

MODEL SIMULASI KINERJA PRODUKSI TEH UNTUK MINIMISASI WORK-IN-PROCESS

Agus Wibowo, Demi Ramadian

Laboratorium Perancangan dan Optimasi Sistem Industri
Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Andalas

Abstrak

Simulasi komputer adalah salah satu cara yang digunakan untuk menganalisis suatu sistem dengan cara memodelkannya menggunakan software komputer. Dengan menggunakan simulasi kita dapat melihat secara langsung proses kerja dari sistem. Dalam penelitian ini digunakan software Arena 10. Proses kerja dari software ini yaitu ada input, proses, output dan analisis. Yang menjadi input dalam penelitian ini yaitu waktu dan jumlah kedatangan teh, proses-proses produksi teh, waktu proses dari masing-masing stasiun kerja, resource dari masing-masing mesin yang didapatkan dari wawancara dengan seorang yang sudah lama di perusahaan itu. Prosesnya yaitu merancang modul-modul Arena yang digunakan lalu me-run-nya sebanyak replikasi yang dibutuhkan. Outputnya yaitu berupa data statistik rata-rata, standar deviasi dan nilai maksimum serta minimumnya. Sedangkan analisisnya yaitu menggunakan proses analyzer untuk menentukan skenario bagaimana yang cocok untuk mendapatkan WIP yang minimum. Berdasarkan output yang didapatkan, ternyata WIP terlama terjadi pada SK pendinginan, karena pada SK tersebut memiliki rata-rata jumlah menunggu yang terbanyak. Berdasarkan Skenario 1 Rata-rata WIP teh yaitu 28,722, setelah melakukan penambahan kapasitas mesin Pendinginan maka didapatkan jumlah kapasitas terbaik yaitu 9 Bath sekali proses dengan WIP 28,446.

Kata kunci: WIP, produksi teh, pendinginan

1. PENDAHULUAN

PT. Mitra Kerinci merupakan anak perusahaan RNI (Rajawali Nusindo Indonesia) yang bergerak di bidang perkebunan. Barang yang diproduksi adalah teh yang mana bahan bakunya diperoleh dari perkebunan milik PT itu sendiri. Perusahaan ini menghasilkan Teh Hitam, Teh Hijau dan Teh Putih.

Berikut ini adalah proses yang terjadi dalam pembuatan Teh Hitam, yaitu mulai dari kedatangan truk-truk pengangkut teh, kemudian dilakukan penimbangan teh, kemudian dilakukan pembongkaran teh yang selanjutnya dipindahkan ke WT (Whithering trough/tempat pelayuan) kemudian dibawa ke tempat penggilingan dan selanjutnya dilakukan proses oksidasi sehingga dihasilkan rasa dan warna teh yang berbeda. Terakhir yaitu proses pengeringan.

Dalam pembuatan Teh Hijau memiliki beberapa persamaan dengan Teh Hitam, yaitu pada proses pelayuan. Mulai dari kedatangan truk-truk pengangkut teh kemudian dilakukan penimbangan teh, kemudian dilakukan pembongkaran teh yang selanjutnya dipindahkan ke WT (Whithering trough/tempat pelayuan) kemudian dibawa ke tempat pendinginan lalu dilakukan proses penggulungan kemudian dilakukan proses pengeringan selanjutnya yaitu proses sortasi

untuk memilih kualitas Teh Hijau.

Terkadang jika produksi teh di lapangan terlalu banyak maka terjadi antrian teh di WT, dan terkadang the yang antri ini diletakkan di lantai produksi saja, sehingga dapat mengurangi kualitas teh karena lantai yang kurang bersih. Jika sudah terlalu banyak teh yang ngantri maka teh itu akan dibuang, karena jika tetap diproduksi maka akan menimbulkan kerugian yang lebih besar dibanding jika dibuang. Karena jika tetap diproduksi maka harga pasar teh tersebut akan jatuh.

Berdasarkan latar belakang di atas alasan pentingnya dilakukan penelitian ini yaitu agar target produksi tercapai, dan jumlah bahan baku yang dipetik sesuai dengan kapasitas dari pabrik.

Perumusan tujuan studi pada perusahaan PT. Mitra Kerinci ini yaitu untuk mengukur kinerja sistem produksi dengan melihat Work in Process pada masing-masing stasiun kerja.

