siklus (Detik)
Proses Pemasakan	254.53
Proses Pencetakan	251.13
Proses Painting	209.00
Proses Assembly	207.37
Proses Inspeksi	112.60

Proses produksi di perusahaan ini meliputi *stirring*, pemasakan, pencetakan, painting, assembly serta proses akhir yaitu inspeksi. Berdasarkan observasi awal yang dilakukan ditemukan adanya ketidakseimbangan waktu proses yang cukup signifikan antar stasiun kerja. Proses *stirring* menjadi titik kritis karena memiliki waktu baku yang jauh lebih tinggi dibandingkan proses lainnya.

Pada kondisi ini menyebabkan terjadinya antrean produksi, waktu tunggu yang tinggi serta rendahnya efisiensi lini produksi secara keseluruhan. Selain itu, perusahaan juga menghadapi permasalahan seperti belum adanya standar waktu kerja yang terukur secara sistematis serta kurangnya analisis penyeimbangan beban kerja antar stasiun. Integrasi antara metode *Time Study* dan *Line Balancing* menjadi salah satu pendekatan yang paling efektif untuk mengatasi permasalahan tersebut (Febri Sugianto, 2025). *Time Study* berfungsi untuk menghasilkan data waktu baku yang akurat dan sementara *Line Balancing* dengan metode *Ranked Positional Weight (RPW)* memungkinkan pendistribusian beban kerja secara lebih merata berdasarkan urutan prioritas tugas. Pendekatan ini tidak hanya dapat mengurangi *bottleneck* dan *idle time* tetapi juga meningkatkan utilisasi sumber daya serta produktivitas lini produksi secara keseluruhan, sebagaimana telah ditunjukkan dalam berbagai studi di industri manufaktur (Melkamu et al., 2024). Berbagai penelitian terdahulu telah dilakukan untuk meningkatkan efisiensi produksi. Beberapa peneliti menggunakan metode *time study* untuk menentukan waktu baku dan mengidentifikasi *bottleneck* produksi (Arie et al., 2022). Namun, sebagian besar penelitian hanya berhenti pada tahap pengukuran waktu tanpa melanjutkan ke analisis penyeimbangan lini produksi. Beberapa penelitian lain menerapkan *line balancing* dengan metode yang berbeda tetapi penerapannya masih terbatas pada industri otomotif, elektronik serta makanan. Penelitian yang secara khusus membahas integrasi *time study* dengan *line balancing* metode *Ranked Positional Weight (RPW)* pada industri boneka PVC masih sangat jarang ditemukan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan mengintegrasikan metode *time study* dan *line balancing* menggunakan metode *Ranked Positional Weight (RPW)* (Nugraha, 2023). Penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi baik secara teoritis maupun praktis yaitu menyediakan standar waktu kerja yang akurat serta rekomendasi perbaikan lini produksi yang dapat meningkatkan efisiensi produksi boneka PVC di CV. Eye Wind.

METODE PENELITIAN

Efisiensi proses produksi merupakan salah satu faktor utama yang menentukan tingkat produktivitas dan daya saing perusahaan manufaktur. Sistem produksi yang tidak efisien dapat menyebabkan peningkatan waktu tunggu, *bottleneck*, penumpukan material serta rendahnya utilisasi sumber daya produksi (Sagir et al., 2025). Dalam industri manufaktur, efisiensi produksi sangat dipengaruhi oleh keseimbangan waktu kerja antarstasiun produksi, performansi operator, kapasitas mesin serta metode kerja yang digunakan. Dalam penelitian ini menggunakan uji keseragaman data dan kecukupan data sebagai langkah awal untuk memastikan bahwa data pengukuran telah memenuhi syarat statistik dan setelah data dinyatakan valid maka bisa di lanjutkan ke arah yang berikutnya. Uji keseragaman data digunakan untuk mengetahui data hasil pengamatan berada dalam batas kontrol yang ditentukan sehingga data dapat dinyatakan seragam dan layak digunakan untuk analisis lebih lanjut (Wahyudi et al., 2023).

