

Usulan Keseimbangan Lintasan Stasiun *Bottleneck* dalam Upaya Pencapaian Target Produksi Menggunakan Pendekatan Simulasi (Studi Kasus: PT. Baja Kampar Sarana Industri)

Wresni Angraini¹, Rahmad Syahputra Sinaga²

^{1,2}Jurusan Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sultan Syarif Kasim Riau
Jl. HR. Soebrantas No. 155 Simpang Baru, Pekanbaru, 28293
Email: wresni_angraini@ymail.com, rahmadsyahputra.ie@gmail.com

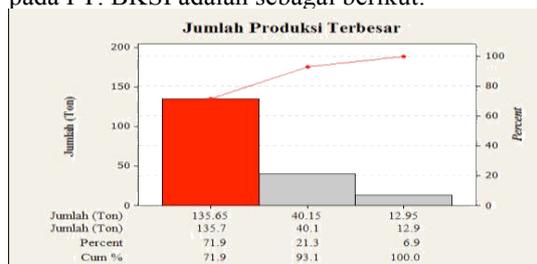
Abstrak

PT. BKS I adalah perusahaan manufaktur yang bergerak dalam pengecoran baja, dimana masih terdapat *bottleneck* dan tidak tercapainya target produksi. Untuk mengetahui penyebab masalah tersebut maka digunakanlah metode simulasi. Setelah dilakukan simulasi kondisi awal terjadi banyak penumpukkan, sehingga banyak produk dalam proses pengerjaan (WIP). Setelah dilakukan skenario perbaikan, maka terpilih skenario alternatif kedua yaitu dengan penambahan 1 unit mesin dan pengurangan 1 unit mesin scrap. Sehingga dihasilkan peningkatan jumlah produksi sebesar 161 unit dan mengurangi penumpukkan WIP menjadi 7 unit. Selain itu setelah dilakukan analisa kelayakan investasi penambahan mesin bubut diperoleh nilai NPV bernilai positif dan *Payback Period* mengalami pengembalian investasi mesin bubut daun selama 36 bulan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan penambahan mesin bubut dapat meningkatkan keuntungan perusahaan apabila hal ini dapat diterapkan pada perusahaan.

Kata Kunci: *Bottleneck*, Net Present Value, Payback Period, Simulasi

Pendahuluan

Era globalisasi yang selalu bergerak secara dinamis dan maju dari waktu ke waktu dapat menjadi acuan yang sangat perlu diperhatikan sehingga dengan demikian tidak sedikitpun informasi-informasi dari berbagai bidang keilmuan yang tidak diketahui. Persaingan industri yang semakin ketat dan berkembang pesat membutuhkan suatu perencanaan yang akurat dalam menghadapi era global ini. Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan bahwa produk *worm screw* menjadi fokus perusahaan sehingga untuk produk tersebut perusahaan melakukan produksi lebih banyak dibandingkan dengan produk lain yang hanya berdasarkan spesifikasi permintaan dari pelanggan. Adapun data hasil produksi yang ada pada PT. BKS I adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Pareto Selama Bulan Januari – Mei 2015

Berdasarkan gambar 1. Diatas terlihat bahwa produk *worm screw* merupakan yang banyak diproduksi daripada produk lain berupa selongsong dan ancuran. Dapat dilihat juga bahwa produksi *worm screw* menjadi pusat perhatian dari perusahaan untuk dapat meningkatkan hasil yang baik sehingga dalam memproduksi produk *worm screw* tersebut seharusnya tidak terdapat hambatan-hambatan yang menyebabkan lamanya produk tersebut berada pada lantai produksi.

