

PENINGKATAN PRODUKTIVITAS BERDASARKAN EVALUASI LINGKUNGAN KERJA FISIK MENGUNAKAN METODE *ERGONOMIC CHECKPOINTS*

Hesti Solikah¹, Dyah Rachmawati L.², Trismi Ristyowati³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik Industri,
Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta
Jalan Babarsari 2, Tambakbayan, 55281, Sleman, Indonesia.
email: hestisholihah01@gmail.com

Abstrak

Dipobakery merupakan sebuah pabrik roti yang memproduksi produk jadi berupa roti. Salah satu produk yang paling diminati adalah roti manis. Kondisi lingkungan kerja fisik di perusahaan diantaranya suhu, kebisingan dan pencahayaan yang ada di perusahaan masih belum memenuhi standar yang ditetapkan. Kondisi tersebut mempengaruhi produktivitas kerja yang juga berpengaruh pada kualitas dan kuantitas produk. Berdasarkan data yang ada, perusahaan dapat menghasilkan produk cacat sebesar 300-500 loyang setiap bulannya. Kecacatan yang ada pada roti dapat menyebabkan penurunan kuantitas roti yang didistribusikan. Upaya perbaikan kondisi lingkungan kerja fisik dilakukan dengan menggunakan metode Ergonomic Checkpoints untuk menganalisis kondisi perusahaan berdasarkan kaidah yang telah ditetapkan dalam buku Ergonomic Checkpoints. Penelitian ini dibatasi oleh lingkup permasalahan di bidang lingkungan kerja fisik. Berdasarkan permasalahan yang ada kemudian diberikan saran perbaikan dan disimulasikan menggunakan simulasi software Powersim. Terdapat dua skenario, skenario 1 merupakan skenario sebelum melakukan perbaikan ergonomi dan skenario 2 merupakan kondisi setelah melakukan perbaikan ergonomi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa usulan perbaikan yang diberikan dapat meningkatkan produktivitas kerja yaitu sebelumnya menghasilkan output roti sebesar 9445 loyang menjadi 10.111 loyang sehingga profit perusahaan dapat lebih maksimal.

Kata kunci: *Ergonomic Checkpoints, Lingkungan kerja fisik, Simulasi.*

1. Pendahuluan

Setiap perusahaan dituntut untuk terus menjaga produktivitas di perusahaannya agar dapat bersaing dengan perusahaan lainya. Produktivitas juga berlaku pada salah satu industri pengolahan roti di Yogyakarta, yaitu Dipo Bakery. Dipo Bakery merupakan tempat produksi roti di daerah Bantul. Proses produksi yang ada pada Dipo Bakery dilakukan dengan menggunakan bantuan tenaga manual yaitu manusia. Pabrik ini memiliki 25 karyawan tetap untuk melakukan proses produksi. Kenyamanan pekerja yang tidak diperhatikan dapat menimbulkan kerugian termasuk kecelakaan. Kerugian tersebut dapat berupa pengurangan produktivitas karyawan. Produktivitas karyawan sangatlah berpengaruh pada jalanya proses produksi perusahaan. Hal tersebut akan berpengaruh pada kuantitas produk yang dihasilkan oleh perusahaan. Banyak faktor yang mempengaruhi tingkat produktivitas karyawan, diantaranya adalah faktor lingkungan kerja. Lingkungan kerja terdiri dari lingkungan kerja fisik maupun non-fisik di suatu perusahaan yang mendukung lancarnya produksi.

Pabrik ini memiliki berbagai varian, seperti roti bagelen, roti basah, roti tawar, roti manis, dan berbagai macam roti lainnya. Dipo bakery berdiri pada tahun 2013. Pabrik ini memasarkan produknya ke berbagai wilayah diantaranya

Yogyakarta, Klaten, Solo, dan Kutoarjo. Pada Dipo Bakery terdapat permasalahan-permasalahan lingkungan kerja fisik yang mempengaruhi kelancaran produksi diantaranya adalah kelelahan karyawan, ruangan yang panas dengan suhu diantara 35oC, penerangan ruangan yang kurang. Penerangan ini hanya berjumlah 4 penerangan dengan ukuran rata-rata 144 lux di dalam pabrik dimana jumlah tersebut tidak mencukupi untuk kebutuhan pabrik tersebut. Permasalahan lain yaitu kebisingan mesin penggiling adonan yang berlebih sebesar 113,68 dB, sirkulasi udara yang tidak berfungsi dan aspek lainnya.