Rumus rata-rata

$$\bar{x} = \frac{\sum Xi}{n} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

- $\bar{x}$ = nilai rata-rata pengamatan

- X_i = data pengamatan
- n = jumlah pengamatan

Kriteria uji keseragaman data yaitu jika seluruh data berada di antara bka dan bkb maka data dinyatakan seragam dan jika terdapat data di luar bka dan bkb, maka data dinyatakan tidak seragam.

Rumus Standar Deviasi:

$$\sigma = \frac{\sum (X_i - \bar{x})^2}{n-1} \dots\dots\dots (2)$$

- $\bar{X}$ = nilai rata-rata pengamatan
- X_i = data pengamatan
- n = jumlah pengamatan
- σ = Standar Deviasi Rumus Batas Kontrol Atas (BKA) $BKA = \bar{X} + k \sigma$

Rumus Batas Kontrol Bawah (BKB)

$BKB = \bar{X} - k \sigma$ Keterangan:

- BKA = batas kontrol atas
- BKB = batas kontrol bawah
- k = tingkat kepercayaan (95%)
- σ = standar deviasi

Kriteria Uji Kecukupan Data yaitu jika $N' < N$, maka data pengamatan dinyatakan cukup dan jika $N' > N$, maka data pengamatan dinyatakan belum cukup dan perlu dilakukan tambahan pengamatan (Imanuel et al., 2022)

Rumus Uji kecukupan data

$$N' = \frac{(k.s)^2}{(h.\bar{x})} \dots\dots\dots (3)$$

N' = jumlah data pengamatan minimum k = tingkat kepercayaan

s = standar deviasi

h = tingkat ketelitian

$\bar{X}$ = rata-rata data pengamatan

Salah satu pendekatan yang umum digunakan dalam meningkatkan efisiensi proses produksi adalah pengukuran waktu kerja menggunakan metode *time study*. Metode ini digunakan untuk menentukan standar waktu penyelesaian suatu pekerjaan berdasarkan kondisi kerja normal. Pengukuran waktu kerja bertujuan untuk mengetahui waktu siklus, waktu normal serta waktu baku sehingga perusahaan dapat mengevaluasi produktivitas kerja secara objektif (Breznik et al., 2023). Selain digunakan untuk menentukan standar waktu kerja pada metode *time study* ini juga dapat membantu perusahaan dalam mengidentifikasi aktivitas yang tidak efisien dan menentukan proses yang menjadi *bottleneck* produksi. Waktu siklus merupakan rata-rata waktu yang dibutuhkan operator dalam menyelesaikan suatu pekerjaan pada satu siklus produksi. Waktu normal diperoleh melalui penyesuaian waktu siklus terhadap *performance rating* operator, sedangkan waktu baku dihitung dengan mempertimbangkan faktor *allowance* seperti kelelahan kerja, kebutuhan pribadi serta hambatan yang tidak dapat dihindari (Mortada & Soulhi, 2023). Penetapan waktu baku menjadi penting karena dapat digunakan sebagai dasar dalam perencanaan kapasitas produksi, pengendalian proses serta evaluasi efisiensi kerja operator.

Perhitungan waktu siklus dilakukan menggunakan persamaan berikut:

$$Ws = \frac{\sum X_i}{n} \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan:

- Ws = waktu siklus
- X_i = waktu hasil pengamatan
- n = jumlah pengamatan

Perhitungan waktu normal dilakukan menggunakan persamaan:

$$W_n = W_s \times \text{Rating Factor} \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan:

- a. *Rating Factor* > 1.0 → Pekerja bekerja lebih cepat dari normal.
- b. *Rating Factor* = 1.0 → Pekerja bekerja dengan kecepatan normal.
- c. *Rating Factor* < 1.0 → Pekerja bekerja lebih lambat dari normal.

