
**STUDI KEBIJAKAN ERGONOMI MAKRO TERHADAP OUTPUT PRODUKSI
MENGUNAKAN PENDEKATAN SISTEM DINAMIK
(STUDI KASUS: PT. SUMBER MAS INDAH PLYWOOD, GRESIK)**

Amalia Faikhotul Hima¹, Mahrus Khoirul Umami¹, M. Imron Mustajib¹

¹ Program Studi Teknik Industri, Universitas Trunojoyo

Abstrak: *PT. Sumber Mas Indah Plywood merupakan salah satu perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang pembuatan plywood. Namun, perusahaan ini juga menghasilkan produk sampingan berupa moulding, polyester, dan lumber core. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh kebijakan ergonomi makro terhadap output produksi menggunakan sistem dinamik. Dengan menggunakan perangkat lunak simulasi vensim PLE, dapat diketahui bahwa kebijakan ergonomi makro memberikan pengaruh positif terhadap output produksi, namun pengaruh ini tidak ditunjukkan secara langsung melainkan bertahap sesuai interaksi yang ditunjukkan pada model. Pada pengembangan model sistem dinamik, terdapat 5 skenario untuk mencapai tujuan perusahaan, yaitu meningkatkan output produksi. Skenario pertama adalah dengan meningkatkan pembiayaan investasi ergonomi dari 1 Milyar menjadi 3 Milyar. Skenario kedua adalah mengurangi jumlah investasi ergonomic dari 1 Milyar menjadi 500juta. Skenario ketiga adalah dengan meningkatkan prosentase investasi perusahaan. Skenario keempat adalah meningkatkan harga pokok penjualan sebesar 10%. Sedangkan skenario kelima adalah menurunkan biaya operasional. Berdasarkan alternatif skenario, ternyata pada skenario 3 menghasilkan rata-rata output produksi terbesar. Sedangkan dari sisi nilai keuntungan perusahaan, skenario 5 adalah yang terbaik. Pemilihan skenario tersebut berdasarkan analisis net present value (NPV) dengan menggunakan tingkat bunga sebesar 10%. Pada analisis NPV, diketahui bahwa pada skenario 5 menghasilkan NPV sebesar Rp 7.396.523,07 juta. Dalam kasus seperti ini, perusahaan memiliki tujuan untuk meningkatkan output produksi sehingga skenario yang berkaitan dengan keuntungan perusahaan hanya dijadikan pertimbangan. Oleh karena itu, perusahaan sebaiknya memilih skenario 3 dikarenakan pada alternatif tersebut menghasilkan rata-rata output produksi yang paling tinggi.*

Kata Kunci: ergonomi makro, sistem dinamik, output produksi

PENDAHULUAN

Perancangan sistem kerja yang baik harus memperhatikan efisiensi, efektivitas, dan produktivitas. Dengan demikian, perusahaan dapat mengoptimalkan sumber daya yang dimiliki untuk mencapai target yang diinginkan. Berdasarkan hal tersebut, disiplin ilmu ergonomi menjadi hal yang dibutuhkan oleh suatu industri. Karena ergonomi merupakan ilmu yang mempelajari tentang perilaku manusia dalam kaitannya dengan usahanya untuk meningkatkan kenyamanan di lingkungan kerjanya. Disiplin ilmu tersebut dapat mengintegrasikan desain organisasi dan faktor manajemen dalam prakteknya.

PT. Sumber Mas Indah Plywood merupakan salah satu perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang pembuatan plywood. Namun, perusahaan ini juga menghasilkan produk sampingan berupa moulding, polyester, dan lumber core. Seluruh produk yang dihasilkan perusahaan diekspor ke Jepang, Belanda, dan Amerika Serikat.

Permasalahan mengenai output produksi perusahaan merupakan hal yang sangat penting bagi perusahaan. Jika input yang dibutuhkan perusahaan mengalami perbedaan yang cukup besar dibandingkan dengan output yang dihasilkan, maka perusahaan perlu mengatur kembali sistem yang ada di dalamnya. Hal ini dilakukan agar perusahaan dapat bersaing di industri.

Perusahaan ini bersifat semi otomatis dalam menjalankan proses produksi karena masih menggunakan tenaga manusia untuk melakukan aktivitas produksi sebagai operator. Karenanya, perusahaan perlu memperhatikan aspek-aspek yang berhubungan dengan interaksi manusia-mesin, yaitu aspek-aspek ergonomi. Interaksi tersebut tidak hanya dianalisis secara mikro, dimana perancangan sebuah sistem kerja

yang berfokus pada kesesuaian kemampuan diri manusia terhadap tugas yang diberikan dan harus diselesaikan (Pulat, 1992). Namun pada kenyataannya, pengukuran ergonomi secara mikro masih terdapat kekurangan karena hanya mengoptimalkan pekerja. Untuk itu diperlukan analisis secara makro, yaitu keseluruhan perancangan sistem kerja yang berhubungan dengan interaksi manusia dengan pekerjaannya, manusia dengan mesin, dan manusia dengan aplikasi software (Hendrick & Kleiner, 2002). Dengan kata lain, ergonomi makro ini bertujuan untuk mengoptimalkan sistem kerja.