Perusahaan dituntut untuk memproduksi secara terus menerus namun tidak diimbangi dengan kenyamanan karyawan dalam bekerja. Aspek yang dikeluhkan oleh karyawan lebih merujuk ke lingkungan fisik pabrik. Penerangan pada pabrik biasanya dimatikan oleh karyawan dikarenakan karyawan menganggap ketika penerangan tersebut hidup akan menambah suhu ruangan yang semakin panas. Terdapat 1 sirkulasi udara yang tertutup dan tidak berpengaruh baik terhadap keseluruhan sirkulasi udara pabrik yang ada dikarenakan sirkulasi tersebut berukuran kecil dan berada pada atas pabrik sehingga tidak memberikan kenyamanan yang cukup terhadap karyawan. Pencahayaan yang kurang juga cenderung mempengaruhi etos kerja karyawan untuk melakukan suatu pekerjaan. Kondisi lingkungan kerja fisik seperti itu akan menyebabkan karyawan mengalami kelelahan yang berlebih. Adanya kelelahan berlebih tersebut menyebabkan produktivitas karyawan berkurang dan berpengaruh terhadap kuantitas roti yang diproduksi. Setiap bulan rata-rata pabrik ini dapat menghasilkan 9000-an roti untuk di distribusikan. Permintaan produksi roti dari Dipo Bakery sering tidak terpenuhi diantaranya dikarenakan faktor-faktor tersebut. Produksi dari Dipo Bakery terkadang hanya memenuhi 80-85% dari permintaan total. Hal tersebut tentunya akan menjadikan kerugian terhadap pabrik tersebut.

Dari permasalahan yang ada perlu dilakukan evaluasi agar dapat melakukan perbaikan maupun strategi pencegahan sehingga perusahaan tidak mengalami kerugian secara terus menerus. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode Ergonomics Checkpoints International Labour Office (ILO) untuk mengetahui standar yang telah ditetapkan.

2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di bagian produksi Dipo Bakery yang berlokasi di Sewon, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Penelitian ini dilaksanakan dari tanggal 2 Februari hingga 25 Agustus 2020. Obyek penelitian yang diamati adalah pekerja yaitu tingkat kenyamanan pekerja berdasarkan aspek lingkungan kerja pada lini produksi.

Pengumpulan data pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data Primer

Data Primer merupakan data yang diperoleh dari pengamatan dan penelitian secara langsung di lapangan. Data yang diambil langsung di pabrik adalah data tingkat suhu, pencahayaan, kebisingan, sirkulasi udara yang ada di empat titik yang sudah ditentukan sebelumnya. Pengambilan data diambil pada empat titik yang berbeda agar diketahui apakah jauh atau dekat dengan sumber panas, kebisingan, cahaya,

maupun ventilasi udara mempengaruhi hasil. Pengambilan data dilakukan setiap 30 menit sekali sejak pukul 08.00.

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh secara tidak langsung seperti dokumen perusahaan, data masa lalu, literatur dan sebagainya. Data sekunder diperoleh dengan cara mencari literatur yang dibutuhkan untuk penelitian. Data sekunder yang dikumpulkan antara lain:

- a. Studi literatur mengenai lingkungan kerja fisik dan nilai ambang batas lingkungan kerja fisik yang diperbolehkan.
- b. Studi literatur mengenai Ergonomic Checkpoints.
- c. Data mengenai ringkasan waktu proses, waktu transportasi, jumlah produksi, penjualan, permintaan, data pekerja, dan target produksi.

3. Pengolahan Data

Pengolahan data diawali dengan pengumpulan data – data yang diperlukan dalam penyelesaian masalah. Data – data yang diperlukan dalam menyelesaikan masalah tersebut adalah data lingkungan kerja fisik diantaranya adalah data kebisingan, pencahayaan, suhu, sirkulasi udara serta data lain yaitu data ringkasan waktu proses, waktu transportasi, jumlah produksi, penjualan, permintaan, data pekerja, dan target produksi.

Tahap penelitian yang dilakukan setelah pengumpulan data adalah uji kecukupan dan uji keseragaman data lingkungan kerja fisik yang dilakukan untuk menentukan apakah data telah cukup dan seragam atau tidak. Setelah didapatkan data yang cukup dan seragam dilakukan tahapan penelitian berikutnya yaitu pemberian rekomendasi perbaikan berdasarkan Ergonomi Checkpoints. Penelitian ini menggunakan Ergonomic Checkpoints untuk mengevaluasi apakah lingkungan kerja di Dipo Bakery sudah memenuhi kaidah ergonomi yang baik atau belum. Dalam Ergonomi Checkpoints setidaknya terdapat sembilan aspek yang harus diperhatikan, aspek – aspek tersebut antara lain dapat dilihat pada tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Aspek dalam *Ergonomic Checkpoints*

<i>Aspek</i>	<i>Point</i>
<i>Penyimpanan dan penanganan material</i>	<i>17 point</i>
<i>Hand tools</i>	<i>14 point</i>
<i>Keamanan mesin</i>	<i>19 point</i>
<i>Design stasiun kerja</i>	<i>13 point</i>
<i>Pencahayaan</i>	<i>9 point</i>
<i>Premis/ pernyataan</i>	<i>12 point</i>
<i>Sumber bahaya</i>	<i>10 point</i>
<i>Fasilitas umum</i>	<i>11 point</i>
<i>Organisasi kerja</i>	<i>27 point</i>

Dari keseluruhan sembilan aspek dalam Ergonomic Checkpoints, terdapat empat yang digunakan dalam penelitian ini. Aspek-aspek tersebut adalah aspek pencahayaan, premis/pernyataan, sumber bahaya, dan fasilitas umum. Alasan pemilihan keempat aspek tersebut adalah karena penulis hanya meneliti masalah lingkungan fisik kerja di Dipo Bakery.

