

Volume 2
No. 2
December 2022



sakti

Jurnal Sains dan Aplikasi
Keilmuan Teknik Industri

*Journal of Industrial Engineering:
Application and Research*



A Publication of
Industrial Engineering
Universitas Ma Chung

p-ISSN: 2829-8519 | e-ISSN: 2829-8748
www.sakti.machung.ac.id



Jurnal Sains dan Aplikasi Keilmuan Teknik Industri

*Journal of Industrial Engineering:
Application and Research*

journal homepage: <https://sakti.machung.ac.id>

PURPOSE AND SCOPE

Jurnal Sains dan Aplikasi Keilmuan Teknik Industri (SAKTI) is the official publication of the Industrial Engineering Universitas Ma Chung, with an ISSN of 2829-8519 for print and 2829-8748 for electronic versions. Its logo features water, a gear-shaped sun, and nature, with water symbolizing adaptability and a source of life, the sun representing hope, and nature representing the natural world and its living beings. The journal aims to promote ethical research in industrial engineering and engineering management that is constantly evolving and adaptable, with the goal of benefiting all living things, especially in Indonesia. Within the journal, readers can document their ideas, observations, and experiments related to industrial engineering and sustainable practices. Whether developing new systems or analyzing existing ones, SAKTI aims to be a companion in the pursuit of efficiency, productivity, and environmental responsibility.

SAKTI welcomes submissions on the exploration of theoretical concepts or practical applications associated with the study of ergonomic and human factors, systems design and engineering, logistics and supply chain management, operations research, quality, reliability, and maintenance management, data mining and artificial intelligence, production planning and inventory control, sustainability, facilities engineering, and other relevant subjects.

EDITORIAL BOARD

Editor-in-Chief:

- Yuswono Hadi, S.T., M.T. – Universitas Ma Chung Malang, Indonesia

Associate Editors:

- Teguh Oktiarso, S.T., M.T. – Universitas Ma Chung Malang, Indonesia

Editorial Board Members:

- Dr. Retno Indriartiningtyas, S.T., M.T. – Universitas Trunojoyo Bangkalan, Indonesia
- Novenda K. Putrianto, S.T., M.Sc. – Universitas Ma Chung Malang, Indonesia



Jurnal Sains dan Aplikasi Keilmuan Teknik Industri

*Journal of Industrial Engineering:
Application and Research*

journal homepage: <https://sakti.machung.ac.id>

Table of Contents

Penjadwalan Tenaga Kerja Satu Shift di PT XYZ pada Masa Pandemi dengan Metode Algoritma Tibrewala, Philippe & Browne	49-54
Corine Destyan Ari Sandy, Yurida Ekawati, Teguh Oktiarso	
Usulan Rancangan Ulang untuk Area Makan di Dr. Mochtar Riady Student Center Universitas Ma Chung Malang	55-64
Priskila Mega Octiandriani, Teguh Oktiarso, Yuswono Hadi	
Usulan Perbaikan Tata Letak Fasilitas dan Peralatan Kerja pada UD Dua Dewi	65-76
Amaliatus Sholicha, Teguh Oktiarso, Purnomo	
Usulan Rancangan Tata Letak Fasilitas Produksi di PT NS BlueScope Lysaght Indonesia	77-84
Ivena Faustina, Teguh Oktiarso, Yurida Ekawati	
Analisis Manajemen Risiko di CV Ladang Management Menggunakan Model House of Risk (HOR)	85-98
Teguh Oktiarso, Immanuel Nathaniel Ondang, Sunday Noya	
Usulan Perbaikan Laboratorium Komputer Universitas Ma Chung pada Aspek Suhu dan Pencahayaan dengan Pendekatan Ergonomi Partisipatori	99-100
Jovita Febrini Lius, Teguh Oktiarso, Novenda Kartika Putrianto	



Penjadwalan Tenaga Kerja Satu Shift di PT XYZ pada Masa Pandemi dengan Metode Algoritma Tibrewala, Philippe & Browne

Corine Destyan Ari Sandy^{1, a)}, Yurida Ekawati^{1, b)}, Teguh Oktiarso^{1, c)}

¹*Program Studi Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Ma Chung Malang
Jalan Villa Puncak Tidar N-01 Malang 65151, Indonesia*

Author Emails

a) 411810003@student@machung.ac.id

b) yurida.ekawati@machung.ac.id

c) teguh.oktiarso@machung.ac.id

Received 25 July 2022 / Revised 10 August 2022 / Accepted 25 August 2022 / Published 12 December 2022

Abstrak. PT XYZ, a ball manufacturer, faced difficulty in setting a labor schedule due to the Pandemi situation, which resulted in limited operational costs and a decline in ball demand. This study aims to solve the problem of regulating the number of workers using the Tibrewala, Philippe & Browne algorithm. The algorithm helps in determining the amount of daily labor required for each production process. The data processing was carried out during Pandemi to determine the effective labor scheduling for all operators. The results showed the need for a reduction in labor, which was achieved by modeling effective labor scheduling within a week period. The cost analysis showed that scheduling could reduce operational costs. Therefore, the study suggested providing training to each operator to work on the entire production process so that the number of operators off is minimized. The algorithm can be beneficial in regulating the workforce in a job order-based company.

Kata kunci: Labor scheduling; Tibrewala, Philippe & Browne algorithm

1. Pendahuluan

PT XYZ merupakan sebuah perusahaan yang memproduksi bola untuk kebutuhan olahraga. Perusahaan ini memiliki tiga jenis bola, yaitu bola sepak, voli dan basket. Sejak pandemi akibat dari covid-19 pada awal tahun 2020, terdapat beberapa masalah di PT XYZ. Masalah yang terjadi pada awal pandemi adalah tidak adanya permintaan selama beberapa bulan. Akibatnya banyak pekerja yang dirumahkan dalam kurun waktu yang lama. Saat pandemi sudah berjalan beberapa bulan, permintaan bola akhirnya mulai naik namun tidak seperti sebelumnya.

Perusahaan ini merupakan perusahaan yang padat karya di mana seluruh proses produksi menggunakan tenaga manusia, hal ini menyebabkan setiap stasiun kerja memiliki keterampilan khusus. Selain itu jika operator terus menerus dipindah tanpa memperhatikan keterampilan khusus, akan menyebabkan penurunan produktivitas perusahaan karena waktu pengerjaan akan lebih lama dan juga menyebabkan lebih banyak jumlah bola cacat. Untuk itu, operator di setiap stasiun kerja tidak dapat dipindahkan setiap saat. Hal ini menyebabkan sulitnya mengatur jumlah pekerja yang harus bekerja dan dirumahkan.

Terdapat beberapa penelitian terdahulu dengan metode yang sama dengan penelitian ini. Penelitian pertama dibuat oleh [Ikasari dkk. \(2019\)](#), penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan penjadwalan tenaga kerja tiga shift dan dua hari libur. Hasil dari penelitian ini

adalah adanya kelebihan tenaga kerja yang dapat dimanfaatkan ketika terdapat tenaga kerja lain yang tidak masuk karena ijin, sakit ataupun cuti. Penelitian kedua dibuat oleh Taufik (2019), hasil dari penelitian ini adalah perlunya tambahan tenaga kerja sebanyak dua puluh tujuh orang dengan sistem lima hari kerja dan empat puluh jam kerja per minggu tanpa adanya lembur.

Penelitian ketiga dibuat oleh Suseno dan Dhuha (2017), penelitian ini menggunakan algoritma Tibrewala, Philippe & Browne untuk mengoptimalkan penjadwalan menjadi lima hari kerja dan dua hari libur. Penelitian keempat dibuat oleh Aminia dkk. (2013), hasil dari penelitian ini adalah modifikasi algoritma Tibrewala, Philippe & Browne dapat memberikan jadwal yang sesuai untuk perusahaan yang memiliki tiga shift dan berkendala hari libur. Hasilnya dapat membuat kinerja operator menjadi optimal dan meningkatkan produktivitas. Penelitian kelima dibuat oleh Indriastiningsih (2015), penelitian ini bertujuan untuk menerapkan penjadwalan shift kerja dengan baik, agar beban kerja yang diterima oleh operator tidak melebihi kapasitas kemampuan bekerja.

Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan jumlah kebutuhan operator harian pada masing-masing proses produksi. Tujuan kedua adalah merancang jadwal yang efisien sesuai target produksi bola selama masa pandemi. Tujuan selanjutnya adalah mengukur efektivitas biaya tenaga kerja berdasarkan penjadwalan jumlah kebutuhan tenaga kerja yang dirancang agar tidak merugikan perusahaan.

2. Metode

Pengumpulan data dilakukan dengan dua metode, yaitu wawancara dan observasi. Wawancara dilakukan oleh pihak perusahaan yang bertanggung jawab. Observasi bertujuan untuk mengamati secara langsung proses produksi yang ada di PT. XYZ. Sumber data yang digunakan pada penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer berasal dari data yang diambil secara langsung pada saat observasi, seperti perhitungan waktu dan jumlah pekerja. Data sekunder berasal dari hasil wawancara dan data masa lalu perusahaan.

Pengolahan data dilakukan dengan metode algoritma Tibrewala, Philippe & Browne untuk menentukan jumlah kebutuhan tenaga kerja harian dan penjadwalan tenaga kerja. Metode algoritma ini diperkenalkan oleh Tibrewala, Philippe & Browne pada tahun 1972 yang digunakan untuk menjadwalkan hari kerja dan hari libur tenaga kerja. Berikut ini adalah langkah-langkah penerapan algoritma Tibrewala, Philippe & Browne (Bedworth dan Wailey, 1987).

Langkah pertama adalah mengurutkan hari yang memiliki kebutuhan tenaga kerja terbesar. Selanjutnya, memilih dan menempatkan hari yang memiliki kebutuhan tenaga kerja yang sama hingga diperoleh dua hari berurutan yang unik muncul dan menunjukkan jadwal untuk lima hari kerja dan dua hari libur. Jika langkah pertama tidak berhasil, maka akan dilanjutkan menuju langkah kedua. Jika terdapat dua pasang hari libur berurutan, hari dengan kebutuhan terkecil yang berdekatan dapat menjadi pilihan utama. Jika hal ini tidak dapat dilakukan, maka akan dilanjutkan menuju langkah ketiga. Langkah terakhir dilakukan dengan memilih pasangan hari dengan alasan terkuat, contohnya adalah hari sabtu dan minggu. Langkah keempat adalah menentukan deman atau jumlah kebutuhan tenaga kerja dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Jumlah pekerja} = (\text{waktu standar} \times \text{output}) / \text{waktu kerja} \quad (1)$$

Dimana:

Waktu standar : lama proses

Output : jumlah barang yang dihasilkan (2400 bola)

Waktu kerja : 8 jam kerja (28800 detik)

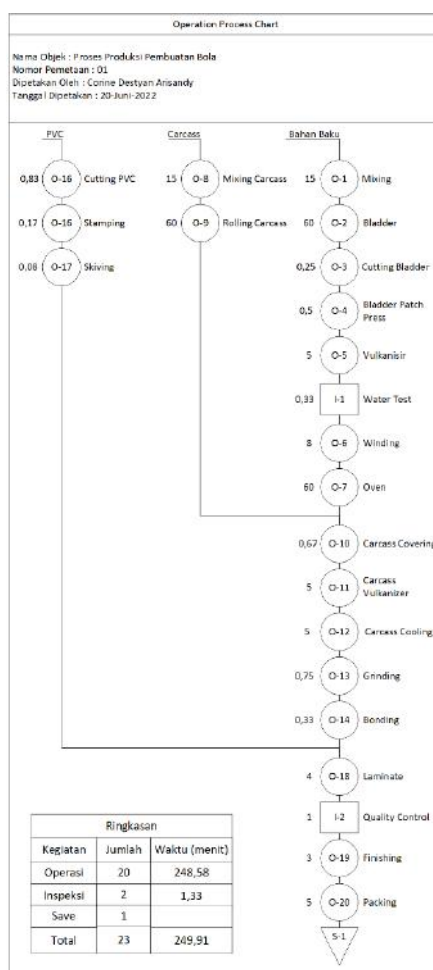
Langkah lima adalah membuat solusi perbaikan untuk jumlah tenaga kerja pada masing-masing stasiun kerja.

Langkah selanjutnya adalah membuat penjadwalan tenaga kerja yang berlaku selama masa pandemi. Penjadwalan dibuat untuk tiap dua minggu sekali dan terus berputar hingga seluruh operator mendapatkan hari kerja dan hari libur dengan jumlah yang sama. Langkah terakhir

membuat analisis biaya tenaga kerja untuk menentukan bahwa solusi yang diberikan tidak merugikan perusahaan.

3. Hasil dan Pembahasan

Terdapat dua ratus empat belas operator yang bekerja pada bagian produksi di PT. XYZ. Namun, karena jumlah produksi menurun maka jumlah operator yang bertugas hanya sekitar seratus enam puluh sembilan operator per harinya. Terdapat dua puluh dua proses produksi pembuatan bola pada PT. XYZ. Masing-masing proses produksi dikerjakan oleh operator yang berbeda sesuai dengan spesialisasinya masing-masing. Total waktu yang dibutuhkan untuk memproduksi bola dari awal hingga akhir proses sekitar dua ratus empat puluh sembilan menit. Berikut ini adalah OPC (*operation process chart*) proses produksi pembuatan bola.



Gambar 1 Operation process chart

Berikut ini adalah data proses produksi pembuatan bola di PT. XYZ.

Table 1 Data proses produksi

No	Proses	Waktu	Jumlah Operator Tersedia	Jumlah Operator Dibutuhkan	Jumlah Mesin
1	Mixing	15 menit	4	2	2
2	Bladder	60 menit	4	2	1
3	Cutting Bladder	15 detik	6	4	6
4	Bladder Patch Press	30 detik	6	4	6
5	Vulkanisir	5 menit	4	2	30

6	Water Test	20 detik	6	6	-
7	Winding	8 menit	9	5	50
8	Oven	60 menit	3	2	1
9	Mixing Carcass	15 menit	2	1	1
10	Rolling Carcass	60 menit	2	1	1
11	Carcas Covering	40 detik	6	4	6
12	Carcas Vulkanizer	5 menit	4	1	15
13	Carcass Cooling	5 menit	4	1	15
14	Grinding	45 detik	10	6	6
15	Bonding	20 detik	7	3	-
16	Cutting PVC	50 detik	10	5	5
17	Stamping	10 detik	30	30	-
18	Skiving	5 detik	19	15	19
19	Laminate	4 menit	56	56	28
20	Quality Control	1 menit	12	12	-
21	Finishing	3 menit	6	5	25
22	Packing	5 menit	4	2	2
Total		249,91menit	214	169	

Pengolahan data menggunakan algoritma *Tibrewala, Philippe & Browne* dilakukan dengan menentukan kebutuhan tenaga kerja harian terlebih dahulu. Selanjutnya adalah membuat tabel solusi untuk menentukan kelebihan jumlah tenaga kerja. Berikut ini adalah contoh tabel solusi perhitungan jumlah tenaga kerja untuk proses *cutting bladder* menggunakan algoritma *Tibrewala, Philippe & Browne*.

Table 2 Tabel solusi proses *cutting bladder*

Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	
2	2	2	2	2	Initial Demand
-1	-1	-1	-1	-1	Shift #1
1	1	1	1	1	
-1	-1	-1	-1	-1	Shift #2
0	0	0	0	0	
-1	-1	-1	-1	-1	Shift #3
0	0	0	0	0	
-1	-1	-1	-1	-1	Shift #4
-2	-2	-2	-2	-2	Residual Demand

Berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan untuk seluruh proses produksi menggunakan algoritma *Tibrewala, Philippe & Browne*, terdapat pengurangan tenaga kerja sebanyak enam puluh sembilan operator. Kelebihan tenaga kerja tersebut dapat dirumahkan dan dipekerjakan secara bergantian. Total jumlah kebutuhan tenaga kerja harian setelah pengolahan data dilakukan adalah sebanyak sembilan puluh enam operator dan total tenaga kerja yang dapat diliburkan sebanyak seratus delapan belas operator. Berikut ini adalah tabel hasil pengolahan data.

Table 3 Kebutuhan operasi harian

No	Proses	Jumlah Operator		
		Tersedia	Dibutuhkan	Diliburkan
1	Mixing	4	2	2
2	Bladder	4	2	2
3	Cutting Bladder	6	2	4
4	Bladder Patch Press	6	3	3
5	Vulkanisir	4	2	2
6	Water Test	6	2	4
7	Winding	9	5	4
8	Oven	3	1	2

9	Mixing Carcass	2	1	1
10	Rolling Carcass	2	1	1
11	Carcas Covering	6	4	2
12	Carcas Vulkanizer	4	1	3
13	Carcass Cooling	4	1	4
14	Grinding	10	4	6
15	Bonding	7	2	5
16	Cutting PVC	10	5	5
17	Stamping	30	18	12
18	Skiving	19	9	10
19	Laminate	56	21	35
20	Quality Control	12	6	6
21	Finishing	6	3	3
22	Packing	4	1	3
Total		214	96	118

Pembuatan jadwal untuk pekerja yang harus masuk dan dirumahkan untuk tiap proses dapat dibentuk berdasarkan hasil pengolahan data tersebut. Pergantian pekerja terjadi setiap dua minggu sekali sesuai dengan masa waktu penerimaan upah (gaji). Sehingga penjadwalan akan dibuat dalam jangka waktu per dwi minggu dan terus diputar hingga seluruh operator pada tiap proses mendapatkan jumlah hari kerja dan hari libur yang sama. Berikut ini adalah contoh jadwal yang dibuat untuk proses *cutting bladder*.

Table 4 Penjadwalan tenaga kerja proses *cutting bladder*

Proses	Dwi Minggu					
	1		2		3	
	Masuk	Libur	Masuk	Libur	Masuk	Libur
<i>Cutting</i>	1	3	3	1	5	1
<i>Bladder</i>	2	4	4	2	6	2
		5		5		3
		6		6		4

Berdasarkan usulan penjadwalan kerja yang telah dibuat, terdapat beberapa proses dengan tenaga kerja yang lebih banyak libur dibandingkan lainnya. Selain itu, terdapat proses di mana jumlah tenaga kerja yang diliburkan lebih banyak dibandingkan proses lain maupun jumlah pekerja yang masuk. Proses dengan jumlah libur terbanyak adalah proses *carcass vulkanisir*, *carcass cooling* dan *packing* dengan total libur empat belas kali dan kerja lima kali dalam sembilan belas dwi minggu. Proses yang memiliki jumlah tenaga kerja yang libur terbanyak adalah *laminate* dengan jumlah tiga puluh lima operator, *stamping* dua belas operator dan *skiving* sepuluh operator.

Setelah penjadwalan tenaga kerja dilakukan, langkah terakhir adalah melakukan analisis biaya tenaga kerja. Tujuannya adalah melihat apakah hasil dari pengolahan data yang dilakukan akan memberikan keuntungan bagi perusahaan atau akan merugikan perusahaan. Berikut ini adalah tabel analisis biaya tenaga kerja dari hasil pengolahan data yang telah dilakukan.

Table 5 Analisis biaya tenaga kerja (sebelum)

	Biaya (upah)	Jumlah Pekerja	Total
Aktif	Rp.2.132.500	169	Rp.360.392.500
Dirumahkan	Rp.853.000	45	Rp.38.385.000
		Total	Rp.398.777.500

Table 4 Analisis biaya tenaga kerja (sesudah)

	Biaya (upah)	Jumlah Pekerja	Total
Aktif	Rp.2.132.500	96	Rp.204.720.000
Dirumahkan	Rp.853.000	118	Rp.100.654.000
		Total	Rp.305.374.000

Hasil perhitungan tersebut menunjukkan terdapat selisih biaya tenaga kerja antara sebelum dan setelah pengolahan data dilakukan sebesar sembilan puluh tiga juta empat ratus tiga ribu lima ratus rupiah. Berdasarkan hasil tersebut dapat dinyatakan bahwa hasil pengolahan data lebih efektif untuk diterapkan karena dapat mengurangi biaya yang harus dikeluarkan untuk membayar tenaga kerja. Selain itu, jumlah tenaga kerja yang dijadwalkan dapat memenuhi target produksi harian.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan dan analisis data yang dilakukan menggunakan algoritma *Tibrewala, Philippe & Browne*, perusahaan dapat membuat jadwal jumlah kebutuhan tenaga kerja pada tiap proses produksinya. Sebelum pengolahan data dilakukan, terdapat seratus enam puluh sembilan pekerja aktif dan empat puluh lima yang dirumahkan. Setelah pengolahan data dilakukan, terdapat sembilan puluh enam pekerja yang aktif dan seratus delapan belas yang dirumahkan.

Dari hasil jadwal kerja yang telah dibuat, seluruh operator pada tiap proses dapat memiliki kesempatan bekerja dan libur dengan jumlah yang sama. Pelatihan dapat membuat seluruh tenaga kerja dapat bergantian dan lebih terampil pada tiap proses produksi. Selain itu, jumlah tenaga kerja akan lebih merata dan tidak terjadi kelebihan tenaga kerja yang libur atau memiliki hari libur yang lebih banyak. Hasil analisis biaya yang telah dilakukan juga menyatakan bahwa jumlah kebutuhan tenaga kerja yang telah ditentukan dapat mengurangi biaya yang harus dikeluarkan untuk membayar upah tenaga kerja.

Daftar Pustaka

- Aminia, E.F., Rahman, A. dan Mada, C.F.T., 2013. Penjadwalan tenaga kerja tiga shift berkendala libur hari minggu dan satu hari setelah shift tiga. *Jurnal Teknik Industri*, Volume 1, pp. 22-30
- Bedworth, D.D. dan Bailey, J.E., 1987. *Integrated production control system: management, analysis, design*, Edisi Kedua, John Wiley and Sons, United States of America, Tersedia online di: <<https://archive.org/details/integratedproduc00bedw/page/n13/mode/2up?view=theater>>, Diakses tanggal 10 April 2022
- Ikasari, N., Pawennari, A., Fatimah, N., 2019. Analisis penjadwalan tenaga kerja dengan menggunakan metode Tibrewala, Philippe & Browne pada PT. Japfa Comfeed Indonesia Tbk. Unit Makassar, *JTEM*, Volume 4(2), pp. 58-62
- Indriastiningsih, E., 2015. Penjadwalan tenaga kerja untuk tiga shift di PT. XYZ dengan pengembangan metode algoritma Tibrewala, Philippe, dan Browne, *Gaung Informatika*, Volume 8(3), pp. 141-151
- Suseno., Dhuha, E., 2017. Penjadwalan Tenaga Kerja untuk Tiga Shift kerja dengan pengembangan metode algoritma Tibrewala, Philippe & Browne, Seminar Nasional Teknik Industri 2017, Aceh, 13-14 Agustus, pp. 298-300
- Taufik, A., 2019. Penjadwalan shift kerja menggunakan metode algoritma Tibrewala, Philippe & Browne di Bagian Assy Inspection PT. Hi-Lex Parts Indonesia, *JITMI*, Volume 2, pp. 61-67



Usulan Rancangan Ulang untuk Area Makan di Dr. Mochtar Riady Student Center Universitas Ma Chung Malang

Priskila Mega Octiandriani^{1, a)}, Teguh Oktiarso^{1, b)}, Yuswono Hadi^{1, c)}

¹*Program Studi Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Ma Chung Malang
Jalan Villa Puncak Tidar N-01 Malang 65151, Indonesia*

Author Emails

a) 411410023@student@machung.ac.id

b) teguh.oktiarso@machung.ac.id

c) yuswono.hadi@machung.ac.id

Received 01 July 2022 / Revised 20 July 2022 / Accepted 25 September 2022 / Published 20 December 2022

Abstract. This study aimed to propose a layout design for the dining area of Dr Mochtar Riady Student Center, Universitas Ma Chung using ergonomics to maximize the area and support facilities. Currently, the dining area is not utilized optimally, and the facilities are inadequate. The study utilized an ergonomic approach to develop a layout design that can maximize the area and support facilities on the 1st and 2nd floors. The proposed design includes an increase in tables from 36 to 138, chairs from 190 to 652, electrical contact areas from 3 to 22, and trash bins from 3 to 14. Additionally, the design includes new facilities for stands, booths, sinks, and return racks to enhance the dining experience. The proposed layout design can provide a comfortable and ergonomic dining area for students, employees, and lecturers. The results of the study can be used as a reference for other universities in optimizing their dining areas.

Keywords: Dining area; Ergonomics; Layout design; Support facilities

1. Pendahuluan

Universitas Ma Chung merupakan salah satu Universitas swasta di Kota Malang yang berlokasi di Villa Puncak Tidar blok N-01. Tidak dapat dipungkiri bahwa berbagai macam fasilitas yang tersedia menjadi daya tarik bagi calon mahasiswa untuk dapat menentukan universitas pilihannya. Universitas Ma Chung terdiri dari beberapa gedung yang dilengkapi dengan berbagai fasilitas penunjang. Dr. Mochtar Riady *Student Center* adalah salah satu gedung di Universitas Ma Chung yang terdiri 2 lantai. Sebagian besar dari luas area digunakan sebagai area makan. Beberapa fasilitas penunjang pada area makan *Student Center* antara lain 7 *stand*, 6 *booth*, 36 unit meja makan, 190 kursi makan, 1 toilet wanita, 1 toilet pria, 3 stop kontak, serta 3 tempat sampah. Akan tetapi, fasilitas penunjang berupa jumlah meja dan kursi makan masih kurang memadai bagi seluruh sivitas akademika yang berjumlah 1.238 orang. Selain itu, masih terdapat ruang kosong yang belum dimaksimalkan akibat jarak penataan meja dan kursi yang tidak tertata rapi. Tidak hanya permasalahan mengenai jumlah dan jarak penataan untuk meja dan kursi makan, tetapi juga terdapat permasalahan fasilitas penunjang lainnya pada area makan yang masih kurang memadai, seperti fasilitas yang ada di dalam *stand* dan *booth*, fasilitas stop kontak listrik, serta fasilitas penunjang kebersihan.

