PENERAPAN TEKNIK SIMULASI DINAMIS UNTUK MERENCANAKAN PRODUKSI

Amiluddin Zahri1, M. Kumroni Makmuri2

Fakultas Teknik

Universitas Bina Darma Palembang

Jalan Jend. Ahmad Yani No. 03 Palembang 30264

Email: {[amiluddin@.binadarma.ac.id](mailto:amiluddin@.binadarma.ac.id),[kumroni@mail.binadarma.ac.id](mailto:kumroni@mail.binadarma.ac.id)}

**ABSTRAK**

Sistem dinamik adalah suatu metode yang digunakan untuk mendeskripsikan, memodelkan dan mensimulasikan suatu sistem yang dinamis (dari waktu ke waktu terus berubah) . Banyak variabel dalam sistem yang terlibat dan dipertimbangkan dalam perencanaan kapasitas produksi, dengan adanya interaksi antara variabel di dalam sistem, diusulkan untuk membuat model dan simulasi sistem dinamik. Hasil penelitian ini adalah perubahan kapasitas produksi untuk melakukan perencanaan produksi dengan menggunakan teknik simulasi dinamis. Rata-rata produksi meningkat hingga 30.000 ton per bulannya. Model simulasi ini telah valid, dengan tingkat Mape hanya 3 persen.Dengan menggunakan simulasi, perusahaan dapat mengetahui hubungan antar variabel beserta nilainya untuk mempermudah melakukan analisis dan mendapatkan hasil output berupa jumlah perubahan kapasitas beserta perencanaannya sekaligus.

Kata Kunci : perencanaan produksi, simulasi sistem dinamik, Pemodelan.

*ABSTRAC*

*Dynamic System it is a methode that we using for describing, modeling, and simulation a dynamic system ( from keeps changing times). Alot of variabel that used and consider in planning production. As is interaction between variabel in the system, we suggested to make a model and a dynamic system. The results of this study are changes in the production capacity production planing using dynamic simulation techniques.Average production increaseed to 30.000 ton per month. This simulation model had been valid, with the level mape 3 persen. With using the simulation, the company may determine the relationship between the variabels and their values to facilities analysis and getting the output how much capacity planing alone at once.*

*Key word : production planing , simulation, dynamic system modeling, , modelling*

**1. PENDAHULUAN**

Fluktuasi permintaan pada sistem nyata yang begitu kompleks akan menyebabkan perusahaan memasok bahan baku secara kontinu namun variable-variabel penting yang menentukan tidak dapat ditentukan secara pasti yakni *lead time* pemesanan bahan baku dan *reorder point* bahan baku sehingga perlulah di lakukan simulasi. Simulasi menyediakan sebuah alat eksperimen yang bisa digunakan untuk mengevaluasi alternatif kebijakan perencanaan produksi.

Berdasarkan proses produksi yang terdapat pada perusahaan, terdapat suatu kesinambungan proses yang menjadi prinsip dasar simulasi dinamis yakni output mesin pertama akan menjadi input mesin berikutnya, demikian seterusnya sehingga simulasi yang dibuat hendaklah merupakan simulasi dinamis agar dapat merepresentasikan sistem nyata yang dinamis. Dengan demikian, perlu dibuat suatu simulasi dinamis yang terintegrasi untuk merepresentasikan system nyata yang dinamis dalam suatu pengoperasian maya sehingga dapat menentukan jumlah bahan baku yang diperlukan serta jumlah produksi yang harus dihasilkan oleh perusahaan secara lebih tepat agar tidak terjadi ketimpang dalam penentuan jumlahnya.

**2. METODE PENELITIAN**

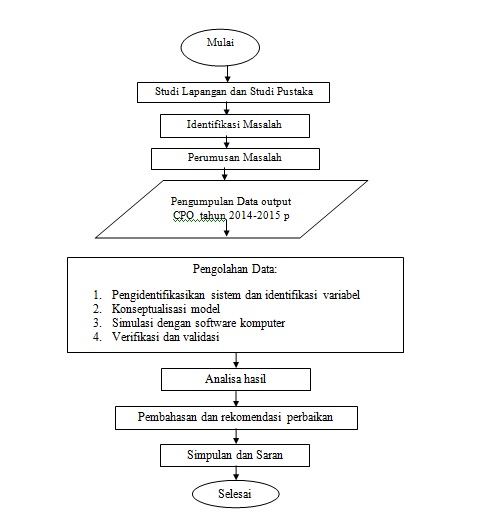
*Tentang Produksi*

* 1. **Lokasi dan Waktu**

*Tempat penelitian dilakukan di Universitas Bina Darma beralamat Jalan A. Yani No.03 Plaju yaitu di Pusat Pelayanan Mahasiswa (PPM) UBD.Operator*

