

MODEL SISTEM DINAMIS PENGGANTIAN JARUM MESIN KANCING DAN MESIN JAHIT PADA KONVEKSI XYZ

Siti Alfiah ¹⁾, Dwi Sukma Donoriyanto ²⁾, Tutuk Safirin ³⁾

^{1,2}Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknik

Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur

e-mail: 1sitiaalfiah@gmail.com ¹⁾, dwisukma.ti@upnjatim.ac.id ²⁾, mochtusa@gmail.com ³⁾

ABSTRAK

Pakaian merupakan kebutuhan dasar manusia, Konveksi XYZ adalah salah satu UMKM yang memproduksi pakaian berjenis kemeja. Untuk mendukung kegiatan produksinya Konveksi XYZ memiliki 17 mesin produksi dengan kondisi bekas dan usia mencapai dua puluh tahun. Permasalahan yang dialami UMKM adalah mesin yang digunakan membutuhkan perawatan yang lebih intensif karena faktor usia serta tidak adanya tindakan preventif dalam menanggulangi permasalahan perawatan mesin. Hal ini menimbulkan waktu menunggu berlebihan dan meningkatkan waktu downtime mesin yang mengganggu kegiatan produksi. Berdasarkan permasalahan tersebut dibutuhkan kebijakan perawatan mesin, penelitian ini membangun model sistem penjadwalan penggantian komponen kritis khususnya pada mesin kancing dan mesin jahit dengan pendekatan sistem dinamis. Simulasi sistem dinamis yang dilaksanakan memberikan dampak positif dimana pada mesin kancing dapat menurunkan nilai downtime dari 2,66 jam menjadi 2,53 jam dengan biaya jarum sebesar 85.200 Rupiah dengan periode penggantian komponen jarum setiap 15,3 jam. Pada mesin jahit memiliki biaya perawatan mengalami penurunan sebesar 13,33% dari sebelumnya 45.000 Rupiah menjadi 39.000 Rupiah dengan periode penggantian komponen jarum setiap 35,2 jam..

Kata Kunci: Sistem Dinamis, Sistem Perawatan, Vensim.

ABSTRACT

Clothing is a basic human need, Convection XYZ is one of the MSMEs that produces shirt-type clothing. To support its production activities XYZ Convection has 17 production machines with used conditions and ages reaching twenty years. The problem experienced by MSMEs is that the machines used require more intensive maintenance due to age and the absence of preventive action in overcoming machine maintenance problems. This results in excessive waiting times and increases machine downtime which disrupts production activities. Based on these problems, a machine maintenance policy is needed. This study builds a system model for the scheduling of critical component replacement, especially on button machines and sewing machines with a dynamic systems approach. The dynamic system simulation that is carried out has a positive impact where the button machine can reduce the downtime value from 2.66 hours to 2.53 hours with maintenance costs of 85,200 Rupiah with a needle component replacement period every 15,3 hours. On sewing machines, maintenance costs have decreased by 13.33% from the previous 45,000 Rupiah to 39,000 Rupiah with a needle component replacement period every 35.2 hours.

Keywords: Dynamic Systems, Maintenance Systems, Vensim.

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan dasar manusia sering dikatakan ada 3 yaitu pakaian, makanan, dan tempat berlindung. Pakaian yang termasuk salah satu dari tiga kebutuhan primer memiliki pasar yang sangat besar. Banyaknya varian pakaian di pasar membuat semua produsen merek pakaian harus berjuang agar mampu bertahan dipasar. Konveksi XYZ merupakan salah satu UMKM konveksi yang melakukan produksi untuk CV FGH yang bertanggung jawab atas suatu merek yang memiliki pasar di Indonesia. Konveksi XYZ harus bersaing dengan puluhan konveksi yang juga melakukan produksi untuk CV FGH, agar tetap dipercaya dan diberi kain untuk diproduksi menjadi kemeja.

Konveksi XYZ memiliki mesin untuk membuat kemeja sebanyak 17 mesin. Mesin yang digunakan dalam proses produksi Konveksi XYZ adalah mesin jahit, mesin obras, mesin rivet, mesin bartek, mesin naskat, mesin potong kain, mesin kancing, mesin press, dan setrika uap. Konveksi XYZ berdiri empat belas tahun yang lalu, dengan mesin-mesin yang dibeli dalam kondisi bekas pakai konveksi lain yang mengalami kebangkrutan. Usia mesin yang sudah melebihi dua puluh tahun menyebabkan mesin membutuhkan perawatan agar mampu beroperasi. Selain usia, faktor lain yang menjadi penyebab dari kerusakan mesin antara lain adalah tidak adanya kegiatan pencegahan atau *preventive maintenance*, tenaga kerja atau penjahit yang tidak memperhatikan kondisi mesin, keausan dari sparepart pada mesin, dan *human error* yang dilakukan penjahit. Berdasarkan hasil wawancara dengan pemilik konveksi, kerusakan mesin yang sering terjadi disebabkan oleh jarum mesin yang patah. Hal ini paling sering terjadi pada mesin kancing dan mesin jahit. Menurut penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Islamy, dkk pada tahun 2019 terdapat tiga komponen kritis pada mesin jahit yaitu sepatu mesin, jarum mesin, dan gigi mesin. Sejalan dengan penelitian pada konveksi Cokkotengok, menemukan jika frekuensi kerusakan terbanyak adalah pada komponen gigi mesin jahit dan sepatu mesin jahit.

Menurut penelitian Islamy tahun 2019, jarum termasuk tiga komponen kritis pada mesin jahit. Pada kondisi di Konveksi XYZ, jarum pada mesin jahit setidaknya akan patah dan diganti sekali dalam seminggu. Sedangkan pada mesin kancing, jarum mesin akan patah dan harus diganti lebih sering karena Konveksi ini hanya berpopulasi dengan satu mesin kancing. Hal ini diperparah karena jarum pada mesin kancing juga seringkali harus diganti beberapa kali dalam sehari karena jarum ataupun posisi kancing yang tidak pas dan menabrak kancing yang akan dipasang. Waktu penggantian jarum pada mesin yang rusak mendadak dan yang sudah terjadwal memiliki perbedaan. Saat jarum harus diganti sesuai dengan jadwal maka akan meminimalkan kemungkinan penambahan *loading time* untuk menunggu peralatan penggantian jarum yang sedang digunakan untuk mesin lain. Selain itu, saat diketahui penjadwalan penggantian komponen maka pemilik Konveksi bisa memperkirakan banyaknya jarum yang harus tersedia agar tidak menambah waktu menunggu untuk pembelian jarum, khususnya untuk jarum mesin kancing yang sulit didapatkan disekitar lokasi Konveksi.

