

USULAN APLIKASI METODE *MATERIAL REQUIREMENT PLANNING (MRP)* DALAM PERENCANAAN KEBUTUHAN *FIREBRICK* PT SEMEN PADANG

Fajar Aristiyanto, Nilda Tri Putri, Alexie Herryandie Bronto Adi
Jurusan Teknik Industri, Universitas Andalas

Email : fajar.aristiyanto@gmail.com

Abstract

The purpose of this article is to describe the results of research models firebrick requirements planning in PT Semen Padang with MRP method. Firebrick is one of the spare parts and essential in the production of operational PT Semen Padang as protective and insulating of shell kiln. This article describes the firebrick requirements planning at all kiln Indarung II / III, IV and V to meet the needs of 2017 up to 2018. One type of firebrick most widely used in PT Semen Padang is spinal firebrick. Spinal firebrick highly susceptible to hydration and moisture as the main component is MgO compound that is hygroscopic so susceptible to damage in the form of cracks firebrick. Based on the research that has been done, get MRP application design that can be used in planning the needs of firebrick PT Semen Padang to come. Plans need firebrick for compliance in 2017 to 2018 : (a) item 422 purchased through two phases in the 4th month of 12.711 pcs and in the 9th month of 24.909 pcs (b) item 622 purchased through two phases in the 4th month of 21.185 pcs and in the 9th month of 41.515 pcs (c) item P22 purchased through two phases in the 4th month of 446 pcs and in the 9th month of 874 pcs (d) item P + 22 purchased through two phases in the 4th month of 446 pcs and in the 9th month of 874 pcs (e) item 425 purchased in the 8th month of 14.626 pcs (f) item 825 purchased in the 8th month of 20.600 pcs (g) P25 item purchased in the 8th month of 412 pcs (h) P + 25 items purchased in the 8th month of 412 pcs.

Keywords: firebrick, material requirement planning, requirement planning

Abstrak

Tujuan penulisan artikel ini untuk mendeskripsikan hasil penelitian model perencanaan kebutuhan *firebrick* di PT Semen Padang dengan metode *MRP*. *Firebrick* merupakan salah satu *spare part* (suku cadang) penting dan utama dalam kelangsungan operasional produksi PT Semen Padang sebagai pelindung dan isolator *shell kiln*. Artikel ini menjelaskan perencanaan kebutuhan *firebrick* pada semua kiln pabrik Indarung II/III, IV dan V untuk pemenuhan kebutuhan tahun 2017 sampai dengan 2018. Salah satu jenis *firebrick* yang paling banyak digunakan di PT Semen Padang adalah *firebrick* jenis spinal. *Firebrick* jenis spinal ini sangat rentan terhadap hidrasi dan kelembaban karena komponen utamanya adalah senyawa MgO yang bersifat higroskopis sehingga rentan terjadi kerusakan pada *firebrick* yaitu berupa keretakan. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan rancangan aplikasi *MRP* yang dapat digunakan dalam perencanaan kebutuhan *firebrick* PT Semen Padang yang akan datang. Rencana kebutuhan *firebrick* untuk pemenuhan tahun 2017 sampai dengan 2018 yaitu : (a) item 422 dibeli melalui dua tahap yaitu pada bulan ke-4 sejumlah 12.711 pcs dan pada bulan ke-9 sejumlah 24.909 pcs (b) item 622 dibeli melalui dua tahap yaitu pada bulan ke-4 sejumlah 21.185 pcs dan pada bulan ke-9 sejumlah 41.515 pcs (c) item P22 dibeli melalui dua tahap yaitu pada bulan ke-4 sejumlah 446 pcs dan pada bulan ke-9 sejumlah 874 pcs (d) item P+22 dibeli melalui dua tahap yaitu pada bulan ke-4 sejumlah 446 pcs dan pada bulan ke-9 sejumlah 874 pcs (e) item 425 dibeli pada bulan ke-8 sejumlah 14.626 pcs (f) item 825 dibeli pada bulan ke-8 sejumlah 20.600 pcs (g) item P25 dibeli pada bulan ke-8 sejumlah 412 pcs (h) item P+25 dibeli pada bulan ke-8 sejumlah 412 pcs.

Kata kunci: *firebrick*, material requirement planning, perencanaan kebutuhan

1. PENDAHULUAN

Salah satu peralatan utama proses produksi semen PT Semen Padang adalah *kiln*. Dalam *kiln* terjadi proses pembakaran dengan

temperature tinggi 1400-1500°C untuk proses klinkerisasi atau pembentukan klinker. Proses pembakaran atau pembentukan klinker (komponen utama semen) merupakan tahapan

proses yang sangat vital, sehingga *kiln* sering diistilahkan sebagai jantung pabrik semen. *Firebrick* merupakan salah satu *spare part* (suku cadang) penting dan utama dalam kelangsungan operasional produksi PT Semen Padang. *Firebrick* digunakan di semua *kiln* pabrik Indarung II/III, IV dan V sebagai pelindung dan isolator *shell kiln*. Saat ini *firebrick* diimpor dari beberapa negara di antaranya Austria, Spanyol, China, Thailand dan India. Keberadaan atau *stock firebrick* menjadi faktor penting karena begitu vitalnya fungsi *spare part* tersebut dan saat ini belum tergantikan oleh material lain. Pertimbangan material yang harus diimpor tersebut menjadi faktor penting dalam merencanakan kebutuhan pembelian dan penyimpanan yang mana dalam merencanakan pembelian membutuhkan waktu 5 bulan sampai kedatangan material. Sementara itu, di sisi lainnya, sifat kimia dan fisika *firebrick* membatasi perusahaan untuk melakukan penyimpanan dalam jumlah yang terlalu banyak karena faktor *expired/ lifetime* material tersebut. Dalam hal ini perusahaan membutuhkan kecukupan *stock* saat dibutuhkan tetapi juga dituntut untuk menyediakan *stock* secukupnya saja (*just in time*) karena jika berlebih akan terimbas *expired date* yang akan mempengaruhi kualitas dan bentuk fisik material yang mana pada kondisi tersebut material tersebut tidak bisa digunakan.

