

Minimasi Waste pada Proses Produksi Bracket B6H-F194X-00 Menggunakan *Lean Manufacturing* untuk Mencapai Target Produksi di PT. ABC

Fajriah Ningrum^{*1}, Nora Azmi^{*2}, dan Fani Puspitasari³

¹ Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Trisakti

Jln. Kyai Tapa No. 1, Jakarta, 11440, Indonesia

Email: fajriah063001700111@std.trisakti.ac.id¹, nora.azmi@trisakti.ac.id²

Abstrak

PT. ABC merupakan perusahaan manufaktur di Tangerang dan memiliki tipe produksi *make to order*. Produk Bracket B6H-F194X-00 merupakan salah satu produk dengan jumlah permintaan tertinggi dan selalu diproduksi setiap bulannya. Permasalahan yang terjadi yakni target produksi tidak tercapai pada bulan September 2020 – Februari 2021 yang disebabkan adanya *waste*, dampaknya perusahaan hanya dapat mengirimkan produknya sebesar 653 pcs/hari dari rata – rata target produksi sebesar 1100 pcs/hari. Tujuan penelitian ini untuk meminimasi *waste* pada proses produksi Bracket B6H-F194X-00 menggunakan *Lean Manufacturing* untuk mencapai target produksi di PT. ABC. Penelitian diawali dengan pemetaan *Current State Mapping* dan *waste* yang teridentifikasi yaitu *waste waiting*, *unnecessary motion*, *transportation*, *overprocessing*, dan *defect*. Pembobotan *waste* dilakukan menggunakan *Fuzzy Analytic Hierarchy Process (Fuzzy AHP)* dan didapatkan bahwa *waste transportation* merupakan *waste* dominan dengan bobot 0.3059. Bobot masing – masing *waste* digunakan untuk pemilihan *Value Stream Analysis Tools (VALSAT)* dan diperoleh *tools Process Activity Mapping (PAM)* dengan bobot skor 7.527. Usulan perbaikan menggunakan metode *5W+1H* yakni penggunaan *work bench*, penggabungan aktivitas transportasi dan penambahan tempat pembuangan scrap *piercing* sementara. Hasil perbaikan kemudian digambarkan dengan PAM setelah perbaikan serta dipetakan melalui *Future State Mapping* diperoleh bahwa total produksi menjadi 1103 pcs/hari dan target produksi dapat tercapai.

Kata kunci: *Fuzzy AHP, Lean manufacturing, Process activity mapping, Value stream mapping*

Abstract

PT. ABC is a manufacturing company in Tangerang and has a *make to order* production type. Bracket B6H-F194X-00 is one of the products with the highest amount of demand and is always produced every month. The problem that occurred is that the production target was not achieved in September 2020 - February 2021 due to *waste*, the impact of the company can only send its products of 653 pcs/day from the average production target of 1100 pcs/day. The purpose of this research is to minimize *waste* in the production process of Bracket B6H-F194X-00 using *Lean Manufacturing* to achieve production targets in PT. ABC. The research began with mapping *Current State Mapping* and *waste* identified, namely *waste waiting*, *unnecessary motion*, *transportation*, *overprocessing*, and *defect*. *Waste weighting* is done using *Fuzzy Analytic Hierarchy Process (Fuzzy AHP)* and it is found that *waste transportation* is the dominant *waste* with a weight of 0.3059. Each *waste* weight is used for the selection of *Value Stream Analysis Tools (VALSAT)* and obtained *process activity mapping (PAM)* tools with a score weight of 7,527. Proposed improvements using the *5W + 1H* method, namely the use of *work bench*, the incorporation of *transportation* activities and the addition of temporary *piercing scrap* wasters. The results of the improvement are then illustrated with PAM after the repair and mapped through *Future State Mapping* obtained that the total production to 1103 pcs/day and production target can be achieved.

Keywords: *Fuzzy AHP, Lean manufacturing, Process activity mapping, Value stream mapping*

1. Pendahuluan

PT. ABC yang merupakan perusahaan manufaktur di kota Tangerang. Perusahaan ini memiliki jenis usaha yaitu *Dies, Mold, Stamping Machinery* Industri dan Pabrikasi serta menerapkan tipe produksi *make to order*. Permasalahan yang dihadapi perusahaan terjadi pada produk Bracket B6H-F194X-00 bahwa pada bulan September 2020 – Februari 2021 diketahui bahwa

perusahaan belum dapat mencapai jumlah permintaan yang dipesan pelanggan dilihat pada Tabel 1. Rata-rata permintaan harian atau target yang harus dicapai pada bulan September 2020 – Februari 2021 sebesar 1100 pcs/hari sedangkan rata-rata aktual produksi yang dapat diproduksi perusahaan hanya sebesar 653 pcs/hari.

^{1*} Penulis korespondensi

Diterima 22 Agustus 2021; Diterima dalam bentuk revisi 24 Agustus 2021; Disetujui 16 Oktober 2021

Tabel 1. Permintaan dan Aktual Produksi

Bulan	Permintaan/bulan	Aktual/bulan	Permintaan/hari	Aktual/hari
Sept	28667	15364	1062	570
Okt	29123	16562	1079	614
Nov	30000	18500	1112	686
Des	29841	17461	1106	647
Jan	30004	19550	1112	725
Feb	30210	18125	1119	672

Berdasarkan penelitian pendahuluan yang dilakukan di lantai produksi PT. ABC didapati bahwa tidak tercapainya rata-rata target produksi/hari dikarenakan adanya aktivitas yang tidak bernilai tambah atau *waste*. Aktivitas tersebut terjadi pada proses pemindahan *poly box* ke stasiun kerja dari *blanking-piercing-bending 1-bending 2* masih dilakukan secara manual oleh operator karena tidak adanya tempat untuk meletakkan *poly box* yang selama ini diletakkan diatas permukaan lantai produksi, sehingga hal tersebut dapat menghalangi jalur *material handling* dan operator harus mengeluarkan gerakan yang tidak diperlukan yakni membungkuk dan mengangkat pada proses tersebut yang dapat menyebabkan operator menjadi cepat lelah. Serta adanya aktivitas operator membuang skrap hasil *piercing* ke tempat pembuangan skrap sejauh 5 m dikarenakan tidak adanya tempat pembuangan skrap sementara yang diletakkan dekat stasiun kerja tersebut.