Permasalahan hanya terbatas pada luas area makan lantai 1 bagian *indoor* dan lantai 2 bagian *outdoor*. Penelitian menerapkan ergonomi untuk membuat perancangan fasilitas dan membuat *layout* usulan untuk area makan. Penelitian juga tidak memperhitungkan biaya

perubahan *layout*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memaksimalkan *layout* dan fasilitas penunjang kebutuhan di area makan Dr. Mochtar Riady *Student Center*. Manfaat dari penelitian ini adalah adanya *layout* usulan yang dapat memaksimalkan area makan dan juga adanya usulan perancangan fasilitas penunjang kebutuhan untuk area makan di Dr. Mochtar Riady *Student Center*.

2. Metode

Penelitian dilakukan sesuai dengan prosedur penelitian. Berikut adalah langkah-langkah dari penelitian yang dilakukan:

1. Pengamatan Awal dan Identifikasi Masalah

Pengamatan awal dilakukan dengan melakukan studi lapangan, observasi langsung dan perhitungan langsung pada Dr. Mochtar Riady *Student Center* Universitas Ma Chung. Studi lapangan dan observasi dilakukan untuk mengetahui penataan fasilitas dan kondisi *Student Center* secara langsung. Perhitungan langsung pada *Student Center* dilakukan untuk mendapatkan ukuran luas beberapa macam meja, luas area *booth*, luas area *stand*, dan jumlah tempat sampah. Melalui pengamatan awal ini, identifikasi masalah yang terdapat pada Universitas Ma Chung dapat diketahui.

2. Perumusan Masalah

Perumusan masalah dibuat setelah dilakukan pengamatan awal dan identifikasi masalah. Perumusan masalah dibuat untuk menentukan permasalahan utama yang ditemukan di dalam Dr. Mochtar Riady *Student Center* Universitas Ma Chung kemudian penelitian dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut.

3. Penentuan Tujuan dan Batasan Penelitian

Penentuan tujuan dilakukan untuk menentukan tujuan dari penelitian yang akan dilakukan. Sedangkan, batasan penelitian dibuat agar penelitian terfokus dan dibatasi pada permasalahan dan tujuan yang telah dibuat sebelumnya. Metode yang digunakan dalam penelitian juga ditentukan pada batasan masalah.

4. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mendalami metode yang digunakan dalam penelitian. Tujuannya adalah untuk mempelajari semua penelitian yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan. Penelitian tersebut dapat berasal dari berbagai sumber, seperti buku, jurnal, tugas akhir, dan website.

5. Pengumpulan Data

Sumber data yang digunakan adalah data primer yang diperoleh secara langsung dari penelitian melalui pengamatan langsung, dokumentasi dan wawancara yang dilakukan di area makan *Student Center*. Sedangkan data sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung dari penelitian tetapi melalui sumber lain baik tulis maupun lisan. Data sekunder ini diperoleh dari pihak Universitas Ma Chung berupa *layout* dari *Student Center*.

6. Pengolahan Data

Langkah-langkah pengolahan data awal adalah penataan *layout* awal *Student Center* Universitas Ma Chung berdasarkan kondisi fasilitas yang ada pada area makan lantai 1. Kemudian, penjelasan mengenai fasilitas-fasilitas beserta lebar lintasan yang ada pada area makan lantai 1.

7. Perancangan Fasilitas dan Penataan *Layout* menggunakan Penerapan Ergonomi

Perancangan *layout* usulan dilakukan dengan menggunakan prinsip ergonomi. Perancangan yang dimaksudkan adalah perancangan meja dan kursi makan, perancangan fasilitas *stand*, perancangan fasilitas *booth*, perancangan wastafel, perancangan rak pengembalian peralatan makan, penentuan lebar lintasan dan yang terakhir adalah perancangan *layout* usulan dari fasilitas-fasilitas yang ada di area makan *Student Center*.

8. Analisis *Layout* Awal dan *Layout* Usulan Terpilih

Analisis perancangan *layout* usulan dilakukan membandingkan *layout* awal dengan *layout* usulan yang menerapkan ergonomi. *Layout* usulan yang terpilih adalah *layout*

yang dapat memaksimalkan luas area makan dan juga memaksimalkan fasilitas penunjang kebutuhan pada area makan *Student Center*. Perbandingan dilakukan dengan menghitung jumlah fasilitas yang ada pada area makan *Student Center* awal dan juga *layout* usulan yang terpilih dan juga mempertimbangkan fasilitas yang menunjang kebutuhan di area makan *Student Center*.

9. Simpulan dan Saran

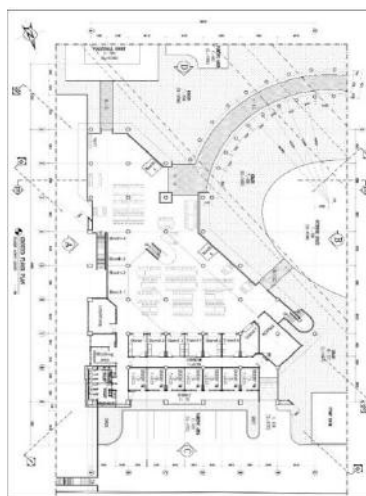
Simpulan dan saran merupakan tahapan terakhir dalam melakukan penelitian. Kesimpulan dibuat berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan di *Student Center* Universitas Ma Chung. Saran diberikan bagi penelitian selanjutnya berkaitan dengan perencanaan ulang tata letak *Student Center* Universitas Ma Chung ataupun ditempat yang lain.

3. Hasil dan pembahasan

3.1. Pengumpulan Data

3.1.1. *Layout* awal pada *Student Center*

Dr. Mochtar Riady *Student Center* merupakan bangunan yang terdiri dari 2 lantai dengan luas area sekitar 1.260 m². Area makan *indoor* lantai 1 terdiri dari 7 *stand*, 1 ruang *bernasmart*, 1 ruang koperasi mahasiswa, 6 *booth*, 36 meja makan, 190 kursi makan, 1 toilet pria, 1 toilet wanita, 1 wastafel panjang untuk mencuci piring, 3 titik stop kontak listrik, serta 3 tempat sampah. Sedangkan area makan *outdoor* lantai 2 masih kosong. Berikut adalah gambar dari *layout* awal *Student Center* lantai 1.



Gambar 1. *Layout* awal lantai 1

Fasilitas yang terdapat pada *layout* area makan *Student Center* lantai 1 adalah meja makan, kursi makan, *stand*, *booth*, wastafel, toilet, stop kontak listrik, dan tempat sampah. Satuan ukuran yang di gunakan adalah centimeter.

a. Meja Makan

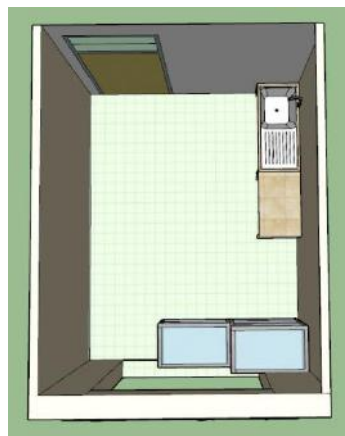
Terdapat 2 jenis meja makan yang digunakan pada area makan, yaitu meja kayu dan meja kayu yang dilapisi kaca. Meja kayu kecil yang berukuran 150cm x 90cm x 75cm untuk kapasitas 4 orang berjumlah 2 meja. Meja kayu besar yang berukuran 210cm x 90cm x 75cm untuk kapasitas 8 orang berjumlah 18 meja. Meja kayu kaca kecil yang berukuran 150cm x 95cm x 75 cm untuk kapasitas 4 orang berjumlah 3 meja. Meja kayu kaca besar yang berukuran 180cm x 105cm x 75cm untuk kapasitas 6 orang berjumlah 10 meja. Jumlah keseluruhan meja makan adalah 36 meja.

b. Kursi Makan

Terdapat 2 jenis kursi yang digunakan pada area makan *Student Center*, yaitu kursi susun dan kursi baso. Kursi susun memiliki ukuran dudukan kursi 42cm x 42cm dengan tinggi kursi 40cm dan tinggi sandaran 45cm. Sedangkan kursi baso memiliki diameter dudukan 35cm, tinggi kursi 43cm, tinggi sandaran kursi 25cm. Jumlah keseluruhan kursi makan adalah 190 kursi.

c. *Stand*

Stand yang terdapat pada area makan adalah sebanyak 7 unit berukuran 4m x 3m x 3m. Setiap *stand* mendapatkan fasilitas berupa bak cuci, meja kompor dan etalase. Bak cuci memiliki ukuran 128cm x 60cm x 80cm. Meja kompor memiliki ukuran 93cm x 60cm x 60cm. Sedangkan etalase kaca memiliki ukuran 200cm x 60cm x 80cm.



Gambar 2. *Layout stand*

Fasilitas yang disediakan di dalam *stand* tersebut kurang memadai. Hal tersebut didukung dengan wawancara mengenai fasilitas di dalam *stand* yang dilakukan kepada ketujuh penyewa *stand*.

d. *Booth*

Booth yang terdapat di area makan *Student Center* berjumlah 6. Setiap *booth* memiliki ukuran yang berbeda-beda dan fasilitas yang disediakan hanya stop kontak listrik, sedangkan fasilitas lain tidak disediakan.

e. Wastafel

Wastafel yang tersedia tidak lagi digunakan sebagai tempat cuci tangan tetapi dimanfaatkan penyewa *booth* untuk mencuci peralatan. Namun, karena saluran tersumbat wastafel tidak dipergunakan lagi.

f. Toilet

Toilet yang ada di area makan lantai 1 berjumlah dua, yaitu satu ruang toilet pria dan satu ruang toilet wanita.

g. Tempat Sampah

Tempat sampah yang disediakan berjumlah 3.

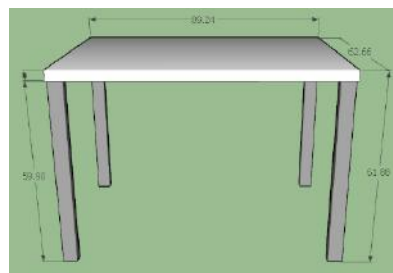
Ukuran lebar lintasan pada *layout* awal berbeda-beda. Lebar lintasan mulai dari 50cm hingga 300cm. Lebar *aisle* (lorong) antar kursi mulai 30cm hingga 150cm. Lebar lintasan *booth* dengan meja makan mulai 120cm hingga 150cm. Lebar lintasan *stand* dengan kursi makan adalah 300cm.

3.1.2. Perancangan fasilitas dan *layout* usulan

Perancangan usulan untuk area makan dibuat berdasarkan data antropometri orang Indonesia dengan rentang umur 18 sampai 47 tahun untuk memberikan kenyamanan bagi pengguna fasilitas. Satuan ukuran dimensi yang digunakan dalam perancangan fasilitas adalah centimeter. Perancangan fasilitas yang dibuat adalah meja makan, kursi makan, *Stand, booth, wastafel* dan rak pengembalian alat makan.

a. Meja Makan

Panjang meja dirancang menggunakan dimensi panjang rentang tangan ke depan dengan persentil 5 th sebesar 62,66 cm. Lebar meja menggunakan dimensi panjang rentang siku dengan persentil 50 th sebesar 89,24 cm. Tinggi meja menggunakan dimensi tinggi siku dalam posisi duduk ditambah tinggi popliteal dengan persentil 50 th sebesar 21,97 cm + 39,91 cm = 61,88 cm. Tinggi kolong meja menggunakan dimensi tinggi lutut dengan persentil 95 th sebesar 59,98 cm. Berikut merupakan gambar perancangan meja makan.



Gambar 3. Perancangan meja makan

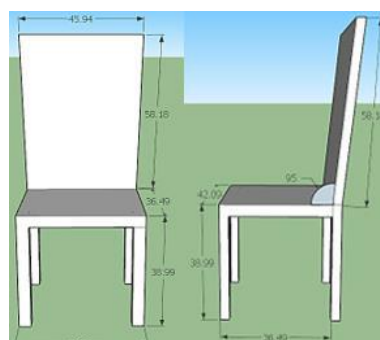
Berikut adalah tabel dari ukuran meja makan dengan kapasitas 2 orang hingga 10 orang:

Table 1. Ukuran meja makan

Kapasitas Meja	Panjang Meja	Lebar Meja	Tinggi Meja
2 Orang	62,66 cm	89,24 cm	61,88 cm
4 Orang	125,32 cm	89,24 cm	61,88 cm
6 Orang	187,98 cm	89,24 cm	61,88 cm
8 Orang	250,64 cm	89,24 cm	61,88 cm
10 Orang	313,3 cm	89,24 cm	61,88 cm
4 Orang (persegi)	89,24 cm	89,24 cm	61,88 cm

b. Kursi Makan

Panjang dudukan kursi dirancang menggunakan dimensi panjang popliteal dengan persentil 5 th sebesar 36,49 cm. Lebar dudukan kursi menggunakan dimensi lebar pinggul dengan persentil 9 th sebesar 42,09 cm. Tinggi kursi menggunakan dimensi tinggi popliteal ditambah alas sepatu sebesar 31,18 cm + 2,5 cm = 33,68 cm. Lebar sandaran kursi menggunakan dimensi lebar bahu bagian atas dengan persentil 95 th sebesar 45,94 cm. Tinggi sandaran kursi menggunakan dimensi tinggi bahu dalam posisi duduk dengan persentil 50 th sebesar 58,18 cm. Berikut merupakan gambar rancangan dari kursi makan.



Gambar 6. Perancangan kursi makan

c. Stand

Perancangan fasilitas *stand* dibuat sesuai dengan kebutuhan di dalam *stand* yang diperoleh dari hasil wawancara dengan 7 penyewa *stand*. Perancangan fasilitas yang dibuat adalah sebagai berikut:

- Bak Cuci

Panjang bak cuci dirancang menggunakan dimensi panjang rentang siku dengan persentil 50 th sebesar 89,24 cm. Lebar bak cuci menggunakan dimensi panjang rentang tangan ke depan dengan persentil 5 th sebesar 62,66 th. Tinggi bak cuci menggunakan dimensi tinggi siku dengan persentil 5 th sebesar 90,63 cm. Kedalaman maksimal bak cuci menggunakan dimensi tinggi siku dikurangi tinggi ruas jari dengan persentil 5 th sebesar $90,63 \text{ cm} - 63,34 \text{ cm} = 26,99 \text{ cm}$.

- Meja Kompor

Panjang meja kompor dirancang menggunakan dimensi panjang rentang siku dengan persentil 50th sebesar 89,24 cm. Lebar meja kompor menggunakan dimensi panjang rentang tangan ke depan dengan persentil 5 th sebesar 62,66 cm. Tinggi meja kompor menggunakan dimensi tinggi pinggul dengan persentil 5 th sebesar 83,64 cm.

- Meja Saji dan Rak Dinding Makanan

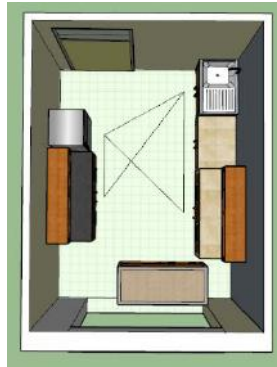
Panjang meja saji dirancang menggunakan dimensi panjang rentang tangan ke samping dengan persentil 5 th sebesar 145,26 cm. Lebar meja saji menggunakan dimensi panjang rentang tangan ke depan dengan persentil 5 th sebesar 62,66 cm. Tinggi meja saji menggunakan dimensi tinggi siku dengan persentil 5 th sebesar 90,63 cm. Sedangkan rak dinding dirancang menggunakan dimensi panjang rentang tangan ke samping dengan persentil 5 th sebesar 145,26 cm. Lebar rak dinding menggunakan setengah dari dimensi panjang rentang tangan ke depan dengan persentil 5 th sebesar $\frac{1}{2} \times 62,66 \text{ cm} = 31,33 \text{ cm}$. Tinggi rak dinding dari permukaan lantai menggunakan dimensi tinggi bahu dengan persentil 5 th sebesar 123,62 cm. Tinggi maksimum rak dinding menggunakan dimensi tinggi genggam tangan ke atas dalam posisi berdiri dengan persentil 5 th sebesar 159,91 cm.

- Meja Saji dan Rak Dinding Minuman

Panjang meja saji dirancang menggunakan dimensi panjang rentang tangan ke samping dengan persentil 5 th sebesar 145,26 cm. Lebar meja saji menggunakan dimensi panjang rentang tangan ke depan dengan persentil 5 th sebesar 62,66 cm. Tinggi meja saji menggunakan dimensi tinggi siku dengan persentil 5 th sebesar 90,63 cm. Sedangkan rak dinding dirancang menggunakan dimensi panjang rentang tangan ke samping dengan persentil 5 th sebesar 145,26 cm. Lebar rak dinding menggunakan setengah dari dimensi panjang rentang tangan ke depan dengan persentil 5 th sebesar $\frac{1}{2} \times 62,66 \text{ cm} = 31,33 \text{ cm}$. Tinggi rak dinding dari permukaan lantai menggunakan dimensi tinggi bahu dengan persentil 5 th sebesar 123,62 cm. Tinggi maksimum rak dinding menggunakan dimensi tinggi genggam tangan ke atas dalam posisi berdiri dengan persentil 5 th sebesar 159,91 cm.

- Meja Pemesanan

Panjang meja pemesanan dirancang menggunakan dimensi panjang rentang tangan ke samping dengan persentil 5 th sebesar 145,26 cm. Lebar meja pemesanan menggunakan dimensi panjang rentang tangan ke depan dengan persentil 5 th sebesar 62,66 cm. Tinggi meja pemesanan menggunakan dimensi tinggi siku dengan persentil 5 th sebesar 90,63 cm.

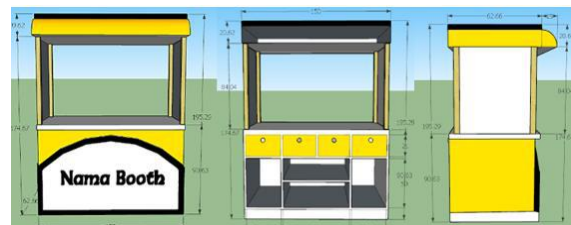


Gambar 5. *Layout stand* usulan

Penataan *layout stand* menggunakan konsep segitiga yaitu pergerakan aliran pekerjaan di dalam *stand* dan juga membagi area dapur menjadi tiga area utama yang terletak pada sudut-sudut segitiga (*storage-cleaning-cooking*). Bentuk *layout* dibuat dalam bentuk *double line*, yaitu yaitu garis pertama adalah bak cuci, meja kompor dan meja saji makanan. Sedangkan garis kedua adalah meja saji minuman dan lemari es.

d. Booth

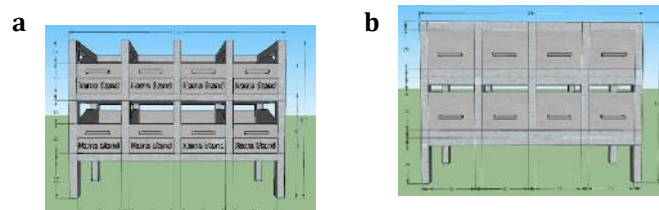
Panjang gerobak dirancang menggunakan dimensi panjang rentang tangan ke samping dengan persentil 5 th sebesar 145,26 cm. Lebar gerobak menggunakan dimensi panjang rentang tangan ke depan dengan persentil 5 th sebesar 62,66 cm. Tinggi gerobak menggunakan dimensi tinggi siku dengan persentil 5 th sebesar 90,63 cm. Tinggi minimum atap gerobak menggunakan dimensi tinggi badan dengan persentil 95 th sebesar 174,67 cm. Tinggimaksimum atap gerobak menggunakan persentil 50 th sebesar 195,29 cm.



Gambar 6. Perancangan *booth*

e. Rak Pengembalian Alat Makan

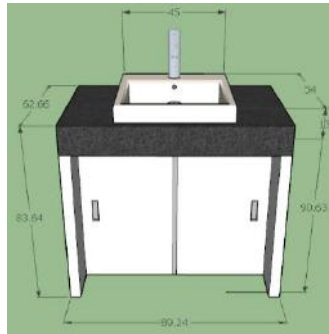
Maksimum panjang rak dirancang menggunakan dimensi panjang rentang tangan ke samping dengan persentil 5 th sebesar 145 cm. Lebar maksimum rak menggunakan panjang rentang tangan ke depan dengan persentil 5 th sebesar 60 cm. Tinggi *container* rak atas menggunakan dimensi tinggi siku dengan persentil 5 th sebesar 90 cm. Kedalaman *container* rak atas menggunakan dimensi tinggi ujung jari dengan persentil 5 th sebesar 70 cm. Berikut gambar dari perancangan rak pengembalian alat makan.



Gambar 7 (a) Gambar rak pengambilan alat makan; (b) Gambar rak pengambilan alat makan

f. Wastafel

Panjang wastafel dirancang menggunakan dimensi panjang rentang siku dengan persentil 50 th sebesar 89,24 cm. Lebar wastafel menggunakan dimensi panjang rentang tangan ke depan dengan persentil 5 th sebesar 62,66 cm. Tinggi wastafel menggunakan dimensi tinggi siku dengan persentil 5 th sebesar 90,63 cm. Berikut merupakan gambar dari perancangan wastafel.



Gambar 8. Perancangan wastafel

Ukuran Lebar lintasan pada *layout* usulan ditentukan menggunakan dimensi antropometri orang Indonesia.

a. Lebar lintasan utama menggunakan dimensi panjang rentang siku dengan persentil 50 th sebesar 89,24 cm ditambah dimensi lebar sisi bahu dengan persentil 95 th sebesar 51,36 cm. Sehingga ukuran lebar lintasan adalah sebesar 140,6 cm untuk jalur 1 orang pelayan yang membawa baki dan 1 orang pengunjung.

b. *Aisle* (lorong) antar kursi menggunakan dimensi lebar bahu bagian atas dengan dimensi 95 th sebesar 51,36 cm.

c. Lebar lintasan depan *booth* dan *stand* menggunakan dimensi panjang kaki dengan persentil 95 th sebesar 78,39 cm (3 x 26,13 cm) ditambah dimensi panjang rentang siku dengan persentil 50 th sebesar 89,24 cm ditambah dimensi lebar sisi bahu dengan persentil 95 th sebesar 51,36 cm. Sehingga lebar lintasan adalah sebesar 218,99 cm yaitu untuk jalur antrian 3 orang pengunjung, 1 orang pelayan dan 1 orang pengunjung.

Agar dapat memaksimalkan luas area makan *Student Center*, maka terdapat beberapa rancangan *layout* usulan yang dapat diterapkan. Perancangan dibuat berdasarkan ketentuan ukuran standar antropometri kebutuhan ruang untuk meja dan kursi makan, serta jalur pelayanan. Terdapat 2 *layout* usulan untuk area makan *indoor* lantai 1 dan area makan *outdoor* lantai 2. Berikut adalah tabel keterangan dari *layout* usulan:

Tabel 2. Layout usulan area makan

Fasilitas	Layout Usulan 1	Layout Usulan 2
Meja Makan	$(53+88) = 140$	$(57+80) = 138$
Kursi Makan	$(294+338) = 632$	$(304+348) = 652$
Stand	7	7
Booth	$(6+4) = 10$	$(6+4) = 10$
Wastafel	4	4
Rak Pengembalian	$(3+2)=5$	$(4+2) = 6$
Peralatan Makan		
Toilet	4 (Pria dan Wanita)	4 (Pria dan Wanita)
Stop Kontak Listrik	$(11+9) = 20$	$(14+8) = 22$
Tempat Sampah	$(5+6) = 11$	$(7+7) = 14$

3.1.3. Analisis layout awal dan layout usulan

Analisis pada *layout* awal dan *layout* usulan dilakukan untuk memperoleh *layout* usulan yang terbaik.

1. Analisis Perbandingan *Layout* Awal dengan *Layout* Usulan

Berdasarkan analisis yang dilakukan pada fasilitas pada *layout* awal, diketahui bahwa ukuran pada setiap fasilitas yang ada belum menerapkan ergonomi karena tidak sesuai dengan ukuran anthropometri orang Indonesia. Hal itu terlihat dengan adanya selisih ukuran dimensi dari fasilitas awal dengan fasilitas yang dirancang. Oleh karena itu, perancangan fasilitas usulan digunakan untuk memberikan kenyamanan pada pengguna serta digunakan dalam perancangan *layout* usulan.

2. Analisis *Layout* Terpilih

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis yang dilakukan pada kedua *layout* usulan area makan lantai 1 dan lantai 2, maka *layout* usulan yang terpilih adalah *layout* usulan kedua karena dapat memaksimalkan *layout* dan dapat memberikan kapasitas fasilitas penunjang yang lebih banyak pada *layout* area makan *Student Center*.

3. Perbandingan *Layout* Awal dan *Layout* Usulan Terpilih

Berikut adalah gambar tabel perbandingan dari *layout* awal dengan *layout* usulan terpilih.

