

USULAN PERBAIKAN UNTUK MEMINIMASI WASTE PADA PRODUK STEEL STRUCTURE DENGAN METODE LEAN SIX SIGMA

M. J. Shofa¹, A. Syarifudin², S. Cahyadi³

^{1,3}*Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Serang Raya
Jl. Serang-Cilegon Km. 5 (Taman Dranggong), Banten, Indonesia*

²*Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Banten Jaya
Jl. Ciwaru Raya II No. 73, Kel. Cipare, Kec. Serang, Kota Serang 42117*

m.j.shofa@gmail.com¹; achmadsyarifudin@unbaja.ac.id²

ABSTRACT

Most of various industries face serious problems in the form of waste in every business process. This problem was also experienced in the process of making steel structure products. The method used in this study is Lean Six Sigma (LSS) with define, measure, analyse and control (DMAIC) methodology. The purpose of this study is to improve the steel structure process. This study found that the waste types of the steel structure production process are, transportation, waiting, and defect with the highest level. The Sigma level for the defect is at 3.48 Sigma and it needed an improvement by prioritizing porosity problems. The root causes of porosity are contaminated material, poorly controlled electrodes, low amperage and high gas settings, a humid environment and also the presence of wind. Finally, the proposed improvements are correcting the setting standards, conditioning material, checking the electrode, amperes, and gas before welding, and the adjusting welding place to the standard.

Keywords: *Lean Six Sigma, Repair, Steel Structure, Waste*

ABSTRAK

Berbagai industri di dunia menghadapi masalah yang serius berupa pemborosan pada setiap bisnis prosesnya. Masalah tersebut juga dialami pada proses pembuatan produk steel structure. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Lean Six Sigma (LSS) dengan metodologi define, measure, analyse dan control untuk melakukan perbaikan proses. Berdasarkan analisi yang dilakukan dihasilkan bahwa proses produksi steel structure ditemukan waste berupa defect, waiting, dan transportation dengan pemborosan tertinggi pada defect. Sigma level untuk defect tersebut berada pada 3,48 Sigma dan perlu perbaikan yang diprioritaskan pada masalah porosity. Akar penyebab dari porosity yaitu material terkontaminasi, elektroda lembab kurang pengontrolan, setting ampere rendah dan gas tinggi, dan lingkungan yang lembab serta adanya angin. Adapun usulan perbaikan yang dilakukan berdasarkan akar penyebab yang terjadi adalah pembuatan standar setting yang tepat, pengkondisian material, pengecekan elektroda, ampere, dan gas sebelum melakukan welding, dan tempat welding disesuaikan dengan standar.

Kata Kunci: *Lean Six Sigma, Perbaikan, Steel Structure, Waste*

1. PENDAHULUAN

Berbagai industri dunia saat ini sedang bergerak pada proses yang efektif dan efisien. Proses yang efektif dan efisien tidak bisa dihindarkan dari proses yang ramping (*lean*). Berbagai upaya dilakukan untuk menjadikan bisnis proses menjadi *lean* sehingga memberikan dampak yang signifikan terhadap perkembangan perusahaan. *Lean* diartikan sebagai proses yang menghindari pemborosan (*waste*) berupa *over production* (produksi yang berlebihan), *transportation* (angkutan material/orang), *unnecessary inventories* (persediaan yang tidak dibutuhkan), *inappropriate processes* (proses yang tidak efisien), *dellays/waiting time* (keterlambatan atau waktu tunggu), *excess motion* (pergerakan), dan *defect* (produk cacat) yang dikenal dengan *seven waste* (Gazpers, 2011; Vinodh *et al.*, 2011).

Sebagai respon dalam menerapkan konsep *lean*, pada perkembangannya industri manufaktur mengadopsi konsep integrasi dari *lean manufacturing* atau *lean production* dan *Six Sigma*. *Lean manufacturing* digunakan untuk melakukan perbaikan pada proses produksi dengan mengurangi pemborosan, sedangkan *Six Sigma* digunakan sebagai kerangka dalam perbaikan kualitas (Chugani *et al.*, 2017). Hasil dari integrasi ini menurut Shah *et al.* (2008), integrasi memberikan dampak dan hasil positif sehingga dapat dikatakan sebagai skema yang saling melengkapi. Integrasi tersebut dikenal dengan metode *Lean Six Sigma* (LSS).