Hasil dari pengisian Ergonomic Checkpoints dapat dilihat pada tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Hasil pengamatan *Ergonomic Checkpoints*

Aspek	Point	Penilaian	
		Tidak	Ya
Pencahayaan	9 point	1	8
Premis/ pernyataan	12 point	4	8
Sumber bahaya	10 point	9	1
Fasilitas umum	11 point	10	1
Jumlah	42	24	18

Dari 42 butir point didapatkan bahwa 18 diantaranya perlu diadakan perbaikan. Sementara dari 18 tersebut, terdapat masalah yang paling penting yaitu lighting atau pencahayaan dan premis khususnya pada ventilasi atau sirkulasi udara di pabrik. Permasalahan tentang pencahayaan dan premis sebesar masing-masing 8 poin dari total 18 poin ketidakcocokan. Aspek pencahayaan dan premis dalam buku Ergonomic Checkpoints menurut ILO 2010, memuat pertanyaan – pertanyaan yang berkaitan dengan sumber cahaya dan pencerahan pabrik dan ventilasi, paparan panas, iklim, dan kualitas udara.

Berdasarkan checklist ergonomi checkpoints masalah utama pada lingkungan fisik pabrik adalah suhu lingkungan yang terlalu tinggi serta kurangnya ventilasi, tidak ada aliran udara yang baik sehingga memberikan paparan panas yang tinggi pada pekerja. Paparan panas tersebut berasal dari beberapa alat yang digunakan dan lingkungan kerja yang kurang baik. Perbaikan yang dapat diberikan peneliti antara lain sebagai berikut:

1. Perbaikan untuk pencahayaan

Memberikan ruang untuk memanfaatkan cahaya dari luar saat siang hari, pemberian warna yang terang pada area kerja dapat dilakukan untuk mengatasi masalah terkait pencahayaan. Pemberian warna yang terang dapat memantulkan cahaya lebih sehingga secara penggunaan listrik besar daya lampu dapat ditekan dan lebih efisien. Memberikan pencahayaan lebih pada area kerja yang membutuhkan presisi dan keakuratan yang tinggi, menghindari silau secara langsung maupun tidak langsung, terus merawat dan membersihkan sumber cahaya untuk menyediakan penerangan yang cukup untuk pekerja sehingga pekerja dapat bekerja dengan efisien dan nyaman pada setiap waktu. Diberikan penambahan 10 lampu pada bagian atas dengan mempertimbangkan kondisi perusahaan.

2. Perbaikan pada sistem ventilasi dan suhu.

Dengan meningkatkan penggunaan ventilasi alami yang berada pada area kerja memiliki fungsi untuk membawa udara segar yang berasal dari kipas. Penggunaan kipas angin juga diperlukan untuk memberikan aliran udara. Penambahan kuantitas kipas angin diperlukan untuk memberikan iklim dalam ruangan yang kondusif bagi kesehatan dan kenyamanan orang di pabrik. Sehingga ditambahkan 10 kipas yang diberikan di 10 titik dengan jarak yang stabil di dalam tempat produksi. Terdapat pilihan lain dengan penggunaan AC sebesar 4 buah di titik yang panas dan memiliki waktu kerja yang lebih banyak. Penggunaan kipas juga dapat menjadi pilihan karena

ruangan pabrik tertutup sehingga cocok untuk dipasang AC, selain itu AC juga lebih memudahkan dalam pengaturan suhu ruangan.

3. Pemberian minuman kepada pekerja untuk untuk kebutuhan pekerja diberikan stok minuman air putih agar pekerja tidak kekurangan air dan terhidrasi dengan baik.

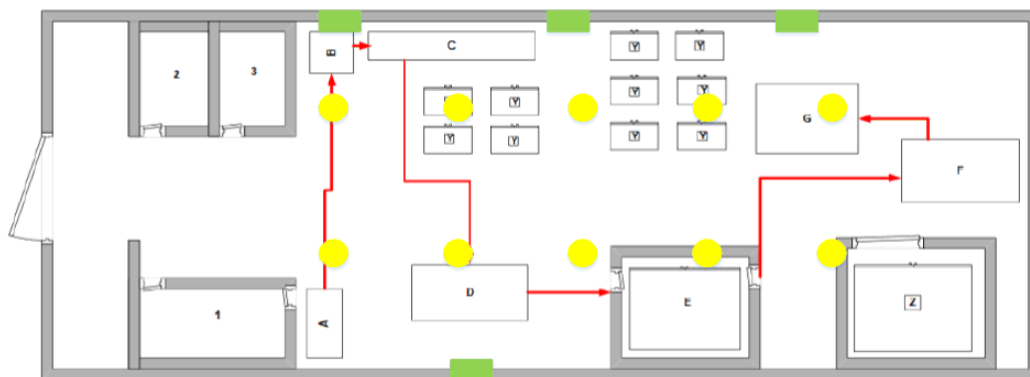
4. Pelatihan kepada pekerja sangat penting dilakukan untuk menambah kesadaran akan bahaya dari paparan panas secara terus menerus dan pentingnya membiasakan diri minum air putih selama bekerja.

