

**ANALISIS RANTAI PASOK BAHAN BAKU KAYU
UNTUK MENGOPTIMALKAN *INVENTORY LEVEL*
(STUDI KASUS: INDUSTRI *PENCIL SLATE* DI PT. XYZ, JAWA BARAT, INDONESIA)**

Sucipto Arief Wibowo^{1*}, Y M Kinley Aritonang², Carles Sitompul³

^{1,2,3} Magister Teknik Industri, Program Pascasarjana, Universitas Katolik Parahyangan
Jl. Merdeka No. 30, Bandung 40117

*Email : suciptoariefwibowo@gmail.com

Abstrak

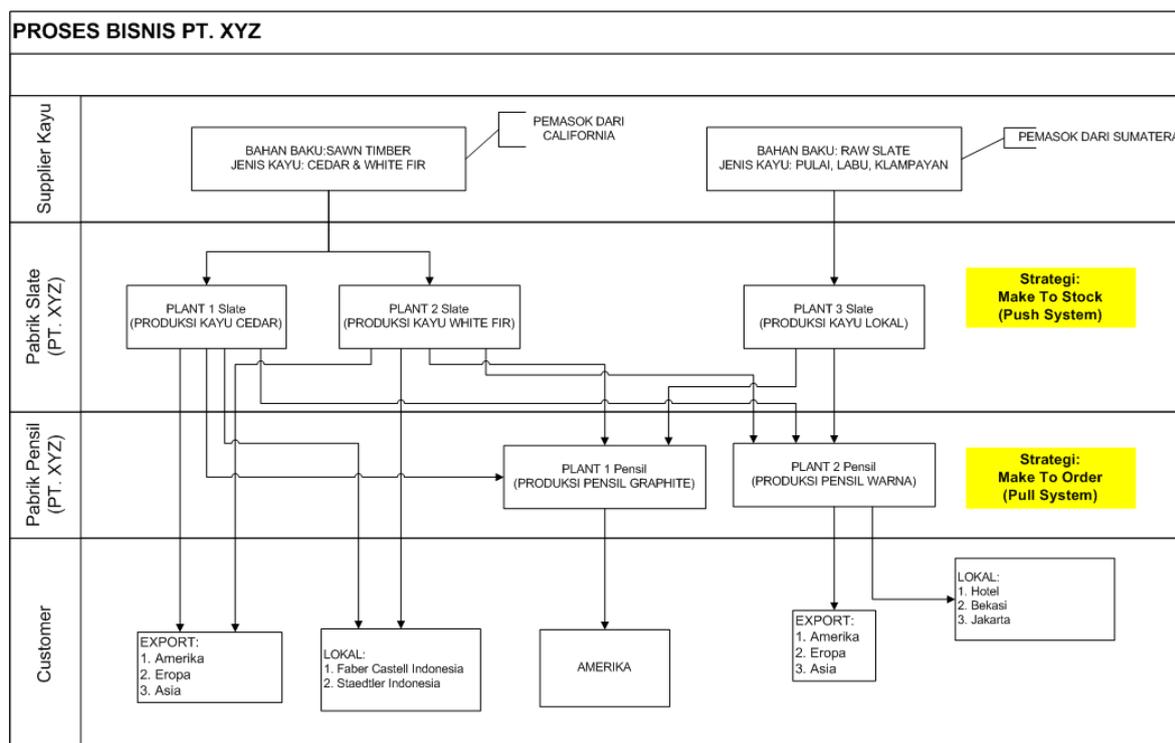
*PT. XYZ adalah perusahaan manufaktur yang memproduksi Pencil Slate dan Pensil. Keterbatasan jumlah pemasok kayu yang bersertifikat FSC dan PEFC di Indonesia menyebabkan PT.XYZ sangat bergantung pada pemasok utama di California. Permasalahan yang sering terjadi adalah jumlah pasokan yang dikirimkan seringkali melampaui kapasitas gudang bahan baku dan kapasitas produksi sehingga terjadi *over stock* yang menyebabkan permasalahan bagi area penyimpanan bahan baku kayu tersebut. Tujuan penelitian ini adalah untuk melakukan analisis mengenai rantai pasokan bahan baku kayu sehingga *Inventory Level* dapat dijaga. Tahapan penelitian ini adalah dengan melakukan survey terlebih dahulu melalui wawancara pada *expert management* mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi *Inventory Level* di PT. XYZ. Penelitian mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi *Inventory Level* ini sangat penting dalam *industry forestry* karena terdapat keunikan tersendiri seperti faktor cuaca, alam, harga, dan lain-lain yang mempengaruhi jumlah persediaan di tingkat hulu. Sistem pengelolaan persediaan yang akan dirancang adalah dengan menggunakan model *robust supply chain* untuk mendapatkan formula *dynamic lot sizing* yang optimal. Hasil penelitian yang akan didapatkan adalah alternatif-alternatif cara yang dapat diambil untuk dapat menjaga *inventory level* perusahaan dengan menggunakan model matematis yang dibangun agar dapat *robust* (dapat menghadapi *demand* yang *uncertainty*). Alternatif terbaik dilihat dengan melihat indikator terjadinya *over stock* dan *lost sales*.*