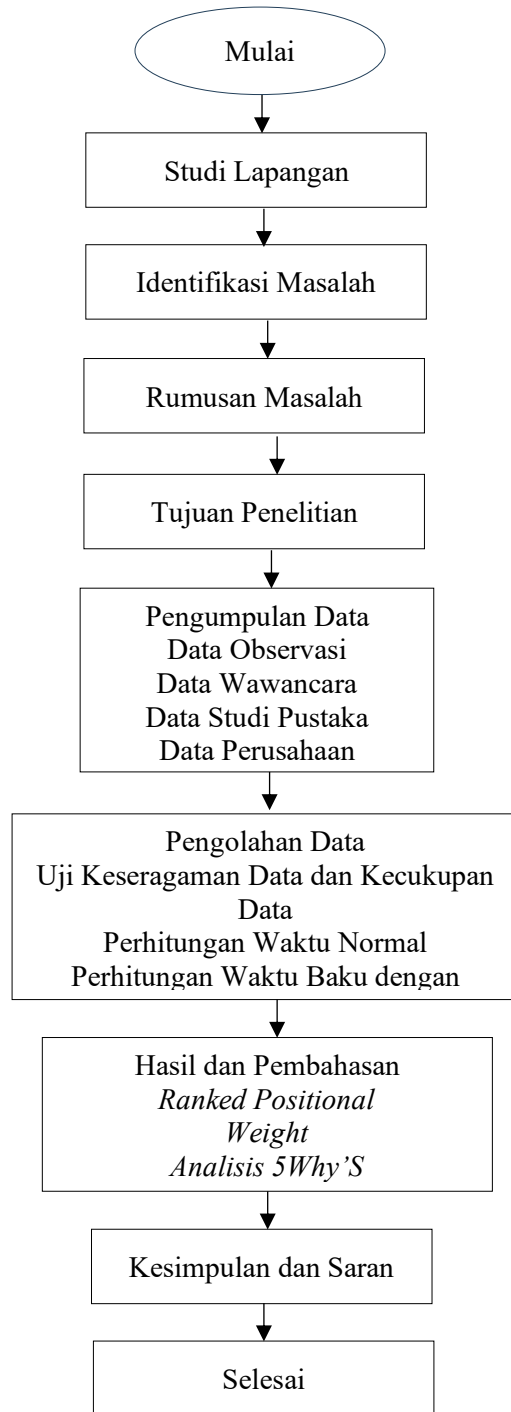
$$W_b = W_n \times \frac{(100\%)}{(100\% - \text{Allowance})} \dots\dots\dots (6)$$

Selain pengukuran waktu kerja hasil dari identifikasi dan perbaikan bottleneck juga menjadi aspek penting dalam analisis sistem produksi. *Bottleneck* merupakan kondisi ketika suatu stasiun kerja memiliki kapasitas lebih rendah dibandingkan proses lainnya sehingga menyebabkan terjadinya antrean dan keterlambatan aliran produksi. Stasiun kerja yang mengalami bottleneck umumnya memiliki waktu proses paling tinggi dibandingkan stasiun kerja lainnya sehingga mempengaruhi *throughput* sistem produksi secara keseluruhan (Mortada & Soulhi, 2023). Untuk mengatasi permasalahan keseimbangan lintasan produksi dan bottleneck, metode *Ranked Positional Weight (RPW)* dapat digunakan. RPW merupakan salah satu heuristik yang paling populer dalam *assembly line balancing problem*. Metode ini bekerja dengan memberikan bobot pada setiap elemen tugas berdasarkan waktu proses dan posisinya dalam precedence diagram, kemudian menyusun tugas secara berurutan ke dalam stasiun kerja untuk meminimalkan waktu idle dan menyeimbangkan beban antar stasiun (Nugraha, 2023). Pendekatan RPW sangat efektif untuk meningkatkan efisiensi lini produksi dengan mengurangi bottleneck dan meningkatkan utilisasi sumber daya.

$$RPW(i) = t_i + \sum t_j \dots\dots\dots (7)$$

t_i adalah waktu baku aktivitas ke- i , dan $\sum t_j$ adalah jumlah waktu baku semua aktivitas penerus dari aktivitas tersebut