Untuk meningkatkan produksi perusahaan manufaktur, pihak yang sangat berperan adalah pihak perusahaan dan pihak karyawan. Pihak perusahaan ingin proses produksi berjalan dengan lancar, efektif dan efisien, sehingga menghasilkan produktivitas yang tinggi. Sedangkan dari pihak karyawan menginginkan pekerjaan ringan, lingkungan kerja yang nyaman, kesejahteraan terjamin, dan mendapatkan gaji yang tinggi.

Pada kondisi tertentu, sistem terkadang terlalu kompleks untuk dipelajari dan dianalisis. Seperti pada permasalahan di atas, perusahaan ingin produktivitas produksi meningkat. Namun, untuk mencapai tujuan terkadang sistem mengabaikan proses sehingga dibutuhkan pendekatan khusus untuk mengatasi permasalahan tersebut. Untuk itu diperlukan suatu metode sistem yang dapat memahami suatu masalah yang kompleks, yaitu metode sistem dinamik. Pujawan dkk (2007) menjelaskan bahwa munculnya pendekatan sistem dinamik bertujuan untuk menjawab permasalahan yang muncul terutama dalam organisasi bisnis.

Berdasarkan permasalahan di atas, maka tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah menganalisis pengaruh kebijakan ergonomi makro terhadap *output* produksi perusahaan menggunakan pendekatan simulasi sistem dinamik.

Penelitian mengenai ergonomi makro menggunakan pendekatan sistem dinamik pernah dilakukan sebelumnya oleh Rositaningrum (2007) yang mengembangkan struktur model implementasi sistem dinamik terhadap keuntungan perusahaan. Sehingga penelitian tersebut yang akan menjadi kerangka dasar pada penelitian ini. Sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh Ajimotokan (2012) akan digunakan sebagai referensi untuk pembuatan skenario yang berhubungan dengan ergonomi makro dan berkaitan dengan kesehatan dan keselamatan kerja dalam perusahaan manufaktur.

METODE

Pengambilan data dilakukan dengan tiga cara, yaitu melalui interview, dokumen perusahaan, dan pengamatan langsung. Instrumen yang digunakan pada penelitian ini adalah beberapa alat untuk pengamatan lingkungan fisik berupa *thermo-hygro meter* untuk mengukur suhu dan kelembaban, *vibration meter* untuk mengukur getaran pada mesin produksi, *sound level meter* untuk mengukur tingkat kebisingan pada ruangan proses produksi, dan *lux meter* untuk mengukur intensitas cahaya pada ruang proses produksi. Sedangkan untuk pengolahan data menggunakan Microsoft excel 2007 untuk pengolahan data sederhana dan SPSS16 untuk pengolahan data dan uji statistik. Untuk menjalankan simulasi, instrument yang digunakan berupa software simulasi sistem dinamik Vensim PLE.

Pada pengumpulan data secara interview, 30 sampel diambil dari bagian proses produksi plywood untuk mengetahui tingkat kenyamanan responden mengenai aspek-aspek ergonomi mikro dan makro. Pengambilan sampel menggunakan metode *judgement sampling*, yaitu suatu metode pengambilan sampel yang dilakukan berdasarkan karakteristik yang ditetapkan terhadap elemen populasi target yang disesuaikan dengan tujuan atau masalah penelitian (Weygant, dkk, 2006). Bedanya, jika dalam sampling stratifikasi penarikan sampel dari setiap subpopulasi dilakukan dengan acak, maka dalam sampling kuota, ukuran serta sampel pada setiap sub-subpopulasi ditentukan sendiri oleh peneliti sampai jumlah tertentu tanpa acak. Besarnya sampel penelitian yang diperlukan ditentukan dengan persamaan :

$$n = \left(\frac{Z_{\alpha/2}}{4e} \right)^2$$

Keterangan:

n = jumlah sampel yang dibutuhkan

α = Tingkat signifikansi

e = Tingkat kesalahan/batas error

Pada penelitian ini digunakan tingkat kepercayaan sebesar 95% sehingga nilai α sebesar 5%. Berdasarkan nilai α tersebut, maka didapatkan nilai $Z_{\alpha/2} = 1.96$. Sedangkan nilai untuk tingkat kesalahan atau tingkat keakuratan adalah sebesar 10%. Sehingga perhitungan untuk jumlah sampel yang harus diambil adalah:

$$n = \left(\frac{1.96}{4.0,1} \right)^2$$

$$n = 24,01 \approx 25 \text{ responden}$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa responden yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah sebanyak 25 responden. Namun, agar semua departemen dalam proses produksi dapat diwawancarai, sehingga data yang diambil sebanyak 30 sampel sehingga penilaian dapat bervariasi dan tiap departemen dapat diketahui perbedaan penilaiannya.

