Bab 5
Analisis

5.1. Analisis *Waste*

Berdasarkan data yang telah dikumpulkan dan diolah pada bab 4 diketahui bahwa terdapat enam *waste* pada aliran produksi *hinge rib* III A380 di PT. Dirgantara Indonesia yaitu; *waiting, transportation, inventory, motion, over processing,* dan *defect*. Enam *waste* tersebut merupakan penyebab utama lamanya proses produksi *hinge rib* III A380 di PT. Dirgantara Indonesia. Jumlah *hinge rib* III A380 yang diproduksi oleh PT. Dirgantara Indonesia tergantung dari banyaknya jumlah pesanan yang diminta oleh pihak Airbus, yang mana itu berarti strategi yang digunakan oleh PT. Dirgantara Indonesia dalam memproduksi *hinge rib* III A380 adalah *Make to Order*. Penerapan strategi tersebut juga didukung oleh penerapan Kanban sehingga dirasa sudah sangat efesien dan efektif dalam menghilangkan *waste* berjenis *overproduction.* Proses produksi *hinge rib* III A380 di PT. Dirgantara Indonesia dibagi ke dalam dua departemen yaitu DPM dan *assembly*. Berdasarkan pengolahan data OPC, proses produksi *hinge rib* III A380 di PT. Dirgantara Indonesia terdiri dari 16 proses operasi dengan total waktu operasi selama 325.285,39 detik dan proses pemeriksaan sebanyak 13 kali dengan total waktu pemeriksaan selama 20.406,27 detik sehingga total waktu produksi atau waktu siklus *hinge rib* III A380 adalah selama 345.691,66 detik atau selama 12 hari 1 menit 48 detik (1 hari terdiri dari 8 jam kerja).

Pada pemetaan awal menggunakan *value stream mapping* diperoleh total *lead time* dari *hinge rib* III A380 dari mulai keluar dari *receiving* sampai masuk ke *shipping* adalah selama 64,75 hari atau selama 3 bulan 4 hari 6 jam (1 bulan terdiri dari 20 hari kerja). Lamanya *lead time* tersebut disebabkan oleh banyaknya *waste* berjenis *waiting* yang mencapai 23 kali. *Waiting* disebabkan oleh lamanya jeda waktu antar proses yang sangat lama hal ini karena banyaknya produk yang diproduksi pada mesin tersebut (tidak hanya *hinge rib* III A380 saja) sehingga ketika produk telah

selesai diproses pada suatu mesin tidak dapat langsung masuk ke mesin lain karena harus menunggu mesin tersebut kosong. Dengan adanya *waiting* itu artinya terdapat juga *inventory* karena apabila *hinge rib* III A380 harus menunggu untuk diproses pada tahap selanjutnya maka produk tersebut akan "disimpan" di lantai produksi berupa produk WIP (barang setengah jadi).

Selain *lead time* permasalahan lain yang terlihat dari pemetaan oleh *value stream mapping* adalah jarak yang harus ditempuh oleh *hinge rib* III A380 dari mulai keluar dari *receiving* sampai masuk *shipping* karena dirasa terlalu panjang yaitu sepanjang 926,8 m. Proses pengangkutan dilakukan dengan menggunakan *forklift* berbahan bakar solar untuk pengangkutan dari *receiving* ke departemen DPM dan dari departemen DPM ke departemen *assembly*, sedangkan untuk pengangkutan antar mesin pada suatu departemen dan dari departemen *assembly* ke *shipping* menggunakan *forklift* berbahan bakar listrik. Jauhnya jarak yang harus ditempuh oleh *hinge rib* III A380 tersebut bukan disebabkan oleh *layout* dari setiap departemen karena penataan mesin sudah cukup baik yang mana aliran proses produksi *hinge rib* III A380 berada pada satu jalur yang tetap, akan tetapi disebabkan oleh jauhnya jarak antara *receiving* ke departemen DPM yang mencapai 238,8 m dan jarak antara departemen DPM ke departemen *assembly* yang mencapai 456 m.

