
OPTIMASI LINI PRODUKSI DENGAN VALUE STREAM MAPPING DAN VALUE STREAM ANALYSIS TOOLS

Yosua Caesar Fernando¹ dan Sunday Noya²

Abstract: Meminimalkan pemborosan dalam proses produksi adalah salah satu tujuan dari suatu perusahaan. Lean adalah metode yang dapat meminimalkan pemborosan dalam proses produksi. Dalam penelitian ini, metode yang digunakan untuk meminimalkan limbah di PT. Bonindo Abadi adalah *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT) dan *Value Stream Mapping* (VSM). VSM digunakan untuk melihat kondisi peta keadaan pada perusahaan. Pengurangan pemborosan dilakukan dengan menggunakan salah satu alat dari VALSAT yaitu *Process Activity Mapping* (PAM). Jumlah *non value added* (NVA) yang ditemukan dalam proses produksi PT. X adalah 90,17% diikuti oleh *necessary but non value added* (NNVA) dengan jumlah 9,79% dan *value added* (VA) sebesar 0,04%. Usulan perbaikan yang diberikan adalah dengan mengurangi jumlah waktu aktivitas NVA atau menghilangkannya.

Keywords: lean manufacturing, value stream mapping, value stream analysis tools, pemborosan.

PENDAHULUAN

Value atau nilai tambah pada suatu produk menjadi sangat penting bagi perusahaan atau industri agar produk yang dihasilkan dapat bersaing dengan kompetitor. Memberikan nilai tambah pada produk dapat dilakukan dengan mendesain proses produksi yang lebih efektif dan efisien. Salah satu caranya adalah dengan meminimalkan atau menghilangkan *waste* atau pemborosan pada proses produksi. Apabila hal tersebut dapat dicapai maka perusahaan dapat memenuhi *value* yang diinginkan oleh konsumen dengan sumber daya yang minimal.

Pencapaian untuk meminimalkan pemborosan dapat dilakukan dengan melakukan pendekatan *lean manufacturing*. *Lean manufacturing* merupakan konsep yang dapat mendesain proses produksi menjadi lebih baik, lebih cepat, dan lebih murah dengan ruang yang minim, inventori yang kecil, *labor hour* yang kecil, dan menghindari pemborosan (Womack dkk, 1991). Pemborosan atau *waste* dalam *lean manufacturing* dibagi menjadi 7 (*seven wastes*) yaitu *overproduction*, *wait time waste*, *transportation*, *overprocessing*, *inventory*, *motion*, dan *defects/rejects*.

PT. X merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak dalam bidang produksi sumpit, kertas budaya, dan eksportir batu alam. Terdapat empat belas stasiun kerja yang terdapat pada bagian produksi sumpit PT. X yaitu gergaji, pembantu gergaji, cetak sumpit, pembantu cetak sumpit, kolam *talc*, oven, angkut hasil oven, poles, sortir, serut, sortir manual atas, sortir manual bawah, *packing*, dan *shipping*. Dari empat belas stasiun kerja tersebut terdapat *bottleneck* pada hampir setiap bagian,

¹ Jurusan Teknik Industri, Fakultas Sains and Technology, Universitas Ma Chung
Jalan Villa Puncak Tidar N-01, Malang 65151, Jawa Timur, Indonesia
E-mail : 411010027@student.machung.ac.id

² Jurusan Teknik Industri, Fakultas Sains and Technology, Universitas Ma Chung
Jalan Villa Puncak Tidar N-01, Malang 65151, Jawa Timur, Indonesia
E-mail : sunday.alexander@machung.ac.id

hal tersebut mengakibatkan produktivitas tidak maksimal. Selain itu banyak terdapat sumpit cacat yang tidak dihilangkan hingga proses terakhir. Hal tersebut dapat mengakibatkan terbuangnya energi serta waktu.

Bottleneck yang terjadi dapat mengakibatkan kurangnya produktifitas dari perusahaan. Dampak dari *bottleneck* tersebut adalah produk sumpit tidak langsung dikerjakan oleh pekerja pada hari itu juga, sehingga sumpit tersebut beresiko mengalami penjamuran atau terjadi perubahan warna. Selain itu pemborosandapat melampaui waktu standar yang seharusnya. Untuk menghilangkan pemborosan tersebut perusahaan dapat menggunakan metode lean.

