

REKAYASA PERANGKAT LUNAK PRODUKSI PACKAGING DENGAN METODE MRP2 DAN ALGORITMA OPTIMASI GREEDY**Edy Nasri, Andi Usri, Ahmad Surahmat**

Jurusan Teknik Informatika, Universitas Banten Jaya

Jl.Ciwaru II No.73 Kota Serang-Banten

Telp: (0254)217066, Fax: (0254)2095834

Email: edynasri@unbaja.ac.id, andiusri@unbaja.ac.id, ahmadsurahmat@unbaja.ac.id

ABSTRAK

Rekayasa Perangkat Lunak Produksi merupakan suatu proses dalam merencanakan dan mengendalikan sistem manufaktur ketika melakukan operasi jangka pendek maupun jangka menengah dalam proses pembuatan produk-produk didalam industri. Penyusunan penjadwalan dan pengontrolan terhadap produksi yang tidak akurat dapat menimbulkan proses produksi tidak efisien sehingga menghasilkan produksi waste yang tinggi, serta akan menimbulkan idle stock yang dapat mengakibatkan tingginya biaya produksi. Pendekatan sistem terintegrasi *Manufacturing Resource Planning* (MRP2) merupakan suatu sistem informasi manufaktur formal dan eksplisit yang mengintegrasikan fungsi-fungsi utama dalam industri manufaktur. Rekayasa Perangkat Lunak Produksi dengan Metode MRP2 ini bisa di implementasikan didalam proses produksi mulai dari *Master Production Scheduling* (MPS), *Materials Requirement Planning* (MRP), *Capacity Requirements Planning* (CRP), serta dalam *Production Control Activity* (PCA). Penerapan algoritma optimasi greedy pada perencanaan dan pengendalian produksi akan memberikan solusi yang lebih baik yang dapat menurunkan produk waste. Dikarnakan alokasi order pada pemilihan spesifikasi bahan baku serta pengaturan line mesin produksi dengan algoritma optimasi greedy dilakukan secara bertahap mulai dari mencari solusi lokal sampai global. Solusi global yang diperoleh dengan cara melewati fungsi seleksi untuk mencari seluruh solusi yang mungkin, fungsi kendala untuk membebaskan hasil fungsi seleksi dari batasan yang ada dan fungsi obyektif untuk menentukan tujuan yang ingin dicapai yaitu optimasi pada perencanaan dan pengendalian produksi. Menerapkan metode perencanaan dalam produksi yang mengacu pada urutan order yang diterima, kemudian ditempatkan pada urutan mesin produksi yang tersedia baik secara kapasitas maupun spesifikasinya sesuai dengan urutan mesin produksi tanpa mempertimbangkan urutan mesin mana yang bisa memperoleh hasil yang paling optimal.

*Kata Kunci:**Rancangan Aplikasi, MRP2, Algoritma Optimasi Greedy, Efisiensi Produksi, MPS, MRP, CRP, PCA***PENDAHULUAN**

Dalam pelaksanaan Produksi dilakukan dalam 24 jam yang dilakukan petugas dalam tiga shift. Masalah yang terjadi banyaknya produksi waste, timbulnya idle stock dan customer complaint. Ada beberapa hal yang dapat menimbulkan customer complaint seperti: barang yang diterima pelanggan tidak tepat waktu, ketersediaan barang tidak sesuai dengan rencana packing, salah dalam distribusi barang.

Komplain pelanggan dapat juga terjadi karena masalah data yaitu data order tidak sesuai dengan data barang yang diterima oleh pelanggan, schedule (rencana) produksi tidak mengikuti data *Master Planning Schedule* (MRP) dan rencana produksi yang merupakan permintaan secara mendesak. Hal ini berkaitan dengan pemrosesan data elektronik yang dilakukan pada aplikasi perangkat lunak (*software*). Kesulitan saat pengolahan data *Master Planning Schedule* (MPS) dan *Rough Cut Capacity Planning* (RCCP), karna pengolahan data belum tersistem dengan optimal mengakibatkan lamanya proses pengolahan data perencanaan, seing terjadi kesalahan, ketepatan proses data dan kehilangan data menyebabkan biaya produksi tinggi serta menjadikan idle stock, penyediaan bahan baku terhambat juga menimbulkan banyaknya waste produksi dari proses cut combination bahan baku. Belum lagi terjadi jumlah pengiriman tidak sesuai dengan pemesanan bahkan mungkin terjadi salah spesifikasi barang. Selain citra perusahaan yang tidak baik di mata pelanggan, biaya yang dikeluarkan juga besar terutama untuk proses cut combination saat persediaan bahan baku, dan juga menimbulkan *idle stock* dan keterlambatan packing. Biaya yang dimaksud adalah biaya waste produksi, idle stock dan keterlambatan packing karna tidak sesuai dengan data *Master Planning Schedule* (MPS) dalam hal penanganan order

untuk mengirim barang sesuai dengan jumlah dan spesifikasi yang ada pada dokumen reservasi pelanggan.