Salah satu cara yang dilakukan untuk meminimasi aktivitas yang tidak bernilai tambah atau *waste* tersebut yakni menggunakan *lean manufacturing*. *Lean manufacturing* tidak hanya berlaku untuk industri otomotif, tetapi dapat diterapkan di banyak industri lain, yang mana menyebar dengan cepat di seluruh dunia (Durakovic, Demir, Abat, & Emek, 2018). Tujuan utama dari *Lean Manufacturing* yakni untuk menghasilkan produk berkualitas tinggi dengan biaya serendah mungkin dalam waktu singkat dengan mengeliminasi pemborosan yang ada pada proses produksi (Gupta & Jain, 2013). *Tools lean manufacturing* diantaranya adalah *Value Stream Mapping*, *tools* tersebut membantu untuk memetakan kondisi aliran proses untuk mengidentifikasi jenis dan letak *waste* yang terjadi pada aktivitas produksi.

Dari *waste* yang telah teridentifikasi, selanjutnya menentukan *waste* dominan atau yang menjadi sumber utama masalah dengan metode *Fuzzy Analytical Hierarchy Process (Fuzzy AHP)*, kegunaan *Fuzzy AHP* adalah untuk menentukan jenis *waste* dominan yang terjadi dengan menghitung masing-masing bobot tiap *waste* melalui penyebaran kuesioner terhadap seorang *expert* yang mengetahui dan paham keseluruhan proses produksi. Dalam mengurangi ketidakpastian pemberian bobot maka metode yang tepat digunakan yakni *Fuzzy AHP*, pada metode tersebut terdapat proses mengkonversi skala AHP menjadi skala *Triangular Fuzzy Number (TFN)* yang mampu meminimalisir ketidakpastian dalam pemberian bobot (Santoso, Rahmawati, & Sudarno, 2016).

Selain itu, pemilihan salah satu dari tujuh *detailed mapping tools Value Stream Analysis Tools (VALSAT)* dilakukan untuk menganalisa *waste* yang telah teridentifikasi secara detail berdasarkan skor bobot tertinggi, dimana bobot didapatkan dari hasil perhitungan *Fuzzy AHP*. Berdasarkan analisa *tools VALSAT* selanjutnya dapat diberikan usulan perbaikan dengan menggunakan metode 5W+1H.

Penerapan *lean manufacturing* telah terbukti berhasil berdasarkan penelitian yang telah dilakukan (Yusuf & Batubara, 2020) untuk meminimasi *waste* dengan meningkatnya PCE yang dihasilkan dari 44.4489% menjadi 50.64%. Penerapan *lean manufacturing* menggunakan metode *Fuzzy AHP* dan *VALSAT* juga terbukti telah berhasil berdasarkan penelitian (Analisa, 2020) guna meminimasi *waste waiting* pada UD. Virgo Snack Bersinar serta metode *Fuzzy AHP* juga telah dilakukan dalam penentuan *waste* dominan berdasarkan penelitian (Gnanavelbabu & Arunagiri, 2018).

Adapun tujuan penelitian yang ingin dicapai yakni untuk meminimasi *waste* pada proses produksi Bracket B6H-F194X-00 menggunakan *lean manufacturing* untuk mencapai target produksi di PT. ABC.

2. Metode Penelitian

Tahapan penelitian diawali dengan melakukan penelitian pendahuluan pada bulan Maret – Juni 2021 di lantai produksi PT. ABC. Penelitian dilakukan dengan melakukan pengamatan secara langsung dan wawancara terhadap *manager* di perusahaan.

Pada penelitian dilakukan pengukuran waktu siklus terhadap aktivitas proses produksi Bracket B6H-F194X-00 untuk mendapatkan waktu normal dan waktu baku tiap operator bekerja. Selanjutnya, melakukan pemetaan *Current State Mapping* bertujuan untuk mengetahui jenis dan letak *waste* yang terdapat pada aliran proses Bracket B6H-F194X-00 sesuai dengan kondisi lantai produksi PT. ABC saat ini.

Penentuan *waste* dominan menggunakan *Fuzzy AHP* yang sebelumnya matriks perbandingan berpasangan skala AHP dari hasil kuesioner pembobotan tujuh jenis *waste* dilakukan pengujian konsistensi terlebih dahulu dengan rumus berikut:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (1)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2)$$

Matriks perbandingan berpasangan dinyatakan konsisten jika $CR \leq 0.1$ atau 10%. Konsisten diartikan bahwa semua entri matriks telah dihimpun secara seragam atau homogen dan hubungan antar kriteria pada matriks saling membenarkan secara logis (Saaty, 2008). Jika matriks perbandingan berpasangan skala AHP dinyatakan konsisten selanjutnya dapat dikonversikan menjadi skala yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Skala Perbandingan Tingkat Kepentingan *Fuzzy*

Skala AHP	Skala Fuzzy	Invers Skala Fuzzy	Keterangan
1	1,1,1	1, 1, 1	Kedua elemen sama pentingnya (equal importance)
3	1, 3/2, 2	1/2, 2/3, 1	Elemen yang satu sedikit lebih penting daripada elemen yang lainnya (moderate importance)
5	2, 5/2, 3	1/3, 2/5, 1/2	Elemen yang satu lebih penting daripada yang lainnya (strong importance)
7	3, 7/2, 4	1/4, 2/7, 1/3	Satu elemen sangat penting daripada elemen lainnya (very strong or demonstrated)
9	4, 9/2, 9/2	2/9, 2/9, 1/4	Satu elemen mutlak penting daripada elemen lainnya (extreme importance)

Sumber: Chang, 1996

Kemudian melakukan perhitungan bobot *waste* menggunakan model *fuzzy synthetic extent* yang digunakan untuk mendapatkan perluasan suatu obyek dengan langkah-langkah berikut (Chang, 1996).

Menentukan nilai *fuzzy synthetic extent* dengan menggunakan rumus berikut.

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \otimes \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} \quad (3)$$

Keterangan: M = Bilangan TFN
 m = jumlah kriteria
 j = Kolom
 i = Baris
 g = parameter (l, m, u)

Selanjutnya melakukan perbandingan tingkat kemungkinan antar bilangan *fuzzy* dengan rumus berikut.

$$V(M_2 \geq M_1) = \begin{cases} 1 & \text{Jika } m_2 \geq m_1 \\ 0 & \text{Jika } l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} & \text{lainnya} \end{cases} \quad (4)$$

Berdasarkan perbandingan tingkat kemungkinan *fuzzy* dapat diambil nilai minimumnya yang dirumuskan berikut.

$$d'(A_n) = \min V(S_i \geq S_k) \quad (5)$$

Selanjutnya, dihitung vektor bobot berdasarkan hasil nilai minimum perbandingan tingkat kemungkinan *fuzzy* dengan rumus berikut.