Menganalisis akar penyebab permasalahan efisiensi metode 5 *Whys* dapat diterapkan. Metode 5 *Whys* adalah teknik analisis akar penyebab sederhana yang dikembangkan oleh Toyota dengan cara mengajukan pertanyaan “Mengapa?” secara berulang (minimal lima kali) terhadap suatu masalah hingga ditemukan penyebab utamanya (Kurniaty, S., & Sabilah, 2023). Metode ini sangat berguna untuk mengungkap penyebab mendasar dari bottleneck, waste waktu, atau ketidakefisienan proses yang tidak terlihat secara permukaan (Pietsch et al., 2024). Sebagai pendekatan pelengkap penelitian ini sering digunakan adalah metode 5W + 1H (*Who, What, When, Where, Why, How*). Metode ini membantu dalam pengumpulan informasi secara sistematis dan komprehensif terhadap suatu masalah atau proses sehingga perusahaan dapat memperoleh gambaran yang lebih jelas mengenai kondisi aktual proses produksi yang memudahkan identifikasi peluang perbaikan dan perumusan solusi yang tepat (Rustiyana Wati, 2026).



Gambar 1 Alur Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini melakukan observasi dengan melakukan pengamatan proses produksi sebanyak 30 kali pada setiap prosesnya sehingga didapatkan waktu rata-rata pada setiap proses produksi. Langkah pertama setelah melakukan pengumpulan data yaitu melakukan pengujian uji keseragaman data dan kecukupan data.

Uji Keseragaman Data dan Kecukupan Data

Uji keseragaman data digunakan untuk mengetahui data hasil pengamatan berada dalam batas kontrol yang ditentukan sehingga data dapat dinyatakan seragam dan layak digunakan untuk analisis lebih lanjut.

Tabel 2. Waktu Siklus Produksi

Proses Produksi	Waktu Rata Siklus (Detik)
Proses Stirring	2387.40
Proses Pemasakan	254.53
Proses Pencetakan	251.13
Proses Painting	209.00
Proses Assembly	207.37
Proses Inspeksi	112.60

Kriteria Uji Kecukupan

Data yaitu jika $N' < N$, maka data pengamatan dinyatakan cukup dan jika $N' > N$, maka data pengamatan dinyatakan belum cukup dan perlu dilakukan tambahan pengamatan.

Kriteria uji keseragaman data yaitu jika seluruh data berada di antara bka dan bkb, maka data dinyatakan seragam dan jika terdapat data di luar bka dan bkb, maka data dinyatakan tidak seragam.

Tabel 3. Hasil Uji Keseragaman Data dan Kecukupan Data

Proses Produksi	Rata-rata ($\bar{X}$)	Standar Deviasi (σ)	BKA	BKB	Hasil Uji Keseragaman	N'	N Aktual	Hasil Uji Kecukupan
Stirring	2387.40	119.56	2626.52	2148.28	Seragam	4.01	30	Cukup
Pemasakan	254.53	10.18	274.90	234.17	Seragam	2.56	30	Cukup
Pencetakan	251.13	9.87	270.87	231.39	Seragam	2.47	30	Cukup
Painting	209	16.10	241.20	176.80	Seragam	9.49	30	Cukup
Assembly	207.37	15.10	237.57	177.17	Seragam	8.48	30	Cukup
Inspeksi	112.60	11.49	135.58	89.62	Seragam	16.66	30	Cukup

Perhitungan Waktu Normal

Waktu Normal (Normal Time) adalah waktu yang dibutuhkan oleh seorang pekerja dengan kecepatan kerja normal (100%) untuk menyelesaikan suatu tugas setelah memperhitungkan faktor penilaian kinerja (*Rating Factor*) (Sabilah & Daonil, 2023).

