

Usulan Perbaikan Sebagai Upaya Meminimasi *Motion Waste* Pada Proses Produksi *Load Sensing 20* dengan Pendekatan *Lean Manufacturing*

Bayu Bagaswara^{*1)}, Eko Liquidanu²⁾, dan Muchamad Mansur³⁾

^{1,2)}Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta, 57126, Indonesia

³⁾General Manager, PT. Bimuda Karya Teknik, Komplek LIK TAKARU, Jl. Raya Dampyak KM. 04, Tegal, 52181, Indonesia

Email: bayubagaswara19@gmail.com , liquidanu@gmail.com

ABSTRAK

PT. Bimuda Karya Teknik merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang produksi komponen otomotif yang menerapkan *continuous improvement* dengan mereduksi pemborosan yang terjadi selama proses produksi. Salah satu komponen otomotif yang di produksi di PT. Bimuda Karya Teknik adalah komponen *load sensing 20*. Adapun sistem produksi yang diterapkan oleh PT. Bimuda Karya Teknik adalah sistem produksi *make to stock* dan *make to order*. Proses produksi yang di lewati pada komponen *load sensing 20* adalah proses *blank* serta proses *bending* dan *piercing*. Dalam pelaksanaannya, masih terdapat pemborosan yang terjadi para proses produksi komponen *load sensing 20* yang terdapat pada proses *blank* serta proses *bending* dan *piercing*. Maka dari itu, perlu dilakukan analisis lebih lanjut untuk mengidentifikasi pemborosan yang terjadi pada proses produksi komponen *load sensing 20* sehingga dapat dicari perbaikan masalahnya. Analisis yang dilakukan menggunakan pendekatan *lean manufacture* dengan metode peta tangan kanan dan tangan kiri pada proses produksi komponen *load sensing 20*. Hasil dari penelitian ini adalah ditemukannya pemborosan yang terjadi pada proses *blank* serta proses *bending* dan *piercing* yaitu *motion waste*. Terdapat 3 jenis desain usulan perbaikan untuk mengurangi *waste* yang terjadi pada proses produksi komponen *load sensing 20*. Berdasarkan perhitungan, usulan tersebut dapat mengurangi waktu siklus pada proses *blank* dari 128,15 detik menjadi 77,41 detik untuk 38 *output* dan mengurangi waktu siklus pada proses *bending* dan *piercing* dari 468,70 detik menjadi 423,88 detik untuk 100 *output*.

Kata kunci: *lean manufacture*, *motion waste*, peta tangan kanan dan tangan kiri.

1. Pendahuluan

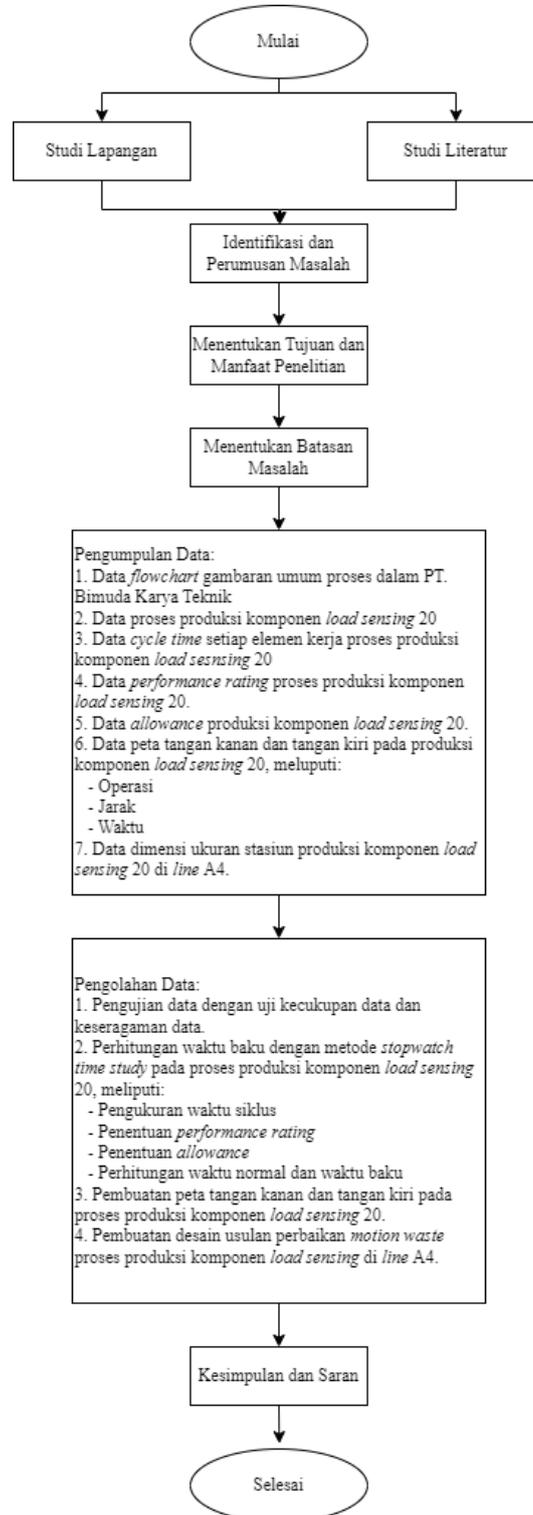
Persaingan industri yang semakin ketat memacu perusahaan untuk memiliki keunggulan kompetitif yaitu kualitas (*quality*), harga (*cost*), ketepatan waktu pengiriman (*delivery time*), dan fleksibilitas (*flexibility*). Perusahaan juga diharuskan meningkatkan daya saing dan senantiasa melakukan perkembangan secara terus menerus guna mempertahankan eksistensinya di pasaran luas. Salah satu cara meningkatkan daya saing adalah dengan melakukan upaya *lean manufacturing*, yaitu dengan mengurangi *waste* yang terjadi dalam proses produksi dengan menghilangkan atau memperbaiki aktivitas yang tidak memberi nilai tambah atau *value added* dalam proses produksi perusahaan, sehingga *lead time* dapat direduksi.