Salah satu alat atau *tools* yang dapat digunakan untuk menerapkan *lean* adalah *Value Stream Mapping* (VSM). VSM merupakan metode yang menggambarkan seluruh proses yang ada pada suatu perusahaan (Rother & Shook, 1998). Gambaran seluruh proses tersebut tergambar dengan symbol-simbol tertentu pada selembar kertas. Proses produksi yang dimaksud adalah dari bahan baku hingga produk berada pada tangan konsumen. Tujuan dari VSM adalah mengidentifikasi proses produksi agar material dan informasi dapat berjalan tanpa adanya gangguan, meningkatkan produktivitas dan daya saing, serta membantu dalam mengimplementasikan sistem (Womack dkk, 1991). Oleh karena itu VSM membantu dalam menemukan *waste* yang ada dalam proses produksi.

Fungsi utama dari VALSAT adalah sebagai metode yang membantu menemukan penyebab pemborosan pada proses produksi (Hines & Rich, 1997). Metode ini sendiri memiliki tujuh alat untuk dapat menemukan penyebab pemborosan tersebut yaitu *process activity mapping*, *supply chain response matrix*, *production variety funnel*, *quality filter mapping*, *demand amplification mapping*, dan *decision point analysis*. Berikut ini adalah penjelasan dari masing-masing alat yang dimiliki oleh VALSAT.

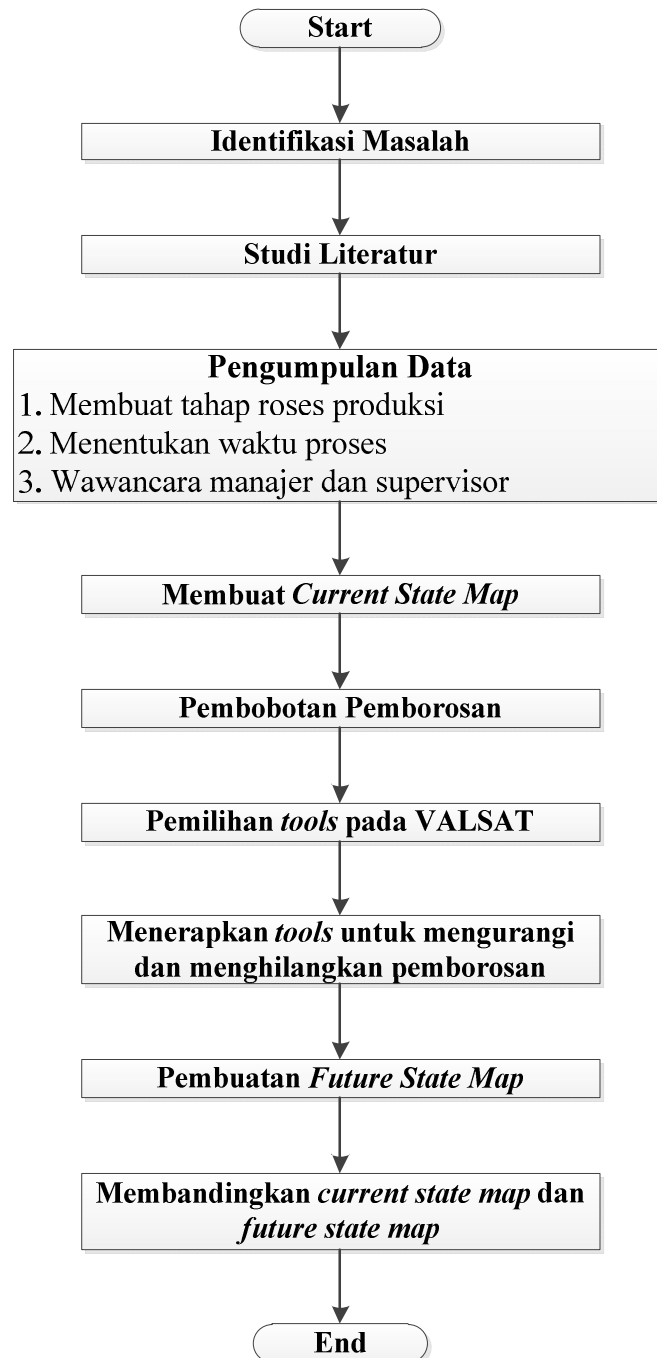
METODE PENELITIAN

Gambar 1 memperlihatkan diagram alir dari penelitian yang dilakukan. Diagram ini berisikan langkah-langkah dalam melakukan penelitian.