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T \quad (6)$$

Vektor bobot tersebut kemudian dinormalisasikan dengan rumus berikut.

$$d(A_n) = \frac{d'(A_n)}{\sum_{i=1}^n d'(A_n)} \quad (7)$$

Bobot tiap *waste* yang telah didapatkan kemudian dimasukkan kedalam Tabel 3. untuk memilih *detailed mapping tools* yang sesuai untuk menganalisis *waste* yang telah teridentifikasi secara detail (Hines & Rich, 1997).

dimana H = *High correlation and usefullnes* = 9

M = *Medium correlation and usefullness* = 3

L = *Low correlation and usefullness* = 1

Tabel 3. Faktor Pengali VALSAT

	Process	Supply Chain	Production	Quality	Demand	Decision	Physical
Waste/Structure	Activity Mapping	Response Matrix	Variety Funnel	Filter Funnel	Amplification Mapping	Point Analysis	Structure
Overproduction	L	M		L	M	M	
Waiting	H	H	L		M	M	
Transportation	H						L
Inappropriate Processing	H		M	L		L	
Unnecessary Inventories	M	H	M		H	M	L
Unnecessary Motion	H	L					
Defects	L			H			

Sumber: Hines and Rich, 1997

Berdasarkan pemilihan dan analisa *tools* VALSAT terpilih selanjutnya membuat usulan perbaikan yang sesuai menggunakan metode 5W+1H untuk meminimasi *waste* pada proses produksi Bracket B6H-F194X-00 kemudian dapat dipetakan *Future State Mapping* serta hasil kedua perhitungan sebelum dan setelah perbaikan dibuatkan ringkasan agar memudahkan dalam menyusun kesimpulan penelitian. Dimana ringkasan perbandingan tersebut berisi yakni *Manufacturing Lead Time* (MLT), *Process Cycle Efficiency* (PCE), dan total produksi/hari.

MLT merupakan total keseluruhan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proses manufaktur suatu produk dari bahan baku hingga menjadi barang jadi. Dimana komponen terkait MLT yakni waktu proses, waktu inspeksi, waktu tunggu dan waktu transportasi (Salem, Fatimah, & Yasir, 2015).

Sementara PCE diukur sebagai presentase dari waktu *value added* dan MLT dengan rumus berikut.

$$PCE = \frac{\text{Value Added}}{\text{Manufacturing Lead Time}} \times 100\% \quad (9)$$

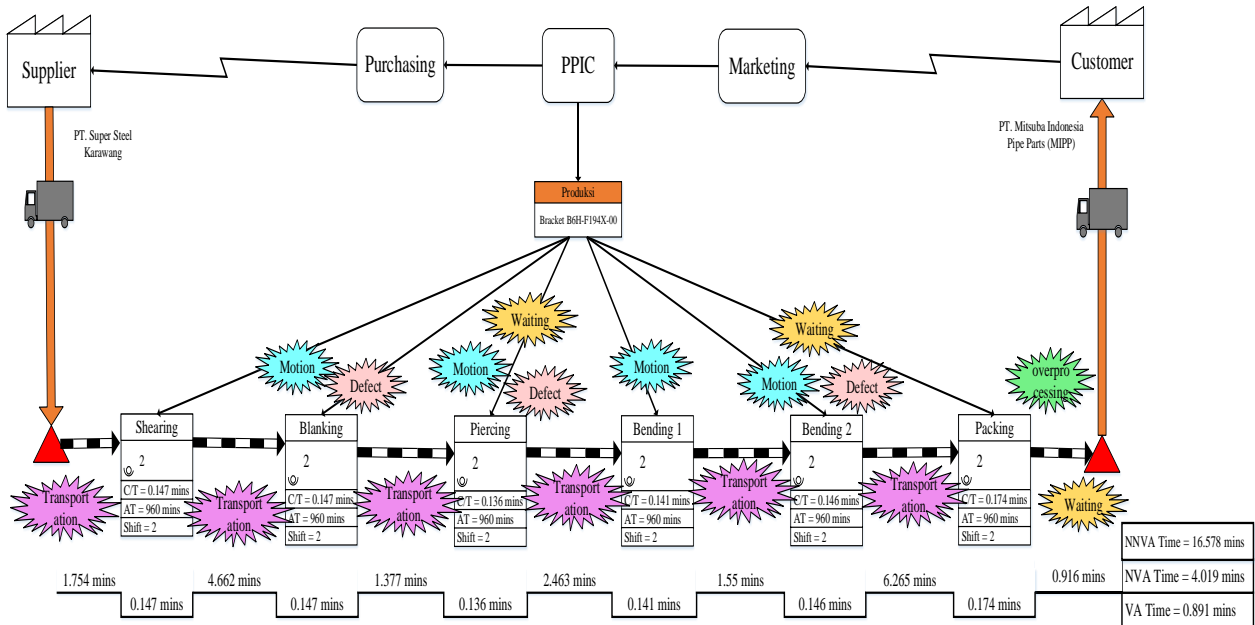
Untuk perhitungan total produksi/hari didapatkan dari persamaan rumus berikut (Arnold & Stephen, 2008).

$$\text{Total produksi} = \frac{\text{Tenaga kerja} \times \text{jam kerja} \times \text{shift kerja}}{\text{Manufacturing Lead Time}} \quad (10)$$

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pemetaan *Current State Mapping* (CSM)

Current State Mapping dapat dilihat pada Gambar 1. Berdasarkan Gambar 1. Total waktu aktivitas *value added* (VA) sebesar 0.891 menit, total waktu aktivitas *non-value added* (NVA) sebesar 4.019 menit dan *necessary non-value added* (NNVA) sebesar 16.578 menit. Perbandingan total ketiga waktu tersebut cukup jauh sehingga hal ini perlu dianalisa lebih detail untuk menentukan *waste* paling dominan yang menjadi sumber utama masalah yang selama ini dihadapi oleh PT. ABC. Berdasarkan *Current State Mapping* dapat diketahui bahwa terdapat beberapa *waste* pada proses produksi Bracket B6H-F194X-00 yakni *waiting*, *unnecessary motion*, *transportation*, *overprocessing*, dan *defects* yang dijabarkan pada Tabel 4.