Tabel 3. Perbandingan *layout* awal dan *layout* usulan

Fasilitas	<i>Layout</i> Awal	<i>Layout</i> Usulan Terpilih	Peningkatan
Meja Makan	36	138	102
Kursi Makan	190	652	462
<i>Stand</i>	7	7	(Penambahan fasilitas di dalam <i>stand</i>)
<i>Booth</i>	6	10	4 (Perancangan gerobak untuk <i>booth</i>)
Wastafel	-	4	4 (Perancangan wastafel)
Rak Pengembalian Peralatan Makan	-	6	6 (Perancangan rak pengembalian peralatan makan)
Toilet	4 (Pria dan Wanita)	4 (Pria dan Wanita)	Tetap
Stop Kontak Listrik	3	22	18
Tempat Sampah	3	14	11

Berdasarkan gambar di atas dapat dilihat bahwa usulan *layout* terpilih adalah yang menerapkan ergonomi dapat memaksimalkan luas area makan dengan memanfaatkan seluruh area yang ada untuk meletakkan fasilitas penunjang kebutuhan. Perancangan fasilitas penunjang dibuat untuk memenuhi peningkatan kapasitas area makan pada Dr. Mochtar Riady *Student Center*

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan hasil analisis *layout* awal dengan *layout* usulan terpilih yang telah dilakukan, maka kesimpulan yang diperoleh dari penelitian yang dilakukan di area makan Dr. Mochtar Riady *Student Center* Universitas Ma Chung Malang adalah:

- Dimensi ukuran dari semua fasilitas pada *layout* awal tidak sesuai dengan ukuran fasilitas yang ergonomis. Hal tersebut terlihat dari adanya selisih ukuran fasilitas awal dengan dengan ukuran dimensi anthropometri orang Indonesia. Oleh karena itu, perancangan fasilitas usulan dibuat menggunakan penerapan ergonomi. Ukuran dari setiap fasilitas dibuat berdasarkan data anthropometri orang Indonesia.
- Terdapat 2 *layout* usulan yang dibuat untuk area makan *indoor* lantai 1 dan area makan *outdoor* lantai 2. *Layout* usulan yang terpilih adalah *layout* usulan kedua karena dapat memaksimalkan luas area makan dan dapat memaksimalkan fasilitas penunjang kebutuhan area makan *Student Center* lantai 1 dan 2. *Layout* usulan terpilih memberikan kapasitas meja makan sebanyak 138 meja dari 36 meja, kursi makan 652 kursi dari 190 kursi, *stand* 7 unit, *booth* 10 unit dari 6 unit, serta adanya fasilitas penunjang tambahan seperti wastafel 4 unit, rak pengembalian peralatan makan 6 unit, toilet 4, stop kontak listrik 22 unit, serta 14 unit tempat sampah.

Saran yang diberikan bagi pihak Universitas Ma Chung adalah agar dapat mempertimbangkan *layout* baru yang diperoleh dari penerapan ergonomi karena memberikan kapasitas meja dan kursi yang paling banyak dan juga fasilitas penunjang kebutuhan area makan yang lebih banyak dari *layout* awal. Bagi peneliti selanjutnya disarankan untuk membuat usulan *layout* pada area kolam renang agar dapat memperbanyak kapasitas area makan bagi para pengunjung.

Daftar Pustaka

- Bridger, R.S., 2003. *Introduction to ergonomics*. London: Taylor & Francis
- Neufert, E., 1994. *Architects's data*. Diterjemahkan dari bahasa Inggris oleh Amril Sjamsu. Penerbit Erlangga
- Neufert, E., 2000. *Architects's data third edition*. UK: Blackwell Publishing
- Neufert, E., 2002. *Data arsitek*, 2nd ed. Diterjemahkan dari bahasa Inggris oleh Amril Sjamsu. Penerbit Erlangga
- Nurmianto, E., 1998. *Ergonomi konsep dasar dan aplikasinya*, 1st ed. Surabaya: Guna Widya
- Perhimpunan Ergonomi Indonesia., 2013. *Antropometri Indonesia, The Largest Anthropometri Data In Indonesia*, Tersedia online di: <www.antropometriindonesia.org>, Diakses tanggal 26 Juni 2018
- Putra, R. A. P., 2017. *Desain interior food court Pelindo III cabang Tanjung Perak Surabaya dengan konsep perkotaan Surabaya bernuansa pantai. Tugas Akhir*. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya
- Sutedja, T. R., 2013. *Ayo jadi juragan usaha rumah makan*. Jakarta: Niaga Swadaya
- Wignjosoebroto, S., 2006. *Ergonomi studi gerak dan waktu*. Surabaya: Guna Widya



Usulan Perbaikan Tata Letak Fasilitas dan Peralatan Kerja pada UD Dua Dewi

Amaliatus Sholicha^{1, a)}, Teguh Oktiarso^{1, b)}, Purnomo^{1, c)}

¹Program Studi Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Ma Chung Malang
Jalan Villa Puncak Tidar N-01 Malang 65151, Indonesia

Author Emails

a) 411410002@student@machung.ac.id

b) teguh.oktiarso@machung.ac.id

c) purnomo@machung.ac.id

Received 12 April 2022 / Revised 13 May 2022 / Accepted 20 July 2022 / Published 12 December 2022

Abstract. This study focuses on the design of facilities layout and repair work equipment to enhance productivity through efficient utilization of production floors and ergonomic work equipment design. The proposed facility layout was developed using blocplan and adjacency score, rail dist score, R-score, and distance of material transfer were used to evaluate the proposals. The ninth alternative was chosen with an adjacency score of 0.62, rail dist score of 993.43, R-score of 0.85, and a material transfer distance of 71.83 meters. In terms of work equipment design, an anthropometric approach was used to design chairs and tables that are ergonomic. The proposed chair repair has a height of 396.1 mm, seat width of 422.6 mm, seat length of 348.4 mm, back height of 531.5 mm, and back width of 423.25 mm. The proposed table has a height of 656 mm, width of 1276.1 mm, and length of 6135 mm. The study demonstrates that the design of facilities and work equipment can significantly improve productivity and employee comfort, and it emphasizes the importance of ergonomics in workplace design. The findings of this study can be useful for companies looking to improve their productivity through facility and equipment design.

Keywords : Anthropometry; Ergonomics; Facility layout; Productivity; Work equipment design

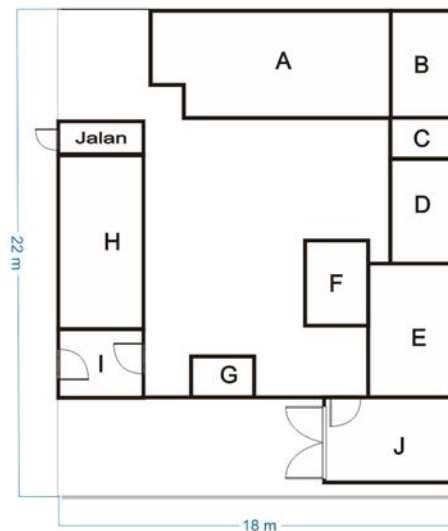
1. Pendahuluan

Perkembangan jumlah pelaku usaha mikro, kecil dan menengah (UMKM) di Indonesia telah berlangsung mulai tahun 1997 hingga saat ini. Salah satu data yang memperkuat meningkatnya pertumbuhan pelaku UMKM yaitu dari Kementerian Koperasi dan Usaha Kecil Menengah pada tahun 2014 sekitar 57,8 juta pelaku UMKM di Indonesia UMKM memiliki peranan yang sangat penting bagi pertumbuhan ekonomi nasional dan juga sebagai wadah penyerapan tenaga kerja (Badan Pusat Statistik, 2017). Menurut Wignosoebroto (2003) tata letak pabrik atau tata letak fasilitas dapat didefinisikan sebagai tata cara pengaturan fasilitas-fasilitas pabrik guna menunjang kelancaran proses produksi. Secara garis besar tujuan dari tata letak pabrik atau tata letak fasilitas yaitu melakukan pengaturan pada area kerja dan segala fasilitas produksi yang paling ekonomis, sehingga menaikkan output produksi, mengurangi proses material handling dan lain sebagainya. Tata letak fasilitas meliputi perencanaan dan pengaturan letak mesin, peralatan, aliran bahan, dan orang-orang yang bekerja secara baik, maka operasi kerja menjadi lebih efektif dan efisien.

Pada penelitian ini dilakukan di sebuah UMKM (Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah) yaitu UD. Dua Dewi terletak di Desa Lengkong, Kecamatan Puger, Kabupaten Jember. UD. Dua Dewi

merupakan usaha kecil yang memproduksi kripik nangka sebagai produk komoditas utama usaha ini. Memauki tahun kelima UD. Dua Dewi mengalami perkembangan pesat dimana menjadi salah satu usaha kecil yang mampu berkembang dan hasil produk diminati oleh pasar. Pemerintah Daerah Kabupaten Jember memberikan perhatian khusus terhadap usaha kecil dilingkungan daerah kabupaten. Hal ini dibuktikan dengan Pemda memberikan dana hibah guna pengembangan usaha. Selaku pemilik, berencana memanfaatkan dana hibah tersebut untuk melakukan *re-layout* tempat usaha agar meningkatkan produktifitas kerja. Selain itu, alur proses produksi dan penataan mesin serta peralatan kerja yang belum optimal yang mana dilakukan identifikasi hubungan kedekatan antar fasilitas.

Setelah dilakukan identifikasi hubungan kedekatan antar fasilitas maka dilakukan menggunakan metode perencanaan tata letak yaitu BLOCPLAN merupakan program perancangan fasilitas menggunakan Algoritma Hybrid yang menggabungkan antara algoritma konstruksi dan algoritma perbaikan. Tujuan dari BLOCPLAN meminimasi jarak antar fasilitas atau memaksimalkan hubungan kedekatan antar fasilitas. Perancangan tata letak fasilitas menggunakan bantuan software BLOCPLAN. Kemudian akan menghasilkan beberapa alternatif tata letak yang berdasarkan kriteria yang ada yaitu adjacency score, R-score, dan Rel- dist Score. BLOCPLAN sendiri lebih efisien digunakan pada *layout* yang memiliki jumlah departemen kurang dari 20 departemen.



Gambar 1. Denah awal ud.dua dewi

Tabel 1. Keterangan dimensi denah awal ud. Dua dewi

Kode Denah	Keterangan	Dimensi (m)
A	Ruang Pengorengan	11 x 5
B	Bak Air Mesin	5 x 3
C	Ruang Pencucian	3 x 2
D	Ruang Buah	5 x 3
E	Ruang Kulkas	6 x 4
F	Ruang Pengupasan	4 x 3
G	Ruang Pengemasan	3 x 2
H	Ruang Penampungan Buah	8,5 x 4
I	Kantor	3 x 4
J	Ruang Pertemuan	6 x 4

Selain perancangan tata letak fasilitas, permasalahan yang muncul yaitu belum adanya peralatan kerja yang memperhatikan konsep ergonomi. Pekerja pada proses pengupasan buah nangka dari bijinya melakukan pekerjaannya dengan kondisi duduk dikursi atau dingklik yang kecil tanpa meja dengan posisi kerja kaki tertekuk dan badan membungkuk sehingga

membuat pekerja saat proses bekerja tidak nyaman sehingga mengalami keluhan kesemutan, nyeri tubuh belakang, dan cepat merasa lelah. Oleh sebab itu, untuk menyelesaikan permasalahan tersebut akan dilakukan pendekatan antropometri, untuk memperbaiki perancangan peralatan kerja pada UMKM tersebut. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan perancangan usulan *layout* baru untuk perbaikan penataan alur proses produksi dan penataan mesin serta peralatan kerja. Selain itu usulan perbaikan meja dan kursi kerja pemisahan daging buah nangka dan biji dapat memperbaiki posisi kerja pekerja serta mengurangi kelelahan sehingga meningkatkan produktivitas pekerja.



Gambar 2. Posisi duduk proses pengupasan buah dan daging

2. Metode

Berikut ini merupakan rincian mengenai setiap langkah dari sistematika model metodologi pemecahan masalah yang digunakan dalam penelitian.

1. Pengamatan awal dan identifikasi masalah bertujuan untuk memahami proses bisnis yang dilakukan oleh UD. Dua Dewi. Pengamatan awal dilakukan dengan melakukan studi lapangan, wawancara dengan pihak usaha dan karyawan
2. Penentuan tujuan dan batasan penelitian untuk mengetahui tujuan dari penelitian yang akan dilakukan sesuai dengan identitas masalah, sedangkan batasan penelitian dilakukan untuk membatasi apa saja yang akan diteliti saat penelitian.
3. Studi literatur dilakukan untuk mendalami hal-hal yang berkaitan dengan teori maupun metode yang digunakan dalam penelitian.
4. Pengumpulan data yang dilakukan terdapat dua jenis yaitu data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari pengamatan langsung. Melakukan wawancara, observasi, dan diskusi. Sedangkan data sekunder didapat dari data terdahulu seperti profil perusahaan.
5. Pengolahan data tata letak fasilitas menggunakan bantuan *software* BLOCPLAN. Sedangkan data Anthropometri dilakukan dengan melakukan pengukuran terhadap para pekerja dengan ketentuan 26 dimensi.
6. Perancangan usulan yaitu memberikan usulan terhadap pihak UMKM seperti perbaikan tata letak fasilitas baru dan perbaikan perancangan kerja.
7. Pengolahan data dan analisis hasil dilakukan untuk membandingkan hasil awal dengan hasil usulan perbaikan, yaitu jarak perpindahan material *layout* awal dan jarak perpindahan material alternatif usulan. Sedangkan usulan perbaikan peralatan kerja dengan melakukan pemilihan persentil untuk meja dan kursi.
8. Simpulan dan saran diperoleh dari pengolahan data dan analisis hasil. Pada bagian ini terdapat simpulan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan. Saran diperuntukkan untuk penelitian selanjutnya.

3. Hasil dan pembahasan

Dalam pelaksanaannya, hasil dari penelitian ini fokus dalam pembuatan:

3.1. Data awal

Tabel 2. Luas area dan titik koordinat *layout* awal

No	Keterangan	Kode Denah	(X)	(Y)	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m ²)
1	Ruang Pengorengan	A	2,5	9,5	11	5	55
2	Bak Air Mesin	B	2,5	16,5	5	3	15
3	Ruang Pencucian	C	16	16,5	3	2	6
4	Ruang Buah	D	9,5	16,5	5	3	15
5	Ruang Kulkas	E	15	16	6	4	24
6	Ruang Pengupasan	F	12	12,5	4	3	12
7	Ruang Pengemasan	G	17	8,5	3	2	6
8	Ruang Penampungan Buah	H	10,5	2	8,5	4	34
9	Kantor	I	20	14,5	3	4	12
10	Ruang Pertemuan	J	20	15,5	6	4	24
Total							203

Tabel 3. Dimensi mesin dan peralatan

No	Nama	Jumlah (unit)	Ukuran		Luas (m ²)
			Panjang (m)	Lebar (m)	
1	<i>Frying Machine</i> Nangka	2	1,04	1	1,04
2	<i>Machine Sealer</i>	1	0,8	0,4	0,32
2	Kulkas Standar	8	0,55	0,53	0,2915
3	Kulkas Kotak Panjang	3	1,105	0,873	0,964665
4	Gerobak Dorong (pasir)	1	1,4	0,68	0,952
5	Timbangan	1	0,9	0,53	0,477
6	Dingklek Duduk	10	0,22	0,22	0,0484

3.2. Jarak perpindahan

Perhitungan jarak perpindahan material *layout* awal produksi dilakukan menggunakan metode jarak *rectilinear*. Berikut adalah perhitungan jarak perpindahan material pada *layout* awal produksi:

Tabel 4. Jarak perpindahan *layout* awal

Aktivitas Perpindahan Proses Pembuatan Kripik Nangka					
No	Dari		Ke		Jarak (m)
	Nama	Kode	Nama	Kode	
1	Ruang Buah	D	Ruang Pengupasan	F	6,5
2	Ruang Pengupasan	F	Ruang Pencucian Buah	C	8
3	Ruang Pencucian Buah	C	Ruang Kulkas	E	1,5
4	Ruang Kulkas	E	Ruang Pengorengan	A	19
5	Ruang Pengorengan	A	Ruang Pengemasan	G	15,5
6	Ruang Pengemasan	G	Kantor	I	9
Total					59,5

3.3. Pengolahan data

Perancangan tata letak fasilitas UD. Dua Dewi menggunakan BLOCPLAN. Perancangan tata letak fasilitas pada penelitian ini dilakukan mulai dari kantor hingga area kerja produksi. Berikut proses pencarian solusi alternatif *layout* usulan menggunakan bantuan *software* BLOCPLAN sebagai berikut:

1. Data masukan
Pada langkah ini dilakukan memasukan luas area dan nama area kerja yang diteliti.
2. Activity Relationship Chart (ARC)
Keterkaitan aktifitas pada suatu lokasi, maka diperlukan suatu derajat kedekatan antar fasilitas yang satu dengan yang lain. Menentukan derajat kedekatan antar masing-masing departemen menggunakan simbol-simbol derajat kedekatan analisis ARC yang bersifat kualitatif. Simbol yang digunakan berupa kode-kode huruf yang menunjukkan derajat hubungan aktifitas serta nilai pada setiap simbol.
3. Nilai ARC Masing-masing Departemen
BLOCPLAN akan mengolah data dan akan menampilkan *score* ARC masing-masing departemen. *Score* departemen merupakan jumlah dari seluruh nilai simbol-simbol yang dimiliki masing-masing departemen.
4. Penentuan Rasio Panjang dan Lebar
Pada penelitian ini dipilih rasio 1,35 x 1 berdasarkan rasio panjang dan lebar dari tempat usaha tersebut.
5. Pilihan Alternatif *Layout* Usulan
Hasil dari alternatif *layout* didapatkan sembilan sembilan *layout* alternatif. Terdapat beberapa informasi yang digunakan untuk pertimbangan *layout* usulan alternatif terbaik yaitu *Adjacency score*, *Rel dist score*, dan *R score*.

Tabel 5 Nilai alternatif *layout*

<i>Layout</i>	<i>Adjacency Score</i>	<i>R-Score</i>	<i>Rel dist Score</i>
1	0,57	1,03	911,24
2	0,56	0,78	995,11
3	0,59	1,27	927,63
4	0,61	0,91	903,62
5	0,62	0,83	898,13
6	0,60	0,79	1000,13
7	0,61	0,92	899,70
8	0,58	0,91	894,19
9	0,62	0,85	993,43

3.4. Hasil perhitungan productivity ratio (*pr*)

Nilai pertama *Adjacency Score* merupakan nilai yang dilihat berdasarkan tingkat kedekatan antar fasilitas, *layout* yang memiliki nilai 1 atau sama dengan 1 merupakan nilai yang terbaik. Nilai *R-score* menunjukkan efisiensi dari alternatif *layout* untuk nilai yang mendekati 1 menunjukkan bahwa *layout* tersebut optimal sedangkan bila nilai *R-score* mendekati 0 menunjukkan *layout* tersebut tidak optimal ($0 \leq R\text{-score} \leq 1$), dan yang terakhir nilai *Rel dist score* menunjukkan semakin kecil nilainya maka alternatif *layout* tersebut semakin baik.

Kriteria Pemilihan Alternatif *Layout* Usulan

Layout 5 dan *layout* 9 memiliki *Adjacency score* (nilai kedekatan antar area) sama yaitu 0,62. Sedangkan *Rel dist score* (nilai jarak tempuh kedekatan) untuk *layout* 5 sebesar 898,13 dan untuk *layout* 9 sebesar 993,43. Kriteria yang terakhir yaitu *R-score* (normalisasi jarak tempuh kedekatan) masing-masing yaitu 0,83 untuk *layout* 5 sedangkan 0,85 untuk *layout* 9. Apabila dari suatu *layout* usulan terdapat nilai yang sama tinggi atau pada satu usulan satu dari ketiga kategori nilai ada yang tertinggi, maka pemilihan *layout* usulan dilakukan dengan pendekatan lain. *Layout* 5 sebesar 73,44 meter dan *layout* 9 sebesar 71,83 meter.

3.5. Penyesuaian *layout* terpilih

Layout yang terpilih belum tentu menjadi *fixed layout*, disebabkan belum adanya penyesuaian terhadap akses *material handling*. Sehingga perlu adanya penambahan *aisle* antar stasiun kerja. Alat bantu *material handling* yang digunakan di UD. Dua Dewi yaitu gerobak dorong. Berdasarkan Wignjosebroto (2003) jalan lintasan operator yang diberikan pada setiap stasiun kerja yaitu 1 meter untuk lebar lintasan agar mempermudah gerakan operator. Sedangkan lebar *aisle* untuk gerobak dorong sebesar 1,5 meter, agar mempermudah perpindahan material dari satu departemen ke departemen lainnya dalam area kerja yang terbatas.

Tabel 6 Hasil perhitungan pr tahun 2019-2020

Kriteria	Productivity Ratio		IP Periode 1	IP Periode 2
	Periode 1	Periode 2		
Material/Bahan Baku (kg)	1,1466	1,1364	100	99,11
Tenaga Kerja Giling+Kiby (org)	129,3921	132,0030	100	102,02
Tenaga Kerja Tap+Limbah (org)	402,5531	410,6760	100	102,02
Energi (KWh)	71,1797	70,3195	100	98,79
Total Input Beras	1,1156	1,1063	100	99,17

Tabel 7 Hasil perhitungan pr tahun 2019-2021

Kriteria	Productivity Ratio		IP Periode 1	IP Periode 2
	Periode 1	Periode 2		
Material/Bahan Baku (kg)	1,1466	1,1489	100,00	100,20
Tenaga Kerja Giling+Kiby (org)	129,3921	128,0261	100,00	98,94
Tenaga Kerja Tap+Limbah (org)	402,5531	400,9238	100,00	99,60
Energi (KWh)	71,1797	74,4368	100,00	104,58
Total Input Beras	1,1156	1,1184	100,00	100,25

3.6. Anthropometri

3.6.1 Data antropometri

Tabel 8 Data antropometri

No	Orang ke- (mm)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1550	1630	1665	1580	1543	1621	1650	1695
2	1430	1500	1544	1442	1458	1444	1527	1545
3	1270	1350	1366	1278	1253	1340	1305	1440
4	945	1010	1035	965	928	985	987	1069
5	675	740	727	665	534	660	650	722
6	880	879	895	873	838	825	837	887
7	680	780	766	632	688	678	730	710
8	500	590	606	445	536	527	496	560
9	220	290	277	287	189	191	176	245
10	100	110	125	128	188	167	120	143
11	460	420	427	471	522	529	490	573
12	430	340	380	364	407	438	410	424
13	422	480	475	472	477	504	524	515
14	470	420	415	413	387	440	480	427

15	458	405	418	450	382	412	360	375
16	365	424	341	340	341	318	420	332
17	250	280	320	283	332	290	323	315
18	290	230	382	275	366	293	294	370
19	400	420	445	400	415	430	449	421
20	150	180	143	162	198	182	152	148
21	160	180	180	170	179	180	178	182
22	80	80	77	70	81	77	80	77
23	1641	1765	1740	1790	1699	1650	1775	1476
24	1943	1990	2670	1900	1855	1984	1835	2105
25	1650	1680	1672	1635	1565	1602	1613	1789
26	680	680	742	682	637	640	740	743
Tenaga Kerja Tap+Limbah (org)					1,0231	0,9735	0,9960	
Energi (KWh)					1,0043	1,0412	1,0458	
Total Input					1,0035	0,9990	1,0025	

3.6.1 Hasil mean dan standard deviasi perhitungan anthropometri

Tabel 9 Hasil mean dan standard deviasi

No	Mean	Standar Deviasi
1	1616,75	54,77
2	1486,25	51,48
3	1325,25	56,37
4	990,5	52,97
5	671,625	75,38
6	864,25	136,83
7	708	266,52
8	532,5	395,55
9	234,375	373,38
10	135,125	381,12
11	486,5	404,97
12	399,125	410,99
13	483,625	390,01
14	431,5	293,36
15	407,5	245,06
16	360,125	40,34
17	299,125	177,25
18	312,5	136,10
19	422,5	123,12
20	164,375	115,00
21	176,125	70,61

22	77,75	62,21
23	1692	100,56
24	2035,25	105,28
25	1650,75	125,02
26	693	519,21

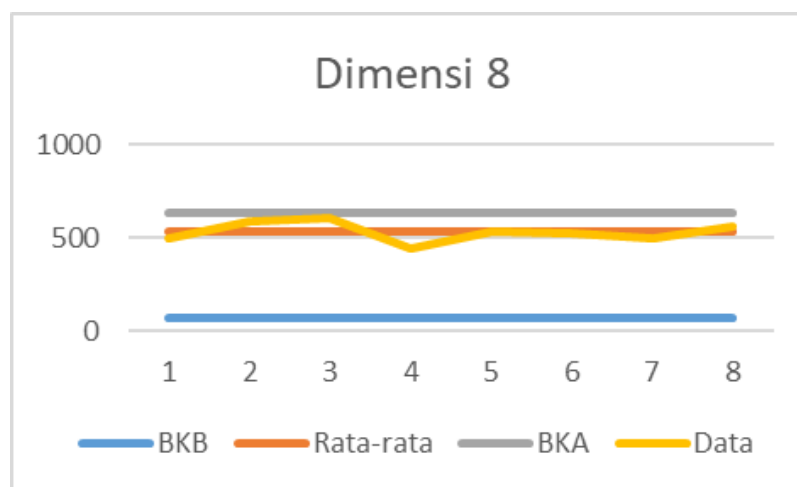
3.6.1 Tahapan pengolahan data anthropometri

Uji keseragaman data perlu dilakukan untuk mengetahui apakah data tersebut sudah seragam atau belum. Berikut salah satu hasil uji keseragaman data pada dimensi anthropometri:

Dimensi 8, tinggi bahu dalam posisi duduk

$$\begin{aligned}
 BKA &= \bar{x} + k \sigma \\
 &= 532,5 + 2(49,43883) \\
 &= 631,3737 \\
 BKB &= \bar{x} - k \sigma \\
 &= 532,5 - 2(49,43683) \\
 &= 73,4368
 \end{aligned}$$

Pada perhitungan BKA (Batas Kontrol Atas) dan BKB (Batas Kontrol Bawah) menggunakan *confident interval* (k) = 2 yang memiliki arti tingkat kepercayaan sebesar 95%. Berikut grafik uji keseragaman data pada dimensi 8:



Gambar 5. Grafik uji keseragaman dimensi 8

Pada grafik di atas menunjukkan bahwa rata-rata dimensi 8 berada diantara BKA dan BKB, sehingga data anthropometri dimensi 8 yang diperoleh bersifat seragam.

