

Penghematan *Inventory* Jenis *Consignment-Kanban* dengan Meminimumkan *K-Max* di *Plant Y* PT X

Jason Averell Lumanto¹, Herri Christian Palit²

Abstract: PT X is a company that works in manufacturing electrical components. One of their plants called Y plant has a mini warehouse that functions as a buffer for inventory between the main warehouse (A plant) and the production line on Y plant. One of the challenges currently present at Y plant's mini warehouse is the high value of consignment-Kanban inventory maximum Kanban capacity (*K-max*), reaching up to \$200,073 for 445 part numbers. This problem is caused by the imbalances between certain part numbers' *K-max* quantity and their actual average daily usage in real life. The proposed solution for this problem is to recalculate their *K-min* and *K-max* quantities by using the latest data that represent their real life conditions. The proposed solution is then implemented to 339 out of 445 consignment-Kanban type part numbers. This implementation brings reduction to the total *K-max* quantity by 43.96% reduction, and reduction to the total *K-max* value by 43.98%.

Keywords: *k-max*; consignment-kanban; inventory savings

Pendahuluan

PT X adalah salah satu cabang dari perusahaan elektrik Prancis beroperasi di Batam, Kepulauan Riau. PT X bergerak di bidang manufaktur peralatan dan komponen elektrik. PT X memiliki empat *plant* terpisah dalam satu kawasan industri yang sama, yaitu *plant A*, *plant B*, *plant C*, dan *plant Y*. Setiap *plant* memanufaktur jenis produk yang berbeda-beda, dengan pengecualian *plant A* yang memiliki fungsi utama sebagai pusat logistik PT X.

Plant Y memiliki sebuah gudang kecil (*mini warehouse*) terpisah dari *plant A* (*main warehouse*) yang berfungsi untuk menyimpan dan menyuplai kebutuhan produksi *plant Y* saja. Jenis penyimpanan *inventory* terdapat dua macam, yaitu penyimpanan *inventory* jenis *consignment* dan *non-consignment*. Metode *replenishment* yang diterapkan ada dua macam, yaitu menggunakan metode Kanban untuk material yang bersifat *fast-moving* dan metode *order-for-order* (OFO) untuk material yang bersifat *slow-runner*.

Inventory jenis *consignment* dengan metode *replenishment* Kanban (disebut material jenis

consignment-Kanban selanjutnya) di *plant Y* memiliki kapasitas maksimum (*K-max*) dan kapasitas minimum (*K-min*) yang bervariasi tergantung pada *average daily usage* jenis material tersebut. *K-max* berfungsi untuk membatasi kuantitas material yang dapat disimpan dalam *mini warehouse* setiap saatnya, sedangkan *K-min* berfungsi sebagai batas minimum kuantitas material yang ada di *mini warehouse* setiap saatnya.

Mini warehouse pada *plant Y* menyimpan banyak material jenis *consignment-Kanban* yang memiliki nilai *K-max* terlalu tinggi. Nilai *K-max* yang tinggi akan menyebabkan tingkat *inventory* di *mini warehouse* semakin meningkat dan nilai *inventory* secara keseluruhan semakin tinggi. Nilai *inventory* tersebut mencakup biaya-biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan seperti *holding cost*, *handling cost*, dan lain-lain. Pengurangan nilai *K-max* pada material jenis *consignment-Kanban* akan sekaligus mengurangi nilai *inventory* pada *plant Y* dan akan meningkatkan penghematan bagi pihak perusahaan.

Metode Penelitian

Metode penelitian dalam penelitian ini diawali dengan identifikasi permasalahan, pengumpulan data, perhitungan usulan perbaikan *K-max*, dan analisis kelayakan usulan perbaikan *K-max*. Usulan perbaikan yang telah dianggap layak kemudian akan diimplementasikan dan dilakukan *review* secara berkala di masa depan.

^{1,2} Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Industri, Universitas Kristen Petra. Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Email: jasonaverell@gmail.com, herry@petra.ac.id

Inventory Jenis *Consignment-Kanban*

Identifikasi masalah dilakukan dengan cara wawancara, tanya jawab dengan beberapa individu, antara lain adalah *leader* departemen *supply chain*, *warehouse leader*, dan *senior engineer* departemen *method*, disertai dengan observasi secara langsung pada lapangan dan sistem. Permasalahan ditemukan pada *inventory* jenis *consignment-Kanban* yang memiliki kuantitas serta nilai *K-max* yang terlalu tinggi dibandingkan dengan kuantitas penggunaannya. Tingginya nilai *K-max* pada *inventory* jenis *consignment-Kanban* juga berkontribusi terhadap nilai *inventory* secara keseluruhan pada *plant Y*.