Tabel 1. Data Target, Permintaan dan Produksi *screw*

Bulan	Target Produksi (unit)	Permintaan (Unit)	Produksi (Unit)	Keterangan
April	170	168	150	Berlebih
Mei	144	140	120	Tidak
Juni	132	126	100	Tidak
Juli	106	102	90	Tidak
Agust	127	122	100	Tidak
Sept	100	94	94	Terpenuhi

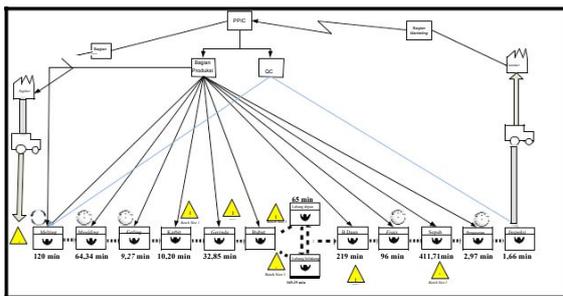
Dari tabel 1 dan juga gambar 1 diatas terlihat bahwa setiap bulannya perusahaan membuat produk sesuai dengan perencanaan produksinya. Jumlah produksi yang telah selesai (*finished good*) tidak memenuhi permintaan yang telah ada, hal ini dikarenakan masih ada produk-produk yang masih dalam pengerjaan. Dengan artian bahwa produk yang belum terselesaikan masih berada ataupun menumpuk pada lintasan produksinya. Selain itu, pada tabel 1 terlihat

bahwa jumlah produk yang terselesaikan tidak sesuai dengan target produksi yang telah direncanakan sebelumnya



Gambar 2. Penumpukan Screw

Dari gambar diatas menunjukkan adanya penumpukan pada stasiun kerja dalam kegiatan operasinya, terjadinya penumpukan tersebut akan menyebabkan *bottleneck* dari hal tersebut tentunya akan mengakibatkan tingkat *output* yang rendah. Terjadinya penumpukan dikarenakan terdapatnya beberapa proses produksi mengalami siklus yang panjang dan kapasitas mesin yang sedikit.



Gambar 3. VSM Alur Proses Pembuatan Screw

Berdasarkan pada Gambar 3 diatas dapat dilihat bahwa setiap operasi memiliki waktu proses yang berbeda-beda, gambar tersebut juga menunjukkan terdapat beberapa pekerjaan yang memiliki siklus sangat panjang, sehingga hal ini akan menyebabkan adanya penumpukan pada pekerjaan tersebut, selain itu tentunya akan memperlama produk tersebut dapat terselesaikan akibat dari *bottleneck* yang dialaminya. Dengan melihat masalah yang telah diuraikan diatas, bahwa terdapat ketidakseimbangan yang menyebabkan terjadinya penumpukan sehingga menimbulkan *bottleneck* yang akan berdampak pada tingkat *output* yang dihasilkan perusahaan menjadi rendah. Berdasarkan latar belakang tersebut maka dapat dirumuskan permasalahan pada penelitian ini adalah bagaimana menyeimbangkan lintasan dalam upaya pencapaian target produksi menggunakan pendekatan simulasi di PT. Baja Kampar Sarana Industri. Dengan demikian tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah untuk dapat mengidentifikasi mesin penyebab *bottleneck* dan menentukan simulasi parameter model penyeimbangan yang akan digunakan serta membentuk model perbaikan sebagai skenario

usulan yang tepat untuk dapat meningkatkan *output* dan meminimumkan *work in process*.

Metode Penelitian

1. Penelitian Pendahuluan

Tahap awal pada penelitian ini adalah penelitian penelitian pendahuluan. Dalam tahap ini peneliti melakukan *survey* dan pengamatan terhadap kondisi yang sedang terjadi pada perusahaan tersebut. Pengamatan dilakukan secara langsung maupun dengan melakukan wawancara kepada pihak-pihak yang bertugas dilapangan ataupun kepada manajer perusahaan.