Metode LSS menjadi salah satu metode populer dalam beberapa tahun terakhir. Metode ini menjadi strategi bisnis perusahaan yang banyak digunakan dalam melakukan perbaikan berkelanjutan (Albliwi *et al.*, 2015). Oleh karena itu, berbagai penelitian sudah menggunakan metode ini, seperti salah satunya pada produk bangunan yang dilakukan oleh Corbett (2011). Corbett (2011) menjelaskan bahwa penggunaan LSS mampu meningkatkan keuntungan finansial dengan cara mengurangi biaya dan waktu siklus.

Salah satu bagian dari produk bangunan adalah *steel structure*, di mana dari observasi ditemukan beberapa pemborosan seperti *transportation*, *waiting* dan *defect*. Dengan demikian, penelitian ini menganalisis bagaimana usulan perbaikan untuk mengurangi pemborosan pada produksi *steel structure* yang dilakukan dengan menggunakan metode *Lean Six Sigma*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Lean Six Sigma* (LSS)

LSS merupakan integrasi dari dua metode perbaikan *lean* dan *Six Sigma*, dimana keduanya saling melengkapi. Metode *lean* mampu mempercepat hasil *Six Sigma* dan memberikan hasil yang lebih besar dibandingkan hanya menggunakan salah satu metode tersebut (Cabrita *et al.*, 2015). Pepper dan Spedding (2010) memberikan penjelasan bahwa *lean* merupakan strategi dan struktur yang diperlukan untuk perbaikan, sedangkan *Six Sigma* adalah alat yang dapat digunakan untuk meningkatkan perbaikan lebih optimal.

Metode LSS mampu memberikan berbagai keuntungan bagi organisasi perusahaan yang menerapkan metode ini. Metode *Lean* memberikan manfaat proses yang lebih cepat, efisien, dan kepuasan, sedangkan *Six Sigma* memberikan manfaat berupa pengurangan produk cacat, peningkatan pendapatan dan kepuasan konsumen. Dengan demikian metode integrasi LSS mampu menciptakan suatu produk dan jasa menjadi lebih cepat dan efisien baik dari sisi biaya maupun kualitas (Cabrita *et al.*, 2015).

Metode LSS berorientasi pada konsep *lean* sebagai metode yang digunakan dalam pengurangan pemborosan (*waste*), dan metodologi yang digunakan adalah *Six Sigma* di mana menerapkan enam tahapan yang dikenal dengan *define, measure, analyse, improve, control* (DMAIC) model.

2.2 Metodologi DMAIC

a. Define

Define adalah penetapan sasaran dari aktivitas peningkatan kualitas *Six Sigma*. Langkah ini untuk mendefinisikan rencana-rencana tindakan yang harus dilakukan untuk melaksanakan peningkatan dari setiap tahap proses bisnis kunci (Gaspersz, 2005). Pada tahapan ini alat yang digunakan dapat berupa *big picture map*.

b. Measure

Measure merupakan langkah kedua dalam metodologi *Six Sigma*. Dasar yang digunakan berasal dari data aktual. Gasperz (2002) Terdapat hal pokok yang harus dilakukan, yaitu *critical to quality* (CTQ) dan perhitungan level *sigma*. Untuk level *sigma* berdasarkan pada *defect per million opportunities* (DPMO) dapat dilihat pada Tabel 1.