Metode sistem dinamik dipilih karena mampu memberikan interaksi antara variable, perilaku, dan kompleksitas sistem. Metode ini juga memberikan keluaran simulasi yang memberikan gambaran kondisi sistem dan dapat menunjukkan perubahan yang terjadi saat diterapkan alternatif kebijakan dengan menguji keputusan alternatif. Perangkat lunak yang digunakan dalam membuat simulasi model sistem dinamik salah satunya adalah Vensim.

Konveksi XYZ harus menyelesaikan rata-rata 900 hingga 1.500 kemeja setiap minggunya untuk diserahkan pada CV. Namun, seringkali konveksi ini tidak bisa menyelesaikan dan menyerahkan kemeja hasil produksinya karena tingginya waktu *downtime* karena mesin rusak yang mengganggu proses produksinya. Berhentinya proses produksi untuk memperbaiki mesin yang rusak akan mengganggu produksi kemeja secara keseluruhan. Lamanya waktu berhentinya proses produksi untuk melakukan perbaikan disebut dengan *downtime*. Kerugian terbesar dari tingginya *downtime* adalah ketidakmampuan konveksi menyerahkan hasil produksinya ke CV dan menunda CV memberikan kain untuk diproduksi di Konveksi. Penelitian ini bertujuan untuk memberi gambaran pada pemilik

konveksi tentang pentingnya melakukan penjadwalan penggantian jarum pada mesin jahit dan mesin kancing yang mungkin dapat diterapkan sehingga mampu mengurangi *downtime* mesin dengan bantuan sistem dinamik.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Sistem Perawatan

Menurut Arif (2017) sistem merupakan kelompok bagian apapun yang memiliki hubungan satu sama lain dan secara harmonis bekerja demi tercapainya tujuan tertentu. Bagian-bagian yang membuat sebuah sistem dapat disebut dengan sub sistem yang saling berinteraksi dengan bekerja sama dan membentuk suatu kesatuan. Sub sistem selalu ada dalam setiap sistem bahkan sistem yang kecil. Sub sistem yang ada memiliki sifat dari sistem untuk melakukan suatu fungsi tertentu yang mempengaruhi proses sistem secara keseluruhan (Arifin, *et al.*, 2018).

Perawatan mesin seperti sebuah gunung es, hal ini berarti biaya yang timbul karena perawatan mesin adalah jauh lebih sedikit daripada biaya jika terjadi kerusakan mesin. Sebagai contoh adalah biaya untuk melakukan pembersihan mesin secara berkala tidak sebanding dengan besarnya kerugian yang harus ditanggung jika mesin rusak dan menghentikan proses produksi selama beberapa saat (Sahal, *et al.*, 2019).

Mesin terbuat dari berbagai material seperti logam, karet, plastik, dan lain-lain. Beragamnya material pada mesin membuat mesin memiliki keterbatasan sehingga mesin bisa mengalami kerusakan (Bastian, *et al.*, 2019). Kerusakan mesin adalah suatu hal yang harus diminimalisir oleh tiap industri baik jasa maupun industri manufaktur, hal ini dikarenakan jika mesin rusak maka proses produksi akan terhenti untuk perbaikan mesin dalam waktu yang tidak dapat dipastikan tergantrung keparahan kerusakan mesin (Arsyad dan Zubair, 2018). Sehingga perawatan atau pemeliharaan terhadap mesin wajib dilakukan untuk meminimalkan jika mesin berhenti tiba-tiba.

Perawatan adalah kegiatan untuk menjaga atau memperbaiki semua aset sehingga mencapai kondisi optimal. Kegiatan perawatan adalah kegiatan membongkar, memperbaiki atau memeriksa mesin secara menyeluruh (*maintenance, repair and overhaul*) (Bandyopadhyay, 2019). Jadi, semua kegiatan yang bertujuan mempertahankan atau memulihkan bagian mesin pada kondisi ideal agar dapat menjalankan fungsinya sesuai kebutuhan perusahaan merupakan definisi sistem perawatan. Pada dasarnya kegiatan perawatan mesin atau peralatan kerja dilakukan dengan beberapa kegiatan seperti pemeriksaan, kegiatan lubrication (meminyaki), repairing, dan penggantian suku cadang (Rahmania, 2017).

B. Pemodelan Sistem dan Simulasi

Model adalah sesuatu yang dapat mewakili suatu sistem yang sedang diteliti dan merupakan alat untuk mempermudah penjelasan, peramalan, ataupun pengontrolan terhadap efek perubahan yang dialami suatu sistem dengan melakukan perubahan satu atau lebih aspek (Guizzi, *et al.*, 2019). Setelah model dibuat dan dirancang dengan bantuan *software* maka model yang telah dibuat harus dijalankan untuk mengetahui apakah model sistem yang telah dibuat mengalami error atau tidak (Prasetyo dan Liquidanu, 2018). Simulasi juga diartikan sebagai kumpulan metode untuk melakukan peniruan pada suatu sistem, dengan bantuan komputer. Peniruan sistem dilakukan dengan pembuatan model matematik yang diusahakan sedekat mungkin dengan sistem nyata dan memakainya untuk memperkirakan efek dari tiap kebijakan yang mungkin dilakukan dan diterapkan pihak manajemen (Maryono, 2018).

Terdapat proses sebelum melakukan simulasi suatu masalah yaitu adalah memformulasikan terlebih dahulu masalah. Langkah kedua yaitu memastikan masalah tersebut layak

digunakan. Langkah ketiga yaitu penyusunan model dan melakukan validasi terhadap model yang sudah disusun. Langkah keempat adalah melakukan penerapan simulasi, dan langkah terakhir adalah melakukan analisis terhadap hasilnya (Alhamri dan Dianata, 2017). Penggunaan model simulasi didasari dengan tahapan-tahapan sebagai berikut ini:

1. Penentuan masalah
2. Melakukan identifikasi variabel penting yang memengaruhi masalah
3. Menyusun model matematis
4. Membidik arah tindakan kebijakan yang mungkin
5. Melakukan eksperimen atau percobaan
6. Melakukan pertimbangan terhadap hasil yang dihasilkan simulasi seperti modifikasi model hingga melakukan perubahan data yang dimasukkan.
7. Memutuskan kebijakan yang akan diambil (Solimun dan Achmad, 2018).