2. Studi Literatur

Merupakan suatu langkah dalam mengumpulkan referensi berupa bahan bacaan yang relevan dengan penelitian yang sedang dilakukan. Referensi dapat diambil dari sumber buku-buku penunjang yang berkaitan dengan konsep simulasi. Dengan adanya rujukan tersebut dapat dijadikan sebagai pengangan peneliti dalam menyelesaikan penelitian ini.

3. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dilakukan dengan mengamati kondisi yang sedang terjadi dilapangan untuk dapat menggali informasi dan mengetahui permasalahan yang terjadi diperusahaan tersebut.

4. Perumusan Masalah

Perumusan masalah merupakan tahapan yang sangat perlu dilakukan dengan adanya perumusan terhadap masalah yang terjadi maka peneliti dapat melakukan penelitian sesuai dengan masalah yang telah dirumuskan tersebut sehingga peneliti dapat menentukan langkah selanjutnya yaitu menetapkan tujuan penelitian.

5. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian merupakan tahapan dimana peneliti menentukan apa yang akan dicapai dari penelitian. Dengan adanya tujuan penelitian maka peneliti dapat menghasilkan suatu hasil baik berupa analisa maupun berupa solusi perbaikan yang dapat digunakan ataupun menjadi acuan terhadap objek penelitian, sehingga dapat memberikan manfaat bagi kelangsungan perusahaan.

6. Pengumpulan Data

Pengumpulan data tersebut diperoleh dari berbagai sumber informasi yang terdapat pada objek penelitian yang sedang diteliti. Sumber data informasi tersebut diperoleh dari hasil wawancara terhadap manajer dan beberapa karyawan bagian produksi dan juga dapat dilakukan pengamatan

Tabel 2 diatas menunjukkan hasil *output* sebanyak 10 replikasi untuk mengetahui jumlah replikasi yang dibutuhkan maka perhitungannya adalah sebagai berikut :

- a. Nilai Rata-rata = 109,6
- b. Standar Deviasi = 4,11
- c. Interval kepercayaan
 95% : n = 10
 n-1 = 9

$$hw = \frac{(t_{n-1, \alpha/2})s}{\sqrt{n}}$$

Sehingga n' nya adalah :
 = 7,51 ≈ 8 replikasi

Dari perhitungan n' replikasi diatas maka jumlah replikasi yang dibutuhkan adalah sebanyak 8 replikasi.

4. Validasi Model

Validasi model adalah suatu langkah untuk membuktikan bahwa model sudah dapat merepresentasikan sistem nyata yang telah diamati. Model dapat berjalan dengan tanpa *error* namun belum tentu akurat, maka dari itu perlu dilakukan uji validasi model. Adapun hasil uji validasinya adalah sebagai berikut :

Tabel3.Perbandingan *Output* system nyata dan simulasi

Replikasi Ke-	Jumlah Produksi Sebenarnya	Jumlah Produksi (Kondisi Simulasi)	Selisih
1	150	113	37
2	120	109	11
3	100	107	-7
4	90	111	-21
5	100	104	-4
6	94	114	-20
7	108	107	1
8	118	116	2
Total	880	881	-1
Rata-Rata	110	110,125	-0,125
Variansi	374,86	16,70	342,98
StandarDeviasi	19,36	4,09	18,52

Hipotesa :
 Ho : $\mu_1 - \mu_2 = 0$

- H₁ : $\mu_1 - \mu_2 \neq 0$
- Ho : $\mu_1 - \mu_2 = 0$ Tidak ada perbedaan yang signifikan antara *Output* kondisi sebenarnya dengan *Output* kondisi simulasi.
- H₁: $\mu_1 - \mu_2 \neq 0$ Ada perbedaan yang signifikan antara *Output* kondisi sebenarnya dengan *Output* kondisi simulasi.