**2.2. PengumpulanData**

Metode pengumpulan data yang dilakukan adalah dengan menggunakan metode Deskriptif, karena dalam melakukan penelitian menggunakan informasi atau data yang telah dikumpulkan dan kemudian di deskripsikan sejumlah variabel yang berhubungan dengan objek penelitian untuk mengeksplorasi sistem, menyelesaikan permasalahan didalam sistem dan menjawab tujuan penelitian. Penelitian ini juga termasuk rekayasa yang menerapkan ilmu pengetahuan dalam suatu rancangan mendapatkan hasil kerja yang sesuai dengan persyaratan yang ditentukan. Rancangan tersebut merupakan sintesis unsur-unsur rancangan yang dipadukan dengan metede ilmiah agar memenuhi spesifikasi tertentu. Penelitian ini menggunakan model sebagai rancangan yang merepresentasikan sistem dan dapat dijadikan *tools* membantu menyelesaikan permasalahan di sistem.

Adapun gambaran yang akan dikerjakan dalam penelitian ini dapat dilihat ada flowchart yang sudah disesuaikan dengan kubutuhan untuk melakukan penelitian secara baik dan benar. Guna adanya flowchart yang akan dijelaskan di bawah ini adalah untuk mempermudah pembaca agar lebih memahami alur kegiatan yang dilakukan dalam proses penelitian tersebut.

* 1. **Metode Pengolahan Data**

*Setelah melakukan pengumpulan data maka dilakukan pengolahan data sesuai dengan taksiran metode yang akan digunakan*

**2.4. Tinjauan Pustaka**

*Pengukuran waktu merupakan usaha untuk mengetahui berapa lama yang dibutuhkan operator untuk menyelesaikan suatu*

*Lihat tinjauan pustaka ????????*

**3. PEMBAHASAN DAN HASIL**

* 1. **Pengumpulan Data**

Langkah kerja yang dilakukan pada tahap awal adalah melakukan pengamatan dan pengenalan pada kondisi perusahaan mengenai proses produksi, barang-barang, dan lingkungan kerja. Hal ini bertujuan supaya perancangan Teknik Simulasi Dinamis dapat disesuaikan dengan kondisi dan keperluan pada perusahaan ini, adapun output yang dihasilkan berupa *CPO (Crude Palm Oil)* atau yang sering kita sebut minyak mentah / setengah jadi. Data jumlah CPO yang dihasilkan perbulan adalah

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Bulan** | ***OUTPUT CPO ( ton)*** | |
| **2014** | **2015** |
| **1** | Januari | 161.520 | 386.040 |
| **2** | Februari | 175.690 | 135.600 |
| **3** | Maret | 209.210 | 141.190 |
| **4** | April | 470.003 | 370.390 |
| **5** | Mei | 379.130 | 209.040 |
| **6** | Juni | 324.000 | 398.310 |
| **7** | Juli | 167.220 | 183.410 |
| **8** | Agustus | 252.321 | 263.580 |
| **9** | September | 158.110 | 171.500 |
| **10** | Oktober | 278.310 | 162.300 |
| **11** | November | 276.920 | 141.560 |
| **12** | Desember | 148.200 | 350.000 |

(Sumber : PT. A)

Tabel 1. Jumlah CPO yang dihasilkan tiap periode per bulan

**3.2 Analisis Data**

*Setelah melakukan pengumpulan data maka dilakukan pengolahan data sesuai dengan taksiran metode yang akan digunakan. Data yang didapat selanjutnya diselesaikan pengujian kecukupan data, pengujian keseragaman data sebagai berikut :*

**3.3 Identifikasi Sistem dan Identifikasi Variabel**

Pada penelitian ini, model yang digunakan adalah mengadopsi dari model Asif (2012) dalam menentukan perubahan kapasitas karena memiliki kesamaan karakteristik permasalahan. Namun demikian beberapa perubahan dilakukan untuk disesuaikan dengan kondisi di perusahaan objek penelitian, yaitu PT Agro Palindo Sakti. Proses adopsi model dan penyesuaian dengan kondisi di perusahaan diawali dengan identifikasi kembali variabel-variabel yang dapat digunakan, tidak perlu digunakan, dan yang perlu ditambahkan.