Gambar 1. Current State Mapping

Tabel 4. Jenis dan Letak Waste

Area Stasiun Kerja	Overproduction	Waiting	Unnecessary Motion	Transportation	Overprocessing	Inventory	Defects
GBB	-	-	-	Pemindahan material ke forklift	-	-	-
Shearing	-	-	-	Pemindahan pallet ke forklift	-	-	-
Blanking	-	-	Operator membungkuk untuk mengambil dan memindahkan plat serta mengangkat poly box	Pemindahan poly box dilakukan manual	-	-	Baret & Overcut
Piercing	-	Menunggu operator membuang skrap	Operator membungkuk untuk mengambil dan memindahkan plat serta mengangkat poly box	Pemindahan dilakukan secara manual & Pembuangan skrap membutuhkan waktu dan jarak yang cukup panjang	-	-	Karat & Tidak presisi
Bending 1	-	-	Operator membungkuk untuk mengambil dan memindahkan plat serta mengangkat poly box	Pemindahan poly box dilakukan manual	-	-	-
Bending 2	-	Menunggu operator merapikan poly box yang menghalangi jalur material handling di lantai produksi	Operator membungkuk untuk mengambil dan memindahkan plat & merapikan poly box yang menghalangi jalur material handling	Pemindahan poly box ke trolley & pemindahan poly box ke stasiun kerja packing	-	-	Tidak balance
Packing	-	Menunggu produk jadi datang dari Bending 2	-	-	Proses rework	-	-

3.2. Pembobotan Waste Menggunakan Fuzzy AHP

Penilaian kuesioner pembobotan waste dilakukan oleh seorang manager di PT. ABC yang merupakan expert di perusahaan tersebut dan memahami proses produksi Bracket B6H-F194X-00 menggunakan skala

AHP. Berikut langkah-langkah yang dilakukan untuk menentukan jenis waste dominan dan hasil perhitungannya.

1. Menyusun matriks perbandingan berpasangan dari hasil kuesioner yang ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Matriks Perbandingan Berpasangan Skala AHP

Kriteria	Over Production	Waiting	Unnecessary Motion	Transportation	Over Processing	Inventory	Defects
Overproduction	1	0.1429	0.1429	0.1429	0.3333	0.3333	0.2
Waiting	7	1	0.3333	0.3333	3	3	3
Unnecessary Motion	7	3	1	0.3333	5	5	3
Transportation	7	3	3	1	5	5	3
Overprocessing	3	0.3333	0.2	0.2	1	0.3333	0.3333
Inventory	3	0.3333	0.2	0.2	3	1	0.3333
Defects	5	0.3333	0.3333	0.3333	3	3	1

- Menguji konsistensi matriks perbandingan berpasangan dengan persamaan (1) dan (2) diketahui jika nilai RI sebesar 1.32 karena n adalah 7.

$$CI = \frac{\lambda_{maks} - n}{n - 1} = \frac{7.5768 - 7}{7 - 1} = 0.0961$$

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0.0961}{1.32} = 0.0728 = 7.28\%$$

Nilai CR yakni 0.0728 atau 7.28% sehingga matriks perbandingan berpasangan dinyatakan konsisten karena $CR \leq 0.1$

- Mengkonversi matriks perbandingan berpasangan dari skala AHP menjadi skala TFN yang ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Matriks Perbandingan Berpasangan Skala TFN

Kriteria	Over Production	Waiting	Unnecessary Motion	Transportation	Over Processing	Inventory	Defects
Overproduction	1,1,1	1/4, 2/7, 1/3	1/4, 2/7, 1/3	1/4, 2/7, 1/3	1/2, 2/3, 1	1/2, 2/3, 1	1/3, 2/5, 1/2
Waiting	3, 7/2, 4	1,1,1	1/2, 2/3, 1	1/2, 2/3, 1	1, 3/2, 2	1, 3/2, 2	1, 3/2, 2
Unnecessary motion	3, 7/2, 4	1, 3/2, 2	1,1,1	1/2, 2/3, 1	2, 5/2, 3	2, 5/2, 3	1, 3/2, 2
Transportation	3, 7/2, 4	1, 3/2, 2	1, 3/2, 2	1,1,1	2, 5/2, 3	2, 5/2, 3	1, 3/2, 2
Overprocessing	1, 3/2, 2	1/2, 2/3, 1	1/3, 2/5, 1/2	1/3, 2/5, 1/2	1,1,1	1/2, 2/3, 1	1/2, 2/3, 1
Inventory	1, 3/2, 2	1/2, 2/3, 1	1/3, 2/5, 1/2	1/3, 2/5, 1/2	1, 3/2, 2	1,1,1	1/2, 2/3, 1
Defects	2, 5/2, 3	1/2, 2/3, 1	1/2, 2/3, 1	1/2, 2/3, 1	1, 3/2, 2	1, 3/2, 2	1,1,1

- Menghitung nilai *fuzzy synthetic extent* dengan persamaan (3) sehingga didapatkan sebagai berikut.

$$S_1 = (3.0833, 3.5905, 4.4999)$$

$$\otimes \left(\frac{1}{76.4999}, \frac{1}{61.0242}, \frac{1}{47.9165} \right) = (0.043, 0.0588, 0.0939)$$

$$S_2 = (8, 10.3334, 13)$$

$$\otimes \left(\frac{1}{76.4999}, \frac{1}{61.0242}, \frac{1}{47.9165} \right) = (0.1046, 0.1693, 0.2713)$$

$$S_3 = (10.5, 13.1667, 16)$$

$$\otimes \left(\frac{1}{76.4999}, \frac{1}{61.0242}, \frac{1}{47.9165} \right) = (0.1373, 0.2158, 0.3339)$$

$$S_4 = (11, 14, 17) \otimes \left(\frac{1}{76.4999}, \frac{1}{61.0242}, \frac{1}{47.9165} \right) = (0.1438, 0.2294, 0.3548)$$

$$S_5 = (4.1666, 5.3001, 7)$$

$$\otimes \left(\frac{1}{76.4999}, \frac{1}{61.0242}, \frac{1}{47.9165} \right) = (0.0545, 0.0869, 0.1461)$$

$$S_6 = (4.6666, 6.1334, 8)$$

$$\otimes \left(\frac{1}{76.4999}, \frac{1}{61.0242}, \frac{1}{47.9165} \right) = (0.061, 0.1005, 0.167)$$

$$S_7 = (6.5, 8.5001, 11)$$

$$\otimes \left(\frac{1}{76.4999}, \frac{1}{61.0242}, \frac{1}{47.9165} \right) = (0.085, 0.1393, 0.2296)$$

- Membandingkan tingkat kemungkinan *fuzzy synthetic* dengan persamaan (4) dan menentukan nilai minimum dengan persamaan (5) sehingga hasil perbandingannya dan nilai minimum ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Nilai Minimum *Fuzzy synthetic*

S	S1 ≥	S2 ≥	S3 ≥	S4 ≥	S5 ≥	S6 ≥	S7 ≥
S1	1	1	1	1	1	1	1
S2	0	1	1	1	0.3349	0.4756	0.8065
S3	0	0.7424	1	1	0.0639	0.2048	0.5468
S4	0	0.6796	0.9332	1	0.0159	0.1525	0.4878
S5	0.5837	1	1	1	1	1.1375	1
S6	0.441	1	1	1	0.8622	1	1
S7	0.0996	1	1	1	0.5383	0.6788	1
Minimum	0	0.6796	0.9332	1	0.0159	0.1525	0.4878

- Menormalisasi vektor bobot menggunakan persamaan (7) dan hasilnya ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Normalisasi Vektor Bobot

	Overproduction	Waiting	Unnecessary Motion	Transportation	Overprocessing	Inventory	Defect
W	0	0.2079	0.2855	0.3059	0.0049	0.0467	0.1492

Berdasarkan perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa *waste transportation* merupakan *waste* dominan dengan bobot sebesar 0.3059, *waste unnecessary motion* sebesar 0.2855 dan *waste waiting* sebesar 0.2079.