Berdasarkan pengolahan data mengenai *value stream analysis* pada bab 4 didapatkan bahwa persentase kegiatan yang diklasifikasikan sebagai *non-value added* adalah sebesar 6,37%. Nilai tersebut disebabkan oleh dua jenis *waste* yaitu *motion* dan *over processing*. *Waste* berjenis *motion* sebagian besar disebabkan oleh adanya kegiatan seperti mencari, menghitung, berjalan menuju gudang, menunggu, mengecek ketersediaan komponen dan membawa komponen dari gudang pada saat *hinge rib* III A380 telah sampai pada *workstation* tersebut. Adanya kegiatan-kegiatan tersebut disebabkan oleh *workstation* yang berantakan sehingga menyebabkan operator harus mencari alat atau bahan yang akan digunakan dan kurangnya komunikasi antara *supervisor assembly* dengan kepala gudang maupun

antara *supervisor* DPM dengan *supervisor assembly* sehingga menyebabkan operator baru menanyakan ketersediaan komponen yang dibutuhkan ketika *hinge rib* III A380 telah sampai di *workstation* yang akibatnya harus menunggu gudang memproses dan mengirimkan komponen tersebut ke area produksi terlebih dahulu. Sedangkan *waste* berjenis *over processing* hanya disebabkan oleh adanya kegiatan pengaturan peletakan *hinge rib* III A380 pada mesin yang mana sebaiknya tidak memerlukan lagi proses pengaturan peletakan. *Over processing* merupakan *waste* yang sebenarnya dapat hilang jika operator sudah benar-benar paham mengenai *standard operational procedure* (SOP) penanganan *hinge rib* III A380 pada *workstation* masing-masing, karena setiap proses memiliki urutan penanganan yang sangat jelas tercantum pada SOP.

Waste berjenis *defect* berdasarkan data dari tahun 2013-2016 hanya terdapat pada departemen DPM saja yang terdiri dari *thinned* (ketebalan dari produk yang terlalu tipis), *damaged* (kerusakan parah pada produk), *toolmark* (adanya goresan akibat dari kesalahan mata pahat), *undersize* (ukuran produk yang tidak sesuai), *undercut* (proses pemotongan yang terlalu melebihi ukuran produk), dan *lost area* (hilangnya produk pada area kerja). Selama kurun waktu tiga tahun telah terjadi 17 kasus *defect* dengan 11 kasus pada *workstation* mesin CNC Matec, 4 kasus pada *workstation* mesin CNC DGMP, dan 2 kasus pada *workstation* Fitter Machine. Untuk mengidentifikasi *waste* ini peneliti menggunakan 5S dengan pengamatan hanya dilakukan pada *workstation* dengan jumlah kasus terbanyak yaitu CNC Matec. Berdasarkan pengamatan tersebut didapatkan hasil bahwa belum adanya penerapan 5S pada area tersebut, untuk kategori *seiri* ditandai dengan masih banyaknya barang-barang yang sudah tidak terpakai pada area mesin CNC Matec, *seiton* ditandai dengan penataan dari barang-barang pada area mesin CNC Matec yang masih berantakan dan asal-asalan, *seitso* ditandai dengan minimnya sarana kebersihan di area mesin CNC Matec, *seiketsu* ditandai dengan kurangnya peninjauan ulang terhadap setiap prosedur pada area mesin CNC Matec, dan *shitsuke* ditandai dengan tidak tersedianya formulir audit dan jadwal periodik pengecekan mesin pada area mesin CNC Matec.