C. Simulasi Sistem Dinamis

Sistem dinamis merupakan suatu sistem yang berubah terus menerus secara cepat bersamaan dengan perubahan pada lingkungannya. Sistem dinamis memakai memori untuk menyimpan nilai *input* satuan waktu yang lalu ($n-k$) atau saat yang akan datang ($n+k$) (Krisdayanti, et al., 2017). Terdapat dua jenis memori yaitu memori terbatas yang menyimpan nilai saat tertentu dan memori yang menyimpan nilai saat tak terhingga atau yang disebut memori tidak terbatas. Sistem dinamik merupakan suatu pendekatan kesisteman yang terpadu dan menyeluruh, mampu menyederhanakan suatu permasalahan yang rumit tanpa menghilangkan unsur utama dari objek atau sistem yang diperhatikan (Setiawan, 2019).

Sistem dinamik merupakan alat analisis berbagai masalah yang bersifat sistemik, rumit, dan dengan cepat berubah. Sejalan dengan perkembangan dunia komputer, sistem dinamik mampu mengkonstruksikan permasalahan kompleks dalam berbagai disiplin ilmu sebagai pertimbangan untuk pengambilan keputusan. Selain itu pemodelan sistem dinamik juga mampu menjadi alat evaluasi jangka pendek maupun jangka panjang dari suatu kebijakan yang diterapkan sehingga memberi gambaran informasi dimasa depan (Romadhon dan Erma, 2020).

Pembangunan model simulasi sistem dinamis memerlukan bantuan perangkat lunak yang mampu melihat perilaku model yang telah dibuat dengan cepat. Simulasi model dengan perangkat lunak meuntut konsep dan data yang akurat dan mendetail sehingga *input* proses simulasi sesuai dengan permasalahan yang diteliti (Hilman. 2018). Terdapat beberapa pilihan perangkat lunak yang dapat digunakan untuk membangun model simulasi sistem dinamis seperti *Powersim*, *Ithink*, *Dynamo*, *Stella*, dan *Vensim*.

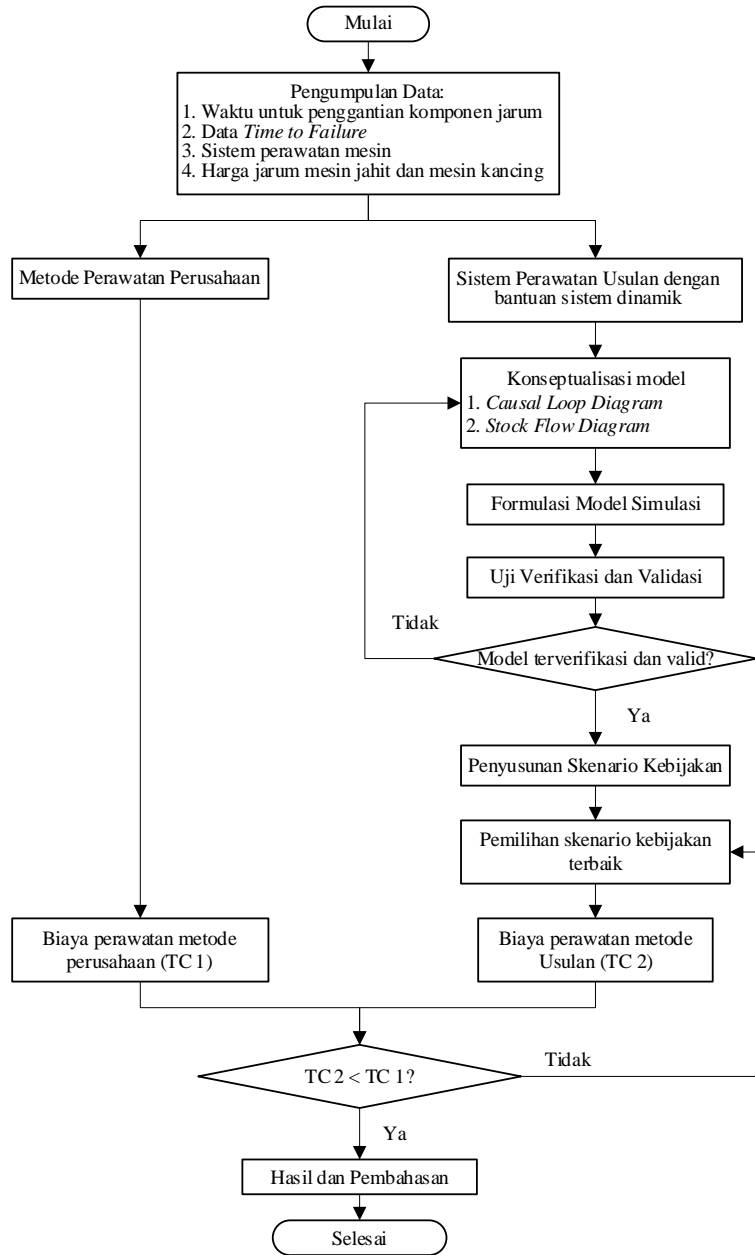
D. Software Vensim

Vensim merupakan perangkat lunak yang dapat digunakan dalam membantu penyelesaian masalah dengan sistem dinamis. Perangkat lunak ini memiliki dasar penggunaan seperti diagram alir yang memakai simbol-simbol yang memberi gambaran urutan proses. Karena hal itu, perangkat lunak ini mampu memberikan kemudahan bagi pembuat sistem dan peneliti untuk mengidentifikasi, merumuskan dan sistem yang akan dibuatnya (Kurniawan, 2018).

Perangkat lunak ini mampu dengan mudah membuat *table* dan grafik yang menunjukkan hubungan antara *variabel input* dan *output*. *Vensim* memakai suatu *userinterface* yang mirip dengan sebuah meja kerja dan sekumpulan perangkat. Sayangnya, perangkat lunak ini tidak menyediakan layanan *ekspor* untuk rumus matematis yang telah dimasukkan.

III. METODE PENELITIAN

Pembuatan model sistem dinamis untuk meningkatkan sistem perawatan mesin pada UMKM konveksi ini melalui langkah-langkah pemecahan masalah sebagai berikut.