Kata kunci: *Dynamic Lot Sizing, FSC/PEFC, Inventory Level, Robust, Supply Chain*

1. PENDAHULUAN

Pengelolaan manajemen rantai pasokan yang baik akan memperlancar proses bisnis dan dapat meningkatkan performansi rantai pasokan. Manajemen rantai pasok meliputi segala aktivitas yang berhubungan dengan aliran dan transformasi barang-barang dari mulai bahan baku, terus mengikuti hingga *end user*, yang dihubungkan dengan aliran informasi. Manajemen rantai pasokan adalah integrasi dari keseluruhan aktivitas tersebut melalui peningkatan hubungan rantai pasokan untuk mendapatkan keuntungan kompetitif yang berkelanjutan (Handfield and Nichols, 1999 dalam Ballou, 2004). Pengelolaan tersebut harus dilakukan secara menyeluruh di setiap titik dari mulai pemasok hingga konsumen akhir. Pengelolaan rantai pasokan bermula dari aliran bahan baku yang akan menjadi input bagi industri manufaktur. Distribusi pengiriman bahan baku ke setiap manufaktur tentu harus diperhatikan dengan perhitungan yang tepat. Bahan baku yang dikirim tanpa perhitungan yang baik akan berakibat pada inefisiensi di tingkat manufaktur. Seandainya jumlah pengiriman dari pemasok tidak mempertimbangkan kapasitas gudang bahan baku dan tidak memperhatikan kapasitas produksinya, maka akan terjadi penumpukan stok bahan baku atau bahkan *over stock* (bahan baku tidak dapat ditampung lagi di gudang). Sebaliknya bila jumlah pasokan bahan baku lebih sedikit dibandingkan jumlah order produksi, maka akan terjadi *lost sales*. Dua hal tersebut (*over stock* dan *lost sales*) adalah kerugian yang harus ditekan seminimal mungkin oleh perusahaan manufaktur karena akan meningkatkan *inventory cost*. *Trade-off* yang mendasar yang dihadapi perusahaan saat mengambil keputusan mengenai persediaan adalah antara *responsiveness* dan efisiensi. Semakin meningkatnya persediaan secara keseluruhan akan menjadikan rantai pasokan menjadi lebih responsif terhadap pelanggan. Semakin tinggi level persediaan juga akan membantu terhadap biaya produksi dan transportasi karena adanya peningkatan skala ekonomi dari fungsi keduanya (biaya produksi dan transportasi). Akan tetapi, pilihan ini (menaikan level persediaan) akan meningkatkan juga *inventory holding cost* (Chopra, Sunil et al., 2013).

Permasalahan tersebut menjadi perhatian penting di semua industri manufaktur. Begitu juga yang dialami oleh PT. XYZ yang berada di daerah Padalarang, Kabupaten Bandung Barat, Indonesia. PT. XYZ adalah sebuah perusahaan manufaktur yang memproduksi dua jenis produk akhir (*Finished Goods*), produk pertama adalah *Slate* (bahan baku untuk pembuatan pensil) dan yang kedua adalah pensil. *Slate* merupakan lempengan kayu dengan dimensi dan karakteristik tertentu sebagai bahan baku dasar dalam pembuatan pensil. Sebagian besar dari produk *slate* ditujukan untuk pasar internasional yaitu Asia dan Eropa. Secara umum proses bisnis perusahaan PT. XYZ dapat dilihat pada Gambar 1. PT. XYZ mempunyai dua pemasok bahan baku kayu yaitu pemasok yang berada di California dan pemasok yang berada di Muara Beliti, Sumatera, Indonesia. Sebagai sebuah perusahaan yang tersertifikasi FSC (*Forest Stewardship Council –Chain Of Custody*) dan PEFC (*Programme for Endorsement Forest Certificate*), PT. XYZ memerlukan pasokan kayu yang berasal dari pemasok bersertifikat juga. Sampai dengan saat ini, pemasok yang memiliki sertifikat dan sesuai dengan spesifikasi PT. XYZ masih terbatas kepada kedua pemasok tersebut.