Proses produksi yang baik merupakan proses yang menghasilkan produk sesuai dengan standar yang telah ditentukan oleh perusahaan (Sirine & Kurniawati, 2017). Namun pada praktiknya, pada proses produksi di berbagai industri sering terjadi berbagai kesalahan dan aktivitas *waste* yang tidak menunjang efektivitas dan efisiensi. Padahal semestinya hal-hal tersebut harus diperhatikan agar perusahaan dapat menghasilkan produk berkualitas, meminimasi pengeluaran biaya produksi, dan meningkatkan pelayanan untuk konsumen (Munandar & Permana, 2019). Dalam mewujudkan efektivitas dan efisiensi selama proses produksi berlangsung, perusahaan dapat melakukan identifikasi *waste* yang terjadi, karena *waste* adalah hal yang tidak memberikan keuntungan dan harus dihindari di dalam perusahaan (Djunaidi & Sandora, 2017).

PT. Bimuda Karya Teknik sebagai perusahaan yang bergerak di bidang produksi komponen otomotif juga selalu berusaha untuk melakukan *continuous improvement* dengan cara

mereduksi pemborosan yang terjadi selama proses produksi. Permasalahan yang terjadi di perusahaan adalah masih dijumpai pemborosan (*waste*) dalam hal waktu produksi akibat adanya aktivitas yang tidak efisien atau tidak mempunyai nilai tambah (*non-value added*). Pada penelitian ini, upaya perbaikan untuk meminimasi *motion waste* pada proses produksi dengan metode *lean manufacturing*.

2. Metode



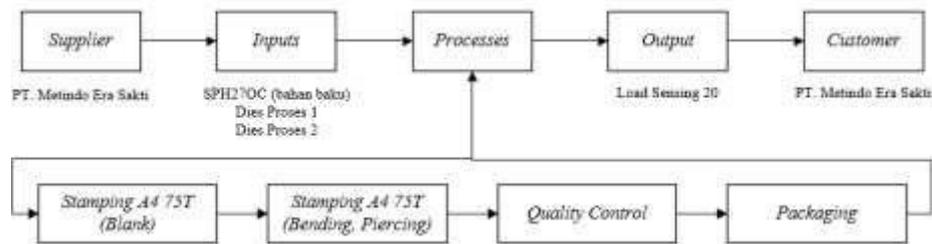
Gambar 2.1 Metodologi Penelitian

Studi lapangan dilakukan di pabrik PT. Bimuda Karya Teknik berlangsung selama 5 hari mulai dari tanggal 12 Juli 2022 hingga 16 Juli 2022. Dalam jangka waktu tersebut, ditemukan pemborosan yang terjadi di proses produksi komponen *load sensing* 20 pada mesin *stamping* 75 T di *line* A4 sehingga diperlukan pengamatan lebih lanjut pada proses produksi *load sensing* di stasiun tersebut. Tahap selanjutnya adalah melakukan identifikasi pemborosan yang terjadi pada proses produksi komponen *load sensing* 20 dan mencari penyelesaian masalahnya. Pada tanggal 18 Juli 2022 hingga 23 Juli 2022 dilakukan pengamatan waktu proses pada produksi komponen *load sensing* 20 mulai dari proses *blank* hingga proses *bending* dan *piercing*. Dalam jangka waktu tersebut pula dilakukan pengumpulan data meliputi data *flowchart* gambaran umum proses produksi, data proses produksi komponen *load sensing* 20, data *cycle time* setiap elemen kerja proses produksi komponen *load sensing* 20, serta data peta tangan kanan dan tangan kiri. Pengolahan data dilakukan dengan pengujian kecukupan dan keseragaman data dari pencatatan waktu siklus untuk setiap elemen kerja, perhitungan waktu baku dengan metode *stopwatch time study*, pembuatan peta tangan kanan dan tangan kiri, dan pembuatan desain usulan perbaikan yang berdasarkan dari peta tangan kanan dan tangan kiri. Gambaran alur proses penelitian dapat dilihat pada gambar 2.1.

3. Hasil dan Pembahasan

Flowchart Proses Produksi Komponen Load Sensing 20

Flowchart proses produksi komponen *load sensing* 20 pada PT. Bimuda Karya Teknik dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Flowchart Proses Produksi Komponen Load Sensing 20

Proses produksi komponen 48728-KK020 dimulai dengan penerimaan bahan baku dari *supplier*, kemudian dilanjutkan dengan persiapan proses produksi dengan *input* bahan baku (SPH270C), *dies* proses 1, dan *dies* proses 2. Pada proses produksi sendiri dibagi menjadi 4 tahapan, yaitu proses *blank* di mesin *stamping* 75 ton di *line* A4, proses *bending* dan *piercing* di mesin *stamping* 75 ton di *line* A4, *quality control* yang dilakukan di departemen *quality control*, dan diakhiri dengan proses *packaging* yang dilakukan di departemen *quality control*.

Klasifikasi VA, NVA, dan NNVA Elemen Kerja Proses Produksi Komponen Load Sensing 20

Elemen-elemen kerja pada proses produksi komponen *load sensing* 20 di mesin *stamping line* A4 dibagi menjadi 2 bagian, yaitu elemen kerja pada proses *blank* dan elemen kerja pada proses *bending* dan *piercing*. Elemen kerja kemudian di klasifikasikan kedalam kategori *Value Added* (VA), *Non-Value Added* (NVA), dan *Necessary Non-Value Added* (NNVA). Berikut klasifikasi *work category* elemen kerja pada setiap stasiun yang dijelaskan pada tabel 3.1 dan perhitungan waktu baku pada tabel 3.2.