Variabel-variabel yang teridentifikasi dalam model berasal dari hasil data studi pustaka (Asif, 2012 dan Smith, 1994, dalam April Fortunela, 2012) yang kemudian diajukan dan disesuaikan dengan data yang didapatkan melalui hasil observasi dan wawancara langsung dengan karyawan perusahaan. Variabel-variabel yang telah diidentifikasi berkaitan dengan sistem produksi yang dapat menggambarkan dan merepresentasikan sistem untuk melihat perilaku sistem dan mengetahui kemampuan produksi dalam memenuhi permintaan pelanggan Berdasarkan Asif (2012) dan Smith (1994) dalam April Fortunella, 2012, dengan pengamatan ke riil sistem, variabel-variabel pada sistem produksi yang terlibat dalam penelitian dan yang dimodelkan dan disimulasikan disajikan pada Tabel dibawah ini :

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No** | **Variabel** | **Keterangan** |
| **1** | *Order Rate* | Jumlah pesanan atau permintaan  dari pelanggan |
| **2** | *Shipment rate* | Jumlah *output* yang telah  diproduksi dan siap dikirim ke  pelanggan |
| **3** | *Desired delivery* | Waktu yang telah ditentukan dan  dijadikan standar oleh  perusahaan untuk memenuhi  permintaan pelanggan yang  belum terpenuhi |
| **4** | *Effect of pressure* | Nilai pengali yang didapatkan untuk mengetahui kapasitas produksi |
| **5** | *Capacity addition* | Periode waktu perusahaan dalam  melakukan perubahan atau  penambahan kapasitas |
| **6** | *Standard Time* | Lama waktu yang dibutuhkan  untuk memproduksi satu unit  produk |
| **7** | *Overtime Available* | Lama penambahan jam kerja  atau waktu lembur untuk satu  pekerja |
| **8** | *Desired Overtime* | Total lama penambahan jam kerja  atau waktu lembur yang tersedia  oleh perusahaan |
| **9** | *Unit Produce per*  *Worker* | Jumlah unit yang dapat  diproduksi oleh seorang pekerja |
| **10** | *Working Days* | Jumlah hari kerja selama satu  Bulan |
| **11** | *Average order* | Rata-rata jumlah permintaan pelanggan |
| **12** | *Worker Available* | Jumlah pekerja yang tersedia di  Perusahaan |
| **13** | *Current Capacity* | Kapasitas produksi perusahaan  setelah ditambah perubahan  kapasitas |
| **14** | *Time to Percived Delivery* | Lama waktu yang dibutuhkan perusahaan dalam pemenuhan permintaan pelanggan |
| **15** | *Change in capacity* | Perubahan kapasitas untuk pemenuhan permintaan dalam bentuk jumlah produk |
| **16** | *Pressure to expand* | Nilai yang dijadikan penilaian bagi perusahaan untuk melakukan penambahan kapasitas produksi |
| **17** | *Change capcity time* | Waktu yang dibutuhkan untuk pembuatan sejumlah perubahan kapasitas produk |

Tabel 2 Variabel-variabel Simulasi

* + 1. **Konseptualisasi Sistem**

Setelah melakukan identifikasi sistem, dan identifikasi variabel langkah selanjutnya pada pendekatan simulasi sistem dinamik adalah melakukan konseptualisasi sistem dengan melakukan penggambaran *causal loop diagram* dan *stock* *flow diagram.*

1. Causal Loop Diagram

Setelah memformulasikan model dengan menggunakan rumus yang telah disesuaikan maka tahap selanjutnya adalah pembuatan *Causal loop diagram (CLD). Causal loop diagram (CLD*) adalah pengungkapan tentang kejadian hubungan sebab akibat (causal relationship) ke dalam bahasa gambar dimana gambar yang ditampilkan adalah panah-panah yang saling terkait membentuk sebuah diagram sebab akibat (*causal loop*). Perusahaan memproduksi sejumlah output produksi sesuai dengan kemampuan atau kapasitas produksi yang dimiliki. PT. Agro Palindo Sakti memiliki kapasitas produksi CPO sebesar 30.000 perhari dengan jumlah pekerja sebesar 50 pekerja. Pada PT. Agro Palindo Sakti untuk jumlah permintaan yang di minta oleh konsumen selalu terpenuhi maka adanya pada perusahaan ini, besar atau kecil jumlah CPO yang dihasilkan akan tetap di pasarkan ke konsumen (No Targeting) karena dalam hal ini PT.Agro Palindo Sakti merupakan salah satu supplier tetap dari Perusahaan Wilmar Grup, dimana CPO yg dihasilkan oleh PT. APS ini akan di olah menjadi produk yg bernilai jual dan siap konsumsi (contohnya, minyak goreng) oleh mitra PT.Wilmar yang lain yg bergerak dibidang pengolahan produk jadi. Gambar berikut merupakan causal loop diagram sistem produksi PT. Agro Palindo Sakti dalam melakukan perubahan jumlah kapasitas dan perencanaan produksi dengan variabel yang di identifikasi di tabel 2