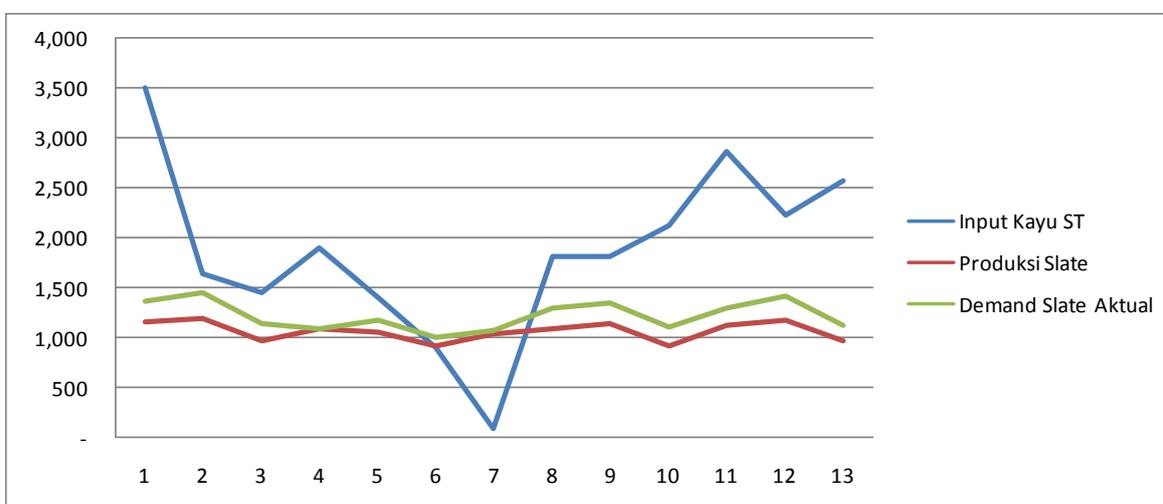


Gambar 1. Proses bisnis PT. XYZ

The Forest Stewardship Council A.C. (FSC) didirikan tahun 1993, sebagai tindak lanjut dari Konferensi PBB tentang Lingkungan dan Pembangunan (KTT Bumi di Rio de Janeiro, 1992) dengan misi untuk mempromosikan pengelolaan hutan-hutan dunia yang layak secara lingkungan, bermanfaat secara sosial, dan berkesinambungan secara ekonomi. FSC adalah sebuah organisasi internasional yang menyediakan sistem untuk akreditasi dan sertifikasi oleh pihak ketiga yang independen dan sukarela. Sistem ini memungkinkan pemegang sertifikat untuk memasarkan produk dan layanan mereka sebagai hasil dari pengelolaan hutan yang layak secara lingkungan, menguntungkan secara sosial dan berkesinambungan secara ekonomi. FSC juga menetapkan standar-standar untuk pengembangan dan pengesahan Standar Stewardship FSC yang didasarkan pada Prinsip dan Kriteria FSC. Selain itu, FSC menetapkan standar untuk akreditasi kesesuaian lembaga penilai (juga dikenal sebagai lembaga sertifikasi) yang menyatakan pemenuhan dengan standar-standar FSC. Berdasarkan standar ini, FSC menyediakan sistem untuk sertifikasi bagi organisasi yang berusaha untuk memasarkan produk mereka yang bersertifikat FSC (sumber: www.fsc.org). Sertifikasi lain yang dimiliki oleh PT. XYZ adalah sertifikasi PEFC (*The Programme for the Endorsement of Forest Certification*). PEFC adalah organisasi internasional

non profit, non pemerintah yang ditujukan untuk mempromosikan *Sustainable Forest Management* (SFM) melalui sertifikasi dari pihak ketiga yang independen. PEFC bekerja di seluruh rantai pasokan hutan dan untuk menjamin produk hutan, baik kayu maupun non kayu dihasilkan dengan menghormati standar ekologi, sosial, dan etika (sumber: www.pefc.org).