Identifikasi awal yang didapatkan adalah proses produksi masih menimbulkan pemborosan yang cukup banyak sehingga banyak produk *work in process* (WIP) mengalami *bottleneck* di beberapa stasiun kerja. Studi literatur dilakukan untuk menelaah teori-teori yang dapat digunakan untuk mengkaji permasalahan. Beberapa teori-teori yang digunakan adalah *seven waste*, *lean manufacturing*, dan *value stream analysis tools*. Pengumpulan data dilakukan dengan beberapa cara.

Observasi yang dilakukan terdiri dari tiga macam yaitu observasi secara langsung pada rantai produksi dengan melihat proses produksi, cara kerja operator, prosedur kerja, kondisi lingkungan, dan *layout* rantai produksi. Kedua wawancara pada beberapa pekerja pada rantai produksi. Wawancara dilakukan pada supervisor, dan manajer produksi. Ketiga melakukan dokumentasi terhadap proses produksi dan data-data yang diperlukan. Data-data dapat berupa foto, data produksi, dan waktu proses. Dan yang terakhir adalah melakukan studi dokumenter untuk melihat data terdahulu oleh perusahaan dan data penelitian terdahulu.

Pada tahap pembuatan *current state map* dilakukan observasi secara langsung dan dilakukan wawancara pada operator, pekerja, supervisor, dan manajer produksi. Pembobotan pemborosan dilakukan untuk menentukan alat yang akan digunakan pada VALSAT. Setelah melewati tahapan seleksi *tool* VALSAT, didapatkan alat yang digunakan pada penelitian ini.



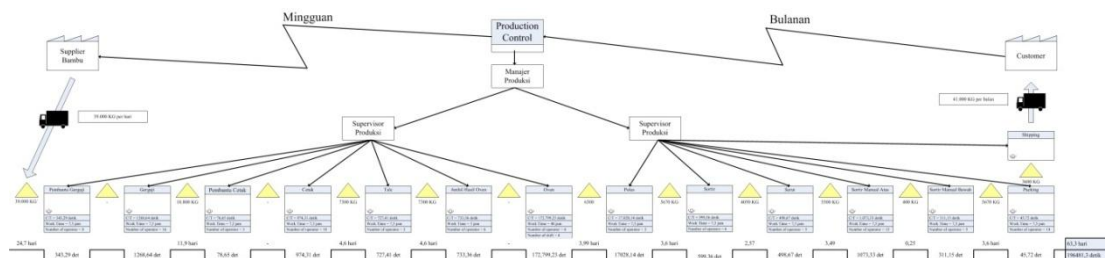
Gambar 1. Alur penelitian

Future state map didapatkan dari hasil pengurangan pemborosan pada *current state map*. Namun pemetaan *future state* tetap mengacu pada pemetaan awal atau *current state*. Apabila *future state map* telah didapatkan, tahap selanjutnya adalah melakukan perbandingan terhadap pemetaan tersebut dengan pemetaan awal. Pada tahap ini dapat dilihat perubahan apa saja yang telah terjadi setelah dilakukan penghilangan pemborosan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran waktu normal penelitian ini menggunakan metode *continuous time study*. Pengukuran dilakukan dengan melakukan *elemental breakdown* pada setiap bagian produksi sehingga didapatkan aktivitas-aktivitas. Pengukuran waktu dilakukan pada aktivitas-aktivitas tersebut. Jumlah waktu yang diukur hanya sepuluh sampel dan tidak dilakukan uji kecukupan data. Hal tersebut karena lamanya waktu pada sebagian besar aktivitas dan juga banyaknya aktivitas yang ada.

Setelah didapatkan waktu normal, tahap selanjutnya adalah membuat peta awal. Peta awal merupakan peta kondisi perusahaan sebelum dilakukan perbaikan. Data-data yang tercantum dalam peta awal adalah *cycle time*, jumlah penyimpanan produk WIP pada setiap bagian, jumlah order konsumen, jumlah order supplier, *lead time*, jumlah operator, dan alur informasi. Berikut adalah gambar dari peta kondisi saat ini.



Gambar 2. Peta Awal

Berdasarkan gambar 1, dapat dilihat *lead time* proses produksi sebesar 63,3 hari dan *value added time* sebesar 196481,3 detik.