Gambar 1. Langkah-Langkah Pemecahan Masalah

Pengumpulan data dari UMKM Koneksi yaitu waktu untuk penggantian komponen jarum, data *Time to Failure*, sistem penggantian jarum, dan harga jarum untuk mesin kancing dan mesin jahit. Data dikumpulkan dari bulan Agustus 2020 hingga Februari 2021, sehingga baik data yang dipakai dalam penelitian maupun penelitian ini dilakukan dalam keadaan *pandemic Covid-19*. Selanjutnya melakukan konseptualisasi model, konseptualisasi dilakukan dengan membangun *causal loop digram* dan *stock flow diagram*. Submodel yang dibangun yaitu sub modoel waktu(t), sub model frekuensi penggantian jarum, sub model *downtime*, dan sub model biaya *sparepart*. Tahap Formulasi model, model sistem dinamis harus diberi masukan rumus-rumus atau formula matematis dan

pendekatan kuantitatif lainnya. Selanjutnya dilakukan uji verifikasi dan uji validasi, berupa pengujian model dibuat tidak memiliki error sehingga bisa dijalankan. Model harus lolos uji verifikasi agar model yang dibuat dinyatakan benar. Sedangkan uji validasi adalah pengujian model sudah mampu menunjukkan perilaku seperti sistem nyata dan mampu merepresetasikan sistem nyata. Uji validasi dilakukan dengan bantuan *sowtware Minitab* dengan melakukan uji *paired t-test* dengan taraf keberartian 5%. Penyusunan skenario kebijakan, dalam mengatasi masalah maka disusunlah skenario kebijakan yang mungkin dapat diterapkan oleh pemilik. Skenario kebijakan yang dibangun adalah dengan melakukan modifikasi interval penggantian jarum pada mesin kancing dan mesin jahit. Skenario kebijakan mana yang membawa pengaruh positif paling besar akan dipilih. Selanjutnya perbandingan model sistem dinamis dan sistem nyata, penelitian dapat dikatakan berhasil jika model simulasi memberikan hasil yang optimal. Simulasi dilakukan untuk menunjukkan perilaku sistem dalam tujuh bulan kedepan, atau hingga September 2021. Sehingga hasil penelitian dibatasi oleh keadaan perusahaan yang masih dipengaruhi oleh kondisi pandemic.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemodelan sistem dinamis dan simulasi sistem melalui beberapa tahapan pengolahan data. Adapun hasil pengolahan data adalah sebagai berikut.

1. Uji Distribusi Data

Pengujian distribusi data waktu antar kerusakan dilakukan dengan bantuan perangkat lunak *Easy Fit 5.6 Professional*. Sehingga hasil dari pengujian distribusi ditampilkan pada tabel I. Uji distribusi dilakukan dengan perbandingan ranking dari distribusi normal, distribusi weibull, dan distribusi eksponensial. Distribusi yang dipilih yaitu distribusi dengan ranking tertinggi diantara ketiga distribusi.

TABEL I
HASIL UJI DISTRIBUSI DATA WAKTU ANTAR KERUSAKAN

No	Mesin	Jenis distribusi	Parameter	MTTF
1	Mesin kancing	Weibull 2P	$\alpha = 1,0271$ $\beta = 14,522$	14,363 jam
2	Mesin jahit GC628 (1)	Weibull 3P	$\alpha = 2,6418$ $\beta = 44,79$ $\gamma = -3,8763$	35,62593 jam

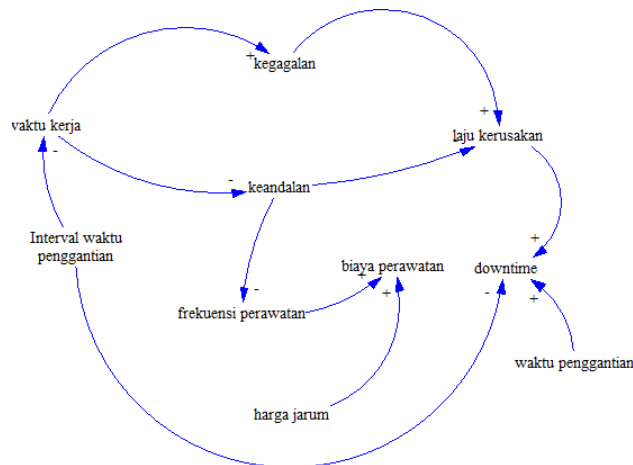
Keterangan :
 α : Parameter skala
 β : Parameter bentuk
 γ : Parameter lokasi

2. Konseptualisasi Model

Pada langkah ini, konseptualisasi dilakukan dengan membangun *Causal Loop Digram* dan *Stock Flow Digram*.

a. *Causal Loop Digram*

Gambar *Causal Loop Diagram* memberikan informasi bahwa model interval penggantian jarum pada koveksi ini dipengaruhi oleh beberapa variabel yang terkait.

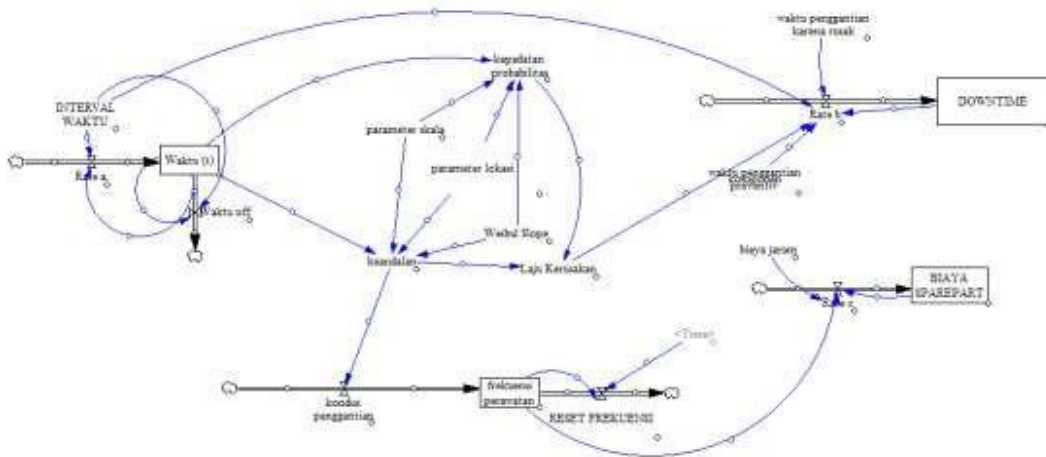


Gambar 2. *Causal Loop Diagram*

Variabel tersebut antara lain adalah waktu kerja yang secara positif dipengaruhi oleh interval waktu, hal ini memberikan informasi jika semakin lama interval waktu untuk mengganti jarum pada mesin maka waktu kerja yang tersedia akan semakin banyak. Selanjutnya waktu kerja akan mempengaruhi secara positif variabel kegagalan dan mempengaruhi secara negatif pada variabel keandalan, hal ini memberikan informasi apabila semakin lama interval waktu penggantian jarum maka variabel kegagalan akan terpengaruh secara positif sehingga variabel kegagalan akan bernilai semakin tinggi. Namun, variabel waktu kerja yang mempengaruhi dengan nilai negatif atau berlawanan terhadap keandalan berarti jika semakin lama jarum digunakan maka nilai keandalannya juga akan semakin menurun atau menjadi semakin rendah.