3.3. Pemilihan *Detailed Mapping Tools* VALSAT

Pemilihan *detailed mapping tools* dilakukan untuk menganalisa *waste* yang telah teridentifikasi secara lebih detail. Berikut Tabel 9. Menunjukkan perkalian bobot dengan faktor pengali VALSAT.

Tabel 9. Perkalian Bobot VALSAT

Waste	Bobot	PAM	SCRM	PVF	QFM	DAM	DPA	PS
Overproduction	0	0	0		0	0	0	
Waiting	0.2079	1.8711	1.8711	0.2079		0.6237	0.6237	
Transportation	0.3059	2.7531						0.3059
Excess Processing	0.0049	0.0441		0.0147	0.0049		0.0049	
Unnecessary Inventories	0.0467	0.1401	0.4203	0.1401		0.4203	0.1401	0.0467
Unnecessary Motion	0.2855	2.5695	0.2855					
Defect	0.1492	0.1492			1.3428			
Total		7.5271	2.5769	0.3627	1.3477	1.044	0.7687	0.3526

Dilihat jika *tools* yang terpilih adalah *Process Activity Mapping* dengan skor bobot terbesar yakni 7.5271. Berdasarkan PAM yang telah dibuat, aktivitas proses produksi Bracket B6H-F194X-00 dikelompokkan sesuai dengan jenis (Operasi, Transportasi, Inspeksi, *Storage, Delay*) dan kategorinya (VA, NVA, NNVA).

3.4. Analisa 5W+1H

Berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan dari pemetaan *Current State Mapping*, pembobotan waste menggunakan *Fuzzy AHP* dan *PAM* dengan menghasilkan bahwa *waste transportation* merupakan waste yang menjadi sumber utama masalah pada proses

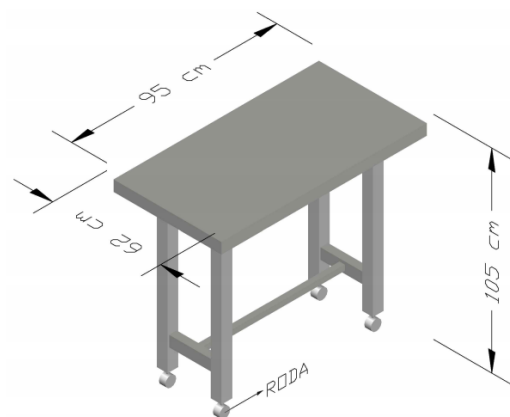
produksi Bracket B6H-F194X-00. Maka dapat dibuat analisa 5W+1H yang ditunjukkan pada Tabel 10. untuk memudahkan dalam pemberian usulan perbaikan untuk meminimasi waste yang terjadi pada proses produksi Bracket B6H-F194X-00.

Tabel 10. Analisa 5W+1H

What	When	Where	Who	Why	How
Pemindahan poly box dilakukan secara manual	Pada saat pemindahan poly box ke stasiun kerja selanjutnya	Stasiun kerja <i>Blanking</i> , <i>Piercing</i> , dan <i>Bending 1</i>	Operator <i>Blanking</i> , <i>Piercing</i> , dan <i>Bending 1</i>	Jalur <i>material handling</i> terhalang poly box yang diletakkan pada lantai produksi. Hal ini menyebabkan waktu transportasi menjadi lebih panjang	Penggunaan <i>work bench</i> untuk memudahkan operator dalam pemindahan poly box tanpa harus mengangkutnya sehingga waktu transportasi dapat diminimasi
Pemindahan poly box ke stasiun kerja <i>packing</i>	Pada saat proses produksi berlangsung	Stasiun kerja <i>Blanking</i> , <i>Piercing</i> , <i>Bending 1</i> dan <i>Bending 2</i>	Operator <i>Blanking</i> , <i>Piercing</i> , <i>Bending 1</i> , dan <i>Bending 2</i>	Jalur <i>material handling</i> terhalang poly box yang diletakkan pada lantai produksi. Hal ini menyebabkan waktu transportasi menjadi lebih panjang	Penggunaan <i>work bench</i> sehingga poly box menjadi tersusun rapi dan tidak menghalangi jalur <i>material handling</i>
Pemindahan material/pallet/poly box ke <i>material handling</i>	Pada saat akan dikirimkan ke stasiun kerja selanjutnya	GBB, stasiun kerja <i>Shearing</i> dan <i>Bending 2</i>	Operator Gudang, <i>Shearing</i> dan <i>Bending 2</i>	Operator melakukan aktivitas yang dianggap tidak perlu. Hal ini menyebabkan waktu transportasi menjadi lebih panjang	Penggabungan atau penghilangan aktivitas yang dianggap tidak perlu agar mengurangi waktu transportasi
Letak pembuangan skrap tidak berdekatan dengan operator <i>piercing</i>	Pada saat pembuangan skrap <i>Piercing</i>	Stasiun kerja <i>Piercing</i>	Operator <i>Piercing</i>	Tempat pembuangan skrap berjarak 5m dari stasiun kerja <i>Piercing</i> . Hal ini menyebabkan proses pembuangan skrap menjadi lebih panjang	Penambahan tempat pembuangan skrap sementara yang berada dekat stasiun kerja <i>Piercing</i> sehingga operator tidak perlu membuang skrap dengan jarak yang cukup jauh

Penggunaan *work bench* diusulkan sebanyak 4 unit yang diletakkan diantara stasiun kerja *blanking* – stasiun kerja *piercing*, stasiun kerja *piercing* – stasiun kerja *bending 1*, dan stasiun kerja *bending 1* – stasiun kerja *bending 2*. Penggunaan *work bench* ini juga dapat menghilangkan aktivitas pemindahan *poly box* ke stasiun kerja berikutnya karena operator tidak perlu memindahkan *poly box* dari stasiun satu ke stasiun lainnya sehingga total waktu transportasi sebesar 2.783 menit dapat dihilangkan, sementara waktu transportasi pemindahan *poly box* ke stasiun kerja *packing* dapat diminimasi dari 5.277 menit menjadi 2.357 menit karena operator tidak perlu merapikan *poly box* yang menghalangi jalur *material handling*.

