
Academia Open



By Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Table Of Contents

Journal Cover	1
Author[s] Statement.....	3
Editorial Team	4
Article information	5
Check this article update (crossmark)	5
Check this article impact	5
Cite this article.....	5
Title page.....	6
Article Title	6
Author information	6
Abstract	6
Article content	7

Originality Statement

The author[s] declare that this article is their own work and to the best of their knowledge it contains no materials previously published or written by another person, or substantial proportions of material which have been accepted for the published of any other published materials, except where due acknowledgement is made in the article. Any contribution made to the research by others, with whom author[s] have work, is explicitly acknowledged in the article.

Conflict of Interest Statement

The author[s] declare that this article was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Copyright Statement

Copyright © Author(s). This article is published under the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0) licence. Anyone may reproduce, distribute, translate and create derivative works of this article (for both commercial and non-commercial purposes), subject to full attribution to the original publication and authors. The full terms of this licence may be seen at <http://creativecommons.org/licences/by/4.0/legalcode>

Academia Open

Vol. 11 No. 1 (2026): June
DOI: 10.21070/acopen.11.2026.14319

EDITORIAL TEAM

Editor in Chief

Mochammad Tanzil Multazam, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Managing Editor

Bobur Sobirov, Samarkand Institute of Economics and Service, Uzbekistan

Editors

Fika Megawati, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Mahardika Darmawan Kusuma Wardana, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Wiwit Wahyu Wijayanti, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Farkhod Abdurakhmonov, Silk Road International Tourism University, Uzbekistan

Dr. Hindarto, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Evi Rinata, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

M Faisal Amir, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Dr. Hana Catur Wahyuni, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

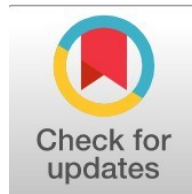
Complete list of editorial team ([link](#))

Complete list of indexing services for this journal ([link](#))

How to submit to this journal ([link](#))

Article information

Check this article update (crossmark)



Check this article impact (*)



Save this article to Mendeley



(*) Time for indexing process is various, depends on indexing database platform

Systematic Layout Planning Reduces Tofu Material Handling Distance : Pengurangan Jarak Material Handling pada Produksi Tahu Menggunakan Metode Systematic Layout Planning

Silviatul Afdhilah, 22032010089@student.upnjatim.ac.id (*)

Program Studi Teknik Industri, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Indonesia

Rusindiyanto Rusindiyanto, rusindiyanto.ti@upnjatim.ac.id

Program Studi Teknik Industri, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Indonesia

(*) Corresponding author

Abstract

General Background: Efficient facility layout is essential for small food industries because repeated production flows require smooth material movement between workstations. **Specific Background:** A tofu home industry in Sidoarjo processes approximately 300 kg of soybeans per day, or about 19 batches, with daily output reaching around 6,156 tofu pieces, yet the initial layout created long and repeated movement between several workstations. **Knowledge Gap:** Previous studies have applied Systematic Layout Planning, Blocplan, Activity Relationship Chart, Activity Relationship Diagram, and ProModel separately or in different production systems, while their integrated use for tofu home industry layout design remains limited. **Aims:** This study aimed to redesign the tofu production facility layout using Systematic Layout Planning supported by Blocplan and ProModel simulation. **Results:** Blocplan generated 20 layout alternatives, and layout alternative 1 from the tenth iteration was selected with an R-score of 0.86, Adjacency Score of 0.49, and Relative Distance Score of 561. The selected layout decreased total movement distance from 1,182.12 m to 1,103.73 m, with 6.63% efficiency, and decreased total movement time from 3,901 seconds to 3,634.52 seconds, with 6.83% efficiency. ProModel simulation also showed that system completion time decreased from 5.24 hours to 4.59 hours, while blocked time decreased from 75.21 minutes to 52.76 minutes. **Novelty:** This study integrates SLP, Blocplan, and ProModel in one framework for designing, selecting, and dynamically evaluating tofu home industry layout alternatives. **Implications:** The proposed layout supports shorter movement paths, lower handling time, fewer flow barriers, and more balanced workload distribution.

Highlights:

- Alternative 1 reached the highest R-score of 0.86.
- Total route length decreased by 78.39 m per cycle.
- Blocked duration declined from 75.21 to 52.76 minutes.