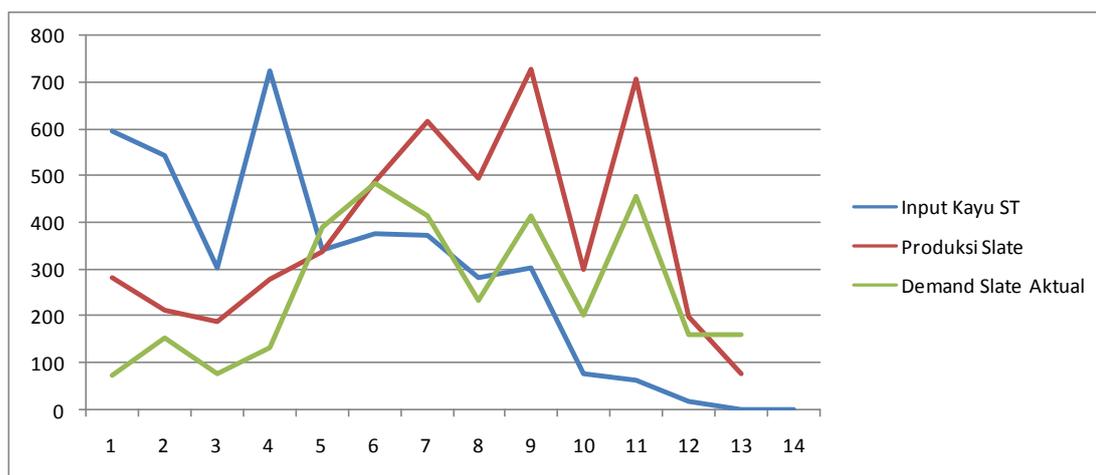
Keterbatasan jumlah pemasok kayu yang bersertifikat FSC dan PEFC menyebabkan PT. XYZ sangat bergantung pada kedua pemasok tersebut (California dan Sumatera). Ketergantungan ini menyebabkan buruknya sistem persediaan bahan baku kayu di gudang. Permasalahan yang sering terjadi adalah ketika jumlah pasokan yang dikirimkan lebih besar daripada kapasitas gudang bahan baku, sehingga bahan baku kayu terpaksa disimpan di area luar gudang karena terjadi *over stock*. Kuatnya posisi pemasok menyebabkan PT. XYZ harus dapat menerima berapapun jumlah kayu yang dikirimkan dan harus memikirkan cara penyimpanan barang tersebut dan berusaha meningkatkan kapasitas produksinya. PT. XYZ memiliki dua strategi berbeda antara *plant* produksi slate dan *plant* produksi pensil. Untuk *plant* produksi slate, PT. XYZ menggunakan strategi *make to stock (Push System)* sedangkan *plant* produksi pensil, PT. XYZ menggunakan strategi *make to order (Pull System)*.



Gambar 2. Fluktuasi pasokan kayu PEFC periode november 2011 – November 2012

Sebagaimana digambarkan dalam grafik fluktuasi pasokan PEFC Kayu Cedar diatas (Gambar 2) dalam satu periode tersebut dapat terlihat adanya gap yang cukup signifikan antara kuantitas pasokan dan *demand* slate (untuk sertifikat PEFC). Adanya gap yang cukup besar tersebut berakibat pada menumpuknya kuantitas persediaan bahan baku. Fluktuasi yang tidak seimbang juga terjadi pada kayu bersertifikasi FSC seperti terlihat dalam Gambar 3.

Selisih antara kuantitas input kayu ST (*sawn timber*) dan kuantitas produksi slate adalah inventori bahan baku kayu sedangkan selisih antara produksi slate dan demand slate aktual adalah inventori *finished goods slate*. Kedua inventori tersebut (baik bahan baku maupun *finished goods*) perlu ditekan seminimal mungkin sehingga didapatkan *inventory level* yang optimal. Walau bagaimanapun penyimpanan bahan baku yang terlalu banyak akan menyebabkan hilangnya *opportunity cost* yang dapat diambil oleh perusahaan. Selain itu juga risiko dari penurunan kualitas kayu seperti jamur dapat menjadi masalah yang signifikan. Bila penyimpanan kayu melebihi kapasitas gudang, maka kayu tersebut akan disimpan diluar dengan risiko hujan dan terik matahari. Hal ini akan menyebabkan MC (*Moisture Content*) kayu menjadi tidak stabil dan perlu dilakukan proses tambahan yaitu pengovenan di mesin K/D (*Kiln and Dry*). Hal lainnya adalah diperlukannya area tambahan untuk menyimpan kayu yang dampaknya akan sedikit mengganggu proses administrasi input bahan baku karena posisi penyimpanan kayu seringkali tidak dapat terdata dengan baik.



Gambar 3. Fluktuasi pasokan kayu FSC periode november 2011 – November 2012

Fluktuasi persediaan bahan baku kayu sebagai input produksi slate tersebut harus dapat diantisipasi dengan baik dan perlu diketahui formula yang tepat sehingga perusahaan dapat menghadapi *demand* slate di masa yang akan datang dengan baik.

