

PENERAPAN *LEAN MANUFACTURING* UNTUK MEMINIMASI *WASTE WAITING* PADA PROSES PRODUKSI *HANGER SAMPLE* DI CV. ABC OFFSET

IMPLEMENTATION OF *LEAN MANUFACTURING* TO MINIMIZE *WAITING WASTE* ON *HANGER SAMPLE* PRODUCTION PROCESS AT CV. ABC OFFSET

¹Ireyna Nissa Octaviany, ²Agus Alex Yanuar, ³Meldi Rendra

^{1,2,3}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Telkom University

¹ireynano@student.telkomuniversity.ac.id, ²axytifri@telkomuniversity.ac.id, ³meldirendra@telkomuniversity.ac.id

Abstrak—CV. ABC Offset adalah sebuah perusahaan yang bergerak dibidang percetakan dengan sistem *make to order*, dimana salah satu produk yang konsisten dipesan adalah *hanger sample* yang dipesan oleh perusahaan tekstil. Pada bulan Januari, Februari, Juni, Agustus, dan Oktober produksi tidak mencapai jumlah permintaan (73%, 80%, 92%, 71%, dan 50%). Hal tersebut disebabkan oleh permasalahan yang menghambat jalannya proses produksi. Melalui hasil observasi lapangan dan hasil pengolahan kuesioner, diketahui bahwa salah satu *waste* dominan yang terjadi pada proses pembuatan *hanger sample* adalah *waste waiting*. Upaya meminimasi *waste waiting* pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan pendekatan *lean manufacturing*. Penelitian diawali dengan melakukan pengumpulan data, seperti alur proses produksi, waktu siklus, kuesioner, data permintaan, data produksi, data jumlah operator, dan data jam kerja. Selanjutnya dilakukan pemetaan aliran proses saat ini dengan menggunakan *value stream mapping* (VSM) dan *process activity mapping* (PAM) *current state*. Tahap berikutnya adalah mengidentifikasi akar penyebab *waste waiting* dengan menggunakan diagram *fishbone*, diagram *pareto*, dan *5 whys*. Setelah diketahui akar penyebabnya, dibuat usulan perbaikan guna meminimasi *waste waiting* dimana bidang ilmu yang akan digunakan adalah perancangan tata letak fasilitas. Setelah itu *value stream mapping* (VSM) *future state* dibuat untuk memetakan perbaikan yang akan diusulkan.

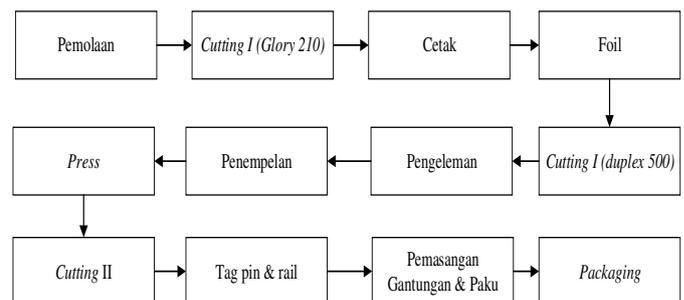
Kata kunci: *lean manufacturing*, *value stream mapping*, *process activity mapping*, *waste waiting*, perancangan tata letak fasilitas

Abstract—CV. ABC Offset is a printing company with *make to order* system, which *hanger sample* is a product being ordered constantly by textile companies. In January, February, June, August and October the amount production did not reach the demand (73%, 80%, 92%, 71%, dan 50%). It was due to the problem that inhibit production. Based on field observation and questionnaire data processing, it was known that one of dominant waste occurred in the production process of *hanger sample* was *waste waiting*. Effort to minimize the waste in this research will be done with *lean manufacturing* approach. The research will be started by collecting data, such as production process flow, cycle time, questionnaire, demand data, production data, number of operators and work hour. After that, *value stream mapping* (VSM) and *process activity mapping* (PAM) *current state* will be made for mapping the process flow. The next step is identifying the root cause of *waste waiting* using *fishbone* diagram, *pareto* diagram and *5 whys*. After the root cause is known, the proposed improvement is made to minimize *waste waiting* where the subject that will be used is *facility layout planning*. Then, *value stream mapping* (VSM) *future state* will be made for mapping the flow process and improvements that will be proposed.

Keywords: *lean manufacturing*, *value stream mapping*, *process activity mapping*, *waste waiting*, *facility layout planning*

I. PENDAHULUAN

CV. ABC Offset adalah sebuah perusahaan yang bergerak dibidang percetakan dan umum yang menggunakan sistem *make to order*, dimana proses produksi akan berjalan setelah pesanan pelanggan diterima. Adapun salah satu jenis produk yang sering dipesan, yaitu *hanger sample* yang dipesan oleh perusahaan tekstil. Pada CV. ABC Offset terdapat bagian-bagian dalam alur proses produksi yang dibagi kedalam beberapa stasiun kerja, yaitu: stasiun *cutting*, stasiun cetak, stasiun *foil*, stasiun pemberian lem, stasiun penempelan, stasiun *press*, stasiun *tag pin and rail*, stasiun pemasangan gantungan & paku, dan stasiun *packing*. Alur proses produksi *hanger sample* ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Alur proses produksi

Melalui data permintaan dan realisasi produksi untuk *hanger sample* yang diperoleh dari perusahaan, maka dapat dilakukan analisis apakah terdapat permasalahan dalam proses produksi. Tabel I menunjukkan data permintaan dan realisasi produksi *hanger sample* periode Januari 2016 hingga Oktober 2016.