Selanjutnya diolah dengan cara mapping antara file satu dengan file yang lainnya, untuk pengolahan data dimulai Pengambilan data MPS, filtering data, Mapping data MPS, Outstanding order, Stock, dan data produksi, baik dari code product atau voucher track, melakukan proses persediaan bahan baku dan hasil produksi dan stock, dimana pada bagian ini pemrosesan data belum menggunakan aplikasi dan basisdata yang bertujuan untuk optimasi proses dan menghindari kesalahan proses baik proses pengolahan data atau proses produksi.

Pada penelitian ini penerapan metode *Manufacturing Resource Planning* (MRP2) dan Algoritma Optimasi Greedy pada *production planning and control system* diharapkan dapat dijadikan landasan yang lebih baik dalam menyusun perencanaan produksi khususnya dilingkungan lokasi penelitian dilakukan yang selanjutnya bisa dikembangkan dengan fungsi yang lebih luas lagi sehingga dapat dipakai untuk proses produksi secara umum.

STUDI PUSTAKA

- a) Penelitian yang dilakukan oleh Linew Kjellsdotter Iverst (April,2012) pada *Department of Technology Management and Economics Division of Logistics and Transportation CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY Göteborg, Sweden* yang berjudul: *Use of Advanced Planning and Scheduling (APS) systems to support manufacturing planning and control processes*, menyebutkan:

Advanced Planning and Scheduling (APS) sistem didefinisikan sebagai Program komputer yang menggunakan algoritma matematika yang canggih atau logika untuk melakukan optimasi dan / atau simulasi penjadwalan kapasitas terbatas, sourcing, perencanaan kapasitas, perencanaan sumber daya, peramalan, perencanaan kebutuhan dan lain-lain perencanaan kompleksitas lingkungan, diidentifikasi sebagai jumlah dan ketergantungan antara entitas dan ketidakpastian permintaan, pasokan dan sistem produksi perusahaan manufaktur, telah ditemukan untuk mempengaruhi bagaimana sistem APS harus digunakan. Variabel terhubung ke penerapan sistem APS dan proses MPC, di sisi lainnya, mempengaruhi bagaimana sistem APS sebenarnya digunakan. Penelitian ini harus menarik bagi perencanaan manufaktur area subyek dan kontrol. *Manufacturing Resource Planning* (MRP2) biasanya dikatakan sebagai pengembangan MRP, di mana pembangunan terletak pada kemampuan untuk mengintegrasikan sumber selain bahan baku lainnya.

- b) Penelitian oleh Odit Ekwardo (April 12, Studi Kasus pada : Pemotongan Bar Steel, Program Studi Teknik Informatika ITB, dengan judul : Studi dan Implementasi Algoritma Optimasi Pemotongan Bar Steel, menyatakan :

Algoritma greedy membentuk solusi langkah per langkah (step by step). Terdapat banyak pilihan yang perlu dieksplorasi pada setiap langkah solusi. Oleh karena itu, pada setiap langkah harus dibuat keputusan yang terbaik dalam menentukan pilihan. Penyelesaian dengan algoritma persoalan diatas dengan menggunakan algoritma greedy adalah dengan memilih langkah yang terlihat paling mendekati solusi, yaitu dengan memilih pola yang memiliki sisa terkecil terlebih dahulu.

Jika diberikan suatu permasalahan yang solusinya dapat diselesaikan dengan menggunakan fungsi f dan solusi optimal yang diinginkan adalah $f(x)$, maka algoritma optimasi adalah metode yang digunakan untuk menemukan nilai x , misalnya menemukan kemungkinan yang terbesar (atau terkecil) dari suatu fungsi f dengan constraint yang diberikan oleh variabel x .

Dengan menggunakan algoritma greedy adalah dengan memilih langkah yang terlihat paling mendekati solusi, yaitu dengan memilih pola yang memiliki sisa terkecil terlebih dahulu. Pada implementasi algoritma greedy, yang dilakukan hanya memilih pattern yang memiliki sisa yang paling kecil dan menghasilkan bar steel paling panjang dari kumpulan pattern yang masih mungkin diterapkan. Kompleksitas yang dimiliki algoritma greedy dalam menyelesaikan masalah ini adalah $T(n,k) = n+(k-1)$ dengan n adalah jumlah pattern yang dapat terbentuk dari sebuah permasalahan pemotongan dan k adalah jumlah tahap pencarian sehingga selesai.

membandingkan antara kecepatan proses produksi dari masing-masing line mesin produksi yang mungkin serta memperhitungkan faktor kendala yang berupa produk waste yang dihasilkan pada proses produksi sebelumnya. Dimana produk waste ini merupakan faktor pengurang untuk jumlah hasil produksi setiap line mesin, sehingga jumlah hasil proses produksi yang diperoleh setiap urutan mesin per jumlah sales confirmation dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$QS = TR * (VL - WL) \quad (3.2)$$

Mengingat fokus utama dari rencana produksi adalah mengoptimalkan waktu proses yang dibutuhkan untuk menghasilkan sejumlah packaging dari sales confirmation maka rumus (3.2) di atas perlu diubah menjadi bentuk sebagai berikut:

$$TR = QS / (VL - WL) \quad (3.3)$$

Dimana:

- TR:** Lama waktu yang diperlukan untuk memproduksi jumlah packaging per sales confirmation
QS: Jumlah produk yang diorder per sales confirmation
VL: Kecepatan produksi packaging per urutan mesin produksi per menit
WL: Produk waste yang dihasilkan per urutan mesin