Rancangan *work bench* ini dilihat pada Gambar 2. dimana juga dapat diberi roda sehingga tidak perlu mengangkatnya pada saat ingin menggeser atau memindahkannya serta dapat ditambahkan penjepit atau *clamp* sebagai rem pemberhenti.



Gambar 2. Rancangan *Work Bench*

Penentuan dimensi *work bench* ini menggunakan data antropometri terhadap 4 operator pada stasiun kerja *blanking*, *piercing*, *bending 1* dan *bending 2*. Spesifikasi usulan *work bench* ini dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Spesifikasi Rancangan *Work Bench*

Produk	Data Antropometri	Dimensi Operator (cm)				Keterangan	Dimensi <i>Work Bench</i> (cm)			
		Blanking	Piercing	Bending 1	Bending 2		50	P	L	T
<i>Work Bench</i>	Panjang Jangkauan	58	63	64	66	Untuk menentukan panjang <i>work bench</i> dengan menyesuaikan panjang jangkauan operator ke depan dengan <i>work bench</i> dan ruang antar stasiun kerja yakni 1 m dengan toleransi 5 cm agar memudahkan operator jika ingin menggeser atau memindahkan <i>work bench</i>	62.97			
						Untuk menentukan lebar <i>work bench</i> dengan menyesuaikan panjang jangkauan operator ke depan dengan <i>work bench</i> dan ukuran poly box yakni 47 x 35.5 cm		95	62	105
	Siku ke Lantai	104	107	106	103	Untuk menentukan tinggi <i>work bench</i> dengan menyesuaikan panjang siku operator ke lantai yang mana tepat jangkauan operator ketika berdiri	105			

Penggabungan atau penghilangan aktivitas transportasi yang tidak perlu terjadi pada segala aktivitas pemindahan ke *material handling* yang dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Aktivitas Pemindahan ke MH

Area Stasiun	Aktivitas	Deskripsi Aktivitas	Waktu (menit)
GBB	2	Pemindahan material ke forklift	0.508
Shearing	7	Pemindahan pallet ke forklift	0.401
Bending 2	25	Pemindahan poly box ke trolley	0.458
Total			1.367

Aktivitas-aktivitas tersebut bisa digabungkan dengan aktivitas pemindahan material/pallet/poly box ke stasiun kerja berikutnya karena aktivitas pemindahan bisa dilakukan sekaligus dengan waktu transportasi terpanjang yang dimiliki sehingga dengan penggabungan aktivitas ini dapat meminimasi waktu transportasi sebesar 1.367 menit.

Penambahan tempat pembuangan skrap sementara diusulkan sebanyak 1 unit pada stasiun kerja *piercing* ini dapat dilihat pada Gambar 3. yang mana diusulkan karena operator perlu berjalan 5 m serta membutuhkan waktu 0.921 menit untuk membuang skrap ke tempatnya. Oleh karena itu, penambahan tempat pembuangan skrap sementara ini dapat diletakkan dekat dengan stasiun kerja *piercing* untuk meminimasi jarak dan waktu tersebut. Spesifikasi tempat pembuangan skrap *piercing* sementara dapat dilihat pada Tabel 14.



Gambar 3. Tempat Pembuangan Skrap Sementara

Berdasarkan implementasi yang telah dilakukan pada Gambar 4. bahwa penambahan tempat pembuangan skrap sementara ini dapat meminimasi waktu pembuangan dari 0.921 menit menjadi 0.168 menit.



Gambar 4. Implementasi Tempat Pembuangan Skrap *Piercing* Sementara

3.5. Process Activity Mapping Usulan

Berdasarkan usulan perbaikan yang telah dianalisa untuk meminimasi *waste* maka dapat dibuat *Process Activity Mapping* usulan. Berdasarkan PAM usulan bahwa dari 30 aktivitas yang ada diminimasi menjadi 24 aktivitas, hal ini tentunya juga dapat mengurangi total waktu proses produksi Bracket B6H-F194X-00 dan kapasitas produksi dihasilkan dengan menggunakan rumus persamaan (10) sehingga dibuatkan tabel ringkasan sebelum dan setelah perbaikan yang ditunjukkan pada Tabel 13. Kenaikan kapasitas produksi tersebut dipengaruhi oleh *Manufacturing Lead Time* yang berkurang hingga 9.292 menit. Maka diketahui bahwa target produksi dapat tercapai.

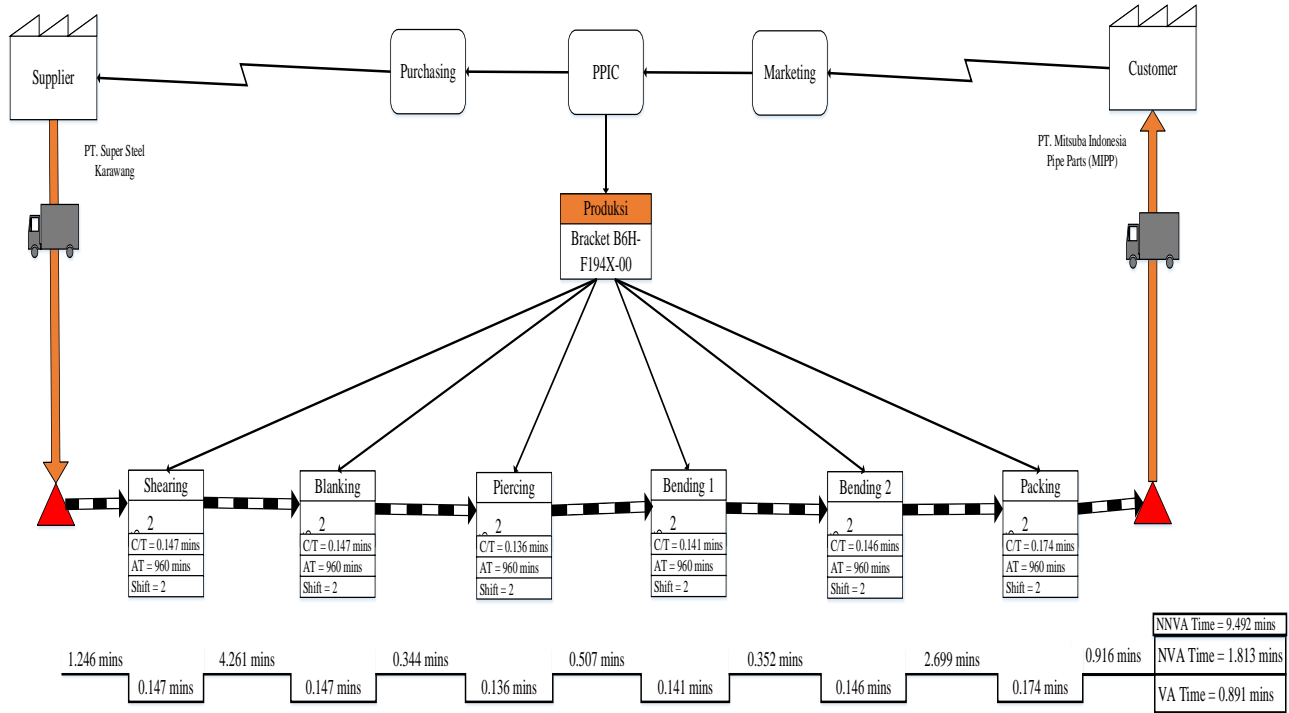
Tabel 13. Ringkasan Sebelum dan Setelah Perbaikan