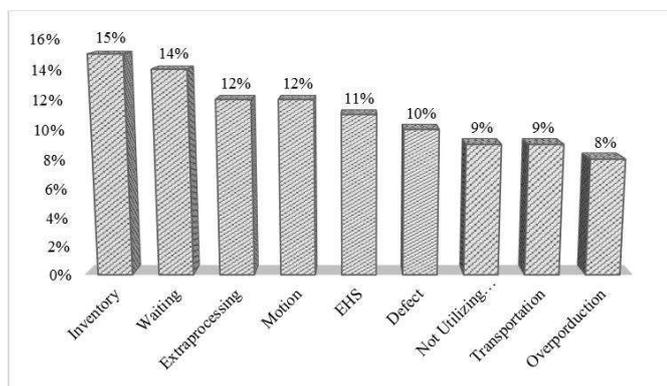
Dari Tabel I, dapat diketahui bahwa pada periode Januari, Februari, Juni, Agustus, dan Oktober realisasi produksi tidak memenuhi jumlah permintaan. Hal ini terjadi disebabkan oleh permasalahan yang menghambat terjadinya proses produksi. Melalui observasi lapangan, didapatkan beberapa permasalahan yang terjadi pada proses pembuatan *hanger sample*, yaitu waktu *setup* mesin cetak

yang terlalu lama karena proses penggantian warna, proses selanjutnya belum bisa berjalan karena adanya bahan baku yang belum siap pada stasiun pengeleman dan stasiun *cutting*, material menunggu pada stasiun *press* karena kurangnya alat, dan tata letak fasilitas yang kurang efektif karena stasiun kerja yang berurutan letaknya berjauhan. Berdasarkan hasil observasi lapangan dapat diketahui bahwa dugaan *waste* utama yang terjadi adalah *waste waiting* pada stasiun pengeleman, *cutting*, *press*, dan stasiun cetak. *Waste* (pemborosan) merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah [1].

TABEL I
DATA PERMINTAAN DAN REALISASI HANGER SAMPLE
PERIODE JANUARI – OKTOBER 2016

Periode	Permintaan	Realisasi	Ketercapaian
Januari	7500	5500	73%
Februari	5000	4000	80%
Maret	5000	5000	100%
April	3000	3000	100%
Mei	3000	3000	100%
Juni	6000	5500	92%
Juli	2000	2000	100%
Agustus	7000	5000	71%
September	4000	4000	100%
Oktober	3000	1500	50%

Untuk memperkuat dugaan *waste* yang terjadi pada proses pembuatan *hanger sample*, maka dilakukan penyebaran kuesioner kepada kepala produksi dan sebelas operator yang mengerjakan produksi *hanger sample*. Kuesioner yang digunakan berisi beberapa pertanyaan terkait 9 *waste* yang disingkat menjadi E-DOWNTIME, yaitu *Environmental, Health and Safety (EHS), Defects, Overproduction, Waiting, Not Utilizing Employees Knowledge, Skills and Abilites, Transportation, Inventories, Motion, dan Excess Processing* [2], [3]. Berdasarkan hasil pengolahan kuesioner tersebut, didapatkan persentase *waste* yang terjadi pada proses pembuatan *hanger sample* yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Persentase *waste*

Melalui hasil observasi lapangan, dapat diketahui bahwa dugaan *waste* yang terjadi pada proses pembuatan *hanger sample* adalah *waste waiting* dan dari hasil pengolahan kuesioner, dapat diketahui bahwa jenis *waste* dengan dua persentase terbesar adalah *inventory*

(15%) dan *waiting* (14%). Oleh karena itu, *waste waiting* akan dijadikan fokus penelitian. *Waste waiting* merupakan pemborosan yang terjadi karena adanya proses menunggu, seperti waktu tunggu orang, waktu tunggu mesin, atau waktu tunggu material untuk diproses [2].

Untuk dapat meminimasi *waste waiting*, maka digunakan konsep *lean manufacturing*. *Lean* merupakan proses mengidentifikasi dan mengeliminasi pemborosan yang terjadi pada perusahaan [2], dimana pendekatan *lean* berfokus pada peningkatan terus-menerus nilai pelanggan melalui identifikasi dan eliminasi aktivitas-aktivitas tidak bernilai tambah yang merupakan pemborosan (*waste*) [3].

II. HASIL DAN ANALISIS

A. Value Stream Mapping current state

Value stream mapping (VSM) merupakan salah satu alat *Lean Six Sigma (LSS)* yang digunakan untuk memetakan seluruh aktivitas (*value-added & non value-added*) sepanjang *value stream* [2]. Melalui informasi proses produksi dan data waktu siklus yang telah diolah, maka dirancanglah *value stream mapping current state* untuk memetakan aliran proses produksi secara keseluruhan. Dengan *value stream mapping current state*, dapat ditunjukkan dengan jelas aliran informasi dan aliran material dari proses produksi *hanger sample* hingga sampai ke tangan konsumen [4]. Pada VSM diketahui *total lead time* adalah 32.744,139 detik dan *total cycle time* adalah 30.009,397 detik. Gambar *value stream mapping current state* dapat dilihat pada Lampiran.

