

Simulasi Pro-Model dan Optimasi Produksi dan Reduksi Bottleneck Industri Spring Foam

Nuning Artati¹⁾, Muhamad Soleh²⁾, Faisal Amri³⁾

^{1,2,3} Program Studi S1 Teknik Industri Sekolah Tinggi Teknik Wiworotomo
Jln. Semangir No. 1 Purwokerto 53132, Banyumas, Jawa Tengah, Indonesia

email : nuningartati@yahoo.co.id¹⁾, muhamadsolah@ac.id²⁾, aiesalamri@gmail.com³⁾

Abstrak

Masalah yang terjadi pada PT. Buana Spring Foam adalah masalah keterlambatan atau ketidakmampuan perusahaan memenuhi pesanan tepat waktu, masalah ini dikarenakan ada beberapa dari proses produksi yang mengalami kemacetan (*bottleneck*) yang mana hal ini dapat mempengaruhi kelancaran suatu proses produksi. Simulasi tepat digunakan pada sistem yang kompleks dan apabila biaya untuk percobaan secara langsung relatif tinggi, mengurangi waktu serta tenaga, serta tidak merusak fasilitas *lay-out* karena proses *trial and error*. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui proses yang mengalami *bottleneck* serta membuat alternatif perbaikan yang dapat meningkatkan kapasitas produksi. Simulasi promodel digunakan pada penelitian ini untuk mengetahui gambaran kondisi sistem saat ini serta dapat mengidentifikasi *bottleneck* yang terjadi. Simulasi promodel juga berfungsi untuk membuat alternatif-alternatif perbaikan, yang mana dengan simulasi ini dapat dilihat mana model alternatif perbaikan yang terbaik. Alternatif perbaikan yang terpilih pada penelitian ini adalah alternatif perbaikan 2 dengan mengurangi jumlah operator proses potong, mengurangi 1 mesin dan operator proses jahit serta menambah bagian material handling dengan dua operator dari proses yang direduksi. Model alternatif perbaikan yang diaplikasikan mampu meningkatkan kapasitas produksi sebesar 65,38%, dan mengurangi *Bottleneck* sebesar 82,54% / meningkat 10,74.

Kata kunci: *bottleneck*, simulasi promodel, meningkatkan kapasitas produksi

Abstract

Problems that occur at PT. Buana Spring Foam is a matter of delay or inability of companies to fulfill orders on time, this problem is because there are some of the production processes that are experiencing bottlenecks which can affect the smoothness of a production process. Precise simulations are used in complex systems and if the costs for direct experiments are relatively high, reduce time and effort, and do not damage the layout facility due to trial and error. The purpose of this study is to determine the process that is experiencing bottlenecks and make alternative improvements that can increase production capacity. The prototype simulation was used in this study to determine the current condition of the system and to identify the bottleneck that occurred. The promodel simulation also serves to make improvement alternatives, which with this simulation can be seen which is the best alternative improvement model. The alternative improvement chosen in this study is alternative repair 2 by reducing the number of cutting process operators, reducing 1 machine and sewing process operator and adding the material handling part to the two operators of the reduced process. The alternative improvement model that was applied was able to increase production capacity by 65.38%, and reduce Bottleneck by 82.54% / increase by 10.74.

Keywords: *bottleneck*, promodel simulation, increase production capacity

1. Pendahuluan

Fokus utama dalam sistem produksi adalah kelancaran aliran produksi yang mana terjadi suatu aktivitas perubahan (transformasi) dari *input* menjadi *output*. Dalam kenyataannya, pada produksi seringkali ditemui aktivitas-aktivitas yang tidak memiliki *value added*. Selain itu, aliran produksi juga sering terhambat karena fasilitas membatasi atau menghambat *output* dalam sekuens untuk satu lini produksi, atau biasa disebut dengan *bottleneck*, [1]. PT. Buana Spring foam, perusahaan memproduksi *spring-bed*, menghasilkan *output* produksi perhari sekitar 50 unit dengan jam kerja normal. Proses produksi yang terdapat pada bagian assembling antara lain proses *Qutling*, Potong, Jahit, Combine inti, Combine list, Matras, Jahit *rotary*, *Packing and quality control*. Masalah yang terjadi pada PT. Buana Spring Foam adalah masalah keterlambatan atau ketidakmampuan

perusahaan memenuhi pesanan tepat waktu, dikarenakan tahapan proses produksi yang mengalami kemacetan (*bottleneck*) yang mempengaruhi kelancaran suatu proses produksi. Permasalahan ini jika tidak segera diperbaiki akan menyebabkan kekecewaan pelanggan, sehingga berpotensi untuk kehilangan kepercayaan dan kemitraan dengan pelanggan yang sudah terjalin. Selain itu, perusahaan juga akan kehilangan kesempatan untuk menjual produk lebih banyak lagi (*opportunity lost*). Berdasarkan kondisi dan faktor tersebut, maka untuk mengatasi permasalahan perlu dilakukan simulasi dan perbaikan manajemen proses. Simulasi yang akan diaplikasikan ada dua metode yang digunakan pada sistem yang kompleks. Simulasi dilakukan untuk memberikan gambaran optimal agar untuk mengurangi waktu pelaksanaan, tenaga yang terlibat, serta rusaknya mesin atau fasilitas *lay-out* karena perlakuan *trial and error*, [2], [3], oleh karena itu, penelitian ini akan melakukan simulasi sistem produksi pada bagian produksi di PT. Buana Spring Foam untuk mengidentifikasi proses *bottleneck* pada perusahaan tersebut. *Output* dari simulasi tersebut akan menjadi dasar dalam menentukan proses perbaikan yang harus dilakukan pada bagian produksi untuk meningkatkan kecepatan produksi sehingga keterlambatan pengiriman pesanan dapat diminimalisir.

2. Tinjauan Pustaka

Sistem produksi merupakan tahapan interaksi proses dengan tujuan mentransformasi *input* (bahan baku), proses produksi (peralatan dan sistem kontrol) agar menghasilkan produk yang bermutu, [2], Sedangkan *output* produksi, berupa variasi/jenis produk, termasuk limbah dan hasil samping lainnya. *Bottleneck* adalah suatu kondisi dimana suatu operasi atau fasilitas membatasi atau menghambat *output* dalam satu sekuens untuk satu lini produksi, [1], *bottleneck* dapat diartikan juga sebagai nilai *service time* yang paling besar dibandingkan stasiun kerja lainnya dalam satu lini produksi. *Bottleneck* dapat diidentifikasi dengan melihat apakah semua proses memiliki waktu proses yang relatif sama, beban kerja dan sebagainya. Simulasi tahapan perancangan sistem dan proses, diperlukan untuk menilai alternatif perbaikan rancangan, tahapan operasional, untuk mengevaluasi alternatif perbaikan kebijakan, [2],[3]. Pelaksanaan *time study* dengan data yang seragam. Keseragaman data dapat diuji dengan mengaplikasikan peta kontrol Peta Kontrol Shewhart, batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB) dilakukan untuk mampu mendapatkan tingkat kepercayaan minimal (95%) dengan tingkat ketelitian, atau maksimal error 5% , menggunakan nilai batas $1,96\sigma$, [4],[5].