Antrian adalah suatu kejadian yang biasa dalam kehidupan sehari-hari. Menunggu di depan loket untuk mendapatkan tiket kereta api atau tiket bioskop, pada pintu jalan tol, pada bank, pada kasir supermarket, dan situasi-situasi yang lain merupakan kejadian yang sering ditemui. Studi tentang antrian bukan merupakan hal yang baru.

Antrian timbul disebabkan oleh kebutuhan akan layanan melebihi kemampuan (kapasitas) pelayanan atau fasilitas layanan, sehingga pengguna fasilitas yang tiba tidak bisa segera mendapat layanan disebabkan kesibukan layanan. Pada banyak hal, tambahan fasilitas pelayanan dapat diberikan untuk mengurangi antrian atau untuk mencegah timbulnya antrian. Akan tetapi biaya karena memberikan pelayanan tambahan, akan menimbulkan pengurangan keuntungan mungkin sampai di bawah tingkat yang dapat diterima. Sebaliknya, sering timbulnya antrian yang panjang akan mengakibatkan hilangnya pelanggan/nasabah.

Salah satu model yang sangat berkembang sekarang ini ialah model matematika. Umumnya, solusi untuk model matematika dapat dijabarkan berdasarkan dua macam prosedur, yaitu : analitis dan simulasi.

Pada model simulasi, solusi tidak dijabarkan secara deduktif. Sebaliknya, model dicoba terhadap harga-harga khusus variabel jawab berdasarkan syarat-syarat tertentu (sudah diperhitungkan terlebih dahulu), kemudian diselidiki pengaruhnya terhadap variabel kriteria. Karena itu, model simulasi pada hakikatnya mempunyai sifat induktif. Misalnya dalam persoalan antrian, dapat dicoba pengaruh bermacam-macam bentuk sistem pembayaran sehingga diperoleh solusi untuk situasi atau syarat pertibaan yang mana pun.

Komponen dasar proses antrian terdiri dari:

1. Kedatangan

Setiap masalah antrian melibatkan kedatangan, misalnya orang, mobil, panggilan telepon untuk dilayani, dan lain - lain. Unsur ini sering dinamakan proses input. Proses input meliputi sumber kedatangan atau biasa dinamakan calling population, dan cara terjadinya kedatangan yang umumnya merupakan variabel acak. Menurut Levin, dkk (2002), variabel acak adalah suatu variabel yang nilainya bisa berapa saja sebagai hasil dari percobaan acak. Variabel acak dapat berupa diskrit atau kontinu. Bila variabel acak hanya dimungkinkan memiliki beberapa nilai saja, maka ia merupakan variabel acak diskrit. Sebaliknya bila nilainya dimungkinkan bervariasi pada rentang tertentu, ia dikenal sebagai variabel acak kontinu.

2. Pelayanan

Pelayanan atau mekanisme pelayanan dapat terdiri dari satu atau lebih pelayan,

atau satu atau lebih fasilitas pelayanan. Tiap-tiap fasilitas pelayanan kadang-kadang disebut sebagai saluran (*channel*) (Schroeder,1997). Contohnya, jalan tol dapat memiliki beberapa pintu tol. Mekanisme pelayanan dapat hanya terdiri dari satu pelayan dalam satu fasilitas pelayanan yang ditemui pada loket seperti pada penjualan tiket di gedung bioskop.

3. Antri

Inti dari analisa antrian adalah antri itu sendiri. Timbulnya antrian terutama tergantung dari sifat kedatangan dan proses pelayanan. Jika tak ada antrian berarti terdapat pelayan yang menganggur atau kelebihan fasilitas pelayanan (Mulyono, 1991).

Penentu antrian lain yang penting adalah disiplin antri. Disiplin antri adalah aturan keputusan yang menjelaskan cara melayani pengantri. Menurut Siagian (1987), ada 5 bentuk disiplin pelayanan yang biasa digunakan, yaitu :

1. *First-Come First-Served* (FCFS) atau *First-In First-Out* (FIFO) artinya, lebih dulu datang (sampai), lebih dulu dilayani (keluar). Misalnya, antrian pada loket pembelian tiket bioskop.

2. *Last-Come First-Served* (LCFS) atau *Last-In First-Out* (LIFO) artinya, yang tiba terakhir yang lebih dulu keluar. Misalnya, sistem antrian dalam elevator untuk lantai yang sama.

3. *Service In Random Order* (SIRO) artinya, panggilan didasarkan pada peluang secara random, tidak soal siapa yang lebih dulu tiba.