5. Pemberian 1 peredam suara berupa earplug, peredam ini hanya digunakan pada saat-saat tertentu dan hanya diberikan untuk operator yang menjalankan mesin karena sumber bunyi hanya menghasilkan suara berlebih di pagi hari saat mesin berbunyi.

6. Melakukan monitoring dan membenahi sistem pembagian kerja kepada pekerja.

Penempatan dari investasi berupa 10 lampu dan 4 AC diberikan berdasarkan area dengan intensitas kerja terbanyak. Lingkaran berwarna kuning merupakan lampu dan persegi panjang berwarna hijau adalah AC.

Berikut merupakan layout untuk penambahan investasi untuk diplo bakery ditunjukkan pada Gambar 1 di bawah ini.



Keterangan : ● : Lampu ■ : AC

Gambar 1. Layout Penambahan Investasi

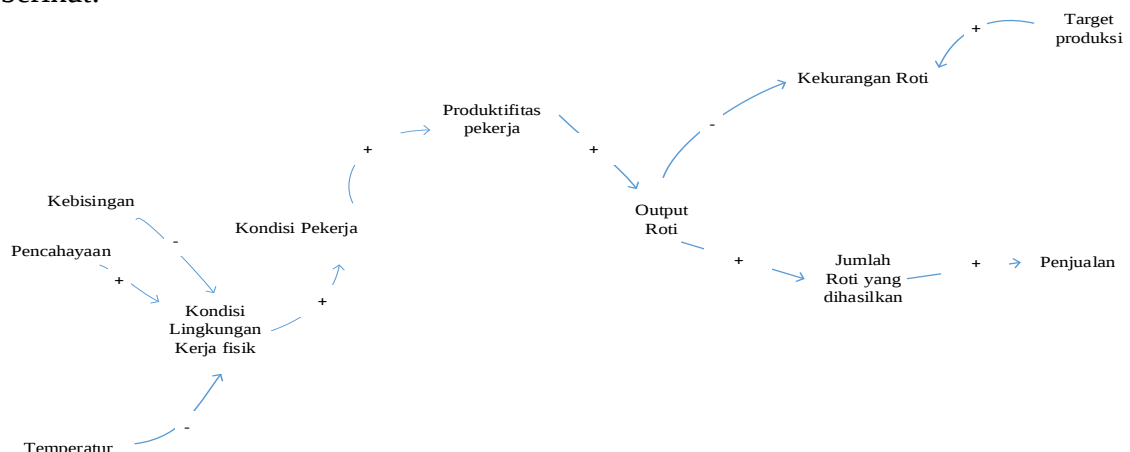
Dengan memberikan beberapa investasi dilakukan simulasi sederhana mengenai waktu proses dengan kondisi yang sama dan lingkungan kerja fisik yang berbeda. Keadaan setelah investasi memberikan konsentrasi dan kenyamanan lebih kepada pekerja, sehingga berpengaruh pada waktu produksi. Simulasi ini dilakukan dengan kondisi pekerja yang nyaman dan dilakukan perhitungan waktu proses untuk masing-masing sub-proses produksi. Berikut merupakan hasil perbandingan waktu siklus sebelum dan sesudah diberikan investasi ergonomi dengan ditunjukkan pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Perbandingan waktu siklus

Proses Produksi	Waktu siklus awal (menit)	Waktu siklus akhir (menit)
Pencampuran	9,948	8,448
Penggulungan	3,086	2,054
Pemotongan	1,741	1,048
Molding	30,043	26,641
Peragian	251,433	251,433
Pengovenan	16,554	16,554
Pendinginan	122,9	122,9
Packing	61,67	50,71

Berdasarkan data tersebut waktu diatas adalah waktu pembuatan masing-masing sub proses dari bahan menjadi roti. Umumnya, setiap harinya perusahaan melakukan 20 kali proses pencampuran, penggulungan, pemotongan, dan molding. Proses peragian, pengovenan, dan pendinginan tidak berpengaruh oleh lingkungan kerja fisik karena adonan hanya dibiarkan. Proses produksi terus menerus berlanjut dan diawali dengan adonan yang telah dilakukan peragian di hari sebelumnya. Dari simulasi sederhana didapatkan pengurangan waktu per masing-masing sub proses, sehingga dalam sehari waktu yang dapat dihemat dapat digunakan untuk penambahan jumlah produk sebesar 18 – 31 loyang. Sehingga, dalam sebulan didapatkan penambahan produk sebesar 420-740 loyang.