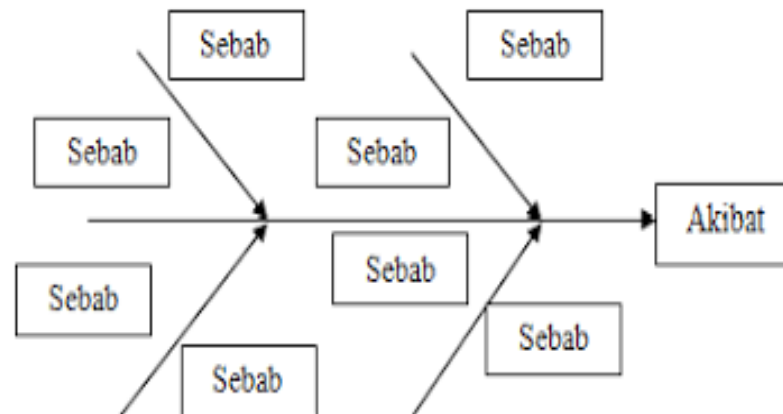
$$DPMO = \frac{\text{jumlah cacat}}{\text{banyak sampel} \times \text{CTQ}} \times 1000000 \dots\dots\dots (1.1)$$

Tabel 1. *Defect per Million Opportunities* (DPMO) dan *Sigma Level* (Behara et al. 1995)

<i>Deffect Per Million Opportunities (DPMO)</i>	<i>Sigma Level</i>
66,810	3.0
22,750	3.5
6,210	4.0
1,350	4.5
233	5.0
32	5.5
3.4	6.0

c. Analyse

Tahapan ini digunakan sebagai tahapan penentuan masalah yang dihadapi yang akan dilakukan rencana perbaikan pada tahapan selanjutnya. Alat analisis yang dapat dipakai pada tahapan ini adalah *Fishbone Diagram (Cause-Effect Diagram)*. *Cause-Effect Diagram* adalah diagram yang menunjukkan kumpulan dari sekelompok sebab-sebab (yang disebut sebagai faktor) serta akibat yang timbul (yang disebut sebagai karakteristik mutu) yaitu masalah yang dihadapi. *Cause-Effect Diagram* ini digunakan untuk menyelidiki akibat-akibat yang buruk dari suatu masalah untuk dicari solusinya atau akibat-akibat yang baik untuk dipelajari penyebab-penyebabnya. Untuk setiap akibat, bisa terdiri dari banyak penyebab sebagaimana pada Gambar 1.



Gambar 1. Cause-effect diagram

d. Improve

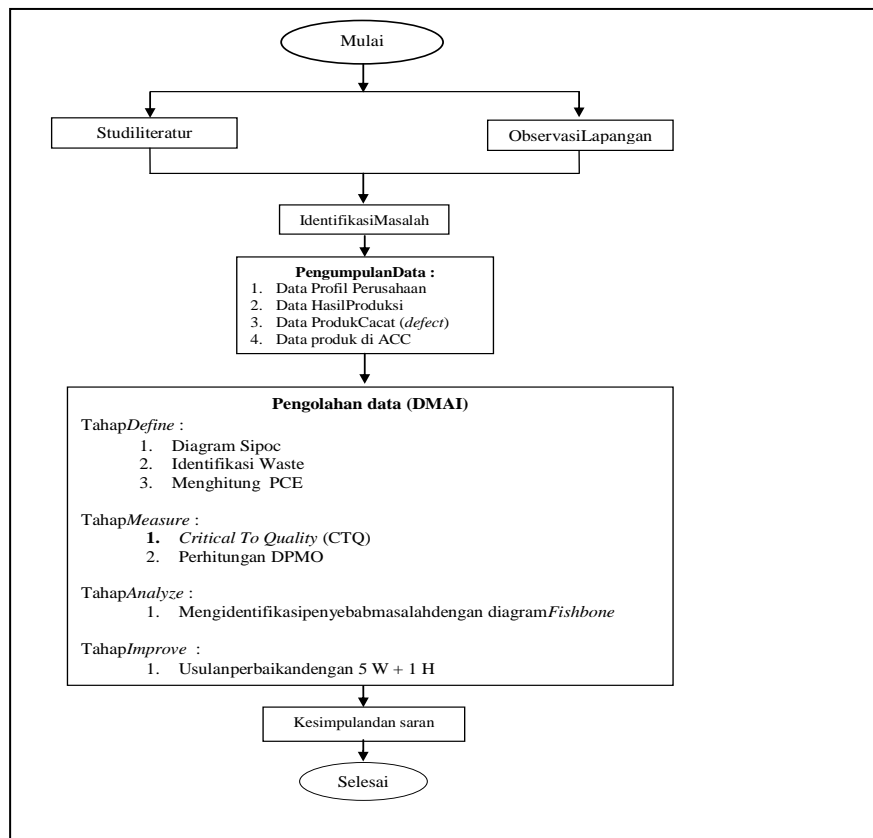
Fase ini dilakukan setelah sumber-sumber dan akar penyebab dari masalah kualitas teridentifikasi (Gaspersz 2002). Langkah ini juga merupakan usulan perbaikan yang dapat dilakukan untuk memperbaiki masalah yang didapatkan dari tahapan sebelumnya.