5.2. Analisis Perancangan *Lean Manufacture*

Proses perancangan *lean manufacture* pada aliran produksi *hinge rib* III A380 adalah dengan menerapkan 5S pada setiap *workstation.* Untuk penerapan *seirin* yaitu operator harus memilih mana barang-barang yang sudah tidak terpakai dan mana yang masih terpakai. Barang-barang yang sudah tidak terpakai harus dipisahkan dan dibuang, sedangkan barang-barang yang masih terpakai harus ditempatkan di area sekitar operator. Penerapan *seiton* adalah dengan operator harus menata dengan rapi setiap barang yang ada di sekitarnya dengan menyimpannya sesuai jenis dan fungsinya dengan tujuan untuk mengurangi bahkan menghilangkan kegiatan mencari yang mana merupakan kegiatan *non-value added*. Penerapan *seitso* adalah operator harus selalu menjaga kebersihan, baik kebersihan area kerja, peralatan, produk, maupun mesin yang digunakan, tujuannya adalah untuk mengurangi *defect* pada produk berupa goresan pada permukaan *hinge rib* III A380 yang ditimbulkan akibat dari kotornya lingkungan kerja. Peninjauan ulang terhadap setiap prosedur yang ada merupakan penerapan dari *seiketsu* yang mana bertujuan untuk mengurangi *defect* pada *hinge rib* III A380 yang diakibatkan oleh *human error*. *Shitsuke* merupakan penerapan terakhir yang mana pada setiap *workstation* harus terdapat formulir audit yang harus dicek dan diisi oleh *supervisor* secara berkala dengan tujuan untuk memastikan apakah kondisi mesin layak untuk digunakan sehingga dapat mengurangi *defect* akibat dari kesalahan mesin.

Selain dari penerapan 5S, perubahan pada sistem aliran produksi pun menjadi hal yang harus diperbaiki. Pada aliran produksi sebelumnya sistem aliran produksi bersifat satu jalur akan tetapi tidak seluruh produk yang menggunakan mesin sama berada pada jalur yang sama sehingga memiliki jadwal produksi bersifat acak, artinya setiap produk yang telah siap dapat dimasukkan ke dalam mesin yang kosong sehingga menyebabkan kekacauan pada waktu produksi produk lain yang mengakibatkan munculnya *lead time* yang besar dan berimbas pada munculnya *waiting* dan *inventory* pada *hinge rib* III A380. Pada sistem yang telah diperbaiki dengan melihat *value stream mapping* maka jadwal produksi dibuat secara berurutan dimana untuk *hinge rib* III A380 akan mulai diproduksi setelah *hinge rib*

I masuk ke area mesin CNC DGMP dan *hinge rib* II masuk ke area *fitter machine*. Proses produksi untuk semua produk dengan mesin yang sama dibuat pada satu jalur sehingga tidak akan ada *hinge rib* III A380 yang menunggu terlalu lama karena "didahului" oleh produk lain.

5.3. Analisis Kondisi Setelah Diterapkan *Lean Manufacture*

Berdasarkan hasil pengolahan pada perancangan *lean manufacture* di bab 4, terdapat perbedaan yang cukup signifikan baik dalam waktu siklus, *lead time*, dan persentase kegiatan yang ada pada setiap proses. Pada aliran produksi *hinge rib* III A380 sebelum diterapkannya *lean manufacture*, waktu siklus produksi *hinge rib* III A380 adalah selama 345.691,66 detik dengan *lead time* selama 64,75 hari, sedangkan setelah diterapkannya *lean manufacture* waktu siklus produksi *hinge rib* III A380 adalah selama 314.504,26 detik dengan *lead time* adalah selama 15,24 hari. Dengan diterapkannya *lean manufacture* dalam proses produksi *hinge rib* III A380, maka PT. Dirgantara Indonesia dapat mempercepat proses produksi sebesar 9,02% yaitu selama 31.187,4 detik atau selama 8 jam 39 menit 36 detik, dan mempercepat *lead time* sebesar 76,46% yaitu selama 49,51 hari atau selama 2 bulan 9 hari 4 jam 48 menit (1 bulan = 20 hari kerja, dan 1 hari = 8 jam kerja).