Simulasi dilakukan dengan menggunakan software Powersim 2.5, simulasi model dinamik pengaruh lingkungan kerja fisik merupakan suatu model yang dirancang dengan menggunakan pendekatan sistem dinamik. Model dibuat berdasarkan identifikasi permasalahan yang ada dan ditampilkan ke dalam diagram sebab akibat (Causal loop). Causal loop diagram merupakan diagram yang disusun berdasarkan sistem yang telah ada. Causal loop diagram dibuat berdasarkan kondisi lingkungan kerja fisik pabrik dengan asumsi-asumsi pada Gambar 2 sebagai berikut:



Gambar 2. Causal loop diagram

Model di atas merupakan kondisi diplo bakery yang memiliki beberapa Causal loop yang terdiri dari loop positif dan loop negatif. Loop positif menunjukkan bahwa hubungan variabel tersebut berbanding lurus sehingga apabila terjadi penambahan nilai pada variabel tersebut akan menyebabkan terjadinya penambahan nilai pada variabel yang dipengaruhi. Sebaliknya, loop negatif

menunjukkan hubungan yang berbanding terbalik sehingga apabila terjadi penambahan nilai pada variabel tersebut akan menyebabkan pengurangan nilai pada variabel yang dipengaruhi. Analisa dari Causal loop menunjukkan bahwa terdapat 6 loop positif dan 4 loop negatif. Causal loop yang terbentuk pada model ini antara lain:

1. Temperatur → Kondisi lingkungan kerja fisik (+/-) : Loop negatif
2. Pencahayaan → Kondisi lingkungan kerja fisik (+/) : Loop positif
3. Kebisingan → Kondisi lingkungan kerja fisik (+/-) : Loop negatif
4. Kondisi lingkungan kerja fisik → Kondisi Pekerja (+/) : Loop positif
5. Kondisi Pekerja → Produktivitas Pekerja (+/) : Loop positif
6. Produktivitas Pekerja → Output Roti (+/) : Loop positif
7. Output roti → Kekurangan Roti (+/-) : Loop negatif
8. Output roti → Jumlah roti yang dihasilkan (+/) : Loop positif
9. Jumlah roti yang dihasilkan → Penjualan (+/) : Loop positif
10. Target produksi → Kekurangan Roti (+/-) : Loop negatif

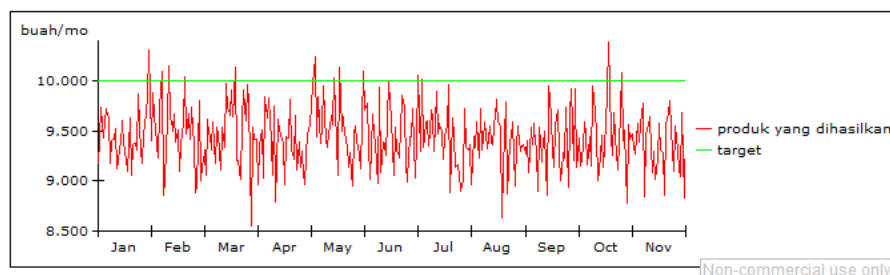
Validasi model Dipobakery dilakukan dengan membandingkan keluaran model (hasil simulasi) dengan data aktual yang diperoleh dari sistem nyata (quantitative behavior pattern comparison). Validasi model dilakukan terhadap data aktual yang tersedia meliputi data lingkungan kerja fisik, jumlah produksi, penjualan, permintaan, dan target produksi.

Berdasarkan hasil simulasi, jumlah produksi pada Bulan Januari adalah 9390 loyang. Sedangkan data aktual jumlah produksi Bulan Januari adalah 9400 loyang. Perhitungan uji MAPE (Mean Absolute Percentage Error) yang dilakukan terhadap data jumlah produksi Tahun 2019 pada bulan Januari- November diperoleh nilai sebesar -0,27 %. Nilai tersebut berarti bahwa terdapat penyimpangan sebesar -0,27 % antara model simulasi dengan data aktual. Berdasarkan kriteria ketepatan model nilai MAPE tersebut adalah lebih kecil dari 5 % sehingga dapat disimpulkan model dapat diterima.

Pada pemodelan dinamika sistem evaluasi ergonomika lingkungan kerja fisik, rancangan model simulasi dilakukan dengan mengacu pada tujuan dan skenario pada setiap model. Pada tahap ini dibuat 2 skenario. Skenario pertama perusahaan belum melakukan perubahan ergonomi, sedangkan skenario kedua perusahaan berencana melakukan perubahan ergonomi, diantaranya adalah:

1. Skenario dengan kondisi awal tanpa perubahan

Model yang dirancang akan menggambarkan jumlah produksi sesuai data aktual dimana kondisi lingkungan kerja fisik yang masih belum mencukupi. Berikut merupakan grafik produk yang dihasilkan pada skenario 1 pada Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Grafik produk yang dihasilkan pada Skenario 1

Berikut merupakan grafik produk yang dihasilkan pada skenario 1 pada Gambar 4 di bawah ini.

Time	tersediaan (buah)	ng dihasilkan (	skor total	skor suhu	skor kebisingan	or pencahaya
01 Feb	0,00	9.389,95	1,00	0,00	1,00	0,00
01 Mar	0,00	9.285,16	1,00	0,00	1,00	0,00
01 Apr	0,00	8.953,09	1,00	0,00	1,00	0,00
01 May	0,00	9.753,69	1,00	0,00	1,00	0,00
01 Jun	0,00	9.709,23	1,00	0,00	1,00	0,00
01 Jul	0,00	10.059,35	1,00	0,00	1,00	0,00
01 Aug	0,00	8.944,73	1,00	0,00	1,00	0,00
01 Sep	0,00	9.276,54	1,00	0,00	1,00	0,00
01 Oct	0,00	9.428,98	1,00	0,00	1,00	0,00
01 Nov	0,00	9.462,51	1,00	0,00	1,00	0,00
01 Dec	0,00	9.627,68	1,00	0,00	1,00	0,00