e. Control

Fase ini adalah tahap terpanjang dari siklus DMAIC, yang membutuhkan tingkat komitmen dan keterlibatan yang besar oleh tim yang bertanggung jawab untuk proyek dan pekerja. Pada tahap ini, penerapan langkah-langkah kontrol mengenai diperlukan parameter baru dari proses tersebut, memastikan hal itu mereka terus dipraktekkan. Dengan demikian, pemantauan terus menerus proses diperlukan, dengan fokus pada pengamatan kinerja parameter baru aliran produksi.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metodologi *Six Sigma* yaitu DMAIC. Namun penelitian ini hanya sebatas pada tahapan *improve*. Sedangkan alur penelitian sebagaimana pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

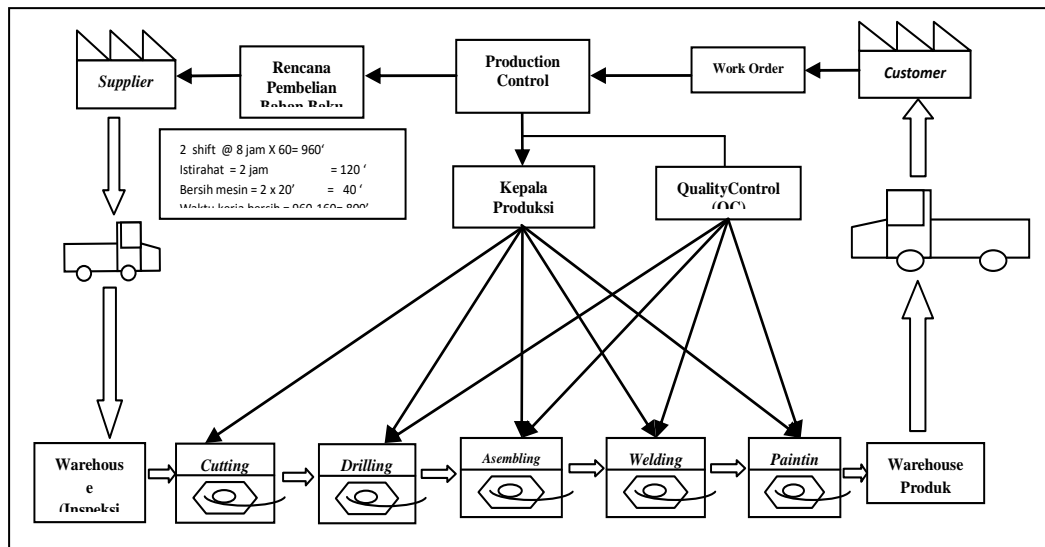
Berdasarkan pada metodologi DMAIC, didapatkan hasil sebagaimana langkah berikut:

a. Define

Fase ini dilakukan dengan cara mengidentifikasi *seven waste* dari proses produksi *steel structure*. Identifikasi tersebut dengan terlebih dahulu mengubah *seven waste* ke dalam satuan yang sama, sehingga lebih memudahkan dalam analisis selanjutnya. Beberapa tahapan dari proses produksi *steel structure* dan waktu yang diperlukan dapat dilihat pada Gambar 3. Sedangkan identifikasi *waste* atau *Non Value added (NVA)* dan *Value added (VA)* proses produksi *steel structure* dapat dilihat pada Tabel 2. Adapun penjelasan dari *seven waste* yang diidentifikasi dari proses tersebut adalah sebagai berikut :