- Rating Factor > 1.0 → Pekerja bekerja lebih cepat dari normal.
- Rating Factor $= 1.0$ → Pekerja bekerja dengan kecepatan normal.
- Rating Factor < 1.0 → Pekerja bekerja lebih lambat dari normal.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Waktu Normal (WN)

Proses Produksi	Waktu Siklus Produksi (Detik)	Rating Factor	Waktu Normal (Detik)
Proses Stirring	2387.40	1.10	2626.14
Proses Pemasakan	254.53	1.05	267.26
Proses Pencetakan	251.13	1.05	263.69
Proses Painting	209	1.00	209.00
Proses Assembly	207.37	0.95	197.00
Proses Inspeksi	112.60	0.95	106.97

Perhitungan Waktu Baku dengan Allowance

Allowance 12% digunakan karena merupakan standar yang umum dan realistis untuk industri manufaktur ringan seperti produksi boneka PVC.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Waktu Baku (WB)

Proses Produksi	Waktu Siklus (Detik)	Rating Factor	Waktu Normal (Detik)	Allowance	Waktu Baku (Detik)	Waktu Baku (Menit)
Stirring	2387.40	1.10	2626.14	12%	2941.28	49.02
Pemasakan	254.53	1.05	267.26	12%	299.33	4.99
Pencetakan	251.13	1.05	263.69	12%	295.33	4.92
Painting	209.00	1.00	209.00	12%	234.08	3.90
Assembly	207.37	0.95	197.00	12%	220.64	3.68
Inspeksi	112.60	0.95	106.97	12%	119.81	2.00

Berdasarkan perbandingan antara waktu standar dan waktu baku aktual proses stirring menjadi proses yang paling kritis karena memiliki selisih waktu terbesar dibandingkan standar perusahaan. Selain itu, proses assembly, pemasakan, dan painting juga menunjukkan waktu aktual yang melebihi standar sehingga berpotensi menyebabkan waste pada aliran produksi. Sementara itu, proses pencetakan dan inspeksi masih berada dalam batas standar sehingga dinilai lebih efisien dibandingkan proses lainnya. Perhitungan *Ranked Positional Weight* (RPW)

Langkah pertama untuk perhitungan Ranked Positional Weight (RPW) yaitu dengan menghitung waktu baku pada setiap produksi dan Precedence Aktivitas.

Tabel 6. Precedence Aktivitas Produksi

Aktivitas	Nama Proses	Predecessor	Successor	Waktu Baku (detik)	Keterangan
A	Stirring	-	B	2941.28	Proses awal dan tidak ada pendahulu
B	Pemasakan	A	C	299.33	Harus menunggu Stirring selesai
C	Pencetakan	B	D	295.33	Harus menunggu adonan dimasak
D	Painting	C	E	234.08	Produk harus dicetak dulu
E	Assembly	D	F	220.64	Komponen harus dicat sebelum dirakit
F	Inspeksi	E	-	119.81	Proses akhir

Langkah kedua yaitu melakukan penilaian persentase dari Rincian Sub Aktivitas Operasi Produksi boneka PVC di CV Eye Wind terdiri dari enam aktivitas utama yang berjalan secara berurutan. Persentase kontribusi waktu dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Persentase Kontribusi} = \frac{\text{Waktu Proses } T}{\text{Total Waktu Baku Semua Proses}} \times 100\% \dots\dots\dots (8)$$

Sebagai contoh pada perhitungan proses stirring yaitu sebagai berikut:

$$\text{Persentase Kontribusi} = \frac{2941,28}{4110,47} \times 100\% = 71,56\%$$

Tabel 7. Persentase Kontribusi Kegiatan Produksi

Proses	Sub-Aktivitas Utama	Estimasi Waktu (detik)	Persentase (%)
A. Stirring	1. Persiapan bahan 2. Pencampuran dengan mixer 3. Pemeriksaan viskositas 4. Penyelesaian & pembersihan	2941.28	71.56%
B. Pemasakan	1. Pengisian ke oven talco 2. Proses Pemanasan	299.33	7.28%