Data yang diambil melalui pengamatan langsung adalah data lingkungan fisik dengan menggunakan instrumen penelitian. Sedangkan data-data yang didapatkan melalui dokumen perusahaan diantaranya: data produksi, data cacat produk, data kecelakaan kerja karyawan, dan data penggunaan energi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Lingkungan Kerja Fisik

Kondisi lingkungan fisik pada proses produksi *plywood* diperoleh dengan pengamatan langsung menggunakan instrumen penelitian. Pengambilan data dilakukan dua kali, yaitu pada pagi hari pukul 08.00 dan siang hari pada pukul 13.00 untuk masing-masing departemen pada proses produksi. Rekapitulasi kondisi lingkungan kerja fisik ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1: Perbedaan Kondisi Lingkungan Kerja Fisik

Waktu		Keadaan Lingkungan Fisik				
		Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Illuminasi (lx/m ²)	Getaran (m/s ²)	Kebisingan (dB)
Pagi (08.00)	Min	30.3	60	22.1	0	62.8
	Max	34	79	400	18.1	98.3
	Rata-rata	32.934	70.08	229.124	2.224	85.06
Pagi (08.00)	Min	31.3	50	27.4	0	64.8
	Max	34.9	68	400	18.1	95.9
	Rata-rata	33.216	56.38	234.262	2.224	84.814

Berdasarkan tabel 1, dapat diketahui bahwa kondisi lingkungan fisik tersebut berada pada kondisi ekstrim. Untuk itu perlu dilakukan beberapa perbaikan. Misalnya pada variabel suhu dan kelembaban. Untuk mengantisipasi bahaya akibat suhu tinggi, maka diperlukan adanya istirahat pendek sekitar 10 menit setiap 2 jam kerja untuk sekedar minum air putih atau teh manis dengan tujuan untuk mengganti cairan tubuh yang hilang sehingga keseimbangan cairan tubuh bisa terjaga. Dapat juga dilakukan perbaikan atap hangar, atap semula dari bahan seng diganti dengan bahan cor.

Kebisingan pada tempat kerja operator mencapai lebih dari 85desibel. Nilai tersebut sudah melebihi nilai ambang batas dengar manusia. Agar operator produksi tidak mengalami gangguan pendengaran, maka pihak manajemen perlu melakukan perbaikan. Perbaikan dapat dilakukan dengan mengadakan kontrol dari supervisor terhadap karyawan agar menggunakan alat pelindung diri (APD) seperti earplug yang telah disediakan oleh perusahaan. Jika ada yang tidak menggunakan alat tersebut maka akan dikenakan *punishment* misalnya berupa pemotongan gaji. Selain itu, untuk meredam kebisingan sebaiknya menganggarkan dana untuk membeli alat peredam kebisingan.

Beban Kerja Mental

Dalam pengukuran beban kerja, yang diukur hanya beban kerja mental dikarenakan pada proses produksi perusahaan, 80% proses produksi dilakukan oleh proses permesinan. Manusia hanya bertugas untuk mengawasi agar mesin tetap berjalan dengan baik sehingga proses produksi lancar. Hanya pada departemen *selection* dan logistik saja yang membutuhkan tenaga manusia untuk proses inspeksi akhir dan pengepakan. Berdasarkan pengolahan data NASA-TLX, rekapitulasi nilai beban kerja mental yang diterima atau indeks WWL (*Weighted Workload*) ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2: Rekapitulasi Nilai WWL Shift 1 dan 2

Shift 1			Shift 2		
Responden	Bagian	WWL Score	Responden	Bagian	WWL Score
1	Chainsaw	59	16	Chainsaw	59
2	Rotary	49	17	Rotary	62
3	Pengasahan	44	18	Net Dryer	63
4	Net Dryer	54	19	Roll Dryer	50
5	Roll Dryer	51	20	Repair IIB	41
6	Repair I	59.33	21	Glue Spreader	56
7	Glue Spreader	45	22	Glue Spreader	61
8	Cold Press	64	23	Cold Press	63.67
9	Hot Press	51	24	Hot Press	54
10	Finishing A	52	25	Finishing B	77
11	Selection 1	50	26	Selection 1	63.67
12	Packaging	74	27	Packaging	68.67
13	Boiler	65.33	28	Boiler	73
14	Bengkel Listrik	66	29	Boiler	58.67
15	Tek. Umum	71	30	Tek. Umum	66

Pada tabel 2, dapat diketahui bahwa pada *shift* 1, beban kerja mental tertinggi dirasakan pada bagian packaging dengan indeks WWL sebesar 74. Sedangkan pada *shift* 2, beban kerja mental tertinggi dirasakan oleh bagian boiler dengan indeks WWL sebesar 73. Perbedaan hasil tersebut dikarenakan masing-masing individu memiliki persepsi tersendiri dalam menyikapi keenam dimensi pada metode NASA-TLX.