Dengan level signifikan $\alpha = 0,05$, maka didapatkan sebagai berikut :

$$HW = \frac{(t_{n-1, \frac{\alpha}{2}})s}{\sqrt{n}} = \frac{(2,365 \times 18,52)}{\sqrt{8}} = 15,48$$

Sehingga nilai perbandingan reratanya berada pada

$$= [(X_1 - X_2) - hw \leq \mu_1 - \mu_2 \leq (X_1 - X_2) + hw]$$

$$= [-0,125 - 15,48 \leq \mu_1 - \mu_2 \leq 0,125 + 15,48]$$

$$= [-0,125 - 15,48 \leq \mu_1 - \mu_2 \leq -0,125 + 15,48]$$

Karena nilai berada pada rentang 0, maka keputusannya adalah H₀ diterima dengan demikian dapat diambil kesimpulan tidak ada perbedaan signifikan antara *output* saat simulasi. Untuk itu dapat dikatakan bahwa simulasi yang telah dirancang valid.

5. Simulasi Kondisi Awal

Penggambaran sistem kondisi awalan bertujuan untuk dapat mengetahui suatu sistem yang sedang bekerja. Sehingga dengan mengetahui keadaan sistem bekerja maka dengan kondisi awalan tersebut kita dapat mengetahui efisiensi lintasannya, jumlah produksinya dan jumlah produk yang masih dalam pengerjaan (WIP).

- a. Tingkat Produksi dan Jumlah WIP
 Adapun dari hasil simulasi 8 replikasi diperoleh tingkat produksi dan jumlah WIP adalah sebagai berikut:

Tabel 4.Hasil simulasi kondisi nyata sistem

ReplikasiKe-	Total Produksi	Jumlah WIP
1	113	55
2	109	57
3	107	60
4	111	57
5	104	62
6	114	53
7	107	59
8	116	52
Total	881	455
Rata-rata	110,125	56,88

Dari hasil simulasi kondisi nyata yang diperlihatkan pada Tabel 4 diatas bahwa diperoleh jumlah produksi sebesar 111 unit dengan jumlah WIP sebanyak 57 unit. Padasimulasi kondisi sistem nyata masih terlihat banyaknya penumpukkan yaitu dengan banyaknya jumlah pekerjaan yang belum terselesaikan.

- b. Perhitungan Nilai Efisiensi Lintasan
 Nilai efisiensi lintasan dapat diketahui setelah dilakukan *running* terhadap simulasi kondisi awalan. Adapun nilai efisiensi lintasannya adalah sebagai berikut:

$$Efisiensi = \frac{\sum_{i=1}^n Si}{n.C} = \frac{266,52 + 411,57}{2 \times 380} = \frac{678,09}{760} = 89,22\%$$

Tabel 5. Nilai Efisiensi Lintasan Kondisi Awal

Replikasike-	Efisiensi (%)
1	89,22
2	80,77
3	88,89
4	80,95
5	81,39
6	87,53
7	82,61
8	79,29
Rata-Rata	83,83

Dari tabel 5 diatas terlihat efisiensi lintasannya pada model simulasi kondisi nyata didapatkan sebesar 83,83%. Meskipun efisiensinya sudah tinggi, namun masih banyak terdapat jumlah penumpukkan yang terjadi pada kondisi ini.

6. Simulasi Kondisi Usulan

Merupakan penggambaran suatu sistem berdasarkan beberapa usulan yang dirancang untuk dapat menghasilkan suatu *output* atau keluaran jumlah produk yang banyak dan juga dapat meminimumkan jumlah pengerjaan dalam proses yang dapat menyebabkan terjadinya *bottleneck*. Terdapat beberapa alternatif sebagai berikut :

- 1. Simulasi Kondisi Usulan Alternatif Pertama
 Adapun alternatif usulan yang pertama adalah sebuah alternatif model simulasi yang mana pada model itu terdapat penambahan 1 unit mesin bubut daun. Sehingga alternatif ini menghasilkan tingkat produksi dan WIP dan efisiensi lintasan sebagai berikut :

- a. Tingkat Produksi dan Jumlah WIP
 Adapun dari hasil simulasi 8 replikasi diperoleh tingkat produksi dan jumlah WIP.