$$BK = \bar{X} + k\sigma \dots \dots \dots (1)$$

Dimana : $\bar{X}$: Rata-rata waktu pengamatan, σ : Standar Deviasi, k : Tingkat kepercayaan tingkat kepercayaan dalam uji keseragaman data dengan variasi tingkat kepercayaan 99%, dengan harga (K=3), nilai 95% (K=2), 68% (K=1)

a. Rata-rata

$$\bar{X} = \frac{\sum xi}{N} \dots \dots \dots (2)$$

Dimana: $\bar{X}$: Rata-rata waktu pengamatan, $\sum Xi$: Total waktu pengamatan
N: Jumlah Pengamatan

b. Standar Deviasi

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{X})^2}{N - 1}} \dots \dots \dots (3)$$

Dimana : Xi : hasil pengukuran data ke i, $\bar{X}$: rata-rata waktu pengamatan
 σ : standart deviasi, N : jumlah pengamatan

Uji kecukupan data dilakukan untuk mengetahui apakah data yang diambil dari lapangan penelitian telah mencukupi untuk digunakan dalam menyelesaikan permasalahan yang ada. Besarnya pengamatan yang dibutuhkan (N') adalah:

$$N = \left[\frac{k/s \sqrt{N(\sum x_i^2) - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2 \dots\dots\dots(4)$$

Dimana : N' : jumlah pengukuran yang diperlukan, N : jumlah pengukuran yang dilakukan
X : waktu pengamatan, S : derajat ketelitian

Tujuan melakukan pengukuran adalah untuk mengetahui tingkat ketelitian dan kepercayaan data yang didapatkan proses penelitian yang digunakan, jika data dan analisis pengujian menunjukkan nilai $N' > N$, maka perlu dilakukan replikasi atau pengukuran tambahan. Nilai ideal dipenuhi jika $N' < N$, dengan kontrol tersebut maka data pengukuran pendahuluan sudah mencukupi untuk memberikan gambaran proses sebenarnya, [6],[7], [8].

A. Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk menilai sebaran data pada sebuah kelompok atau variabel. Uji normalitas berguna untuk menentukan apakah data diambil dari populasi normal. Uji statistik normalitas uji *Shapiro wilk* merupakan uji statistik normalitas yang paling cocok digunakan karena uji ini tepat digunakan pada jenis data yang memiliki *sample* relatif sedikit. Uji *Shapiro wilk* dilakukan dengan menggunakan *software* SPSS atau *software* pengolah data yang lain, [9],[10].

B. Pemilihan Distribusi

Untuk menyelesaikan suatu simulasi menggunakan *input* yang acak, harus ditetapkan terlebih dahulu apakah jenis distribusi *probabilitas* yang akan digunakan dalam simulasi. Pola distribusi *probabilitas* tersebut digunakan untuk membangkitkan peubah acak yang digunakan dalam simulasi, [10],[11]. Untuk mendapatkan hasil penafsiran yang baik terhadap simulasi, maka dalam proses pengumpulan data, perlu memperhatikan hal-hal sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data dari sistem riil secara komprehensif. Mana data yang dibutuhkan dan tidak. Memberikan ketetapan, kapan proses kedatangan mulai dan berakhir. demikian juga untuk proses pelayanannya. Ini penting, mengingat ketidakcermatan dalam mengidentifikasi data, akan menghasilkan kesimpulan yang salah dan ini memerlukan sumber daya dan waktu substansial..
2. Mengidentifikasi *probabilitas* distribusi yang akan digunakan dalam simulasi. Distribusi frekuensi atau histogram dapat menjadi alternatif perbaikan penyelesaian pengetahuan struktural dari proses.
3. Memilih parameter yang menentukan suatu kejadian dengan tepat dari kelompok distribusi itu.
4. Mengavaluasi distribusi terplih apakah memang perilaku dari *input* simulasi menghasilkan pola kedatangan atau pelayanan tertentu.

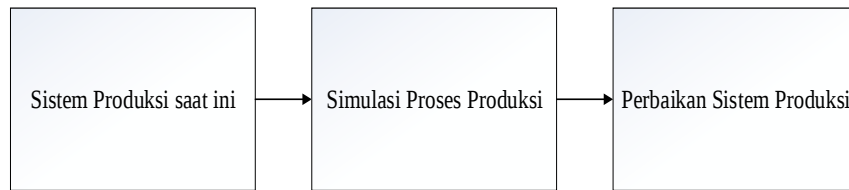
3. METODE PENELITIAN

3.1. Objek dan Subyek Penelitian

Objek penelitian : *Departement* Produksi PT. Buana Spring Foam.