PAM	Sebelum		Setelah		Keterangan / Selisih
	Jumlah Aktivitas	Waktu (menit)	Jumlah Aktivitas	Waktu (menit)	
Jenis Aktivitas					
Operasi	6	0.891	6	0.891	0
Transportasi	22	18.987	16	10.325	8.662
Inspeksi	2	1.61	2	0.98	0.63
Storage	0	0	0	0	0
Delay	0	0	0	0	0
Kategori Aktivitas					
VA	6	0.891	6	0.891	0
NVA	14	4.019	11	1.813	2.206
NNVA	10	16.578	7	9.492	7.086
MLT (menit)	-	21.488	-	12.196	9.292
PCE (%)	-	4.15	-	7.31	3.16%
Kapasitas Produksi (pcs/hari)	-	626	-	1103	Tercapai

3.6. Pemetaan Future State Mapping

Dari hasil PAM usulan yang telah dibuat serta ringkasan perbandingan sebelum dan setelah perbaikan yang dibandingkan, kemudian dapat dipetakan Future State Mapping ditunjukkan pada Gambar 5. Future State

Mapping ini untuk melihat aliran proses dan menunjukkan bahwa proses produksi menunjukkan adanya pengurangan pada aktivitas dan waktu yang tidak memiliki nilai tambah.

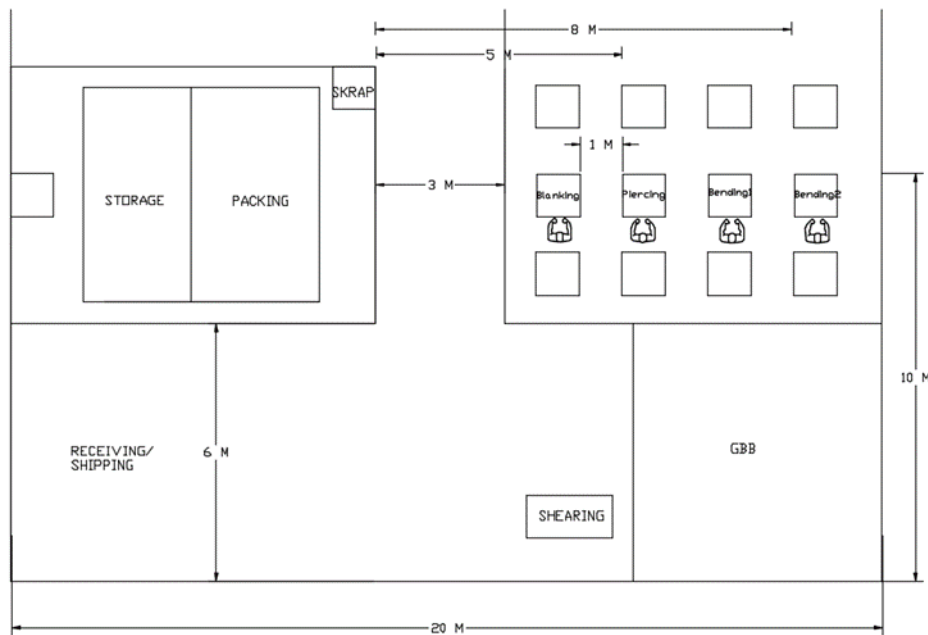


Gambar 5. Future State Mapping

3.7. Layout Lantai Produksi

Berdasarkan usulan perbaikan dan implementasi yang telah dilakukan dilihat pada layout proses produksi

Bracket B6H-F194X-00 sekarang (sebelum perbaikan) yang ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Layout Lantai Produksi Sekarang

Aktivitas proses produksi berawal dari inspeksi material dilakukan Gudang Bahan Baku (GBB) yang membutuhkan waktu sebesar 2.041 menit, setelah material lolos inspeksi maka dilakukan proses shearing yakni proses pemotongan material menjadi beberapa bagian agar memudahkan pada proses blanking yang memiliki total waktu 4.809 menit, pada proses blanking

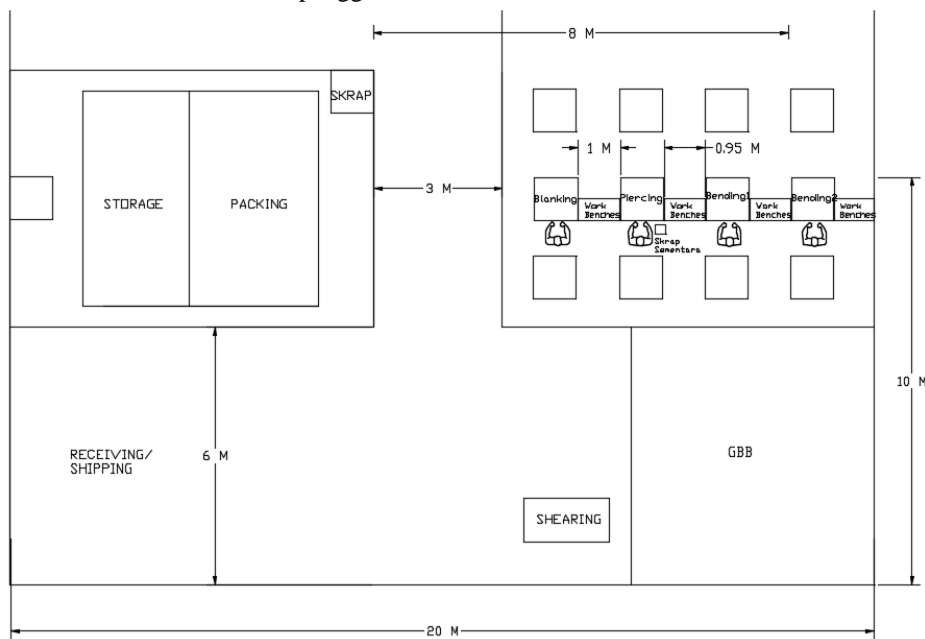
memiliki total waktu 1.524 menit lalu dilanjutkan dengan proses piercing memiliki total waktu 2.599 menit dan proses bending 1 memiliki total waktu 1.691 menit, proses terakhir yakni bending 2 memiliki total waktu 6.411 menit.