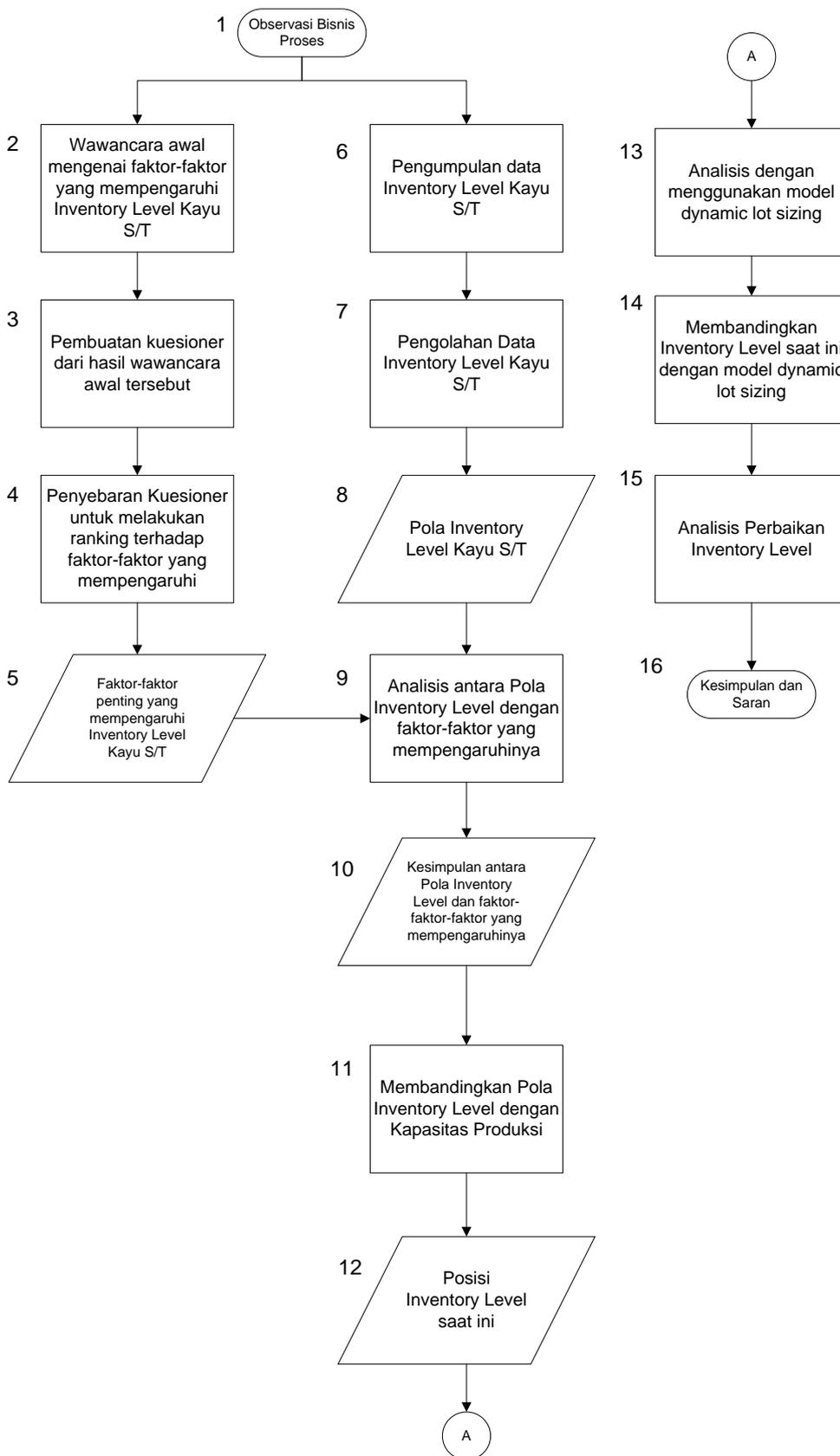
2. METODOLOGI

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini didasarkan pada teori-teori mengenai persediaan yang dikolaborasi sehingga dapat disesuaikan dengan kondisi industri manufaktur kayu, khususnya industri pensil yang merupakan objek penelitian. Tahap pertama dalam penelitian ini adalah dengan melakukan observasi lapangan untuk mengetahui bisnis proses perusahaan. Pada tahap ini dilakukan pengamatan aliran proses dari mulai input bahan baku hingga output *finished goods*. Bisnis proses perusahaan secara umum dapat dilihat pada Gambar 1 pada pembahasan sebelumnya.