Salah satu jenis *firebrick* yang paling banyak digunakan di PT Semen Padang adalah *firebrick* jenis *spinal*. *Firebrick spinal* merupakan *firebrick* dengan tingkat ketahanan temperatur yang tinggi (1400-1500 °C). *Firebrick* jenis *spinal* ini sangat rentan terhadap hidrasi karena komponen utamanya adalah senyawa MgO yang bersifat higroskopis. Selain pengaruh komposisi kimia, tingkat kelembaban juga turut mempengaruhi umur simpan *firebrick*. Efek reaksi hidrasi pada *firebrick spinal* akan menyebabkan kerusakan *firebrick* yaitu berupa keretakan-keretakan dan *firebrick* tersebut tidak dapat dipakai. Produsen *firebrick* tidak menyatakan secara tertulis terkait umur simpan *firebrick*, namun berdasarkan *history*, umur simpan *firebrick* di PT Semen Padang untuk *firebrick spinal* adalah maksimum 12 bulan. Umur simpan bisa berbeda-beda untuk setiap negara, dikarenakan tingkat *humidity* (kelembaban) yang berbeda-beda. Oleh karena itu, perencanaan pengadaan *firebrick* harus mempertimbangkan umur simpan maksimum untuk menghindari kerusakan *firebrick*, serta ketersediaan *firebrick* ketika dibutuhkan (*just in time*).

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Persediaan

Persediaan merupakan hal yang mutlak dibutuhkan oleh sebuah perusahaan dalam melakukan proses produksi. Menurut Assauri [1], "Persediaan merupakan sejumlah bahan-bahan, parts, yang disediakan dan bahan-bahan dalam proses yang terdapat dalam perusahaan untuk proses produksi, serta barang-barang jadi/produk yang disediakan untuk memenuhi permintaan dari komponen atau langganan setiap waktu".

Senada dengan pendapat tersebut, menurut Rangkuti [2], "Persediaan merupakan salah satu unsur paling aktif dalam operasi perusahaan yang secara kontinyu diperoleh, diubah, kemudian dijual kembali". Persediaan merupakan unsur kotinyu dalam sebuah perusahaan yang menyangkut pemerolehan, pengolahan, dan penjualan.

Secara lebih detail, persediaan didefinisikan sebagai barang yang disimpan untuk digunakan atau dijual pada periode mendatang [3]. Persediaan dapat berbentuk bahan baku yang disimpan untuk diproses, komponen yang diproses, barang dalam proses pada proses manufaktur, dan barang jadi yang disimpan untuk dijual.

Berdasarkan beberapa pengertian di atas, persediaan dapat didefinisikan sebagai barang yang berupa bahan baku, barang setengah jadi, barang jadi, atau parts yang disimpan untuk kontinyuitas proses produksi dalam memenuhi kebutuhan pelanggan. Oleh karena itu, persediaan merupakan salah satu hal yang sangat penting dalam keberhasilan suatu perusahaan.

2.2. Alasan Memiliki Persediaan

Tujuan memiliki persediaan salah satunya dapat mendukung tujuan kinerja, keandalan, fleksibilitas kecepatan, dan biaya. Brown et al [4] menyatakan bahwa tujuan pengadaan persediaan adalah dengan cara berikut:

1. Perlindungan terhadap masalah kualitas. Memiliki persediaan dapat mengkompensasi masalah dengan kualitas di input ke proses produksi, atau produk jadi.
2. Keandalan. Memiliki persediaan dapat membantu operasi memastikan pengiriman yang dapat diandalkan untuk pelanggan, apapun yang terjadi.
3. Perlindungan terhadap gangguan pasokan. Salah satu alasan utama untuk memegang persediaan adalah untuk memisahkan operasi dari perubahan lingkungan. Hal ini dapat disebabkan oleh penyebab fisik, seperti gempa bumi, kebakaran atau banjir. Hal ini juga dapat disebabkan perbuatan

manusia seperti pemogokan, rendahnya produksi oleh pemasok, atau pemasok keluar dari bisnis proses.

4. Melancarkan arus produksi. Ketika permintaan bervariasi, menempatkan barang jadi ke dalam persediaan memungkinkan organisasi untuk mempertahankan tingkat sumber daya masukan yang lebih konstan, terutama pemanfaatan teknologi dan tenaga kerja.
5. Memenuhi permintaan yang lebih tinggi dari yang diharapkan. Persediaan pengaman (*safety stock*) adalah persediaan yang disediakan lebih dari tingkat permintaan yang diharapkan untuk melindungi dari kehabisan persediaan, kondisi yang dikenal sebagai *stock out*.
6. Meningkatkan kecepatan pengiriman. Organisasi terus memiliki persediaan sehingga mereka segera dapat mengirim barang kepada pelanggan. Operasi ritel mencoba untuk mengantisipasi tingkat permintaan pelanggan dan menjaga persediaan yang cukup untuk memenuhi kebutuhan tersebut.
7. Fleksibilitas. Ada tiga perencanaan utama dan strategi pengendalian untuk menghadapi fluktuasi permintaan: *resource-to-order*, *make-to-order* dan *make-to-stock*. Strategi-strategi ini berbeda sesuai dengan jumlah pekerjaan yang dilakukan sebelum penerimaan pesanan pelanggan. Dalam *resource-to-order*, operasi menunggu penerimaan pesanan pelanggan sebelum memperoleh sumber daya atau mulai bekerja. Sebuah contoh dari operasi *resource-to-order* adalah katering, di mana organisasi akan menunggu untuk menerima pesanan pelanggan sebelum memesan *stock* makanan, contoh lainnya adalah teknik skala besar dan proyek-proyek konstruksi. Strategi ini meminimalkan kebutuhan untuk menahan sumber daya yang tidak mungkin dikonsumsi, namun memaksimalkan waktu yang telah berlalu antara penerimaan pesanan pelanggan dan pengiriman produk atau jasa.
8. Mengurangi biaya input. Biaya perolehan *input* sering dikurangi dengan cara membeli dalam jumlah yang lebih besar. Pertama, organisasi dapat menyebarkan biaya perolehan barang melalui sejumlah besar unit *input*. Kedua, organisasi mungkin dapat mengambil keuntungan dari diskon kuantitas yang pemasok mungkin tawarkan. Ketiga, organisasi mungkin perlu untuk membeli input sebelum kenaikan harga.