Tabel 3.1 Klasifikasi *Work Category* Elemen Kerja Proses Produksi Komponen *Load Sensing 20*

Operator	Elemen Kerja	Work category	Bisa dikurangi
Operator di mesin stamping 75T (proses blank)	Mengambil bahan plat di sisi kiri operator	<i>Necessary non-value added</i>	Sudah dilakukan peta aktivitas tangan kanan dan kiri, jarak sudah dekat
	Mengoleskan oli di permukaan dies	<i>Value added</i>	Sudah dilakukan peta aktivitas tangan kanan dan kiri
	Memegang dan mengarahkan bahan plat ke dies	<i>Necessary non-value added</i>	Disediakan plat sanggahan untuk bahan ke dies
	Proses mesin stamping proses blank	<i>Value added</i>	Sudah dilakukan peta aktivitas tangan kanan dan kiri
	Meletakkan scrap bahan proses blank	<i>Necessary non-value added</i>	Sudah dilakukan peta aktivitas tangan kanan dan kiri
	Mengambil part yang sudah di blank	<i>Non-value added</i>	Sudah dilakukan peta aktivitas tangan kanan dan kiri
	Meletakkan part yang sudah di blank di sisi kanan operator	<i>Non-value added</i>	Sudah dilakukan peta aktivitas tangan kanan dan kiri
Operator di mesin stamping 75T (proses piercing & bending)	Mengambil sejumlah bahan di sisi kiri operator	<i>Necessary non-value added</i>	Disediakan box-box yang berisi bahan proses bending dan piercing
	Meletakkan sejumlah bahan di dekat dies	<i>Value added</i>	Sudah dilakukan peta aktivitas tangan kanan dan kiri
	Mengoleskan oli di permukaan dies	<i>Value added</i>	Sudah dilakukan peta aktivitas tangan kanan dan kiri
	Proses mesin stamping proses tekuk pada part pertama dan proses lubang pada part kedua	<i>Value added</i>	Sudah dilakukan peta aktivitas tangan kanan dan kiri
	Mengambil part kedua dan meletakkan di tempat penyimpanan sementara diatas mesin stamping	<i>Value added</i>	Sudah dilakukan peta aktivitas tangan kanan dan kiri
	Meletakkan part pertama di dies sisi kanan dan meletakkan bahan di dies sisi kiri	<i>Value added</i>	Sudah dilakukan peta aktivitas tangan kanan dan kiri
	Mengambil part yang sudah ditekuk dan dilubangi	<i>Non-value added</i>	Sudah dilakukan peta aktivitas tangan kanan dan kiri
	Meletakkan part yang sudah ditekuk dan dilubangi di sisi kanan operator	<i>Non-value added</i>	Disediakan meja konveyor ke box penyimpanan di sisi kanan

Perhitungan Waktu Baku

Tabel 3.2 Waktu Baku Proses Produksi Komponen *Load Sensing 20* di Mesin *Stamping Line A4*

No	Process	Work Element	Waktu Siklus (detik)	PR	Waktu Normal (detik)	Allowance	Waktu Baku (detik)
1	Proses Stamping 75 Ton Line A4 (blank)	Mengambil bahan plat di sisi kiri operator	8.36	1.18	9.86	24%	12.98
		Mengoleskan oli di permukaan dies	3.58	1.11	3.97	22%	5.09
		Memegang dan mengarahkan bahan plat ke dies	62.13	1.18	73.31	44%	130.92
		Proses mesin stamping proses blank	47.50	1.17	55.58	23%	72.18
		Meletakkan scrap bahan proses blank	2.55	1.06	2.70	26%	3.62
		Mengambil part yang sudah di blank	1.62	1.11	1.80	25%	2.40
		Meletakkan part yang sudah di blank di sisi kanan operator	2.60	1.09	2.84	22%	3.64
TOTAL			128.34		150.06		230.82
2	Proses Stamping 75 Ton Line A4 (bending & piercing)	Mengambil sejumlah bahan di sisi kiri operator	26.25	1.16	30.45	23%	39.55
		Meletakkan sejumlah bahan di dekat dies	2.51	1.09	2.73	22%	3.50
		Mengoleskan oli di permukaan dies	3.87	1.12	4.33	22%	5.55
		Proses mesin stamping proses tekuk pada part pertama dan proses lubang pada part kedua	125.00	1.16	145.00	23%	188.31
		Mengambil part kedua dan meletakkan di tempat penyimpanan sementara diatas mesin stamping	127.25	1.27	161.61	42%	278.63
		Meletakkan part pertama di dies sisi kanan dan meletakkan bahan di dies sisi kiri	162.00	1.27	205.74	42%	354.72
		Mengambil part yang sudah ditekuk dan dilubangi	17.07	1.14	19.46	25%	25.94
Meletakkan part yang sudah ditekuk dan dilubangi di sisi kanan operator	6.96	1.09	7.59	43%	13.31		
TOTAL			470.90		576.90		909.52

Waktu baku merupakan suatu satuan waktu yang dibutuhkan oleh seorang pekerja yang memiliki tingkat kemampuan rata-rata untuk menyelesaikan suatu pekerjaan (Widagdo, 2018). Waktu baku merupakan waktu tetap yang telah ditambahkan dengan faktor kelonggaran (*allowance*) yang diperoleh dari *westinghouse*. Adapun rumus untuk menentukan waktu baku adalah sebagai berikut.

$$Waktu\ baku = Wn \times \left(\frac{100\%}{100\% - \% allowance} \right) \quad (1)$$

Waktu siklus merupakan satuan waktu yang dibutuhkan untuk memproduksi satu unit produk pada stasiun kerja (Purnomo, 2003) dan ditentukan dengan menghitung waktu normal pada elemen-elemen kerja disetiap stasiun. Waktu siklus produksi komponen *load sensing 20* pada proses *blank*, *piercing* dan *bending* dapat dilihat di tabel 3.3 dan tabel 3.4.