Tahapan kedua dalam penelitian ini adalah melakukan wawancara dengan para pihak yang berkepentingan dalam pengadaan bahan baku kayu *sawn timber* (kayu gergajian). Kayu gergajian adalah kayu persegi empat dengan ukuran tertentu yang diperoleh dengan menggergaji kayu bundar atau kayu lainnya. Pada dasarnya penetapan isi kayu gergajian ini sangat sederhana, yaitu dengan cara mengalikan dimensi tebal, lebar dan panjang. Yang dimaksud dengan para pihak yang berkepentingan adalah manajer *procurement*, manajer logistik, dan pimpinan lain yang dianggap *expert* dalam proses pengadaan bahan baku kayu di PT. XYZ. Wawancara yang dilakukan dalam tahap ini adalah wawancara terbuka untuk mendapatkan data primer mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi *inventory level*. Dari informasi yang didapatkan berdasarkan hasil wawancara tersebut, kemudian dibuat kuesioner dengan tujuan untuk mendapatkan ranking dari faktor-faktor yang telah didapatkan sehingga diketahui faktor utama yang mempengaruhi *inventory level*. Wawancara yang telah dilakukan sebelumnya berguna untuk membuat skema kuesioner dan berguna juga untuk mengurangi adanya kesalahan interpretasi responden.

Pengumpulan data *inventory level* setiap bulannya dilakukan untuk mengetahui pola yang terbentuk dalam sebuah periode. Setelah didapatkan pola *inventory level* tersebut, kemudian akan dibandingkan dan dianalisis hasilnya dengan hasil kuesioner yang telah disebar. Tujuan dari analisis pada proses ini adalah mengetahui alasan dibalik terbentuknya pola *inventory level* yang berbeda-beda setiap bulannya.

Setelah dianalisis mengenai pola yang terbentuk dari *inventory level* beserta penjelasan mengenai faktor-faktor yang melatarbelakanginya, maka tahapan berikutnya adalah membandingkan antara pola yang terbentuk dengan kapasitas produksi. Bila *inventory level* berada di atas kapasitas produksi maka posisi persediaan adalah melampaui (persediaan melebihi kapasitas produksi), sedangkan bila posisi *inventory level* berada di bawah kapasitas produksi maka posisi persediaan adalah kekurangan (tidak mencukupi kebutuhan produksi). Pengukuran *inventory level* ini dilakukan dengan melihat kolom persediaan pada tabel MRP. Kapasitas produksi diambil dari rata-rata berdasarkan data historis sebelumnya.



Gambar 4. Proses alir metodologi penelitian

Jika *safety stock* (SS) kita anggap adalah *level inventory* yang harus selalu ada setiap saat, maka *level inventory* sebelum menerima order adalah sebanyak SS.

$$\text{Rata – rata level inventori} = \frac{1}{2} Q + \text{Safety stock} \quad (1)$$

Berdasarkan rumus diatas, maka faktor yang mempengaruhi rata-rata *level inventory* adalah Q (EOQ) dan SS. Q akan dipengaruhi oleh total demand dalam setahun, biaya pesan, dan biaya simpan. Sedangkan SS kita ketahui dipengaruhi oleh variasi demand (σ), *service level* (z) dan *lead time*. Konsekuensi biaya yang dikeluarkan untuk mengubah parameter tersebut harus lebih kecil dari penghematan yang diperoleh dari penurunan rata-rata *level inventory*.

Raa and Aghezzaf (2003) memperkenalkan sebuah model yang dikembangkan untuk dapat menghadapi demand yang berubah-ubah. Diterangkan dalam tulisannya bahwa keputusan dalam menentukan ukuran lot pemesanan (*lot-sizing*) adalah faktor utama yang mempengaruhi *inventory level*. Tujuan dari dikembangkannya model ini adalah untuk meminimasi *inventory* dan *shortage* dan mengoptimasi *cost function*. Model yang diperkenalkan adalah sebagai berikut:

Models parameters:

- T : Jumlah Periode dalam *planning time horizon*;
- d_t : Demand yang harus dipenuhi dalam periode $t = 1$ sampai dengan T ;
- C_t : Kapasitas Produksi dalam periode $t = 1$ sampai dengan T ;
- p_t : Per unit *production cost* dalam periode $t = 1$ sampai dengan T ;
- f_t : *Fixed set-up cost* dalam periode $t = 1$ sampai dengan T ;
- h_t : *Holding cost* per unit pada akhir periode $t = 1$ sampai dengan T ;
- b_t : *Backlog cost* per unit pada akhir periode $t = 1$ sampai dengan T ;
- I_0 : *Initial stock level*;