Kuisisioner

Untuk memberikan penilaian terhadap kondisi ergonomi makro perusahaan, akan digunakan media kuisisioner. Kuisisioner ini akan ditujukan untuk pelaksana proses produksi, baik pengawas maupun operator mesin. Meskipun yang merasakan dampak dari kondisi tersebut adalah operator mesin, tetapi pihak pengawas yang diberikan komando oleh pihak manajer juga perlu memberikan penilaian terhadap aspek-aspek ergonomi makro yang telah diidentifikasi sebelumnya. Oleh karena itu, tidak ada perbedaan antara jawaban pengawas maupun operator mesin produksi. Variabel pada kuisisioner beserta hasil kuisisioner untuk 30 sampel akan ditunjukkan pada tabel 3.

Berdasarkan pada tabel 3, dapat diketahui bahwa standar deviasi masing-masing data sudah mengikuti trend sehingga data kuisisioner dapat memenuhi syarat untuk pengolahan data. Data kuisisioner akan digunakan untuk simulasi sistem dinamik.

Pengembangan Model Simulasi

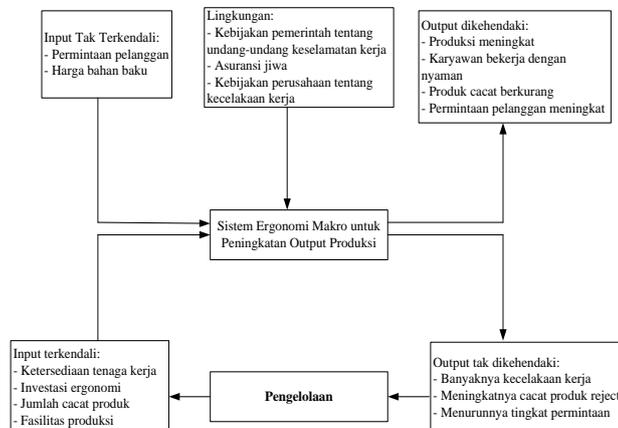
Konseptualisasi Model

Input-Output Diagram

Input-output diagram disusun untuk mendeskripsikan variabel *input* dan *output* secara skematis yang didalamnya terdapat lima unsur, yaitu: *input* terkendali, *input* tak terkendali, lingkungan, *output* dikehendaki dan *output* tak dikehendaki seperti yang ditunjukkan pada gambar 1.

Tabel 3: Hasil Kuisisioner Aspek-aspek Ergonomi

No	Variabel Penelitian	Jumlah	Rata-rata	Standar Deviasi
A Lingkungan Fisik				
A1	Temperatur	81.00	2.70	1.15
A2	Pencahayaan	84.00	2.80	0.89
A3	Kelembaban	84.00	2.80	1.10
A4	Kebisingan	82.00	2.73	1.11
A5	Getaran	84.00	2.80	1.00
B Mitigasi Bahaya				
B1	Temperatur lebih tinggi dari	82.00	2.73	1.05
B2	Temperatur lebih rendah dari	78.00	2.60	0.86
B3	Pencahayaan lebih tinggi dari	83.00	2.77	0.97
B4	Pencahayaan lebih rendah dari	86.00	2.87	0.78
B5	Getaran lebih tinggi dari	77.00	2.57	1.14
B6	Kebisingan lebih tinggi dari	74.00	2.47	0.78
B7	Kelembaban lebih rendah dari	83.00	2.77	1.01
B8	Kelembaban lebih tinggi dari	86.00	2.87	0.90
C Hubungan Perusahaan dengan Karyawan				
C1	Jam kerja	115.00	3.83	0.79
C2	Jam istirahat	111.00	3.70	0.92
C3	Kebijakan upah lembur	117.00	3.90	0.88
C4	Kebijakan upah standard	116.00	3.87	0.78
C5	Jaminan kesejahteraan karyawan	128.00	4.27	0.64
D Performance Karyawan				
D1	Penetapan standar kinerja karyawan	112.00	3.73	0.83
D2	Kinerja karyawan saat ini	106.00	3.53	0.73
D3	Kondisi fisik	112.00	3.73	0.78
D4	Kondisi psikis	114.00	3.80	0.92
D5	Partner kerja	126.00	4.20	0.81
E Manajemen K3				
E1	Pelayanan kesehatan	116.00	3.87	0.82
E2	Tenaga medis	111.00	3.70	0.60
E3	ketersediaan obat-obatan	109.00	3.63	0.76
E4	Asuransi kesehatan	126.00	4.20	0.66
F Beban kerja mental				
F1	Kebutuhan mental	68.00	2.27	1.01
F2	Kebutuhan fisik	72.00	2.40	1.28
F3	Tekanan waktu	73.00	2.43	1.41
F4	Performansi	116.00	3.87	0.78
F5	Usaha	84.00	2.80	0.85
F6	Tingkat Stress	75.00	2.50	1.17