Uji normalitas data pengukuran anthropometri ini diperlukan untuk membuktikan apakah data yang diambil terdistribusi normal atau tidak. Pengujian normalitas ini dilakukan dengan menggunakan Minitab dan menggunakan metode *Kolmogorov-Smirnov*. Dimensi 8, tinggi bahu dalam posisi duduk. Uji normalitas dari dimensi tinggi bahu dalam posisi duduk diperlukan beberapa langkah. Langkah pertama adalah menentukan indikator diterima atau tidaknya pengujian kenormalan data. Langkah kedua adalah menentukan nilai α (*confidence interval*) dan *critical value* sebagai syarat penolakan H_0 . Langkah terakhir adalah uji normalitas data dengan menggunakan Minitab. Berikut hasil pengujian yang dilakukan menggunakan hipotesis dari *Kolmogorov Smirnov Test*:

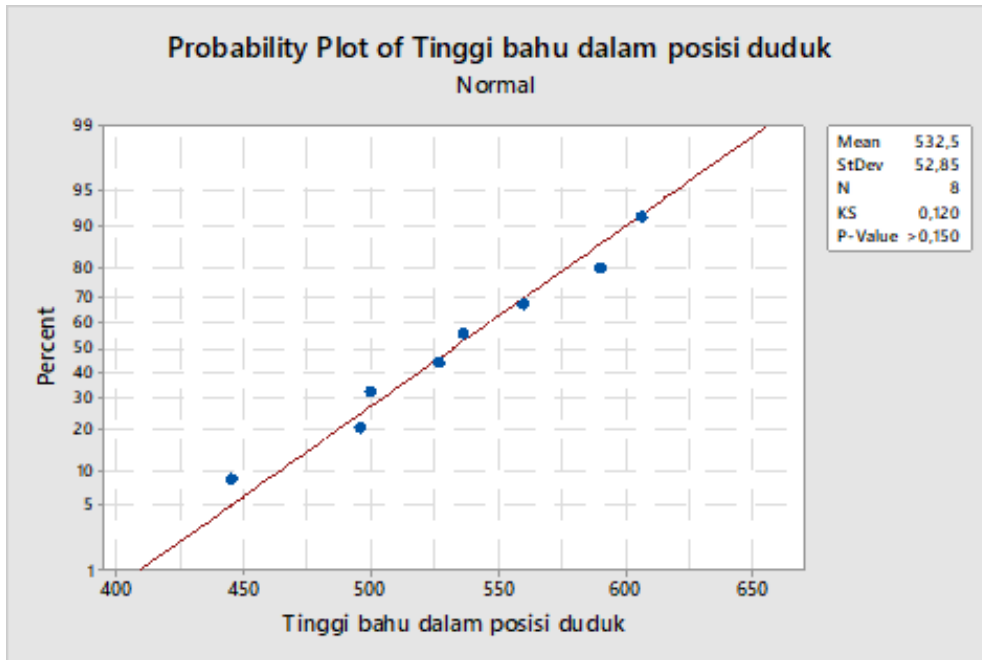
H_0 : Data dimensi 8 terdistribusi normal.

H_1 : Data dimensi 8 tidak terdistribusi normal.

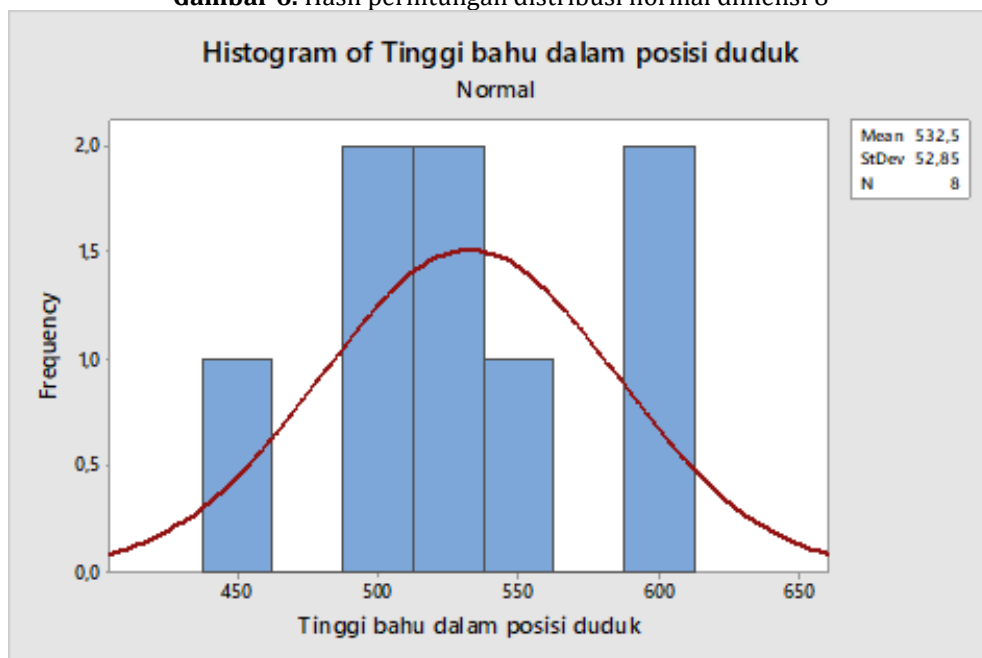
α : 0,05

Critical value = Menerima H_0 jika $P - Value > \alpha$

Menolak H_0 jika $P - Value < \alpha$



Gambar 6. Hasil perhitungan distribusi normal dimensi 8



Gambar 7. Histogram pada dimensi 8

Hasil perhitungan pada program Minitab dengan menggunakan metode *Kolmogorov Smirnov*, didapatkan nilai *P – Value* sebesar lebih dari 0.150 ($P – Value > 0.150$) dan dapat disimpulkan bahwa dimensi 8 menerima H_0 yang menyatakan bahwa data terdistribusi normal.

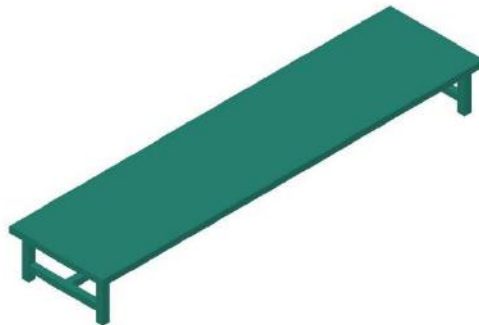
3.7. Hasil perancangan kursi



Gambar 8. Perancangan kursi usulan

- a. Tinggi kursi = 39,61 cm
- b. Lebar kursi = 42,26 cm
- c. Panjang kursi = 34,84 cm
- d. Tinggi sandaran punggung kursi = 53,15 cm
- e. Lebar sandaran punggung kursi = 42,325 cm

3.7. Hasil perancangan meja



Gambar 9. Perancangan meja usulan

- a. Tinggi meja = 65,6 cm
- b. Lebar meja = 127,61 cm
- c. Panjang meja = 613,5 cm

4. Kesimpulan

- Kategori yang dipilih ialah nilai *layout* 9 dengan *Adjacency score* (nilai kedekatan antar area) sebesar 0,62. *Rel dist score* (nilai jarak tempuh kedekatan) sebesar 993,43. *R-score* (normalisasi jarak tempuh kedekatan) sebesar 0,85. Jarak perpindahan awal sebesar 59,5 meter sedangkan jarak perpindahan antar fasilitas untuk *layout* usulan sebesar 71,83 meter. Jarak perpindahan awal memiliki jarak yang lebih pendek dibanding jarak perpindahan usulan, meskipun demikian jarak perpindahan usulan telah disesuaikan

dengan luas dari UMKM UD. Dua Dewi dan telah disesuaikan dengan lebar panjang *aisle*. Selain itu, disesuaikan dengan luas mesin dan peralatan kerja yang ada di UD. Dua Dewi.

- Usulan antropometri ukuran tubuh manusia dalam perancangan peralatan kerja meja dan kursi pada area kerja pemisah daging buah dan biji nangka diharapkan membantu meningkatkan produktifitas pekerja dan dapat mengurangi keluhan nyeri sakit sehingga para pekerja akan lebih nyaman dalam penggunaan kursi dan meja. Data antropometri didapatkan dari pengukuran delapan orang karyawan yang nantinya data tersebut akan dilakukan uji normalitas dan kemudian akan dipilih dimensi mana yang sesuai dengan perancangan kursi dan meja.

Penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan metode lainnya agar memberikan hasil yang lebih baik. Selain itu, berdasarkan hasil dan analisis anthropometri perancangan usulan peralatan kerja meja dan kursi, diharapkan untuk penelitian selanjutnya dilakukan penerapan sekaligus analisis postur tubuh, agar dapat membandingkan sebelum dan sesudah adanya perbaikan peralatan kerja.

Daftar pustaka

- Apple, M. J., 1990. *Tata letak pabrik dan pemindahan bahan*, 3rd edition, Diterjemakan dari Bahasa Inggris oleh Nurhayati M. T. Mardiono, Penerbit ITB, Bandung.
- Badan Pusat Statistik., 2017. Tabel perkembangan UMKM pada periode 1997 -2013. Tersedia online di <https://www.bps.go.id/statictable/2014/01/30/1322/tabel-perkembangan-umkm-pada-periode-1997--2013.html> (Diakses pada 10 November 2017)
- Hadiguna, R. A., Setiawan, H., 2008. *Tata letak pabrik*. Penerbit Andi, Yogyakarta
- Heragu, S. S., 2008. *Facilities design*, 4th edition. BWS Publishing Company, Boston
- Nurgiyantoro, B., Gunawan., Marzuki, 2004. *Statistik terapan untuk penelitian ilmu-ilmu sosial*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta
- Nurmianto, E., 1996. *Ergonomi konsep dasar dan aplikasinya*, First Edition. Guna Widya, Jakarta
- Undang-Undang No 20 Tahun 2008 tentang Usaha Mikro Kecil Menengah
- Wignjosoebroto, S., 2003. *Tata letak pabrik dan pemindahan bahan*, 3rd edition. Guna Widya, Surabaya
- Wignjosoebroto, S., 2006. *Ergonomi studi gerak dan waktu*, First edition. Guna Widya, Surabaya

This page is intentionally left blank



Usulan Rancangan Tata Letak Fasilitas Produksi di PT NS BlueScope Lysaght Indonesia

Ivena Faustina^{1, a)}, Teguh Oktiarso^{1, b)}, Yurida Ekawati^{1, c)}

¹Program Studi Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Ma Chung Malang
Jalan Villa Puncak Tidar N-01 Malang 65151, Indonesia

Author Emails

a) 411810002@student@machung.ac.id

b) teguh.oktiarso@machung.ac.id

c) yurida.ekawati@machung.ac.id

Received 3 April 2022 / Revised 8 May 2022 / Accepted 30 June 2022 / Published 12 December 2022

Abstract. This study addresses the changes in production layout at PT NS Bluescope Lysaght Indonesia, caused by the relocation of the factory to a wider land and the use of a different crane. The new factory utilizes Gantry Crane that uses rails on the production floor, which limits the land used. The study uses the Computerized Relationship Layout Planning (Corerap) algorithm to propose alternative production layouts. Four layout proposals were generated, and the layout proposal with the smallest product transfer distance was selected. The results showed that layout proposal 4 was the most effective and efficient, with a total displacement range of 453.7 meters. This study highlights the importance of using advanced algorithms to optimize production layouts, particularly when changes in equipment and facilities occur. The proposed layout can potentially increase productivity and efficiency in production. The study contributes to the body of knowledge on production layout planning and optimization using computerized algorithms.

Keywords : *Computerized Relationship Layout Planing (CORELAP); Gantry crane; Layout*

1. Pendahuluan

PT. *Ns BlueScope Lysaght Indonesian* memiliki kendala dalam merancang ulang tata letak pabrik, yaitu PT. *Ns BlueScope Lysaght Indonesian* pindah ke lokasi pabrik yang lebih luas dibanding sebelumnya. Meskipun lahan yang digunakan lebih luas, tetapi memiliki kendala dalam pergerakan *crane* yang digunakan. Pabrik lama menggunakan *Overhead Crane*. *Overhead Crane* tersebut menggunakan rel di atas, sehingga tidak memakan tempat, sedangkan *Crane* yang digunakan di pabrik baru adalah *Gantry Crane*, yang membutuhkan rel di bawah. PT. *Ns BlueScope Lysaght Indonesian* tidak menggunakan *Overhead Crane* untuk di pabrik baru, karena dinding pabrik yang baru tidak dapat menahan beban *crane*, sehingga menggunakan *Gantry Crane*. *Gantry Crane* memiliki kuda-kuda dengan lebar 15 m dan memiliki ketinggian 6 m. *Gantry Crane* ini memiliki peran yang penting, yaitu *crane* ini yang akan melakukan semua pemindahan produk. Produk dari setiap mesin akan dipindahkan ke depan pabrik yang merupakan tempat penyimpanan sementara sebelum dikirim. PT. *NS Bluescope Indonesia* memiliki 7 mesin yang memproduksi produk yang berbeda, antara lain Smartdek, Trimdek Optima, Klip-lok, Flashing, Spandek dan profil C. *Crane* tersebut diletakkan sejajar dengan pintu pabrik dengan tujuan mempermudah saat pemindahan produk untuk *loading* ke dalam truk, sehingga harus memiliki lintasan atau gang khusus yang tidak terhalangi oleh mesin untuk mencapai tempat penyimpanan sementara. Selain itu, PT. *Ns BlueScope Lysaght Indonesia* memiliki ketentuan, agar mengangkat

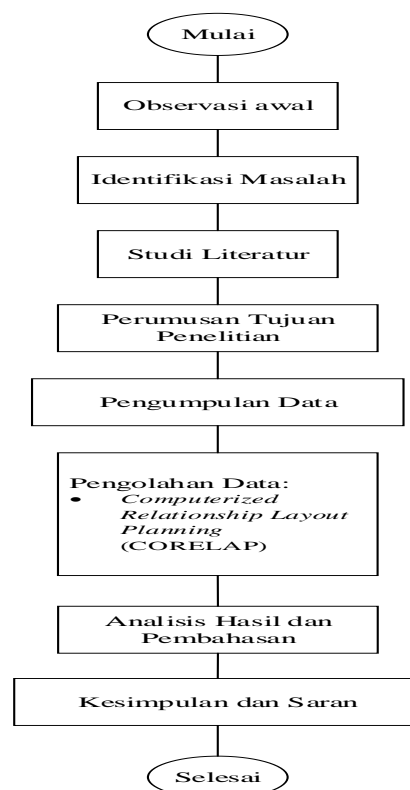
produk menggunakan *crane* dengan ketinggian kurang lebih 30 cm dari tanah. Jika ada pekerja dibawah *crane* yang beroperasi, produk akan diangkat lebih tinggi. Hal tersebut dapat membahayakan pekerja, jika sampai produk terjatuh.

Perbedaan *Gantry Crane* dan *Overhead Crane* yang mempengaruhi *layout* pabrik adalah rel yang digunakan *crane* saat beroperasi. Rel atau lintasan yang digunakan oleh *Overhead Crane* adalah rel yang dipasang di dinding pabrik, sehingga tidak mempengaruhi *layout* pabrik. Sedangkan *Gantry Crane* menggunakan rel yang dipasang di bawah atau di lantai. Hal tersebut mempengaruhi *layout*, karena di sisi samping rel harus dipasang pagar, sehingga saat *crane* beroperasi, pekerja aman dari pergerakan *crane*. Rel tersebut juga menyisakan ruang di samping kiri dan kanan rel sekitar 4,25 m sampai dinding pabrik. Hal lain yang menjadi hambatan adalah *coil* dari tempat penyimpanan bahan baku hanya dapat masuk di satu sisi pagar, sehingga mesin-mesin sebisa mungkin disusun berdekatan dengan pagar tersebut, agar pendistribusian *coil* tidak terlalu jauh. Beberapa kendala yang dihadapi oleh PT. *Ns BlueScope Lysaght* Indonesia mengenai *layout* pabrik akan dilakukan usulan perancangan menggunakan metode *Computerized Relationship Layout Planning* (CORELAP).

Pabrik PT. *Ns BlueScope Lysaght* Indonesia memiliki panjang 120 meter dan lebar 70 meter. Pabrik ini terdiri dari 2 bangunan yang digunakan untuk gudang dan perkantoran, serta area produksi. Area produksi memiliki panjang 120 meter dan lebar 23 meter, serta dilengkapi dengan 7 mesin produksi yang beroperasi. Mesin-mesin tersebut adalah *coil car*, Mesin Tratas, Mesin Smartdek, Mesin OPT Trimdek, Mesin Spandek dan V-Crimp, CTL dan PBK dan Mesin Klip-lok 406.

2. Metode

Penelitian ini menggunakan metode CORELAP. Penelitian ini membutuhkan beberapa tahapan untuk menyelesaikan permasalahan yang dengan tahapan-tahapan yang disusun secara sistematis dalam sebuah diagram alir. Berikut merupakan diagram alir dari tahapan yang dilalui pada penelitian Tugas Akhir untuk membuat tata letak pabrik dan gudang.

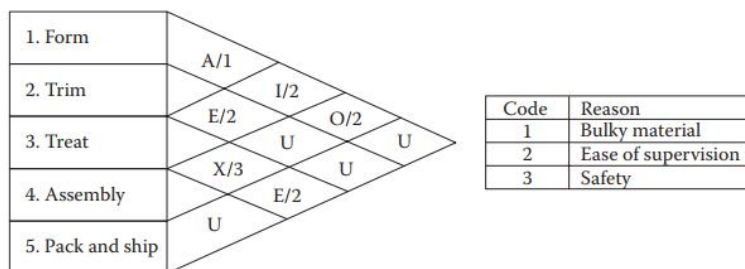


Gambar 1 Diagram alir penelitian

CORELAP merupakan program konstruksi yang dapat menangani 70 lebih departemen dengan menggunakan *REL chart*. CORELAP memiliki kemampuan untuk memasukkan beberapa

departemen ke dalam *layout*, tetapi hanya dilakukan untuk sekeliling *layout* saja. CORELAP memetakan dalam bentuk persegi panjang yang akan mempresentasikan area pengurutan dari REL. Pengurutan tersebut menggunakan pembobotan dan ditetapkan menggunakan *closeness rating*. Data minimum yang dibutuhkan untuk metode CORELAP adalah grafik hubungan untuk departemen, jumlah departemen, area setiap departemen dan bobot untuk grafik REL.

Program ini dikembangkan oleh Lee dan Moore dengan istilah yang tidak biasa, yaitu *victor* dan *winner*. *Victor* merupakan departemen yang akan diletakkan di dekat dengan *winner*. *Winner* sendiri merupakan departemen yang diletakkan pertama di *layout* dan memiliki nilai tertinggi. *Closeness rating* memiliki simbol A, E, I, O, U, X yang memiliki nilai. Nilai untuk simbol A=6, E=5, I=4, O=3, U=2 dan X=1. Dengan kata lain, penilaian untuk simbol *closeness rating* (Muther, 1973, di dalam Heragu, 2016) memiliki arti untuk simbol A= sangat dibutuhkan, E= sangat penting, I= penting, O= biasa, U= tidak penting dan X= tidak diinginkan. Departemen A akan diletakkan berdampingan dengan departemen A, begitu pula dengan departemen E. Penempatan departemen E tidak boleh mempengaruhi departemen A, sehingga membuat departemen A terpisah. Sama dengan departemen A dan E, departemen I juga diletakkan berdampingan dengan departemen yang berhubungan dengan departemen I, tetapi jika tidak memungkinkan untuk berdampingan, maka diletakkan sedekat mungkin dengan departemen I. Maka dari itu, penting untuk menjaga hubungan departemen A dalam grafik sebesar 5% dari total hubungan. Departemen X sama pentingnya dengan departemen A, tetapi penempatan departemen X tidak boleh berdampingan. Departemen-departemen tersebut digambarkan dalam *Activity Relationship Chart* (ARC) yang menunjukkan tingkat hubungan antar departemen. Berikut merupakan contoh *Activity Relationship Chart* (ARC).



Gambar 2 Contoh *Activity Relationship Chart* (ARC)

Untuk menghitung *Total Closeness Rating* (TCR) dapat dihitung dari nilai jumlah antar departemen. Nilai departemen diurutkan dalam daftar menurun, nilai tertinggi diletakkan paling atas. *Winner* ini nanti akan diletakkan ditengah *layout* dan di sekelilingnya akan diisi dengan departemen yang memiliki simbol A dengan nilai *closeness rating* yang sangat dekat dengan *winner*. Departemen-departemen yang sudah diletakkan mendekati winner akan berkembang ke departemen lainnya yang akan disusun berdasarkan nilai *closeness rating* yang mendekati dengan departemen disebelahnya. Berikut merupakan cara perhitungan *Total Closeness Rating* (TCR) (Agustina, 2007).

$$TCR_i = \sum_{j=1}^m rij \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana:

$i = 1, 2, 3, \dots, m$

$j \neq 1$

$m =$ jumlah departemen dalam rancangan

$rij =$ nilai hubungan kedekatan dari stasiun kerja i terhadap stasiun kerja j.

3. Hasil dan Pembahasan

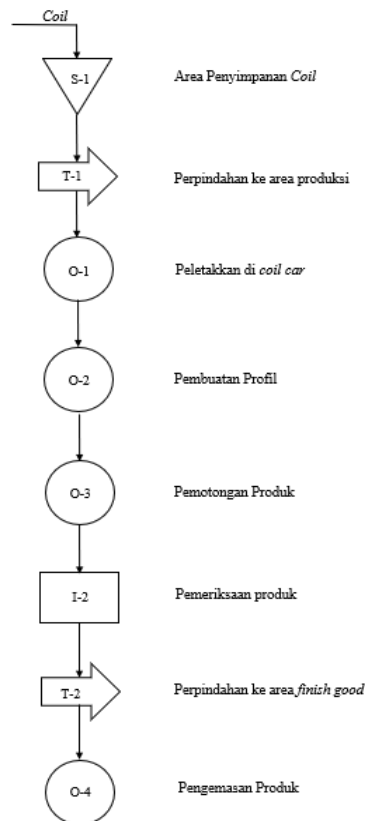
Gambaran denah pabrik digunakan untuk memperhitungkan kebutuhan hubungan kedekatan antar area atau mesin yang dibuat berdasarkan kondisi nyata di PT. *Ns BlueScope Lysaght* Indonesia, berdasarkan hasil pengamatan. PT. *Ns BlueScope Lysaght* Indonesia pada

pabrik yang lama memiliki luas keseluruhan 1610 m², dengan panjang 73 m dan lebar 22 m. Berikut merupakan *layout* PT. *Ns BlueScope Lysaght* Indonesia di pabrik lama.

PT. Indonesia pindah ke pabrik yang lebih luas dan memiliki luas pabrik keseluruhan 5520 m² yang terdiri dari gudang, area perkantoran dan area produksi. Area produksi memiliki luas 1740 m², sebenarnya ruangan yang digunakan untuk area produksi memiliki luas 2760 m² dengan panjang 120 meter dan lebar 23 meter, tetapi PT. *Ns BlueScope Lysaght* Indonesia menggunakan *Gantry Crane* yang menggunakan rel sebagai jalur pergerakan atau perpindahan. Hal tersebut, mempengaruhi luas area produksi sehingga menjadi lebih kecil. *Layout* produksi pabrik lama dan pabrik baru tidak bisa dibandingkan, karena penggunaan *crane* yang berbeda dan ada beberapa mesin baru yang digunakan. *Layout* yang digunakan PT. *Ns BlueScope Lysaght* Indonesia di pabrik lama sebagai acuan untuk peletakan mesin yang memiliki pengaruh terhadap mesin lainnya.

3.1. Peta Proses Produksi (*Operation Process Chart*)

Proses produksi di PT. *Ns BlueScope Lysaght* Indonesia diawali dengan pengambilan *coil* dari gudang dan diletakkan di *coil car*. *Coil car* ini dimiliki oleh tiap mesin. Kegunaan dari *coil car* adalah untuk meletakkan *coil* yang akan digunakan sebagai bahan baku pembuatan produk. Berikut merupakan OPC pada PT. *Ns BlueScope Lysaght* Indonesia.



Gambar 3 *Operation Process Chart* (OPC)

Berikut merupakan keterangan dari *Operational Process Chart* pada PT. *Ns BlueScope Lysaght* Indonesia.