B. Process Activity Mapping current state

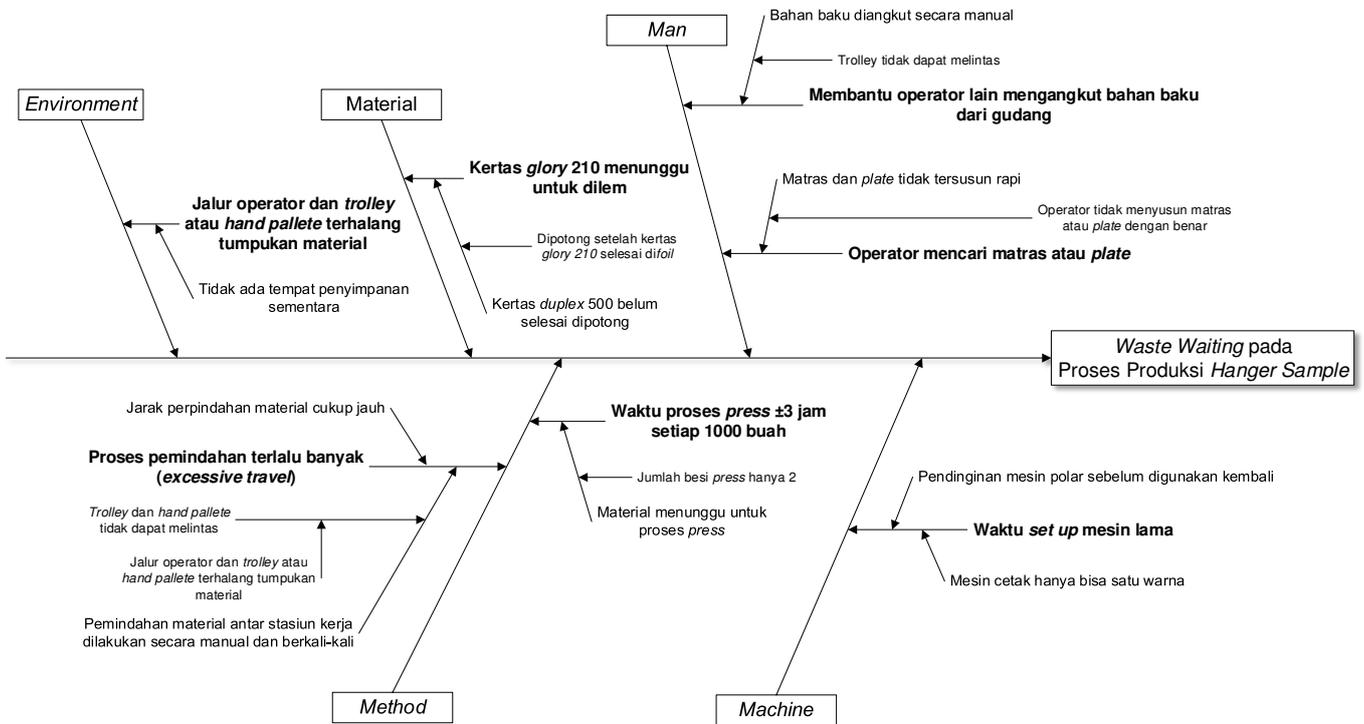
Process activity mapping (PAM) merupakan salah satu alat yang dibuat untuk mengetahui aliran proses dengan lebih terperinci [5], dimana pada penelitian ini adalah aliran proses produksi *hanger sample*. Output dari *process activity mapping* yang telah dibuat adalah *lead time, total value added time, total necessary non-value added time, dan total value added time*, sehingga dapat diketahui aktivitas mana yang merupakan pemborosan (*waste*) dan harus diminimasi. Jumlah aktivitas yang terdapat pada proses pembuatan *hanger sample* adalah 97 aktivitas. Adapun hasil pengolahan *process activity mapping current state* pada pembuatan *hanger sample* dapat dilihat pada Tabel II.

TABEL II
HASIL PENGOLAHAN PAM CURRENT STATE
PADA PEMBUATAN HANGER SAMPLE

LEAD TIME	40479.30	detik
TOTAL VALUE ADDED TIME	30009.40	detik
% VALUE ADDED TIME	74%	
TOTAL NECESSARY NON-VALUE ADDED TIME	7854.72	detik
% NECESSARY NON-VALUE ADDED TIME	19%	
TOTAL NON-VALUE ADDED TIME	2615.18	detik
% NON-VALUE ADDED TIME	6%	

C. Identifikasi dan analisis penyebab *waste waiting*

1. Identifikasi dan analisis menggunakan *fishbone diagram*



Gambar 3 Identifikasi dan analisis penyebab *waste waiting* dengan menggunakan *fishbone diagram*

Cause-and-effect diagram merupakan tampilan visual dari kemungkinan penyebab dari permasalahan atau kondisi tertentu, dimana akibat diletakkan di sisi kanan dan penyebab dibentuk seperti tulang ikan, sehingga terkadang diagram ini disebut dengan *fishbone diagram* [2]. Gambar 3 menunjukkan identifikasi dan analisis penyebab *waste waiting* dengan menggunakan *fishbone diagram*.