Proses alokasi produksi untuk memetakan sales confirmation yang sudah diterima ke dalam bentuk rencana produksi dengan menggunakan algoritma optimasi greedy, langkah-langkahnya dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Berdasarkan sales confirmation yang diterima: pastikan dimensi dari packaging (lebar dan panjang), yang akan dialokasikan pada urutan mesin produksi.
- Tentukan urutan mesin produksi yang bisa melakukan proses produksi packaging dengan kriteria dan spesifikasi yang sesuai dengan produk yang terdapat pada sales confirmation tersebut, sehingga diperoleh suatu himpunan kandidat solusi yang tepat.
- Dari masing-masing urutan mesin produksi yang telah ditetapkan sebagai kandidat solusi, tentukan kecepatan dan jumlah produk waste yang pernah dihasilkan dari produksi sebelumnya.
- Hitung waktu yang diperlukan untuk melakukan proses produksi dari jumlah order yang tertera pada sales confirmation mengacu pada rumus (3.3) di atas untuk setiap urutan mesin produksi yang sudah terpilih sebagai kandidat solusi. Catat sebagai solusi yang layak untuk dipertimbangkan.
- Tentukan urutan mesin produksi mana sajakah yang semestinya dipakai untuk memproduksi packaging sesuai jumlah order yang tertera pada sales confirmation berdasarkan batasan kapasitas dan ketepatan waktu yang diminta customer.

Berdasarkan algoritma optimasi greedy yang diterapkan dalam perencanaan dan pengendalian produksi, diharapkan akan dapat memperbaiki dan koreksi penyusunan rencana produksi yang dibuat dengan metode sebelumnya. Beberapa perbaikan dan koreksi rencana produksi yang dianggap dapat berpengaruh secara signifikan antara lain:

- Produk waste yang dihasilkan yang dijadikan sebagai unsur pengurang dalam menghitung jumlah hasil produksi akan memberikan tingkat akurasi yang lebih baik. Dimana efek penambahan waktu produksi yang diakibatkan bertambahnya jumlah produk yang harus dihasilkan dapat diantisipasi lebih awal.
- Alokasi sales confirmation pada urutan mesin produksi dalam rencana produksi tidak hanya berdasarkan spesifikasi produk dan urutan dari urutan mesin saja tetapi dilakukan perbandingan diantara semua urutan mesin yang sanggup memproduksi packaging dengan spesifikasi tersebut sehingga diperoleh alokasi yang optimum dalam kecepatan waktu proses serta tingkat produk waste yang dapat ditekan.
- Dengan selalu melakukan perbandingan pada saat alokasi produksi, diharapkan akan mendapatkan solusi yang terbaik, sesuai dengan batasan kendala yang ada.

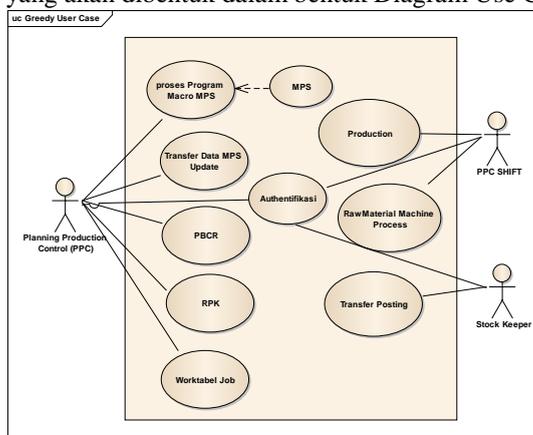
Untuk menerapkan algoritma optimasi greedy sebagaimana diuraikan di atas, maka diperlukan acuan mengenai kemampuan urutan mesin yang akan digunakan sebagai landasan dalam menempatkan produk yang akan dibuat. Setiap urutan mesin mempunyai kemampuan untuk

melakukan proses produksi packaging sangat bervariasi, tetapi masih tetap dapat diklasifikasikan. Sehingga berdasarkan algoritma optimasi greedy, beberapa karakteristik dan spesifikasi packaging yang ditempatkan pada urutan produksi dapat digambarkan seperti uraian proses alokasi memberikan gambaran yang sebanding dan jelas maka dibuat asumsi terhadap beberapa kondisi sales confirmation yang mempengaruhi kepada alokasi produksi. Kondisi yang dimaksud

c) **Pemodelan Sistem**

1) **User Case Diagram**

Untuk memberikan gambaran mengenai interaksi yang terjadi antara sistem, user, dan bagian eksternal maka akan dituangkan dalam bentuk *Use Case Diagram*. Dalam diagram ini akan menjelaskan tentang proses operasional dari system yang berjalan, mulai dari siapa user yang memakai dan batasan lingkup kerjanya. Selanjutnya akan dijelaskan proses operasional dari interaksi yang terjadi yang akan dibentuk dalam bentuk Diagram Use Case sebagai berikut:

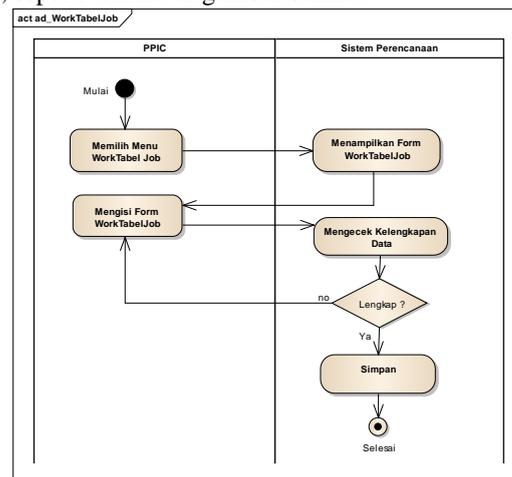


2) **Activity Diagram**

Diagram Activity adalah menggambarkan proses setiap aktivitas dari sub-sub system yang ada

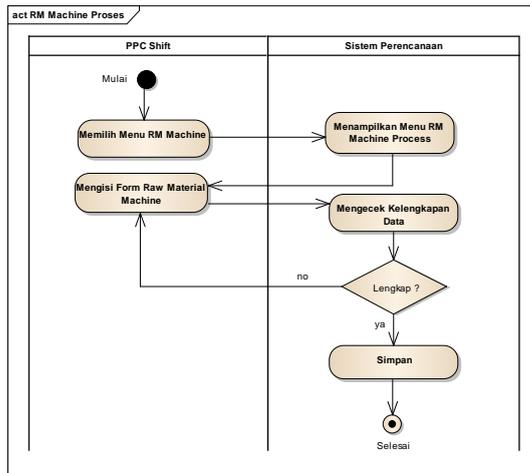
2.1. **Worktable Job**

Diagram Activity worktable Job ini menjelaskan langkah atau alur kerja untuk memasukan data rencana produksi, seperti terlihat di gambar berikut



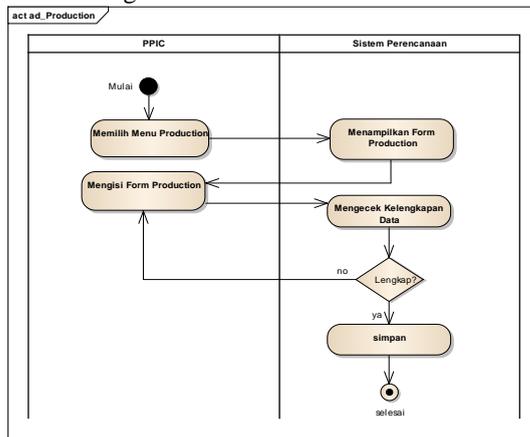
2.2. **Raw Material Machine Process**

Diagram Activity Rawmaterial ini menjelaskan langkah atau alur kerja untuk memasukan data hasil rawmaterial, seperti terlihat di gambar berikut:



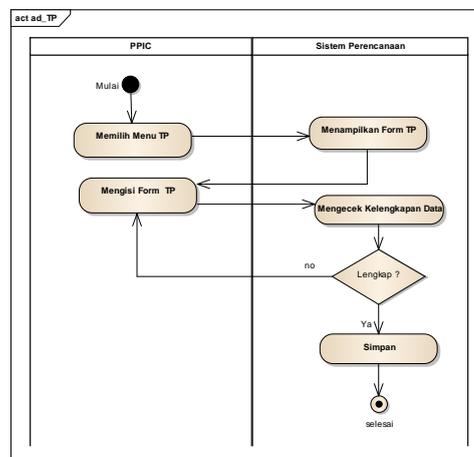
2.3. Production

Diagram Activity Production ini menjelaskan langkah atau alur kerja untuk memasukan data hasil produksi, seperti terlihat di gambar berikut:



2.4. Transfer Posting

Diagram Activity TP ini menjelaskan langkah atau alur kerja untuk memasukan data relokasi, seperti terlihat di gambar berikut:

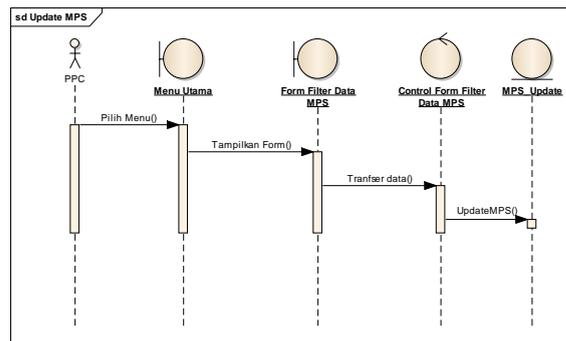


3) Sequence Diagram

Sequence Diagram memberikan gambaran interaksi antar objek yang ada pada system. Interaksi yang terjadi merupakan peralihan message (pesan). Sequence Diagram biasa digunakan untuk menggambarkan urutan langkah yang dilakukan sebagai respon dari sebuah event untuk menghasilkan output tertentu. Diawali dari sesuatu yang men-trigger aktivitas tersebut: proses dan perubahan yang terjadi secara internal dan output yang dihasilkan.