Variabel keandalan akan mempengaruhi laju kerusakan secara negatif, hal ini akan memberikan informasi jika keandalan bernilai semakin besar maka laju kerusakan akan bernilai lebih rendah. Laju kerusakan juga menerima pengaruh secara positif dari variabel kegagalan, hal ini berarti jika variabel kegagalan semakin besar maka laju kerusakan juga akan bernilai lebih besar. Variabel laju kerusakan akan mempengaruhi variabel downtime secara positif, semakin besar laju kerusakan yang dimiliki maka waktu downtime akan semakin besar. Variabel downtime dipengaruhi oleh waktu penggantian secara positif dan variabel downtime juga dipengaruhi oleh interval waktu penggantian secara negatif, hal ini memberikan informasi jika waktu penggantian semakin tinggi maka downtime akan semakin tinggi namun jika interval waktu penggantian semakin lama maka downtime akan semakin kecil. Variabel keandalan yang dipengaruhi secara negatif oleh waktu kerja, memberikan pengaruh secara negatif pada variabel frekuensi perawatan hal ini berarti jika batas bawah keandalan bernilai semakin rendah dan batas atas dari keandalan bernilai tinggi maka frekuensi penggantian akan semakin rendah. Kemudian frekuensi perawatan akan mempengaruhi biaya perawatan secara positif, hal ini memberikan arti apabila semakin sering dirawat maka biaya perawatan akan semakin tinggi. Selain mendapatkan pengaruh dari frekuensi perawatan, biaya perawatan juga mendapatkan pengaruh secara positif oleh variabel harga jarum.

b. *Stock Flow Diagram*



(b)
Gambar 3. Stock Flow Diagram mesin kancing (a) dan mesin jahit (b)

Perbedaan *Stock flow diagram* antara mesin jahit dan mesin kancing dikarenakan perbedaan jenis distribusi yang dimiliki. Mesin jahit memiliki jenis distribusi *weibull* tiga parameter sedangkan mesin kancing memiliki jenis distribusi *weibull* dua parameter. Sehingga mesin jahit memiliki variabel parameter lokasi sedangkan mesin kancing tidak memilikinya. Penjelasan tiap sub sistem pada *Stock flow diagram* akan dijelaskan satu kali untuk sub sistem yang memiliki kesamaan antara SFD mesin kancing dan SFD mesin jahit. Sedangkan untuk sub sistem yang memiliki perbedaan maka akan dijelaskan dua kali yaitu untuk bentuk SFD mesin kancing dan SFD mesin jahit.

3. Simulasi Model

Simulasi pada model dilakukan dengan *initial time* 0 dan *final time* 1127, dengan *unit Hour*. Hal ini menunjukkan jika simulasi dilakukan selama 1.127 jam, simulasi dilakukan untuk waktu tujuh bulan. Hasil simulasi ditunjukkan setiap 161 jam, yang menyatakan jam operasional tiap bulan. *Output* yang ditampilkan adalah *downtime*, keandalan, dan biaya sparepart. Variabel tersebut dipilih untuk memberikan gambaran kondisi penggantian yang optimal yaitu dengan waktu *downtime* yang rendah dan biaya yang minimal. Selanjutnya setelah dilakukan *running* model maka akan diberikan juga *output* dari frekuensi penggantian, yang selanjutnya akan digunakan untuk dibandingkan dengan data aktual.

Pada sistem awal dilakukan penggantian jarum mesin kancing setiap 14,36 jam, data ini diperoleh dari *mean time to failure* yang dihitung sebelumnya. Saat melakukan penggantian dengan interval ini maka mesin kancing akan memiliki *downtime* selama 2,84 jam dengan biaya total 91.200 rupiah. Tabulasi hasil simulasi pada kondisi ini dapat dilihat pada tabel II dibawah ini.

TABEL II
HASIL SIMULASI PENGGANTIAN JARUM MESIN KANCING DENGAN INTERVAL 14,36 JAM

Interval 14,36 Jam				
Time	Bulan	Downtime (Jam)	Frekuensi Perawatan (kali)	Biaya (Rupiah)
161	Bulan ke-1	0,4061	12	14.400
322	Bulan ke-2	0,8130	11	13.200
483	Bulan ke-3	1,2190	11	13.200
644	Bulan ke-4	1,62600	10	12.000
805	Bulan ke-5	2,3266	11	13.200
96	Bulan ke-6	2,43927	11	13.200
1.127	Bulan ke-7	2,84593	11	12.000
Total biaya			77	91.200

Pada sistem awal dilakukan penggantian jarum mesin jahit setiap 35,62 jam, data ini diperoleh dari *mean time to failure* yang dihitung sebelumnya. Saat melakukan penggantian dengan interval ini maka mesin jahit akan memiliki *downtime* selama 1,1 jam dengan biaya

total 45.000 rupiah. Tabulasi hasil simulasi pada kondisi ini dapat dilihat pada tabel III dibawah ini.

TABEL III
HASIL SIMULASI PENGGANTIAN JARUM MESIN JAHIT DENGAN INTERVAL 35,62 JAM

Interval 35,62 Jam				
Time	Bulan	Downtime (Jam)	Frekuensi Perawatan (kali)	Biaya (Rupiah)
161	Bulan ke-1	0,157	5	7.500
322	Bulan ke-2	0,314	4	6.000
483	Bulan ke-3	0,472	5	7.500
644	Bulan ke-4	0,63	4	6.000
805	Bulan ke-5	0,788	3	4.500
96	Bulan ke-6	0,945	5	7.500
1.127	Bulan ke-7	1,102	4	6.000
Total biaya			30	45.000

4. Verifikasi model

Setelah model *stock and flow* dibuat, selanjutnya perlu dilakukan pengecekan apakah ada *error* pada model yang telah dibuat. Proses verifikasi model ini dilakukan dengan cara *check model* pada perangkat lunak Vensim. Baik pada *Stock Flow Diagram* untuk mesin jahit dan mesin kancing mendapatkan *feedback* dari perangkat lunak Vensim “*Model is OK*” sehingga dapat ditarik kesimpulan jika model mesin kancing sudah lolos uji verifikasi, begitu juga model pada mesin jahit dapat dinyatakan lolos uji verifikasi.