	3. Pendinginan Awal		
C. Pencetakan	1. Penuangan adonan 2. Penutupan cetakan 3. Pembukaan cetakan	295.33	7.18%
D. Painting	1. Persiapan spray gun 2. Pengecatan dasar & detail 3. Pengeringan	234.08	5.70%
E. Assembly	1. Pemasangan kepala & badan 2. Pemasangan aksesoris 3. Penyelesaian	220.64	5.37%
F. Inspeksi	1. Pemeriksaan visual & fungsi 2. Penandaan Cacat 3. Sorting	119.81	2.91%
	TOTAL WAKTU BAKU PRODUKSI	4110.47	

Langkah ketiga yaitu menyeimbangkan lini produksi dengan perhitungan *Ranked Positional Weight* (RPW) pada setiap aktivitas. RPW dihitung dengan menjumlahkan waktu baku suatu aktivitas dengan waktu baku seluruh aktivitas yang mengikutinya sesuai diagram *precedence*.

Tabel 8. Hasil Perhitungan *Ranked Positional Weight* (RPW)

Ranking	Kode	Aktivitas	Waktu Baku (detik)	RPW (detik)
1	A	Stirring	2941.28	4110.47
2	B	Pemasakan	299.33	1169.19
3	C	Pencetakan	295.33	869.86
4	D	Painting	234.08	574.53
5	E	Assembly	220.64	340.45
6	F	Inspeksi	119.81	119.81

Langkah perhitungan sebagai berikut ini:

- Aktivitas F – Inspeksi Tidak ada aktivitas setelahnya. $RPW_F = 119.81$ detik
- Aktivitas E – Assembly
Penerus: F $RPW_E = 220.64 + 119.81 = 340.45$ detik
- Aktivitas D – Painting
Penerus: E + F $RPW_D = 234.08 + 220.64 + 119.81 = 574.53$ detik
- Aktivitas C – Pencetakan
Penerus: D + E + F $RPW_C = 295.33 + 234.08 + 220.64 + 119.81 = 869.86$ detik
- Aktivitas B – Pemasakan
Penerus: C + D + E + F $RPW_B = 299.33 + 295.33 + 234.08 + 220.64 + 119.81 = 1.169,19$ detik
- Aktivitas A – Stirring
Penerus: B + C + D + E + F (semua aktivitas)
 $RPW_A = 2941.28 + 299.33 + 295.33 + 234.08 + 220.64 + 119.81 = 4.110,47$ detik.

Identifikasi *Bottleneck*

Bottleneck diidentifikasi dengan mencari proses yang paling menghambat aliran produksi dibandingkan proses lainnya. *Bottleneck* ini bisa diidentifikasi dengan membandingkan waktu real/nyata pada saat proses produksi dengan standar waktu yang telah ditetapkan oleh perusahaan hal ini terlihat pada tabel 9 dibawah ini.

Tabel 9. Analisis Bottleneck Proses Produksi

Proses Produksi	Waktu Standar (detik)	Waktu Baku Aktual	Selisih (detik)	Analisis
Stirring	2400	2941.28	+541.28	Proses stirring melebihi waktu standar sehingga menjadi bottleneck utama pada sistem produksi. Hal ini menunjukkan bahwa proses pencampuran bahan PVC masih kurang efisien dan berpotensi menyebabkan antrean pada proses berikutnya.
Pemasakan	240	299.33	+59.33	Waktu baku proses pemasakan lebih tinggi dari standar yang ditetapkan sehingga menunjukkan adanya keterlambatan proses.
Pencetakan	300	295.33	-4.67	Proses pencetakan masih berada di bawah waktu standar sehingga proses ini dinilai cukup efisien dan tidak memberikan hambatan signifikan terhadap aliran produksi.
Painting	180	234.08	+54.08	Proses painting melebihi waktu standar sehingga berpotensi menimbulkan waste berupa waiting dan motion akibat aktivitas pengecatan yang dilakukan secara berulang dan membutuhkan ketelitian tinggi.
Assembly	120	220.64	+100.64	Proses assembly memiliki selisih waktu yang cukup besar dibandingkan standar sehingga menunjukkan adanya ketidakefisienan pada aktivitas pemasangan komponen produk.
Inspeksi	120	119.81	-0,19	Proses inspeksi masih sesuai dengan waktu