4. *Priority Service* (PS) artinya, prioritas pelayanan diberikan kepada pelanggan yang mempunyai prioritas lebih tinggi dibandingkan dengan pelanggan yang mempunyai prioritas lebih rendah, meskipun yang terakhir ini kemungkinan sudah lebih dahulu tiba dalam garis tunggu. Kejadian seperti ini kemungkinan disebabkan oleh beberapa hal, misalnya seseorang yang dalam keadaan penyakit lebih berat dibanding dengan orang lain dalam suatu tempat praktek dokter.

Dalam hal di atas telah dinyatakan bahwa entitas yang berada dalam garis tunggu tetap tinggal di sana sampai dilayani. Hal ini bisa saja tidak terjadi. Misalnya, seorang pembeli bisa menjadi tidak sabar menunggu antrian dan meninggalkan antrian. Untuk entitas yang meninggalkan antrian sebelum

dilayani digunakan istilah pengingkar (rening). Pengingkar dapat bergantung pada panjang garis tunggu atau lama waktu tunggu. Istilah penolakan (balking) dipakai untuk menjelaskan entitas yang menolak untuk bergabung dalam garis tunggu (Setiawan, 1991).

2. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam perancangan simulasi komputer ini perumusan ruang lingkup dan batasan studinya yaitu:

- Sistem yang diamati yaitu sistem produksi dari mulai kedatangan truk pengangkut teh sampai teh selesai diproses.
- Waktu pengamatan dimulai dari pukul 07:00 WIB sampai pukul 15:00
- Simulasi dilakukan selama 1 bulan
- Proses yang diamati yaitu proses produksi teh hitam dan teh hijau saja.

Yang menjadi entitas dalam proses produksi PT. Mitra Kerinci ini yaitu Teh basah. Kinerja yang diukur adalah jumlah *Work In Process* (WIP) pada masing-masing stasiun kerja.

- Proses pengambilan data dilakukan dengan teknik wawancara dengan pakar
- Wawancara ini dilakukan dengan kepala bagian produksi
- Beliau sudah 15 tahun kerja di PT. Mitra Kerinci ini
- Wawancara dilakukan selama 1 jam

Proses pada Masing-masing Stasiun Kerja

A. Proses pada Pabrik Teh Hitam

Proses Pelayuan. Menggunakan kotak untuk melayukan daun (*Whithering trough*), merupakan kotak yang diberikan kipas untuk menghembuskan angin ke dalam kotak. Proses ini mengurangi kadar air dalam daun teh sampai 70%. Pembalikan pucuk 2-3 kali untuk meratakan proses pelayuan.

Proses Penggilingan. Bertujuan untuk memecah sel-sel daun, agar proses fermentasi dapat berlangsung secara merata.

Proses Oksidasi. Setelah proses penggilingan selesai daun teh di tempatkan di meja dan enzim didalam daun teh akan memuali oksidasi karena bersentuhan dengan udara luar. Ini akan menciptakan rasa dan warna teh.

Proses Pengeringan. Menggunakan ECP drier (*Endless Chain Pressure drier*) & Fluid bed drier. Kadar air produk yang dihasilkan 3 - 5 %

B. Proses pada Pabrik Teh hijau

Proses Pelayuan. kandungan air yang terbawa pada daun. Setelah itu daun teh dilayukan dengan melewati daun tersebut pada silinder panas \pm sekitar 5 menit (sistim panning) atau dilewatkan beberapa saat pada uap panas bertekanan tinggi (sistim steaming), proses pelayuan ini bertujuan untuk mematikan aktivitas enzim sehingga akanSetelah penerimaan pucuk dari kebun, daun teh ditebar dan diaduk-aduk untuk mengurangi penghambat timbulnya proses fermentasi. Menurunkan kadar air menjadi sekitar 60-70%.

Proses Pendinginan. Bertujuan untuk mendinginkan daun setelah melalui proses pelayuan.