Models variables:

- z_t : variabel biner yang menunjukkan apakah terdapat set-up pada proses produksi dalam periode t ;
- x_t : Total unit yang diproduksi dalam periode t ;
- I_t : *Stock level* pada akhir periode t ;
- B_t : *Backlog level* pada akhir periode t ;

$$\text{Minimize } \sum_{s \in \Omega} \sum_{t=1}^T \pi_s (f_t z_t + p_t x_t^s + h_t I_t^s + b_t B_t^s) \quad (2)$$

Subject to :

$$x_t^s + (I_{t-1}^s - B_{t-1}^s) - (I_t^s - B_t^s) = d_t^s, \quad (3)$$

for all t in $1 \dots T$, s in Ω ,

$$x_t^s \leq C_t z_t, \quad (4)$$

for all t in $1 \dots T$, s in Ω ,

$$x_{T(n)}^s = y_n, \quad (5)$$

for all n in $N \dots T$, s in Ω ,

$$x_t^s, I_t^s, B_t^s \geq 0, z_t \in \{0, 1\},$$

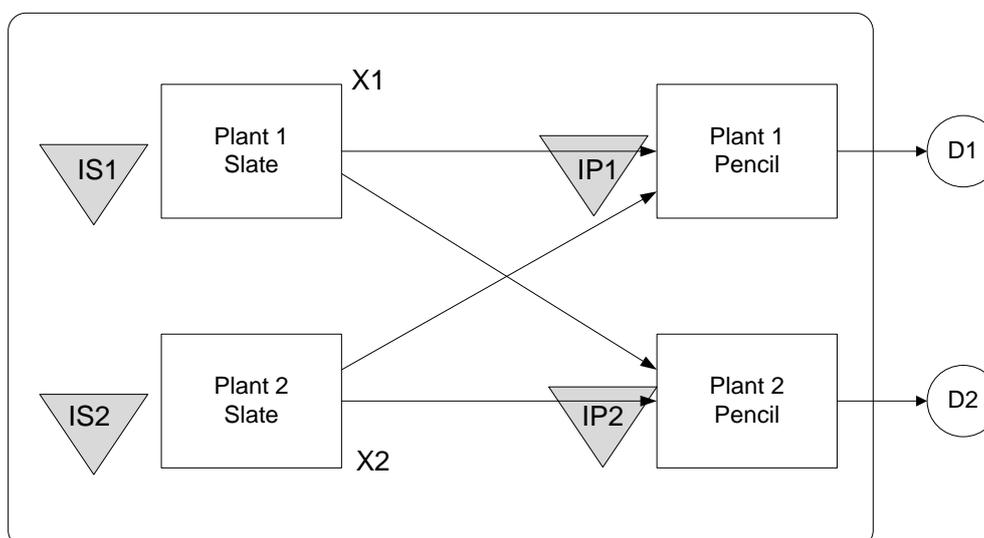
for all t in $1 \dots T$, s in Ω ,

$$x_t^s = \begin{cases} z_t \cdot \max\{0, x_t^p - (L_1 - I_{t-1}^s)\}, & \text{if } I_{t-1}^s > L_1 \\ z_t \cdot x_t^p, & \text{if } L_2 \leq I_{t-1}^s \\ & -B_{t-1}^s \leq L_1 \\ z_t \cdot (x_t^p + (I_{t-1}^s - L_2)), & \text{if } B_{t-1}^s > L_2 \end{cases} \quad (6)$$

Setelah dilakukan analisis dengan menggunakan model *dynamic lot sizing*, kemudian dibandingkan antara nilai *inventory level* sebelumnya dengan nilai *inventory level* dengan menggunakan model *dynamic lot sizing*. Diharapkan dari hasil perhitungan menggunakan model *dynamic lot sizing*, nilai *inventory level* akan menjadi optimal dan desain perancangan persediaan dapat menjadi lebih *robust* dalam menghadapi fluktuasi *demand* di kemudian hari.

Tahap selanjutnya adalah melakukan analisis antara jalur distribusi pasokan saat ini dengan alternatif model yang diusulkan. Apakah jalur distribusi pasokan masih dapat dipertahankan atau ada alternatif distribusi lain yang dapat sesuai dengan model yang diusulkan. Setelah dilakukan analisis usulan tersebut maka dibuatkan kesimpulan dan saran dari keseluruhan hasil penelitian.

Struktur biaya dipilih sedemikian rupa sehingga didapatkan waktu pemesanan ulang yang optimal. Biaya yang terakhir ini merupakan biaya langkah-langkah khusus untuk *real-time update* dari rencana dan digunakan untuk menentukan L_1 Dan L_2 .