(Non-commercial use only)

Gambar 4. Tabel hasil simulasi skenario 1

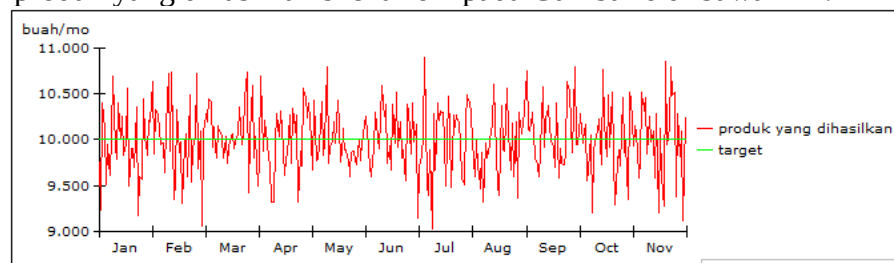
Pada skenario ini lingkungan kerja fisik yang ada masih dibawah batas wajar. Berikut merupakan data lingkungan kerja fisik sebelum diadakan perbaikan fasilitas pada Gambar 5 di bawah ini.

suhu 2 (celcius/da)	kebisingan (db/da)	pencahayaan (lux/da)
33,30	69,52	135,53
34,14	72,04	137,01
32,81	68,65	146,50
33,11	68,72	156,82
33,59	70,33	149,94
32,58	68,41	139,74
34,64	73,24	143,73
33,25	71,95	145,23
32,57	71,87	135,45
33,76	77,70	150,95
32,88	67,83	134,96
33,49	69,19	144,83

Gambar 5. Data lingkungan kerja fisik skenario 1

2. Skenario peningkatan produktivitas

Skenario kedua perusahaan melakukan perubahan yang digunakan untuk perbaikan lingkungan kerja fisik berupa pemasangan pemasangan 10 lampu, penggunaan earplug, serta penambahan 4 AC atau 10 kipas. Berikut merupakan grafik produk yang dihasilkan skenario 2 pada Gambar 6 di bawah ini.



Gambar 6. Grafik produk yang dihasilkan pada Skenario 2

Berikut merupakan tabel hasil simulasi skenario 2 pada Gambar 7 di bawah ini.

Time	tersediaan (bual	ng dihasilkan (	skor total	skor suhu	skor kebisingan	skor pencahayaan
01 Feb	0,00	10.641,10	3,00	1,00	1,00	1,00
01 Mar	0,00	10.272,20	3,00	1,00	1,00	1,00
01 Apr	0,00	9.786,35	3,00	1,00	1,00	1,00
01 May	0,00	9.653,70	3,00	1,00	1,00	1,00
01 Jun	0,00	10.233,65	3,00	1,00	1,00	1,00
01 Jul	0,00	9.697,56	3,00	1,00	1,00	1,00
01 Aug	0,00	9.981,40	3,00	1,00	1,00	1,00
01 Sep	0,00	10.759,03	3,00	1,00	1,00	1,00
01 Oct	0,00	10.240,26	3,00	1,00	1,00	1,00
01 Nov	0,00	9.921,55	3,00	1,00	1,00	1,00
01 Dec	0,00	10.020,98	3,00	1,00	1,00	1,00

Gambar 7. Hasil simulasi skenario 2

Dilakukan beberapa perbaikan dalam pabrik sehingga diberikan skenario 2 yang mampu memperbaiki lingkungan kerja fisik. Berikut merupakan data lingkungan kerja fisik pada skenario 2. Berikut merupakan data lingkungan kerja fisik skenario 2 pada Gambar 8 di bawah ini.

suhu 2 (celcius/da)	kebisingan (db/da)	pencahayaan (lux/da)
27,48	68,03	289,42
28,38	66,79	298,10
27,85	69,27	309,60
27,40	68,53	302,56
27,21	64,90	296,44
26,77	68,73	313,87
28,13	72,60	296,96
26,97	70,61	309,28
27,68	70,99	290,88
27,46	70,06	296,51
27,41	71,24	294,18
26,80	71,53	306,56

Gambar 8. Data lingkungan kerja fisik skenario 2

4. Analisa Hasil

Berdasarkan permasalahan yang ada dilakukan analisis penyebab dengan menggunakan Ergonomic Checkpoints. Karena penelitian ini dibatasi faktor lingkungan fisik maka dari 9 aspek hanya dipilih 4 aspek yang berkaitan diantaranya adalah pencahayaan, premis, sumber bahaya, dan fasilitas umum. Diantara 4 poin yang dilakukan Checklist Ergonomic Checkpoints didapatkan 2 aspek yang buruk diantaranya adalah pencahayaan dan premis. Sehingga dilakukan perbaikan untuk kedua aspek tersebut. Penambahan beberapa fasilitas diantaranya berupa 10 kipas atau 4 AC untuk menurunkan suhu di area produksi, 10 lampu untuk menambah pencahayaan, dan 1 earplug dilakukan untuk memperbaiki lingkungan kerja fisik. Pemilihan 1 earplug dikarenakan mesin yang menghasilkan kebisingan hanya bekerja pada saat jam tertentu dan tidak terlalu mengganggu pekerja lain kecuali operator mesin.