Gambar 1. *Causal loop diagram (CLD*) perubahan Kapasitas dan Perncanaan Produksi

1. *Stock flow diagram* (SFD)

Dibuat berdasarkan CLD yang telah dibuat dan ditunjukkan pada Gambar 4.5, Pada SFD, *Output* merupakan aliran materi (*level*) yang dipengaruhi oleh laju *rate* dari *order rate* dan *shipment rate*. Nilai dari *output* merupakan integral dari hasil pengurangan *order rate* dan *shipment rate*. Selain *output* yang menjadi *level* dalam SFD variabel *current capacity* dengan variabel *change in capacity* sebagai *rate.* Nantinya, nilai dari *current capacity* merupakan penjumlahan integral dari variabel *change in capacity*. Gambar 4.6 merupakan gambar SFD dari sistem produksi PT APS. Formulasi model dilakukan dengan memberikan unit dan formula (persamaan matematis) pada model yang telah digambarkan pada *stock and flow diagram* yang didapatkan dari hubungan antar variabel, data historis, dan konstanta yang digunakan oleh perusahaan. Formulasi ini nantinya akan menghasilkan nilai *output* setelah dilakukannya simulasi.

Pada variabel dengan jenis *stock/level*, pemberian formulasi model merupakan hasil integral dari variabel terkait dibandingkan dengan waktu yang digunakan untuk simulasi



Gambar 2 *Stock Flow Diagram* Sistem Produksi PT Agro Palindo Sakti

1. Verifikasi Model

Verifikasi model dilakukan untuk memeriksa *error* pada model dan meyakinkan bahwa model berfungsi sesuai dengan logika pada obyek sistem. Verifikasi dilakukan dengan memeriksa formulasi apakah sudah sesuai dengan hubungan variabel dengan variabel lain dan memeriksa satuan (*unit*) variabel dalam model. Jika tidak terdapat *error* pada model, maka model telah terverifikasi. Berdasarkan hasil verifikasi, model telah dibuat sudah dengan baik tanpa *error* pada formulasi dan tanpa *error* pada *unit* yang digunakan model.

1.  *Validasi Model*

Validasi model bertujuan untuk mengetahui kesesuaian antara hasil simulasi dengan gejala atau proses yang ditirukan. Menurut Barlas (1996) terdapat dua proses validasi model yang dilakukan, yaitu validasi struktur model dan validasi *behavior* model.

1. Uji Validitas Struktur

Uji validitas struktur secara langsung dapat dilakukan juga secara teori dengan membandingkan formulasi dan bentuk hubungan model dengan sumber literatur. Model pada penelitian ini valid dari segi sumber literatur dikarenakan pembuatan model dan formulasi berdasarkan jurnal dan buku. Untuk uji struktur model berdasarkan struktur *behavior* model dapat dilakukan dengan melihat bentuk hubungan antar variabel dengan membandingkan hubungan variabel model yang telah digambarkan pada *causal* *loop diagram* dan grafik variabel hasil simulasi. Berdasarkan Gambar 2 didapatkan bahwa *cause* *strip diagram* hasil simulasi telah sesuai dengan *causal loop diagram* pada

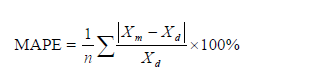
Gambar 1, di mana besar nilai *ou*tput berpengaruh arah positif terhadap *waktu*

Gambar 3 *Caus strip* diagram variabel *output*

Cara yang akan digunakan untuk melakukan validasi adalah melalui *behaviour validity test*, yaitu fungsi yang digunakan untuk memeriksa apakah model yang dibangun mampu menghasilkan tingkah laku *(behaviour) output* yang diterima. Terdapat cara pengujian dalam validasi behavior adalah sebagai berikut:

* Uji MAPE (Mean Absolute Percentage Error)

Mean Absolute Percentage Error (nilai tengah persentase kesalahan absolut) adalah salah satu ukuran relatif yang menyangkut kesalahan persentase. Uji ini dapat digunakan untuk mengetahui kesesuaian data hasil prakiraan dengan data aktual.