Gambar 5. Model penelitian persediaan bahan baku kayu PT. XYZ

Untuk dapat menghadapi ketidakpastian *demand* yang dihadapi oleh perusahaan maka penelitian ini berusaha untuk mengembangkan model yang *robust*. *Robustness: a property of a system which is characterized by its ability to strongly protect itself against changes or uncertainties* (Sitompul, 2010).

Pada gambar 5 diatas dapat dilihat cakupan model penelitian yang akan dibangun dalam penelitian ini. Tujuan dari model yang akan dibuat adalah meminimasi *inventory* bahan baku di IS1 (persediaan bahan baku kayu untuk *Plant 1 Slate*), IS2 (persediaan bahan baku kayu untuk *Plant 2 Slate*), IP1 (persediaan bahan baku kayu untuk *Plant 1 Pencil*), IP2 (persediaan bahan baku kayu untuk *Plant 2 Pencil*). Dalam model ini yang diperhatikan adalah harus dapat memenuhi *demand* sebesar 100% (asumsi *service level*) baik D1 (*demand Plant 1 Pencil*) maupun D2 (*demand plant 2 Pencil*). Model tersebut akan mencari nilai optimal yang harus dikirimkan dari *plant 1 slate* (X1) dan yang harus dikirimkan dari *plant 2 slate* (X2). Kendala yang diberikan dalam model ini adalah kapasitas produksi *plant 1 slate* (CPS1), kapasitas produksi *plant 2 slate* (CPS2), kapasitas produksi *plant 1 pencil* (CPP1), dan kapasitas produksi *plant 2 pencil* (CPP2).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang akan didapatkan dari penelitian ini adalah gambaran mengenai posisi *inventory level* saat ini, bagaimana model matematis yang dapat diterapkan pada PT. XYZ agar dapat menyesuaikan dengan fluktuasi ketidakpastian *demand* atau yang sering dikenal dengan istilah *robust*. Analisis dilakukan untuk menghasilkan usulan penggunaan formula yang tepat diterapkan pada PT. XYZ untuk dapat menghadapi *demand* yang tidak pasti. Pembahasan yang dapat dijadikan penelitian lebih lanjut adalah mengenai industri hulu pemasok kayu gergajian (*sawn timber*) yang berada di daerah Jawa Barat, Indonesia. Posisi Jawa Barat sangat strategis dan memiliki potensi untuk menjadi pemasok kayu gergajian ke PT. XYZ yang berlokasi di daerah Padalarang. Dengan mengembangkan sistem sertifikasi FSC/ PEFC yang mengutamakan keberlangsungan hutan maka akan meningkatkan nilai industri kayu gergajian Jawa Barat terutama di sektor hulu.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang akan didapatkan dari penelitian ini adalah posisi *inventory level* PT. XYZ saat ini, *inventory level pattern* yang terbentuk beserta faktor-faktor yang mempengaruhinya, hasil yang didapatkan dari model usulan dan langkah-langkah yang harus dilakukan PT. XYZ untuk dapat menekan *inventory optimal* pada nilai yang optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Ballou, Ronald H., 2004, *Business Logistics/ Supply Chain Management*, Fifth Edition, Pearson, United States of America.
- Chopra, Sunil., and Meindl, Peter., 2013, *Supply Chain Management Strategy, Planning, and Operation*, Fifth Edition, Pearson, England.
- Helber, Stefan., Sahling, Florian., and Schimmelpfeng, Katja., 2012, Dynamic Capacitated Lot Sizing with Random Demand and Dynamic Safety Stocks, *OR Spectrum*, DOI 10.1007/s00291-012-0283-6
- Noalina Purba, 2008, Pengendalian Persediaan Bahan Baku Kayu Pada PT. Andatu Lestari Plywood Bandar Lampung, *Skripsi*, Program Sarjana Ekstensi Manajemen Agribisnis-Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Raa, B. and Aghezzaf, E.H., 2003, A Robust Dynamic Planning Strategy for Lot-Sizing Problems With Stochastic Demands, *Journal of Intelligent Manufacturing*, 16, 207-213, Netherlands.
- Sitompul, C., 2010, Design of Robust Supply Chains: an Integrated Hierarchical Approach, *PhD Research*, University of Ghent, Ghent.
- Todd, Kevin M. and Rice, Robert W., 2005, Factors Affecting Pulpwood Inventory Levels in The Northeastern United States, *Forest Products Journal*; Jul/Aug 2005; 55, 7/8; ProQuest.