- 1) *transportation* dapat dilihat dari jarak setiap aktivitas berdekatan sehingga hanya terjadi pada pengangkutan bahan baku dan material dari gudang ke mesin *cutting*. Pengangkutan ini menghabiskan waktu 57 menit dengan pemborosan waktu sebesar 27 menit dalam sebulan.
- 2) *waiting*, terjadi pada saat produksi pertama sampai akhir, hal tersebut disebabkan proses kerja dibuat serial antara satu pekerjaan dengan pekerjaan lainnya saling tergantung satu sama lain. Pemborosan ini diidentifikasi sebesar 583 menit dalam sebulan.
- 3) *motion*, hasil identifikasi dan pengamatan langsung yang dilakukan dapat diketahui bahwa *motion* tidak terjadi dikarenakan untuk tata letak peralatan seperti mesin produksi, bahan, dan alat-alat telah sesuai dengan prosedur perusahaan. Sehingga *motion* tidak diteliti lebih lanjut.

- 4) *overproduction*, tidak ada kelebihan produksi dikarenakan pekerjaan berdasarkan pesanan (*make to order*) apabila ada pemesanan produk baru akan dibuat.
- 5) *processing*, pekerjaan dalam proses produksi *steel structure* dilakukan dengan menggunakan mesin maupun alat-alat bantu lain yang sesuai dengan *standard operating procedure* (SOP) perusahaan.
- 6) *Inventory*, jenis *waste* ini tidak terjadi dikarenakan pekerjaan berdasarkan pesanan.
- 7) *Defect*. Jenis *waste* ini terjadi karena adanya produk cacat, pada saat inspeksi pengelasan, yang diantaranya adalah terjadi seperti *porosity*, *undercut*, dan *spatter*. Jumlah *waste* ini sebesar 780 menit dalam sebulan.



Berdasarkan identifikasi *seven waste* tersebut, maka penelitian ini akan fokus pada perbaikan *defect*. Oleh sebab itu perlu adanya penelitian lebih lanjut terhadap ketiga macam *defect* tersebut.

Tabel 2. Hasil Identifikasi Aktivitas VA dan NVA pada Produksi *Steel Structure*

No	Aktivitas	Jml Operator	Waktu (Menit) dalam satu bulan	
			VA	NVA
1	<i>Material Inspection</i>	1	155	-
2	<i>Transportation</i>	-	30	27
3	<i>Cutting</i>	2	975	-
4	<i>Waiting</i>	-	-	583
6	<i>Drilling</i>	2	825	-
8	<i>Assembling</i>	2	950	-
9	<i>Welding</i>	2	835	-

No	Aktivitas	Jml Operator	Waktu (Menit) dalam satu bulan	
			VA	NVA
10	<i>Visual Inspection</i>	-	165	-
11	<i>Defect</i>	-	-	780
13	<i>Painting&Packing</i>	2	875	-
Jumlah			4,810	1690

b. Measure

Setelah fokus pada *defect*, langkah selanjutnya adalah melakukan pengukuran apakah *defect permillion opportunities* (DPMO) untuk menentukan level *sigma* (Tabel 3)

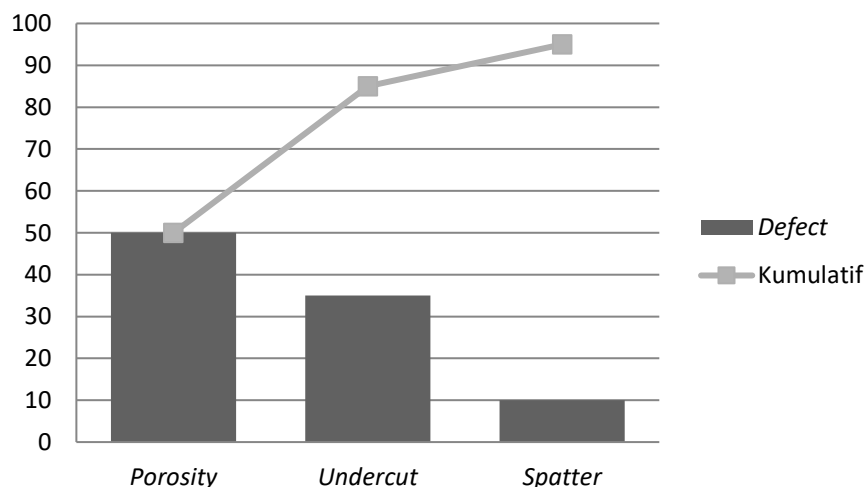
Tabel 3. Perhitungan DPMO dan Sigma Produksi September 2018