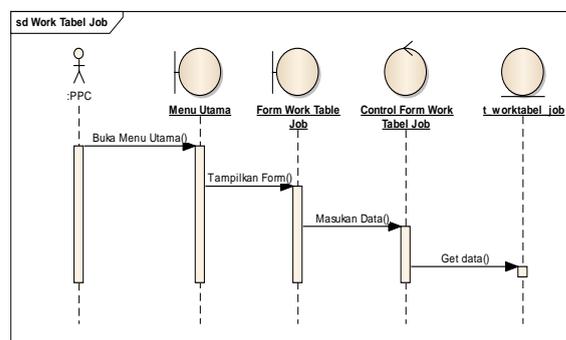
3.1 Update MPS

Diagram Sequence MPS ini menjelaskan urutan kerja sistem untuk Update data MPS, seperti terlihat di gambar berikut:



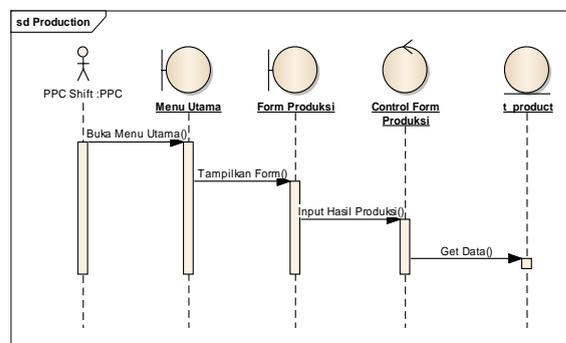
3.2 Work Tabel Job

Diagram Sequence ini menjelaskan urutan kerja sistem untuk Work Table Job/Meja Kerja Perencanaan, seperti terlihat di gambar berikut:

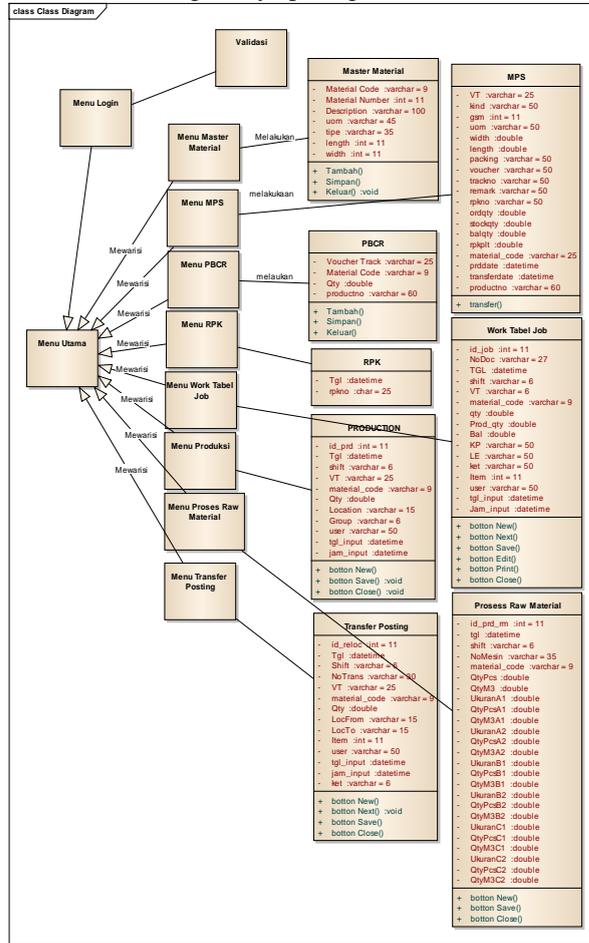


3.3 Raw Material Machine Process

Diagram Sequence ini menjelaskan urutan kerja sistem untuk memproses Rawmaterial oritma optimasi greedy, seperti terlihat di gambar berikut:



4) Class Diagram Class diagram ini berisikan objek-objek yang terdapat pada Rancangan Aplikasi produksi ini. Berikut adalah class diagramnya pada gambar

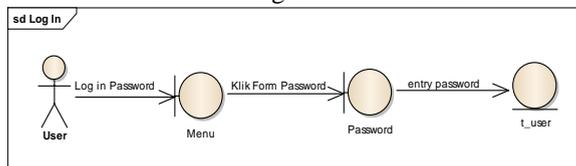


1. Hasil dan pembahasan

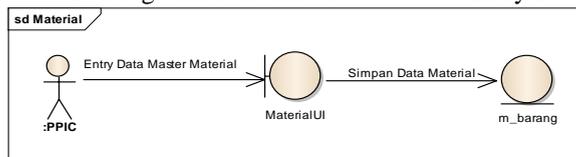
a) Realisasi use case

Gambaran hubungan kegiatan Sistem Informasi Perencanaan dan pengendalian produksi antara aktor dan sistem yang terlibat dapat ditunjukkan dengan diagram use case communication seperti yang jelaskan pada gambar dibawah ini.