Tabel 3.3 Waktu Siklus Produksi Komponen *Load Sensing 20* Proses *Blank*

Step No.	Work Element	Cycle 1 (detik)	Cycle 2 (detik)	Cycle 3 (detik)	Cycle 4 (detik)	Cycle 5 (detik)	Cycle 6 (detik)	Cycle 7 (detik)	Cycle 8 (detik)	Ws
1	Mengambil bahan plat di sisi kiri operator	14.38	7.22	5.90	6.85	8.00	8.15	7.46	8.91	8.36
2	Mengoleskan oli di permukaan dies	3.22	3.41	4.22	3.25	3.69	2.72	5.72	2.40	3.58
3	Memegang dan mengarahkan bahan plat ke dies	51.30	61.56	87.78	53.58	60.80	59.28	58.90	63.84	62.13
4	Proses mesin stamping proses blank	47.50	47.50	47.50	47.50	47.50	47.50	47.50	47.50	47.50
5	Meletakkan scrap bahan proses blank	2.69	2.73	2.54	2.62	2.88	2.34	2.31	2.25	2.55
6	Mengambil part yang sudah di blank	1.42	1.77	1.82	1.94	1.59	1.62	1.41	1.39	1.62
7	Meletakkan part yang sudah di blank di sisi kanan operator	2.45	2.55	2.64	2.76	2.41	2.43	2.73	2.85	2.60
TOTAL		122.96	126.74	152.40	118.50	126.87	124.04	126.03	129.14	128.34
Notes: 1. Proses blank memakan waktu yang lama karena terlalu banyak memakan waktu di elemen kerja memegang dan mengarahkan bah 2. 3. 4. 5.										

Tabel 3.4 Waktu Siklus Produksi Komponen *Load Sensing 20* Proses *Bending & Piercing*

Step No.	Work Element	Cycle 1 (detik)	Cycle 2 (detik)	Cycle 3 (detik)	Cycle 4 (detik)	Cycle 5 (detik)	Cycle 6 (detik)	Cycle 7 (detik)	Cycle 8 (detik)	Ws
1	Mengambil sejumlah bahan di sisi kiri operator	25.97	23.10	23.76	31.92	32.85	24.66	23.92	23.82	26.25
2	Meletakkan sejumlah bahan di dekat dies	2.38	2.20	2.32	2.69	2.74	2.24	2.93	2.54	2.51
3	Mengoleskan oli di permukaan dies	4.16	5.58	2.43	3.63	2.98	3.12	5.37	3.67	3.87
4	Proses mesin stamping proses tekuk pada part pertama dan proses lubang pada part kedua	125.00	125.00	125.00	125.00	125.00	125.00	125.00	125.00	125.00
5	Mengambil part kedua dan meletakkan di tempat penyimpanan sementara diatas mesin stamping	125.00	107.00	140.00	126.00	132.00	133.00	114.00	141.00	127.25
6	Meletakkan part pertama di dies sisi kanan dan meletakkan bahan di dies sisi kiri	162.00	132.00	222.00	145.00	157.00	169.00	137.00	172.00	162.00
7	Mengambil part yang sudah ditekuk dan dilubangi	16.22	18.06	14.87	19.41	17.00	15.36	18.79	16.84	17.07
8	Meletakkan part yang sudah ditekuk dan dilubangi di sisi kanan operator	7.35	6.45	6.19	7.42	7.36	6.61	6.71	7.58	6.96
TOTAL		468.08	419.39	536.57	461.07	476.93	478.99	433.72	492.45	470.90
Notes: 1. Operator perlu mengumpulkan hasil proses komponen yang sudah di <i>bending</i> dan <i>piercing</i> 2. Elemen kerja mengambil part kedua dan meletakkan di tempat penyimpanan sementara dapat di hilangkan dengan memberikan karakuri langsung ke <i>storage</i> 3. 4. 5.										

Performance rating ditentukan dengan penyesuaian *westing-house system's* pada proses produksi komponen *load sensing 20* berdasarkan tabel penyesuaian *westing-house system's* yang meliputi *skill*, *effort*, *conditions*, dan *consistency* (Sutalaksana, 2006) yang berada pada tabel 3.5. Faktor tersebut memiliki 5-6 tingkatan kelas dengan nilai -1 sampai dengan +1. Metode ini dianggap lebih teliti daripada metode yang lain.

Tabel 3.5 *Performance Rating Metode Westing-House System's*

Skill	Effort	Condition	Consistency
<i>Super</i> A1 = + 0.15 A2 = + 0.13	<i>Super</i> A1 = + 0.13 A2 = + 0.12	<i>Ideal</i> A = + 0.06	<i>Perfect</i> A = + 0.04
<i>Excellent</i> B1 = + 0.11 B2 = + 0.08	<i>Excellent</i> B1 = + 0.10 B2 = + 0.08	<i>Excellent</i> B = + 0.04	<i>Excellent</i> B = + 0.03
<i>Good</i> C1 = + 0.06 C2 = + 0.03	<i>Good</i> C1 = + 0.05 C2 = + 0.02	<i>Good</i> C = + 0.00	<i>Good</i> C = + 0.00
<i>Average</i> D = 0.00	<i>Average</i> D = 0.00	<i>Average</i> D = 0.00	<i>Average</i> D = 0.00
<i>Fair</i> E1 = - 0.05 E2 = - 0.10	<i>Fair</i> E1 = - 0.04 E2 = - 0.08	<i>Fair</i> E = - 0.03	<i>Fair</i> E = - 0.02
<i>Poor</i> F1 = - 0.16 F2 = - 0.22	<i>Poor</i> F1 = - 0.12 F2 = - 0.17	<i>Poor</i> F = - 0.07	<i>Poor</i> F = - 0.04

Berikut ini merupakan hasil dari penentuan *performance rating* operator proses produksi komponen *load sensing 20* yang dijelaskan di tabel 3.6.