Tabel 1 Keterangan *operation process chart*

Simbol	Keterangan Proses
Operation	
O-1	Peletakkan <i>coil</i> dari gudang di <i>coil car</i> pada setiap mesin. <i>Coil</i> tersebut diletakkan di mesin yang akan beroperasi.

O-2	Profil yang dibuat oleh setiap mesin berbeda-beda. Pembuatan profil dapat dibedakan berdasarkan bentuk dan banyak lekukan. Profil tersebut adalah Spandek, Smartdek, Klip-lok dan Trimdek Optima.
O-3	Pemotongan produk dilakukan oleh setiap mesin pembuat profil berdasarkan panjang yang sudah ditentukan.
O-4	Pengemasan produk. Pada proses ini produk akan dikemas menggunakan plastik dan diluar dari plastik tersebut akan diberi produk dengan ukuran yang lebih kecil untuk menahan tali yang membungkus produk tersebut, agar produk yang sebenarnya tidak rusak selama pengiriman.
Transportation	
T-1	Memindahkan <i>coil</i> dari gudang ke area produksi. Proses memindahkan <i>coil</i> ini, dibantu dengan <i>forklift</i> .
T-2	Memindahkan produk dari mesin ke area <i>finish good</i> . Proses memindahkan produk dari mesin ke area <i>finish good</i> dibantu oleh <i>crane</i> .
Storage	
S-1	Penyimpanan <i>coil</i> dengan jenis yang berbeda, yaitu <i>coil</i> yang berwarna disebut dengan Colorbond dan <i>coil</i> yang tidak berwarna disebut Zinalum.

3.2. Pengolahan Data

3.2.1. Activity Relationship Chart PT. Ns BlueScope Lysaght Indonesia

Penilaian derajat kedekatan pada penelitian ini dilakukan dengan mempertimbangkan 7 mesin dan daerah *platform* yang merupakan daerah penempatan *finish good* sementara sebelum dikirim menggunakan truk. Beberapa hal yang menjadi pertimbangan adalah *layout* yang terbatas oleh penggunaan rel dari *Crane Gantry* dan posisi dari *crane* tersebut harus sejajar dengan pintu masuk pabrik. Berikut merupakan *Activity Relationship Chart* atau ARC dari PT. Ns BlueScope Lysaght Indonesia.

Tabel 2 Activity Relationship Chart PT. Ns BlueScope Lysaght Indonesia

Nama Mesin	Coil Car	Tratas	Smartdek	Trimdek Optima	Spandek	Klip-lok	CTL PBK	Platform
Coil Car		U	U	U	A	A	U	U
Tratas	U		A	E	O	O	E	A
Smartdek	U	A		A	E	E	O	O
Trimdek	U	E	A		I	I	I	I
Spandek	A	O	E	A		A	O	O
Klip-lok	A	O	E	A	A		O	O
CTL PBK	U	E	O	A	O	O		A
Platform	U	A	O	I	O	O	A	

Keterangan:

- A = memiliki nilai 100
- E = memiliki nilai 50
- I = memiliki nilai 25
- O = memiliki nilai 10
- U = memiliki nilai 5

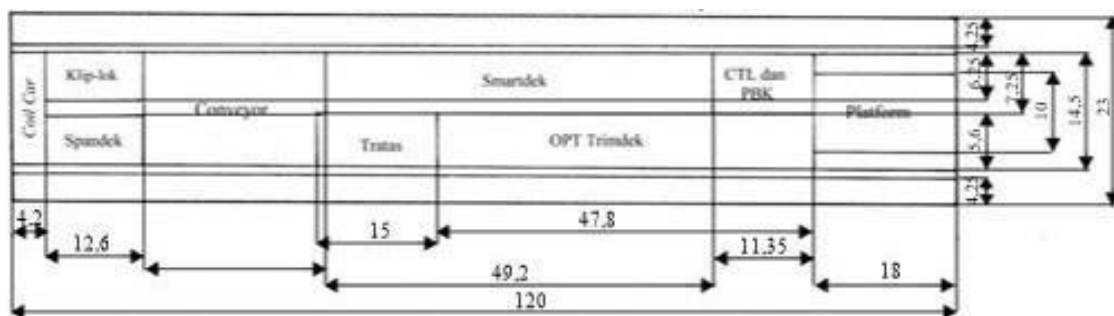
Tabel 3 Total Closeness Rating PT. Ns BlueScope Lysaght Indonesia

Nama Mesin	Coil Car	Tratas	Smartdek	Trimdek Optima	Spandek	Klip-lok	CTL PBK	Platform	TCR	Urutan
Coil Car		5	5	5	100	100	5	5	225	8
Tratas	5		100	50	10	10	50	100	325	5
Smartdek	5	100		100	50	100	10	10	375	3
Trimdek	5	50	100		50	50	50	25	330	4
Spandek	100	10	50	100		100	10	10	380	1
Klip-lok	100	10	50	100	100		10	10	380	2
CTL dan PBK	5	50	10	100	10	10		100	285	6
Platform	5	100	10	25	10	10	100		260	7

Hasil perhitungan *Total Closeness Rating* (TCR) di PT. Ns BlueScope Lysaght Indonesia dapat dilihat pada tabel diatas, setelah dihitung *closeness rating* dari setiap mesin, maka dilakukan pengurutan mesin untuk diletakkan pertama pada *layout* usulan. Berikut merupakan tabel urutan total closeness rating di PT. Ns BlueScope Lysaght Indonesia.

Tabel 4 Urutan Total Closeness Rating PT. Ns BlueScope Lysaght Indonesia

Nama	TCR	Urutan
Spandek	380	1
Klip-lok	380	2
Smartdek	375	3
Trimdek	330	4
Tratas	325	5
CTL PBK	285	6
Platform	260	7
Coil Car	225	8

**Gambar 2** Usulan *layout*

Keterangan:

Panjang dan lebar dalam satuan meter

3.2.2. Perhitungan Titik Berat *Layout* Usulan

Hasil perhitungan usulan *layout* dengan menggunakan algoritma CORELAP, kemudian dilakukan perhitungan titik berat untuk setiap mesin atau fasilitas. Perhitungan titik berat pada usulan *layout* digunakan untuk menghitung perjalanan produk dari mesin ke daerah platform menggunakan *Gantry Crane*. *Crane* tersebut berjalan tegak lurus untuk mengambil produk dari mesin menuju daerah platform dan kemudian diletakkan di kendaraan. Berikut merupakan perhitungan titik berat untuk setiap *layout* usulan.

Tabel 5 Perhitungan titik berat *layout*

No.	Nama Mesin	Titik Berat <i>Layout</i> Usulan (m)	
		X	Y
1.	Smartdek	43	15,5
2.	Optima	115,7	8,5
3.	Klip-lok	108	8,5
4.	Spandek	107	15,7
5.	CTL dan PBK	40,5	9,5
6.	<i>Coil car</i>	11,6	12
7.	Tratas	67,8	12
8.	Platform	7	12,2

Perhitungan titik berat *layout* usulan digunakan untuk menghitung perpindahan produk dari mesin ke daerah platform. Mesin-mesin tersebut membuat satu produk, kecuali *coil car*. *Coil car* merupakan mesin yang berfungsi untuk memasukkan bahan baku atau *coil* ke dalam mesin Klip-lok dan Spandek, karena tidak ada jarak perpindahan produk. Berikut merupakan hasil perhitungan jarak perpindahan dari mesin ke daerah platform menggunakan rumus $d(X_i, P_i) = |x - a_i| + |y - b_i|$.

Tabel 6 Hasil perhitungan total jarak perpindahan

No.	Nama Mesin	<i>Layout</i> 1 (m)	<i>Layout</i> 2 (m)	<i>Layout</i> 3 (m)	<i>Layout</i> 4 (m)
1.	Smartdek	92	55	39,8	39,3
2.	Optima	80,7	191	42	105
3.	Klip-lok	51,5	104,3	89	104,7
4.	Spandek	51,1	105	89,3	103,5
5.	CTL dan PBK	111,5	33,7	121,3	40,2
6.	<i>Coil car</i>	-	-	-	-
7.	Tratas	107	107	107,5	61
Total Jarak Perpindahan		493,8	596	488,9	453,7

3.3. Analisis Hasil Pengolahan Data

Algoritma CORELAP digunakan untuk menghitung kedekatan fasilitas yang saling mempengaruhi menggunakan *Activity Relationship Chart* (ARC). Perhitungan menggunakan ARC menghasilkan usulan *layout*, kemudian menghitung *Placing Rating* (PR) dari setiap usulan *layout* tersebut. *Placing Rating* merupakan jumlah peringkat dari *closeness rating* departemen yang akan dimasukkan pertama kali dan departemen selanjutnya. Hasil perhitungan PR dari 4 usulan *layout* tersebut dipilihlah usulan *layout* 4, karena hasil PR lebih besar daripada usulan *layout* lainnya.

Selain itu, perpindahan total jarak produk juga merupakan hal yang harus diperhatikan. Hasil perhitungan dari total jarak perpindahan produk dari 4 *layout* usulan dengan menggunakan algoritma CORELAP menghasilkan total jarak perpindahan untuk *layout* usulan 1 sebesar 493,8 meter, *layout* usulan 2 sebesar 596 meter, *layout* usulan 3 sebesar 488,9 meter dan *layout* usulan 4 sebesar 453,7 meter. Hasil perhitungan 4 usulan *layout* tersebut dapat dilihat usulan *layout* 4 memiliki nilai total jarak perpindahan yang paling kecil, sehingga *layout* tersebut lebih efektif dibandingkan dengan *layout* yang lain.

4. Kesimpulan

Hasil perhitungan menggunakan algoritma CORELAP menghasilkan 4 usulan *layout*. Usulan *layout* tersebut dipilih berdasarkan total jarak perpindahan produk yang terkecil. Hasil total jarak perpindahan *layout* 1 sebesar 493,8 meter, *layout* usulan 2 sebesar 596 meter, *layout* usulan 3 sebesar 488,9 meter dan *layout* usulan 4 sebesar 453,7 meter. Selain dari hasil total jarak perpindahan, hasil perhitungan total dari *placing rating* (PR) paling besar adalah *layout* 4, sebesar 1760. Dari hasil tersebut dipilihlah usulan *layout* 4, karena berdasarkan perhitungan yang sudah

dilakukan usulan *layout* 4 merupakan usulan *layout* yang efektif dan efisien, sehingga dapat diterapkan di PT. *Ns BlueScope Lysaght* Indonesia.

Daftar Pustaka

- Andryzio, Mustofa, F. H dan Fitria, L., 2014. Usulan perancangan tata letak fasilitas dengan menggunakan metode automated layout design program (ALDEP) di CV. Kawani Tekno Nusantara. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, No. 04. Volume 3
- Agustina, D., Maukar, A.L., Dewi, D. R. S., 2007. Perencanaan produksi dan perbaikan tata letak di PT. Berkat Anugrah Alam Cemerlang. *Widya Teknik*, Volume 6, pp. 184-195
- Apple, J. M., 1990. *Tata letak pabrik dan pemindahan barang*, 3rd edition. Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Dwianto, Q. A., Susanty, S., Fitria, L., 2016. Usulan tata letak fasilitas dengan menggunakan metode Computerized Relationship Layout Planning (CORELAP) di perusahaan konveksi. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, No.04. Volume 3
- Eunike, A., Setyanto, N. W., Yuniarti, R., Hamdala, I., Lukodono, R.P., Fanani A.A., 2018. *Perencanaan produksi dan pengendalian persediaan*, UB Press, Malang
- Hadiguna, R. A., Setiawan, H., 2008. *Tata letak pabrik*. Penerbit Andi, Yogyakarta
- Hiregoudar, C., Reddy, B. R., 2007. *Facility planning and layout design*. Technical Publications Pune, India.
- Heizer, J., Render, B., 2011. *Operations management*, 10th edition. Pearson, New Jersey, USA
- Heragu, S. S., 2016. *Facilities design, 4th edition*. CRC Press, London, New York
- Lugito, A. W., Oktiarso, T., 2014. Perancangan tata letak yang optimal menggunakan algoritma corelap dan metode graph-based construction., *Symbol*, Volume I (1), pp. 81-94
- Meyers, F. E dan Stephens, M.P., 2013. *Manufacturing facilities design and material handling, 5th edition*. Pearson Education, Inc
- Pramono, M., Widyadana, I. G. A., 2015. Perbaikan tata letak fasilitas departemen sheet metal 1 PT. MCP. *Jurnal Titra*, No.2 .Volume 3
- Purnomo, H., 2004. *Perencanaan dan perancangan fasilitas*. Graha Ilmu, Yogyakarta
- Ristono, A., 2004. *Perencanaan dan perancangan fasilitas*. Graha Ilmu, Yogyakarta
- Sodikin, I., Mashuri, A., 2012. Penjadwalan produksi pada sistem manufaktur repetitive make to order flow shop melalui pendekatan theory of constraints. *Jurnal Teknologi Technoscintia*, Yogyakarta
- Tompkins, J. A., White J. A., Bozer, Y. A., Tanchoco, J. M.A., 2010. *Facilities planning, 4th edition*. John Wiley & Sons, New York
- Wignjosoebroto, S., 1995. *Ergonomi, studi gerak dan waktu. teknik analisis untuk peningkatan produktivitas kerja*. Guna Widya, Jakarta
- Wignjosubroto, S., 2003. *Pengantar teknik dan manajemen industri*. Guna Widya, Surabaya.



Analisis Manajemen Risiko di CV Ladang Management Menggunakan Model House of Risk (HOR)

Teguh Oktiarso^{1, a)}, Immanuel Nathaniel Ondang^{1, b)}, Sunday Noya^{1, c)}

¹Program Studi Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Ma Chung Malang
Jalan Villa Puncak Tidar N-01 Malang 65151, Indonesia

Author Emails

a) teguh.oktiarso@machung.ac.id

b) 411510010@machung.ac.id

c) sunday.alexander@machung.ac.id

Received 22 March 2022 / Revised 13 June 2022 / Accepted 20 August 2022 / Published 12 December 2022

Abstract. Risk management is crucial to minimize the negative effects of potential risks on business processes and operations. In this study, CV Ladang Management, an individual effort in the advertising industry, implemented the House of Risk model to identify risk agents and develop appropriate mitigation plans. The analysis of data obtained through this model revealed 15 risk events and 15 risk agents that can affect the company's business processes. Based on the prioritization of risks, 7 priority risk agents were identified, and 11 mitigation plans were proposed to address them. The plans include measures such as choosing tailors with optimal distances and investing in sewing machines for each tailor. By implementing these mitigation plans, CV Ladang Management can reduce the impact of potential risks and ensure the continuity of its business operations.

Keywords: *Mitigation plans; House of Risk; Risk management*

1. Pendahuluan

Risiko juga dapat terjadi kapan dan dimana saja tanpa memandang waktu dan tempat terjadinya. Hal ini biasanya sangat sulit untuk ditebak oleh setiap management yang belum melakukan pembelajaran pada waktu-waktu sebelumnya. Tentu saja hal ini membutuhkan metode khusus untuk dapat diselesaikan. Risiko merupakan faktor-faktor yang menghambat operasional perusahaan pada rantai pasok dimana risiko dapat dijumpai pada level pemasok, pabrik, distribusi, hingga ke konsumen dan lebih sering dikaitkan oleh kejadian yang mungkin terjadi dalam periode waktu tertentu [1]. Risiko dapat dihindari serta dapat di minimalisir bahkan memungkinkan untuk dihilangkan dengan melakukan penanganan risiko yang tepat [2].

Seperti halnya masalah yang dihadapi sebuah perusahaan jasa yang menyediakan barang yang dapat digunakan konsumen, risiko dapat terjadi pada umur pakai barang tersebut hingga kerusakan *spare part* barang tersebut. Manajemen risiko adalah salah satu disiplin ilmu yang dapat mengurangi risiko dalam kegiatan perusahaan. Hal ini dapat dihubungkan dengan model *House Of Risk* atau HOR. Model ini memungkinkan pihak manajemen untuk dapat memperkirakan dan menghitung setiap kebijakan yang akan dilaksanakan untuk kepentingan perusahaan. HOR biasanya dilakukan dalam dua fase yang menggambarkan *risk event* pada tahap 1 dan *risk agent* pada fase HOR tahap 2. CV. Ladang Management adalah salah satu usaha yang bergerak di bidang penyedia jasa layanan untuk kebutuhan *merchandise* acara-acara formal seperti baju panitia, gantungan kunci, gelas, dan pamflet.

Masalah yang dihadapi oleh CV. Ladang Management pada bagian konveksi adalah tidak adanya vendor kaos tetap sebagai pengaman kualitas barang yang diproduksi oleh CV. Ladang Management. Hal tersebut dapat menimbulkan masalah yang cukup serius karena seringnya mengganti vendor kaos, maka risiko yang dihadapi kualitas barang yang ditawarkan menurun, harga jual menjadi tidak stabil, kepercayaan konsumen terhadap servis yang diberikan akan berkurang, dan masih ada banyak hal lainnya yang dapat menjadi risiko jenis usaha tersebut.

Masalah lain yang di hadapi pada bagian konveksi adalah kurangnya orang yang mengawasi lapangan dan melakukan proses kontrol pada pengecekan dan pengendalian kualitas yang dihasilkan oleh para penjahit. Risiko yang dapat ditimbulkan adalah pekerja mengalami kelelahan pada saat mengecek kualitas kaos dari penjahit yang akhirnya membuat pekerja tersebut kewalahan dalam menyortir hasil dari penjahit. Masalah lebih lanjut pada penjahit, yang menggunakan beberapa tenaga dari *outsourcing* berjumlah tiga orang dan telah melakukan kerja sama dengan CV. Ladang Management. Risiko yang mungkin terjadi adalah kualitas jahitan tidak sama, *cost* untuk melakukan pengecekan yang dilakukan tenaga lapangan membesar, dan masih ada risiko yang lainnya.

Berdasarkan histori, ada masalah yang dihadapi seperti penjahit yang tidak sanggup untuk menyelesaikan pesanan tepat waktu, penjahit tersebut mengantarkan barang pesanan yang telah dikerjakan namun belum selesai. Masalah yang dihadapi oleh bagian manajerial perusahaan adalah seringnya menerima pesanan yang bertabrakan dengan pesanan yang lain yang menimbulkan pecahnya konsentrasi pekerja dalam menyelesaikan bagian tertentu sebuah pesanan. Risiko yang dapat ditimbulkan dari masalah ini adalah pengawasan pesanan tidak mrencanamal, jam kerja lebih dari jam kerja normal, membayar biaya lembur pekerja. Masalah berikutnya adalah absensi pekerja dimana perusahaan ini menerapkan bahwa pekerja senior tidak terikat dengan jam kantor tetapi bisa kerja diluar ruangan untuk mencari pesanan. Tentu hal ini menjadi masalah karena tidak adanya sistem absensi yang terstruktur dari perusahaan dan tidak adanya pelatihan kepada pekerja yang masih baru untuk menyelesaikan pesanan yang mendekati *deadline*.

Hal yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah penulis akan mengidentifikasi setiap agen risiko dan risiko yang dihadapi oleh pihak CV. Ladang Management, kemudian melakukan tahapan HOR tahap 1 dan HOR tahap 2 yang akan menghasilkan prioritas agen risiko yang akan menerima rencana mitigasi serta melakukan pengukuran tingkat kesulitan rencana mitigasi untuk diterapkan dalam CV. Ladang Management. Harapan dari penelitian ini adalah mengurangi segala bentuk risiko yang memungkinkan dihadapi oleh CV. Ladang Management dalam menjalankan operasional perusahaan dengan bantuan model HOR dan diharapkan dengan menggunakan model ini, pihak CV. Ladang Management dapat menentukan prioritas agen risiko mana yang dapat dimitigasi berdasarkan tingkat kesusahan dalam melakukan tindakan pencegahan.

Dari latar belakang yang telah dituliskan, didapatkan masalah yang teridentifikasi. Pertama adalah Pada bagian konveksi terdapat kurangnya tenaga lapangan yang langsung mengontrol penjahit kaos yang dilakukan pada tiga tempat dan penjahit yang berbeda. Dan tidak adanya vendor tetap yang digunakan untuk memasok kaos dan bagian manajemen perusahaan yang tidak memiliki timeline khusus yang dibuat untuk memberi batas waktu dari suatu pekerjaan dan absensi pekerja yang menggunakan prinsip senioritas pekerja.

2. Metode

Manajemen proses bisnis adalah suatu jaringan besar dari sebuah organisasi dimana manajemen ini mengatur setiap bagian dalam organisasi tersebut untuk mencapai tujuan dari organisasi tersebut dan juga menghasilkan produk dari bahan mentah hingga ke tangan konsumen keuntungan bagi organisasi tersebut [3]. Proses bisnis juga dapat menggambarkan hubungan antar dua perusahaan yang bekerja sama untuk menciptakan dan menghantarkan suatu produk ke konsumen akhir [4].

Manajemen risiko mempunyai dua fungsi utama yang digunakan untuk menentukan kerugian potensial serta mengevaluasinya [5]. Fungsi menentukan kerugian potensial yang dimaksudkan adalah menemukan seluruh risiko murni yang dihadapi oleh perusahaan seperti

kerusakan aset fisik, meningkatnya biaya operasi, dan berkurangnya pendapatan. Rantai pasok terdiri dari beberapa bagian, baik yang terlihat maupun yang tidak terlihat dalam upaya pemenuhan kebutuhan konsumen. Komponen rantai pasok terdiri dari semua bagian yang menjadi sarana agar barang maupun jasa dapat sampai kepada konsumen dan dapat dinikmati. Komponen ini terdiri dari pemasok, pabrik, distributor, pengecer, pelanggan [6].

Penggunaan HOR dilakukan dengan tujuan untuk mengidentifikasi risiko dan akan menghasilkan *output* rencana mitigasi risiko. HOR terdiri dari dua tahap besar yakni HOR tahap 1 dan HOR tahap 2 yang dilakukan secara runtut. Pada tahap HOR 1 akan dilakukan proses identifikasi agen risiko dan beserta risiko yang akan timbul. Setelah mendapatkan keduanya, maka akan dilakukan perhitungan dampak risiko (*severity*), probabilitas risiko (*occurance*), dan korelasi untuk setiap risiko dan agen risiko yang telah teridentifikasi. Setelah mendapatkan agen risiko yang akan rencana mitigasi, maka langkah selanjutnya adalah ke HOR tahap 2 yang akan mengidentifikasi rencana mitigasi dan pemilihan rencana mitigasi risiko yang tepat.

Tabel 1 Model HOR tahap 1

Proses Bisnis	Risiko (Ri)	Risk Agent			Severity (Si)
		A1	A2	A3	
Perencanaan	R 1	AR 11	AR 12	AR 13	S1
Produksi	R 2	AR 21			S2
Pemasok	R 3				S3
Pengiriman	R 4				S4
Pengembalian	R 5				S5
<i>Occurance</i>		O 1	O 2	O 3	
<i>Aggregate Risk Potential</i>		ARP1	ARP2	ARP3	
Rangking Prioritas Agen Risiko					

Berikut ini adalah rumus yang digunakan untuk melakukan perhitungan ARP pada model HOR tahap 1:

$$ARP = \sum_i S_i R_{ij}$$

Berikut adalah model HOR tahap 2:

Tabel 2 Model HOR tahap 2

Agen Risiko (AR _{ij})	Rencana Mitigasi (M _k)			Aggregate Risk Potential
	M1	M2	M3	
AR1	E11	E12	E13	ARP1
AR2	E21			ARP2
AR3				ARP3
AR4				ARP4
TE Rencana-k	TE1	TE2	TE3	
Kesulitan Rencana-k	D1	D2	D3	
ETD Rencana	ETD1	ETD2	ETD3	
Rangking mitigasi				

Berikut ini adalah rumus yang digunakan untuk melakukan perhitungan TE dan ETD pada model HOR tahap 2 :

$$TE_k = \sum_i ARP_j \cdot E_{jk}$$

$$ETD_K = \frac{TE_K}{E_K}$$

Tabel 3 Kriteria penilaian kesulitan

Skala	Deskripsi
1	Sangat mudah
2	Mudah
3	Cukup Sulit

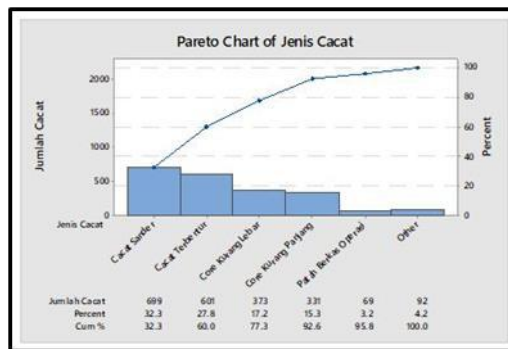
4	Sulit
5	Sangat Sulit

Penilaian korelasi kejadian risiko dengan agen risiko serta rencana mitigasi terhadap besarnya hubungan antara agen risiko dengan rencana mitigasi yang ada dengan notasi Mk dengan menggunakan kriteria berikut ini:

Tabel 4 Kriteria penilaian korelasi

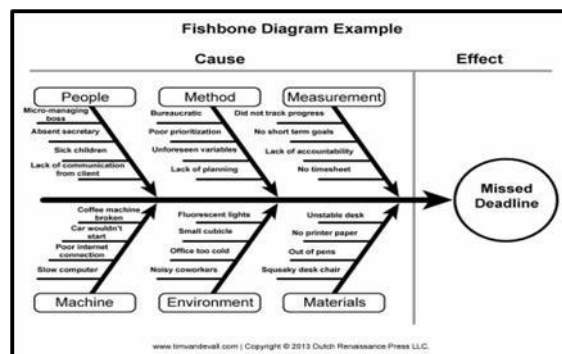
Skala	Efek
0	Tidak ada korelasi
1	Korelasi rendah
3	Korelasi sedang
9	Korelasi Tinggi

Diagram pareto adalah suatu grafik batang yang menunjukkan peringkat pada masalah-masalah yang ada dari urutan yang terbesar ke terkecil. Diagram pareto memiliki prinsip 80%-20% yang berarti 80% kerusakan atau cacat disebabkan oleh 20% masalah yang terjadi [7]. Diagram pareto juga berfungsi untuk menghilangkan penilaian yang berlebihan terhadap masalah baru yang terjadi dan berguna untuk memisahkan faktor yang penting dan yang tidak penting untuk pemilihan perbaikan proyek [8].