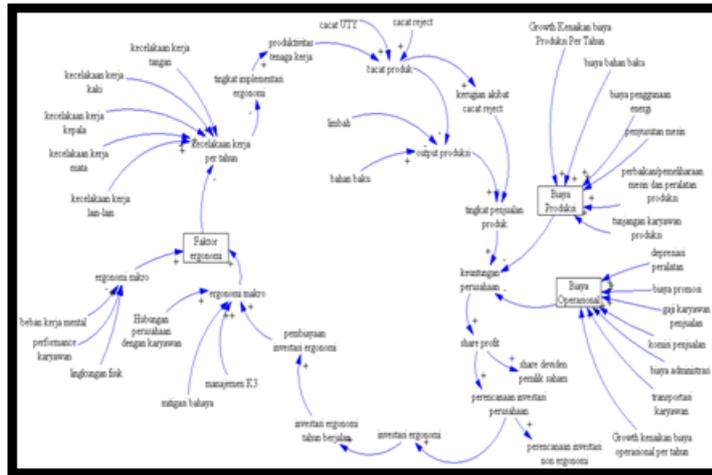


Gambar 1. Input Output Diagram Sistem Ergonomi Makro terhadap Output Produksi

Input tak terkendali merupakan variabel input yang mempengaruhi sistem, namun nilai dari variabel tersebut tidak dapat dikontrol oleh sistem. Sedangkan *input* terkendali adalah variabel yang mempengaruhi sistem dan nilainya masih dapat dikontrol oleh sistem. Variabel lingkungan merupakan faktor di sekitar sistem yang dapat mempengaruhi sistem. *Input* tak terkendali, *input* terkendali, dan lingkungan dapat mempengaruhi sistem yang nantinya menghasilkan *output* yang diinginkan dan *output* yang tidak diinginkan oleh sistem.

Causal Loop Diagram

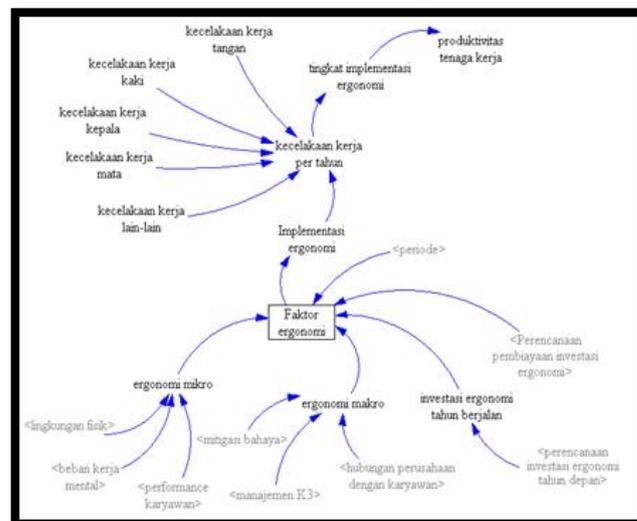
Causal loop diagram dibuat untuk menunjukkan variabel-variabel utama yang akan digambarkan pada model beserta hubungan antar variabel didalamnya seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.



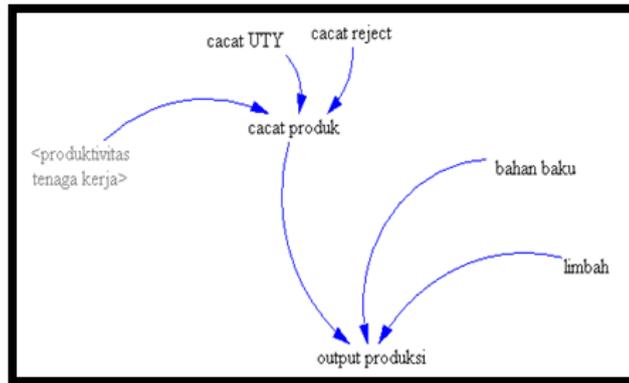
Gambar 2. Causal Loop Diagram Sistem Ergonomi Makro terhadap Output Produksi