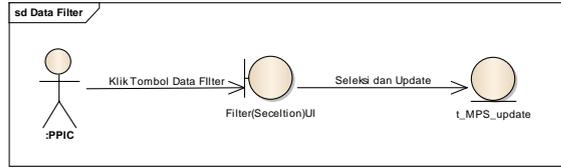
a. U1 : Diagram Komunikasi Use Case – Log in



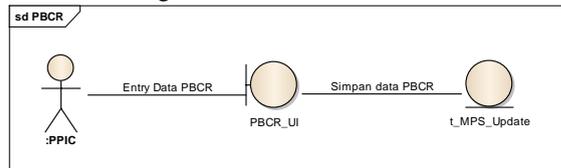
b. U2 : Diagram Komunikasi Use Case – Entry Data Master Material



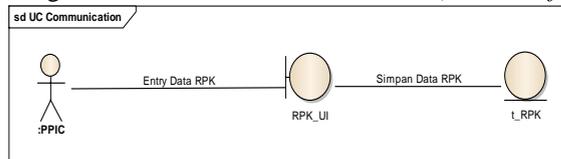
c. U3: Diagram Komunikasi *Use Case* – Data Filter



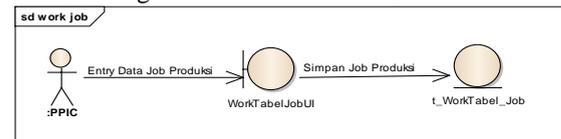
d. U4: Diagram Komunikasi *Use Case* – PBCR



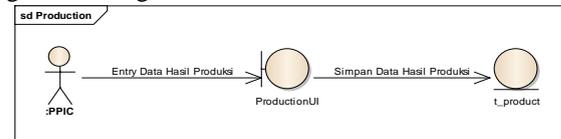
e. U5-Diagram Komunikasi *Use Case* – RPK (Sales Confirmation)



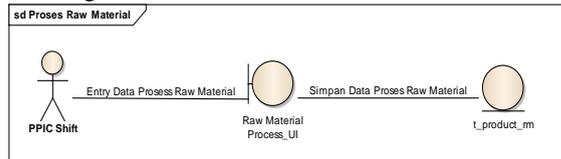
f. U6-Diagram Komunikasi *Use Case* – Work Job



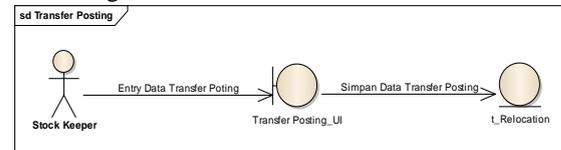
g. U7 : Diagram Komunikasi *Use Case* – Production



h. U8 : Diagram Komunikasi *Use Case* – Proses Raw Material

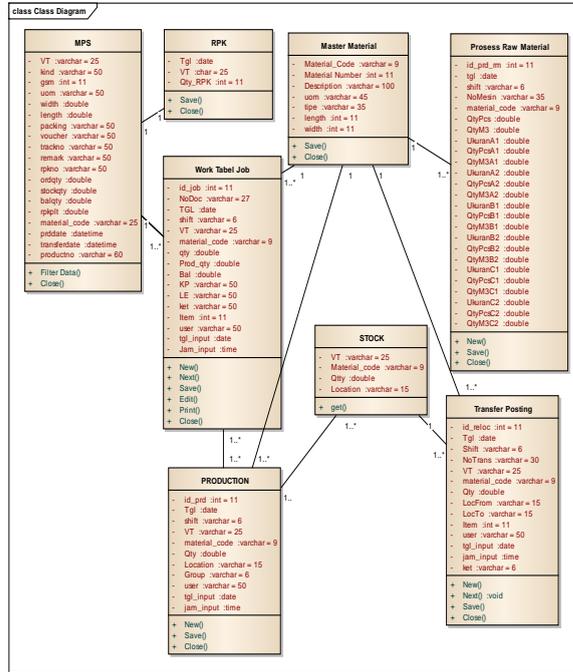


i. U9 : Diagram Komunikasi *Use Case* – Transfer Posting



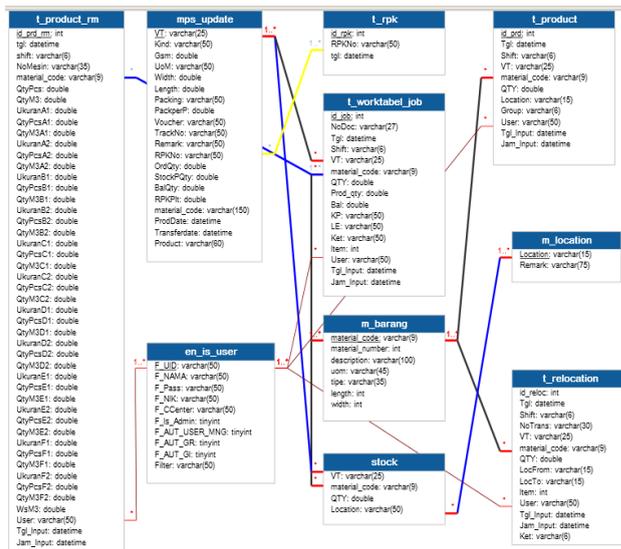
Class Diagram

Class adalah sebuah spesifikasi yang jika disederhanakan akan menghasilkan sebuah objek dan merupakan inti dari pengembangan sistem