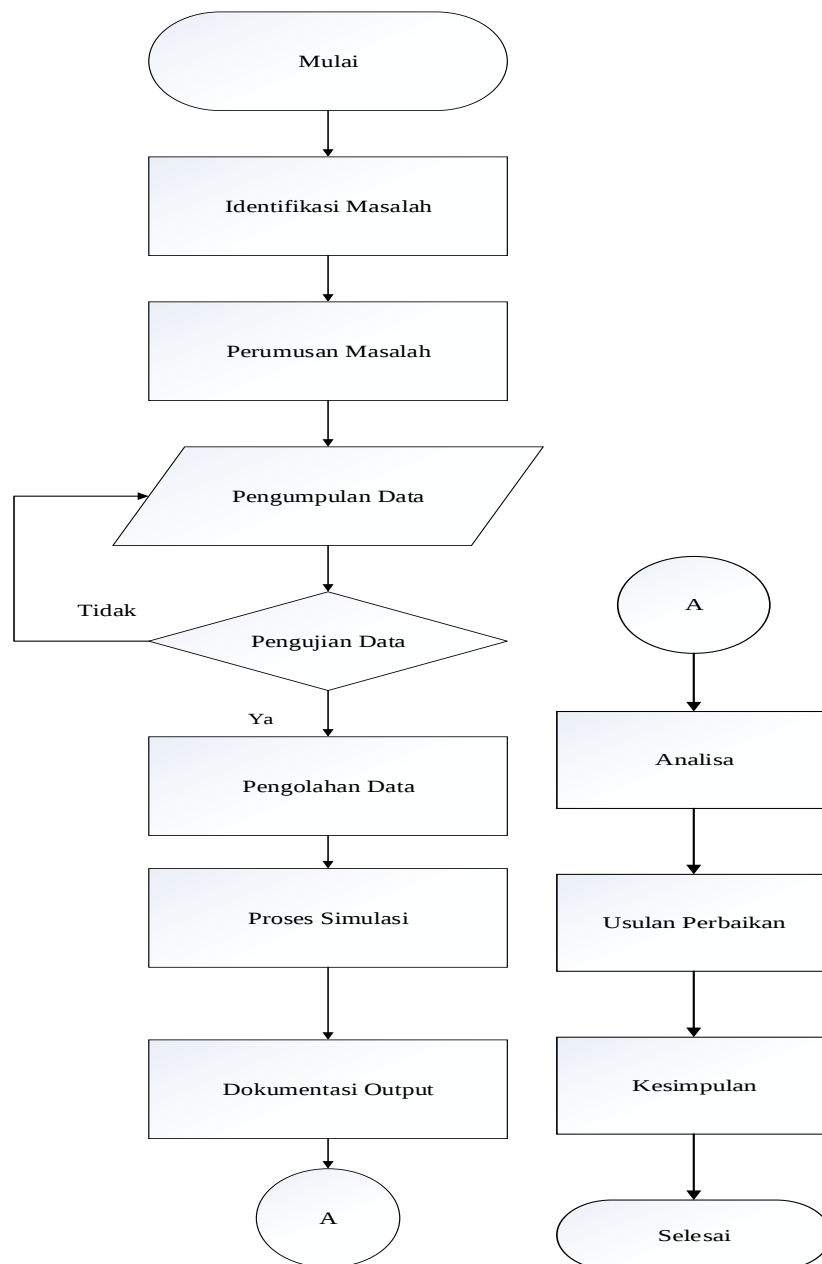
3.2. Kerangka Pemikiran

Penelitian ini dilakukan berdasarkan pada permasalahan yang dialami bagian produksi PT. Buana Spring Foam yaitu keterlambatan atau ketidakmampuan perusahaan memenuhi pesanan tepat waktu, akan tetapi perusahaan sulit mencari akar masalah dikarenakan sistem yang kompleks, dari simulasi akan dianalisis dan ditentukan perbaikan apa yang harus dilakukan.



Gambar 3. 1 Kerangka Pemikiran

Teknik Pengumpulan Data dilakukan dengan teknik (a) Wawancara, (b). Dokumentasi, (c) Observasi, dan (d) Studi Literatur. Tahapan pelaksanaan penelitian ditunjukkan pada gambar 3.2.



Gambar 3. 2. Alur Penelitian

ITEKS

Intuisi Teknologi Dan Seni

Jenis Data yang digunakan meliputi data primer, yang diperoleh secara langsung, dengan metode pengukuran, wawancara, dokumentasi dan observasi. Data primer dapat berupa data umum perusahaan, data jenis mesin, data waktu antar kedatangan, data waktu proses dimulai dan data waktu selesai proses, sedangkan data sekunder diperoleh dari data-data yang sudah ada atau sudah dibukukan, dan teori-teori yang terkait. Data sekunder dapat diperoleh dengan metode studi literatur dan sebagainya. Data sekunder dapat berupa data umum perusahaan, data jenis dan jumlah produk serta data jenis mesin.

3.3. Pro Model

ProModel adalah *software* simulasi, untuk mensimulasi dan menganalisa sistem produksi, didesain untuk memodelkan sistem untuk menggambarkan semua tahapan dan kejadian pada sistem pada waktu/periode yang ditentukan, [10], [12] ProModel dapat menampilkan animasi yang mewakili sistem sebagai susunan dari *location process* sesuai dengan logika proses yang telah dibuat. Pengambilan data dilakukan dengan mengamati dan mensimulasikan Proses Produksi *Spring-bed* PT. Buana Spring Foam, yang meliputi : (1) *Quilting*, Mesin quilting bekerja untuk menjahit dan menggabungkan antara busa dengan kain. Pekerjaan ini dilakukan oleh dua operator, operator pertama untuk set-up mesin dan memasukkan bahan sedangkan operator kedua bekerja untuk mengeluarkan barang setengah jadi dari mesin quilting dan menata nya. (2) Potong, Pos atau stasiun potong dimulai dari bahan dari material *quilting* kemudian dilakukan pemotongan sesuai ukuran atau model yang sedang dipesan.

Proses potong menggunakan dua operator dan satu buah mesin cutting. (c) Jahit Proses jahit dilakukan oleh empat operator, dimana proses jahit bekerja dengan menjahit hasil potongan tadi dengan kain hitam non wotton. Terdiri dari *Combinning* inti, Bahan pegas-pegas digabungkan menjadi satu dengan model atau ukuran yang dikehendaki, proses ini dilakukan oleh dua operator, masing-masing operator menggunakan satu mesin SX. *Combinning list*, Keluaran dari mesin SX kemudian dipasang list dan penyangga berupa besi. Yang mana pemasangan ini menggunakan alat C-ring Gun, [10], [13], [14].

4. Hasil Dan Pembahasan

Tabel 4.1 Waktu siklus proses produksi

Model 160/Replication	Quilting	Potong	Jahit	Combine inti	Combine list	Matras	Jahit rotary	Packing and Quality Control
1	16,5	2,24	9,18	8,7	7,41	14,38	10,24	2,31
2	17,2	2,8	9,5	9,2	7,8	15,6	11,38	2,13
3	17,8	3,2	9,72	9,58	9,2	15,2	11,12	2,9
4	15,92	2,72	9,29	9,8	9,11	17,2	11,6	2,3
5	16,15	2,55	9,8	9,39	8,3	16,29	11,3	2,1
6	16,82	3,1	10,11	9,21	8,89	16,16	10,83	2,82
7	16,4	2,6	9,43	8,8	9,34	15,28	10,41	2,22
8	17,35	2,1	9,36	9,7	9,77	15,63	11,27	3,44
9	16,4	2,62	9,82	9,55	10,18	15,8	12,54	2,93
10	16,68	2,8	9,66	9,2	8,46	15,2	12,86	3,62
11	16,64	2,7	9,2	9,3	8,82	15,57	11,36	2,56
12	16,81	2,82	9,31	9,46	8,69	14,82	11,62	2,83
13	16,77	2,5	9,63	9,4	8,9	15,02	11,7	2,91
14	17,22	2,67	9,6	9,65	8,73	15,58	12,01	2,73
15	16,82	2,71	9,78	9,5	8,42	15,24	12,21	2,85
16	16,92	2,7	10,2	9,28	7,87	16,04	10,46	2,48
17	17,02	2,8	10	8,96	7,51	15,7	10,28	2,58
18	16,55	2,61	10,15	8,92	9,23	15,37	11,88	2,8
19	17,1	2,2	9,56	9,97	9,4	14,8	11,62	2,72
20	17,15	2,28	9,81	9,4	9,36	14,61	11,9	2,58
21	16,42	2,66	9,77	9,36	9,9	15,8	11,73	2,34
22	16,2	2,54	9,9	9,8	9,42	15,8	11,5	2,45
23	16,8	2,86	9,93	9,85	8,23	15,9	11,96	2,6
24	16,91	2,81	10,2	9,66	9,05	15,75	12,24	2,65
25	17,31	2,8	10,1	9,6	9,74	15,92	12,4	2,83
26	17,4	2,72	9,74	9,5	9,7	16	12,57	2,86
27	16,58	2,8	9,8	9,47	9,88	15,87	12,6	2,9
28	17,16	2,64	9,47	9,41	9,59	15,99	12,66	2,89
29	16,39	2,7	10,07	9,37	8,97	16	12,43	2,9
30	17,48	2,82	10,18	9,31	8,4	16,21	12,08	2,68
Average	16,829	2,669	9,7423	9,41	8,942333	15,62433	11,692	2,697

ITEKS

Intuisi Teknologi Dan Seni

Produk yang dijadikan objek penelitian meliputi :

- Matras, Proses ini dilakukan dengan menggabungkan harpet, bahan dari proses sebelumnya, harpet, busa merah jambu, busa putih, kain dari jahit. Penggabungan ini menggunakan alat C-ring gun, ada tiga operator yang masing-masing memegang satu proses matras.
- Jahit *rotary*, Menjahit atau menggabungkan bahan keluaran dari proses matras dan memasang air hole pada spring yang telah jadi. Proses ini dikerjakan oleh dua operator yang masing-masing mengerjakan satu bahan keluaran dari proses matras.
- Quality control dan Packing*

Memotong sisa-sisa jahitan yang tersisa dan melakukan pengecekan hasil jahitan. Kemudian membungkus bahan jadi tersebut dengan plastik wrap, proses ini dilakukan oleh dua operator untuk satu spring-bed.