Keterangan : Xm = Data hasil simulasi

Xd = Data aktual

n = periode (banyak data)

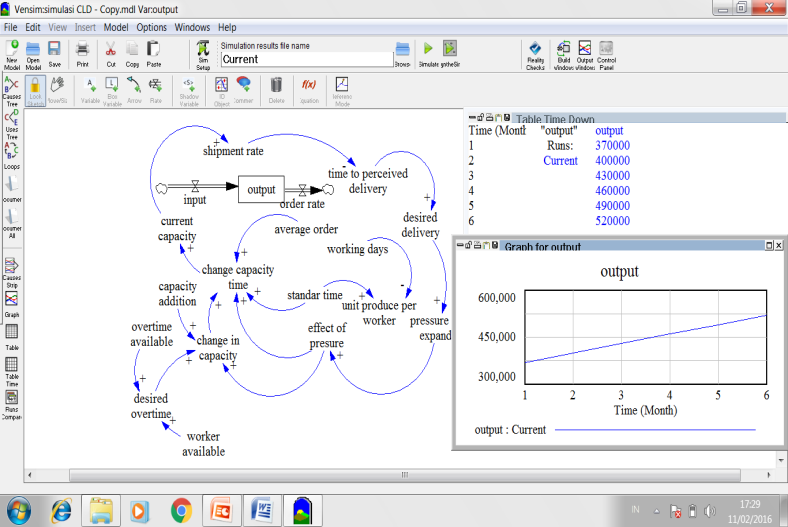
Kriteria ketepatan model dengan uji MAPE (Lomauro dan Bakshi, 1985 di dalam Somantri, 2005) adalah :

MAPE < 5% : sangat tepat

5% < MAPE < 10% : tepat

MAPE > 0% : tidak tepat

Dari hasil simulasi yang di dapat dari software vensim, maka di dapatkan nilai output selama 6 bulan kedepan , yang dapat di lihat pada table time down pada bagian gambar dibawah ini :



Setelah di dapat nilai simulasi, maka kita cari nilai rata-rata antara nilai aktual dan nilai simulasi, untuk nilai aktual kita peroleh dari tabel 1 yaitu output CPO untuk bulan agustus- desember 2015

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| no | Bulan | Output Aktual |
| 1 | juli | 183.410 |
| 2 | Agustus | 263.580 |
| 3 | September | 171.500 |
| 4 | Oktober | 162.300 |
| 5 | November | 141.560 |
| 6 | Desember | 350.000 |
|  | Rata-rata | 153.391 |

(sumber : Data Output PT.A)

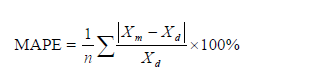
Tabel 3. Rata-rata Output Aktual

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| No | Bulan | Output Simulasi |
| 1 | Februari | 370.000 |
| 2 | Maret | 400.000 |
| 3 | April | 430.000 |
| 4 | Mei | 460.000 |
| 5 | Juni | 490.000 |
| 6 | Juli | 520.000 |
|  | Rata-rata | 445.000 |

(sumber : Perhitungan melalui software vensim)

Tabel 4. Rata-rata Output Simulasi

Berdasarkan tabel 3 dan tabel 4 maka dapat dilakukan perhitungan yaitu :



Mape = 1 sigma ( 445.000 – 153.391) x 100% 6 153.391

= 3 persen

Melalui hasil perhitungan Mean Absolute Percentage Error (nilai tengah persentase kesalahan absolut, di dapat nilai pada variabel *Output* sebesar 3 persen . Model simulasi penelitian ini valid dikarenakan nilai MAPE < 5% : sangat tepat

5. Pembahasaan hasil simulasi

a. Output

*Output* merupakan sejumlah hasil produksi. Pada simulasi ini, output berusaha ditingkatkan untuk mendapatkan laba yang maksimal*. Output* yang semula dari 350.000 berhasil ditingkatkan dari bulan-kebulan. *Output* sangat dipengaruhi oleh input dan faktor lainnya seperti *standar time,working days, dan worker available*. Terlihat pada diagram SF*D, jika standar time, working days, worker available* di tingkatkan maka output akan ikut meningkat.