Untuk mengidentifikasi penyebab utama (*root cause*) dari *bottleneck* yang terjadi pada proses produksi boneka PVC, dilakukan analisis menggunakan metode 5 Whys. Dalam penelitian ini analisis 5 Whys difokuskan pada proses-proses yang memiliki selisih waktu baku paling tinggi terhadap standar perusahaan, yaitu proses Stirring, Assembly serta Painting hal ini terlihat pada tabel 10 dibawah ini.

Tabel 10. Analisis 5Why'S

Why	Pertanyaan	Jawaban
Why 1	Mengapa waktu Stirring melebihi standar?	Karena proses pencampuran bahan memakan waktu lama (2941 detik).
Why 2	Mengapa proses pencampuran lama?	Mixer bekerja lambat dan operator harus menunggu viskositas stabil.
Why 3	Mengapa mixer lambat dan viskositas lama tercapai?	Kapasitas mixer terlalu kecil dibandingkan volume batch + kecepatan putar rendah.
Why 4	Mengapa kapasitas dan kecepatan mixer belum optimal?	Tidak ada standar operasional yang jelas dan belum dilakukan improvement pada peralatan.
Why 5 (Root Cause)	Mengapa belum ada perbaikan peralatan & SOP?	Manajemen belum melakukan evaluasi sistematis terhadap proses kritis menggunakan pendekatan teknik industri.

Usulan perbaikan dilakukan dengan pendekatan 5W + 1H untuk mengatasi bottleneck yang teridentifikasi pada proses produksi boneka PVC.

Tabel 11. Usulan Perbaikan Proses Produksi Boneka PVC

Proses	What	Why	Where	When	Who	How	Prioritas
Stirring	Waktu proses terlalu lama	Mengurangi bottleneck utama & meningkatkan output	Area Mixing	Mulai Bulan depan	Team Maintenance dan operator	Tambah unit paralel tingkatkan RPM mixer serta buat SOP Stirring baru dan juga latih operator	Sangat Tinggi
Assembly	Waktu perakitan tinggi	Mengurangi selisih +100 detik	Area Assembly	2 minggu setelah Stirring	Operator Assembly	Redesign fixture/jig dan Line balancing antar operator	Tinggi
Painting	Waktu pengecatan berlebih	Mengurangi waste motion & waiting	Area Painting	1 bulan	Painter	Gunakan fixture rotating dan standarisasi spray gun distance serta	Tinggi

						tambah drying rack	
Pemasakan	Waktu sedikit di atas standar	Mencegah potensi bottleneck kedua	Area Oven	Sesegera mungkin	Operator Oven	Optimalisasi suhu & waktu oven	Sedang