2.3. *Material Requirement Planning (MRP)*

Rangkuti [2] menjelaskan bahwa *Material Requirement Planning (MRP)* adalah salah satu perencanaan dengan penjadwalan kebutuhan material untuk proses produksi yang memerlukan beberapa tahapan proses, dengan kata lain adalah suatu rencana produksi untuk sejumlah produk yang diterjemahkan ke dalam bahan mentah yang dibutuhkan dengan menggunakan waktu tenggang sehingga dapat ditentukan kapan dan berapa banyak bahan yang diperlukan untuk masing-masing komponen suatu produk yang dibuat.

Menurut Purnomo [5], secara umum *Material Requirement Planning (MRP)* mempunyai tujuan di antaranya adalah:

1. Meminimalkan persediaan. *MRP* menentukan berapa banyak dan kapan suatu komponen diperlukan disesuaikan dengan jadwal induk produksi.
2. Mengurangi risiko karena keterlambatan produksi atau pengiriman. *MRP* mengidentifikasi banyaknya bahan dan komponen yang diperlukan baik dari segi jumlah dan waktunya.
3. Menentukan pelaksanaan rencana pemesanan. Jadwal produksi diharapkan dapat dipenuhi sesuai dengan rencana, sehingga komitmen terhadap pengiriman barang dapat dilakukan secara lebih tepat.
4. Menentukan penjadwalan ulang. Karena jumlah persediaan, waktu produksi, dan waktu pengiriman barang dapat direncanakan, penjadwalan lebih baik sesuai dengan jadwal induk produksi. Jika terdapat kekurangan komponen tertentu atau keterbatasan kapasitas, dapat dilakukan penjadwalan ulang terhadap rencana produksi dengan lebih tepat.

2.4. *Input MRP*

Agar *MRP* dapat dibuat dengan baik, *MRP* memerlukan beberapa *input* utama yang harus terpenuhi. Rangkuti [2] berpendapat bahwa *input* utama itu merupakan komponen dasar *MRP* yang terdiri atas:

1. *Master Production Scheduled (MPS)*

MPS merupakan suatu pernyataan definitif tentang produk akhir (*end item*) apa yang direncanakan perusahaan untuk diproduksi, berapa kuantitas yang dibutuhkan, pada waktu kapan dibutuhkan, dan bilamana produk itu akan diproduksi. *MPS* disusun berkaitan dengan pemasaran, rencana distribusi, perencanaan produksi, dan perencanaan kapasitas. *MPS* berupa ramalan permintaan atau order dari bagian penjualan, data alokasi sumberdaya

produksi dari bagian PPIC, dan laporan lain terkait kondisi atau status mesin/ fasilitas produksi.

2. *Bill of Material (BOM)*

BOM meliputi daftar barang atau material yang diperlukan bagi perakitan, pencampuran, dan pembuatan produk akhir. *BOM (Bill of Material)* dibuat untuk menentukan barang mana yang harus dibeli dan barang mana yang harus dibuat.

3. Struktur Produk

Struktur produk merupakan gambaran tentang langkah-langkah atau proses pembuatan produk, mulai dari bahan baku hingga produk akhir.

4. Catatan Persediaan

Sistem *MRP* harus memiliki dan menjaga suatu data persediaan yang *up to date* untuk setiap komponen barang. Dalam data ini harus disediakan informasi yang akurat tentang ketersediaan komponen dan seluruh transaksi persediaan, baik yang sudah terjadi maupun yang sedang direncanakan.

2.5. Langkah-langkah MRP

Sistem *MRP* memiliki empat langkah utama yang selanjutnya keempat langkah ini harus ditetapkan satu per satu pada periode perencanaan dan pada setiap *item*.

Baroto [6] menjelaskan langkah-langkah *MRP* tersebut adalah sebagai berikut:

1. *Netting* (Kebutuhan Bersih)

Netting merupakan suatu proses perhitungan kebutuhan bersih yang biasanya merupakan selisih antara kebutuhan kotor (*gross requirement*) dengan persediaan di tangan (*on-hand*) dan yang sedang diproses (dipesan). Data yang diperlukan untuk menentukan kebutuhan bersih yaitu: (1) kebutuhan kotor setiap periode, (2) persediaan *on-hand*, (3) rencana penerimaan.

2. *Lotting* (Kuantitas Pesanan)

Lotting merupakan suatu proses untuk menentukan besarnya jumlah pesanan optimal untuk setiap *item* secara individual berdasarkan pada hasil perhitungan kebutuhan bersih yang telah dilakukan. Beberapa teknik diarahkan untuk menyeimbangkan ongkos *set up* dan ongkos simpan. Ada juga teknik yang sederhana yang memakai jumlah pemesanan tetap atau periode pemesanan tetap.

3. *Off Setting* (Rencana Pemesanan)

Off Setting merupakan salah satu langkah pada *MRP* untuk menentukan saat yang tepat untuk rencana pemesanan dalam memenuhi kebutuhan bersih. Rencana pemesanan didapat dengan cara

menggabungkan saat awal tersedianya *lot size* yang diinginkan dengan besarnya waktu anjang. Waktu anjang ini sama dengan besarnya waktu saat barang mulai dipesan atau diproduksi sampai barang tersebut siap untuk dipakai.

4. *Explosion*

Explosion yaitu proses perhitungan kebutuhan kotor untuk tingkat yang lebih bawah didasarkan atas rencana pesanan.

2.6. Firebrick

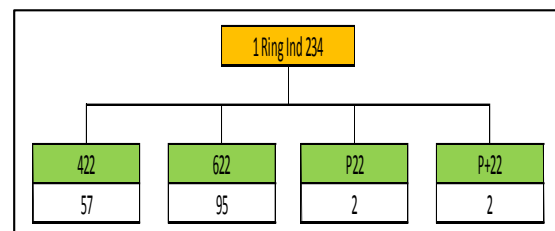
Firebrick merupakan salah satu jenis dari *refractory*. *Refractory* adalah material nonmetal yang tahan terhadap panas dan berbagai tingkat tekanan mekanik dan panas, korosi dan erosi oleh padatan, cairan maupun gas serta abrasi mekanis dan ketahanan terhadap berbagai temperatur [7]. Berbagai jenis *refractory* didesain dan diproduksi sedemikian rupa sehingga mempunyai sifat kimia dan fisika yang cocok untuk aplikasi tertentu.