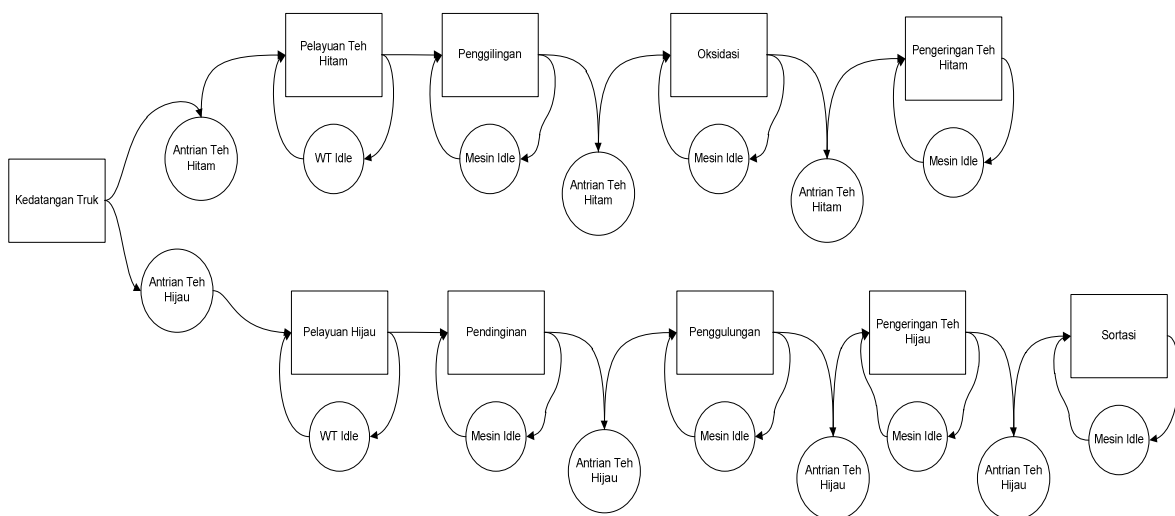
Proses Penggulangan daun. Menggunakan mesin Jackson, bertujuan untuk memecah sel-sel daun sehingga teh yang dihasilkan akan mempunyai rasa yang lebih sepet. Proses ini hampir sama dengan proses penggilingan pada proses pembuatan teh hitam, tetapi untuk proses pembuatan teh hijau daun yang dihasilkan sedapat mungkin tidak remuk / hanya tergulung, dan mempunyai rasa yang lebih sepet.

Proses Pengeringan. Proses pengeringan yang pertama dilakukan adalah dengan menggunakan ECP drier, kemudian setelah itu langsung dilanjutkan dengan pengeringan menggunakan rotary drier. Proses pengeringan pertama akan menurunkan kadar air menjadi 30-35%, dan akan memperpekat cairan sel. Proses ini dilakukan pada suhu sekitar 110° - 135° C. Proses pengeringan kedua akan memperbaiki bentuk gulungan daun, suhu yang dipergunakan berkisar antara 70° - 95° C dengan waktu sekitar 60-90 menit. Produk teh hijau yang dihasilkan mempunyai kadar air 4-6%.

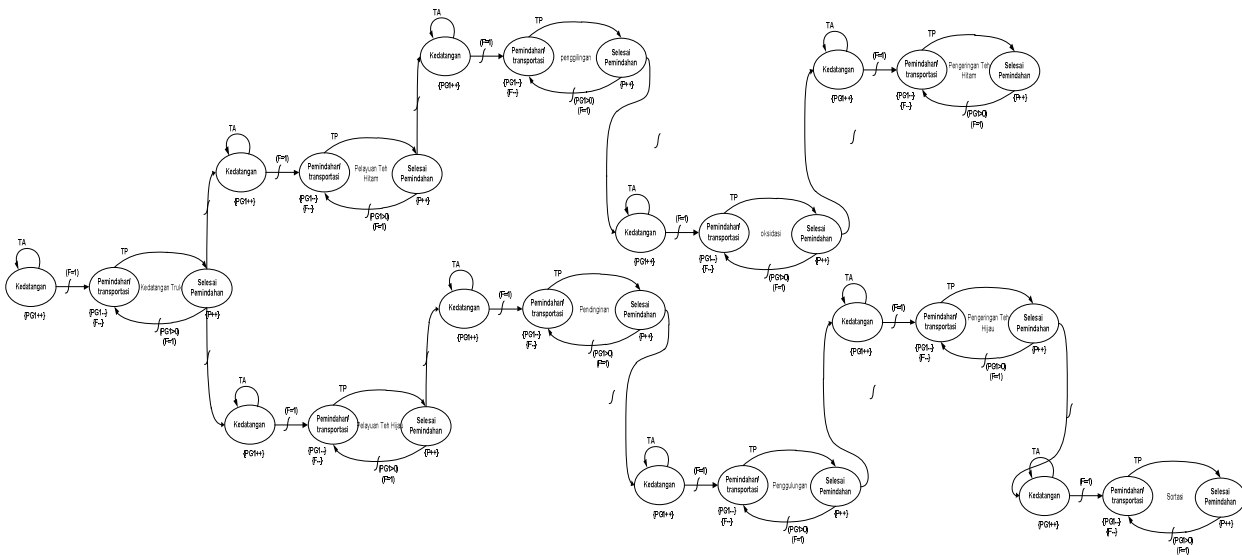
Proses sortasi. Proses ini bertujuan untuk mendapatkan teh hijau dengan berbagai kualitas mutu :Peko (daun pucuk), Jikeng (daun bawah / tua), Bubuk / kempring (remukan daun) dan Tulang.