5. Validasi model

Setelah mengalami proses verifikasi dan dinyatakan jika model tidak memiliki *error*, maka selanjutnya perlu dilakukan proses validasi. Proses validasi ini dilakukan untuk melihat apakah perilaku model sudah dapat menggambarkan perilaku pada sistem nyata. Hasil perhitungan menggunakan perangkat dilakukan tabulasi seperti pada Tabel IV.

TABEL IV
TABULASI UJI VALIDASI

Uji Validasi Mesin Kancing					
Variabel	Bulan	Data Aktual	Hasil Simulasi	<i>p-value</i>	Pernyataan
Downtime (jam)	Bulan ke-1	0,967	0,4061	0,090	Ho diterima
	Bulan ke-2	0,867	0,8130		
	Bulan ke-3	1,033	1,2190		
	Bulan ke-4	0,917	1,62600		
	Bulan ke-5	1,150	2,3266		
	Bulan ke-6	1,133	2,43927		
	Bulan ke-7	1,033	2,84593		
Frekuensi perawatan (kali)	Bulan ke-1	11	12	0,689	Ho diterima
	Bulan ke-2	10	11		
	Bulan ke-3	11	11		
	Bulan ke-4	10	10		
	Bulan ke-5	12	11		
	Bulan ke-6	12	11		
	Bulan ke-7	12	11		
Uji Validasi Mesin Kancing					
Downtime (jam)	Bulan ke-1	0,45	0,157	0,089	Ho diterima
	Bulan ke-2	0,3	0,314		
	Bulan ke-3	0,225	0,472		
	Bulan ke-4	0,4833	0,63		
	Bulan ke-5	0,3	0,788		
	Bulan ke-6	0,3	0,945		
	Bulan ke-7	0,259	1,102		
Frekuensi perawatan (kali)	Bulan ke-1	6	5	0,654	Ho diterima
	Bulan ke-2	4	4		
	Bulan ke-3	3	5		
	Bulan ke-4	7	4		
	Bulan ke-5	4	3		
	Bulan ke-6	4	5		
	Bulan ke-7	4	4		

Dapat dilihat pada tabel diatas jika nilai *p-value* $\geq \alpha$ sehingga Ho diterima, dan dapat disimpulkan jika tidak ada perbedaan yang signifikan antara keuaran model simulasi

dengan sistem nyata. Karena tidak ada perbedaan yang signifikan antara model dan sistem aktual, maka model simulasi dapat dikatakan valid dan mampu merepresentasikan sistem nyata.

6. Skenario Kebijakan

Setelah suatu model dinyatakan lolos verifikasi dan valid maka selanjutnya adalah melakukan penyusunan skenario kebijakan. Akan dipaparkan mengenai skenario kebijakan yang mungkin dapat diterapkan dikonveksi.

a. Skenario pada mesin kancing

1. Skenario 1

Skenario pertama yaitu dengan menerapkan interval waktu penggantian komponen jarum pada mesin kancing setiap 15 jam. Dengan melakukan penggantian jarum pada mesin kancing setiap 15 jam, *downtime* pada mesin ini akan dapat dikurangi. Terlihat juga adanya penurunan biaya yang harus dikeluarkan pemilik konveksi. *Downtime* dapat dikurangi selama 0,03189 jam atau 2 menit. *Downtime* pada sistem awal 2,66 jam menjadi 2,62 jam, hal ini dapat terlihat dari tabel *downtime* pada running time ke 1.127 yang menyatakan kondisi pada bulan ke-7.

2. Skenario 2

Skenario kedua yaitu dengan menerapkan interval waktu penggantian komponen jarum pada mesin kancing setiap 15,3 jam. Dengan melakukan penggantian jarum pada mesin kancing setiap 15,3 jam, dalam 7 bulan *downtime* pada mesin terlihat mengalami penurunan dari 2,66 jam menjadi 2,53 jam. *Downtime* pada *output* simulasi berkurang 0,13 jam, namun dari segi biaya penggantian sparepart berkurang cukup signifikan. Biaya *sparepart* yang harus ditanggung oleh konveksi setelah menerapkan kebijakan ini adalah sebesar 85.200 rupiah, sedangkan tanpa menerapkan kebijakan ini biaya *sparepart* yang harus dipersiapkan adalah 91.200 rupiah. Konveksi bisa menghemat biaya sebesar 6.000 rupiah jika menerapkan kebijakan ini.

b. Skenario pada mesin jahit

1. Skenario 1

Skenario pertama yaitu dengan menerapkan interval waktu penggantian komponen jarum pada mesin jahit setiap 35,9 jam, atau menambah 17 menit dari sistem model awal. Dengan melakukan penggantian jarum pada mesin kancing setiap 35,9 jam atau 2.154 menit sekali. *Downtime* pada mesin ini akan dapat dikurangi, dari *downtime* sistem awal sebesar 1,1027 jam menjadi 1,09475 jam. Dengan memperlama interval waktu penggantian jarum selama 17 menit menjadi 35,9 jam akan dihemat sekitar 6,67% biaya penggantian jarum pada mesin ini, dan menunjukkan yang berada diatas keandalan sistem awal. Biaya untuk melakukan penggantian jarum selama 7 bulan pada sistem awal adalah 45.000 Rupiah, sedangkan saat menerapkan kebijakan pertama ini akan menjadi 42.000 Rupiah