Adapun pengurangan waktu siklus tersebut didasarkan pada perubahan waktu produksi pada beberapa proses, yaitu waktu *issuer inspection* DPM yang awalnya 322,45 detik menjadi hanya 263,88 detik artinya terjadi pengurangan sebesar 18,16%, *fitter pre-cutting* yang awalnya 2939,09 detik menjadi hanya 2573,55 detik artinya terjadi pengurangan sebesar 12,44%, CNC *profiling machine* DGMP (1) yang awalnya 31374,04 detik menjadi hanya 31086,04 detik artinya terjadi pengurangan sebesar 0,92%, CNC *profiling machine* DGMP (2) yang awalnya 9033,77 detik menjadi hanya 8755,96 detik artinya terjadi pengurangan sebesar 3,08%, CNC *profiling machine* Matec (1) yang awalnya 58932,44 detik menjadi hanya 58661 detik artinya terjadi pengurangan sebesar 0,46%, CNC *profiling machine* Matec (2) yang awalnya 73620,18 detik menjadi hanya 73322,4 detik artinya terjadi pengurangan sebesar 0,4%, *fitter machining* yang awalnya 25294,32

detik menjadi hanya 25002,21 detik artinya terjadi pengurangan sebesar 1,15%, CNC *vertical jig boring* SIP 720 yang awalnya 10601,64 detik menjadi hanya 10242,77 detik artinya terjadi pengurangan sebesar 3,38%, *issuer inspection assembly* yang awalnya 549,94 detik menjadi hanya 489,97 detik artinya terjadi pengurangan sebesar 10,9%, *mechanical assembler* A380(1) yang awalnya 19035,12 detik menjadi hanya 15539,44 detik artinya terjadi pengurangan sebesar 18,36%, *inspection and final inspection* A380(1) yang awalnya 1163,94 detik menjadi hanya 1141,38 detik artinya terjadi pengurangan sebesar 1,94%, *mechanical assembler* A380(2) yang awalnya 48011,4 detik menjadi hanya 36818,68 detik artinya terjadi pengurangan sebesar 23,31%, *inspection and final inspection* A380(2) yang awalnya 1326,43 detik menjadi hanya 770,96 detik artinya terjadi pengurangan sebesar 41,88%, *mechanical assembler* A380(3) yang awalnya 33387,62 detik menjadi hanya 20261,04 detik artinya terjadi pengurangan sebesar 39,32%, *inspection and final inspection* A380(3) yang awalnya 1340,32 detik menjadi hanya 1307,12 detik artinya terjadi pengurangan sebesar 2,48%, *mechanical assembler* A380(4) yang awalnya 1600,7 detik menjadi hanya 1292,84 detik artinya terjadi pengurangan sebesar 19,23%, dan *inspection and final inspection* A380(4) yang awalnya 1067,28 detik menjadi hanya 883,45 detik artinya terjadi pengurangan sebesar 17,22%,

Berkurangnya waktu produksi pada beberapa proses selain itu diberlakukannya sistem produksi secara berurutan menyebabkan *lead time* pada beberapa proses berkurang bahkan hilang, yaitu *lead time* untuk menuju proses *fitter pre-cutting* yang awalnya selama 2 hari menjadi hanya 0,08 hari artinya terjadi pengurangan sebesar 96%, menuju proses CNC *profiling machine* DGMP (1) yang awalnya selama 11,48 hari menjadi hanya 1,29 hari artinya terjadi pengurangan sebesar 88,76%, menuju proses CNC *profiling machine* Matec (1) yang awalnya selama 11,09 hari menjadi hanya 3,02 hari artinya terjadi pengurangan sebesar 72,77%, menuju proses CNC *vertical jig boring* SIP 720 yang awalnya selama 3,22 hari menjadi hanya 0,14 hari artinya terjadi pengurangan sebesar 95,65%, menuju proses *primer painting* yang awalnya selama 0,13 hari menjadi hanya 0,08 hari

artinya terjadi pengurangan sebesar 38,46%, menuju proses *top coat painting* yang awalnya selama 5,57 hari menjadi hanya 0,22 hari artinya terjadi pengurangan sebesar 96,05%, menuju proses *marking* yang awalnya selama 0,3 hari menjadi hanya 0,03 hari artinya terjadi pengurangan sebesar 90%, menuju proses *mechanic assembler* A380(1) yang awalnya selama 1,94 hari menjadi hanya 0,52 hari artinya terjadi pengurangan sebesar 73,2%, menuju proses *inspection and final inspection* A380(2) yang awalnya selama 0,17 hari menjadi hanya 0,15 hari artinya terjadi pengurangan sebesar 11,76%, menuju proses *inspection and final inspection* A380(4) yang awalnya selama 0,17 hari menjadi hanya 0,16 hari artinya terjadi pengurangan sebesar 0,06%, dan menuju proses *fitter machining, machining inspection* (1) *machining inspection* (2), *chemical cleaning for aluminum*, *penetran inspection*, *chromic acid anodizing*, *painting inspection* (1), *painting inspection* (2), *final inspection,* dan *mechanic assembler* A380 (4) yang awalnya terdapat *lead time* menjadi tidak ada *lead time*.