4.1. Pengujian dan Analisis Data

a. Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data ini mengambil *sample* proses *Packing* dan *QC* karena memiliki waktu proses yang paling kecil.

$$N' = \left[\frac{k/s \sqrt{N(\sum x^2) - (\sum x)^2}}{\sum x} \right]^2$$

Dimana: K= Tingkat kepercayaan 95%=2; S= Derajat ketelitian 10%.

$$N' = \left[\frac{2/0,1 \sqrt{30(219,87) - (6557,76)}}{80,98} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{20\sqrt{38,47}}{80,98} \right]^2, N' = \left[\frac{124,05}{80,98} \right]^2$$

$$N' = 2,35$$

Dari perhitungan diatas dengan nilai N=30 dan nilai N'=2,35, dapat ditarik kesimpulan bahwa N' < N maka data dianggap cukup.

Uji Normalitas dilakukan dengan menggunakan *software* IBM SPSS 22.

Tabel 4.2. Hasil Uji Kesergaman

No	Proses	Batas Kontrol Atas	Batas Kontrol Bawah	Measurement
1	Quiltyng	18,08	15,56	SERAGAM
2	Potong	3,06	2,33	SERAGAM
3	Potong baru	13,46	12,14	SERAGAM
4	Jahit	10,47	9,02	SERAGAM
5	Combine inti	9,9	8,92	SERAGAM
6	Combine list	10,24	7,68	SERAGAM
7	Matras	16,61	14,58	SERAGAM
8	Jahit rotary	12,66	10,6	SERAGAM
9	Pack n QC	3,21	2,2	SERAGAM

Uji Normalitas dilakukan dengan bantuan *software* IBM SPSS 22.

Tabel 4.3. Hasil Uji Normalitas

No	Proses	Standar Sig	Nilai Sig	Measurement
1	Quiltyng	0,05	0,517	NORMAL
2	Potong	0,05	0,324	NORMAL
3	Potong baru	0,05	0,174	NORMAL
4	Jahit	0,05	0,24	NORMAL
5	Combine inti	0,05	0,91	NORMAL
6	Combine list	0,05	0,15	NORMAL
7	Matras	0,05	0,054	NORMAL
8	Jahit rotary	0,05	0,213	NORMAL
9	Pack n QC	0,05	0,096	NORMAL

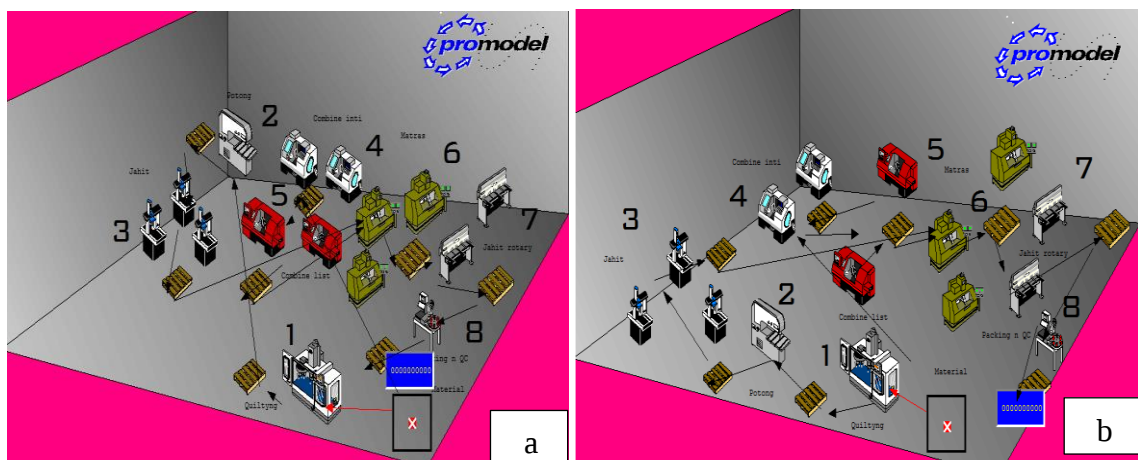
Pemilihan distribusi data dilakukan dengan bantuan *software* ProModel 7.5 stat fit versi *student*.

Tabel 4.3. Hasil Distribusi

No	Proses	Hasil Distribusi Yang Paling Cocok
1	Quiltyng	NORMAL
2	Potong	NORMAL
3	Potong baru	NORMAL
4	Jahit	NORMAL
5	Combine inti	NORMAL
6	Combine list	NORMAL
7	Matras	NORMAL
8	Jahit rotary	NORMAL
9	Pack n QC	NORMAL

4.2. Pembuatan Model Simulasi

Pembuatan model simulasi merupakan keterwakilan dari sistem nyata, model yang baik adalah model yang dapat mewakilkan sistem nyata secara singkat. Replikasi dilakukan sebanyak 30 kali, berdasarkan dari uji kecukupan data.