Gambar 1 Diagram pareto

Diagram sebab akibat atau *fishbone* diagram merupakan alat pengendali kualitas. Diagram ini berfungsi sebagai penunjuk faktor-faktor penyebab masalah yang terjadi. Diagram ini sangat membantu bagi sebuah perusahaan karena dapat meningkatkan kemampuan sumber daya manusia dalam mengidentifikasi penyebab masalah [9].



Gambar 2 Diagram sebab akibat

Tahap identifikasi risiko & agen risiko pada pengolahan HOR tahap 1, risiko yang dimaksudkan adalah risiko yang sering dihadapi oleh pihak CV. Ladang Management dalam melakukan proses bisnis. Sedangkan agen risiko yang dimaksudkan adalah faktor penyebab dari kejadian risiko yang dapat menimbulkan kerugian yang bersifat material bagi perusahaan. Penelitian ini akan fokus kepada risiko yang dihadapi pada bagian *advertising* dan bagian multimedia yang ada pada CV. Ladang Management yang merupakan bidang usaha jasa yang sangat menyokong keuangan CV. Ladang Management. Identifikasi ini dimaksudkan untuk

melihat lebih dalam lagi risiko yang dihadapi oleh pihak perusahaan dan memperluas manajemen dalam mengamati risiko yang sering terjadi yang biasanya dapat menyebabkan kerugian bagi perusahaan. Tahap penilaian *severity* pada setiap risiko, pengolahan HOR tahap 1 menggunakan skala 1 sampai 10 yang akan dilakukan bersama dengan pemilik dari CV. Ladang Management menggunakan metode kuisisioner. Penilaian ini berguna untuk melihat seberapa besar dampak risiko yang telah diidentifikasi untuk terulang dan mempengaruhi kegiatan operasional perusahaan.

Tahap penilaian *Occurrence* pada setiap agen risiko pada pengolahan HOR tahap 1 menggunakan skala 1 sampai 10 yang akan menggambarkan frekuensi risiko kejadian yang telah dialami oleh perusahaan. Penilaian ini akan menggunakan metode kuisisioner yang akan diisi oleh pemilik dari CV. Ladang Management. Tahap penilaian korelasi hubungan risiko dan agen risiko pada pengolahan HOR tahap 1 menggunakan 4 skala dimana skala tersebut terdiri dari 0, 1, 3, dan 9. Angka-angka tersebut akan mewakili tingkat korelasi risiko yang telah diidentifikasi dengan agen risiko yang telah diidentifikasi pada tahap sebelumnya. Penilaian ini juga akan menggunakan metode kuisisioner yang akan diisi oleh pemilik perusahaan.

Tahap perhitungan ARP pada setiap agen risiko pada pengolahan HOR tahap 1 yaitu dengan cara melakukan perhitungan operasi matematika yang terdiri dari hasil penilaian *severity*, *occurrence*, dan korelasi antara risiko dan agen risiko. Tahap penentuan peringkat dan prioritas risiko pada setiap agen risiko pada pengolahan HOR tahap 1 akan menggunakan alat bantu diagram pareto untuk melihat agen risiko manakah yang paling berpengaruh dalam proses bisnis perusahaan. Untuk penentuan prioritas akan didasarkan pada 80-20 yang sesuai dengan prinsip dasar diagram pareto dan yang akan menjadi prioritas adalah 80% akumulatif yang akan dilakukan rencana mitigasi pada HOR tahap 2.

Tahap identifikasi rencana mitigasi risiko pada tahap pengolahan HOR tahap 2 akan mengumpulkan dan menggunakan tindakan-tindakan yang diharapkan dapat mencegah agen risiko yang telah terpilih berdasarkan hasil prioritas HOR tahap 1. Tahap evaluasi rencana mitigasi risiko pada tahap pengolahan HOR tahap 2 yang akan mereview segala tindakan-tindakan yang dapat mencegah terjadinya risiko yang akan disebabkan oleh agen risiko prioritas. Tahap ini akan menggunakan metode *Focus Group Discussion* (FGD) yang akan dilakukan bersama pemilik CV. Ladang Management beserta dosen pembimbing tugas akhir. Tahap penilaian korelasi agen risiko dengan rencana mitigasi pada tahap pengolahan HOR tahap 2 dengan menggunakan skala 0, 1, 3, dan 9. Tingkat korelasi antara agen risiko dengan rencana yang akan diberi akan mempengaruhi tingkat kesuksesan implementasi dari solusi yang telah diidentifikasi pada tahap sebelumnya. Pada tahap ini, penilaian total efektifitas akan melakukan perhitungan nilai dari total efektifitas (TE) terdiri dari ARP dari setiap agen risiko yang ada pada HOR tahap 1 dan juga nilai korelasi antara rencana mitigasi dan agen risiko. Tujuan dari penilaian ini adalah untuk mengukur efektifitas rencana dari mitigasi yang diberikan pada HOR tahap 2. Tahap penilaian tingkat kesulitan rencana mitigasi risiko pada tahap pengolahan HOR tahap 2 akan menggunakan skala pengukuran 1 sampai 5 yang akan menggunakan metode kuisisioner yang akan diisi oleh pemilik CV. Ladang Management karena tingkat kesulitan ini akan berhubungan langsung dengan kemampuan dan sumber daya yang dimiliki perusahaan. Tahap perhitungan total efektifitas kesulitan pada tahap pengolahan HOR tahap 2 dimana perhitungan ini dihitung dari hasil perhitungan TE dan juga korelasi antara rencana mitigasi dan agen risiko. Tahap penentuan peringkat rencana mitigasi risiko pada tahap pengolahan HOR tahap 2 akan berdasarkan pada hasil perhitungan akhir ETD yang akan menggambarkan kepentingan implementasi pada perusahaan. Semakin besar nilai akhir ETD, maka semakin menunjukkan kepentingan untuk diimplementasikan pada perusahaan dan pada proses bisnis. Tahap analisis rencana mitigasi risiko pada tahap pengolahan HOR tahap 2 akan menggunakan bantuan alat diagram tulang ikan yang akan menggambarkan sebab akibat terjadinya risiko berdasarkan kategori penyebab terjadinya risiko.

3. Hasil dan Pembahasan

Hal pertama yang harus dilakukan dalam model HOR tahap 1 adalah melakukan identifikasi risiko yang terjadi pada aktivitas bisnis yang dilakukan oleh pihak CV. Ladang Management.

Identifikasi ini didapatkan melalui metode wawancara dengan direktur dan juga melalui observasi langsung. Setelah melakukan proses identifikasi selanjutnya adalah menentukan besaran nilai *severity* yang digunakan untuk menggambarkan tingkat dampak yang ditimbulkan dari setiap risiko yang berhasil teridentifikasi. Berikut penilaian yang diberikan:

Tabel 5 Penilaian *severity* risiko

Entitas	Risiko	
	Hasil Identifikasi	Severity
Vendor kaos	Perusahaan sulit menentukan harga jual	4
	Waktu kerja penjahit yang akan berkurang	6
	Pengembalian kaos polos kepada vendor	6
	Keuntungan yang bisa didapat berkurang	4
	Waktu kerja setiap penjahit berbeda	4
	Biaya mengecek bertambah	4
	Biaya jaminan kesehatan pengawas lapangan	4
Penjahit	Penjahit dapat memutuskan hubungan kerjasama	5
	Hasil jahitan tidak bagus	6
	Pesanan ladang tidak menjadi prioritas penjahit	6
CV. Ladang Management	Tidak bisa mengalokasikan tenaga pekerja	5
	Waktu penyelesaian pesanan tidak sesuai <i>deadline</i>	6
Percetakan	Persediaan di percetakan bisa habis sewaktu-waktu	5
	Waktu kerja semakin lama	6
Konsumen	Pengembalian barang kepada ladang	7

Langkah selanjutnya adalah melakukan penilaian *occurrence* pada agen risiko yang telah teridentifikasi. Penilaian ini menggunakan skala 1 -10. Berikut penilaian yang diberikan:

Tabel 6 Penilaian *Occurrence* Risiko

Agen Risiko		
Entitas	Hasil Identifikasi	Occurrence
Vendor kaos	Tidak ada vendor kaos tetap	3
	Vendor terpilih karena tuntutan waktu kerja	3
	Barang memiliki cacat produksi	2
Penjahit	Biaya kirim ditanggung ladang	1
	Penjahit terdiri dari tiga orang berbeda	9

	Jarak antar penjahit berjauhan	9
	Pengawas lapangan sering berpindah lokasi	9
	Tidak ada MoU dengan penjahit	10
	Penjahit kekurangan mesin	5
	Alokasi jumlah pesanan pada setiap penjahit	8
CV. Ladang Management	Tidak ada <i>database</i> pesanan	2
	Pekerja tidak membuat rekapan data pesanan secara manual	1
Percetakan	Barang memiliki variasi yang tinggi sehingga tidak dapat dilakukan <i>inventory</i>	5
	Perawatan mesin percetakan	3
Konsumen	Barang tidak sesuai dengan keinginan konsumen	2

Kemudian dilakukan penilaian korelasi antara risiko dan agen risiko. Penilaian korelasi menggunakan skala 0, 1, 3, dan 9. Korelasi hubungan antara risiko dengan agen risiko dikatakan tinggi jika memiliki nilai korelasi sebesar 9, dan jika tidak memiliki korelasi maka nilainya 0. Penilaian korelasi dilakukan oleh direktur CV. Ladang Management. Setelah mendapatkan nilai dari *severity*, *occurrence*, dan korelasi risiko dengan setiap agen risiko, langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan *Aggregate Risk Potential* (ARP). Nilai ARP yang didapatkan akan membantu menunjukkan tingkat potensi ancaman dari setiap agen risiko. Berikut adalah perhitungan model HOR tahap 1:

Tabel 7 Model HOR tahap 1

Risiko (Ri)	Risk Agent					Severity (Si)
	AR1	AR2	AR3	AR4	AR5	
R1	9	1		9	3	4
R2	9	9	3			6
R3	3	3	9	1		6
R4	3	3	1	9	3	4
R5	1				9	4
R6		3		3		4
R7				1	1	4
Proses Bisnis R8					1	5
R9	3		3		3	6
R10					1	6
R11		3			3	5
R12	3	3	1		3	6
R13						5
R14	1	9	1		3	6
R15	1		3		1	7
Occurrence	3	3	2	1	9	
Aggregate Risk Potential	Risk	519	561	254	94	1359

Rangking Agen Risiko	Prioritas	8	7	12	15	5
-----------------------------	------------------	---	---	----	----	---

Tabel 8 Model HOR tahap 1 (lanjutan)

Risiko (Ri)	<i>Risk Agent</i>					<i>Severity (Si)</i>
	AR6	AR7	AR8	AR9	AR10	
R1	3		3		1	4
R2	3		3	3		6
R3			1			6
R4	3		3		3	4
R5	1	3	3	3	3	4
R6	9	9			1	4
R7	3	9				4
R8			9		1	5
R9		3	1	9	1	6
R10	1	3	3	3	9	6
R11	3	3	3	3	9	5
R12	3	3	3	3	3	6
R13						5
R14	3	3	3	3	3	6
R15	1			3		7
<i>Occurrence Aggregate Risk Potential</i>	9	9	10	5	8	
Rangking Agen Risiko	Prioritas	4	2	1	6	3

Tabel 9 Model HOR tahap 1 (lanjutan)

Risiko (Ri)	<i>Risk Agent</i>					<i>Severity (Si)</i>
	AR11	AR12	AR13	AR14	AR15	
R1		3				4
R2		3	1		1	6
R3				1		6
R4		3	3			4
R5			1		1	4
R6		3	1	3	1	4
R7				1		4
R8						5
R9			3		3	6
R10						6
R11		9				5
R12		3	9		3	6
R13				9		5
R14		3	3		9	6
R15						7
<i>Occurrence Aggregate Risk Potential</i>	2	1	5	3	2	
Rangking Agen Risiko	Prioritas	10	14	9	11	13

Setelah melakukan perhitungan ARP pada 15 agen risiko yang ada, selanjutnya adalah melakukan peringkat bagi setiap agen risiko berdasarkan besarnya nilai ARP. Nilai ARP yang tertinggi maka semakin tinggi juga peringkatnya. Berikut ini merupakan peringkat untuk setiap agen risiko yang diurutkan dari yang tinggi sampai yang ke terendah:

Tabel 10 Peringkat agen risiko

Rank	Agen Risiko	ARP	Akumulasi % ARP	% ARP
1	AR 8	1800	16,26%	16,26%
2	AR 7	1539	30,15%	13,90%
3	AR 10	1424	43,01%	12,86%
4	AR 6	1422	55,86%	12,84%
5	AR 5	1359	68,13%	12,27%
6	AR 9	870	75,99%	7,86%
7	AR 2	561	81,05%	5,07%
8	AR 1	519	85,74%	4,69%
9	AR 13	335	88,77%	3,03%
10	AR 11	270	91,20%	2,44%
11	AR 14	258	93,53%	2,33%
12	AR 3	254	95,83%	2,29%
13	AR 15	252	98,10%	2,28%
14	AR 12	116	99,15%	1,05%
15	AR 4	94	100,00%	0,85%

Berdasarkan agen risiko prioritas yang terpilih pada tingkat 81,05% berdasarkan hukum pareto, akan dilakukan analisis diagram sebab akibat.

Berdasarkan *fishbone* AR 8 yaitu tidak ada MoU dengan penjahit dipengaruhi oleh tiga faktor. Faktor pertama yang mempengaruhi adalah faktor manajemen dimana bagian dari manajemen CV. Ladang Management tidak pernah membuat MoU. Jika pihak perusahaan menggunakan MoU pada setiap penjahit yang bekerjasama dengan pihak Ladang, maka hal yang diatur pada MoU adalah sistem pembagian hasil yang dapat menguntungkan kedua pihak. MoU juga dapat berisi aturan lain yang memungkinkan untuk ladang maupun penjahit melakukan pemutusan hubungan kerjasama, pengembalian pesanan yang belum terselesaikan, waktu kerja, hingga masalah tenaga kerja. Pada faktor kedua yang dipengaruhi oleh masalah uang dimana setiap pesanan pihak ladang mendapatkan bagian sesuai dengan banyaknya barang yang dipesan dan jadi. Jika kerjasama didasarkan pada MoU, maka pihak Ladang dan penjahit dapat menentukan bagi hasil yang dapat dirundingkan terlebih dahulu. faktor keempat yang mempengaruhi agen risiko ini yaitu faktor lingkungan. Karena merasa kenalan dan teman dari direktur, maka pihak Ladang dan penjahit tidak melakukan ikatan kerjasama yang berada pada payung hukum. Tentu hal ini akan membuat keadaan hubungan kerjasama kedua belah pihak menjadi abu-abu. Rencana mitigasi yang dapat diberikan pada agen risiko ini adalah membuat nota kerjasama MoU dengan para penjahit yang berisikan sistem bagi hasil yang menguntungkan bagi kedua pihak dan menjelaskan tujuan dari pembuatan MoU tersebut demi hubungan bisnis kedepannya. Berdasarkan *fishbone* AR 7 yaitu pengawas lapangan sering berpindah lokasi, terdapat dua faktor yang mempengaruhi hal tersebut. Hal pertama dari faktor metode yang mempengaruhi agen risiko ini dikarenakan pengawas lapangan bekerja sendiri. Selanjutnya faktor lingkungan yang mempengaruhi agen risiko tersebut. Dikarenakan penjahit lokasinya berbeda dengan lokasi kantor ladang, maka waktu kerja untuk setiap pesanan akan berbeda dan setiap penjahit juga melakukan kegiatan usaha sendiri untuk mendapatkan keuntungan penuh dari hasil kerjanya. Rencana mitigasi yang dapat diberikan pada agen risiko ini adalah membuat ladang memberikan jaminan kesehatan bagi pekerja bagian pengawas lapangan.

Berdasarkan *fishbone* AR 10 yaitu alokasi jumlah pesanan pada setiap penjahit, terdapat satu faktor yang mempengaruhi hal tersebut. Faktor tersebut adalah faktor uang yang didapatkan oleh penjahit dirasa kurang dan tidak dapat memberikan keuntungan secara signifikan kepada penjahit. Rencana mitigasi yang diusulkan adalah pihak ladang menjelaskan dan menerangkan pembagian hasil yang nantinya akan diatur pada MoU. Berdasarkan *fishbone* AR 6 yaitu jarak antar penjahit berjauhan, terdapat dua faktor yang mempengaruhi agen risiko tersebut. Faktor lingkungan dimana jarak atau jauhnya lokasi penjahit dari posisi kantor. Hal ini dikarenakan penjahit merupakan teman dan kenalan dari direktur. Tentunya rumah teman dan kenalan berjauhan dan sangat menguras perhatian serta tenaga pengawas lapangan yang posisinya sebagai IRT yang baru selesai melahirkan. Lokasi tiga penjahit berturut-turut ada di Stasiun Blimbing, Sawojajar 1, dan daerah Tumpang Malang Selatan. Tentu ketiga tempat berikut ini juga memiliki posisi yang jauh dari kantor yang berada di jalan terusan piranha atas. Faktor berikutnya adalah faktor manusia karena penjahit memiliki usaha pribadi yang dibangun terlebih dahulu sebelum bekerjasama dengan ladang. Rencana mitigasi yang dapat diberikan pada agen risiko ini adalah memilih penjahit dengan jarak yang optimal serta membuatkan jaminan keselamatan dan pembukaan lowongan *freelance* sebagai pengawas lapangan.

Berdasarkan *fishbone* AR 5 yaitu penjahit terdiri dari tiga orang berbeda, terdapat dua faktor yang mempengaruhi agen risiko tersebut. Faktor pertama adalah faktor manusia dimana penjahit memiliki usaha pribadi yang lebih sering mendapatkan perhatian karena pesanan yang didapatkan bisa menghasilkan keuntungan yang maksimal. Sedangkan faktor selanjutnya adalah faktor lingkungan yang mempengaruhi agen risiko ini dikarenakan penjahit adalah teman dan kenalan dari direktur CV. Ladang Management yang berasal dari teman SMA dan juga merupakan rekomendasi yang diberikan oleh beberapa orang. Oleh karena itu sudah dipastikan bahwa letak dari setiap penjahit yang bekerjasama dengan ladang berlokasi di berbagai tempat yang berjauhan. Rencana mitigasi yang diusulkan untuk agen risiko ini adalah ladang memilih lokasi penjahit yang optimal dari posisi kantor serta memberikan jaminan kesehatan bagi pekerja pengawas lapangan. Berdasarkan *fishbone* AR 9 yaitu penjahit kekurangan mesin, agen risiko ini dipengaruhi oleh satu faktor khusus dimana mesin yang digunakan oleh penjahit adalah mesin yang sudah berumur dalam penggunaannya dan juga ada beberapa mesin khusus yang digunakan dalam proses produksi penjahit mengalami hal serupa. Dengan keadaan mesin produksi yang sudah tidak baru dan tidak prima ini, hasil dari penjahit dapat dikatakan menurun dan akan menyita waktu penjahit dalam mengerjakan pesanan ladang. Oleh karena itu rencana mitigasi yang dapat diusulkan berkaitan dengan agen risiko ini adalah pihak ladang melakukan investasi pada tiap tempat penjahit dalam bentuk mesin jahit baru yang dapat memangkas waktu dan fokus dari penjahit dalam mengerjakan pesanan ladang.

Berdasarkan *fishbone* AR 2 yaitu vendor kaos terpilih karena tuntutan waktu kerja, terdapat dua faktor yang mempengaruhi agen risiko tersebut. Faktor pertama adalah faktor manusia karena setiap konsumen dapat menentukan kaos polos dibeli dari vendor mana, oleh karena itu pihak ladang akan sering melakukan pergantian vendor kaos dan vendor juga ditentukan mendekati batas waktu kerja (waktu selesai). Faktor selanjutnya adalah material, dimana pihak ladang juga berusaha dengan penentuan vendor yang mendekati batas jari kerja, ladang akan melakukan inspeksi dengan cepat bertempat dirumah penjahit yang jaraknya berjauhan. Oleh karena itu rencana mitigasi yang dapat diusulkan pada agen risiko terpilih ini adalah menentukan vendor prioritas, yang dapat dengan tanggap tercepat mengirimkan kaos pada alamat penjahit. Kemudian ladang juga dapat menentukan vendor tetap dan vendor cadangan untuk melakukan penjagaan jika vendor prioritas mengalami persediaan yang kurang.

Dari setiap agen risiko terpilih telah diberikan rencana mitigasi yang dapat diterapkan oleh CV. Ladang Management dan akan dilakukan penilaian dari korelasi antara tingkat kesulitan rencana mitigasi dengan agen risiko terpilih untuk diimplementasikan pada keadaan internal ladang. Berikut adalah tingkat kesulitan rencana mitigasi:

Tabel 11 Kesulitan rencana mitigasi

Kode	Rencana Mitigasi Hasil Identifikasi	Kesulitan
M 1	Menentukan vendor tetap	3

M2	Menentukan vendor prioritas	2
M3	Menentukan vendor cadangan	3
M 4	Memilih penjahit prioritas berdasarkan waktu kerja	2
M 5	Memilih penjahit dengan jarak yang optimal	3
M 6	Ladang memberikan jaminan keselamatan kerja	4
M 7	Ladang melakukan <i>benchmarking</i> dan pembelajaran tentang MoU	3
M 8	Ladang menjelaskan isi MoU	2
M 9	Ladang menginvestasikan mesin baru	2
M 10	Ladang memperjelas sistem bagi hasil dalam MoU	3
M 11	Membuka lowongan <i>freelance</i> maupun <i>part time</i>	2

Langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan *Total Effectiveness* (TE) dan *Total Effectiveness Difficulty Ratio* (ETD). Perhitungan TE digunakan untuk mengetahui tingkat efektifitas dari rencana mitigasi dalam mengurangi dampak dan frekuensi dari agen risiko. Perhitungan TE juga dapat memperlihatkan rencana mitigasi paling efektif, dimana nilai TE terbesar memiliki tingkat efektifitas yang paling baik, namun dengan adanya nilai ETD yang menggaambarkan bahwa rencana mitigasi tersebut harus dilakukan terlebih dahulu maka peringkat rencana mitigasi didasarkan padabesarnya nilai ETD. Berikut peringkat rencana mitigasi yang telah dihitung dengan menggunakan rumus TE_k dan ETD_k :

Tabel 12 Peringkat rencana mitigasi

Rank	Kode	TE	ETD	Rencana
1	M 4	40023	20011,5	Memilih penjahit prioritas berdasarkan waktu kerja
2	M 5	32150	10716,7	Memilih penjahit dengan jarak yang optimal
3	M 9	17307	8653,5	Ladang menginvestasikan mesin baru
4	M 11	15570	7785	Membuka lowongan <i>freelance</i> maupun <i>part time</i>
5	M 2	15192	7596	Menentukan vendor prioritas
6	M 7	16200	5400	Ladang melakukan <i>benchmarking</i> dan pembelajaran tentang MoU
7	M 8	9672	4836	Ladang menjelaskan isi MoU
8	M 6	18117	4529,25	Ladang memberikan jaminan keselamatan kerja
9	M 10	9672	3224	Ladang memperjelas sistem bagi hasil dalam MoU
10	M 1	3483	1161	Menentukan vendor tetap
11	M 3	2361	787	Menentukan vendor cadangan

Setelah mengetahui peringkat dari setiap rencana mitigasi yang akan dilakukan, maka langkah selanjutnya adalah melakukan analisis secara menyeluruh berdasarkan penerapan pada internal perusahaan kepada setiap rencana mitigasi yang dilakukan berdasarkan peringkat yang telah didapatkan. Pada peringkat pertama, yaitu rencana mitigasi dengan kode M 4 yang akan melakukan pemilihan penjahit prioritas berdasarkan waktu kerja. Dengan adanya penentuan ini pihak ladang dapat menjamin bahwa setiap pesanan akan bisa selesai sesuai dari waktu awal yang

telah dijanjikan dan akan memberi dampak bahwa ladang sangat berkomitmen dalam menyelesaikan setiap pesanan. Adapun hal ini dapat dibantu menggunakan metode *faktor rating method*, dimana melalui metode ini setiap penjahit yang bekerjasama dengan ladang dinilai berdasarkan beberapa indikator yang diperlukan seperti waktu kerja, hasil kerja, ketepatan waktu selesai, dan harga menjadi faktor yang dapat dinilai oleh ladang yang telah akan memberikan nilai bobot untuk setiap faktor yang diperlukan oleh ladang.