Jumlah Produksi (Ton)	Jumlah Defect	Defect			CTQ	DPMO	Sigma
		Porosity	Undercut	Spatter			
1350	95	50	35	10	3	23456,79	3,48

$$DPMO = (95 / (1350 \times 3)) \times 1,000,000 = 23456,79$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, dapat diketahui bahwa nilai DPMO untuk produksi *Steel Structure* yaitu sebesar 25.232,40 dengan level sigma sebesar 3,48 nilai tersebut masih perlu ditingkatkan. Perbaikan selanjutnya akan dilakukan prioritas sebagaimana pada diagram pareto (Gambar 4), maka prioritas yang akan diselesaikan terlebih dahulu adalah *defect of porosity*.

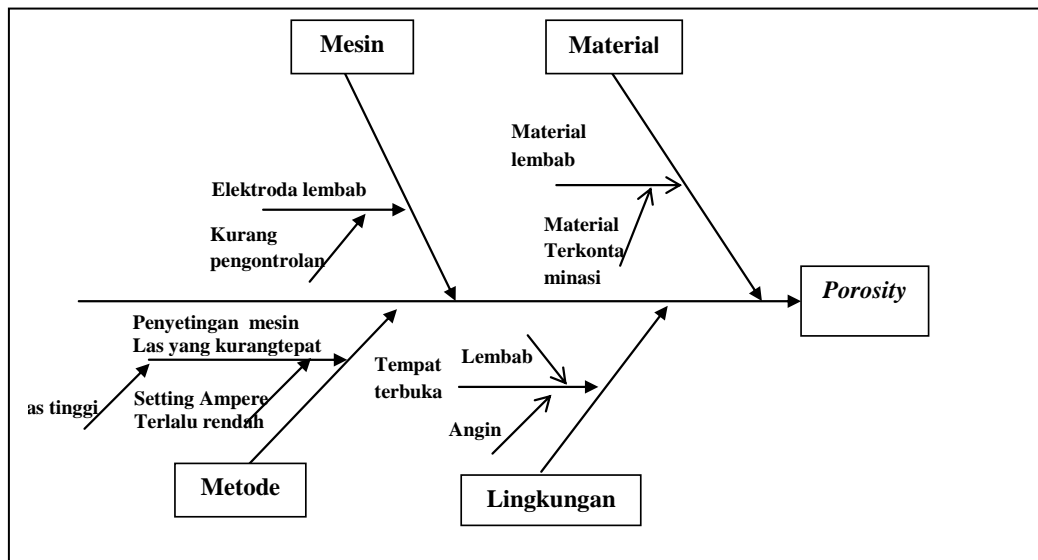
Diagram Pareto Defect dari Produk Steel Structure



Gambar 4. Diagram Pareto Defect dari Produk Steel Structure

c. Analyse

Pada tahap analisis dapat diketahui faktor penyebab terjadinya cacat pada pengelasan *Porosity* sebagaimana pada gambar. Setelah dilakukan diskusi dengan *welding engineer* diperoleh bahwa faktor penyebab *porosity* adalah material terkontaminasi, elektroda kurang pengontrolan, metode *setting ampere* terlalu rendah dan *setting gas* yang tinggi, serta lingkungan yang kotor dan lembab (Gambar 5).