Consignment Stock

Consignment stock adalah jenis stok yang mana *supplier* tidak meletakkan stok miliknya pada gudangnya sendiri, melainkan pada gudang milik pembeli. Pembeli dapat menggunakan stok sewaktu-waktu apabila dibutuhkan dan membayar sebanyak kuantitas yang digunakan. *Supplier* bertanggung jawab untuk mengelola stok milik mereka pada gudang pembeli dan memastikan jumlah stok yang ada dapat memenuhi kebutuhan pembeli (Persona et al. [1]).

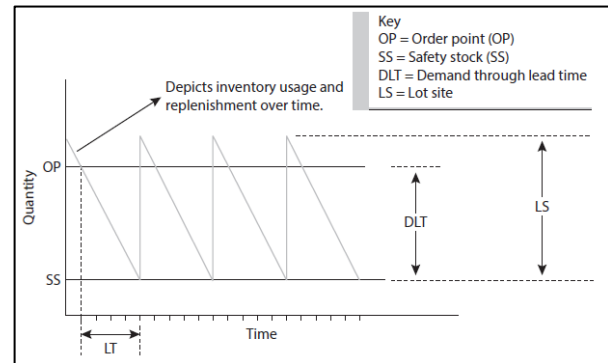
Consignment stock memiliki keunggulan dan kelemahannya masing-masing, namun *consignment stock* tetap akan menguntungkan kedua belah pihak dalam mengurangi biaya yang dikeluarkan serta meminimalkan risiko *stock-out*. Penerapan *consignment stock* dapat menjamin agar *service level* tetap tinggi meskipun terjadi *demand* yang fluktuatif (Valentini dan Zavarella [2]).

Kanban Replenishment

Kanban adalah salah satu alat untuk mengelola alur produksi dan material dalam proses produksi "*pull*" bersifat *just-in-time* (JIT). Dalam proses produksi "*pull*", sebuah proses dalam sebuah lini produksi hanya akan memulai proses produksi apabila *output*-nya diperlukan untuk proses selanjutnya. Sesuai dengan namanya, "*pull*" atau menarik berarti bahwa sebuah proses akan menarik kebutuhan material dari proses sebelumnya. Kanban memberikan manfaat bagi perusahaan berupa sistem penarikan material ke dalam proses manufaktur dan dalam proses manufaktur itu sendiri.

Empat elemen utama dalam sistem Kanban mencakup apa yang ditarik, kapan penarikan

dilakukan, seberapa banyak yang ditarik, dan darimana atau kemana penarikan dilakukan (Cimorelli [3]).



Gambar 1. Diagram *sawtooth* pergerakan material (Cimorelli [3])

Sawtooth diagram adalah sebuah alat atau *tool* yang digunakan untuk memantau penggunaan material serta siklus *replenishment* dalam sebuah lingkungan manufaktur. *Sawtooth diagram* sangat umum digunakan untuk menganalisis pergerakan dan fluktuasi *inventory* seiring berjalannya waktu. Garis yang miring ke bawah adalah penurunan tingkat *inventory* ketika material dikonsumsi. Garis tersebut kemudian kembali naik secara vertikal, yang menunjukkan bahwa terjadi proses *replenishment*, menyebabkan *inventory* terisi kembali.

Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk mengetahui kondisi pra-perbaikan yang akan dijadikan acuan untuk perbandingan nantinya, serta data penunjang lainnya yang akan digunakan untuk merancang usulan perbaikan terhadap permasalahan yang ada. Mayoritas data yang digunakan bersifat data primer, yaitu data yang diperoleh melalui observasi peneliti secara langsung, baik di lapangan maupun melalui sistem, dan beberapa data lainnya merupakan data sekunder yang diperoleh melalui wawancara serta meminta data kepada individu yang bersangkutan.

Perhitungan Usulan Perbaikan *K-max*

Perhitungan usulan perbaikan *K-max* dilakukan setelah data-data yang diperlukan telah tersedia dan diolah hingga siap untuk digunakan. Perhitungan untuk meminimumkan nilai *K-max* untuk material jenis *consignment-Kanban* dilakukan dengan menerapkan rumus yang digunakan oleh PT X menggunakan *software* Microsoft Excel.

Pertimbangan Kapasitas Rak Kanban dan Label Kanban Produksi

Analisis dilakukan terhadap usulan perbaikan *K-max* yang telah dihitung untuk menentukan layak tidaknya perbaikan tersebut untuk diimplementasikan. Terdapat tiga pertimbangan yang diterapkan terhadap usulan perbaikan. Pertama adalah menetapkan kategori terhadap material yang mengalami peningkatan, penurunan, atau tidak mengalami perubahan terhadap *K-max*-nya. Kedua adalah pertimbangan atas kapasitas rak Kanban untuk *K-max* yang mengalami peningkatan, apakah muat atau tidak. Terakhir adalah pertimbangan label Kanban produksi, apakah sudah sesuai dengan kriteria atau belum. Apabila usulan perbaikan telah memenuhi seluruh pertimbangan tersebut, maka usulan perbaikan dapat dianggap layak untuk diimplementasikan. Bila tidak, maka perlu dilakukan peninjauan lebih lanjut dan belum dapat diimplementasikan terlebih dahulu.