Pada skenario 1 didapatkan output hasil roti paling sedikit dihasilkan pada bulan Juli yaitu 8945 barang (loyang). Berbeda dengan skenario 2 setelah perusahaan berencana melakukan perbaikan ergonomi, hasil simulasi output produksi roti paling sedikit terjadi pada Agustus yaitu 10760 loyang. Pada skenario 1 dan skenario 2 juga dilakukan simulasi pada kondisi lingkungan kerja fisik, meliputi pencahayaan, kebisingan, dan suhu. Dari data hasil simulasi pada skenario 1 didapat rata-rata pencahayaan sebesar 143,26 lux, sedangkan pada skenario 2 sebesar 299,8 lux. Rata-rata kebisingan pada skenario 1 sebesar 70,93 dB, sedangkan pada skenario 2 juga 69,25 dB. Kemudian, berdasarkan data hasil

simulasi pada skenario 1 didapat rata-rata suhu sebesar 33 °C, sedangkan pada skenario 2 sebesar 27 °C.

Penambahan fasilitas yang dilakukan mengubah data lingkungan kerja fisik yang ada. Dengan adanya perubahan tersebut perusahaan mendapatkan output yang lebih besar dari skenario 1 yang tidak dilakukan perubahan. Penambahan tersebut dapat terjadi karena dapat mengatasi permasalahan pabrik dengan memangkas waktu karyawan dalam melakukan aktivitas yang kurang produktif dikarenakan kelelahan karena lingkungan kerja fisik yang buruk.

Berdasarkan grafik hasil skenario 1 dan 2 dapat disimpulkan bahwa pada skenario 1 hasil produksi masih belum dapat mencapai target. Hasil simulasi pada skenario 2 menunjukkan bahwa output roti yang dihasilkan mengalami peningkatan dan memiliki rata-rata yang telah melebihi target yaitu sebesar 10.111 loyang, sementara target perusahaan sebesar 10.000 loyang.

5. Kesimpulan

Berdasarkan pengolahan data analisa hasil penelitian disimpulkan yaitu : Dari pengolahan dan analisis hasil yang sudah dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan pada penelitian ini, yaitu :

1. Evaluasi lingkungan kerja fisik dilakukan dengan menggunakan metode Ergonomic Checkpoint menunjukkan risiko kegagalan terparah yaitu pada aspek pencahayaan dengan 8 poin dan premis dengan 8 poin dari total 18 poin lingkungan kerja fisik yang buruk.
2. Upaya peningkatan produktivitas berdasarkan evaluasi lingkungan kerja fisik dilakukan dengan pemilihan skenario 2 yaitu dengan rekomendasi perbaikan berupa penambahan 10 lampu, 10 kipas atau 4 AC, dan 1 buah earplug untuk memperbaiki lingkungan kerja fisik yang dapat meningkatkan produktivitas sehingga didapatkan rata-rata output roti sebelum perbaikan sebesar 9445 loyang menjadi 10.111 loyang.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anoraga, P. 1998. Psikologi Kerja. PT Rineka Cipta, Jakarta.
2. As'ad. 1991. Seri Ilmu Manajemen Sumber Daya Manusia Psikologi Industri. Bandung : Alumni.
3. Asyiwati, Y. 2002. Pendekatan Sistem Dinamik dalam Penataan Ruang Wilayah Pesisir (Studi Kasus Wilayah Pesisir Kabupaten Bantul, Provinsi DIY). Tesis. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
4. Coyle, R.G. 1996. System Dynamics Modelling, A Practical Approach. Chapman & Hall, United Kingdom.
5. Forrester, J.W. 1961. Industrial Dynamics. Cambridge – Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology Press.
6. Gratia, E., Bruyère, A., & De Herde, A. (2004). How to use natural ventilation to cool narrow office buildings. Building and Environment, 39 (10): 1157-1170.
7. ILO. 2010. Ergonomic Checkpoints : Practical and Easy – to – Implement Solutions for Improving Safety, Health and Working Conditions. Geneva :International Labour Office. Irzal. 2016. Dasar-Dasar Kesehatan dan Keselamatan Kerja. Jakarta: Kencana.
8. Kuswana, Wowo Sunaryo, Dr., M.Pd. 2017. Ergonomi dan K3.