2. Skenario 2

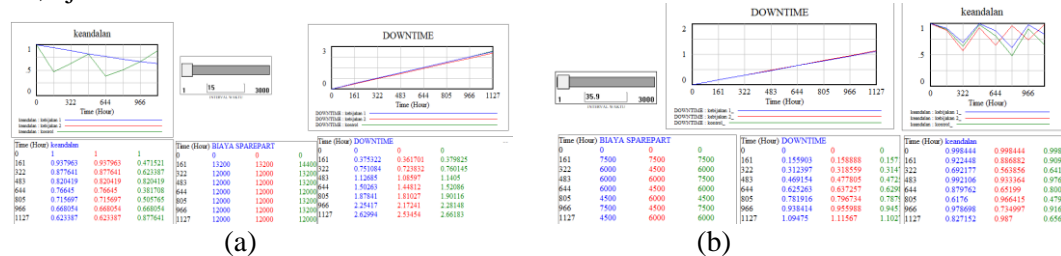
Skenario kedua yaitu dengan menerapkan interval waktu penggantian komponen jarum pada mesin jahit setiap 35,2 jam. Dengan melakukan penggantian jarum lebih cepat 24 menit yaitu setiap 35,2 jam, *downtime* pada mesin ini terlihat meningkat, dari *downtime* sistem awal sebesar 1,10274 jam menjadi 1,11567 jam. Dengan mempercepat interval waktu penggantian jarum menjadi 35,2 jam akan dihemat sekitar 13,33% biaya penggantian jarum pada mesin jahit ini. Biaya pada sistem awal adalah sebesar 45.000 Rupiah, sedangkan saat diterapkan skenario kebijakan kedua biaya perawatan selama tujuh bulan adalah 39.000 Rupiah.

7. Pemilihan Kebijakan Terbaik

Pemilihan kebijakan terbaik dilakukan dengan membandingkan *output running* antara sistem awal, skenario kebijakan 1, dan skenario kebijakan kedua dari setiap mesin. Skenario yang memiliki nilai *downtime* yang rendah dengan biaya seoptimal mungkin yang akan dipilih menjadi skenario kebijakan terbaik.

a. Pemilihan kebijakan mesin kancing

Setelah melakukan running untuk kedua skenario dan sistem awal, dapat dilihat pada *output downtime* terkecil yaitu pada kebijakan 2. Biaya jarum kebijakan pertama sama dengan kebijakan kedua yaitu sebesar 85.200 rupiah untuk tujuh bulan, dan biaya sistem awal sebesar 91.200 Rupiah jika menerapkan sistem aktual. Sehingga kebijakan terbaik yaitu pada kebijakan kedua dengan interval waktu penggantian jarum mesin kancing setiap 15,3 jam.



Gambar 4. Hasil simulasi pemilihan kebijakan mesin kancing (a) dan mesin jahit (b)

b. Pemilihan kebijakan mesin jahit

Setelah melakukan running, dapat dilihat pada hasil *output downtime* terkecil yaitu pada kebijakan 1 dengan *downtime* terkecil dibandingkan model awal dan skenario kebijakan 2. Biaya untuk penggantian jarum dengan kebijakan 1 adalah sebesar 42.000, sedangkan untuk kebijakan dua sebesar 39.000. Lebih jelas dari hasil output ditabulasikan pada Tabel V.

TABEL V
TABEL PEMILIHAN KEBIJAKAN MESIN

Pemilihan Skenario Terbaik Mesin Kancing					
Variabel	Bulan	Sistem awal	Kebijakan 1	Kebijakan 2	Skenario terbaik
Downtime (jam)	Bulan ke-1	0,4061	0,37522	0,361	Dari tabel disamping dapat terlihat jika <i>downtime</i> tertinggi adalah saat menerapkan sistem awal yaitu sebesar 2,84593 jam selanjutnya disusun dengan kebijakan pertama yang memiliki <i>downtime</i> 2,622 jam dan dengan <i>downtime</i> terendah yaitu pada kebijakan kedua sebesar 2,534 jam. Jika dilihat dari total biaya sparepart pada kebijakan satu dan kebijakan dua bernilai sama yaitu 85.200 Rupiah, lebih rendah daripada sistem awal yaitu sebesar 91.200 Rupiah. Sehingga kebijakan terbaik adalah kebijakan kedua dengan melakukan penggantian tiap 15,3 jam.
	Bulan ke-2	0,8130	0,751084	0,7238	
	Bulan ke-3	1,2190	1,12685	1,08597	
	Bulan ke-4	1,62600	1,50263	1,44812	
	Bulan ke-5	2,3266	1,87841	1,81027	
	Bulan ke-6	2,43927	2,25417	2,17241	
	Bulan ke-7	2,84593	2,62994	2,53454	
Biaya Sparepart (Rupiah)	Bulan ke-1	14.400	13.200	13.200	
	Bulan ke-2	13.200	12.000	12.000	
	Bulan ke-3	13.200	12.000	12.000	
	Bulan ke-4	12.000	12.000	12.000	
	Bulan ke-5	13.200	12.000	12.000	
	Bulan ke-6	13.200	12.000	12.000	
	Bulan ke-7	12.000	12.000	12.000	
Total biaya		Rp 91.200	Rp. 85.200	Rp. 85.200	
Pemilihan Skenario Terbaik Mesin Jahit					
Variabel	Bulan	Sistem awal	Kebijakan 1	Kebijakan 2	Skenario terbaik
Downtime (jam)	Bulan ke-1	0,157	0,155	0,158	Dari tabel disamping didapatkan informasi jika <i>downtime</i> terkecil adalah pada kebijakan 1 dengan <i>downtime</i> untuk 7 bulan sebesar 1,094 jam, kemudian selanjutnya <i>downtime</i> untuk sistem awal sebesar 1,102 jam terbesar adalah kebijakan 2 selama 1,115. Pada biaya <i>sparepart</i> yang menunjukkan nilai termurah adalah 39.000 Rupiah yaitu pada kebijakan kedua, kemudian biaya penggantian untuk kebijakan pertama adalah 42.000. Sehingga kebijakan terbaik yang dipilih adalah dengan melakukan kebijakan kedua yaitu melakukan penggantian jarum setiap 35,2 jam dengan biaya penggantian jarum 39.000 Rupiah.
	Bulan ke-2	0,314	0,3123	0,318	
	Bulan ke-3	0,472	0,46915	0,477	
	Bulan ke-4	0,63	0,635	0,6372	
	Bulan ke-5	0,788	0,7819	0,796	
	Bulan ke-6	0,945	0,9384	0,9559	
	Bulan ke-7	1,102	1,094	1,115	
Biaya Sparepart (Rupiah)	Bulan ke-1	7.500	7.500	7.500	
	Bulan ke-2	6.000	6.000	4.500	
	Bulan ke-3	7.500	6.000	6.000	
	Bulan ke-4	6.000	6.000	4.500	
	Bulan ke-5	4.500	4.500	6.000	
	Bulan ke-6	7.500	6.000	4.500	
	Bulan ke-7	6.000	4.500	6.000	
Total biaya		Rp 45.000	Rp. 42.000	Rp. 39.000	