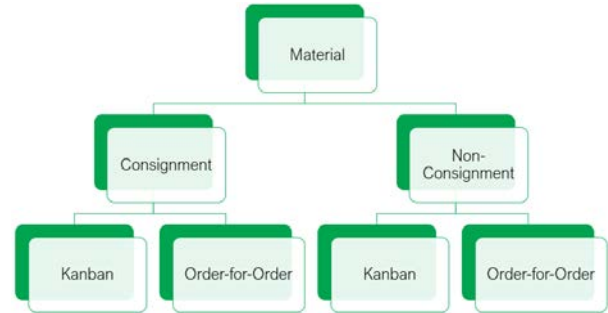
Implementasi Usulan Perbaikan *K-max*

Usulan perbaikan *K-max* yang telah dianggap layak pada tahap analisis sebelumnya akan diimplementasikan secara nyata pada sistem. Tahap implementasi dilaksanakan secara bertahap, dengan adanya penentuan prioritas, diawali dari material yang sudah sangat layak untuk diimplementasikan, hingga material yang belum layak untuk diimplementasikan.

Hasil dan Pembahasan

Alur Material *Plant Y*

PT X memiliki sebuah gudang utama atau biasa disebut *main warehouse*, bertempat di *plant A*. *Plant A* merupakan salah satu *plant* dari keempat *plant* lainnya yang mengelola sebagian besar logistik PT X. Ketiga *plant* lainnya, yaitu *plant B*, *plant C*, dan *plant Y* masing-masing memiliki sebuah gudang perantara yang disebut *mini warehouse*. Fungsi dari *mini warehouse* adalah sebagai tempat penyimpanan material-material yang diperlukan khusus untuk kebutuhan produksi *plant* tersebut saja. Material yang disimpan di *mini warehouse* mayoritas berasal dari *main warehouse*, namun tidak menutup kemungkinan adanya beberapa jenis material yang dikirimkan secara langsung oleh *supplier* menuju *mini warehouse*, tanpa melalui perantara *main warehouse* terlebih dahulu.



Gambar 2. Diagram hierarki jenis material pada *plant Y*

Perolehan daftar material jenis *consignment-Kanban* dilakukan dengan cara mengunduh seluruh daftar material bersangkutan melalui aplikasi SAP. Karena proses *replenishment* Kanban terintegrasi dengan SAP, maka seluruh material yang termasuk dalam kategori Kanban akan tertera pada *spreadsheet* yang telah diunduh. *Spreadsheet* tersebut mengandung sebanyak 1.308 *part number* material Kanban, yang mana masih mengandung material jenis *consignment* maupun *non-consignment*. Pemilahan dilakukan dengan menggunakan *soft-ware* Microsoft Excel untuk memisahkan antara material jenis *consignment-Kanban* dan *non-consignment-Kanban*, menghasilkan sebanyak 445 *part number* jenis *consignment-Kanban*.

Average Daily Usage dan Standar Deviasi

Rata-rata penggunaan harian atau biasa disebut dengan *average daily usage* (ADU) pada PT X menunjukkan jumlah penggunaan sebuah material tiap harinya. Menurut staf perusahaan, perolehan ADU dianjurkan agar tidak hanya berpaku pada data historikal saja, tetapi perlu digabungkan dengan data periode lainnya. Maka dari itu, pengumpulan data ADU dalam penelitian ini diperoleh dari dua sumber, yaitu data *backflush* historikal periode 2019, digabungkan dengan data *forecast* periode 2020.

ADU akhir dapat dihitung dengan cara merata-rata antara ADU dari *backflush* periode 2019 dengan ADU dari *forecast* periode 2020, dan standar deviasi hanya menggunakan nilai dari *backflush* periode 2019 saja. Kedua variabel tersebut akan digunakan untuk merancang usulan perbaikan terhadap *K-min* dan *K-max* yang baru. ADU dan standar deviasi memiliki peran penting dalam perancangan usulan perbaikan agar *K-min* dan *K-max* yang ditetapkan nantinya akan sedekat mungkin dengan angka aktual penggunaan harian di lini produksi sehingga tidak timbul kendala *understock* atau *overstock* pada *mini warehouse*.

Standard Packing Quantity

Standard packing quantity (SPQ) adalah satuan jumlah material dalam sebuah box atau wadah yang dikirimkan oleh *main warehouse* menuju *mini warehouse*. SPQ adalah bagian dari *minimum order quantity* (MOQ), yang mana kuantitas MOQ umumnya lebih besar atau sama dengan kuantitas SPQ, dan berupa faktor. Apabila sebuah *part number* memiliki MOQ sebesar 1.000, maka SPQ dapat berupa 100 buah (faktor 10), 200 buah (faktor 5), 250 buah (faktor 4), atau berupa faktor-faktor lainnya. SPQ dan MOQ umumnya ditentukan melalui kesepakatan antara pihak *supplier* dan departemen *purchasing* melalui negosiasi. Data SPQ diperoleh dengan mewawancarai *warehouse team leader*, yang mendata SPQ secara aktual di lapangan.