Tabel 1. Bobot rata-rata pada masing-masing pemborosan

Bagian	Seven Waste						
	Over-production	Wait time	Transportation	Processing	Inventory	Motion	Defect
Pembantu Gergaji	0	2	3	4	0	6	0
Gergaji	3	1	0	4	0	4	2
Pembantu Cetak Sumpit	0	0	0	0	0	0	0
Cetak Sumpit	0	0	0	3	2	2	6
Talc	0	0	1	2	0	1	0
Ambil Hasil Oven	0	0	6	0	0	6	0
Oven	0	4	0	2	0	0	0
Poles	0	5	1	0	0	0	2
Sortir	0	0	0	4	1	0	4
Serut	0	1	4	0	2	2	0
Sortir Manual Atas	0	0	6	0	1	0	0
Sortir Manual Bawah	0	2	2	0	0	0	0
Packing	0	1	0	7	0	0	6
Rata-rata	0,23	1,23	1,77	2,00	0,46	1,62	1,54

Setelah peta dibuat, dilakukan analisa pemborosan dengan menggunakan alat pada VALSAT. Tahap pertama yang dilakukan adalah menghitung bobot dari masing-masing pemborosan berdasarkan *seven waste*. Tabel 1 menunjukkan bobot rata-rata dari masing-masing *seven waste*.

Hasil presentase rata-rata jumlah bobot pemborosan menunjukkan bahwa pemborosan terbesar yaitu proses sebesar 23% dan kedua adalah transportasi sebesar 20%. Pada bagian proses skor tertinggi terletak pada *packing* sebesar 7 poin. Pada bagian tersebut operator sering melakukan kesalahan dalam menggunakan mesin sehingga plastik pembungkus sering tersangkut mesin dan plastik tidak dapat digunakan. Selain itu dampak dari plastik yang tersangkut.

Tabel 2. Penentuan penggunaan *tool*

Pemborosan	Bobot	VALSATtools						
		1	2	3	4	5	6	7
<i>Over-production</i>	0,23	0,23	0,69	-	0,23	0,69	0,69	-
<i>Wait Time</i>	1,23	11,07	11,07	1,23	-	3,69	3,69	-
<i>Transportation</i>	1,77	15,93	-	-	-	-	-	1,77
<i>Processing</i>	2,00	18,00	-	6,00	2,00	-	2,00	-
<i>Inventory</i>	0,46	1,38	4,14	1,38	-	4,14	1,38	0,46
<i>Motion</i>	1,62	14,58	1,62	-	-	-	-	-
<i>Defects</i>	1,54	1,54	-	-	13,86	-	-	-
Total		62,73	17,52	8,61	16,09	8,52	7,76	2,23

Berdasarkan perhitungan pada tabel 2 maka didapatkan penggunaan *tool* pada VALSAT yaitu *process activity mapping* dengan total bobot 62,73. Maka perbaikan yang akan dilakukan pada proses produksi sumpit di PT. X menggunakan *process activity mapping* sebagai pendekatan.

Terdapat lima tahapan yang perlu dilakukan untuk melakukan PAM yaitu mempelajari alur proses, mengidentifikasi pemborosan, mempertimbangkan penyusunan ulang *sequence* proses agar lebih efisien, mempertimbangkan memperbaiki pola alur, dan mempertimbangkan untuk menghilangkan pekerjaan-pekerjaan berat (Hines & Rich, 1997). Secara garis besar, PAM memetakan aktivitas-aktivitas seperti waktu, jumlah operator, dan 5 aktivitas (*operation* (O), *transportation* (T), *inspection* (I), *storage* (S), dan *delay* (D)). Berdasarkan pada aktivitas-aktivitas yang ada pada perusahaan maka didapatkan data jumlah aktivitas dan kategori aktivitas, seperti pada tabel 3. VA (*value added*) menunjukkan aktivitas yang memberikan nilai tambah, NVA (*not value added*) menunjukkan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, dan NNVA (*necessary but not value added*) menunjukkan aktivitas yang harus dilakukan, tapi tidak memberikan nilai tambah.

Tabel 3. Jumlah aktivitas VA, NVA, dan NNVA pada setiap aktivitas

Kategori	O	T	I	S	D	Jumlah
VA	13	-	-	-	-	13
NVA	-	2	-	-	-	2
NNVA	25	11	-	10	-	46

O= *operation*, T= *transportation*, I= *inspection*, S= *storage*, dan D= *delay*.

Tabel 4 memperlihatkan jumlah waktu untuk masing-masing VA, NVA, dan NNVA.