Selain dari pengurangan waktu siklus dan *lead time* juga terjadi pengurangan *waste* berjenis *waiting* yang mana pada sebelum diterapkannya *lean manufacture* berjumlah sebanyak 23 kali menjadi hanya 43,48%-nya saja yaitu 13 kali saja setelah diterapkannya *lean manufacture*. Hal ini juga berbanding lurus dengan *inventory* yang mana jumlahnya sesuai dengan *waiting* yaitu 23 kali sebelum diterapkan *lean manufacture* dan menjadi hanya 43,48%-nya saja yaitu 13 kali setelah diterapkan *lean manufacture*. Pengurangan kasus *waiting* dan *inventory* disebabkan oleh tidak adanya *lead time* di area proses *fitter machining, machining inspection* (1) *machining inspection* (2), *chemical cleaning for aluminum*, *penetran inspection*, *chromic acid anodizing*, *painting inspection* (1), *painting inspection* (2), *final inspection,* dan *mechanic assembler* A380 (4). Hal ini dikarenakan tidak adanya *lead time* menyebabkan tidak adanya waktu menunggu yang terjadi pada proses tersebut sehingga *inventory* berupa produk WIP pun tidak ada.

Transportation merupakan *waste* yang tidak mengalami perubahan yang disebabkan oleh tidak adanya perubahan yang dilakukan terhadap jarak yang harus

ditempuh oleh *hinge rib* III A380 dari mulai keluar dari *receiving* sampai masuk ke *shipping*. Hal ini terjadi karena satu-satunya permasalahan pada *transportation* adalah jarak dari *receiving* menuju departemen DPM dan jarak dari departemen DPM menuju departemen *assembly* yang dirasa terlalu jauh karena mencapai lebih dari 200 m. Satu-satunya cara adalah dengan mendekatkan area-area tersebut akan tetapi masing-masing area berada pada gedung yang berbeda sehingga apabila dilakukan pemindahan itu artinya semua mesin dan peralatan yang ada pada gedung tersebut harus ikut dipindahkan, begitu juga dengan gedung yang menjadi tujuan pemindahan. Pemindahan semua komponen dalam gedung tersebut dikhawatirkan dapat menimbulkan keterlambatan produksi yang berakibat pada tidak terpenuhinya *demand* dari konsumen pada periode tersebut karena proses dari pemindahan gedung membutuhkan waktu yang cukup lama.

Penerapan *lean manufacture* pada aliran produksi *hinge rib* III A380 juga berimbas pada persentase rata-rata kegiatan pada setiap proses. Persentase rata-rata *value added* sebelum diterapkannya *lean manufacture* adalah sebesar 31% sedangkan setelah diterapkannya *lean manufacture* menjadi 33,38%, adapun persentase rata-rata *value enabler* sebelum diterapkannya *lean manufacture* adalah sebesar 62,63% sedangkan setelah diterapkannya *lean manufacture* menjadi sebesar 66,62%, dan untuk persentase rata-rata *non-value added* sebelum diterapkannya *lean manufacture* adalah sebesar 6,37% sedangkan setelah diterapkannya *lean manufacture* adalah sebesar 0%. Berdasarkan hasil tersebut terlihat bahwa terjadi kenaikan pada *value added* dan *value enabler*, sedangkan untuk *non-value added* mengalami penurunan. Penurunan jumlah persentase *non-value added* merupakan bukti bahwa *waste* berjenis *motion* dan *over processing* yang berupa kegiatan mencari, berjalan menuju gudang, menghitung, dan mengecek ketersediaan komponen telah dihilangkan.