- Bandung: Rosdakarya.
9. Lewa, S. 2005. *Perilaku dan Budaya Organisasi*. Bandung: PT. Refika Aditama.
 10. Liping, W., & Hien, W.N. (2007). Applying Natural Ventilation for Thermal Comfort in Residential Buildings in Singapore. *Architectural Science Review*, 50 (3): 224-233.
 11. Muhammadi. 2001. *Analisis Sistem Dinamis Lingkungan Hidup, Sosial, Ekonomi, Manajemen*. Jakarta : UMJ Press.
 12. Nitisemito, Alex S. 2000. *Manajemen Personalia*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
 13. Noorsaman S., A. dan A. Wahid. 1998. Pemodelan industri minyak bumi dan gas alam Indonesia dengan pendekatan sistem dinamik. *Jurnal Teknologi Edisi No.1/Tahun XII/Maret/1998*:27-29.
 14. Powersim's Guider. 2005. *Powersim Studio Professional 2005 : User's Guide*. Powersim Software AS, Copyright ©1993-2005.
 15. Price Engineer's HVAC Handbook (2016), *Engineering Guide Displacement Ventilation*.
 16. Primadi, S. D., Dyah Rachmawati L, dan Ahmad Muhsin. 2016. Usulan Perbaikan Tingkat Pencahayaan pada Ruang Produksi Guna Peningkatan Output Produk Pekerja dengan Pendekatan Teknik Tata Cara Kerja. Yogyakarta : *Jurnal Optimasi Sistem Industri*.
 17. Purnomo, H. 2003. *Analisis Sistem. Pemodelan Sistem*. Bahan Kuliah. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor.
 18. Purnomo, H. 2003. Model Dinamika Sistem untuk Pengembangan Alternatif Kebijakan Pengelolaan Hutan yang Adil dan Lestari. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika* 9(2):45- 62.
 19. Radzicki, M.J. 1994. *Powersim, The Complete Software Tool For Dynamic Simulation. User's Guide and Reference*. Model Data As, Norway.
 20. Richardson, G.P and Pugh, A.L.III (1981). *Introduction to System Dynamics Modelling with Dynamo*. Cambridge, Massachusetta, London: The MIT Press.
 21. Richardson, G.P dan Pugh (1986). *Introduction to System Dynamics Modelling with Dynamo*. Cambridge, Massachusetta, London: The MIT Press.
 22. Robbins, Stephen P. 2002. *Perilaku Organisasi*. Jakarta: Erlangga.
 23. Sari, L. R., Sadi, dan Intan Berlianty. 2019. Pengaruh Lingkungan Kerja Fisik Terhadap Peoduktivitas dengan Pendekatan Ergonomi Makro. Yogyakarta : *Jurnal Optimasi Sistem Industri*.
 24. Sarwono, Sarlito Wirawan. 2005. *Psikologi Lingkungan*. Jakarta: PT. Gramedia Grasindo.
 25. Saydam, Gouzali. 2000. *Manajemen Sumber Daya Manusia (Human Resources Management)*. Cetakan Kedua. Jakarta: Djambatan.
 26. Schultz, G. S., Sibbald, R. G., Falanga, V., Ayello, E. A., Dowsett, C., Harding, K., ... & Vanscheidt, W. 2006. Wound bed preparation: a systematic approach to wound management. *Wound repair and regeneration*, 11(s1), S1-S28.
 27. Sedarmayanti. 2009. *Sumber Daya Manusia dan Produktivitas Kerja*. Edisi ke-3. Bandung: CV Mandar Maju.
 28. Sedarmayanti. 2011. *Tata Kerja dan Produktivitas Kerja : Suatu Tinjauan Dari Aspek Ergonomi Atau Kaitan Antara Manusia Dengan Lingkungan Kerjanya*. Cetakan Ketiga. Bandung: Mandar Maju.
 29. Setiawan, H. 2008. *Tata Letak Pabrik*. Yogyakarta: ANDI.

30. Shintasari, I. 1998. *Dinamika Persediaan Daging Sapi: Suatu Model Dinamik untuk DKI Jakarta. Pesisir* [Tesis]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
31. Slamet, Y. (1994). *Pembangunan Masyarakat Berwawasan Partisipasi*. Surakarta: Sebelas Maret University Press.
32. Soetjipto, B. W. 2004. *Manajemen Sumber Daya Manusia*. Yogyakarta: Penerbit Amara Books.
33. Soetjipto, Budi W. 2004. *Paradigma Baru Manajemen Sumber Daya Manusia*. Editor: A. Usmara. Yogyakarta: Asmara Books.
34. Subono, Lewa. 2005. *Perilaku dan Budaya Organisasi*. Cetakan Kedua. Bandung: PT. Refika Aditama.
35. Suhardi, Bambang. 2008. *Perancangan Sistem Kerja dan Ergonomi Industri*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
36. Suma'mur. 2009. *Higiene Perusahaan dan Keselamatan Kerja*. Jakarta : CV Sagung Seto.
37. Tarwaka, Solichul H.A.Bakri, dan Lilik Sudiajeng. 2004. *Ergonomi untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja, dan Produktivitas*. Surakarta: UNIBA PRESS.
38. Tarwaka. 2011. *Ergonomi Industri, Dasar- dasar Pengetahuan Ergonomi dan Aplikasi di Tempat Kerja Ed 1, Cet. 2*. Surakarta : Harapan Press.
39. Tasrif, M. 2004. *Model Simulasi Untuk Analisis Kebijakan : Pendekatan Metodologi System Dynamics*. Kelompok Peneliti dan Pengembangan Energi. Institut Teknologi Bandung.
40. Tim Penulis. 2016. *Nilai Ambang Batas Faktor Fisika di Tempat Kerja*. Kementrian Kesehatan Republik Indonesia.
41. Wignjosoebroto, Sritomo. 2003. *Pengantar Teknik dan Manajemen Industri*. Guna Widya. Surabaya.