Gambar 4.1. (a) Lay-out Sistem nyata, (b) Lay-out Simulasi sistem nyata

Tabel 4.4. Output Total Entries sistem nyata

Name	Scheduled Time (MIN)	Capacity	Total Entries	Avg Time Per Entry (SEC)	Avg Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Utilization
Material	360,00	999999,00	720,00	9267,86	308,93	621,20	621,20	0,03
Quilting	360,00	1,00	22,00	979,09	1,00	1,00	1,00	99,72
Stok Quilting	360,00	5,00	21,00	1562,73	1,52	5,00	5,00	30,39
Potong	360,00	1,00	16,00	979,14	0,73	1,00	1,00	72,53
Stok Potong	360,00	5,00	75,87	1119,00	3,93	5,00	5,00	78,60
Jahit.1	360,00	1,00	23,70	848,32	0,93	1,00	1,00	93,05
Jahit.2	360,00	1,00	23,77	847,29	0,93	1,00	1,00	93,20
Jahit.3	360,00	1,00	23,40	858,46	0,93	1,00	1,00	92,97
Jahit	1080,00	3,00	70,87	851,11	0,93	3,00	3,00	93,08
Stok Jahit	360,00	5,00	67,87	1327,04	4,17	5,00	5,00	83,39
Combine inti.1	360,00	1,00	38,50	559,57	1,00	1,00	1,00	99,72
Combine inti.2	360,00	1,00	38,30	560,91	0,99	1,00	1,00	99,44
Combine inti	720,00	2,00	76,80	560,17	1,00	2,00	2,00	99,58
Stok Combine inti	360,00	5,00	74,80	342,07	1,18	5,00	4,93	23,69
Combine list.1	360,00	1,00	34,90	586,23	0,95	1,00	1,00	94,71
Combine list.2	360,00	1,00	34,97	583,32	0,94	1,00	1,00	94,42
Combine list	720,00	2,00	69,87	584,75	0,95	2,00	2,00	94,57
Stok Combine list	360,00	5,00	67,87	1181,96	3,71	5,00	5,00	74,27
Matras.1	360,00	1,00	20,97	974,11	0,95	1,00	1,00	94,55
Matras.2	360,00	1,00	20,97	971,70	0,94	1,00	1,00	94,31
Matras.3	360,00	1,00	20,93	950,01	0,92	1,00	1,00	92,04
Matras	1080,00	3,00	62,87	965,18	0,94	3,00	3,00	93,63
Stok Matras	360,00	5,00	59,87	1083,37	3,00	5,00	4,93	60,05
Jahit rotary.1	360,00	1,00	27,77	679,27	0,87	1,00	1,00	87,30
Jahit rotary.2	360,00	1,00	27,17	687,68	0,86	1,00	1,00	86,47
Jahit rotary	720,00	2,00	54,93	683,36	0,87	2,00	2,00	86,89
Stok Jahit rotary	360,00	5,00	52,93	12,57	0,03	1,00	0,07	0,62
Packing n QC	360,00	1,00	52,87	160,55	0,39	1,00	0,50	39,29
Finish Good	360,00	999999,00	52,37	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00

Output yang dihasilkan dari simulasi sistem nyata yaitu sebesar 52 pcs spring-bed.

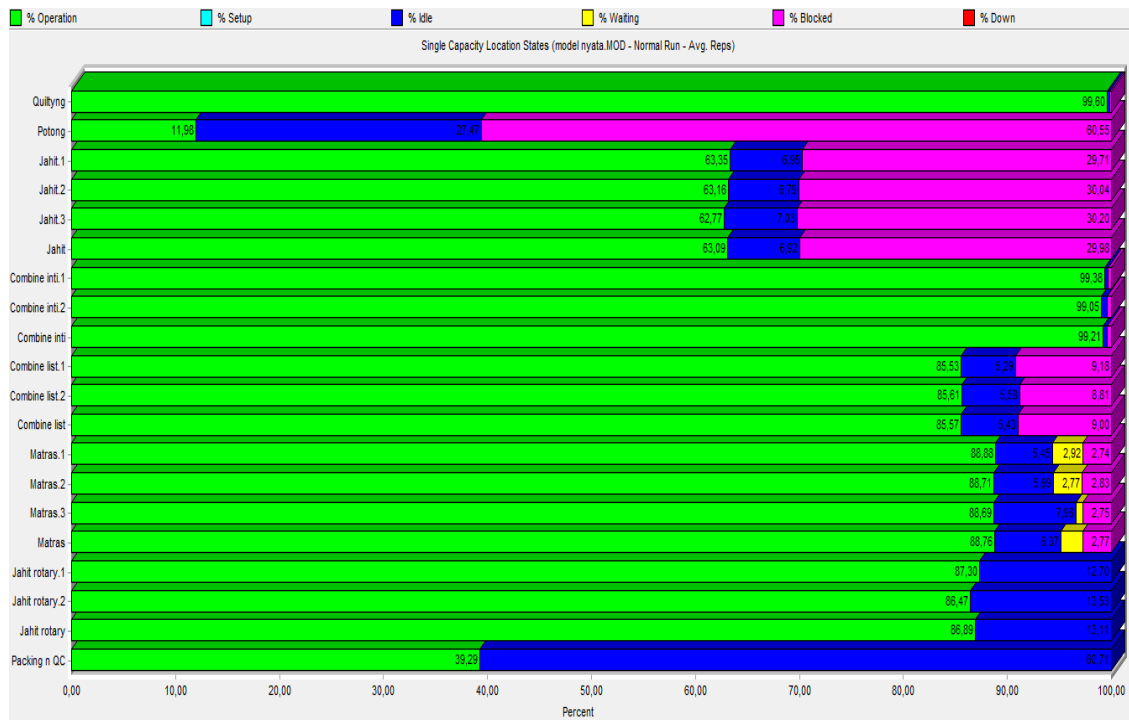
5. Identifikasi Bottleneck

Identifikasi *bottleneck* merupakan langkah atau masukan dalam pembuatan model alternatif perbaikan yang mana dapat dilihat dari:

- Prosentase *Operation*: prosentase waktu saat *entitas* sedang di oprasikan, yang artinya bila prosentase besar maka utilitas sebuah proses akan tinggi.
- Prosentase *Idle*: prosentase waktu saat tidak ada *entitas* dilokasi, yang artinya suatu proses tidak mengerjakan suatu kegiatan apapun.
- Prosentase *Waiting*: prosentase waktu saat lokasi menunggu resource atau *entitas*, yang artinya suatu proses menunggu barang dari proses sebelumnya.
- Prosentase *blocked*: prosentase waktu saat *entitas* menunggu tujuannya kosong, yang artinya suatu proses menunggu mengalirkan barang karena proses berikutnya belum selesai mengerjakan suatu barang.

ITEKS

Intuisi Teknologi Dan Seni



Gambar 4.2. Prosentase *Output* sistem nyata

Dari tabel diatas menunjukan bahwa proses Potong dan Jahit memiliki angka prosentase *blocked* yang cukup tinggi (suatu proses tidak mengerjakan suatu kegiatan apapun dan suatu proses menunggu mengalirkan barang karena proses berikutnya belum selesai mengerjakan suatu barang), yang berarti bahwa telah terjadi *bottleneck* pada proses Jahit dan Combine inti.

6. Verifikasi dan Validasi Model

Tabel 4.5. Verifikasi Model

No.	Verifikasi	Hasil
1	Apakah semua aspek sistem nyata telah dimuat ?	Ya
2	Apakah perhitungan statistik telah dilakukan dengan benar ?	Ya
3	Apakah kejadian sistem nyata telah direpresentasikan ?	Ya

Validasi dengan menggunakan rumus Perbandingan rata-rata:

$$E = \frac{(\bar{S} - \bar{A})}{\bar{A}}$$

Dimana: $\bar{S}$ = Nilai rata-rata hasil simullasi, $\bar{A}$ = Nilai rata-rata data aktual

$$E = \frac{52,37 - 50}{50} = 0,047$$

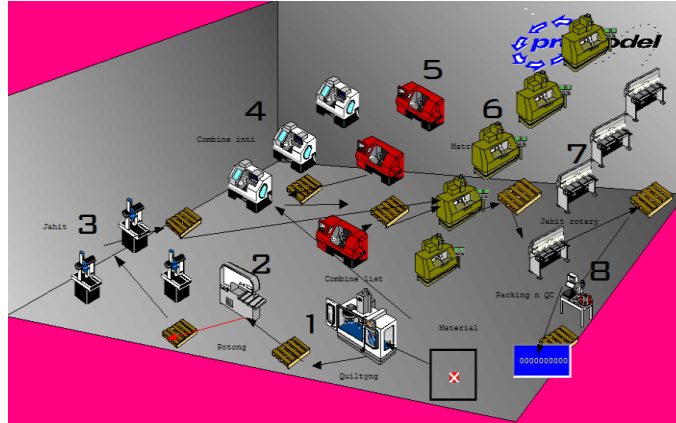
Validasi diterima karena $E = 0,047 < 5\%(0,05)$

7. Pembuatan Model Alternatif Perbaikan

Pembuatan model alternatif perbaikan dilakukan berdasarkan model simulasi sistem nyata, hasil keluarannya, serta identifikasi *bottleneck* yang terjadi.