Tabel 4. Waktu total untuk VA, NVA, and NNVA

Kategori	O	T	I	S	D	Total Waktu	Presentase
VA	18669,3	0,0	0	0,0	0,0	18669,3	9,79%
NVA	0,0	76,3	0	0,0	0,0	76,3	0,04%
NNVA	171460,6	366,6	0	165,3	0,0	171992,5	90,17%
Total	190129,9	442,9	0	165,3	0,0	190738,0	100,00%

Berdasarkan tabel 4 total waktu terbesar dimiliki oleh kategori NNVA sebesar 171.460,6 detik atau sebesar 90,17% yang terletak pada aktivitas *operation*. Jumlah tersebut didominasi oleh waktu operator menunggu bahan bakar habis sebesar 170223,9. Waktu menunggu tersebut tidak masuk pada kategori NVA karena operator tidak sekedar menunggu bahan bakar habis, namun operator harus menjaga agar api tersebut tetap stabil. Maka aktivitas tersebut tidak dapat dihilangkan meskipun tidak memberikan nilai tambah pada produk.

Aktivitas *operation* lain yang memakan waktu cukup lama adalah pada saat pekeja angkut hasil oven memindahkan ikatan sumpit dari penampungan kolam talc ke *hand pallet*. Pekerjaan tersebut membutuhkan waktu sebesar 246,59 detik. Lamanya pekerjaan tersebut karena banyaknya ikatan sumpit yang perlu dibawa serta sumpit tersebut berada dilantai dengan posisi tidur.

Perbaikan juga perlu dilakukan pada aktivitas *transportation* karena masih terdapat NVA dan NNVA. NVA terjadi pada bagian gergaji yaitu pada saat pembantu gergaji membawa limbah gergaji pada bagian oven. Jarak antara kedua bagian tersebut cukup jauh dengan medan yang menanjak selain itu beban yang dibawa juga tidak ringan. Waktu yang dibutuhkan pekerja tersebut adalah 90,161 detik.

Selain itu aktivitas *transportation* lainnya adalah saat operator gergaji membawa hasil gergaji untuk ditimbang dan kemudian dibawa pada bagian cetak. Pada saat operator melakukan pekerjaan tersebut, mesin gergaji mengalami *idle*. Waktu yang dibutuhkan oleh operator gergaji untuk menimbang hasil gergaji adalah sebesar 31,94 detik dan waktu yang dibutuhkan untuk membawa ke bagian cetak adalah sebesar 44,33 detik.

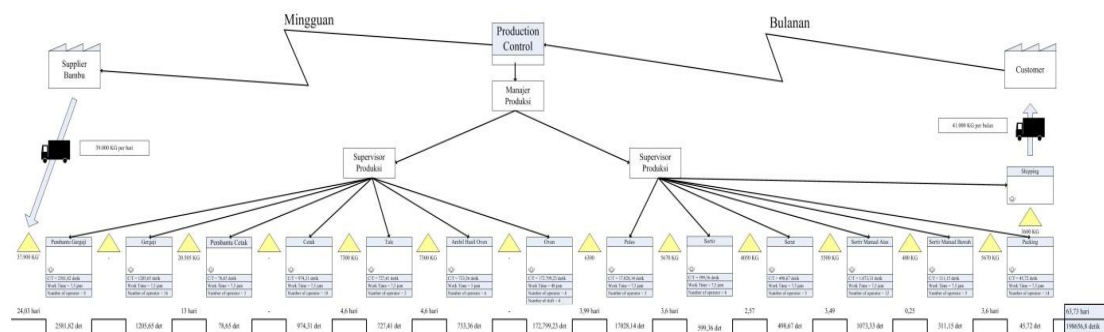
Aktivitas *transportation* yang selanjutnya adalah pada saat bagian angkut hasil mengambil ikatan sumpit yang telah direndam di kolam air *talc*. Jarak antara kedua bagian tersebut \pm 25 meter dengan medan yang menanjak. Pada saat pekerja menuju bagian kolam talc membutuhkan waktu sebesar 48,782 detik. Namun pada saat kembali waktu dibutuhkan adalah sebesar 55,464 detik karena beban dan medan yang menanjak.