Tabel 3.6 *Performance Rating Operator Proses Produksi Komponen Load Sensing 20*

No	Process	Work Element	Lambang				Nilai Penyesuaian				Jumlah	P
			Skill	Effort	Condition	Consistency	Skill	Effort	Condition	Consistency		
1	Proses Stamping 75 Ton Line A4 (blank)	Mengambil bahan plat di sisi kiri operator	C1	A2	D	C	0.06	0.12	0.00	0.00	0.18	1.18
		Mengoleskan oli di permukaan dies	B2	D	D	A	0.08	0.00	0.00	0.03	0.11	1.11
		Memegang dan mengarahkan bahan plat ke dies	C1	A2	D	D	0.06	0.12	0.00	0.00	0.18	1.18
		Proses mesin stamping proses blank	A2	D	D	B	0.13	0.00	0.00	0.04	0.17	1.17
		Meletakkan scrap bahan proses blank	C1	D	D	C	0.06	0.00	0.00	0.00	0.06	1.06
		Mengambil part yang sudah di blank	C2	C1	D	B	0.03	0.05	0.00	0.03	0.11	1.11
		Meletakkan part yang sudah di blank di sisi kanan operator	C1	D	D	B	0.06	0.00	0.00	0.03	0.09	1.09
2	Proses Stamping 75 Ton Line A4 (bending & piercing)	Mengambil sejumlah bahan di sisi kiri operator	C1	B1	D	C	0.06	0.10	0.00	0.00	0.16	1.16
		Meletakkan sejumlah bahan di dekat dies	C1	D	D	B	0.06	0.00	0.00	0.03	0.09	1.09
		Mengoleskan oli di permukaan dies	B2	D	D	A	0.08	0.00	0.00	0.04	0.12	1.12
		Proses mesin stamping proses tekuk pada part pertama dan proses lubang pada part kedua	A2	D	D	B	0.13	0.00	0.00	0.03	0.16	1.16
		Mengambil part kedua dan meletakkan di tempat penyimpanan sementara diatas mesin stamping	B1	A1	D	B	0.11	0.13	0.00	0.03	0.27	1.27
		Meletakkan part pertama di dies sisi kanan dan meletakkan bahan di dies sisi kiri	B1	A1	D	B	0.11	0.13	0.00	0.03	0.27	1.27
		Mengambil part yang sudah ditekuk dan dilubangi	C2	B2	D	B	0.03	0.08	0.00	0.03	0.14	1.14
		Meletakkan part yang sudah ditekuk dan dilubangi di sisi kanan operator	C1	D	D	B	0.06	0.00	0.00	0.03	0.09	1.09

Allowance merupakan kelonggaran yang diberikan kepada operator untuk menyelesaikan pekerjaannya (Rachman, 2013). Penentuan *allowance* (kelonggaran) dapat dilakukan dengan menjumlahkan faktor-faktor luar yang mempunyai besarnya kelonggaran seseorang dalam melakukan pekerjaan. Salah satu contoh penentuan *allowance* pada produksi komponen *load sensing 20* proses *blank* pada elemen kerja mengambil bahan plat di sisi kiri operator. Berdasarkan tabel kelonggaran, tenaga yang dikeluarkan oleh operator adalah sebesar 6%, dengan sikap kerja 3%, gerakan kerja 1%, kelelahan mata 0%, keadaan

suhu lingkungan kerja 5%, atmosfer 1%, dan lingkungan 8%. Sehingga jika dijumlah maka operator memiliki allowance atau kelonggaran sebesar 24%.

Berikut merupakan hasil dari penentuan *allowance* operator proses produksi komponen *load sensing* 20 proses *blank*, *bending*, dan *piercing* yang dicantumkan pada tabel 3.7.

Tabel 3.7 Allowance Operator Proses Produksi Komponen Load Sensing 20

No	Process	Work Element	Faktor yang Mempengaruhi						Total	
			Tenaga	Sikap Kerja	Gerakan Kerja	Kelelahan Mata	Keadaan Suhu	Atmosfer		Lingkungan
1	Proses Stamping 75 Ton Line A4 (blank)	Mengambil bahan plat di sisi kiri operator	6%	3%	1%	0%	5%	1%	8%	24%
		Mengoleskan oli di permukaan dies	3%	2%	0%	3%	5%	1%	8%	22%
		Megang dan mengarahkan bahan plat ke dies	6%	2%	2%	20%	5%	1%	8%	44%
		Proses mesin stamping proses blank	1%	2%	0%	6%	5%	1%	8%	23%
		Meletakkan scrap bahan proses blank	6%	3.5%	2%	0%	5%	1%	8%	26%
		Mengambil part yang sudah di blank	6%	2%	0%	3%	5%	1%	8%	25%
		Meletakkan part yang sudah di blank di sisi kanan operator	6%	2%	0%	0%	5%	1%	8%	22%
2	Proses Stamping 75 Ton Line A4 (bending & piercing)	Mengambil sejumlah bahan di sisi kiri operator	6%	2%	1%	0%	5%	1%	8%	23%
		Meletakkan sejumlah bahan di dekat dies	6%	2%	0%	0%	5%	1%	8%	22%
		Mengoleskan oli di permukaan dies	3%	2%	0%	3%	5%	1%	8%	22%
		Proses mesin stamping proses tekuk pada part pertama dan proses lubang pada part	1%	2%	0%	6%	5%	1%	8%	23%
		tempat penyimpanan sementara diatas mesin stamping	6%	2%	0%	20%	5%	1%	8%	42%
		Meletakkan part pertama di dies sisi kanan dan meletakkan bahan di dies sisi kiri	6%	2%	0%	20%	5%	1%	8%	42%
		Mengambil part yang sudah ditebuk dan dilubangi	6%	2%	0%	3%	5%	1%	8%	25%
Meletakkan part yang sudah ditebuk dan dilubangi di sisi kanan operator	6%	2%	1%	20%	5%	1%	8%	43%		

Setelah didapatkan nilai *performance rating* dan *allowance*, selanjutnya dilakukan perhitungan waktu normal (W_N) dan waktu baku (W_B). Berikut adalah contoh perhitungan pada elemen kerja mengambil bahan plat di sisi kiri operator pada proses *blank*.

$$W_S = \bar{x} = \frac{\sum X_i}{N} = \frac{14,38+7,22+5,90+6,85+8,00+8,15+7,46+8,91}{8} = 8,36 \text{ detik} \quad (2)$$

$$W_N = W_S \times PR = 8,36 \times 1,18 = 9,86 \text{ detik} \quad (3)$$

$$W_B = W_N \times \frac{100\%}{100\% - \%Allowance} = 9,86 \times \frac{100\%}{100\% - 24\%} = 12,98 \text{ detik} \quad (4)$$

Berdasarkan perhitungan waktu baku untuk proses *blank*, *bending*, dan *piercing*, didapatkan waktu siklus, waktu normal, dan waktu baku untuk menyelesaikan seluruh produksi sebesar 470,90 detik; 726,96 detik; dan 1140,34 detik.