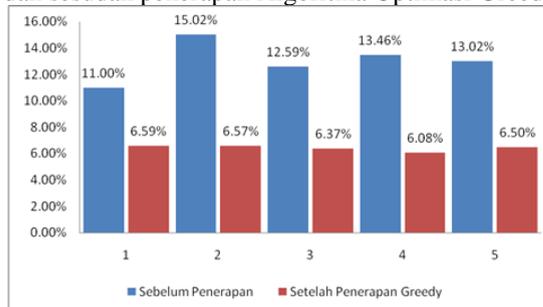
Entity Relationship Diagram

Pada bagian ini dijelaskan mengenai perancangan fisik tabel-tabel yang diperlukan untuk perancangan sistem informasi perancangan dan Pengendalian produksi, yang semuanya dikumpulkan dalam satu database. Perancangan database Fisik:



b) Hasil Pengukuran

Grafik Waste sebelum dan sesudah penerapan Algoritma Optimasi Greedy:



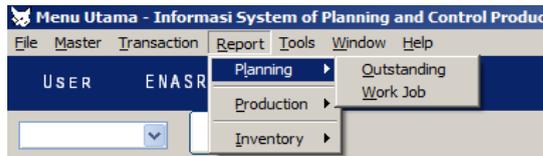
Hasil pengukuran Aging Stock perbandingan sistem perencanaan dan pengendalian produksi dengan menggunakan metode MRP II maka hasil yang didapat data sebelumnya 13,68 % aging dan data sesudahnya mencapai penurunan 7 % Aging



c) Program Aplikasi

a) Menu

Gambaran dari Aplikasi Produksi



b) form input Master Material

Form Master Material adalah suatu form untuk mengidentifikasi setiap barang (material) untuk di record dan disimpan didatabase yang berfungsi sebagai identitas barang dalam proses sistem informasi, didalam form ini digunakan untuk mengidentifikasi bahan baku dan produk jadi dimana setiap inputan akan di klasifikasi sesuai dengan jenis barang tersebut, tampilan form sebagai berikut:

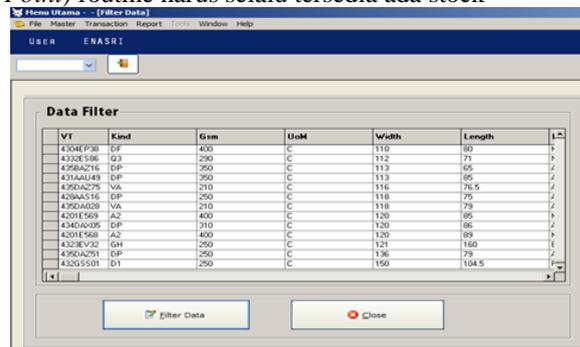
Material Code: EME066102
 Material Number: 20600001
 Description: Packaging T&B:EME_066cmT_102cmWL_14cmH
 UoM: SET
 Material Kind: Product-Newtop Eropa
 Length: 66
 Width: 102

Buttons: Save, Close

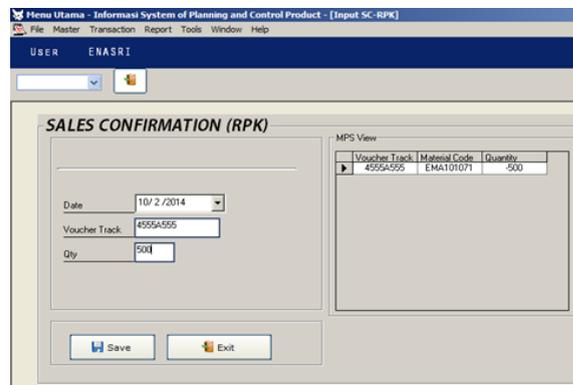
c) Data Filter

Data Filter adalah alat untuk insert data, menyaring dan mengupdate data dari MPS dimana data disaring dari tabel MPS transfer ke MPS Update agar data tidak terjadi rangkap data dan mengupate setiap data yang masuk apakah ada perubahan dari MPS jika ada perubahan kemudian

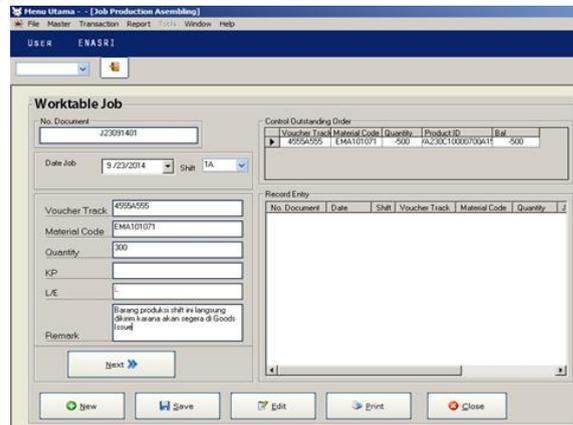
data di update serta menyaring order-order dimana type tersebut disebut standard order dimana ROP (*Repeat Order Point*) routine harus selalu tersedia ada stock