Selanjutnya dengan kode M 5 yaitu memilih penjahit dengan jarak yang optimal dalam masalah biaya dengan titik acuan utama adalah lokasi penjahit dari lokasi kantor ladang. Oleh karena itu pihak ladang perlu melakukan perhitungan biaya *overhead* produksi yang dilakukan dalam satu siklus pesanan ladang kepada penjahit. Biaya *overhead* yang dapat dihitung oleh ladang diantaranya ada biaya perjalanan pengawas lapangan, biaya makan pengawas lapangan, biaya komunikasi pengawas lapangan dan biaya lainnya yang tidak termasuk dalam biaya material dan gaji pengawas lapangan. Hal ini dapat membantu ladang dalam mengetahui dana memaksimalkan pendapatan yang bisa didapatkan oleh ladang dan ladang dapat menambahkan biaya ini untuk dibebankan pada harga kaos yang jadi.

Selanjutnya dengan kode M 9 yaitu dengan ladang menginvestasikan mesin baru di setiap tempat penjahit yang dirasa ladang penjahit tersebut dapat bekerja sesuai dengan waktu kerja untuk meningkatkan kapasitas dari penjahit dan hasilnya dapat dirasakan langsung oleh ladang, dimana dengan adanya mesin baru ini menjamin juga hasil jahitan untuk setiap pesanan ladang memiliki kualitas jahit yang baik. Untuk itu pada rencana mitigasi ini, pihak ladang perlu melakukan perhitungan pada biaya investasi yang akan dikeluarkan pada pengadaan mesin jahit. Pihak ladang perlu memutuskan apakah akan membeli mesin jahit baru atau bekas maupun melakukan peminjaman mesin jahit. Untuk itu pihak ladang perlu menghitung nilai NPV (*Net Present Value*), IRR (*Internal Rate of Return*), dan perhitungan *Payback Periode* dimana ketiga hasil dari perhitungan ini mampu menunjukkan pilihan mana yang harus dilakukan oleh pihak ladang dalam pengadaan mesin jahit.

Analisis selanjutnya dilakukan pada rencana mitigasi M 11 yaitu membuka lowongan *freelance* maupun *part time*. Pembukaan lowongan ini dimaksudkan untuk membantu pengawas lapangan ladang dalam menjalankan aktivitasnya untuk mengontrol dan mengecek pekerjaan dari setiap penjahit yang berbeda pada tiga lokasi. Dengan adanya tenaga *freelance* ini, diharapkan bahwa pengawasan pada pekerjaan penjahit dapat dikontrol dan dilaporkan secara berkala kepada pengawas lapangan ladang.

Selanjutnya dilakukan analisis lebih lanjut pada rencana mitigasi pada peringkat selanjutnya dengan kode M 2 yaitu menentukan vendor kaos prioritas yang membantu ladang dalam pemilihan vendor disaat konsumen mengalami kebingungan menemukan vendor kaos. Dan dengan adanya vendor prioritas ini, ladang hanya perlu menginfokan jumlah pesanan kepada vendor yang kemudian vendor dapat mengirimkan pesanan ladang langsung kepada alamat penjahit prioritas agar pesanan dapat langsung dikerjakan dan diselesaikan oleh penjahit. Untuk itu ladang perlu menilai aspek lokasi vendor dan menghitung biaya yang akan dikeluarkan oleh ladang.

Rencana mitigasi selanjutnya dengan kode M 7 yaitu ladang melakukan *benchmarking* dan pembelajaran tentang pembuatan MoU. Hal ini baik dilakukan oleh pihak CV. Ladang Management agar dapat membuat kejelasan dari setiap hubungan kerjasama yang dilakukan pada setiap penjahit. Rencana mitigasi ini dapat dibantu oleh orang yang berpengalaman pada bidang MoU, karena dengan MoU ini ladang dapat bekerja dengan teratur dan memiliki dasar yang kuat dalam ikatan kerjasama yang dilakukan dengan para penjahit maupun menjadi dasar pekerja ladang dalam menjalankan hubungan kerjasama yang baru dalam bidang usaha apapun yang dilakukan oleh pihak ladang.

Selanjutnya analisis lanjutan pada rencana mitigasi diperingkat selanjutnya dengan kode M 8 yaitu ladang menjelaskan kegunaan dan tujuan dari MoU untuk setiap penjahit. Dengan adanya MoU ini juga dapat menggambarkan hubungan dan itikad baik dari pihak ladang dalam melakukan hubungan kerjasama dengan penjahit dan dapat bertanggung jawab sepenuhnya jika suatu hari nanti di temukan masalah dalam kerjasama yang sedang berjalan.

Analisis lanjutan dari rencana mitigasi sesuai peringkat yang telah didapat selanjutnya adalah rencana mitigasi dengan kode M 6 yaitu ladang memberikan jaminan kesehatan kerja bagi

pengawas lapangan. Hal ini perlu dilakukan oleh ladang sebagai tindakan pencegahan apabila pengawas lapangan mengalami cedera akibat bekerja. Rencana mitigasi ini dinilai sulit dilakukan oleh pihak ladang, namun karena sebagian besar pekerjaan dikontrol oleh pengawas lapangan, maka pihak ladang mau tidak mau membuatkan jaminan kesehatan bagi pekerja pengawas lapangan. Rencana mitigasi ini juga perlu mempertimbangkan keuntungan yang didapatkan oleh bagian *advertising*, dari keuntungan tersebut bisa digunakan untuk membayar bulanan jaminan BPJS pekerja.

Selanjutnya analisis dilakukan pada rencana mitigasi peringkat selanjutnya dengan kode M 10 yaitu ladang memperjelas sistem bagi hasil didalam MoU agar memudahkan dalam memperhitungkan bagian tiap-tiap penjahit yang berhasil selesai berdasarkan tingkat barang yang sudah jadi dan siap dikirimkan kepada konsumen. Penjelasan bagi hasil dalam MoU ini juga akan dijelaskan secara singkat melalui penuturan direktur ladang kepada penjahit agar sama-sama mengerti dan memahami bagian yang akan diterima.

Selanjutnya analisis dilakukan pada rencana mitigasi peringkat selanjutnya dengan kode M 1 dan M 3 yaitu pemilihan vendor tetap dan cadangan, karena dengan adanya vendor tetap dan cadangan akan memungkinkan pihak ladang memiliki banyak pilihan alternatif jika pada vendor cadangan. Pemilihan ini perlu dibantu dengan pengamatan lokasi pada setiap vendor yang kemudian dianalisis menggunakan metode *Center of Gravity* lalu menentukan vendor menggunakan *Faktor Rating Method* untuk menentukan jumlah biaya yang harus dikeluarkan untuk pengiriman kaos polos kepada alamat penjahit.

Berdasarkan setiap rencana mitigasi yang telah diidentifikasi dan yang telah diranking melalui perhitungan HOR tahap 2, terdapat bahwa agen risiko prioritas yang terpilih berdasarkan bantuan diagram pareto tidak sama dengan ranking rencana mitigasi yang didapat dari model HOR tahap 2. Hal ini dikarenakan setiap rencana mitigasi yang telah diranking dan sudah disesuaikan berdasarkan tingkat kemampuan internal dari perusahaan yang mampu melakukan memilih penjahit prioritas berdasarkan waktu kerja dan penjahit dengan jarak optimal terlebih dahulu dan tidak melakukan pembelajaran dan *benchmarking* MoU dikarenakan pihak ladang sedang berfokus untuk meningkatkan kapasitas produksinya.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan terhadap rencana mitigasi dan korelasi hubungan antara agen risiko prioritas didapatkan kesimpulan:

Berdasarkan hasil perhitungan nilai ARP untuk setiap agen risiko yang dilakukan pada HOR tahap 1 mendapatkan peringkat untuk setiap agen risiko yang berpengaruh pada proses bisnis CV. Ladang Management. Dari peringkat tersebut, sebesar 80% agen risiko yang berpotensi menghambat proses bisnis akan diberikan rencana mitigasi untuk diterapkan. Sebanyak delapan agen risiko dengan total nilai akumulasi persentase nilai ARP sebesar 81,05% pada analisis menggunakan bantuan diagram pareto.

Berdasarkan kemampuan internal CV. Ladang Management. Dari nilai ETD yang ada, CV. Ladang Management dapat terlebih dahulu memilih penjahit prioritas agar dapat memusatkan perhatian produksi kepada penjahit tersebut serta melakukan memilih penjahit dengan jarak yang optimal dari posisi kantor ladang dan menginvestasikan modal berupa mesin jahit baru kepada penjahit prioritas.

Saran-saran yang dapat diberikan pada penelitian ini adalah CV. Ladang Management membuat katalog barang yang sesuai dengan rencana mitigasi peringkat pertama yaitu memilih penjahit prioritas dengan jarak yang optimal dari kantor ladang untuk mengecilkan biaya pengecekan yang dilakukan oleh pengawas lapangan. CV. Ladang Management melakukan investasi mesin baru kepada penjahit untuk memperbesar hasil produksi penjahit.

Daftar Pustaka

- Jutner, U., Peck, H., Christopher, M., 2003. Supply chain risk management: outlining an agenda for future research. *Internasional Journal of Logistic: Research and Application*, Volume 6(4), pp. 197-210
- Pujawan, I.N., Geraldin, L.H., 2009. House of risk: a model for proactive supply chain risk management. *Business Process Management Journal*, Volume: 15(6), pp. 953-967
- Irmawati, 2007. Pengaruh manajemen rantai pasokan terhadap kinerja di PTPN VIII Gunung Mas Bogor. *Skripsi*, Fakultas Ekonomi dan Manajemen, Institut Pertanian Bogor
- Pujawan, I.N., 2005. *Supply chain management*. Guna Widya, Surabaya
- Sofyan, I., 2005. *Manajemen risiko*. Graha Ilmu, Yogyakarta
- Zsidisin, G., Ritchie, B., 2009. *Supply chain risk (a handbook of assesment)*. Spinger, Amerika Serikat
- Smith, G. M., 2004. *Statistical process control and quality improvement, 5th ed.*, Pearson Prentice Hall, New Jersey
- Nasurullah, 2009. Peningkatan kualitas produksi outsole sepatu dengan menggunakan model six sigma di divisi bottom PT Parkland World Indonesia. *Tugas Sarjana*, Program Studi Teknik Industri, Universitas Indonusa Esa Unggul, Jakarta
- Peorwanto, G. H., 2012. 6 Diagram fishbone. Tersedia *online* di : <<https://sites.google.com/site/kelolakualitas/Diagram-Fishbone>> (diakses tanggal 22 Februari 2019)



Usulan Perbaikan Laboratorium Komputer Universitas Ma Chung pada Aspek Suhu dan Pencahayaan dengan Pendekatan Ergonomi Partisipatori

Jovita Febrini Lius^{1, a)}, Teguh Oktiarso^{1, b)}, Novenda Kartika Putrianto^{1, c)}

¹*Program Studi Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Ma Chung Malang
Jalan Villa Puncak Tidar N-01 Malang 65151, Indonesia*

Author Emails

a) 411510015@student@machung.ac.id

b) teguh.oktiarso@machung.ac.id

c) novenda.kartika@machung.ac.id

Received 12 April 2022 / Revised 23 May 2022 / Accepted 28 August 2022 / Published 12 December 2022

Abstract. This study focuses on assessing the comfort of students when using computer laboratories at Universitas Ma Chung, particularly in terms of temperature and lighting. Using the participatory ergonomic approach, a comfort questionnaire was administered to students, with a total of 13 questions covering three indicators: room temperature, room lighting, and LCD. The questionnaire results were then tested using validity, reliability, and normality tests. The findings reveal that temperature and lighting do indeed have an impact on the level of comfort experienced by students when using a computer laboratory. These results have implications for campus facilities management and suggest the need for improvements to the temperature and lighting conditions in computer laboratories to enhance the comfort and well-being of students. By using the participatory ergonomic approach, this study provides valuable insights into the importance of considering user comfort in the design and management of campus facilities.

Keywords : Comfort; Computer laborator; Lighting; Participatory ergonomic; Temperature

1. Pendahuluan

Perusahaan ini memiliki tiga jenis bola, yaitu bola sepak, voli dan basket. Sejak pandemi akibat da Fasilitas kampus merupakan salah satu sarana yang disediakan oleh Universitas untuk menunjang kebutuhan mahasiswa dalam kegiatan belajar. Salah satu fasilitas yang disediakan kampus adalah laboratorium komputer. Universitas Ma Chung merupakan salah satu universitas yang menyediakan berbagai macam fasilitas untuk menunjang kegiatan belajar mengajar antara lain laboratorium komputer, MRCPP, laboratorium Kimia Farmasi, kolam berenang, laboratorium Teknik Indutsri dan *student centre*. Setiap fakultas mempunyai laboratorium komputer dalam menunjang kegiatan belajar mengajar. Salah satunya Fakultas Sains dan Teknologi yang mempunyai empat laboratorium komputer, yaitu Laboratorium Kristen Nygaard, Laboratorium Ole Johan Dahl, Laboratorium Siputri, dan Laboratorium Gene Amdahl. Pada penelitian ini laboratorium komputer yang akan diteliti adalah laboratorium komputer Kristen Nygaard dan laboratorium komputer Ole Johan Dahl. Kedua laboratorium komputer tersebut paling sering digunakan untuk kegiatan belajar mengajar yang memerlukan komputer. Penelitian ini diperlukan untuk mengetahui apakah mahasiswa nyaman ketika menggunakan laboratorium komputer dan memberikan usulan perbaikan yang sesuai dengan kaidah

ergonomi yang baik dengan memperhatikan pencahayaan di dalam laboratorium yang kurang terang, LCD yang kurang terang, AC yang terkadang dingin dan kadang panas sehingga proses kegiatan belajar mengajar dapat berjalan dengan baik. Selain itu juga, agar dosen maupun mahasiswa merasa nyaman dalam menggunakan laboratorium komputer yang merupakan salah satu fasilitas yang disediakan oleh kampus. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu solusi dari permasalahan yang ada sehingga dosen dan mahasiswa dapat merasa nyaman dalam menggunakan laboratorium komputer.

2. Metode

Pada penelitian ini digunakan pendekatan ergonomi partisipatori yang membutuhkan partisipasi dari mahasiswa yang menggunakan laboratorium komputer Kristen Nygaard dan laboratorium komputer Ole Johan Dahl. Partisipasi dari mahasiswa didapatkan dari hasil kuesioner yang dibagikan. Kuesioner kenyamanan penggunaan laboratorium komputer dibagikan kepada mahasiswa selama 2 minggu di mulai 13 Mei 2019 sampai 24 Mei 2019.

2.1. Studi literature dan pengumpulan data

Studi literatur merupakan tahapan untuk mencari informasi mengenai teori-teori yang berhubungan dengan topik penelitian, metode beserta cara penggunaannya untuk menyelesaikan permasalahan. Sumber dari teori dan metode didapatkan dari jurnal, buku, tugas akhir, *website* resmi, dll. Tahap pengumpulan data dilakukan dengan tujuan mendapatkan data yang diperlukan untuk menunjang penelitian.

Data primer merupakan data yang dikumpulkan secara langsung dari tempat penelitian. Data sekunder merupakan data yang didapatkan dari data perusahaan yang sudah direkap dari periode sebelumnya. Data yang akan digunakan adalah data primer melalui kuesioner. Kuesioner yang dibagikan terdapat 13 pertanyaan, dengan 3 indikator kenyamanan yaitu suhu ruangan, pencahayaan ruangan, dan LCD yang terdapat di laboratorium komputer. Ketiga indikator kenyamanan mempunyai jumlah pertanyaan yang berbeda, yaitu untuk indikator kenyamanan suhu mempunyai 7 pertanyaan, indikator pencahayaan mempunyai 3 pertanyaan, dan indikator LCD mempunyai 3 pertanyaan. Kuesioner yang digunakan merupakan kuesioner skala likert, sehingga setiap pertanyaan mempunyai jawaban berskala 1-5. Jawaban skala 1 berarti sangat tidak setuju, skala 2 berarti tidak setuju, skala 3 berarti cukup setuju, skala 4 berarti setuju, dan skala 5 berarti sangat setuju.

Kuesioner dibagikan kepada mahasiswa yang menggunakan laboratorium komputer Kristen Nygaard dan laboratorium komputer Ole Johan Dahl. Jumlah responden yang mengisi kuesioner kenyamanan penggunaan laboratorium komputer Kristen Nygaard adalah 47 mahasiswa sedangkan jumlah responden yang mengisi kuesioner tersebut laboratorium komputer Ole Johan Dahl adalah 40 mahasiswa. Terdapat perbedaan jumlah responden yang mengisi kuesioner untuk kedua laboratorium komputer karena adanya perbedaan terhadap jumlah mahasiswa yang menggunakan laboratorium komputer Kristen Nygaard dan laboratorium komputer Ole Johan Dahl. Setelah mendapatkan data kuesioner yang dibutuhkan selanjutnya akan dilakukan pengolahan data dengan menggunakan aplikasi SPSS untuk melakukan uji validitas, uji reliabilitas, dan uji normalitas data. Pada pengolahan data ini indikator kenyamanan akan dibagi menjadi tiga variabel yaitu variabel suhu, variabel cahaya, dan variabel LCD.

2.2. Kumulatif data kuesioner

Setelah data kuesioner didapatkan selanjutnya akan dilakukan pengolahan data dengan menghitung total jawaban dari setiap pertanyaan. Hal tersebut dilakukan untuk mengetahui skor terbanyak dari setiap pertanyaan yang terdapat dalam kuesioner. Berikut ini merupakan kumulatif data kuesioner untuk laboratorium komputer Kristen Nygaard dan laboratorium komputer Ole Johan Dahl:

Tabel 1. Kumulatif data kuisisioner laboratorium komputer kristen nygaard

Pertanyaan	Skor				
	1	2	3	4	5
Suhu1	0	2	15	18	12
Suhu2	2	3	11	10	21
Suhu3	0	0	17	20	10
Suhu4	18	15	8	4	2
Suhu5	7	8	13	13	6
Suhu6	14	11	11	9	2
Suhu7	0	2	19	15	11
Cahaya1	1	2	12	21	11
Cahaya2	1	11	14	17	4
Cahaya3	0	2	15	24	6
LCD1	5	5	15	15	7
LCD2	4	8	13	20	2
LCD3	3	10	21	11	2

Tabel 2. Kumulatif data kuisisioner laboratorium komputer ole johan dahl

Pertanyaan	Skor				
	1	2	3	4	5
Suhu1	0	2	15	16	7
Suhu2	1	1	10	20	8
Suhu3	1	1	14	18	6
Suhu4	10	11	11	6	2
Suhu5	6	6	17	10	1
Suhu6	13	12	10	4	1
Suhu7	1	6	9	18	6
Cahaya1	0	3	8	22	7
Cahaya2	2	11	17	10	0
Cahaya3	0	1	17	18	4
LCD1	8	11	10	8	3
LCD2	4	13	13	8	2
LCD3	5	15	13	5	2

2.3. Uji validitas

Uji validitas dilakukan dengan menggunakan program SPSS 16. Uji ini dilakukan dengan membandingkan R hitung dan R tabel, apabila R hitung lebih besar dari R tabel maka data dikatakan valid, dan sebaliknya jika R hitung lebih kecil dari R tabel maka data dikatakan tidak valid. Pada penelitian ini R tabel yang digunakan adalah 0.288 untuk data kuesioner laboratorium komputer Kristen Nygaard dengan N = 47 dan untuk data kuesioner laboratorium Ole Johan Dahl menggunakan R tabel = 0.312 dengan N = 40. Pada penelitian ini juga digunakan taraf signifikan sebesar 5%. Berikut ini merupakan hasil uji validitas yang didapatkan untuk data kuesioner laboratorium Kristen Nygaard:

Tabel 3. Hasil uji validitas pertama data kuesioner laboratorium komputer kristen nygaard

Variabel	Nilai R Hitung	Nilai R Tabel	Nilai Sig.	Keputusan
Suhu1	0.558	0.288	0.000	Valid
Suhu2	0.612	0.288	0.000	Valid
Suhu3	0.226	0.288	0.126	Tidak Valid
Suhu4	0.581	0.288	0.000	Valid
Suhu5	0.627	0.288	0.000	Valid
Suhu6	0.350	0.288	0.016	Valid
Suhu7	0.390	0.288	0.007	Valid

Cahaya1	0.734	0.288	0.000	Valid
Cahaya2	0.678	0.288	0.000	Valid
Cahaya3	0.649	0.288	0.000	Valid
LCD1	0.919	0.288	0.000	Valid
LCD2	0.943	0.288	0.000	Valid
LCD3	0.840	0.288	0.000	Valid

Berdasarkan tabel diatas maka diketahui bahwa dari 13 pertanyaan pertanyaan yang terdapat pada kuesioner terdapat 1 pertanyaan tidak valid yaitu pertanyaan suhu3. Karena terdapat pertanyaan yang tidak valid maka akan dilakukan uji validitas lagi sampai mendapatkan hasil valid untuk semua data. Berikut ini merupakan hasil uji validitas kedua setelah menghilangkan pertanyaan suhu3, yaitu:

Tabel 4. Hasil uji validitas kedua data kuesioner laboratorium komputer kristen nygaard

Variabel	Nilai R Hitung	Nilai R Tabel	Nilai Sig.	Keputusan
Suhu1	0.508	0.288	0.000	Valid
Suhu2	0.641	0.288	0.000	Valid
Suhu4	0.604	0.288	0.000	Valid
Suhu5	0.652	0.288	0.000	Valid
Suhu6	0.389	0.288	0.007	Valid
Suhu7	0.370	0.288	0.010	Valid
Cahaya1	0.734	0.288	0.000	Valid
Cahaya2	0.678	0.288	0.000	Valid
Cahaya3	0.649	0.288	0.000	Valid
LCD1	0.919	0.288	0.000	Valid
LCD2	0.943	0.288	0.000	Valid
LCD3	0.840	0.288	0.000	Valid

Berdasarkan hasil uji validitas kedua setelah menghilangkan pertanyaan suhu3 didapatkan bahwa pertanyaan-pertanyaan yang terdapat didalam kuesioner sudah valid dan dapat dilanjutkan dengan melakukan uji reliabilitas. Berikut ini merupakan hasil uji validitas yang didapatkan untuk data kuesioner laboratorium Ole Johan Dahl:

Tabel 5. Hasil uji validitas pertama data kuesioner laboratorium komputer ole johan dahl

Variabel	Nilai R Hitung	Nilai R Tabel	Nilai Sig.	Keputusan
Suhu1	0.595	0.312	0.000	Valid
Suhu2	0.565	0.312	0.000	Valid
Suhu3	0.535	0.312	0.000	Valid
Suhu4	0.252	0.312	0.117	Tidak Valid
Suhu5	0.431	0.312	0.006	Valid
Suhu6	0.495	0.312	0.001	Valid
Suhu7	0.527	0.312	0.000	Valid
Cahaya1	0.726	0.312	0.000	Valid
Cahaya2	0.565	0.312	0.000	Valid
Cahaya3	0.713	0.312	0.000	Valid
LCD1	0.901	0.312	0.000	Valid
LCD2	0.903	0.312	0.000	Valid
LCD3	0.853	0.312	0.000	Valid

Berdasarkan tabel diatas maka dapat disimpulkan bahwa terdapat 1 pertanyaan tidak valid dari 13 pertanyaan yang terdapat dalam kuesioner data yang didapatkan belum memenuhi untuk dilakukan uji reliabilitas. Oleh karena itu, perlu dilakukan uji validitas ulang dengan menghilangkan pertanyaan yang tidak valid yaitu pertanyaan suhu4 untuk mengetahui data yang

didapatkan telah valid atau masih terdapat data yang tidak valid. Berikut ini merupakan hasil uji validitas kedua yang telah dilakukan setelah menghilangkan pertanyaan suhu4:

Tabel 7. Hasil uji validitas kedua data kuesioner laboratorium komputer ole johan dahl

Variabel	Nilai R Hitung	Nilai R Tabel	Nilai Sig.	Keputusan
Suhu1	0.672	0.312	0.000	Valid
Suhu2	0.670	0.312	0.000	Valid
Suhu3	0.708	0.312	0.000	Valid
Suhu5	0.390	0.312	0.013	Valid
Suhu6	0.337	0.312	0.033	Valid
Suhu7	0.649	0.312	0.000	Valid
Cahaya1	0.726	0.312	0.000	Valid
Cahaya2	0.565	0.312	0.000	Valid
Cahaya3	0.713	0.312	0.000	Valid
LCD1	0.901	0.312	0.000	Valid
LCD2	0.903	0.312	0.000	Valid
LCD3	0.853	0.312	0.000	Valid

Berdasarkan hasil uji validitas kedua yang telah dilakukan diketahui bahwa 12 pertanyaan kuesioner yang dilakukan uji validitas ulang setelah menghilangkan pertanyaan suhu4 telah valid dan dapat dilanjutkan dengan melakukan uji reliabilitas.