Proses produksi dilakukan produk jadi di packing yang memiliki total waktu 2.413 menit. Proses

pemindahan dari tiap stasiun (*blanking-piercing-bending 1-bending 2*) menggunakan *poly box* secara manual oleh karena itu, waktu transportasi cenderung lebih lama dan operator sering meletakkan *poly box* tersebut pada lantai produksi yang dapat menghambat jalur *material handling* pada proses *bending 2* yang akan di pindahkan ke proses *packing* serta pembuangan skrap *piercing* berjarak 5 m dari stasiun kerja *piercing* ke tempat pembuangan skrap sehingga memengaruhi waktu proses produksi.

Setelah dilakukan pengolahan data dan diberikan usulan perbaikan yang sesuai dengan permasalahan yang terjadi maka dapat dilihat pada Gambar 7. *Layout* proses produksi setelah perbaikan. Berdasarkan penggabungan aktivitas yang diusulkan pada GBB, *shearing* dan *bending 2* total waktu aktivitas pemindahan ke *material handling* diminimasi 1.367 menit. Usulan penggunaan

work bench yang diletakkan bersebelahan diantara stasiun kerja sehingga peletakkan *poly box* tersebut dapat diletakkan diatas *work bench* dan tidak menghalangi jalur *material handling* mengurangi waktu transportasi *poly box* dari *blanking-packing* yakni 8.06 menit. Sementara pada aktivitas pembuangan skrap *piercing* operator tidak perlu berjalan sejauh 5 m dengan adanya penambahan tempat pembuangan skrap sementara yang diletakkan berdekatan dengan stasiun kerja *piercing* dengan waktu yang berkurang sebesar 0.753 menit. Sehingga pada GBB total waktu yang dimiliki 1.533 menit, total waktu proses *shearing* menjadi 4.408 menit, total waktu proses *blanking* menjadi 0.491 menit, total waktu proses *piercing* menjadi 0.643 menit, total waktu *bending 1* menjadi 0.493 menit dan total waktu *bending 2* menjadi 2.845 menit.



Gambar 7. *Layout* Lantai Produksi Usulan

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil identifikasi pemetaan *Current State Mapping* yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan bahwa terdapat *waste waiting, unnecessary motion, transportation, overprocessing, dan defect*. Dari identifikasi *waste* tersebut diperoleh hasil perhitungan *Fuzzy AHP* bahwa *waste transportation* merupakan *waste* dominan dengan bobot yakni 0.3059. Bobot masing-masing *waste* yang telah didapatkan kemudian dianalisa lebih detail menggunakan *tools VALSAT* dan *tools* yang terpilih adalah *Process Activity Mapping (PAM)* dengan skor bobot yakni 7.5271.

Hasil analisa PAM didapatkan bahwa terdapat 14 aktivitas NVA didominasi oleh aktivitas transportasi memiliki total waktu 4.019 menit dan 16.578 menit sehingga PCE yang didapatkan adalah 4.15% dan total produksi 626 pcs/hari. Berdasarkan permasalahan tersebut maka diusulkan perbaikan yakni penggunaan *work bench* sebanyak 4 unit, usulan tersebut dapat mengurangi waktu transportasi dari 8.06 menit menjadi

2.357 menit. Usulan kedua yakni penggabungan aktivitas pemindahan ke *material handling* digabungkan dengan aktivitas pemindahan ke stasiun kerja berikutnya dapat mengurangi waktu transportasi sebesar 1.367 menit. Usulan ketiga adalah penambahan tempat pembuangan skrap *piercing* sementara karena jarak tempat pembuangan skrap dengan stasiun kerja *piercing* sebelum perbaikan 5 m dan membutuhkan waktu 0.981 menit sehingga setelah perbaikan, jarak dapat dihilangkan dan hanya membutuhkan waktu 0.168 menit.

Hasil usulan tersebut kemudian dibuat PAM usulan untuk dianalisis kembali bahwa aktivitas NVA berkurang menjadi 11 aktivitas dan total waktunya menjadi 1.813 menit serta aktivitas NNVA berkurang menjadi 7 aktivitas dan total waktunya menjadi 9.492 menit. Hal ini juga berdampak pada MLT setelah perbaikan yakni 12.196 menit, PCE setelah perbaikan menjadi 7.31% dan total produksi menjadi 1103 pcs/hari yang mana target produksi dapat tercapai.

Daftar Pustaka

- Analisa, I. (2020). Upaya Minimasi Waste Menggunakan Pendekatan Lean Manufacturing (*Doctoral dissertation*, Universitas Muhammadiyah Malang).
- Arnold, J. R. T., & Stephen, N. (2008). *Introduction to Material Management* (Sixth). Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Practice Hall.
- Chang, D. Y. (1996). Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research*, 95(3), 649–655.
- Durakovic, B., Demir, R., Abat, K., & Emek, C. (2018). Lean manufacturing: Trends and implementation issues. *Periodicals of Engineering and Natural Sciences*, 6(1), 130–139. <https://doi.org/10.21533/pen.v6i1.45>
- Gnanavelbabu, A., & Arunagiri, P. (2018). Ranking of MUDA using AHP and Fuzzy AHP algorithm. *Materials Today: Proceedings*, 5(5), 13406–13412. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2018.02.334>
- Gupta, S., & Jain, S. K. (2013). A literature review of lean manufacturing. *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 8(4), 241–249. <https://doi.org/10.1080/17509653.2013.825074>
- Hines, P., & Rich, N. (1997). The seven value stream mapping tools. *International Journal of Operations and Production Management*, 17(1), 46–64. <https://doi.org/10.1108/01443579710157989>
- Saaty, T. L. (2008). *Decision making with the analytic hierarchy process*. 1(1).
- Salem, H., Fatimah, K., & Yasir, M. (2015). Reducing of Manufacturing Lead Time by Implementation of Lean Manufacturing Principles. *Journal of Engineering*, 21(8), 83–99.
- Santoso, A., Rahmawati, R., & Sudarno, S. (2016). Aplikasi Fuzzy Analytical Hierarchy Process Untuk Menentukan Prioritas Pelanggan Berkunjung Ke Galeri (Studi Kasus Di Secondhand Semarang). *Jurnal Gaussian*, 5(2), 239–248.
- Yusuf, R., & Batubara, S. (2020). Planning for Improvement of Carton Box Production Process using Lean Manufacturing Approach to Increase Production Results at PT . Kati Kartika Murni. *Jurnal Teknik Industri, Universitas Trisakti*, 9(3), 186–194.