Stock and Flow Diagram

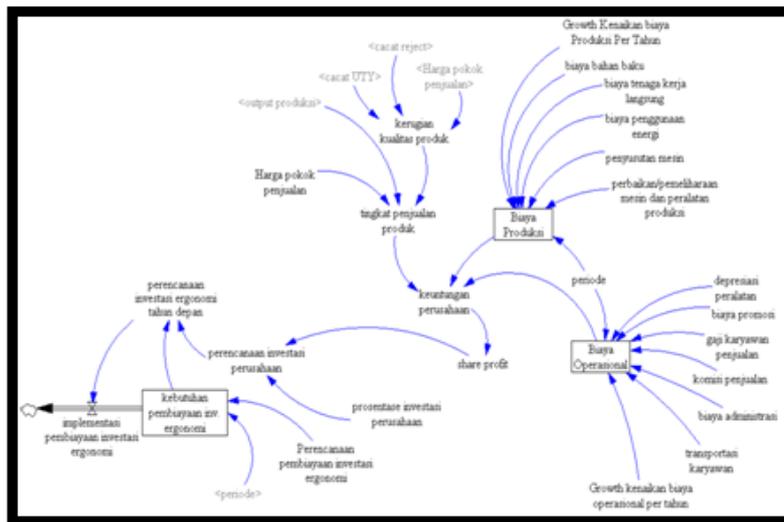
Stock and Flow diagram menggambarkan struktur aliran secara rinci sehingga dapat digunakan untuk menyusun model matematis. Untuk mempermudah dalam memahami sistem, diagram ini disusun menjadi model utama dengan beberapa sub model. Model utama dalam simulasi ini adalah model faktor ergonomi, model *output* produksi, dan model investasi ergonomi.