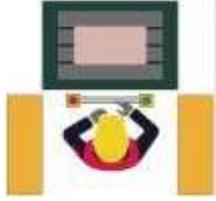
Pembuatan Peta Tangan Kanan dan Tangan Kiri Proses Produksi Komponen *Load Sensing 20* Sebelum Usulan

Gerakan *therblig* dijelaskan pada tabel 3.8 dan gambaran peta tangan kanan dan tangan kiri pada proses *blank* sebelum dan sesudah usulan dapat dilihat pada tabel 3.9 dan 3.10.

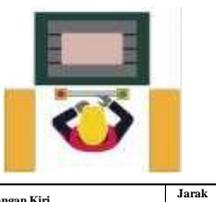
Tabel 3.8 Gerakan *Therblig*

Gerakan Efektif	Gerakan Tidak Efektif
Menjangkau (<i>Reach</i>)	Mencari (<i>Search</i>)
Memegang (<i>Grasp</i>)	Memilih (<i>Select</i>)
Membawa (<i>Move</i>)	Mengarahkan (<i>Position</i>)
Mengarahkan awal (<i>Preposition</i>)	Memeriksa (<i>Inspection</i>)
Memakai (<i>Use</i>)	Merencanakan (<i>Plan</i>)
Merakit (<i>Assemble</i>)	Menahan (<i>Hold</i>)
Mengurai rakit (<i>Dissassemble</i>)	<i>Avoidable Delay</i>
Melepas (<i>Release</i>)	<i>Unavoidable Delay</i>
	<i>Rest to overcome fatigue</i>

Tabel 3.9 Peta Tangan Kanan dan Tangan Kiri Proses *Blank* Sebelum Usulan

PETA TANGAN KIRI DAN TANGAN KANAN							
PEKERJAAN		: Proses 1 Permesinan A4 SATO 75 Ton					
KOMPONEN		: 48728-KK020 - Load Sensing 20					
DEPARTEMEN		: Produksi					
NOMOR PETA		1					
SEKARANG				[USULAN]			
DIPETAKAN OLEH		: Bayu Bagaswara					
TANGGAL DIPETAKAN		: 21/07/2022					
							
Tangan Kiri	Jarak (cm)	Waktu (det)	Lamban g	Lamban g	Waktu (det)	Jarak (cm)	Tangan Kanan
Mengambil bahan part proses blank	30	14.38	Re G M	Re G M	14.38	30	Mengambil bahan part proses blank
Memegang bahan part proses blank		1.06	G	Re G M	1.06	30	Mengambil kuas pelumas oli
Memegang bahan part proses blank		2.59	G	G U	2.59	30	Mengoleskan pelumas oli di permukaan dies
Mengarahkan bahan part proses blank ke dies		2.56	G M P	G M P	2.56	30	Mengarahkan bahan part proses blank ke dies
Memegang bahan part proses blank		1.25	G P	U	1.25		Menekan tombol press
Memegang bahan part proses blank		2.56	G P	D	2.56		Diam
Mengarahkan bahan part proses blank ke dies		3.62	G P	G P	3.62		Mengarahkan bahan part proses blank ke dies
Memegang bahan part proses blank		1.25	G P	U	1.25		Menekan tombol press

Tabel 3.10 Peta Tangan Kanan dan Tangan Kiri Proses *Bending & Piercing* Sebelum Usulan

PETA TANGAN KIRI DAN TANGAN KANAN							
PEKERJAAN		: Proses 2 dan 3 Permesinan A4 SATO 75 Ton					
KOMPONEN		: 48728-KK020 - Load Sensing 20					
DEPARTEMEN		: Produksi					
NOMOR PETA		3					
SEKARANG				[USULAN]			
DIPETAKAN OLEH		: Bayu Bagaswara					
TANGGAL DIPETAKAN		: 21/07/2022					
							
Tangan Kiri	Jarak (cm)	Waktu (det)	Lamban g	Lamban g	Waktu (det)	Jarak (cm)	Tangan Kanan
Mengambil bahan part proses bending	25	1.56	Re G M	Re G M	1.56	30	Mengambil part hasil proses piercing dan bending
Meletakkan bahan part proses bending	30	1.62	Re G M	G M RI	1.62	30	Meletakkan part hasil proses bending ke proses piercing
Diam		1.25	D	U	1.25		Menekan tombol press
Mengambil bahan part proses bending	25	1.07	Re G M	Re G M	1.07	30	Mengambil part hasil proses piercing dan bending
Meletakkan bahan part proses bending	30	4.32	Re G M	G M RI	4.32	30	Meletakkan part hasil proses bending ke proses piercing
Diam		1.25	D	U	1.25		Menekan tombol press
Mengambil bahan part proses bending	25	1.40	Re G M	Re G M	1.40	30	Mengambil part hasil proses piercing dan bending
Meletakkan bahan part proses bending	30	2.22	Re G M	G M RI	2.22	30	Meletakkan part hasil proses bending ke proses piercing

Peta tangan kanan dan tangan kiri dibuat untuk menggambarkan mengenai waktu yang dibutuhkan setiap elemen kerja yang terjadi pada proses produksi komponen *load sensing 20* di proses *blank*, *bending* & *piercing*, berisi mengenai jarak, waktu setiap elemen kerja, kategori gerakan elemen kerja, dan waktu siklus setiap proses. Berdasarkan peta tangan kanan dan

tangan kiri, didapatkan waktu siklus sebelum usulan untuk proses *blank* dan proses *bending & piercing* sebesar 128,15 detik dan 468,70 detik. Untuk peta tangan kanan dan tangan kiri sebelum usulan dapat dilihat lebih lengkap di *link* berikut:

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1dtM52DEjr3Sqas_9PUx9o11npCMmCIURxk9CAhbjVtU/edit?usp=sharing

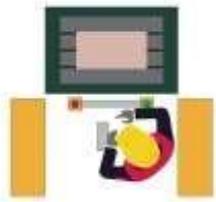
Identifikasi Waste

Identifikasi mengenai pemborosan yang terjadi dapat dilihat dari peta tangan kanan dan tangan kiri pada proses *blank* dan proses *bending & piercing*. *Waste* berasal dari kegiatan atau aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah pada proses produksi dan dapat diidentifikasi menggunakan tabel gerakan *therblig*. Setelah diidentifikasi, didapatkan bahwa terdapat aktivitas yang di nilai sebagai pemborosan dengan jenis pemborosan *motion waste* pada proses *blank* dan proses *bending & piercing* pada elemen kerja mengarahkan bahan *part* proses *blank* ke *dies*, mengambil bahan baku proses *bending & piercing*, mengambil *part* hasil proses *bending & piercing* dan membawa box ke box *storage*.