Secara umum *refractory* dibagi menjadi 2 jenis: *shaped* dan *unshaped*. *Shaped refractory* adalah *refractory* yang telah dibentuk melalui cetakan dan berukuran tertentu, contohnya *firebrick*.

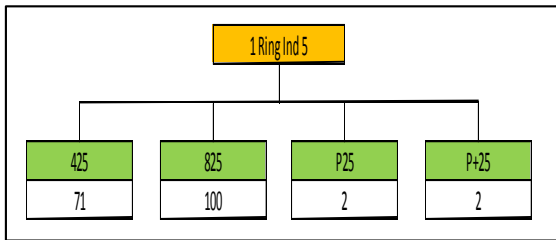
2.7. Penggunaan Firebrick di PT Semen Padang

Salah satu jenis *firebrick* yang paling banyak digunakan di PT Semen Padang adalah *firebrick* jenis spinal. *Firebrick* jenis spinal ini sangat rentan terhadap hidrasi dan kelembaban karena komponen utamanya adalah senyawa *MgO* yang bersifat higroskopis sehingga rentan terjadi kerusakan pada *firebrick* yaitu berupa keretakan. Berdasarkan history, umur simpan *firebrick* di PT Semen Padang untuk *firebrick* spinal adalah maksimum 12 bulan.

Kiln Indarung II/III dan IV menggunakan *item firebrick* yang sama dengan tinggi 22 cm sedangkan *kiln* Indarung V menggunakan *firebrick* dengan tinggi 25 cm. Komposisi *item* dalam 1 ring untuk *kiln* Indarung II/III, IV dan V dijelaskan sesuai Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. BOM produk ring untuk *firebrick* spinal pabrik Indarung II, III dan IV



Gambar 2. BOM produk ring untuk firebrick spinal pabrik Indarung V

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Studi Pendahuluan

Tahap ini dilakukan untuk mempelajari sistem pengadaan, persediaan, penyimpanan dan pemakaian *firebrick* di lokasi penelitian dan mempelajari hal-hal penting dalam strategi pengadaan *firebrick* di PT Semen Padang.

3.2. Studi Literatur

Tahap ini dilakukan untuk mempelajari konsep-konsep manajemen persediaan dengan menggunakan metode *MRP* yang didasarkan pada berbagai literature diantaranya mengenai persediaan, konsep *MRP*, input *MRP*, langkah-langkah *MRP*, *firebrick*, dan umur simpan *firebrick*.

3.3. Pengumpulan Data

Tahap ini dilakukan untuk mengevaluasi beberapa data yang diperlukan untuk penelitian ini. Data diperoleh dari PT Semen Padang. Data yang diperlukan diantaranya adalah data kebutuhan *firebrick*, data *on-hand inventory*, data rencana penerimaan, data proses pemesanan, data jenis dan item *firebrick* serta data-data terkait lainnya.

3.4. Melakukan Evaluasi Pengadaan Firebrick Saat Ini

Tahap ini dilakukan untuk mengevaluasi terhadap metode perencanaan pengadaan *firebrick* saat ini. Beberapa langkah perencanaan pengadaan *firebrick* saat ini yaitu penetapan kebutuhan, penetapan *stock*, penetapan *stock* minimum dan perhitungan pembelian.

3.5. Melakukan Perencanaan Pengadaan Firebrick dengan MRP

Tahap ini dilakukan untuk melakukan perencanaan pengadaan *firebrick* dengan *MRP* dengan langkah-langkah *MRP*.

3.6. Melakukan Perhitungan Stock Akhir per Bulan

Setelah dilakukan perhitungan penetapan pembelian dengan kedua metode baik saat ini maupun *MRP*, maka selanjutnya dilakukan perhitungan *stock* akhir *firebrick* per bulan. *Stock* akhir *firebrick* per bulan akan menggambarkan atau mendefinisikan kesesuaian antara *stock* akhir per bulan dengan kebutuhan di bulan selanjutnya.

3.7. Melakukan Perhitungan Stock Expired

Selanjutnya ditentukan *stock* brick expired (melebihi umur simpan). Jumlah *stock* *firebrick* expired kedua metode tersebut dibandingkan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Metode Perencanaan Pengadaan Saat Ini

Metode perencanaan pengadaan *firebrick* saat ini dilakukan melalui beberapa tahap yaitu penetapan kebutuhan *firebrick*, penetapan *stock* minimum dan perhitungan pembelian.

Tabel 1. Rekap kebutuhan *firebrick* untuk Kiln indarung II, III dan IV metode saat ini (set)

Ind II		Ind III		Ind IV		Total	Safety	Stock On-	Lebih/	Rencana	PO I	PO II
SM I	SM II	SM I	SM II	SM I	SM II	Butuh	Stock	Hand	Kurang	Beli	PO I	PO II
(set)	(set)	(set)	(set)	(set)	(set)	(set)	(set)	(set)	(set)	(set)	(set)	(set)
0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	1.2	3.8	1.0	2.8	-2.0	2.5	2.5	

Tabel 2. Rekap kebutuhan *firebrick* untuk Indarung II, III dan IV metode saat (meter)

Ind II		Ind III		Ind IV		Total	Safety	Stock On-	Lebih/	Rencana	PO I	PO II
SM I	SM II	SM I	SM II	SM I	SM II	Butuh	Stock	Hand	Kurang	Beli	PO I	PO II
(mtr)	(mtr)	(mtr)	(mtr)	(mtr)	(mtr)	(mtr)	(mtr)	(mtr)	(mtr)	(mtr)	(mtr)	(mtr)
17.2	17.2	17.2	17.2	20.6	41.3	130.7	34.4	96.3	-68.8	86.0	86.0	

Tabel 3. Rekap kebutuhan *firebrick* untuk Kiln Indarung V metode saat ini (set)