Tabel 1. Analisis ICOM

Aktivitas	Input	Control	Output	Mechanism
Pelayuan daun teh	Daun Teh	Kapasitas WT	Daun teh yang sudah layu	Diproses pada pabrik teh hitam dan teh hijau
Membuang daun teh	Daun teh yang terlalu lama menunggu diproses	Kualitas daun teh	Daun yang sudah dibuang	Jika daun terlalu lama menunggu diproses maka akan menghasilkan teh kualitas yang jelek
Penggilingan	Teh hitam setelah pelayuan	Kapasitas mesin	Teh yang sudah digiling	FIFO
Oksidasi	Teh yang sudah digiling	Kapasitas mesin	Teh yang sudah dioksidasi	FIFO
Pengeringan Teh Hitam	Teh yang sudah dioksidasi	Kapasitas mesin	Teh Hitam	FIFO
Pendinginan	Teh hijau setelah pelayuan	Kapasitas mesin	Teh yang sudah didinginkan	FIFO
Penggulungan	Teh yang sudah didinginkan	Kapasitas mesin	Teh yang sudah digulung	FIFO
Pengeringan Teh Hijau	Teh yang sudah digulung	Kapasitas mesin	Teh hijau yang telah dikeringkan	FIFO
Sortasi	Teh hijau yang telah dikeringkan	Kapasitas mesin	Teh Hijau	FIFO

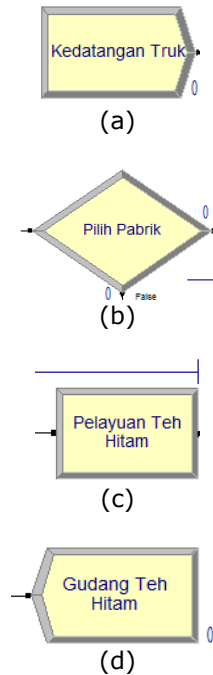


Gambar 1. Activity Cycle Diagram



Gambar 2. Event Graph

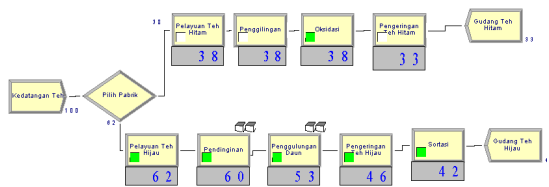
Pemilihan Modul-Modul Arena terdiri dari *Create, Process, Decide* dan *Dispose*



Gambar 3. Aplikasi modul-modul Arena

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil simulasi didapatkan hasil waktu menunggu paling lama yaitu pada Stasiun kerja (SK) Penggulungan Daun dengan rata-rata waktu menunggu 0.2925 jam, sedangkan paling banyak menunggu yaitu SK Pendinginan yaitu rata-rata 1.3312 Batch.



Gambar 4. Model di-Run

Replications: 4 Time Units: HOURS

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Oksidasi Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pelayuan Teh Hijau Queue	0.2083	0.05	0.1808	0.2550	0.00	1.1162
Pelayuan Teh Hitam Queue	0.00870638	0.01	0.00	0.02083333	0.00	1.0000
Pendinginan Queue	0.2949	0.04	0.2695	0.3261	0.00	0.9376
Pengeringan Teh Hijau Queue	0.01122238	0.00	0.00779547	0.01284390	0.00	0.3488
Pengeringan Teh Hitam Queue	0.05166603	0.05	0.01712749	0.0928	0.00	0.8827
Penggilingan Queue	0.1249	0.06	0.07407407	0.1511	0.00	0.5000
Penggulungan Daun Queue	0.2925	0.11	0.2404	0.3817	0.00	1.5026
Sortasi Queue	0.0973	0.01	0.0905	0.1067	0.00	0.4896