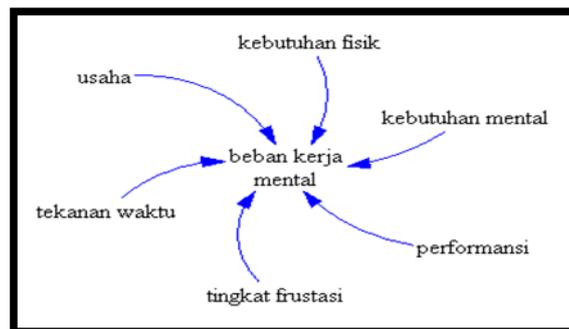
Gambar 3. Model Faktor Ergonomi



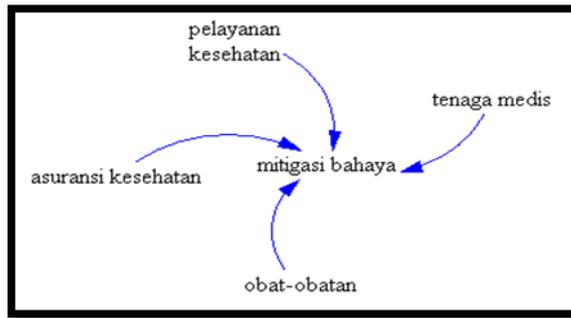
Gambar 4. Model Output Produksi



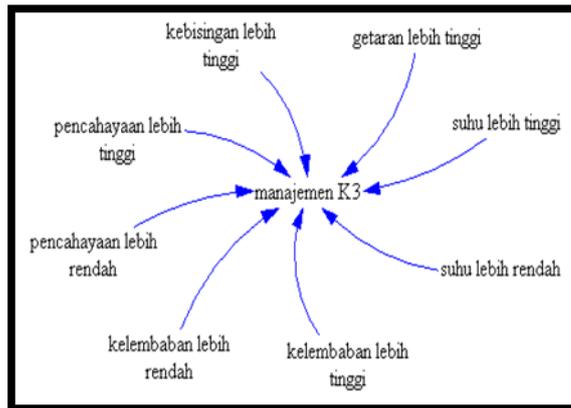
Gambar 5. Model Investasi Ergonomi



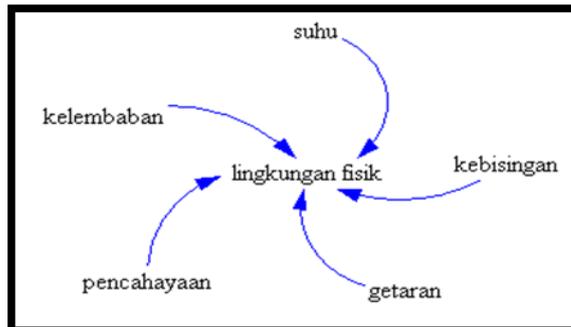
Gambar 6. Sub Model Beban Kerja Mental



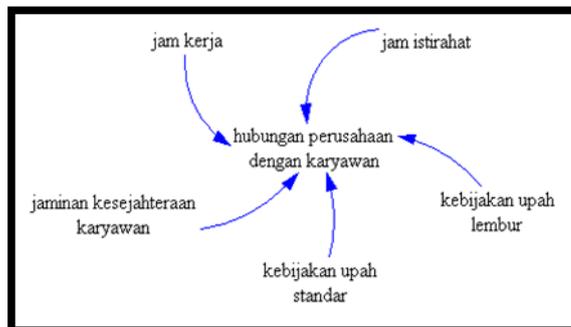
Gambar 7. Sub Model Mitigasi Bahaya



Gambar 8. Sub Model Beban Kerja Mental



Gambar 9. Sub Model Lingkungan Fisik



Gambar 10. Sub Model Hubungan Perusahaan dengan Karyawan

Verifikasi dan Validasi Model

Tahap verifikasi model dilakukan untuk memeriksa error pada model dan meyakinkan bahwa model berfungsi sesuai dengan logika pada objek sistem. Verifikasi model dilakukan dengan memeriksa formulasi (*equations*) serta memeriksa unit (satuan) variabel model. Pada pengecekan formulasi dan satuan, dapat diketahui bahwa model telah terverifikasi.

Sedangkan validasi model dilakukan untuk meyakinkan bahwa model telah secara menyeluruh memenuhi tujuan pembuatan model dan dapat merepresentasikan sistem nyata. Proses validasi dilakukan dengan metode *One Sample T-Test* pada *software* SPSS16. Tujuan pengujian ini adalah untuk membandingkan nilai rata-rata *output* produksi perusahaan hasil simulasi dengan rata-rata *output* produksi data aktual sebesar 6600 m³ apakah tidak berbeda atau berbeda secara signifikan.

Berdasarkan pengolahan data SPSS, diperoleh nilai signifikan data sebesar $0,351 > \alpha(0,05)$, maka dapat diambil kesimpulan rata-rata *output* produksi perusahaan hasil simulasi dengan nilai pembanding 6600 adalah tidak berbeda secara signifikan.

Alternatif Skenario Perbaikan

Skenario 1 : Peningkatan Pembiayaan Investasi Ergonomi

Jika perusahaan sangat berminat untuk investasi ergonomi, maka perusahaan perlu meningkatkan jumlah perencanaan pembiayaan investasi ergonomi yang semula melakukan perencanaan pembiayaan investasi ergonomi sebesar 1 Milyar, maka perusahaan perlu meningkatkannya menjadi 2 Milyar.

Skenario 2 : Penurunan Pembiayaan Investasi Ergonomi

Perusahaan diasumsikan tidak berminat untuk melakukan investasi ergonomi sehingga perusahaan menurunkan perencanaan pembiayaan investasi ergonomi yang semula 1 Milyar menjadi 500 juta. Hal ini dapat disebabkan perusahaan ingin mengalokasikan dana investasi untuk penambahan aset dan fasilitas yang tidak berhubungan dengan aspek ergonomi.

Skenario 3 : Peningkatan Prosentase Investasi Perusahaan

Berdasarkan *causal loop diagram*, *share profit* perusahaan dibagi menjadi dua, yaitu untuk kepentingan investasi dan *share* deviden kepada pemilik saham. Pada kasus ini, perusahaan sangat berminat dalam mengalokasikan dana untuk investasi. Sehingga komposisi prosentase investasi perusahaan pada kondisi existing semula mengalokasikan investasi sebesar 30% ditingkatkan menjadi 50%.

Skenario 4 : Peningkatan Harga Pokok Penjualan

Terdapat beberapa faktor penting untuk mengetahui keuntungan perusahaan, diantaranya: tingkat penjualan produk, biaya produksi, dan biaya operasional. Jika penjualan produk meningkat, maka peluang perusahaan untuk memperoleh keuntungan dapat lebih besar. Namun sebaliknya, jika biaya produksi dan biaya operasional yang lebih besar, maka peluang perusahaan untuk mendapatkan keuntungan semakin kecil. Untuk meningkatkan penjualan produk, selain dengan meningkatkan *output* produksi, juga perlu meningkatkan harga pokok penjualan. Dalam hal ini, akan digunakan skenario peningkatan harga pokok penjualan sebesar 10%. Harga pokok penjualan yang semula Rp 100.000.000 ditingkatkan menjadi Rp 110.000.000. Namun skenario ini sangat berisiko untuk mengurangi minat pelanggan. Terlebih jika kualitas produk tidak mengalami peningkatan diiringi peningkatan harga penjualan.

Skenario 5 : Biaya Produksi Dan Biaya Operasional

Biaya produksi merupakan biaya-biaya yang dikeluarkan untuk keperluan proses produksi. Sedangkan biaya operasional merupakan biaya-biaya yang dikeluarkan perusahaan selain untuk kepentingan proses produksi. Ketika prosentase investasi perusahaan dan jumlah pembiayaan investasi ergonomi dalam keadaan tetap, perusahaan ingin melakukan investasi ergonomi didukung dengan adanya penurunan growth kenaikan biaya operasional setara dengan biaya produksi perusahaan, yaitu sebesar 0,19.