2.3. Uji reliabilitas

Uji reliabilitas dilakukan untuk mengetahui keabsahan (reliabilitas) dari data kuesioner penelitian. Uji reliabilitas baru bisa dilakukan apabila semua data sudah dikatakan valid pada saat uji validitas. Uji ini dilakukan dengan cara membandingkan angka *Cronbach Alpha* dengan ketentuan nilai *Cronbach Alpha* minimal yaitu 0.6. Apabila nilai *Cronbach Alpha* yang didapatkan dari hasil perhitungan SPSS lebih besar dari 0.6 maka dapat disimpulkan bahwa data kuesioner yang digunakan reliabel, dan sebaliknya apabila nilai *Cronbach Alpha* lebih kecil dari 0.6 maka dapat disimpulkan bahwa data kuesioner tidak reliable. Berikut ini merupakan hasil uji reliabilitas untuk data kuesioner laboratorium komputer Kristen Nygaard dan Ole Johan Dahl, yaitu:

Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	N of Items
.745	.747	12

Gambar 1. Hasil uji reliabilitas data kuesioner laboratorium komputer kristen nygaard

Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	N of Items
.664	.668	12

Gambar 2. Hasil uji reliabilitas data kuesioner laboratorium komputer Kristen nygaard

Berdasarkan hasil dari uji reliabilitas diatas didapatkan nilai *Cronbach Alpha* untuk data kuesioner laboratorium komputer Kristen Nygaard adalah sebesar 0.745 dan nilai *Cronbach Alpha* untuk data kuesioner laboratorium komputer Ole Johan Dahl adalah sebesar 0.664. Dapat disimpulkan bahwa kedua nilai *Cronbach Alpha* yang didapatkan lebih besar dari pada 0.6, sehingga data kuesioner kedua laboratorium komputer reliabel untuk digunakan untuk digunakan dalam penelitian terhadap kenyamanan mahasiswa dalam menggunakan laboratorium komputer Kristen Nygaard dan laboratorium komputer Ole Johan Dahl.

2.4. Uji normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah data yang digunakan terdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas yang digunakan pada penelitian ini adalah menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* dengan bantuan aplikasi SPSS 16. Jika nilai *Asymp. Sig* yang didapatkan kurang dari 0.05 maka distribusi tidak normal, sebaliknya apabila nilai *Asymp. Sig* lebih besar dari 0.05 maka distribusinya normal. Berikut ini merupakan hasil dari uji normalitas data kuesioner pada laboratorium komputer Kristen Nygaard adalah:

Tabel 7. Hasil uji normalitas data kuesioner laboratorium komputer kristen nygaard

Variabel	KS	Nilai Kritis KS	P-Value	α	Distribusi
Suhu	0.977	0.188	0.295	0.05	Normal
Cahaya	1.089	0.188	0.187	0.05	Normal
LCD	1.181	0.188	0.123	0.05	Normal

Berdasarkan hasil pengujian normalitas data yang telah dilakukan pada data kuesioner kenyamanan mahasiswa pada laboratorium komputer Kristen Nygaard, diketahui bahwa nilai KS dari 3 variabel yaitu suhu, cahaya, dan LCD lebih kecil dari nilai kritis KS ($n=47$ karena pada tabel tidak terdapat $n=47$ maka digunakan $n=50$ yang paling mendekati, $\alpha=0.05$). Nilai P-value dari semua variabel lebih besar dari pada nilai α sehingga hal ini membuktikan bahwa data kuesioner kenyamanan mahasiswa pada laboratorium komputer Kristen Nygaard terdistribusi normal. Berikut ini merupakan hasil dari uji normalitas data kuesioner pada laboratorium komputer Ole Johan Dahl adalah:

Tabel 8. Hasil uji normalitas data kuesioner laboratorium komputer ole johan dahl

Variabel	KS	Nilai Kritis KS	P-Value	α	Distribusi
Suhu	0.790	0.210	0.560	0.05	Normal
Cahaya	0.906	0.210	0.384	0.05	Normal
LCD	0.770	0.210	0.593	0.05	Normal

Berdasarkan hasil uji normalitas data kuesioner laboratorium komputer Kristen Nygaard dan laboratorium komputer Ole Johan Dahl, diketahui bahwa kedua data kuesioner terdistribusi normal dilihat dari nilai KS dari 3 variabel lebih kecil dari nilai kritis KS ($n=40$, $\alpha=0.05$), dan nilai P-value lebih besar dari α .

3. Hasil dan pembahasan

Langkah selanjutnya setelah melakukan pengolahan data adalah analisis hasil. Pada penelitian ini digunakan pendekatan ergonomi partisipatori yang membutuhkan partisipasi dari mahasiswa yang menggunakan laboratorium komputer Kristen Nygaard dan laboratorium komputer Ole Johan Dahl.

Berdasarkan analisis hasil yang telah dilakukan terhadap hasil dari uji validitas, uji reliabilitas dan uji normalitas diketahui bahwa data kuesioner yang didapatkan sudah memenuhi untuk melakukan penentuan terhadap kenyamanan mahasiswa dalam menggunakan laboratorium komputer Kristen Nygaard dan laboratorium komputer Ole Johan Dahl.

Analisis hasil dilakukan dengan membandingkan kondisi awal saat membagikan kuesioner penelitian. Berikut ini merupakan kondisi awal dari kedua laboratorium komputer:

Tabel 9. Kondisi awal laboratorium komputer

Laboratorium Komputer	Suhu AC	Suhu Ruangan	Intensitas Lampu	Cahaya	Lumen LCD
Kristen Nygaard	18°C	26°C	292 lux		1436 lux
Ole Johan Dahl	20°C	28°C	278 lux		1153 lux

Berdasarkan dengan kondisi awal dari kedua laboratorium komputer pada faktor suhu ditentukan suhu ruangan optimal berdasarkan standar SNI dan observasi yang telah dilakukan adalah nyaman optimal dengan suhu 22.8°C – 25.8°C dan hangat nyaman dengan suhu 25.8°C-27.1°C. Untuk faktor cahaya ditentukan sesuai dengan standar SNI untuk laboratorium komputer sebesar 350 lux. Diketahui bahwa kedua laboratorium komputer tersebut mempunyai intensitas cahaya dibawah dari standar SNI. Untuk faktor LCD diketahui bahwa lumen LCD normal nya memiliki lumen sebesar 2000-3000 lux, LCD yang mempunyai lumen dibawah 2000 lux akan menampilkan proyeksi gambar yang tidak terang pada kondisi awal diketahui lumen LCD kedua laboratorium dibawah 2000 lux. Hasil analisis pengolahan data kuesioner pada kedua laboratorium adalah sebagai berikut:

1. Pada faktor suhu, mahasiswa merasa kurang nyaman dalam menggunakan laboratorium komputer Kristen Nygaard dan laboratorium komputer Ole Johan Dahl karena AC di dalam ruangan terkadang terasa dingin dan kadang akan terasa panas, mahasiswa yang duduk di dekat AC akan merasa kedinginan sementara mahasiswa yang duduk jauh dari AC akan merasa panas, sehingga diketahui bahwa suhu mempengaruhi kenyamanan mahasiswa.
2. Pada faktor pencahayaan, untuk pencahayaan mahasiswa sudah merasa cukup nyaman dengan pencahayaan laboratorium komputer tetapi karena terdapat lampu yang sudah mati dan berkedip-kedip membuat pencahayaan didalam laboratorium mempunyai intensitas cahaya yang tidak sesuai dengan standar SNI, dan mahasiswa menjadi tidak nyaman ketika melakukan kegiatan belajar mengajar.
3. Pada faktor LCD, mahasiswa merasa sangat tidak nyaman dengan keadaan LCD di dalam laboratorium komputer karena LCD mempunyai tampilan yang tidak jelas dan tidak terang sehingga mahasiswa kesusahan ketika melihat presentasi yang ditampilkan.

Berdasarkan data hasil kuesioner pada kedua laboratorium komputer diketahui bahwa faktor suhu, pencahayaan, dan LCD mempengaruhi kenyamanan mahasiswa.

3.1 Usulan perbaikan laboratorium

Tahap selanjutnya setelah melakukan analisis hasil adalah memberikan usulan perbaikan yang sesuai dengan kaidah ergonomi dengan menggunakan pendekatan ergonomi partisipatori yang berdasarkan dari hasil analisis data kuesioner dan keluhan-keluhan yang didapatkan dari mahasiswa yang menggunakan laboratorium komputer. Usulan perbaikan diberikan untuk menjadi solusi dari permasalahan yang terdapat pada penelitian ini yaitu mahasiswa merasa kurang nyaman dalam menggunakan laboratorium komputer pada faktor suhu, pencahayaan, dan LCD.

Berdasarkan analisis hasil data kuesioner yang telah dilakukan usulan perbaikan yang dapat diberikan untuk laboratorium komputer Kristen Nygaard dan laboratorium komputer Ole Johan Dahl sesuai dengan kaidah ergonomi yang baik adalah untuk faktor suhu AC di dalam laboratorium sebaiknya diatur sesuai dengan keadaan cuaca, apabila cuaca sedang dingin sebaiknya AC di atur sebesar 25°C dengan keadaan semua jendela ditutup sehingga bisa mendapatkan suhu ruangan yang nyaman optimal yaitu 22.8°C-25.8°C dan sebaliknya jika cuaca sedang tidak dingin maka suhu AC dapat diatur sebesar 17°C-18°C untuk bisa mendapatkan suhu nyaman optimal. Akan lebih baik apabila kedua AC yang terdapat didalam laboratorium dapat digunakan dengan maksimal. Untuk faktor pencahayaan sebaiknya lampu didalam laboratorium komputer yang sudah mati dan berkedip-kedip diganti dengan lampu baru yang

mempunyai terang sebesar 350 lux yang sesuai dengan standar SNI pencahayaan untuk laboratorium sehingga mahasiswa dapat merasa nyaman dan tidak terganggu dengan lampu yang berkedip-kedip maupun tidak terang. Untuk faktor LCD sebaiknya mengatur resolusi dari LCD sesuai dengan kebutuhan. Karena digunakan untuk kegiatan belajar mengajar sehingga membutuhkan resolusi yang bagus agar bisa menampilkan presentasi dengan jelas dan terang. Usulan yang diberikan adalah sebaiknya LCD mempunyai resolusi 1024x768 pixel dengan lumen LCD sebesar 2000 lux sesuai dengan lumen yang biasanya dimiliki oleh LCD, akan lebih baik mengganti LCD lama yang telah rusak dengan LCD baru tetapi untuk mengganti LCD perlu memperhatikan biaya dan jenis LCD semakin bagus resolusi dari sebuah LCD maka harganya akan semakin mahal. LCD mempunyai lumen sebesar 2000 lux dapat membuat presentasi yang ditampilkan akan terlihat lebih jernih dan lebih terang dan bisa membuat nyaman mahasiswa dan dosen yang menggunakan LCD.

Apabila usulan perbaikan ini akan diterapkan pada laboratorium komputer Kristen Nygaard dan laboratorium komputer Ole Johan Dahl, terdapat beberapa usulan penggantian maupun penambahan fasilitas seperti mengganti LCD yang terdapat pada kedua laboratorium komputer serta mengganti dan menambah lampu agar bisa mendapatkan intensitas cahaya sebesar 350 lux yang sesuai dengan standar SNI.

Usulan untuk LCD baru yang dapat diberikan apabila akan mengganti LCD adalah LCD Hitachi CP-RX79 yang mempunyai lumen sebesar 2200 dan resolusi XGA (1024x768) dengan harga Rp 4.250.000. LCD tersebut dipilih karena paling sesuai dengan usulan yang diberikan dan sebaiknya melakukan penambahan layar putih untuk menampilkan presentasi dari LCD untuk mendapatkan tampilan yang lebih jelas.

Apabila akan mengganti lampu pada kedua laboratorium agar mempunyai intensitas cahaya 350 lux, maka perlu melakukan penentuan jumlah lampu pada kedua laboratorium. Berikut ini merupakan langkah-langkah menentukan jumlah lampu untuk laboratorium komputer Kristen Nygaard:

1. Menentukan level dari iluminasi
Level minimal dari iluminasi yang diperlukan adalah 100 *footcandle* di konversikan ke lux menjadi 1076.39 lux.
2. Menentukan *room cavity ratio* (RCR)
Diasumsikan tinggi dari permukaan lantai sampai pada lampunya adalah 3 meter. Laboratorium komputer Kristen Nygaard mempunyai ukuran 12 x 9 meter.

$$RCR = \frac{(5)(\text{Height from the working surface to the luminaries}) (Room length + Room width)}{(Room length)(Room width)}$$

$$RCR = \frac{(5)(3)(12 + 9)}{(12)(9)}$$

$$RCR = 2.92$$

3. Menentukan *ceiling cavity ratio* (CCR)
CCR tidak perlu dipertimbangkan dikarenakan lampu yang dipasangkan dilangit-langit ruangan.
4. Menentukan *wall reflections* (WR) dan *effective ceiling reflectance* (ECR)
Berdasarkan tabel 9.6 yang terdapat pada lampiran C.3, didapatkan WR dan BCR (*base ceiling reflectance*) sebesar 80%, karena lampu terpasang di langit-langit ruangan sehingga *effective ceiling reflectance* adalah 80%
5. Menentukan *coefficient of utilization* (CU)
Coefficient of utilization ditentukan dengan melihat tabel 9.8 yang terdapat pada lampiran C.5, didapatkan nilai CU antara 0.78 dan 0.69 sehingga nilai CU yang akan digunakan adalah 0.74.
6. Menentukan *light loss factor* (LLF)
Diasumsikan bahwa *fluorescent lamps in uncovered fixture* dengan kondisi "*Clean - dirty environment*" dengan pembersihan dilakukan setiap 12 bulan. Didapatkan nilai pada faktor *dirt depreciation* dari lumen lampu berdasarkan tabel 9.10 yang terdapat pada lampiran C.7 adalah 0.94.
7. Menghitung jumlah lampu dan *luminaries*

Lampu yang digunakan saat ini merupakan *Philips LEDtube 1200mm 16 w* yang memiliki tempat yang sama dengan *flourescent lamp 40 watt* sehingga *lamp output at 70% of rated life* sebesar 2500 dan untuk level dari iluminasi akan menggunakan 350 lux sesuai dengan standar SNI untuk laboratorium komputer, maka jumlah lampu yang dibutuhkan adalah

$$\text{Number of lamps} = \frac{(\text{required level of illumination})(\text{area to be lit})}{(\text{CU})(\text{LLF})(\text{lamp output at 70\% of rated life})}$$

$$\text{Number of lamps} = \frac{(350)(12)(9)}{(0.74)(0.94)(2500)}$$

$$\text{Number of lamps} = 21$$

Jika dua lampu ditempatkan di setiap *luminary* maka *luminaries* yang dibutuhkan adalah

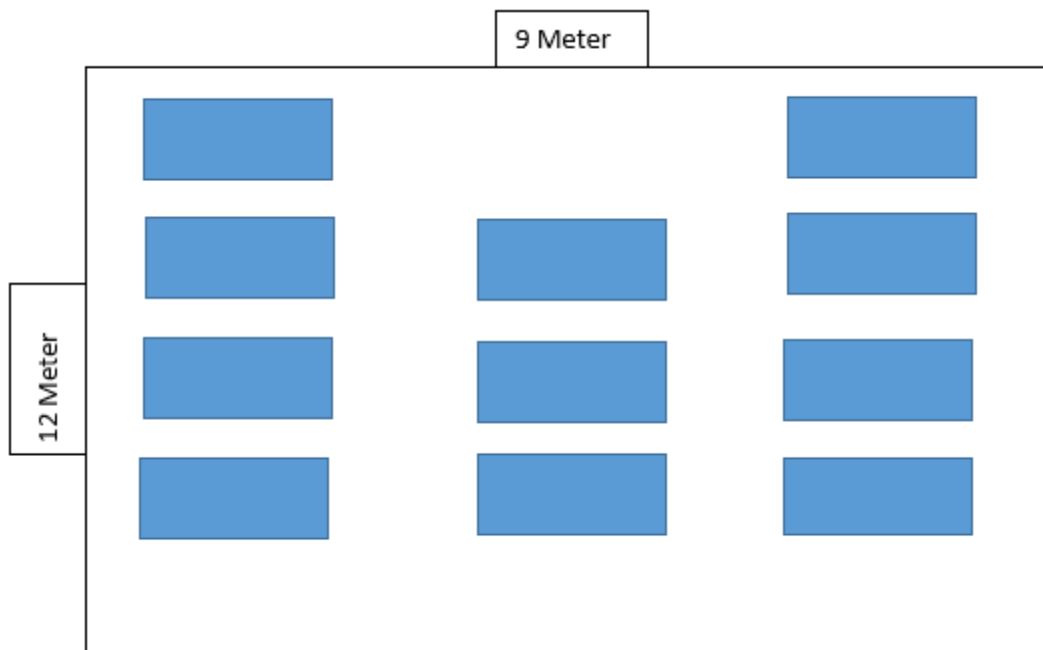
$$\text{Number of luminaries} = \frac{\text{Number of lamps}}{\text{lamps per luminary}}$$

$$\text{Number of luminaries} = \frac{21}{2}$$

$$\text{Number of luminaries} = 10.5 \approx 11$$

8. Menentukan lokasi penempatan *luminaries*

Setelah mendapatkan jumlah dari *luminaries* yang dibutuhkan selanjutnya menentukan lokasi penempatan *luminaries*. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan didapatkan jumlah lampu yang dibutuhkan sebanyak 21 lampu dengan jumlah *luminaries* sebanyak 11 jika setiap *luminary* ditempatkan 2 buah lampu. Dari 11 *luminaries* akan dibagi menjadi 4 lajur dengan setiap lajurnya berisi 3 *luminaries* dan 2 *luminaries* di bagian depan berada diatas papan tulis. Berikut ini merupakan rancangan *layout* dari *luminaries* yang didapatkan:



Gambar 3. Rancangan layout 11 *luminaries* laboratorium komputer ole johan dahl

Berikut ini merupakan langkah-langkah menentukan jumlah lampu untuk laboratorium komputer Ole Johan Dahl:

1. Menentukan level dari iluminasi
Level minimal dari iluminasi yang diperlukan adalah 100 *footcandle* dan dikonversikan ke lux menjadi 1076.39 lux.
2. Menentukan *room cavity ratio* (RCR)
Diasumsikan tinggi dari permukaan lantai sampai pada lampunya adalah 3 meter. Labotatorium komputer Ole Johan Dahl mempunyai ukuran 6 x 9 meter.

$$\text{RCR} = \frac{(5)(\text{Height from the working surface to the luminaries})}{(\text{Room length})(\text{Room width})} (\text{Room length} + \text{Room width})$$

$$\text{RCR} = \frac{(5)(3)(6+9)}{(6)(9)}$$

$$\text{RCR} = 4.167$$

3. Menentukan *ceiling cavity ratio* (CCR)
CCR tidak perlu dipertimbangkan dikarenakan lampu yang dipasangkan dilangit-langit ruangan.
4. Menentukan *wall reflections* (WR) dan *effective ceiling reflectance* (ECR)
Berdasarkan tabel 9.6 yang terdapat pada lampiran C.3, didapatkan WR dan BCR (*base ceiling reflectance*) sebesar 80%, karena lampu terpasang di langit-langit ruangan sehingga *effective ceiling reflectance* adalah 80%
5. Menentukan *coefficient of utilization* (CU)
Coefficient of utilization ditentukan dengan melihat tabel 9.8 yang terdapat pada lampiran C.5, didapatkan nilai CU adalah 0.61.
6. Menentukan *light loss factor* (LLF)
Diasumsikan bahwa *fluorescent lamps in uncovered fixture* dengan kondisi "Clean – dirty environmet" dengan pembersihan dilakukan setiap 12 bulan. Didapatkan nilai pada faktor *dirt depreciation* dari lumen lampu berdasarkan tabel 9.10 yang terdapat pada lampiran C.7 adalah 0.94.
7. Menghitung jumlah lampu dan *luminaries*
Lampu yang digunakan saat ini merupakan *Philips LEDtube 1200mm 16 w* yang memiliki tempat yang sama dengan *fluorescent lamp 40 watt* sehingga *lamp output at 70% of rated life* sebesar 2500 dan untuk level dari iluminasi akan menggunakan 350 lux sesuai dengan standar SNI untuk laboratorium komputer, maka jumlah lampu yang dibutuhkan adalah

$$\text{Number of lamps} = \frac{(\text{required level of illumination})(\text{area to be lit})}{(\text{CU})(\text{LLF})(\text{lamp output at 70\% of rated life})}$$

$$\text{Number of lamps} = \frac{(350)(6)(9)}{(0.61)(0.94)(2500)}$$

$$\text{Number of lamps} = 13$$

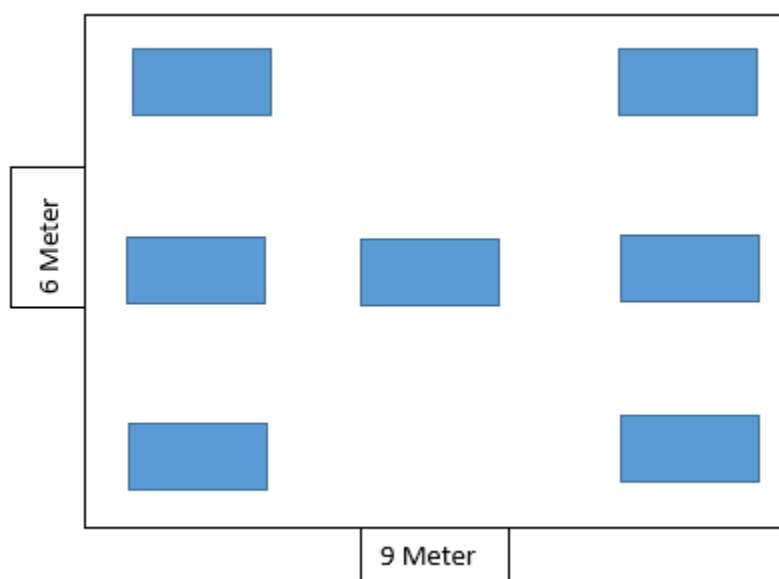
Jika dua lampu ditempatkan di setiap *luminary* maka *luminaries* yang dibutuhkan adalah

$$\text{Number of luminaries} = \frac{\text{Number of lamps}}{\text{lamps per luminary}}$$

$$\text{Number of luminaries} = \frac{13}{2}$$

$$\text{Number of luminaries} = 6.5 \approx 7$$

8. Menentukan lokasi dari *luminaries*
Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan didapatkan jumlah lampu yang dibutuhkan sebanyak 13 lampu dengan jumlah *luminaries* sebanyak 7 jika setiap *luminary* ditempatkan 2 buah lampu. Setelah mendapatkan jumlah dari *luminaries* yang dibutuhkan selanjutnya menentukan lokasi penempatan dari *luminaries*. Dari 11 *luminaries* akan dibagi menjadi 4 lajur dengan setiap lajurnya berisi 3 *luminaries* dan 2 *luminaries* di bagian depan berada diatas papan tulis. Berikut ini merupakan rancangan *layout* dari *luminaries* yang didapatkan:



Gambar 4. Rancangan layout 7 *luminaries* laboratorium komputer ole johan dahl

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data kuesioner kenyamanan mahasiswa diketahui bahwa secara keseluruhan dalam faktor suhu, pencahayaan, dan LCD mahasiswa diketahui bahwa semua aspek tersebut mempengaruhi tingkat kenyamanan mahasiswa. Pada aspek suhu mahasiswa merasa bahwa suhu ruangan yang panas dan terlalu dingin membuat mahasiswa kurang nyaman dalam menggunakan laboratorium. Faktor pencahayaan juga dapat mempengaruhi tingkat kenyamanan mahasiswa, lampu yang tidak terang dan berkedip-kedip dapat membuat mahasiswa merasa tidak nyaman dan mengganggu konsentrasi belajar. Faktor LCD menjadi salah satu faktor yang paling mempengaruhi kenyamanan mahasiswa dikarenakan LCD mempunyai tampilan yang tidak jelas dan tidak terang membuat mahasiswa tidak bisa melihat presentas yang ditampilkan dengan jelas. Saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebaiknya melakukan pengujian lanjutan terhadap usulan perbaikan yang diberikan untuk mengetahui apakah mahasiswa sudah merasa nyaman dengan perbaikan yang telah dilakukan.

Daftar pustaka

- Anam, K., Seotomo., Alfathan, A., 2017. Kajian intensitas penerangan pada gedung *electrical power system* simultaor sekolah tinggi penerbangan Indonesia. *Jurnal Ilmiah Aviasi Langit Biru*, Volume 10(1)
- Asnawir, H., 2002. Media pembelejaraan. Ciputra Pers, Jakarta
- De Jong., A.M.S., Vink, P., 2002. *Participatory ergonomics applied in installation work*, *Applied Ergonomics*, Volume 33, pp. 439-448
- Gunawan., Ananda, F., 2017. Aspek kenyamanan termal ruang belajar gedung sekolah menengah umum di wilayah Kec. Mandau. *Jurnal Inovtek Polbeng*, Volume 7(2)
- Janti, S., 2014. Analisis validitas dan reliabilitas dengan skala likert terhadap pengembangan SI/TI dalam penentuan pengambilan keputusan penerapan startegic planning pada industri garmen. *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST)*
- Nurmianto, E., 2008. Ergonomi: konsep dasar dan aplikasinya, 2nd ed, Guna Widya, Surabaya
- Pane, F, E, S., 2012. Analisis pengaruh suhu ruangan dan intensitas pencahayaan terhadap kecepatan respon konsentrasi dan tingkat stress pada siswa sekolah dasar. *Skripsi*, ST, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok
- Thompkins, J, A., White, J, A., Bozer, Y, A., Tanchoco, J, M, A., 2010. *Facilities planning*, 4th ed, John Wiley & Sons, Inc., *United States of America*

Yulianto, D., 2012. Identifikasi tingkat kepuasan pelanggan dan penentuan tingkat kinerja pada kualitas pelayanan BST Dampri dengan menggunakan analisis *servqual-indeks* dan *fuzzy*. *Skripsi*, ST, Fakultas Teknik, Universitas Muhammdiyah, Surakarta