V. KESIMPULAN

Setelah melakukan simulasi dengan sistem dinamis dalam kurun waktu tujuh bulan didapatkan jika diterapkan kebijakan terbaik pada mesin kancing dan mesin jahit akan memberikan dampak positif bagi konveksi. Kebijakan yang dimaksud adalah pada mesin kancing dilakukan penggantian

jarum setiap 15,3 jam sekali, dalam 7 bulan *downtime* pada mesin terlihat mengalami penurunan dari 2,66 jam menjadi 2,53 jam dengan total biaya perawatan 85.200 Rupiah. Pada mesin jahit diusulkan untuk menerapkan kebijakan kedua, yaitu dengan mengganti jarum dengan interval penggantian setiap 35,2 Jam sekali. Dengan mempercepat interval waktu penggantian jarum menjadi 35,2 jam akan dihemat sekitar 13,33% biaya penggantian jarum pada mesin jahit dari 45.000 Rupiah menjadi 39.000 Rupiah.

Saran yang diberikan penulis untuk penelitian selanjutnya sebagai pengembangan dari penelitian ini adalah penambahan variabel pada penelitian perlu diperluas lagi sehingga penelitian akan melihat faktor-faktor lain yang mempengaruhi proses penggantian jarum pada mesin kancing dan mesin jahit.

PUSTAKA

- Adipraja, Philip Faster Eka; & Sulisty, Danang Arbian. 2018. Pemodelan Sistem Dinamik untuk Prediksi Intensitas Hujan Harian di Kota Malang. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Asia*, Vol 12. 137-146
- Alhamri, RZ., & Dianata AF., 2017. Model Simulasi Sistem Dinamik Estimasi Potensi Energy Panas Bumi Metode Volumetric Studi Kasus Gunung X. *Jurnal informatika & Multimedia*. Vol 9.(1-9)
- Arif, Muhammad. 2017. Pemodelan sistem. Deepublish
- Arifin, Muhammad Zainal. Edi Haryono, & Nurvita Arumsari. 2018. Perencanaan Pemeliharaan dan Optimasi Biaya Perawatan pada Sistem Utility dengan Metode Preventive Maintenance. *Proceeding 1st Conference on Marine Engineering and its Application*. Halaman 55-60.
- Arsyad, Muhammad & Zubair, Ahmad S. 2018. Manajmen Perawatan. Deepulish
- Balaniuk, Ivan., Kozak I., Shelenko D., Balaniuk S., & Balaniuk, I.K., 2019. Forecasting Of Gross Agricultural Output Of Agrarian Enterprises Of Ukraine : Case Study With Stella Software. *Икономически изследвания (Economic Studies) Issue No 5*. 148-163.
- Bandyopadhyay, susmita. 2019. *Production and Operations Analysis: Traditional, Lastest, and Smart Views*. CRC Press
- Bastian, Aldi., Fransiskus Tatas D.A., & Aji Pamoso., 2019. Usulan Kebijakan Perawatan Berdasarkan Risiko dan Evaluasi Keandalan untuk Penjadwalan Perawatan pada Mesin Escher Wyss di PT. Kertas Padalarang. *E-proceeding of Engineering vol 7. No. 2. Agustus 2019*. 7453-7465.
- Guizzi, Guido., Domenico Falcone., & Fabio De Felice. 2019. An Integrated and Parametric Simulation Model to Improve Production and Maintenance Processes: Toward a Digital Factory Performance. *Elsevier Computer & Industrial Engineering vol 137*.
- Hilman, maman. 2018. Model Simulasi Strategi Pengembangan Industri Menengah (IKM) Anyaman Bambu di Kabupaten Ciamis. *Jurnal Media Teknologi Vol 4*. 129-146
- Islamy, Muhammad Rayhan., Endang B., & Aji Pamoso., 2019. Usulan Kebijakan Perawatan Mesin Bartek pada Proses Produksi Esgotado dengan Menggunakan Metode Risk Based Maintenance (RBM)., *e-proceeding of engineering. Vol 6. 2 Agustus 2019*. Halaman 7466-7473.
- Krisdayanti, N. M. L., Satriawan, I. K, dan Yoga, I. W. G. S. (2017). Sistem Dinamik Ketersediaan Kedelai dalam rangka swasembada pangan di Provinsi Bali. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, vol. 5. 45-56.
- Kurniawan, Fajar. 2018. Implementasi Model Simulasi System Dinamis Terhadap Analisa Kemacetan Lalu Lintas di Kawasan Pintu Masuk Pelabuhan Tanjung Priok. *Jurnal Penelitian Transortasi Darat*. Vol 20. 1-8
- Maryono, Agus. 2018. Pola Pikir Sistem. UGM Press
- Prasetyo, Hoedi & Liquiddanu, Eko. 2018. Seminar dan Konferensi Nasional IDEC Investigasi Jumlah Mesin Universal Grinding Optimal di PT. XYZ dengan Metode Simulasi ARENA. *Seminar dan Konferensi Nasional IDEC 7-8 Mei 2018*. Surakarta
- Rahmania, Tiara. 2017. Perbaikan Sistem Perawatan Mesin di PT Gold Coin Indonesia-Medan Mill. Tesis Universitas Sumatra Utara.
- Romadhon, anwar & erma suryani. 2020. Pemodelan Simulasi System Dinamik untuk Meningkatkan Pendapatan Unit Rawat Inap Rumah Sakit Islam Surabaya a.yani. *Jurnal Teknologi Informasi dan ilmu komputer*. Vol 7 581-590.
- Sahal, Muhammad Fikri., Akhmad Syakhorni., Novi Marlyana. 2019. Perancangan Penjadwalan Perawatan Mesin Sewing dengan Metode Reliabiliy Centered Maintenance (RCM II) di PT Apparel One Indonesia. *Prosiding konferensi Ilmiah Mahasiswa UNISSULA (KIMU) 18 Oktober 2019*. Hal 180-188.
- Setiawan, danang. 2019. Evaluasi Sistem Manajemen K3 dengan Pendekatan Sistem Dinamik (Studi Kasus Industri Galangan Kapal)
- Solimun., Armanu., & Achmad ARF., 2018. Metodologi Penelitian Kuantitatif Perspektif Sistem: Mengungkap Novelty dan Memenuhi Validitas Penelitian. Malang : Universitas Brawijaya Press.