d) Form Sales Confirmation



e) Form WorktableJob



f) Form Proses Bahan Baku

Penerapan Algoritma Optimasi greedy :

```

rs2.Fields("Tgl") = Tanggal.Value
rs2.Fields("Shift") = cmbShift.Text
rs2.Fields("NoMesin") = txtNoMesin.Text
rs2.Fields("Material_Code") = txtKodeMaterial.Text
rs2.Fields("QtyPcs") = txtQty.Text
rs2.Fields("QtyM3") = m3 * Val(txtQty.Text)
rs2.Update
Else
rs2.AddNew
rs2.Fields("Tgl") = Tanggal.Value
rs2.Fields("Shift") = cmbShift.Text
rs2.Fields("NoMesin") = txtNoMesin.Text
rs2.Fields("Material_Code") = txtKodeMaterial.Text
rs2.Fields("QtyPcs") = txtQty.Text
rs2.Fields("QtyM3") = m3 * Val(txtQty.Text)
Tot = rs2.Fields("QtyM3").Value
If Len(txtA1) <> 0 And Len(txtA2) <> 0 And Len(txtQtyA) <> 0 Then
    rs2.Fields("UkuranA1") = txtA1.Text
    rs2.Fields("UkuranA2") = txtA2.Text
    rs2.Fields("QtyPcsA1") = txtQtyA
    rs2.Fields("QtyPcsA2") = txtQtyA
    rs2.Fields("QtyM3A1") = m3 * Val(txtA1.Text) * Val(txtQtyA.Text) / z
    rs2.Fields("QtyM3A2") = m3 * Val(txtA2.Text) * Val(txtQtyA.Text) / z
    A = rs2.Fields("QtyM3A1").Value + rs2.Fields("QtyM3A2").Value
End If
If Len(txtB1) <> 0 And Len(txtB2) <> 0 And Len(txtQtyB) <> 0 Then

```

KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian yang dilakukan mulai dari tahap awal hingga proses pengujian dapat disimpulkan bahwa penerapan metode MRP II dan optimasi greedy pada proses perencanaan dan pengendalian produksi diaplikasi pada produksi dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Untuk membangun RPL Aplikasi produksi maka dibuat aplikasi manufacturing resource planning (Rancangan Aplikasi Produksi) mulai dari penjadwalan produksi induk (MPS), perencanaan kebutuhan material (MRP), perencanaan kebutuhan kapasitas (CRP), pengendalian aktivitas produksi (PCA) dan pengendalian input dan output, dalam pengendalian produksi dapat menurunkan stock S1 (special stock) sebagai berikut data sebelumnya 20.178 set menjadi 12.978 set dengan pencapaian penurunan aging stock 64.32%, sedangkan untuk idle stock sebelumnya 2.559 set menjadi 966 set dengan tingkat pencapaian 42.31 %.

2. Dengan menerapkan algoritma optimasi greedy pada RPL Aplikasi Produksi:
 - a. Untuk mengoptimalkan cutting proses bahan baku agar mampu menurunkan product waste.
 - b. Dengan turunnya product waste yang dihasilkan maka proses produksi akan mampu diselesaikan dengan lebih cepat dari sebelumnya karena tidak ada lagi proses produksi ulang yang disebabkan oleh product waste.
 - c. Ketepatan memilih spesifikasi bahan baku untuk melakukan proses produksi dapat menurunkan product waste dan juga berpengaruh pada penghematan pemakaian bahan baku dan biaya tenaga kerja.
 - d. Data sebelumnya didapat 13%, Setelah penerapan aplikasi dengan algoritma optimasi greedy dengan hasil 6.4% dengan penurunan 50 % dari data sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Bednorz, W. (2008). *Advances in Greedy Algorithms*. Vienna: In-Teh
- Cormen, et al. (2009). *Introduction to Algorithms*. Cambridge: McGraw-Hill Book Company.
- Deanto, (2002). *Proyeksi Bisnis menggunakan Djam'an, S., & Aan, K. (2011). Metodologi Penelitian Kualitatif*. Bandung: Alfabeta.
- Etta, M. S., & Sopiah. (2010). *Metodologi Penelitian Yogyakarta*: Andi Offset.
- Gordon B. Davis (1985), *Management Information Systems: Conceptual Foundations, Structure and Development*, New York : McGraw-Hill
- Handoko, T. Hani. (1999). *Dasar-dasar Manajemen Produksi dan Operasi*, Yogyakarta: BPFE-Yogyakarta.
- Indrajit, Richardus Eko dan Richardus Djokopranoto. (2003). *Manajemen Persediaan*. Penerbit PT Gramedia Widiasarana Indonesia. Jakarta
- Kusuma, Hendra. (2004). *Manajemen Produksi, Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Penerbit ANDI. Yogyakarta
- Paul, E Haris (2009), *Project Planning and Control*, Estwood Harris Pty, Australia.
- Raymond McLeod, Jr, (2010), *Management Information System*, Prentice Hall.
- Schmenner, R. W. (2002). *Production/Operations Management Concepts and Situations*. New York: Maxwell Mac Millan International Editions.
- Suharsimi Arikunto, (2003). *Manajmen Penelitian*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- S. Nasution, (2003). *Metode Research*, Jakarta: Bumi Aksara.
- Teguh, Baroto. (2002). *perencanaan dan pengendalian Produksi*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Vincent Gasperz. (2005). *Production Planning and Inventory Control*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Vitez, Osmond; Halevi, Gideon. (2009). *Handbook Of Production Management Methods: Production Planning Principles*. London: Butterworth-Heinemann.