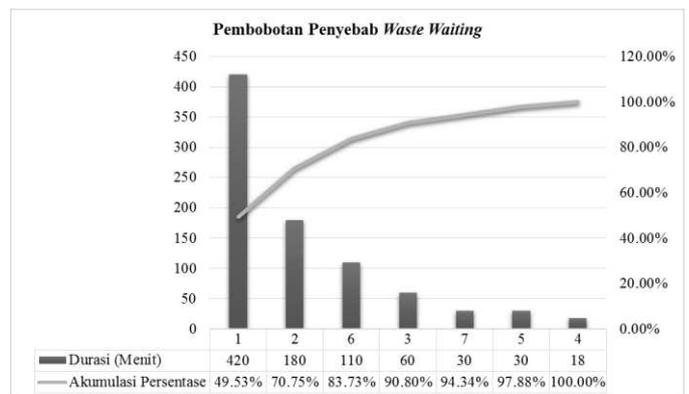
2. Pembobotan penyebab *waste waiting* dengan *pareto diagram*

Dari penyebab yang diperoleh melalui *fishbone diagram*, selanjutnya dilakukan pembobotan terhadap setiap penyebab berdasarkan durasi waktu dan frekuensinya per hari (diperoleh melalui wawancara dengan manajer produksi dan hasil observasi lapangan) dengan menggunakan *pareto diagram*. Tabel III menunjukkan durasi dan frekuensi penyebab dari *waste waiting*.

TABEL III
DURASIDANFREKUENSI PENYEBAB WASTE WAITING

No	Penyebab <i>Waste Waiting</i>	Durasi (Menit)	Frekuensi
1	Jalur operator dan <i>trolley</i> atau <i>hand pallette</i> terhalang oleh tumpukan sisa material	420	Setiap proses produksi
2	Waktu proses <i>press</i> ±3 jam setiap 1000 buah	180	2 kali
3	Waktu <i>set up</i> mesin lama	30	2 kali
4	Kertas <i>glory</i> 210 menunggu untuk dilem	18	Setiap proses produksi
5	Operator membantu operator lain mengangkat bahan baku dari gudang	15	2 kali
6	<i>Excessive Travel</i>	10	Setiap perpindahan stasiun kerja
7	Operator mencari matras atau <i>plate</i>	10	Setiap proses produksi

Adapun Gambar 4 menunjukkan *pareto diagram* setiap penyebab *waste waiting* pada proses produksi *hanger sample* berdasarkan durasi (menit).



Gambar 4 *Pareto diagram* penyebab *waste waiting*

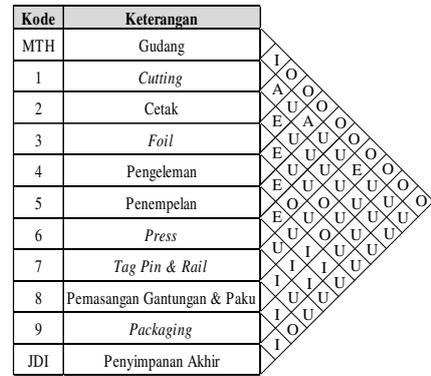
Melalui *pareto diagram* pada Gambar 4, dapat diketahui bahwa terdapat 3 penyebab utama terjadinya *waste waiting* pada proses produksi *hanger sample* di CV. ABC Offset. Akumulasi persentase dari ketiga faktor tersebut adalah 85,71% > 80% dari total penyebab *waste waiting* sehingga dikatakan sebagai faktor yang dominan, yaitu penyebab nomor 1, 2, dan 6.

3. Identifikasi dan analisis menggunakan 5 whys

5 whys menyebabkan adanya pertanyaan “why” atau mengapa yang berulang hingga ditemukan akar penyebab dari permasalahan yang terjadi [1]. Tabel IV menunjukkan analisis 5 whys.

TABEL IV
ANALISIS 5 WHYS

Faktor	Penyebab	Akar Penyebab
Method	Material menunggu untuk proses <i>press</i>	Jumlah besi press ada 2 dan hanya dapat digunakan untuk 100 buah
	Excessive Travel	Letak antar stasiun kerja tidak berurutan
Jalur pada lantai produksi tidak cukup untuk dilalui <i>trolley</i> atau <i>handtruck</i>		
Environment	Jalur operator dan <i>trolley</i> atau <i>handtruck</i> terhalang oleh tumpukan material	Perusahaan tidak menyediakan tempat penyimpanan sementara material, baik bahan baku maupun scrap



Gambar 5 ARC fasilitas lantai produksi

D. Usulan perbaikan

1. Perbaikan tata letak stasiun kerja

a. Membuat *activity relationship diagram* (ARC)

Berdasarkan studi proses manufaktur, diketahui bahwa jarak perpindahan yang jauh dapat dikurangi untuk memindahkan bahan baku, dimana alur kerja dibuat dengan mengatur urutan-urutan yang penting [6]. ARC memberikan gambaran singkat mengenai hubungan kedekatan potensial di antara area fungsional [7]. Dalam pembuatan ARC, terdapat beberapa derajat keterkaitan yang dilambangkan seperti pada Tabel V.