1. Alternatif Perbaikan 1

Penambahan 1 mesin Combine inti, 1 mesin Combine list, 2 mesin Matras, dan 2 mesin Jahit rotary beserta operatornya. Alternatif ini didasari dari proses-proses yang *bottleneck*.

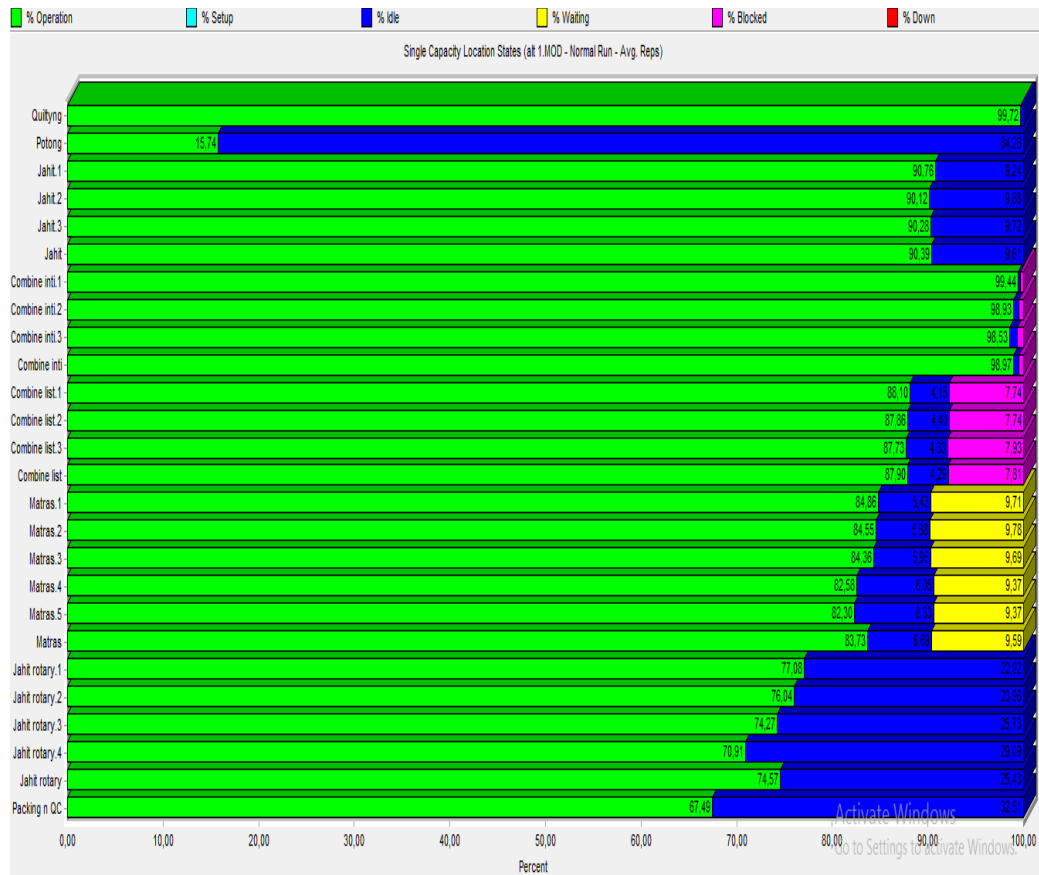


Gambar 4.3. Lay-out Alternatif Perbaikan 1

Tabel 4.6. Output Total Entries Model Alternatif Perbaikan 1

alt 1.MOD (Normal Run - Avg. Reps)									
Name	Scheduled Time (MIN)	Capacity	Total Entries	Avg Time Per Entry (SEC)	Avg Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Utilization	
Stok Quilting	360,00	5,00	21,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
Potong	360,00	1,00	21,00	161,86	0,16	1,00	0,00	15,74	
Stok Potong	360,00	5,00	105,00	345,28	1,68	4,43	3,20	33,57	
Jahit.1	360,00	1,00	33,97	577,23	0,91	1,00	1,00	90,76	
Jahit.2	360,00	1,00	33,93	573,65	0,90	1,00	1,00	90,11	
Jahit.3	360,00	1,00	33,90	575,26	0,90	1,00	1,00	90,28	
Jahit	1080,00	3,00	101,80	575,35	0,90	3,00	3,00	90,39	
Stok Jahit	360,00	5,00	98,80	3,14	0,01	1,00	0,00	0,29	
Combine inti.1	360,00	1,00	38,63	557,64	1,00	1,00	1,00	99,72	
Combine inti.2	360,00	1,00	38,47	558,50	0,99	1,00	1,00	99,44	
Combine inti.3	360,00	1,00	38,10	562,24	0,99	1,00	1,00	99,17	
Combine inti	1080,00	3,00	115,20	559,40	0,99	3,00	3,00	99,44	
Stok Combine inti	360,00	5,00	112,20	386,31	2,01	5,00	4,90	40,12	
Combine list.1	360,00	1,00	35,77	578,94	0,96	1,00	1,00	95,84	
Combine list.2	360,00	1,00	35,73	578,01	0,96	1,00	1,00	95,60	
Combine list.3	360,00	1,00	35,80	577,31	0,96	1,00	1,00	95,67	
Combine list	1080,00	3,00	107,30	578,01	0,96	3,00	3,00	95,71	
Stok Combine list	360,00	5,00	104,30	887,90	4,29	5,00	4,93	85,74	
Matras.1	360,00	1,00	20,00	1021,38	0,95	1,00	1,00	94,57	
Matras.2	360,00	1,00	20,00	1018,69	0,94	1,00	1,00	94,32	
Matras.3	360,00	1,00	20,00	1015,72	0,94	1,00	1,00	94,05	
Matras.4	360,00	1,00	19,70	1008,74	0,92	1,00	1,00	91,95	
Matras.5	360,00	1,00	19,67	1007,40	0,92	1,00	1,00	91,67	
Matras	1800,00	5,00	99,37	1014,26	0,93	5,00	5,00	93,31	
Stok Matras	360,00	5,00	94,37	4,99	0,02	1,00	0,07	0,44	
Jahit rotary.1	360,00	1,00	24,43	681,49	0,77	1,00	0,97	77,07	
Jahit rotary.2	360,00	1,00	24,00	684,49	0,76	1,00	0,80	76,04	
Jahit rotary.3	360,00	1,00	23,43	684,64	0,74	1,00	0,87	74,26	
Jahit rotary.4	360,00	1,00	22,43	682,88	0,71	1,00	0,90	70,91	
Jahit rotary	1440,00	4,00	94,30	683,27	0,75	4,00	3,53	74,57	
Stok Jahit rotary	360,00	5,00	90,77	24,73	0,10	1,93	0,13	2,08	
Packing n QC	360,00	1,00	90,63	160,83	0,67	1,00	0,83	67,49	
Finish Good	360,00	999999,00	89,80	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	

Output yang dihasilkan dari model alternatif perbaikan 1 yaitu sebesar 89 pcs spring-bed.