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, rekomendasi perbaikan yang paling mendesak untuk segera diimplementasikan oleh CV. Eye Wind adalah perbaikan pada proses Stirring sebagai bottleneck utama lini produksi. Berdasarkan analisis 5W+1H, perbaikan dilakukan dengan menambahkan satu unit mixer paralel, meningkatkan RPM mixer, menyusun SOP proses stirring yang lebih terstandarisasi, serta memberikan pelatihan kepada operator. Implementasi perbaikan dilakukan di area mixing mulai bulan berikutnya dengan melibatkan tim maintenance dan operator produksi. Usulan ini diprioritaskan karena mampu mengurangi waktu proses yang memiliki selisih terbesar terhadap standar perusahaan, yaitu sebesar 541,28 detik. Selain itu, perbaikan pada proses Assembly dan Painting dapat dilakukan sebagai tahap lanjutan melalui redesign fixture, line balancing antar operator, penggunaan rotating fixture, serta standarisasi metode pengecatan. Dengan pelaksanaan rekomendasi tersebut secara bertahap, perusahaan diharapkan dapat mengurangi bottleneck, meningkatkan efisiensi lini produksi, serta memperlancar aliran proses produksi boneka PVC secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arie et al. (2022). Improving Work Productivity Using Time Study and Line Balancing Methods in the Stationary Area at PT. XYZ. *Indian International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 2316–2327. <https://doi.org/10.46254/in02.20220554>
- Breznik, M., Buchmeister, B., & Vujica, N. (2023). Assembly Line Optimization Using MTM Time Standard and Simulation Modeling—A Case Study. *Mdpi*. <https://scopus.upc.elogim.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85160837184&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=8a441033096c243878ff5298f06e9ff5&sot=b&sdt=b&s=TITLE-ABS-KEY%28Assembly+Line+Optimization+Using+MTM+Time+Standard+and+Simulation+Modeling—A+Cas>
- Febri Sugianto, M. (2025). Line Balancing Analysis with Ranked Positional Weight (RPW) and Region Approach (RA) Methods on the Production Line at PT. Vitapharm Surabaya. *Electronic Journal of Education, Social Economics and Technology*, 6(1), 558–565. <https://doi.org/10.33122/ejeset.v6i1.667>
- Imanuel, V., Sukania, I. W., & Utama, D. W. (2022). Penentuan Waktu Baku Elemen Kerja Pada Proses Perawatan Continuous Variable Transmission Dengan Metode Time And Motion Study Di Bengkel Motor. *Jurnal Mitra Teknik Industri*, 54–62.
- Kurniaty, S., & Sabilah, A. I. (2023). Implementasi Lean Manufacturing di PT. Gerem Jaya. *Jurnal Jaring SainTek*, 5(2), 61–70.
- Melkamu et al. (2024). Productivity improvement through assembly line balancing by using simulation modeling in case of Abay garment industry Gondar, Heliyon,. *Heliyon*, 10(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e23585>
- Mortada, A., & Soulhi, A. (2023). Improvement of Assembly Line Efficiency by Using Lean Manufacturing Tools and Line Balancing Techniques. *Advances in Science and Technology Research Journal*, 17(4), 89–109. <https://doi.org/10.12913/22998624/169257>

- Nugraha, F. P. & I. (2023). Analysis of Line Balancing using Ranked Positional Weight (RPW), Largest Candidate Rule (LCR), and J-Wagon Methods in Crane Girder Production at PT MHE Demag Surabaya, Indonesia. *Technium: Romanian Journal of Applied Sciences and Technology*.
- Rafiq et al. (2025). Efficiency analysis of production tracks using line balancing and stopwatch time study methods in medium-scale manufacturing industries. *Jurnal Teknoreka*, 01(01), 28–32. <https://doi.org/10.59651/teknoreka>
- Rustiyana Wati. (2026). Implementasi Lean Manufacturing dan Pengendalian Kualitas terhadap Efektivitas Proses Produksi: Systematic Literature Review. *Al Zayn Jurnal Ilmu Sosial Dan HUKum*, 7152–7169.
- Sabilah, A. I., & Daonil, D. (2023). Analisis Beban Kerja Karyawan dan kebutuhan Karyawan pada Divisi Pengelasan di PT TI. *Blend Sains Jurnal Teknik*, 1(3), 251–258. <https://doi.org/10.56211/blendsains.v1i3.207>
- Sagir, A., Chiroma, Z., Ali, S. M., & Mohammed, A. (2025). Influence of Production Scheduling and Line Balancing on Manufacturing Performance. *SSR Journal of Economics, Business and Management (SSRJEBM)*, 2(12), 17–38. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17934932>
- Wahyudi, R., Nugraha, A. T., & Kinasih, A. S. (2023). Penentuan Waktu Baku dengan Stopwatch Time Study untuk Pengukuran Kerja Operator di PT XYZ Lampung Tengah. *Jurnal Sains Dan Aplikasi Keilmuan Teknik Industri (SAKTI)*, 3(2), 79–88. <https://doi.org/10.33479/jtiumc.v3i2.76>