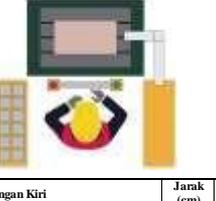
Usulan Perbaikan

Perbaikan yang diusulkan berdasarkan hasil identifikasi *waste* dapat dilihat pada tabel 3.11 dan 3.12.

Tabel 3.11 Peta Tangan Kanan dan Tangan Kiri Proses *Blank* Setelah Usulan

PETA TANGAN KIRI DAN TANGAN KANAN							
PEKERJAAN		: Proses 1 Permesinan A4 SATO 75 Ton					
KOMPONEN		: 48728-KK020 - Load Sensing 20					
DEPARTEMEN		: Produksi					
NOMOR PETA		2					
SEKARANG				USULAN			
DIPETAKAN OLEH		: Bayu Baguswara					
TANGGAL DIPETAKAN		: 01/08/2022					
							
Tangan Kiri	Jarak (cm)	Waktu (det)	Lamban g	Lamban g	Waktu (det)	Jarak (cm)	Tangan Kanan
Mengambil bahan part proses blank	30	8.36	Re G M	Re G M	8.36	30	Mengambil bahan part proses blank
Memegang bahan part proses blank		1.00	G	Re G M	1.00	30	Mengambil kuas pelumas oli
Memegang bahan part proses blank		3.00	G	G U	3.00	30	Mengoleskan pelumas oli di permukaan dies
Mengarahkan bahan part proses blank ke dies		2.50	G M P	G M P	2.50		Mengarahkan bahan part proses blank ke dies
Memegang bahan part proses blank		1.25	G P	U	1.25		Menekan tombol press
Memegang bahan part proses blank		1.25	G P	U	1.25		Menekan tombol press
Memegang bahan part proses blank		1.25	G P	U	1.25		Menekan tombol press
Memegang bahan part proses blank		1.25	G P	U	1.25		Menekan tombol press

Tabel 3.12 Peta Tangan Kanan dan Tangan Kiri Proses *Bending & Piercing* Setelah Usulan

PETA TANGAN KIRI DAN TANGAN KANAN							
PEKERJAAN		: Proses 2 dan 3 Permesinan A4 SATO 75 Ton					
KOMPONEN		: 48728-KK020 - Load Sensing 20					
DEPARTEMEN		: Produksi					
NOMOR PETA		4					
SEKARANG				USULAN			
DIPETAKAN OLEH		: Bayu Baguswara					
TANGGAL DIPETAKAN		: 01/08/2022					
							
Tangan Kiri	Jarak (cm)	Waktu (det)	Lamban g	Lamban g	Waktu (det)	Jarak (cm)	Tangan Kanan
Mengambil bahan part proses bending	25	1.27	Re G M	Re G M	1.27	30	Mengambil part hasil proses piercing dan bending
Meletakkan bahan part proses bending	30	1.62	Re G M	G M RI	1.62	30	Meletakkan part hasil proses bending ke proses piercing
Diam		1.25	D	U	1.25		Menekan tombol press
Mengambil bahan part proses bending	25	1.27	Re G M	Re G M	1.27	30	Mengambil part hasil proses piercing dan bending
Meletakkan bahan part proses bending	30	1.62	Re G M	G M RI	1.62	30	Meletakkan part hasil proses bending ke proses piercing
Diam		1.25	D	U	1.25		Menekan tombol press
Mengambil bahan part proses bending	25	1.27	Re G M	Re G M	1.27	30	Mengambil part hasil proses piercing dan bending
Meletakkan bahan part proses bending	30	1.62	Re G M	G M RI	1.62	30	Meletakkan part hasil proses bending ke proses piercing

Berdasarkan peta tangan kanan dan tangan kiri proses *blank* sebelum usulan, masih terdapat *motion waste* atau gerakan yang tidak efektif yaitu operator terlalu lama mengarahkan bahan part proses *blank* ke *dies*.

Hal ini dapat di kurangi dengan memberikan alat bantu produksi untuk operator yang nantinya akan membantu operator dalam proses *blank* dan mengurangi waktu proses *blank*. Selain itu, pada peta tangan kanan dan tangan kiri proses *bending* dan *piercing* juga terdapat *motion waste* atau gerakan yang tidak efektif yaitu operator terlalu lama untuk mengambil bahan baku proses *bending* & *piercing*, mengambil part hasil proses *bending* & *piercing* dan membawa box ke box *storage*. Hal ini dapat di kurangi dengan memberikan karakuri pada gerakan mengambil part hasil proses *bending* & *piercing* dan membawa box ke box *storage* dan menyediakan box-box yang berisi bahan baku sehingga mengurangi waktu mengambil bahan baku proses *bending* & *piercing*.

Setelah dilakukan usulan perbaikan dengan peta tangan kanan dan tangan kiri, didapatkan pengurangan waktu siklus untuk proses *blank* dan proses *bending* & *piercing* sebesar 50,74 detik dan 44,82 detik. Untuk peta tangan kanan dan tangan kiri setelah usulan dapat dilihat lebih lengkap di *link* berikut:

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1dtM52DEjr3Sqas_9PUx9o11npCMmCIURxk9CAhbjVtU/edit?usp=sharing

Rancangan Desain Usulan Perbaikan *Motion Waste*

Rancangan desain usulan perbaikan *motion waste* pada proses produksi komponen *load sensing* 20 dapat dilihat pada tabel 3.13.