Ind V		Total	Safety	Stock On-	Lebih/	Rencana	PO I	PO II
SM I	SM II	Butuh	Stock	Hand	Kurang	Beli	PO I	PO II
(set)	(set)	(set)	(set)	(set)	(set)	(set)	(set)	(set)
1.0	0.2	1.2	1.0	1.4	-0.8	1.0	1.0	

Tabel 4. Rekap kebutuhan *firebrick* untuk Kiln Indarung V metode saat ini (meter)

Ind V		Total	Safety	Stock On-	Lebih/	Rencana	PO I	PO II
SM I	SM II	Butuh	Stock	Hand	Kurang	Beli	(mtr)	(mtr)
(mtr)	(mtr)	(mtr)	(mtr)	(mtr)	(mtr)	(mtr)	(mtr)	(mtr)
50.0	10.0	60.0	50.0	70.0	-40.0	50.0	50.0	

Tabel 5. Rekap kebutuhan *firebrick* untuk masing-masing pabrik (meter)

Pabrik	2017												2018					
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun
Ind II	37.8						5.8					37.8						
Ind III				38							5.8						38	
Ind IV			50							14				50				
Ind V		50						15					50					

Dari Tabel 1, Tabel 2, Tabel 3 dan Tabel 4 tersebut, dapat dilihat bahwa terdapat total kebutuhan, stock minimum dan stock on-hand sehingga dapat dihitung kekurangan atau kelebihan sebagaimana terlihat pada kolom "Lebih/Kurang". Sedangkan rencana pembelian dapat dilihat pada kolom "Rencana Beli". Pada kolom "Rencana Beli" terlihat bahwa terjadi pembulatan angka dari 2.0 set menjadi 2.5 set, artinya terjadi kelebihan pembelian sebanyak 0.5 set (17.2 meter). Hal yang sama juga terjadi pada "Rencana Beli" untuk *firebrick* kiln Indarung V, dimana terjadi pembulatan dari 0.8 set menjadi 1 set, artinya terjadi kelebihan pembelian sebanyak 0.2 set (10 meter).

Selain itu, pada pembelian *firebrick* untuk kiln Indarung II/III dan IV, pembelian sebanyak 2.5 set (86 meter) didatangkan pada saat yang sama yaitu pada kedatangan I. Begitu juga pembelian *firebrick* untuk kiln Indarung V, di mana sebanyak 1 set (50 meter) juga didatangkan pada saat yang sama yaitu pada kedatangan I.

Kedua hal tersebut di atas menyebabkan terjadinya kelebihan stock *firebrick*, umur simpan *firebrick* melebihi 12 bulan sehingga *firebrick* tidak dapat dipakai.

4.2. Aplikasi MRP dalam Perencanaan Pengadaan *Firebrick*

Sebelum memasuki tahapan MRP, maka dilakukan penetapan kebutuhan *firebrick* masing-masing pabrik untuk setiap periode (bulan). Nilai *gross requirement* yang digunakan adalah total antara kebutuhan *firebrick* masing-masing pabrik ditambah dengan nilai safety stock. Safety stock digunakan untuk mengakomodasi kebutuhan *firebrick* yang tidak terduga (tidak terencana). Nilai safety stock ditentukan yaitu 23 meter

(115 ring) untuk kiln Indarung II/III dan IV, dan 14.5 meter (72.5 ring) untuk kiln Indarung V. Nilai kebutuhan *firebrick* dinyatakan dalam meter dan selanjutnya dikonversi menjadi satuan ring berdasarkan BOM sebagaimana dijelaskan pada Gambar 1 dan Gambar 2. Kebutuhan *firebrick* untuk masing-masing pabrik dijelaskan sebagaimana Tabel 5.

Selanjutnya kebutuhan tersebut dikonversi menjadi kebutuhan dalam satuan ring dengan mengkalikan kebutuhan (satuan meter) dengan 5 (1 meter terdiri dari 5 ring) serta diturunkan dalam masing-masing item sehingga dapat dilihat sebagaimana Tabel 6. Untuk mengakomodasi kebutuhan safety stock, maka nilai *gross requirement* dapat dilihat pada Tabel 7 dan Tabel 8.

Data lainnya yaitu *schedule receipt* untuk *firebrick* spinal Indarung V sejumlah 75 ring. Sedangkan *On-hand Inventory*, tersedia 835 ring untuk pabrik Indarung II,III dan IV dan 360 ring untuk pabrik Indarung V.

Tabel 6. Kebutuhan *firebrick* untuk masing-masing pabrik per item (ring)

Item	2017												2018					
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun
422																		
622	189		248			189		29		70		29	189		248		189	
P22																		
P+22																		
425																		
825		248							72.5					248				
P25																		
P+25																		

Tabel 7. Kebutuhan *firebrick* untuk masing-masing pabrik per item dengan safety stock (ring)

Item	2017												2018					
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun
422																		
622	189+115			248		189		29		70		29	189		248		189	
P22																		
P+22																		
425																		
825		248+72.5							72.5					248				
P25																		
P+25																		

Tabel 8. Kebutuhan *firebrick* untuk masing-masing pabrik per item dengan safety stock (ring)

Item	2017												2018					
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun
422																		
622	304		248			189		29		70		29	189		248		189	
P22																		
P+22																		
425																		
825		321							72.5					248				
P25																		
P+25																		

4.2.1. Penentuan Net Requirement (Netting)

Dengan menggunakan data-data *Gross Requirement*, *On-hand Inventory* dan *Scheduled Receipt* sebagaimana telah dibahas di atas, maka selanjutnya dapat ditentukan kebutuhan bersih (*net requirement*) sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 9 dan Tabel 10.

4.2.2. Penentuan Jumlah Pesanan (Lotting) dan Rencana Pemesanan (Offsetting)

Metode *lotting* yang digunakan adalah *lot for lot (LFL)* dengan pertimbangan perbandingan nilai biaya pesan yang sangat kecil yaitu sebesar 0.003% dari nilai inventory barang. Lead time perakitan ring adalah 1 bulan. Maka selanjutnya dapat dilakukan penentuan jumlah dan waktu pemesanan sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 9 dan Tabel 10.