K-min dan K-max Pra-perbaikan

K-min dan *K-max* pra-perbaikan per bulan Februari 2020 diperlukan sebagai acuan untuk perbaikan yang akan dilakukan. Kuantitas dan nilai *K-min* dan *K-max* yang ada saat ini ke depannya akan dibandingkan dengan rancangan usulan perbaikan, untuk mengetahui seberapa besar dari rancangan usulan perbaikan apabila diimplementasikan secara nyata.

Kuantitas total *K-min* dan *K-max* dari seluruh 445 *part number* material *consignment-Kanban* dihitung menggunakan Microsoft Excel, dimulai dari material pertama hingga material terakhir. Kuantitas *K-min* seluruhnya adalah 1.572.595 buah, sedangkan kuantitas total *K-max* seluruhnya adalah 2.665.565 buah. Seluruh jenis material tersebut memiliki harga per unit yang berbeda-beda dalam mata uang dolar Amerika Serikat. Nilai total *K-min* pra-perbaikan adalah sebesar \$124.957, sedangkan nilai total *K-max* pra-perbaikan adalah sebesar \$200.073. Tujuan utama dari perancangan usulan perbaikan ini adalah meminimumkan nilai *K-max* untuk menghemat biaya *inventory*.

Perancangan Usulan Perbaikan K-max

Seluruh data yang telah diperoleh yaitu ADU, standar deviasi, SPQ, kuantitas dan nilai *K-min* dan *K-max* pra-perbaikan, selanjutnya akan digunakan untuk merancang usulan perbaikan untuk meminimumkan kuantitas dan nilai dari *K-max*. Perbaikan terbagi menjadi tiga tahapan yang akan dilaksanakan secara berurutan. Tahap pertama adalah menentukan variabel, yaitu durasi *lead time*, durasi *order interval*, serta *service factor* untuk digunakan dalam perhitungan pada tahap berikutnya. Tahap kedua adalah perhitungan *safety stock*, *lead time usage*, serta *order interval usage*, yang

mana ketiga nilai ini nantinya akan digunakan sebagai komponen penyusun kuantitas *K-min* dan *K-max* yang baru. Tahapan ini juga sekaligus mencakup pembulatan kuantitas *K-min* dan *K-max* terhadap kelipatan SPQ. Tahap ketiga adalah melakukan pemilahan material apa saja yang telah mengalami penurunan, peningkatan, atau tidak mengalami perubahan kuantitas *K-max*, diikuti dengan pemilahan kesesuaian dengan label Kanban produksi. Apabila sebuah material berhasil lolos dari pemilahan-pemilahan tersebut, maka perbaikan *K-max* material tersebut layak untuk diimplementasikan.

Penentuan Durasi Lead Time, Durasi Order Interval, dan Service Factor

Durasi *lead time* adalah lamanya barang sampai dari *main warehouse* menuju *mini warehouse*, dimulai ketika pihak *mini warehouse* mengajukan permintaan *replenishment*, kemudian pihak *main warehouse* melakukan prosedur *open-K*, *packing*, pengiriman, hingga barang tiba di *mini warehouse* dan siap untuk digunakan. Berdasarkan hasil wawancara terhadap *warehouse team leader* pada *mini warehouse plant Y*, rata-rata *lead time* secara aktual di lapangan adalah kurang lebih 4 jam, ditinjau dari *replenishment* yang dilakukan sehari-harinya. Dalam perhitungan ini akan diberikan kelonggaran *lead time* sebanyak 2 jam yang akan berfungsi sebagai *buffer* untuk mengantisipasi adanya keterlambatan *lead time* serta menghindari risiko berkurangnya *balance-on-hand* hingga mencapai batas *safety stock*, sehingga total durasi *lead time* adalah 6 jam.

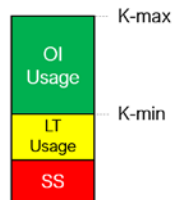
Durasi *order interval* adalah jeda waktu yang diperlukan oleh *mini warehouse* untuk memesan kembali material yang dibutuhkan kepada *main warehouse*. *Mini warehouse* pada *plant Y* memiliki beberapa pekerja yang bertugas sebagai *water spider*. Seorang *water spider* memiliki sebuah troli khusus yang berfungsi sebagai tempat wadah-wadah material. Setiap 1,5 jam sekali, *water spider* akan mengelilingi lantai produksi pada *plant Y* dengan mendorong troli tersebut mengikuti alur yang telah ditentukan untuk mendistribusikan material-material tertentu kepada stasiun produksi yang membutuhkan. Sama halnya dengan *lead time*, durasi *order interval* juga diberi kelonggaran selama 0,5 jam yang berfungsi sebagai *buffer*, untuk mengantisipasi apabila terjadi keterlambatan *water spider*. Maka, total durasi *order interval* yang digunakan dalam perhitungan adalah selama 2 jam.