NNVA juga terdapat pada aktivitas *storage* yaitu saat pekerja angkut hasil oven menurunkan sumpit pada bagian poles. Aktivitas tersebut memakan waktu sebesar 82,64 detik meskipun jarak kedua bagian tersebut cukup dekat. Hal tersebut karena sumpit yang diturunkan cukup banyak sehingga pada saat pekerja menurunkan memerlukan waktu untuk menata sumpit tersebut. Kegiatan ini tidak memberikan nilai tambah pada produk namun tidak dapat dihilangkan dari proses.

Tidak semua usulan yang diberikan oleh penulis diterima dan diterapkan oleh perusahaan. Namun terdapat dua usulan yang diterima dan diterapkan oleh perusahaan. Usulan perbaikan yang diterima oleh perusahaan terdapat pada bagian pembantu gergaji dan bagian gergaji. Pada bagian pembantu gergaji perbaikan dilakukan pada saat penerimaan bambu, sehingga pekerja pembantu gergaji tidak perlu lagi memisahkan lonjoran bambu yang tidak sesuai dengan spesifikasi perusahaan. Pada bagian gergaji perbaikan dilakukan dengan menambahkan pekerja

pada bagian pembantu gergaji, agar operator gergaji tidak lagi membawa hasil gergaji untuk ditimbang yang kemudian dibawa pada bagian cetak.

Tidak jauh berbeda dengan peta kondisi saat ini, peta kondisi perbaikan juga terdiri dari *cycle time*, jumlah penyimpanan produk WIP pada setiap bagian, jumlah order konsumen, jumlah order supplier, *lead time*, jumlah operator, dan alur informasi. Namun perbedaan terletak pada bagian pembantu gergaji dan bagian gergaji.



Gambar 3. Peta Implementasi

Setelah didapatkan peta perbaikan maka tahap selanjutnya adalah membandingkan peta perbaikan dengan peta awal. Perbedaan antara kedua peta tersebut terletak pada bagian penerimaan, bagian pembantu gergaji, dan bagian gergaji. Pada bagian penerimaan terjadi perubahan pada jumlah lonjoran bambu yang diletakkan dibagian sumpit menjadi 37.900 KG yang awalnya 39.000 KG. Berkurangnya jumlah lonjoran bambu di bagian sumpit karena lonjoran sumpit yang tidak sesuai dengan spesifikasi sumpit tidak diturunkan pada bagian sumpit.

Perbedaan pada bagian pembantu gergaji adalah bertambahnya pekerja menjadi dua orang yang awalnya hanya satu orang. Maka pekerjaan pembantu gergaji pun bertambah, yaitu membawa bambu yang telah digergaji untuk ditimbang yang kemudian dibawa pada bagian cetak sumpit. Maka total *cycle time* bagian pembantu gergaji bertambah menjadi 2581,82 detik yang awalnya hanya 343,29 detik.

Pada bagian gergaji perbedaan terletak pada pengurangan pekerjaan yang telah digantikan oleh bagian pembantu gergaji. Pekerjaan yang digantikan adalah membawa hasil gergaji untuk ditimbang dan dibawa pada bagian cetak. Maka *cycle time* pada bagian gergaji berkurang menjadi 1205,65 detik yang awalnya 1268,64 detik. Selain berkurangnya waktu *cycle time*, perubahan terjadi pada jumlah potongan bambu yang dihasilkan. Jumlah potongan bambu yang awalnya 18.800 KG menjadi 20.505 KG.

Dampak dari perbaikan tersebut adalah bertambahnya jumlah *lead time* dan *cycle time* dari keseluruhan proses produksi sumpit tipe A yang awalnya 63,3 hari dan 196.481,3 detik menjadi 63,73 hari dan 198.656,8 detik. Pertambahan *lead time* terjadi karena kapasitas bagian gergaji bambu meningkat yang awalnya 18.800 KG menjadi 20.505 KG. Pada *cycle time* pertambahan terjadi akibat bertambahnya pekerjaan dari bagian pembantu gergaji. Pekerjaan tersebut berupa membawa hasil gergaji untuk ditimbang, membawa hasil gergaji pada bagian cetak, dan memasang karung penampung.

Meskipun jumlah *lead time* bertambah dan *cycle time* bertambah, namun jumlah produksi dari bagian gergaji meningkat. Sebelumnya jumlah produksi per

detik adalah sebesar $\frac{18800}{1268,64} = 14,82$ kg/detik meningkat menjadi $\frac{20505}{1205,65} = 17,01$ kg/detik.