Tabel 6. Hasil Simulasi Kondisi Usulan Alt Pertama

ReplikasiKe-	Total Produksi	Jumlah WIP
1	157	11
2	160	7
3	155	14
4	160	6
5	159	8
6	159	8
7	161	6
8	161	4
Total	1272	64
Rata-rata	159	8

Dari hasil simulasi kondisi usulan alternatif pertama yang diperlihatkan pada Tabel 6 diatas bahwa diperoleh peningkatan jumlah produksi sebesar 159 unit dengan jumlah WIP mengalami penurunan sebesar 8 unit. Padasimulasi kondisi usulan alternatif pertama ini terjadi peningkatan jumlah produksi dan penurunan jumlah WIP daripada kondisi nyatanya.

- b. Perhitungan Nilai Efisiensi Lintasan
 Adapun dari hasil simulasi 8 replikasi diperoleh efisiensi lintasan sebesar :

Tabel 7. Nilai Efisiensi Lintasan Alternatif Pertama

Replikasike-	Efisiensi (%)
1	93,96
2	79,71
3	80,46
4	98,10
5	91,08
6	86,79
7	79,04
8	92,88
Rata-Rata	87,75

Dari tabel 7 diatas terlihat efisiensi lintasannya pada model simulasi kondisi usulan alternatif pertama didapatkan sebesar 87,75%. Efisiensinya mengalami peningkatan dari kondisi nyata atau sebenarnya.

- 2. Simulasi Kondisi Usulan Alternatif Kedua
 Adapun alternatif usulan yang kedua adalah sebuah alternatif model simulasi yang mana pada model itu terdapat penambahan 1 unit mesin bubut daun dan pengurangan terhadap 1 unit mesin skrap. Sehingga alternatif ini menghasilkan tingkat produksi dan WIP dan efisiensi lintasan sebagai berikut :

- a. Tingkat Produksi dan Jumlah WIP
 Adapun dari hasil simulasi 8 replikasi diperoleh tingkat produksi dan jumlah WIP.

Tabel 8. Tingkat Produksi dan Jumlah WIP alternatif kedua

ReplikasiKe-	Total Produksi	Jumlah WIP
1	159	6
2	161	7
3	158	9
4	162	7
5	162	5
6	163	5
7	160	6
8	157	9
Total	1282	54
Rata-rata	160,25	6,75

Dari hasil simulasi kondisi usulan alternatif kedua yang diperlihatkan pada Tabel 8 diatas bahwa diperoleh peningkatan jumlah produksi sebesar 160,25 unit atau hampir sama dengan 161 unit dengan jumlah WIP mengalami penurunan sebesar 6,75 unit atau hampir sama dengan 7 unit. Pada simulasi kondisi usulan alternatif kedua ini terjadi peningkatan jumlah produksi sebanyak 1 unit dari kondisi usulan alternatif pertama dan penurunan jumlah WIP daripada kondisi usulan alternatif pertama.

b. Perhitungan Nilai Efisiensi Lintasan

Adapun dari hasil simulasi alternatif kedua diperoleh nilai efisiensi sebesar :

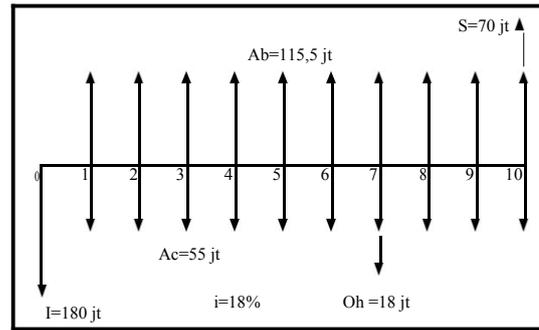
Tabel 9. Nilai Efisiensi Lintasan Alternatif Kedua