Service factor adalah tolak ukur terhadap performa kinerja lini produksi yang terdapat pada *plant Y*. Saat ini departemen *method* menetapkan *service*

factor sebesar 2, yang apabila dikonversikan menggunakan tabel Z akan menghasilkan *service level* sebesar 98%. Nilai 98% tersebut memiliki arti bahwa produksi *plant Y* mampu untuk memenuhi sebanyak 98% permintaan yang ada, dengan potensi risiko gagal memenuhi 2% permintaan yang ada.

Perhitungan Usulan Perbaikan *K-max*

Perhitungan *K-min* dan *K-max* baru sebagai usulan perbaikan diawali dengan menghitung *safety stock* (SS), *lead time usage* (LT usage), dan *order interval usage* (OI usage). Ketiga perhitungan ini akan dijumlahkan mengikuti rumus sesuai dengan sistem Kanban yang diterapkan oleh PT X.



Gambar 3. Komponen penyusun *K-min* dan *K-max*

Safety stock adalah stok cadangan atau stok yang disimpan untuk mengantisipasi terjadinya keterlambatan pada *lead time*, seperti yang dapat dilihat pada *bar* berwarna merah pada Gambar 3. Tujuan dari *safety stock* adalah untuk menghindari risiko *stock-out* atau kehabisan stok. Apabila terjadi *stock-out*, lini produksi tidak memiliki material yang dapat digunakan untuk produksi, yang akhirnya berpotensi menyebabkan kegagalan dalam memenuhi permintaan pelanggan tepat waktu. *Safety stock* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$SS = STDev \times SF \times \sqrt{LT} \quad (1)$$

Yang mana:

STDev = standar deviasi *backflush* 2019

SF = *service factor*, yaitu nilai Z dari *service level*

LT = *lead time*

Lead time usage adalah kuantitas penggunaan material selama *lead time* ditempuh. *Lead time usage* pada Gambar 3 dapat dilihat pada *bar* berwarna kuning, berada di antara *safety stock* dan *order interval usage*. Durasi *lead time* yang ditentukan adalah 6 jam, yang berarti nilai *lead time usage* adalah penggunaan material oleh lini produksi dalam jendela waktu 6 jam tersebut. Perlu diingat bahwa 6 jam adalah durasi *lead time* yang telah diberi kelonggaran 2 jam dari yang biasanya 4 jam. Hal ini bertujuan agar risiko *balance-on-hand* mencapai titik *safety stock* sekecil mungkin. *Lead*

time usage dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$LT Usage = ADU \times LT \quad (2)$$

Yang mana:

ADU = *average daily usage*

LT = *lead time*

Order interval usage adalah jumlah penggunaan material selama *water spider* mengelilingi lantai produksi untuk mendistribusikan material, yaitu tiap 2 jam sekali. *Order interval usage* adalah *bar* berwarna hijau pada Gambar 3. *Order interval usage* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$OI Usage = ADU \times OI \quad (3)$$

Yang mana:

ADU = *average daily usage*

OI = *order interval*

Kuantitas *safety stock*, *lead time usage*, dan *order interval usage* yang telah dihitung akan digunakan untuk menentukan kuantitas *K-min* dan *K-max* yang baru. Perhitungan *K-min* dilakukan dengan menjumlahkan *safety stock* dan *lead time usage* dengan menggunakan persamaan berikut:

$$Kmin = SS + LT Usage \quad (4)$$

Perhitungan *K-max* dilakukan dengan menjumlahkan *safety stock*, *lead time usage*, serta *order interval usage*, menggunakan persamaan berikut:

$$Kmax = SS + LT Usage + OI Usage \quad (5)$$

Kuantitas *K-min* serta *K-max* yang telah diperoleh kemudian dibulatkan mengikuti kelipatan SPQ dari material tersebut sebelum dimasukkan ke dalam sistem. Tujuan dari pembulatan *K-min* dan *K-max* terhadap SPQ adalah untuk mempermudah pihak *main warehouse* ketika membongkar dan menghitung kuantitas barang yang akan dikirim, karena pihak *supplier* umumnya mengirimkan dalam satuan MOQ, yang mana di dalam MOQ tersebut terdiri dari banyak SPQ. Bila tidak berdasarkan kelipatan SPQ, pihak *main warehouse* akan membutuhkan waktu yang lebih lama untuk menghitung secara eksak, yang akan memperpanjang *lead time* serta mengancam *key performance indicator* perihal akurasi apabila kuantitas yang dikirimkan tidak sesuai.

Setelah perhitungan selesai dilakukan, berikutnya adalah pengkategorian terhadap material apa saja yang mengalami penurunan, peningkatan, atau tidak mengalami perubahan terhadap kuantitas

K-max. Pengkategorian dilakukan dengan cara membandingkan kuantitas *K-max* baru dengan kuantitas *K-max* pra-perbaikan. Dari keseluruhan 445 jenis material *consignment*-Kanban yang dipilah, sebanyak 329 material yang mengalami penurunan *K-max*, 40 material mengalami peningkatan *K-max*, dan 76 material lainnya tidak mengalami perubahan *K-max*.