Other

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Oksidasi Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pelayuan Teh Hijau Queue	0.9779	0.33	0.8620	1.2834	0.00	8.0000
Pelayuan Teh Hitam Queue	0.02083333	0.03	0.00	0.05000000	0.00	2.0000
Pendinginan Queue	1.3312	0.29	1.1722	1.5988	0.00	7.0000
Pengeringan Teh Hijau Queue	0.04874010	0.02	0.03274095	0.05877449	0.00	3.0000
Pengeringan Teh Hitam Queue	0.1155	0.12	0.03054402	0.2154	0.00	5.0000
Penggilingan Queue	0.2771	0.16	0.1333	0.3500	0.00	5.0000
Penggulungan Daun Queue	1.3222	0.58	1.0608	1.8371	0.00	8.0000
Sortasi Queue	0.4162	0.06	0.3674	0.4600	0.00	3.0000

Gambar 5. Output Antrian

Replications: 4 Time Units: HOURS

Resource

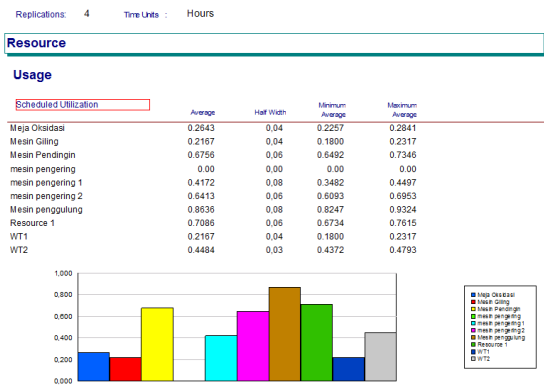
Usage

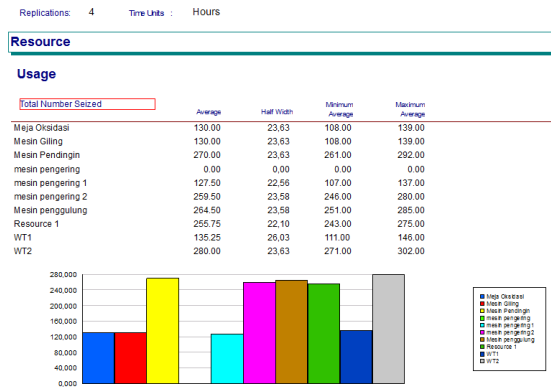
Instantaneous Utilization	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Meja Oksidasi	0.2643	0.04	0.2257	0.2841	0.00	1.0000
Mesin Giling	0.2167	0.04	0.1800	0.2317	0.00	1.0000
Mesin Pendingin	0.6756	0.06	0.6492	0.7346	0.00	1.0000
mesin pengering	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
mesin pengering 1	0.4172	0.08	0.3482	0.4497	0.00	1.0000
mesin pengering 2	0.6413	0.06	0.6093	0.6953	0.00	1.0000
Mesin penggiling	0.8636	0.08	0.8247	0.9324	0.00	1.0000
Resource 1	0.7086	0.06	0.6734	0.7615	0.00	1.0000
WT1	0.2167	0.04	0.1800	0.2317	0.00	1.0000
WT2	0.4484	0.03	0.4372	0.4793	0.00	1.0000

Number Busy	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Meja Oksidasi	2.6427	0.42	2.2570	2.8406	0.00	10.0000
Mesin Giling	1.0833	0.20	0.9000	1.1583	0.00	5.0000
Mesin Pendingin	3.3780	0.32	3.2461	3.6730	0.00	5.0000
mesin pengering	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
mesin pengering 1	2.0862	0.38	1.7409	2.2486	0.00	5.0000
mesin pengering 2	3.2095	0.31	3.0454	3.4763	0.00	5.0000
Mesin penggiling	4.3179	0.38	4.1236	4.6618	0.00	5.0000
Resource 1	0.7086	0.06	0.6734	0.7615	0.00	1.0000
WT1	2.1667	0.39	1.8000	2.3167	0.00	10.0000
WT2	4.4837	0.33	4.3724	4.7930	0.00	10.0000