Tabel 9. Proses *Netting*, *Lotting* dan *Offsetting* untuk *firebrick* spinal Indarung II/III dan IV

Bulan	2017												2018						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Gross Requirement		304	0	248	0	189	0	0	29	0	70	0	29	189	0	248	0	189	0
Scheduled Receipt																			
On Hand Inventory	835	531	531	283	283	94	94	65	65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Net Requirement										5	29	189		248	189				
Planned Order Releases									5	29	189		248	189					

Tabel 10. Proses *Netting*, *Lotting* dan *Offsetting* untuk *firebrick* spina Indarung V

Bulan	2017												2018						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Gross Requirement		0	3205	0	0	0	0	0	725	0	0	0	0	248	0	0	0	0	0
Scheduled Receipt		75																	
On Hand Inventory	360	495	1143	115	115	115	115	115	42	42	42	42	0	0	0	0	0	0	0
Net Requirement																206			
Planned Order Releases														206					

4.2.3. Penjabaran Kebutuhan Item (Explosion)

Berdasarkan rencana pesanan produksi (*planned order release*) yang telah dibuat, langkah selanjutnya adalah dilakukan penjabaran kebutuhan item untuk rencana pembelian barang. *Explosion* dilakukan berdasarkan struktur produk, waktu yang dibutuhkan untuk pemesanan (*lead time*) serta jumlah rencana pesanan produksi sebagaimana dibahas di atas. Waktu yang dibutuhkan untuk pemesanan barang adalah 5 bulan.

Mempertimbangkan beberapa faktor berikut:

1. Daerah pembelian : *firebrick* dibeli dari Austria, China, Thailand sehingga membutuhkan proses pengiriman yang cukup lama mencapai 5 bulan
2. Biaya pesan dan simpan relatif kecil
3. Jaminan ketersediaan *stock*
4. Efektifitas pengangkutan kapal
5. Efektifitas pengurusan dokumen di pelabuhan
6. Umur simpan *firebrick* (umur simpan maksimal 12 bulan)

Tabel 11. Proses *Netting*, *Lotting* dan *Offsetting* untuk *firebrick* spinal Indarung II,III dan IV

Bulan	2017												2018						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Gross Requirement		304	0	248	0	189	0	0	29	0	70	0	29	189	0	248	0	189	0
Scheduled Receipt																			
On Hand Inventory	835	531	531	283	283	94	94	65	65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Net Requirement										5	29	189		248	189				
Planned Order Releases									5	29	189		248	189					

223

437

Maka pemesanan item untuk *firebrick kiln* Indarung II/III dan IV dilakukan melalui dua tahap.

Pembelian item 422, 622, P22 dan P+22 untuk memenuhi produk ring *kiln* Indarung II/III dan IV dilakukan melalui dua tahap dimana terjadi penggabungan pemesanan untuk pemenuhan 223 ring (5+29+189 ring) pada bulan 9, 11 dan 12 sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 11.

Penjabaran pembelian item 422, 622, P22 dan P+22 dapat dilihat pada Tabel 12, Tabel 13, Tabel 14 dan Tabel 15.

Pembelian item 425, 825, P25 dan P+25 untuk memenuhi produk ring *kiln* Indarung V dilakukan melalui satu tahap dimana pembelian dilakukan untuk pemenuhan 206 ring pada bulan 13.

Penjabaran pembelian item 425, 825, P25 dan P+25 dapat dilihat pada Tabel 17, Tabel 18, Tabel 19 dan Tabel 20.

Jumlah yang harus dibeli untuk masing-masing item berdasarkan *Bill of Material* masing-masing produk ring.

Tabel 12. Proses penentuan kuantitas pesanan dan waktu pemesanan item 422

Bulan	2017												2018						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Gross Requirement												12711						24909	
Scheduled Receipt																			
On Hand Inventory																			
Net Requirement												12711						24909	
Planned Order Releases							12711					24909							

Tabel 13. Proses penentuan kuantitas pesanan dan waktu pemesanan item 622

Bulan	2017												2018						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Gross Requirement													21185						41515
Scheduled Receipt																			
On Hand Inventory																			
Net Requirement													21185						41515
Planned Order Releases					21185								41515						

Tabel 14. Proses penentuan kuantitas pesanan dan waktu pemesanan item P22

Bulan	2017												2018						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Gross Requirement													446						874
Scheduled Receipt																			
On Hand Inventory																			
Net Requirement													446						874
Planned Order Releases					446								874						

Tabel 15. Proses penentuan kuantitas pesanan dan waktu pemesanan item P+22

Bulan	2017												2018						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Gross Requirement													446						874
Scheduled Receipt																			
On Hand Inventory																			
Net Requirement													446						874
Planned Order Releases					446								874						

Tabel 16. Proses *Netting, Lotting* dan *Offsetting* untuk *firebrick* spinal Indarung II, III dan IV

Bulan	2017												2018						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Gross Requirement	0	320,5	0	0	0	0	0	0	0	72,5	0	0	0	0	248	0	0	0	0
Scheduled Receipt	75																		
On Hand Inventory	360	435	114,5	115	115	115	115	115	42	42	42	42	42	0	0	0	0	0	0
Net Requirement																			206
Planned Order Releases																			206

Tabel 17. Proses penentuan kuantitas pesanan dan waktu pemesanan item 425

Bulan	2017												2018						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Gross Requirement														14626					
Scheduled Receipt																			
On Hand Inventory																			
Net Requirement														14626					
Planned Order Releases														14626					

Tabel 18. Proses penentuan kuantitas pesanan dan waktu pemesanan item 825

Bulan	2017												2018						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Gross Requirement																			20600
Scheduled Receipt																			
On Hand Inventory																			
Net Requirement																			20600
Planned Order Releases																			20600

Tabel 19. Proses penentuan kuantitas pesanan dan waktu pemesanan item P25

Bulan	2017												2018						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Gross Requirement																			412
Scheduled Receipt																			
On Hand Inventory																			
Net Requirement																			412
Planned Order Releases																			412

Tabel 20. Proses penentuan kuantitas pesanan dan waktu pemesanan item P+25

Bulan	2017												2018						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Gross Requirement																			412
Scheduled Receipt																			
On Hand Inventory																			
Net Requirement																			412
Planned Order Releases																			412

4.3. Analisa Perbandingan Umur Simpan Metode Perencanaan Saat ini dengan Metode MRP

Perbandingan dilakukan dengan format yang sama di mana format yang digunakan adalah table *MRP* yang berisi *Gross Requirement*, *Scheduled Receipt*, *On-Hand Inventory*, dan *Planned Order Release*.