Pertimbangan Tipe Box dan Kapasitas Rak Kanban

Pertimbangan tipe box dilakukan terhadap 40 material yang mengalami peningkatan *K-max* untuk menentukan apakah tipe box yang saat ini digunakan akan tetap muat disimpan pada sebuah lini rak Kanban *mini warehouse* ketika terjadi peningkatan *K-max*. Tipe-tipe box pada *mini warehouse plant* Y dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Macam-macam tipe box pada rak Kanban

| Tipe box | Ukuran | Jumlah Box Maksimum/rak |
|-------------------|--------|-------------------------|
| S0 | Kecil | 12 |
| S1 | Sedang | 6 |
| S01, S02, dan S03 | Besar | 3 |
| SB | Besar | - |

Pertimbangan tipe box untuk material-material yang mengalami peningkatan *K-max* dilakukan dengan cara melakukan perbandingan antara kuantitas *K-max* pra-perbaikan dengan kuantitas *K-max* hasil perhitungan setelah pembulatan. Kuantitas box serta tipe box yang digunakan untuk kondisi pra-perbaikan diperoleh dari *database* milik departemen *method* yang menggambarkan kondisi aktual di lapangan. Contoh perbandingan dapat dilihat pada Tabel 2. Sebanyak 33 dari 40 material yang mengalami peningkatan *K-max* memiliki tipe box yang sesuai dan muat untuk diletakkan pada rak Kanban, sedangkan 7 material lainnya melebihi kapasitas rak Kanban, sehingga peningkatan *K-max* belum dapat diimplementasikan.

Pertimbangan Label Kanban Produksi

Pertimbangan label Kanban produksi dilakukan terhadap material-material yang mengalami penurunan *K-max*, yaitu sebanyak 329 material, serta material yang mengalami peningkatan *K-max* namun telah lolos pertimbangan tipe box pada pertimbangan sebelumnya, yaitu sebanyak 33 material. Kanban produksi adalah label yang tertera pada wadah-wadah kecil untuk mengirimkan

material dari *mini warehouse* menuju stasiun-stasiun produksi melalui distribusi oleh *water spider*. Kriteria label Kanban produksi adalah kuantitas label harus berupa kelipatan atau faktor dari SPQ material tersebut, dengan tujuan agar proses *replenishment* teratur dan memiliki angka yang bulat. Contoh dari kelipatan atau faktor SPQ yang dimaksud dapat dilihat pada Tabel 3. Pertimbangan label Kanban produksi dilakukan dengan menerapkan pembagian modulus dengan menggunakan Microsoft Excel. Apabila nilai SPQ lebih besar dari label Kanban produksi yang ada, maka SPQ akan dimodulus dengan label Kanban produksi. Sebaliknya, apabila label Kanban produksi lebih besar dari SPQ, maka label Kanban produksi akan dimodulus dengan SPQ.

Sebanyak 313 dari 329 material yang mengalami penurunan *K-max* memiliki label Kanban produksi yang sesuai dengan kriteria, dan sebanyak 31 dari 33 material yang mengalami peningkatan *K-max* dan tipe box sesuai telah memiliki label Kanban produksi yang sesuai. Material-material lain yang belum memiliki label Kanban produksi yang sesuai tidak akan diimplementasikan *K-max* yang baru hingga label Kanban produksi diubah sesuai dengan kriteria.

Secara keseluruhan, sebanyak 313 material yang mengalami penurunan *K-max* dan sebanyak 31 material yang mengalami peningkatan *K-max* dianggap layak untuk diimplementasikan, menghasilkan total sebanyak 344 material. Sebanyak 25 material dianggap belum layak untuk diimplementasikan karena belum memenuhi kriteria kapasitas rak Kanban serta label Kanban produksi, dan 76 material lainnya tidak mengalami perubahan *K-max*.

Implementasi Usulan Perbaikan *K-max*

Implementasi perbaikan diawali dengan membuat daftar prioritas, dengan prioritas paling awal adalah material-material yang sudah dianggap sangat layak untuk diimplementasikan, dan prioritas paling akhir adalah material-material yang masih belum dianggap layak untuk diimplementasikan dan memerlukan tinjauan lebih lanjut. Dalam tiap urutan prioritas terdapat sebuah *batch* material, yang mana harapannya adalah ketika sebuah *batch* telah diimplementasikan, maka *batch* tersebut akan dimonitor untuk melihat apakah timbul kendala atau tidak selama waktu tertentu, sebelum mengimplementasikan *batch* berikutnya.