ReplikasiKe-	Efisiensi (%)
1	94.63
2	79.82
3	81.13
4	84.76
5	88.31
6	87.22
7	79.33
8	92.09
Rata-Rata	85.91

Dari tabel 9 diatas terlihat efisiensi lintasannya pada model simulasi kondisi usulan alternatif kedua didapatkan sebesar 85,91%. Efisiensinya mengalami peningkatan dari kondisi nyata atau sebenarnya. Meskipun dari segi efisiensi terlihat lebih baik pada alternatif pertama, namun dari segi jumlah produksinya alternatif kedua sedikit lebih baik.

7. Penilaian Kelayakan Investasi

Penilaian kelayakan investasi adalah sebuah langkah untuk mengetahui suatu investasi penambahan mesin bubut tersebut layak atau tidak.



a. Menghitung Kelayakan dengan NPV

Net Present Value adalah metode untuk menghitung nilai bersih pada waktu sekarang. Kriteria keputusan layak atau tidak layaknya adalah:

Apabila :

NPV > 0 disimpulkan bahwa investasi tersebut layak dan menguntungkan.

NPV < 0 disimpulkan bahwa investasi tersebut tidak layak.

Sehingga berdasarkan cash flow diatas maka perhitungan NPV nya adalah sebagai berikut :

$$NPV = \sum_{t=0}^n CF_t(FBP)$$

$$NPV = -I + Ab(P/A, i, n) + S(P/F, i, n) - Ac(P/A, i, n) - Oh(P/F, i, n)$$

$$NPV = -180 + 115,5(P/A, 18, 10) + 70(P/F, 18, 10) - 55(P/A, 18, 10) - 18(P/F, 18, 10)$$

$$NPV = -180 + 519,1 + 13,38 - 247,18 - 5,65$$

$$NPV = 99,65 > 0$$

Berdasarkan hasil perhitungan nilai NPV diatas diperoleh nilai NPV sebesar 99,65 sehingga nilai NPV > 0 maka dapat disimpulkan bahwa investasi dengan penambahan mesin bubut daun tersebut layak dilakukan.

b. Menghitung Kelayakan dengan Payback

Period Metode ini digunakan untuk mengetahui seberapa

lama investasi akan dapat dikembalikan saat terjadinya kondisi pulang pokok. Adapun perhitungan payback periodnya adalah sebagai berikut :

$$k(PBP) = \frac{\text{Investasi}}{\text{AnnualBenefit}} \times \text{periodewaktu}$$

$$k(PBP) = \frac{Rp 180 \text{ jt}}{Rp 115,5 \text{ jt} - Rp 55 \text{ jt}} \times \text{tahun}$$

$$k(PBP) = \frac{Rp 180 \text{ jt}}{Rp 60,5 \text{ jt}} \times \text{tahun}$$

$$k(PBP) = 2,98 \text{ tahun}$$

Berdasarkan perhitungan *payback period* terlihat bahwa waktu pengembalian saat terjadinya pulang pokok selama 2,98 tahun atau sekitar 36 bulan.

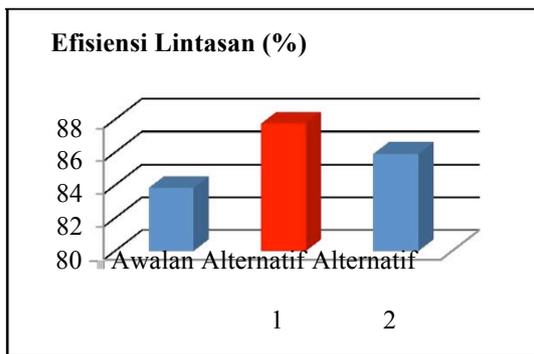
8. Skenario Terpilih

Adapun skenario yang terpilih adalah skenario yang dapat menghasilkan *output* produksi yang besar dengan jumlah penumpukkan minimum. Sehingga alternatif terbaik tersebut adalah :