Tabel 21. Penentuan umur *firebrick* spinal kiln Indarung II, III dan IV dengan metode saat ini

Bulan	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Gross Requirement	85	85			103				85		85		207	85		85			
Scheduled Receipt																			
On Hand Inventory	482	396	396	740	740	637	637	637	551	551	465	465	258	172	172	86	86		
Net Requirement																			
Planned Order Releases				430															

Jumlah Firebrick Gen.1	482	396	396	319,5	310	207	207	207	121	121	35	35							
Umur Firebrick Gen.1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12							
Jumlah Firebrick Gen.2	430	430	430	430	430	430	430	430	430	430	258	172	172	86	86				
Umur Firebrick Gen.2	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
422					24510	24510	24482	24482	24482	24482	24482	24482	14706	9804	9804	4902	4902		
622					40850	40850	40803	40803	40803	40803	40803	40803	24510	16340	16340	8170	8170		
P22					860	860	859	859	859	859	859	859	516	344	344	172	172		
P+22					860	860	859	859	859	859	859	859	516	344	344	172	172		

Firebrick spinal untuk Kiln Indarung II, III dan IV didatangkan pada Kedatangan I yaitu Bulan ke-2 sebanyak 430 ring (86 meter). Maka dapat disimulasikan umur dan jumlah firebrick per bulan. Sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 21 bahwa firebrick generasi 1 mempunyai umur maksimal 12 bulan yaitu sejumlah 35 ring dan terpakai habis. Sedangkan firebrick generasi 2 sebanyak 86 ring mempunyai umur > 12 bulan (expired).

Tabel 22. Penentuan umur firebrick spinal kiln Indarung V dengan metode saat ini

Bulan	2016																		
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Gross Requirement			250									50						250	
Scheduled Receipt																			
On Hand Inventory	350	350	100	100	100	350	350	350	350	350	300	300	300	300	300	50	50	50	
Net Requirement																			
Planned Order Releases			250																

Jumlah Firebrick Gen.1	350	350	100	100	100	100	100	100	100	50	50	50	50						
Umur Firebrick Gen.1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15					
Jumlah Firebrick Gen.2			250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250					
Umur Firebrick Gen.2		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							
425			7100	7100	7100	7100	7100	3550	3550	3550	3550	3550	3550						
825			10000	10000	10000	10000	10000	5000	5000	5000	5000	5000	5000						
P25			200	200	200	200	200	100	100	100	100	100	100						
P+25			200	200	200	200	200	100	100	100	100	100	100						

Firebrick spinal untuk Kiln Indarung V didatangkan pada Kedatangan I yaitu Bulan ke-3 sebanyak 250 ring (50 meter). Maka dapat disimulasikan umur dan jumlah firebrick per bulan. Sebagaimana dapat dilihat pada tabel 22 bahwa firebrick generasi 1 mempunyai umur maksimal > 12 bulan yaitu sejumlah 50 ring atau 10 meter (expired). Sedangkan firebrick generasi 2 sebanyak 250 ring mempunyai umur maksimal 10 bulan.

Tabel 23. Penentuan umur firebrick spinal kiln Indarung II, III dan IV dengan metode MRP

Bulan	2016												2017						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Gross Requirement		189	0	246	0	189	0	0	29	0	70	0	289	0	248	0	189	0	
Scheduled Receipt																			
On Hand Inventory	835	646	646	398	398	209	209	209	180	180	333	333	304	115	115	304	304	115	115
Net Requirement																			
Planned Order Releases											223							437	

Jumlah Firebrick Gen.1	115																		
Umur Firebrick Gen.1	4																		
Jumlah Firebrick Gen.2	646	646	646	398	398	209	209	180	180	110	110	81							
Umur Firebrick Gen.2	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12						
Jumlah Firebrick Gen.3										223	223	223	115	115					
Umur Firebrick Gen.3										1	2	3	4	5					
Jumlah Firebrick Gen.4															304	304	115	115	
Umur Firebrick Gen.4															1	2	3	4	
422	36822	36822	36822	22686	22686	11913	11913	11913	10260	10260	6270	6270	4617						
622	61370	61370	61370	37810	37810	19855	19855	17100	17100	10450	10450	7695							
P22	1292	1292	1292	796	796	418	418	418	360	360	220	220	162						
P+22	1292	1292	1292	796	796	418	418	418	360	360	220	220	162						

Firebrick spinal untuk Kiln Indarung II, III dan IV didatangkan melalui 2 tahap yaitu pada bulan ke-9 (sebanyak 223 ring) dan bulan ke-14 (sebanyak 437 ring). Maka dapat disimulasikan umur dan jumlah firebrick per bulan. Sebagaimana dapat dilihat pada tabel

23 bahwa firebrick generasi 1 mempunyai umur maksimal 4 bulan yaitu sejumlah 175 ring dan terpakai habis. Firebrick generasi 2 sebanyak 81 ring mempunyai umur maksimal 12 bulan dan terpakai habis. Firebrick generasi 3 sebanyak 115 ring mempunyai umur maksimal 5 bulan dan terpakai habis. Firebrick generasi 4 sebanyak 115 ring mempunyai umur 4 bulan dan firebrick ini akan terpakai pada bulan ke-21 sesuai siklus kebutuhan dan pada bulan tersebut firebrick ini masih mempunyai umur 7 bulan. Tidak ada firebrick expired dengan metode MRP ini.