Tabel 2. Contoh perbandingan kebutuhan jumlah box

| Material | <i>K-max</i> | | Tipe Box | Jumlah Box | | Batas Rak | Status |
|---------------|--------------|---------|----------|------------|---------|-----------|--------|
| | Sebelum | Sesudah | | Sebelum | Sesudah | | |
| W40421873 | 4.000 | 5.000 | S1 | 3 | 4 | 6 | OK |
| W415750080211 | 4.800 | 8.400 | S01 | 2 | 4 | 3 | NOK |
| W414117360111 | 300 | 600 | S01 | 2 | 4 | 3 | NOK |

Tabel 3. Contoh pertimbangan kesesuaian label Kanban produksi

| Material | SPQ | Label Kanban Produksi | Modulus | Status |
|---------------|-------|-----------------------|---------|--------|
| W10424286 | 4.000 | 500 | 0 | OK |
| W414040630111 | 100 | 200 | 0 | OK |
| W415264850411 | 4.000 | 700 | 500 | NOK |

Prioritas 0 adalah *batch* pertama yang di dalamnya terdapat 118 material untuk diimplementasikan perbaikan *K-min* dan *K-max*nya. Seluruh 118 material yang terdapat dalam *batch* ini adalah material-material yang telah dianggap layak untuk diimplementasikan, baik dari segi pertimbangan tipe box maupun label Kanban produksi. Implementasi ini membawa dampak berupa pengurangan kuantitas *K-max* gabungan seluruh 118 material sebanyak 260.621 buah dan pengurangan nilai *K-max* sebesar \$22.795,87.

Prioritas 1 hingga 4 awalnya akan dilakukan secara bertahap berdasarkan nomor rak Kanban dan lantai, namun pembimbing proyek menyarankan untuk langsung mengimplementasikan secara serentak karena perhitungan sudah dianggap baik dan sekaligus menghemat waktu. *Batch* pada prioritas 1 hingga 4 mengandung sebanyak 221 material yang telah dianggap layak karena telah memenuhi kriteria tipe box serta label Kanban produksi. Implementasi berdampak terhadap pengurangan kuantitas *K-max* dari 221 material tersebut sebanyak 911.045 buah dan pengurangan nilai *K-max* sebesar \$65.189,68.

Prioritas 5 memiliki kesamaan dengan prioritas 0, yang mana implementasi akan dilaksanakan pada seluruh rak Kanban di *mini warehouse plant* Y dan sebanyak 65 material telah dianggap layak untuk diimplementasikan. *Batch* ini belum sempat terimplementasikan, dikarenakan adanya keterbatasan durasi pengerjaan proyek.

Prioritas 6 adalah *batch* yang mengandung sebanyak 7 material yang belum layak untuk diimplementasikan karena mengalami peningkatan *K-max* dan tipe box tidak memenuhi kriteria, namun memiliki label Kanban produksi sudah sesuai. Prioritas 7 adalah *batch* yang mengandung sebanyak 34 material yang belum memiliki label Kanban produksi sesuai dengan kriteria, namun tidak memiliki kendala dari segi tipe boxnya. Kedua *batch* ini perlu dilakukan peninjauan lebih lanjut, dengan

menyesuaikan tipe box yang digunakan serta mengganti label Kanban produksi yang belum sesuai.

Secara keseluruhan, perbaikan *K-min* dan *K-max* dari prioritas 0 hingga prioritas 4 telah berhasil diimplementasikan untuk 339 material jenis *consignment-Kanban*. Hasil dari implementasi perbaikan adalah terjadinya penurunan kuantitas *K-max* total sebesar 1.171.666 buah, menyebabkan kuantitas *K-max* total yang semula sebanyak 2.665.565 buah menjadi sebanyak 1.493.899 buah. Nilai *K-max* pada *mini warehouse plant* Y yang semula bernilai sebesar \$200.073,00 berkurang menjadi \$112.087,44, menghasilkan penghematan *inventory* sebesar \$87.985,56.

Review Hasil Implementasi

Tahap *review* merupakan tahapan terakhir dalam penelitian ini, yang mana usulan perbaikan yang telah diimplementasikan dipantau perkembangannya. Dikarenakan minimumnya informasi yang di-peroleh, maka tahap *review* hanya dapat berupa ekspektasi kendala yang berpotensi timbul dan langkah perbaikannya. Adapun ekspektasi kendala yang berpotensi terjadi setelah perbaikan *K-max* diimplementasikan dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Ekspektasi kendala yang berpotensi timbul

| No. | Ekspektasi Kendala | Perbaikan |
|-----|---|---|
| 1 | Kuantitas <i>replenishment</i> atau SPQ tidak sesuai dengan kondisi aktual lapangan | Menghitung ulang <i>K-min</i> dan <i>K-max</i> dengan menggunakan SPQ terbaru |
| 2 | Kapasitas rak Kanban tidak muat | Menambah lini rak Kanban baru, mengubah tipe box |
| 3 | Terjadi <i>stock-out</i> | Menghitung ulang <i>K-min</i> dan <i>K-max</i> dengan menggunakan ADU terbaru |