TABEL V
SIMBOL DERAJAT KETERKAITAN

Simbol	Definisi	Keterangan
A	<i>Absolutely Necessary</i>	Memiliki keterkaitan ≥ 3
E	<i>Especially Important</i>	Memiliki keterkaitan ≤ 3
I	<i>Important</i>	Memiliki keterkaitan = 2
O	<i>Ordinary</i>	Memiliki keterkaitan = 1
U	<i>Unimportant</i>	Tidak memiliki keterkaitan
X	<i>Undesirable</i>	Diletakkan berjauhan

Dalam menentukan derajat keterkaitan antar stasiun kerja, maka diperlukan kriteria dari kedekatan tersebut. Kriteria kedekatan berisi alasan pendukung bagi setiap situasi agar dapat ditentukan derajat keterkaitan di antara stasiun kerja [8]. Adapun kriterianya adalah ditunjukkan pada Tabel VI.

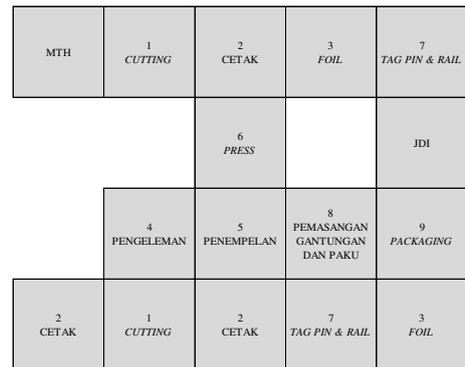
TABEL VI
KRITERIA KEDEKATAN

No	Alasan
1	Urutan proses produksi
2	Jarak minimum perpindahan material
3	Kemudahan dalam pemeriksaan
4	Pekerjaan serupa

Melalui kriteria kedekatan, dapat ditentukan derajat keterkaitan antar stasiun kerja. Gambar 5 menunjukkan ARC dari fasilitas lantai produksi pada CV. ABC Offset.

b. Membuat *area allocation diagram* (AAD)

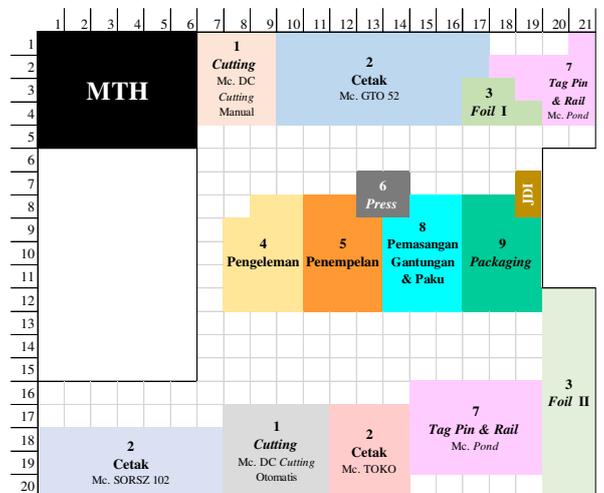
AAD dibuat untuk mengetahui stasiun mana yang letaknya berdekatan dan stasiun mana yang letaknya berjauhan sesuai dengan ARC. Gambar 6 menunjukkan AAD pada lantai produksi.



Gambar 6 AAD lantai produksi

c. Menentukan titik pusat

Dari matriks elemen *layout* yang telah dibuat, dapat dihitung jarak antar stasiun. Akan tetapi, sebelum melakukan perhitungan jarak antar stasiun perlu ditentukan titik pusat (*centroid*) dari setiap stasiun kerja. Tabel VII merupakan hasil perhitungan *centroid* dalam satuan m².



Gambar 7 Matrix element layout

TABEL VII
TITIK PUSAT SETIAP STASIUN KERJA

Stasiun	Jenis Peralatan/Mesin	X	Y
MTH		3	2,5
Cutting	Mc. DC Cutting Manual	7,5	2
	Mc. DC Cutting Otomatis	9	18
Cetak	Mc. GTO 52	13	2,5
	Mc. SORSZ 102	3,5	18,5
	Mc. TOKO	12,5	18
Foil	Mc. PolarI	17,5	3
	Mc. PolarII	20	15,5
Pengeleman	Meja	8,5	9,5
Penempelan	Meja	11,5	9,5
Press	Besi Press	13	7
Tag Pin & Rail	Mc. Pond	16,5	17
Pemasangan Gantungan & Paku	Meja	14,5	9,5
Packaging	Meja	17,5	9,5
JDI	Rak	18,5	7

d. Perbandingan jarak antar stasiun kerja saat ini dan usulan
Setelah mendapatkan titik pusat pada setiap stasiun kerja, selanjutnya adalah menghitung jarak antar stasiun. Jarak akan dihitung dengan perhitungan jarak *rectilinear*. Setelah itu, dilakukan perbandingan jarak antar stasiun kerja saat ini dan usulan. Tabel VIII menunjukkan perbandingan jarak stasiun kerja saat ini dan usulan