Number Scheduled	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Meja Oksidasi	10.0000	0.00	10.0000	10.0000	10.0000	10.0000
Mesin Giling	5.0000	0.00	5.0000	5.0000	5.0000	5.0000
Mesin Pendingin	5.0000	0.00	5.0000	5.0000	5.0000	5.0000
mesin pengering	1.0000	0.00	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
mesin pengering 1	5.0000	0.00	5.0000	5.0000	5.0000	5.0000
mesin pengering 2	5.0000	0.00	5.0000	5.0000	5.0000	5.0000
Mesin penggiling	5.0000	0.00	5.0000	5.0000	5.0000	5.0000
Resource 1	1.0000	0.00	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
WT1	10.0000	0.00	10.0000	10.0000	10.0000	10.0000
WT2	10.0000	0.00	10.0000	10.0000	10.0000	10.0000

Gambar 6. Output Utility



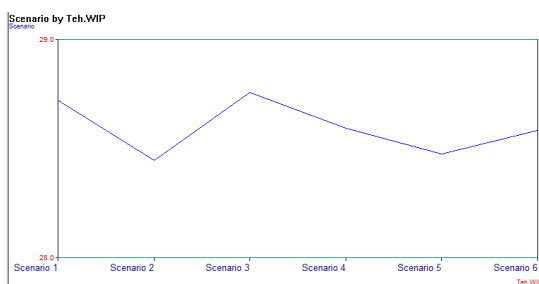


Gambar 7. Kurva Utility

Tabel 2. Skenario Usulan

S	Scenario Properties			Controls			Responses		
	Name	Program File	Reps	WT2	Mesin Pendingin	Mesin penggulung	Teh.WIP	Pendinginan Queue.Numb	Penggulungan
1	Scenario 1	46: Model1.p	1	10.0000	5.0000	5.0000	28.722	1.196	1.391
2	Scenario 2	46: Model1.p	1	10.0000	9.0000	5.0000	28.446	0.047	2.295
3	Scenario 3	47: Model1.p	1	10.0000	10.0000	5.0000	28.758	0.003	2.478
4	Scenario 4	47: Model1.p	1	10.0000	6.0000	5.0000	28.594	0.633	1.790
5	Scenario 5	47: Model1.p	1	10.0000	7.0000	5.0000	28.475	0.325	1.932
6	Scenario 6	47: Model1.p	1	10.0000	8.0000	5.0000	28.583	0.157	2.189

Karena terjadi antrian terbanyak pada mesin pendingin, maka dicoba menaikkan kapasitas mesin dengan cara menambah mesin atau menaikkan sumber dayanya dengan 6 buah skenario dengan respon WIP Teh, rata-rata antrian di SK Pendinginan dan rata-rata SK sesudah pendinginan yaitu Penggulungan daun. Penambahan kapasitas dari mesin pendingin ternyata tidak mengakibatkan WIP naik atau turun secara konstan, namun berfluktuasi seperti dapat dilihat pada kurva Gambar 8. Akibat dari penambahan kapasitas mesin pendingin ini menaikkan jumlah antrian di SK Penggulungan Daun.



Gambar 8. Kurva WIP

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan pengolahan di atas dapat disimpulkan bahwa:

1. WIP terlama terjadi pada SK pendinginan, karena pada SK tersebut memiliki rata-rata jumlah menunggu yang terbanyak.
2. Berdasarkan Skenario 1 Rata-rata WIP teh yaitu 28.722, setelah melakukan penambahan kapasitas mesin

Pendinginan maka didapatkan jumlah kapasitas terbaik yaitu 9 Bath sekali proses dengan WIP 28.446

Adapun saran untuk perbaikan penelitian ini yaitu:

1. Pada model ini tidak diperhatikan jarak antar SK, seharusnya perlu diperhatikan jaraknya.
2. Tidak perlu menampilkan output terlalu banyak, cukup output jumlah antrian dan waktu antrian saja, karena dengan kedua output tersebut kita sudah dapat menganalisis yang lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S.Mulyono, *Operations Research*. FE-UI. Jakarta, 1991.
- [2] R.G.Schroeder, *Operations Management*. McGraw-Hill, Inc. New Jersey, 1997.
- [3] S.Setiawan, *Simulasi*. Andi Offset. Yogyakarta, 1991
- [4] P.Siagian, *Penelitian Operasional: Teori dan Praktek*. Universitas Indonesia Press. Jakarta, 1987.