Dapat disimpulkan bahwa meskipun perbaikan yang dilakukan hanya pada dua bagian namun dapat dilihat perubahan yang terjadi adalah meningkatnya produktivitas. Secara logis, kenaikan produktivitas akan lebih tinggi jika lebih banyak usulan perbaikan yang diterapkan. Pada kenyataannya tidak semua usulan dapat diterapkan karena limitasi dari perusahaan.

HASIL DAN KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan *tools* VALSAT maka didapatkan *tools* berupa *process activity mapping* (PAM). Maka perbaikan pada PT. Bonindo Abadi menggunakan metode PAM. Hasil dari perhitungan PAM menunjukkan bahwa presentase NNVA pada perusahaan sangat tinggi yaitu sebesar 90,17% dengan total waktu sebesar 171992,5 detik. Jumlah VA hanya 9,79% dan NVA sebesar 0,04%. Tingginya presentase NNVA akibat dari waktu tunggu dari operator oven. Waktu tunggu tersebut terjadi pada saat operator oven menunggu bahan bakar pada oven habis setelah diisi.

Usulan perbaikan yang diberikan pada perusahaan berdasarkan dari analisa penulis dan analisis PAM. Berdasarkan identifikasi penyebab pemborosan yang dilakukan oleh penulis, usulan yang dapat diberikan berupa perbaikan pada bagian pembantu gergaji, oven, ambil hasil oven, dan sortir manual. Pada hasil identifikasi VALSAT usulan yang diberikan berupa perbaikan pada bagian oven, kolam air talc, dan gergaji.

Namun dari seluruh usulan perbaikan yang diberikan, perusahaan hanya menerima dua item perbaikan yang diterapkan yaitu perbaikan pada bagian pembantu gergaji dan bagian gergaji. Pada bagian pembantu gergaji perbaikan yang diterapkan adalah mengubah sistem penerimaan sehingga pembantu gergaji tidak perlu lagi memilih lonjoran bambu yang diluar spesifikasi. Pada bagian gergaji perbaikan dilakukan dengan cara menghilangkan pekerjaan membawa hasil gergaji dan menimbang hasil gergaji. Pekerjaan tersebut dibebankan pada bagian pembantu gergaji dengan menambah satu orang pekerja. Setelah usulan perbaikan tersebut diterapkan maka tahap selanjutnya adalah melakukan pengukuran waktu ulang pada setiap aktifitas pada kedua bagian tersebut.

Hasil perbandingan dari peta awal dan peta implementasi dapat dilihat bahwa terjadi perubahan dari jumlah lonjoran bambu yang diterima yaitu sebesar 37.900 KG yang awalnya 39.000 KG. Selain itu, perubahan juga terjadi pada *cycle time* bagian gergaji yang awalnya 1268,63 detik menjadi 1205,65 detik. Perubahan *cycle time* tersebut mengakibatkan jumlah produksi gergaji meningkat menjadi 20.505 KG yang awalnya 18.800 KG.

Dampak dari penerapan tersebut adalah bertambahnya *lead time* dan *cycle time* dari seluruh proses produksi tipe A yang awalnya 63,3 hari dan 196.481,3 detik menjadi 63,73 hari dan 198656,8 detik. Pertambahan *lead time* tersebut akibat dari bertambahnya jumlah kapasitas produksi bagian gergaji. Pada *cycle time* pertambahan terjadi akibat dari bertambahnya pekerjaan dari pembantu gergaji. Meski jumlah *lead time* dan *cycle time* bertambah namun jumlah produksi per detik juga bertambah yang awalnya 14,82 KG/detik menjadi 17,01 KG/detik. Berdasarkan hasil perhitungan tersebut dapat disimpulkan bahwa terjadi peningkatan pada kapasitas produksi. Peningkatan tersebut terjadi akibat dari penghilangan pemborosan dan perubahan

pada aktivitas kerja. Apabila seluruh usulan diterapkan maka dapat disimpulkan perbaikan terjadi akan signifikan.

Daftar Pustaka

- Womack, J.; Jones, D.; Roos, D. 1991. *The Machine That Change the World: The Story of Lean Production*. New York: Harper Perennial.
- Rother, M.; Shook, Joo. 1998. *Learning to See: Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda*. Massachusetts: The Lean Enterprise Institute.
- Hines, P.; Rich, N. 1997. "The Seven Value Stream Mapping Tools". *International Journal of Operations & Production Management*. Vol. 17 (1), pp. 46-64.