Gambar 4.4. Prosentase *Output* Model Alternatif Perbaikan 1

Dikarenakan prosentase *idle* yang masih cukup tinggi pada proses potong, maka alternatif perbaikan dilanjutkan pada alternatif perbaikan 2.

2. Alternatif Perbaikan 2

Pengurangan operator proses Potong dari dua operator menjadi satu operator dengan dasar bahwa prosentase *operation* yang kecil serta prosentase *idle* yang tinggi pada model alternatif perbaikan 1.

Tabel 4.7. identifikasi *bottleneck* proses potong

Potong	% Operation	% Idle
Average	15,74	84,26

Pengambilan *sample* waktu siklus dilakukan sebanyak 30 kali dengan tabel sebagai berikut:

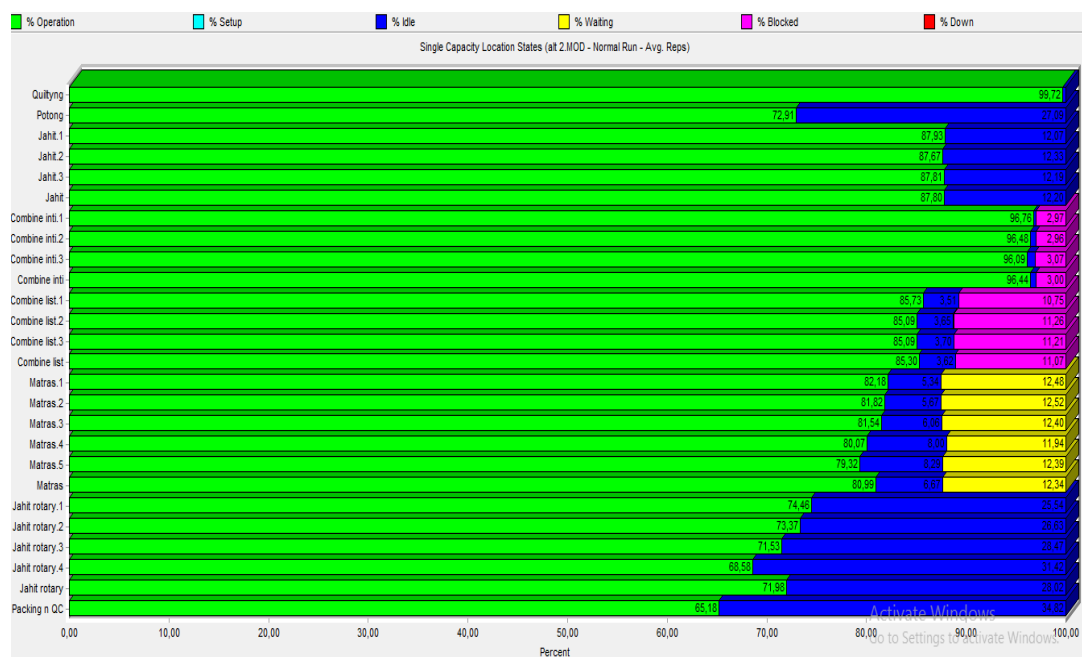
Tabel 4.8. Pengambilan *sample* waktu proses potong baru

Potong/Sample	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Waktu pengukuran	12,61	12,54	12,31	12,81	12,62	12,71	12,48	12,57	12,68	12,57	12,72	12,91	13,01	12,61	12,79	
Potong/Sample	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Average
Waktu pengukuran	13,21	13,11	13,44	12,81	12,49	12,41	13,16	13,26	13,08	13,16	12,74	12,91	13,18	12,51	12,61	12,79833

Tabel 4.9. Output Total Entries Model Alternatif Perbaikan 2

alt 2.MOD (Normal Run - Avg. Reps)								
Name	Scheduled Time (MIN)	Capacity	Total Entries	Avg Time Per Entry (SEC)	Avg Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Utilization
Stok Quilting	360,00	5,00	21,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
Potong	360,00	1,00	21,00	749,91	0,73	1,00	1,00	72,91
Stok Potong	360,00	5,00	100,00	352,54	1,63	4,67	1,17	32,64
Jahit.1	360,00	1,00	33,03	574,97	0,88	1,00	1,00	87,93
Jahit.2	360,00	1,00	32,83	576,81	0,88	1,00	1,00	87,67
Jahit.3	360,00	1,00	32,97	575,35	0,88	1,00	1,00	87,81
Jahit	1080,00	3,00	98,83	575,68	0,88	3,00	3,00	87,80
Stok Jahit	360,00	5,00	95,83	3,72	0,02	1,00	0,00	0,33
Combine inti.1	360,00	1,00	37,43	575,52	1,00	1,00	1,00	99,72
Combine inti.2	360,00	1,00	37,37	574,94	0,99	1,00	1,00	99,44
Combine inti.3	360,00	1,00	37,20	575,87	0,99	1,00	1,00	99,17
Combine inti	1080,00	3,00	112,00	575,38	0,99	3,00	3,00	99,44
Stok Combine inti	360,00	5,00	109,00	713,34	3,60	5,00	4,93	71,99
Combine list.1	360,00	1,00	34,90	597,28	0,96	1,00	1,00	96,49
Combine list.2	360,00	1,00	34,77	598,79	0,96	1,00	1,00	96,35
Combine list.3	360,00	1,00	34,40	604,84	0,96	1,00	1,00	96,30
Combine list	1080,00	3,00	104,07	600,16	0,96	3,00	3,00	96,38
Stok Combine list	360,00	5,00	101,07	946,53	4,43	5,00	4,97	88,57
Matras.1	360,00	1,00	19,60	1043,83	0,95	1,00	1,00	94,66
Matras.2	360,00	1,00	19,30	1056,33	0,94	1,00	1,00	94,33
Matras.3	360,00	1,00	19,20	1057,29	0,94	1,00	1,00	93,94
Matras.4	360,00	1,00	19,00	1045,93	0,92	1,00	1,00	92,00
Matras.5	360,00	1,00	19,00	1042,60	0,92	1,00	1,00	91,71
Matras	1800,00	5,00	96,10	1048,93	0,93	5,00	5,00	93,33
Stok Matras	360,00	5,00	91,10	5,44	0,02	1,00	0,03	0,46
Jahit rotary.1	360,00	1,00	23,57	682,65	0,74	1,00	0,87	74,46
Jahit rotary.2	360,00	1,00	23,20	683,18	0,73	1,00	0,93	73,37
Jahit rotary.3	360,00	1,00	22,60	683,82	0,72	1,00	0,80	71,53
Jahit rotary.4	360,00	1,00	21,70	682,79	0,69	1,00	0,67	68,58
Jahit rotary	1440,00	4,00	91,07	682,97	0,72	4,00	3,27	71,98
Stok Jahit rotary	360,00	5,00	87,80	25,45	0,10	2,00	0,07	2,07
Packing n QC	360,00	1,00	87,73	160,48	0,65	1,00	0,90	65,18
Finish Good	360,00	999999,00	86,83	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00

Output yang dihasilkan dari model alternatif perbaikan 1 yaitu sebesar 86 pcs spring-bed.