Tabel 3.13 Rancangan Desain Usulan Perbaikan *Motion Waste* Pada Proses Produksi Komponen *Load Sensing* 20

No.	Process	Desain Usulan	Deskripsi
1	Proses <i>Stamping</i> 75 Ton Line A4 (<i>blank</i>)		Desain usulan alat bantu produksi pada proses <i>blank</i> merupakan alat yang membantu menyanggah plat (bahan baku) sehingga dapat mengurangi waktu dan tenaga operator dalam proses produksinya.
2	Proses <i>Stamping</i> 75 Ton Line A4 (<i>bending</i> & <i>piercing</i>)		Desain usulan alat bantu produksi pada proses <i>bending</i> & <i>piercing</i> ini merupakan alat yang membantu operator memindahkan part final ke box <i>storage</i> sehingga dapat mengurangi waktu dalam proses produksinya.
			Desain usulan alat bantu produksi pada proses <i>bending</i> & <i>piercing</i> ini merupakan box-box yang membantu operator mengambil bahan baku sehingga dapat mengurangi waktu dalam proses produksinya.

Desain alat bantu produksi pada proses *blank* dan proses *bending & piercing* di desain menggunakan material *stainless steel* sebagai rangka, sanggahan, kaki alat, dan *slider*-nya. Bantalan kaki menggunakan material *rubber* atau karet agar alat tidak *slip* saat digunakan. Untuk dimensi rancangan desain usulan produksi komponen *load sensing 20* selengkapnya dapat di lihat di *link* berikut:

<https://docs.google.com/document/d/1AmC99VN3I5IkQkoLHda1bWKGiMHKeCwR/edit?usp=sharing&ouid=111395272491652383641&rtpof=true&sd=true>

4. Simpulan

1. Berdasarkan hasil perhitungan waktu baku pada proses produksi komponen *load sensing 20*, maka didapatkan total waktu baku pada proses produksi komponen *load sensing 20* di PT. Bimuda Karya Teknik adalah sebesar 230,82 detik pada proses *blank* dan 909,52 detik pada proses *bending & piercing*.
2. Pembuatan Peta Tangan Kanan dan Tangan Kiri dilakukan untuk memberikan gambaran mengenai waktu yang dibutuhkan untuk setiap elemen kerja yang terjadi pada proses produksi komponen *load sensing 20* di proses *blank* dan proses *bending & piercing*. Didapatkan waktu siklus untuk setiap proses sebelum usulan adalah sebesar 128,15 detik dan 468,70 detik.
3. Pada proses identifikasi *waste* berdasarkan peta tangan kanan dan tangan kiri pada proses produksi komponen *load sensing 20* didapatkan aktivitas yang di nilai sebagai pemborosan dengan jenis pemborosan *motion waste* pada proses *blank* dan proses *bending & piercing* pada elemen kerja mengarahkan bahan *part* proses *blank* ke *dies*, mengambil bahan baku proses *bending & piercing*, mengambil *part* hasil proses *bending & piercing* dan membawa box ke box *storage*.
4. Perbaikan yang diusulkan adalah perancangan desain usulan perbaikan untuk mengurangi *motion waste* yang sudah diidentifikasi menggunakan peta tangan kanan dan tangan kiri pada proses produksi komponen *load sensing 20* di proses *blank* dan proses *bending & piercing*. Terdapat 3 desain usulan perbaikan, yaitu desain usulan alat bantu produksi pada proses *blank* yang merupakan alat yang membantu menyanggah plat (bahan baku) sehingga dapat mengurangi waktu dan tenaga operator dalam proses produksinya. Alat bantu ini di desain menggunakan material *stainless steel* sebagai rangka, sanggahan dan kaki alat. Untuk bantalan kaki menggunakan material *rubber* atau karet agar alat tidak *slip* saat digunakan. Selanjutnya terdapat desain usulan alat bantu produksi pada proses *bending & piercing* yang merupakan alat yang membantu operator untuk memindahkan *part* final ke box *storage* sehingga dapat mengurangi waktu dalam proses produksinya. Alat bantu ini juga di desain menggunakan material *stainless steel* sebagai rangka, *slider*, dan kaki alat. Untuk bantalan kaki juga menggunakan material *rubber* atau karet. Kemudian yang terakhir terdapat desain usulan berupa box-box untuk membantu operator mengambil bahan baku sehingga dapat mengurangi waktu dalam proses produksinya. Alat ini juga di desain menggunakan material *stainless steel*.
5. Desain usulan perbaikan pada proses produksi komponen *load sensing 20* di desain untuk mengurangi waktu produksi dengan mengurangi gerakan-gerakan yang tidak perlu berdasarkan peta tangan kanan dan tangan kiri dan didapatkan pengurangan waktu siklus untuk proses *blank* dan proses *bending & piercing* sebesar 50,74 detik dan 44,82 detik.

Daftar Pustaka

- Djunaidi, M., & Sandora, R. (2017). Implementasi Lean Manufacturing Guna Meningkatkan Efisiensi pada Divisi Manufacturing Departemen Mold di PT Manufaktur Mold. *Conference on Design and Manufacture Its Application*, 407-413.
- Munandar, A., & Permana, D. S. (2019). Analisis Waste Produksi Celana dengan Metode Lean Six Sigma pada Area Sewing Line 5 di PT XYZ. *Rekayasa Industri dan Mesin (ReTIMS)*, 1(2), 89-95.
- Purnomo, H. (2003). *Pengantar Teknik*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Rachman, T. (2013). Penggunaan Metode *Work Sampling* Untuk Menghitung Waktu Baku Dan Kapasitas Produksi Karungan *Soap Chip* Di PT. SA. *Jurnal Inovisi*, 9(1), 48-60.
- Sutalaksana, I.Z. (2006). *Teknik Tata Cara Kerja*. Laboratorium Tata Cara Kerja & Ergonomi. Bandung: Departemen Teknik Industri ITB.
- Sirine, H., Kurniawati, E. P. E. (2017). Pengendalian Kualitas Menggunakan Metode Six Sigma (Studi Kasus pada PT Diras Concept Sukoharjo),” *AJIE- Asian J. Innov. Entrep.*, 2(3), 2477-3824.
- Widagdo, G. U. (2018). Analisis Perhitungan Waktu Baku Dengan Menggunakan Metode Jam Henti Pada Produk *Pulley* Di Cv. Putra Mandiri Jakarta. *Jurnal PASTI Volume XII No, 1*, 119-136.