Tabel 10. *Output* Respon Skenario Terpilih

S	Scenario Properties			Controls		Responses	
	Name	Program File	Reps	Mesin Bubut Daun2	Mesin Skrap2	System.NumberOut	v_WIP
1	AWALAN	58 :SIDANG	8	0.0000	1.0000	110.125	56.875
2	ALTERNATIF1	2 :OKE2.p	8	1.0000	1.0000	159.000	8.000
3	ALTERNATIF2	65 :ALTERN	8	1.0000	---	160.250	6.750

Dari tabel 10 diatas terlihat bahwa yang memiliki *respons* baik terhadap beberapa kontrol diatas adalah scenario alternatif kedua. Sehingga dapat disimpulkan yang menjadi skenario terbaik adalah pada skenario kedua. Namun untuk skenario berdasarkan efisiensi lintasannya diperoleh skenario terbaiknya adalah :



Terdapat perbedaan pada efisiensi yang dihasilkan, dimana skenario dengan efisiensi terbaik ada pada alternatif pertama, namun jika dibandingkan dengan alternatif kedua, maka alternatif kedua sedikit lebih baik dikarenakan dapat menghasilkan *output* dan WIP yang baik.

Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diperoleh yaitu sebagai berikut :

1. Model skenario usulan perbaikan keseimbangan lintasan yang tepat untuk dapat meningkatkan jumlah produksi dan meminimumkan penumpukkan atau WIP adalah model kondisi usulan alternatif kedua yaitu dengan melakukan penambahan 1 unit mesin bubut daun *screw* dan mengurangi mesin skrap, karna dengan model tersebut dapat menghasilkan efisiensi lintasan 85,91% dan meningkatkan jumlah produksi sebesar 45% dari kondisi nyatanya sementara itu juga mengurangi WIP menjadi 7 unit.

Selain itu dapat menghemat biaya operasional dari segi pembayaran gaji karyawannya.

2. Setelah melakukan analisis kelayakan investasi menggunakan metode *Net Present Value* (NPV) maka diperoleh NPV bernilai positif sebesar 99,65 (dalam juta) hal ini menunjukkan bahwa penambahan mesin dapat menutupi biaya investasi pada waktu investasi dilakukan. Selain itu digunakan juga metode *payback period* dengan metode ini dihasilkan lama waktu pengembalian investasi setelah *break event point* yaitu selama 36 bulan.

DaftarPustaka

Arifin, Miftahol. "Simulasi Sistem Industri". Graha Ilmu, Yogyakarta. 2009.
 [1] *utep Sistem Industri*
 Banks, Jerry. "Discrete-Event System Simulation". Prentice Hall, Champaign 2005.
 Bradley, Allen. "Arena User Guide". Rockwell Automation, USA. 2010.
 Djarwanto, Drs. *Statistik Nonparametrik*. BPFE, Yogyakarta. 2003.
 Gasperz, Vincent. "Production and Inventory Management". Edisi 8, halaman 310. Baranangsiang, Bogor. 2012.
 Ginting, Rosnani. "Sistem Produksi". Graha Ilmu, Medan. 2007.
 Heizer, Jay, et al. "Operation Management". Penerbit Salemba Empat, Jakarta. 2010.
 Kelton, David, et al. "Simulation With Arena". McGraw Hill, New York. 2010.
 Nasution, Hakim Arman. "Perencanaan dan Pengendalian Produksi". Graha Ilmu, Yogyakarta. 2008.
 Papilo, Petir, dkk. "Pemodelan Sistem Industri". Suska Press, Pekanbaru. 2008.
 Ristono, Agus. "Pemodelan Sistem". Graha Ilmu, Yogyakarta. 2011.
 Suryani, Erma. "Pemodelan dan Simulasi". Graha Ilmu, Yogyakarta. 2006.