1. Rekomendasi Bagi Perusahaan

Pada penelitian ini dilakukan pembuatan model simulasi dengan sistem dinamik untuk dapat meramalkan kebutuhan kapasitas selama 6 bulan dan perencanaan produksi dengan mengubah jumlah tenaga kerja dan penambahan *overtime*. Model yang dibuat telah terverifikas dan tervalidasi sehingga bisa digunakan. *Output* yang hasil simulasi dapat membantu menjawab permasalahan perusahaan. Sehingga model simulasi dinilai telah menjawab permasalahan dan dibuat sesuai dengan tujuan penelitian. Model simulasi sistem dinamik mempertimbangkan hubungan antar variabel yang ada di dalam sistem produksi perusahaan. Perencanaan kapasitas produksi memiliki hubungan dengan perubahan jumlah kapasitas produksi. Untuk mencari nilai kedua variabel tersebut, dengan simulasi dapat secara langsung digunakan untuk mengetahui seberapa besar perubahan kapasitas produksi dan berapa banyak tenaga kerja yang dibutuhkan untuk pemenuhan perubahan kapasitas produksi.

**4. Kesimpulan**

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian di PT Agro Palindo Sakti (APS) Banyuasin tentang pembuatan model simulasi sistem produksi dinamis untuk perencanaan produksi

1. Model simulasi sistrem dinamik yang dibuat melibatkan variabel –variabel yang berhubungan dalam sistem produksi untuk mendapatkan nilai perubahan kapasitas dan perencanaan produksi. Hasil simulasi pun sesuai dengan hubungan variabel-variabel yang ada pada tabel 1 dan tabel 2
2. Simulasi model dijalankan untuk 6 bulan kedepan karena perencanaan produksi yang dilakukan adalah perencanaan jangka menengah dari hasil simulasi didapat nilai perubahan yang terjadi pada kapasitas produksi perusahaan. Kapasitas produksi yang semula rendah atau fluktuatif ,cenderung mengalami kenaikan yang konsisten setiap bulannya hingga mencapai 30.000 Ton untuk setiap bulannya bisa di lihat pada tabel 4 tabel Output setelah simulasi. Perubahan jumlah kapasitas produksi dilakukan berdasarkan rata rata input dan faktor lainnya.
3. Dari data yang ada sudah bisa disimulasikan, model sudah tervalidasi dengan menggunakanan uji MAPE yaitu uji Mean Absolute Percentage Error (nilai tengah persentase kesalahan absolut) dengan nilai kesalahan kurang dari 5 persen yaitu 3 persen, hasil pengujian dan perhitungan dapat dilihat pada tabel 4 dan 5

**DAFTAR RUJUKAN**

April Fortunella, 2012, *Model Simulasi Sistem Produksi dan Sistem Dinamika Guna Membantu Perencanaan Kapasitas Produksi*, Jurnal Rekayasa Manajemen Sistem Industri Vol.3 No.2.hlm 256-257

Avril M.Law, W.David Kleton.2000. *Simulation Modeling and Analysis”,*NewYork:Mc Graw-Hill Series In Industrial Engineering and Management Science.

Eko Muh Widodo, 2013, *Simulasi Sistem Dinamik Untuk Meningkatkan Produksi Pada PT.Tidar jaya,* Jurusan Teknik Industri Universitas Islam Indonesia

Firson Jafar, 2011, *Aplikasi Teknik Simulasi Untuk Perencanaan Persediaan dan Pemesanan Bahan Baku di PT.XYZ,* e-Jurnal Teknik Industri FT USU Vol.3 No.4.hlm 18-22

Indrajit R.E & Djokopranoto R.2002.*Konsep Manajemen Supply Chain*. PT.Gramedia Widiasarana Indonesia. Jakarta

Rahayu Utami, 2007, *Perencanaan Produksi Pada CV.Gemilang Jaya dengan Teknik Simulasi Dinamis*, Skripsi Teknik Industri, Medan, USU

Somantri, 2005, *Model Simulasi Sistem Dinamik Dalam Perencanaan Kapasitas Supply Gas Di Sektor Industri dan Rumah Tangga Untuk Memenuhi Pasokan Gas di Masa Mendatang (Studi Kasus: Jawa Timur),* , jurnal teknik pomits vol. 1, no. 1, (201).hlm 1-8

Sridadi Bambang.2009, *Pemodelan dan Simulasi Sistem(Teori,Aplikasi, Dan contoh program dalam bahas C).*Bandung, Informatika

Sugiyono, 2015, *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif,Kualitatif Dan R&D),* Alfabert, Bandung.