TABEL VIII
PERBANDINGAN JARAK ANTAR STASIUN KERJA SAAT INI DAN USULAN

Dari	Ke	Jarak Saat ini (m)	Jarak Usulan (m)
MTH	Cutting (Mc. DC Cutting Manual)	21,5	5
Cutting (Mc. DC Cutting Manual)	Cetak (Mc. GTO 52)	19,5	6
	Pengeleman	17	8,5
Cetak (Mc. GTO 52)	Foil (Mc. Polar I)	16	5
Foil (Mc. Polar I)	Penempelan	10,5	12,5
Penempelan	Press	3	4
Press	Cutting (Mc. DC Cutting Manual)	14	10,5
Cutting (Mc. DC Cutting Manual)	Tag Pin & Rail	8,5	11,5
Tag Pin & Rail	Pemasangan Gantungan & Paku	15,5	12
Pemasangan Gantungan & Paku	Packaging	1	3
Packaging	JDI	1	3,5
Total Jarak Tempuh		126,5	81,5

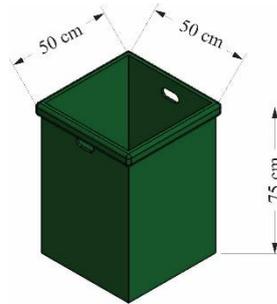
Melalui Tabel VIII, dapat diketahui bahwa setelah dilakukan perbaikan tata letak stasiun kerja, terjadi pengurangan jarak antar stasiun kerja, dimana pada kondisi saat ini total jarak tempuh adalah 126,5 meter dan pada kondisi usulan adalah 81,5 meter. Dengan berkurangnya jarak antar stasiun kerja maka dapat mengurangi waktu tunggu pemindahan material antar stasiun kerja.

2. Perbaikan desain besi *press*

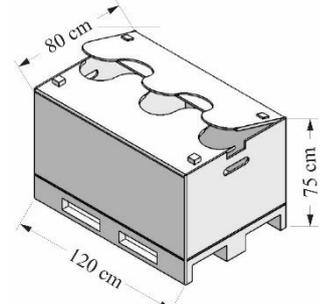
Untuk dapat menghilangkan aktivitas menunggu, maka perusahaan dapat memperbaiki desain besi *press* hingga berkapasitas 200 buah untuk satu kali proses.

3. Membuat tempat penyimpanan *scrap* sementara

Jalur operator dan *trolley* atau *handtruck* yang terhalang oleh tumpukan sisa material dapat dihilangkan dengan cara membuat tempat sisa material sementara, baik pada stasiun kerja maupun di luar area lantai produksi sebelum diangkat oleh pemborong. Karena minimnya area pada lantai produksi, tempat penyimpanan sementara berukuran besar sebaiknya diletakkan di luar area lantai produksi agar tidak menghalangi jalur *trolley* atau *handtruck*. Gambar 8 menunjukkan tempat *scrap* pada stasiun kerja (tempat *scrap* kecil) dan Gambar 9 menunjukkan tempat *scrap* diluar lantai produksi (tempat *scrap* besar).



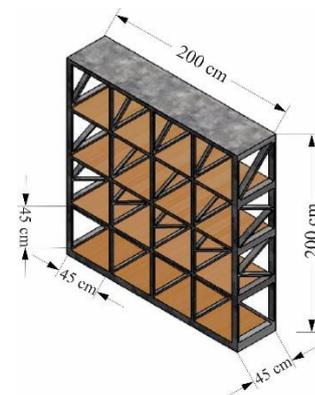
Gambar 8 Desain tempat *scrap* kecil



Gambar 9 Desain tempat *scrap* besar

4. Menyediakan rak penyimpanan

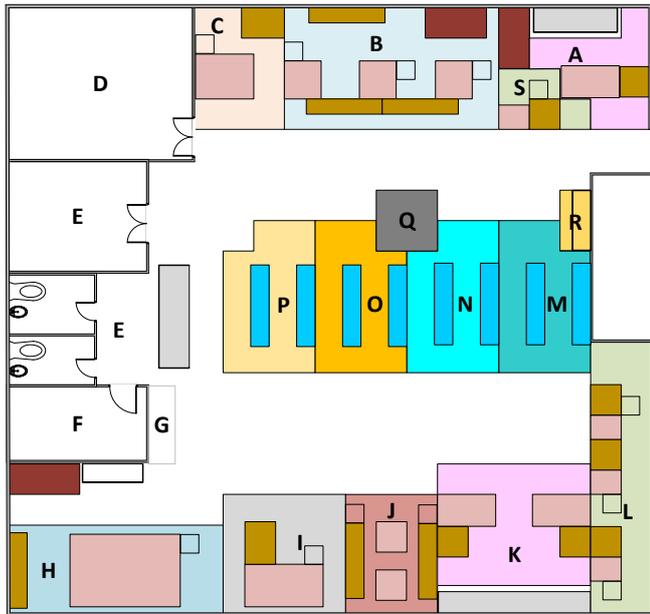
Dari usulan perbaikan tata letak fasilitas lantai produksi, tentunya terdapat perubahan yang terjadi, salah satunya adalah dengan dibuatnya area penyimpanan sementara produk jadi sebelum dikirim ke *customer*. Selain itu, area penyimpanan campuran yang digunakan untuk menyimpan berbagai macam barang, seperti kertas sisa potong yang masih bisa dipakai hingga barang yang tidak terpakai akan pindah setelah dilakukan perbaikan akan dijadikan stasiun *cutting*, sehingga dibutuhkan area penyimpanan yang baru. Oleh karena itu, pada area penyimpanan produk jadi dan area penyimpanan kertas sisa potong yang masih bisa dipakai dibuat rancangan rak sebagai tempat penyimpanan. Gambar 10 menunjukkan desain rak.