Pemilihan Skenario Terbaik

Pemilihan skenario terbaik pada penelitian ini melihat dari dua sisi, yaitu *output* produksi dan keuntungan perusahaan. Pada keuntungan perusahaan, hal yang perlu diperhatikan adalah investasi dan tingkat pengembalian. Tingkat pengembalian merupakan besaran tingkat bunga yang ditetapkan dan diinginkan oleh manajemen PT. SMIP sebagai hasil pengalokasian investasi.

Tabel 4: Pemilihan Skenario Berdasarkan Output Produksi

Tahun	Output Produksi					
	Skenario 5	Skenario 4	Skenario 3	Skenario 2	Skenario 1	Current
2011	6576.08	6576.08	6576.08	6576.08	6576.08	6576.08
2012	2256.34	2256.34	2256.34	2256.34	2256.34	2256.34
2013	3676.47	4736.32	3676.47	3676.47	4736.32	3676.47
2014	4603.38	4603.38	3804.96	3804.96	4603.38	4603.38
2015	7898.48	7898.48	7898.48	7898.48	7898.48	7191.30
2016	7089.43	7089.43	7089.43	7089.43	7089.43	7089.43
2017	2516.32	2516.32	3117.51	3117.51	2516.32	2516.32
2018	6663.98	6663.98	6663.98	6663.98	5885.43	5885.43
2019	12949.40	12949.40	13722.50	13722.50	12949.40	12949.40
2020	10703.00	10703.00	11287.30	11287.30	10703.00	10703.00
2021	9281.21	8146.38	9281.21	9281.21	8146.38	8146.38
2022	10542.40	10542.40	11289.40	10542.40	10542.40	10542.40
2023	2142.04	2142.04	2917.61	2917.61	2142.04	2142.04
2024	5821.61	5821.61	5821.61	5821.61	5332.16	5332.16
2025	4258.17	4258.17	4258.17	4258.17	4258.17	4258.17
2026	8942.29	8942.29	9530.88	9530.88	8942.29	8942.29
2027	5203.30	5203.30	6045.59	6045.59	5203.30	5203.30
2028	10631.10	10631.10	11342.80	11342.80	10631.10	10631.10
2029	3374.82	3374.82	4066.17	4066.17	3374.82	3374.82
2030	5383.04	5383.04	6127.76	6127.76	5383.04	5383.04
2031	10719.00	9908.45	10719.00	10719.00	9908.45	9908.45
Rata-rata	6725.3267	6683.1586	7023.4881	6987.9167	6622.7776	6538.633

Berdasarkan tabel 4, skenario terbaik adalah skenario 3. Hal tersebut dikarenakan pada skenario 3 menghasilkan rata-rata *output* produksi tertinggi yaitu sebesar 7023,488 m³.

Pemilihan skenario berdasarkan keuntungan perusahaan menggunakan analisis NPV dengan arus kas masuk yang digunakan berupa keuntungan perusahaan. Sedangkan arus kas keluar yang digunakan adalah pembiayaan investasi ergonomi. Tingkat bunga yang digunakan adalah 10% yang didapatkan berdasarkan tingkat inflasi pada tahun 2011.

Tabel 5: Pemilihan Skenario Berdasarkan Keuntungan Perusahaan

NET PRESENT VALUE							
Faktor Bunga	Deskripsi	Skenario 5	Skenario 4	Skenario 3	Skenario 2	Skenario 1	Current
10%	Arus kas masuk	8701792.44	7840262.71	7327304.92	7301123.03	7688053.32	7552160.92
	Arus kas keluar	1305269.37	1451950.54	2311419.95	1116138.55	1093194.67	1072810.42
	NPV	7396523.07	6388312.16	5015884.97	6184984.47	6594858.65	6479350.50

Berdasarkan tabel 5, dapat diketahui bahwa skenario terbaik adalah skenario 5. Karena pada skenario 5 memberikan nilai keuntungan paling baik bagi perusahaan, yaitu sebesar Rp 7.396.523,07 juta.

KESIMPULAN

Pada pengembangan model sistem dinamik, terdapat 5 skenario untuk mencapai tujuan perusahaan, yaitu meningkatkan output produksi. Skenario pertama adalah dengan meningkatkan pembiayaan investasi ergonomi dari 1 Milyar menjadi 3 Milyar. Skenario kedua adalah mengurangi jumlah investasi ergonomic dari 1 Milyar menjadi 500juta. Skenario ketiga adalah dengan meningkatkan prosentase investasi perusahaan. Skenario keempat adalah meningkatkan harga pokok penjualan sebesar 10%. Sedangkan skenario kelima adalah menurunkan biaya operasional. Berdasarkan alternatif skenario, skenario 3 menghasilkan rata-rata *output* produksi terbesar, yaitu dengan cara meningkatkan investasi perusahaan yang tadinya 30% menjadi 50%. Sedangkan untuk nilai keuntungan perusahaan, skenario 5 adalah yang terbaik