Tabel 24. Penentuan umur firebrick spinal kiln Indarung V dengan metode MRP

Bulan	2016												2017						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Gross Requirement													72.5					248	
Scheduled Receipt																			
On Hand Inventory	360	435	187	187	187	187	187	187	187	187	115	115	115	115	72.5	72.5	72.5	72.5	
Net Requirement																			206
Planned Order Releases																			206

Jumlah Firebrick Gen.1	237	237																		
Umur Firebrick Gen.1	7	8																		
Jumlah Firebrick Gen.2	123	123	112	112	112	112	112	112	112	39.5	39.5	39.5	39.5							
Umur Firebrick Gen.2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14						
Jumlah Firebrick Gen.3			75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75						
Umur Firebrick Gen.3		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12						
Jumlah Firebrick Gen.4															206	72.5	72.5	72.5	72.5	
Umur Firebrick Gen.4															0	1	2	3	4	5
425	8733	8733	7952	7952	7952	7952	7952	7952	2805	2805	2805	2805	2805							
825	12300	12300	11200	11200	11200	11200	11200	11200	3950	3950	3950	3950	3950							
P25	246	246	224	224	224	224	224	224	79	79	79	79	79							
P+25	246	246	224	224	224	224	224	224	79	79	79	79	79							

Firebrick spinal untuk Kiln Indarung V didatangkan pada bulan ke-13 (sebanyak 206 ring). Maka dapat disimulasikan umur dan jumlah firebrick per bulan. Sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 24 bahwa firebrick generasi 1 mempunyai umur maksimal 8 bulan yaitu sejumlah 237 ring dan terpakai habis. Firebrick generasi 2 sebanyak 39.5 ring mempunyai umur >12 bulan (expired). Hal ini disebabkan oleh tingginya stock awal yaitu 360 ring, sementara pemakaian selama 12 bulan selanjutnya kurang dari 360 ring. Tingginya stock ini karena pengadaan material tidak atur sedemikian rupa sehingga umur firebrick tidak melebihi umur simpan. Firebrick generasi 3 sebanyak 75 ring mempunyai umur maksimal 12 bulan dan terpakai habis. Firebrick generasi 4 sebanyak 72.5 ring mempunyai umur 5 bulan dan firebrick ini akan terpakai pada bulan ke-21 sesuai siklus kebutuhan dan pada bulan tersebut firebrick ini masih mempunyai umur 8 bulan.

4.4. Analisa Perbandingan Jumlah Firebrick Expired antara Metode Perencanaan Saat ini dengan Metode MRP

Berdasarkan beberapa penjelasan di atas, maka dapat direkap perbandingan jumlah

firebrick expired antara metode perencanaan saat ini dengan metode *MRP*.

Tabel 25. Perbandingan jumlah *firebrick expired* antara Metode Perencanaan Saat Ini dengan Metode *MRP* (dalam ring)

Umur (bulan)	Spinal Ind 2,3 dan 4 (Ring)		Spinal Ind 5 (Ring)	
	Metode Saat Ini	Metode MRP	Metode Saat Ini	Metode MRP
1	430	646	350	123
2	430	646	350	123
3	430	398	350	112
4	430	398	100	112
5	430	209	100	112
6	430	209	100	112
7	430	209	100	112
8	430	180	100	112
9	430	180	100	112
10	258	110	100	39.5
11	172	110	50	39.5
12	172	81	50	39.5
13	86	0	50	39.5
14	86	0	50	39.5
15	86	0	50	39.5
16	86	0	50	39.5
17	86	0	50	39.5
18	86	0	50	39.5

Tabel 26. Perbandingan jumlah *firebrick expired* antara Metode Perencanaan Saat Ini dengan Metode *MRP* (dalam pcs)

Item	Jumlah <i>Firebrick Expired</i> (pcs)		Keterangan
	Metode Saat Ini	Metode MRP	
422	4902	0	Terjadi penurunan <i>firebrick</i> yang <i>expired</i>
622	8170	0	
P22	172	0	
P+22	172	0	
425	3550	2805	
825	5000	3950	
P25	100	79	
P+25	100	79	

Berdasarkan Tabel 25 dan Tabel 26 di atas, maka dapat disampaikan bahwa dengan menggunakan metode *MRP* terjadi penurunan jumlah *firebrick* yang *expired*.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan pembahasan yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu:

1. Penelitian ini telah mendapatkan rancangan aplikasi *MRP* yang dapat digunakan dalam

perencanaan pengadaan *firebrick* PT Semen Padang pada masa yang akan datang

2. Rencana kebutuhan *firebrick* untuk pemenuhan tahun 2017 sampai dengan 2018 yaitu : (a) item 422 dibeli melalui dua tahap yaitu pada bulan ke-4 sejumlah 12.711 pcs dan pada bulan ke-9 sejumlah 24.909 pcs (b) item 622 dibeli melalui dua tahap yaitu pada bulan ke-4 sejumlah 21.185 pcs dan pada bulan ke-9 sejumlah 41.515 pcs (c) item P22 dibeli melalui dua tahap yaitu pada bulan ke-4 sejumlah 446 pcs dan pada bulan ke-9 sejumlah 874 pcs (d) item P+22 dibeli melalui dua tahap yaitu pada bulan ke-4 sejumlah 446 pcs dan pada bulan ke-9 sejumlah 874 pcs (e) item 425 dibeli pada bulan ke-8 sejumlah 14.626 pcs (f) item 825 dibeli pada bulan ke-8 sejumlah 20.600 pcs (g) item P25 dibeli pada bulan ke-8 sejumlah 412 pcs (h) item P+25 dibeli pada bulan ke-8 sejumlah 412 pcs.

Adapun saran yang dapat diajukan dari hasil pembahasan pada penulisan ini adalah untuk perbaikan perencanaan pengadaan *firebrick*, *MRP* hasil rancangan perlu dilengkapi dengan *Standard Operating Procedure* (SOP).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Assauri, S. (2008). *Manajemen Produksi dan Operasi*. Edisi 4. Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- [2] Rangkuti, F. (2007). *Manajemen Persediaan: Aplikasi di Bidang Bisnis*. Edisi 2. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- [3] Kusuma, H. (2009). *Manajemen Produksi: Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Edisi 4. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- [4] Brown, S., Blackmon, K., Cousins, P., dan Maylor, H. (2001). *Operations Management: Policy, Practice and Performance Improvement*. Oxford: A division of Reed Educational and Professional Publishing Ltd.
- [5] Purnomo, H. (2004). *Pengantar Teknik Industri*. Edisi 2. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [6] Baroto, T. (2002). *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Jakarta : Ghalia Indonesia
- [7] Schacht, C. (2004). *Refractories Handbook*. USA