Gambar 10 Desain rak

5. Layout usulan

Berdasarkan usulan-usulan di atas, maka dibuatlah gambar *layout* usulan yang memuat keseluruhan usulan di dalamnya. Gambar 11 merupakan gambar *layout* usulan rantai produksi CV. ABC Offset.



Gambar 11 *Layout* usulan rantai produksi CV. ABC Offset

Keterangan

A : Stasiun <i>Tag Pin & Rail</i> (Mc. <i>Pond</i>)	N : Stasiun Pemasangan Gantungan & Paku (Area <i>Finishing</i>)
B : Stasiun Cetak (Mc. GTO 52)	O : Stasiun Penempelan
C : Stasiun <i>Cutting</i> (Mc. DC <i>Cutting</i> Manual)	P : Stasiun Pengeleman
D : Gudang Bahan Baku	Q : Stasiun <i>Press</i>
E : Toilet dan Kamar Mandi	R : Penyimpanan Sementara Produk Jadi
F : Gudang Tinta	S : Stasiun <i>Foil</i> (Mc. <i>Polar</i>)
G : Musholla	■ : Penyimpanan WIP
H : Stasiun Cetak (Mc. SORSZ 102)	■ : Mesin
I : Stasiun <i>Cutting</i> (Mc. DC <i>Cutting</i> Otomatis)	■ : Meja
J : Stasiun Cetak (Mc. Toko)	■ : Rak <i>Plate</i>
K : Stasiun <i>Tag Pin & Rail</i> (Mc. <i>Pond</i>)	■ : Rak
L : Stasiun <i>Foil</i> (Mc. <i>Polar</i>)	□ : Tempat penyimpanan <i>scrap</i> di stasiun kerja
M : Stasiun <i>Packaging</i> (Area <i>Finishing</i>)	□ : Rak penyimpanan usulan

E. Value Stream Mapping future state

Berdasarkan usulan perbaikan guna mengatasi akar penyebab yang ada, maka dipetakan alur produksi *hanger sample* dengan menggunakan *value stream mapping future state*. Melalui VSM *future state*, diketahui bahwa terjadi pengurangan waktu pemindahan material antar stasiun kerja, salah satunya pada stasiun *cutting* ke stasiun cetak, dimana waktu siklus saat ini adalah 613,27 detik menjadi 188,7 detik. Gambar VSM *future state* dapat dilihat pada Lampiran.