Gambar 5. Fishbone Diagram (Diagram Sebab Akibat)

d. Improve

Berdasarkan pada hasil dari *fishbone diagram* diperoleh akar penyebab dari *porosity*. Untuk perbaikan menggunakan konsep 5W+1H, dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Usulan Perbaikan *Porosity* dengan 5W+1 H

No	Konsep 5W + 1 H	Usulan Perbaikan
1.	<i>What</i> (apa)	Porosity
2.	<i>Why</i> (mengapa)	a. <i>Setting ampere</i> rendah dan gas tinggi b. Material terkontaminasi c. Elektroda lembab kurang pengontrolan d. Lingkungan yang lembab dan adanya angin
3.	<i>Where</i> (dimana)	Pada proses <i>welding</i>
4.	<i>Who</i> (siapa)	<i>Welding Engineer, Operator</i>
5.	<i>When</i> (kapan)	Sebelum dan saat proses <i>Welding</i>

Tabel 4. Usulan Perbaikan *Porosity* dengan 5W+1 H (lanjutan)

No	Konsep 5W + 1 H	Usulan Perbaikan
6.	<i>How</i> (bagaimana)	a. Pembuatan standar <i>setting</i> yang tepat b. Pengkondisian material c. Pengecekan elektroda, <i>ampere</i> , dan gas sebelum melakukan <i>welding</i> d. Tempat <i>welding</i> disesuaikan dengan standar

5. KESIMPULAN

Berdasarkan pada masalah dan pembahasan yang sudah dijelaskan, dapat dibuat kesimpulan bahwa dalam proses produksi *steel structure* ditemukan *waste* berupa *defect*, *waiting*, dan *transportation* dengan pemborosan tertinggi pada *defect*. *Sigma level* untuk *defect* tersebut berada pada 3,48 *Sigma* dan perlu perbaikan yang diprioritaskan pada masalah *porosity*. Adapun usulan perbaikan yang dilakukan berdasarkan akar penyebab yang terjadi adalah adalah pembuatan standar *setting* yang tepat, pengkondisian material, pengecekan elektroda, *ampere*, dan gas sebelum melakukan *welding*, dan tempat *welding* disesuaikan dengan standar.

DAFTAR PUSTAKA

- Albliwi, S. A., Antony, J., & Lim, S. A. Halim. (2015). *A Systematic Review of Lean Six Sigma for the Manufacturing Industry*. *Business Process Management Journal*, 21(3), 665–691.
- Behara, R. S., Fontenot, G. F., & Gresham, A. (1995). *Customer Satisfaction Measurement and Analysis using Six Sigma*. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 12(3), 9–18.
- Cabrita, M. do R., Domingues, J. P., & Requeijo, J. (2015). *Application of Lean Six-Sigma Methodology to Reducing Production Costs: Case Study of a Portuguese Bolts Manufacturer*. *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 11(4), 222–230.
- Chugani, N., Kumar, V., Garza-Reyes, J. A., Rocha-Lona, L., & Upadhyay, A. (2017). *Investigating the Green Impact of Lean, Six Sigma and Lean Six Sigma*. *International Journal of Lean Six Sigma*, 8(1), 7–32.
- Corbett, L.M. (2011). *Lean Six Sigma: The Contribution to Business Excellence*. *International Journal of Lean Six Sigma*, Vol. 2 No. 2, 118-131.
- Gaspersz, Vincent. (2002). *Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi dengan ISO 9001 : 2000, MBANQA & HACCP*. Jakarta. PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, Vincent. (2005). *Total Quality Management*. Jakarta. PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, Vincent, & Fontana, Avanti. (2011). *Lean Six sigma for Manufacturing and Service Industries*. Bogor. Vinchristo Publication.

Pepper, M. P. J., & Spedding, T. A. (2010). *The Evolution of Lean Six Sigma*. International Journal of Quality and Reliability Management, 27(2), 138–155.

Shah, R., Chandrasekaran, A., & Linderman, K. (2008). *In Pursuit of Implementation Patterns: The Context of Lean and Six Sigma*. International Journal of Production Research, 46(23), 6679-6699.

Vinodh, S., Gautham, S.G. and Ramiya, A. (2011). *Implementing Lean Sigma Framework in An Indian Automotive Valves Manufacturing Organisation: A Case Study*. Production Planning & Control, Vol. 22 No. 7, 708-722.