Gambar 4.5. Prosentase Output Model Alternatif Perbaikan 2

8. Analisa Model Alternatif Perbaikan

Tabel 4.10. Perbandingan model sistem nyata dengan model alternatif perbaikan 1

Proses (% Operation)	Quiltyng	Potong	Jahit	Combine inti	Combine list	Matras	Jahit rotary	Packing n QC	Average
Model Sistem Nyata	99,6	11,98	63,09	99,21	85,57	88,76	86,89	39,29	71,7988
Model Alternatif 1	99,72	15,74	90,39	98,97	87,9	83,73	74,57	67,49	77,3138
Proses (% Idle)	Quiltyng	Potong	Jahit	Combine inti	Combine list	Matras	Jahit rotary	Packing n QC	Average
Model Sistem Nyata	0,28	27,47	6,92	0,42	5,43	6,37	13,11	60,71	15,0888
Model Alternatif 1	0,28	84,26	9,61	0,56	4,29	6,69	25,43	32,51	20,4538
Proses (% Waiting)	Quiltyng	Potong	Jahit	Combine inti	Combine list	Matras	Jahit rotary	Packing n QC	Average
Model Sistem Nyata	0	0	0	0	0	2,1	0	0	0,2625
Model Alternatif 1	0	0	0	0	0	9,59	0	0	1,19875
Proses (% Blocked)	Quiltyng	Potong	Jahit	Combine inti	Combine list	Matras	Jahit rotary	Packing n QC	Average
Model Sistem Nyata	0,12	60,55	29,98	0,37	9	2,77	0	0	12,8488
Model Alternatif 1	0	0	0	0	7,81	0	0	0	0,97625

Tabel 4.11. Perbandingan model sistem nyata dengan model alternatif perbaikan 2

Proses (% Operation)	Quiltyng	Potong	Jahit	Combine inti	Combine list	Matras	Jahit rotary	Packing n QC	Average
Model Sistem Nyata	99,6	11,98	63,09	99,21	85,57	88,76	86,89	39,29	71,7988
Model Alternatif 2	99,72	72,91	87,8	96,44	85,3	80,99	71,98	65,18	82,54
Proses (% Idle)	Quiltyng	Potong	Jahit	Combine inti	Combine list	Matras	Jahit rotary	Packing n QC	Average
Model Sistem Nyata	0,28	27,47	6,92	0,42	5,43	6,37	13,11	60,71	15,0888
Model Alternatif 2	0,28	27,09	12,2	0,56	3,62	6,67	28,02	34,82	14,1575
Proses (% Waiting)	Quiltyng	Potong	Jahit	Combine inti	Combine list	Matras	Jahit rotary	Packing n QC	Average
Model Sistem Nyata	0	0	0	0	0	2,1	0	0	0,2625
Model Alternatif 2	0	0	0	0	0	12,34	0	0	1,5425
Proses (% Blocked)	Quiltyng	Potong	Jahit	Combine inti	Combine list	Matras	Jahit rotary	Packing n QC	Average
Model Sistem Nyata	0,12	60,55	29,98	0,37	9	2,77	0	0	12,8488
Model Alternatif 2	0	0	0	3	11,07	0	0	0	1,75875

Berdasarkan analisa dan data dengan menggunakan 2 metode simulasi, dapat dilihat adanya peningkatan kapasitas produksi dapat dilakukan dengan model alternatif perbaikan 2 yaitu meningkatkan output sebesar 86 pcs (meningkat 65,38%), serta % operation (Mengurangi *Bottleneck*) sebesar 82,54% (meningkat 10,74).

5. Kesimpulan Dan Saran

5.1. Kesimpulan

Dari penelitian ini didapati identifikasi *bottleneck* terjadi pada proses Jahit dan Combine inti. Dapat disimpulkan bahwa Dari beberapa model alternatif perbaikan tadi maka dapat dilihat bahwa peningkatan kapasitas produksi dan pengurangan *bottleneck*. Peningkatan kapasitas produksi dapat dilakukan dengan Model Alternatif perbaikan 2 yaitu meningkatkan output sebesar 86 pcs (meningkat 65,38%), serta % operation (Mengurangi *Bottleneck*) sebesar 82,54% (meningkat 10,74).

5.2. Saran

Berdasarkan pelaksanaan dan hasil penelitian maka penerapan Model alternatif perbaikan 2 diharapkan dapat digunakan pada produksi selanjutnya di PT. Buana Spring Foam. Pada model alternatif perbaikan 2 masih terdapat kekurangan yaitu pada pos atau stasiun kerja Packing dan *Quality control* masih memiliki prosentase operation yang cukup kecil serta prosentase idle yang cukup besar, untuk penelitian selanjutnya diharapkan mampu memangkas prosentase diatas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gasperz, Vincent, 2005, *Production Planning and Inventory Control*, Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- [2] Ginting, Rosnani. 2007, *Sistem Produksi*. Yogyakarta : Graha Ilmu
- [3] Arifin, Miftahol, 2009, *Simulasi Sistem Industri*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- [4] Sitalaksana. Iftikar, Z. 2006, *Teknik Perancangan Sistem Kerja*. Bandung. ITB
- [5] Law, A. Kelton, W. 2000. *Simulation Modeling and Analysis*. 3rd, McGraw-Hill.
- [6] Sultan, AZ. 2007. “Pemodelan Dan Simulasi Proses Produksi PT Sermani Steel Untuk Peningkatan Kapasitas Produksi Dan Utilisasi Mesin”. Fakultas Teknik Industri. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- [7] Riyanto, OAW. 2016, *Simulasi Model Sistem Kerja Pada Departemen Injection Untuk Meminimasi Waktu Work-In-Process*. Vol. 15 (1): 69-78.
- [8] Trenggonowati, DL. 2016, *Simulasi Sistem Produksi Di PT. Jakarta Cakra Tunggal Steel Mills*. Vol. 4 No. 1, 36 – 46.
- [9] Fauzy, A. 2008, *Statistik Industri*, Jakarta, Erlangga.
- [10] Jayaprakash, J. 2015, *Simulation of Mixed Model Assembly Line Sequencing*. Vol. 10. No.68.
- [11] Gasperz, V. 2005. *Total Quality Management*. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka.
- [12] Heizer, J. Render, B. 1998. *Prinsip-prinsip Manajemen Operasi*. Jakarta : Salemba Empat.
- [13] Baroto, Teguh. 2002, *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Jakarta : Ghalia Indo
- [14] Barry, Render, Jay, Heizer. 2001. *Prinsip-prinsip Manajemen Operasi*, Jakarta : Salemba Empat