III. KESIMPULAN

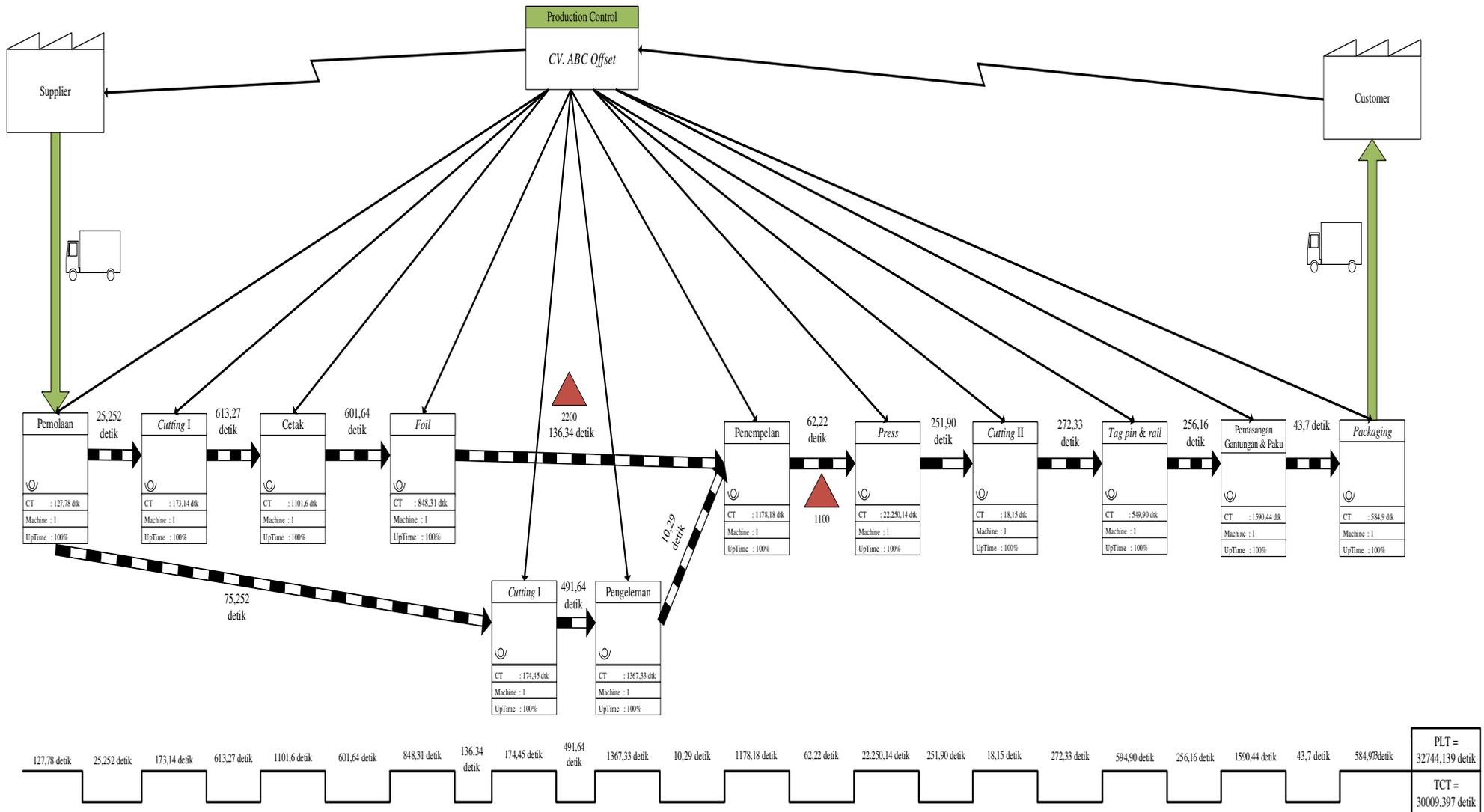
Berdasarkan hasil pengolahan data kuesioner yang disebarkan kepada manajer produksi dan operator yang mengerjakan pembuatan *hanger sample* serta hasil observasi yang dilakukan, terjadi *waste waiting* pada proses pembuatan *hanger sample* di CV. ABC Offset. Setelah dilakukan identifikasi dan analisis penyebab *waste* dengan menggunakan tools, yaitu *fishbone diagram*, *pareto diagram*, dan 5 *whys*, dapat diketahui bahwa *waste waiting* yang terjadi disebabkan oleh 3 penyebab dominan, yaitu adanya proses menunggu selama 3 jam pada stasiun *press* yang disebabkan oleh kurangnya kapasitas besi *press* yang digunakan pada saat proses *press*, terjadinya *excessive travel* dikarenakan jarak perpindahan material yang cukup jauh dan dilakukan secara berkali-kali karena material diangkat oleh operator tanpa menggunakan *material handling*, dan terhalangnya jalur *trolley* dan *handtruck* karena terhalang oleh tumpukan material yang disebabkan tidak adanya tempat penyimpanan sementara sehingga operator memindahkan material secara manual. Adapun beberapa usulan perbaikan diberikan untuk dapat meminimasi pemborosan yang terjadi, yaitu perbaikan tata letak stasiun kerja untuk mengurangi waktu tunggu pemindahan material antar stasiun kerja, perbaikan desain besi *press* berkapasitas 200 buah, serta menyediakan tempat penyimpanan material sementara dan tempat penyimpanan *scrap* sementara pada stasiun kerja.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Merici, Perancangan Perbaikan Area Permesinan Komponen Isolating Cock di PT. Pindad (Persero) untuk Meminimasi Waste Menggunakan Metode 5S dengan Pendekatan Lean Manufacturing, Bandung: Telkom University, 2015.
- [2] R. Charron, H. J. Harrington, F. Voehl and H. Wiggin, The Lean Management System Handbook, Boca Raton: CRC Press, 2015, p. 327.
- [3] V. Gaspersz, Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industry, Jakarta: Gramedia, 2011.
- [4] B. Wijayanto, A. Saleh and E. Zaini, "Rancangan Proses Produksi untuk Mengurangi Pemborosan dengan Penggunaan Konsep Lean Manufacturing di PT. Mizan Grafika Sarana," *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, vol. 3, pp. 119 - 130, 2015.
- [5] Q. Kusuma, P. P. Suryadhini and M. Rahayu, "Rancangan Usulan Perbaikan untuk Meminimasi Waste Waiting pada Proses Produksi Rubber Step Aspira Belakang dengan Pendekatan Lean Manufacturing (Studi Kasus: PT. Agronesia Divisi Industri Teknik Karet)," *Jurnal Rekayasa dan Sistem Industri*, vol. 3, pp. 52 - 61, 2016.
- [6] W. Waiyaratn and A. Watanapa, "Improvement Plant Layout using Systematic Layout Planning (SLP) for Increased Productivity," *International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering*, vol. 4, pp. 1382 - 1386, 2010.
- [7] T. Yang, C. T. Su and Y. R. Hsu, "Systematic Layout Planning: A Study on Semiconductor Wafer Fabrication Facilities," *International Journal of Operations Product Management*, vol. 20, pp. 1359 - 1371, 2000.
- [8] J. M. Apple, Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan, Bandung: ITB, 1990.

LAMPIRAN

Lampiran A. Value Stream Mapping Current State



Lampiran B. Value Stream Mapping Future State