Ekspektasi kendala pertama yaitu kuantitas *replenishment* atau SPQ tidak sesuai dengan kondisi aktual lapangan dapat terjadi apabila data yang digunakan dalam perhitungan tidak akurat. Data yang digunakan untuk perhitungan adalah data yang diperoleh dari *team leader warehouse*, namun tidak menutup kemungkinan bahwa terdapat beberapa material yang secara aktual memiliki SPQ berbeda. Hal lain yang mungkin menyebabkan kendala tersebut terjadi adalah adanya perubahan SPQ dalam jangka waktu ketika proses perhitungan sedang berlangsung. Langkah perbaikan yang dapat dilakukan apabila kendala tersebut terjadi adalah menghitung kembali kuantitas *K-min* dan *K-max* menggunakan rumus yang sama, namun dengan pembulatan SPQ yang berbeda.

Ekspektasi kendala kedua yaitu kapasitas rak Kanban tidak muat dapat disebabkan karena perhitungan secara teori tidak sesuai dengan kondisi aktual di lapangan. Terdapat 3 alternatif langkah yang dapat diambil apabila kendala tersebut terjadi. Alternatif pertama adalah mengembalikan kuantitas *K-max* ke kondisi pra-perbaikan. Alternatif kedua adalah menambah lini rak Kanban yang digunakan untuk mengakomodasi terjadinya penambahan box. Alternatif ketiga adalah mengganti tipe box yang digunakan untuk material tersebut dengan box yang memiliki kapasitas lebih besar.

Ekspektasi kendala ketiga yaitu terjadinya *stock-out* sehingga lini produksi tidak memiliki material yang cukup untuk proses produksi, sehingga terpaksa memberhentikan proses produksi sementara. Hal ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor, dua di antaranya adalah konsumsi yang sangat cepat oleh lini produksi di luar ekspektasi, dan apabila *K-min* yang ditentukan terlalu rendah sehingga proses *replenishment* tidak dapat mengimbangi.

Konsumsi material yang terlalu cepat dapat terjadi apabila terdapat lonjakan dalam *demand* secara tidak terduga, misalnya pada saat musim tertentu atau adanya musibah yang menyebabkan perusahaan kompetitor tidak dapat memenuhi pesanan, sehingga *customer* beralih untuk memesan pada PT X secara serentak. Langkah yang dapat diambil adalah meningkatkan perhitungan *K-min* dan *K-max* disesuaikan dengan kondisi aktual yang ada di lapangan saat itu juga. Ketika lonjakan sudah berakhir, maka *K-min* dan *K-max* yang

sebelumnya telah ditingkatkan perlu ditinjau kembali, apakah akan masih diperlukan atau tidak untuk ke depannya.

Perbaikan terhadap *K-min* dan *K-max* tidak dapat hanya dilakukan satu kali saja, melainkan harus dilakukan secara berkala dan rutin karena data-data yang digunakan bersifat dinamis dan selalu berubah seiring berjalannya waktu. SPQ juga dapat berubah sewaktu-waktu apabila terjadi negosiasi antara departemen *purchasing* dengan *supplier* tanpa adanya pemberitahuan terlebih dahulu. Demikian pula untuk data-data lain seperti standar deviasi, kapasitas rak dan tipe box, dan label Kanban produksi. Dengan adanya perbaikan atau peninjauan secara berkala, maka *K-min* dan *K-max* yang terdapat pada sistem akan tetap berfungsi dengan baik dan tidak menimbulkan kendala-kendala yang signifikan.

Simpulan

Sebanyak 339 dari 445 material jenis *consignment-Kanban* di *plant Y* telah berhasil diimplementasikan perbaikannya, sedangkan 106 material lainnya masih belum diimplementasikan karena keterbatasan waktu pengerjaan proyek. Hasil dari implementasi usulan perbaikan adalah menurunnya kuantitas *K-max* sebanyak 1.171.666 buah, menyebabkan kuantitas *K-max* total yang semula sebanyak 2.665.565 buah menjadi 1.493.899 buah (penurunan sebesar 43,96%). Nilai *K-max* pada *mini warehouse plant Y* yang semula bernilai sebesar \$200.073,00 berkurang menjadi \$112.087,44, menghasilkan penghematan *inventory* sebesar \$87.985,56 (penurunan sebesar 43,98%).

Daftar Pustaka

1. Persona, A., Grassi, A., and Catena, M., Consignment Stock of Inventories in the Presence of Obsolescence, *International Journal of Production Research*, 43(23), 2005, pp. 4969-4988.
2. Valentini, G., and Zavanella, L., The Consignment Stock of Inventories: Industrial Case and Performance Analysis, *International Journal of Production Economics*, Elsevier, Amsterdam, 81-82, 2003, pp. 215-224.
3. Cimorelli, S., *Kanban for the Supply Chain*, 2nd ed., CRC Press, Boca Raton, FL, 2005.