Keywords: Facility Layout, Material Handling, Promodel, Systematic Layout Planning, Tofu Home Industry

Published date: 2026-06-20

Pendahuluan

Efisiensi aliran produksi merupakan salah satu faktor penting pada industri pangan skala kecil karena proses produksi yang berulang membutuhkan kelancaran perpindahan bahan antartahap. Pada proses produksi tahu, bahan berpindah dari penyimpanan kedelai menuju perendaman, penggilingan, perebusan, penyaringan, koagulasi, pencetakan, pemotongan, hingga area pengambilan produk. Setiap perpindahan tersebut membutuhkan waktu, tenaga operator, dan ruang gerak. Tata letak fasilitas yang tidak teratur dan kurang sesuai dengan aliran proses dapat menyebabkan perpindahan material menjadi lebih panjang dan aktivitas produksi berjalan kurang efisien [1]. Selain itu, pengaturan fasilitas produksi juga berpengaruh terhadap kelancaran aliran material, waktu proses, dan efektivitas aktivitas produksi [2]. Oleh karena itu, stasiun kerja yang memiliki hubungan proses erat sebaiknya ditempatkan dalam posisi yang saling mendukung agar aktivitas *material handling* dapat berlangsung lebih singkat, aman, dan nyaman bagi operator [3].

Home industry tahu memiliki pola produksi harian yang padat. Rata-rata bahan baku yang diolah mencapai 300 kg kedelai per hari dengan kapasitas 16 kg kedelai per *batch*. Dengan demikian, produksi harian mencapai sekitar 19 *batch*. Setiap *batch* menghasilkan 6 cetakan atau 324 pcs tahu, sehingga *output* harian mencapai sekitar 6.156 pcs tahu. Intensitas produksi tersebut menyebabkan perpindahan material berlangsung berulang, tidak hanya untuk bahan utama berupa kedelai dan pati kedelai, tetapi juga untuk bahan pendukung seperti kayu bakar dan okara. Pada kondisi awal, beberapa fasilitas masih berada pada posisi yang belum sepenuhnya mengikuti urutan proses dan kebutuhan kedekatan antaraktivitas. Akibatnya, aliran material tampak panjang pada beberapa hubungan stasiun kerja, terutama pada perpindahan menuju pemotongan, parkir pedagang, dan pengumpulan okara. Kondisi ini menunjukkan bahwa perbaikan tata letak diperlukan agar aliran produksi menjadi lebih teratur dan aktivitas perpindahan material dapat dikurangi.

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa metode perancangan tata letak fasilitas dapat digunakan untuk memperbaiki aliran material dan menurunkan aktivitas *material handling*. Lutfiani dkk. menerapkan Systematic Layout Planning (SLP) dan Blocplan pada UMKM frozen food dan memperoleh penurunan jarak perpindahan serta ongkos *material handling* [4]. Rafael dkk. mengombinasikan metode SLP dengan simulasi ProModel pada rantai produksi springbed untuk mengevaluasi kinerja hasil *relay* secara lebih dinamis [5]. Pada konteks UKM tahu, Amelia dkk. menggunakan Activity Relationship Chart (ARC) dan Activity Relationship Diagram (ARD) untuk menyusun ulang tata letak berdasarkan hubungan kedekatan antaraktivitas produksi [6]. Selain itu, Taufik dkk. menunjukkan bahwa optimasi tata letak menggunakan SLP dapat diarahkan untuk meningkatkan efisiensi biaya *material handling* [7]. Jeffri dkk. juga menggunakan SLP dan Blocplan untuk menekan biaya perpindahan dan mengoptimalkan penggunaan ruang dengan mempertimbangkan jarak, transportasi material, serta kebutuhan tenaga kerja [8]. Maulidah dkk. menggunakan ARC dan Blocplan untuk menghasilkan alternatif tata letak berdasarkan hubungan kedekatan fasilitas [9], sedangkan Putri dan Maimunah menerapkan SLP dan Blocplan untuk memilih alternatif layout terbaik dalam upaya menekan ongkos *material handling* [10]. Pada industri kecil tahu, Sihombing juga menunjukkan bahwa Blocplan dapat digunakan untuk merancang ulang tata letak fasilitas produksi tahu dengan tujuan meminimalkan biaya *material handling* [11].

Meskipun penelitian-penelitian tersebut telah menunjukkan efektivitas SLP, Blocplan, ARC, ARD, dan simulasi ProModel pada berbagai konteks industri, sebagian besar studi masih membahas metode tersebut secara terpisah atau pada sistem produksi dengan karakteristik yang berbeda. Penelitian pada UKM tahu telah membahas hubungan kedekatan fasilitas melalui ARC dan ARD [6], sedangkan penelitian lain pada industri kecil tahu menggunakan Blocplan untuk menghasilkan alternatif tata letak [11]. Sementara itu, penggunaan ProModel sebagai alat evaluasi dinamis lebih banyak ditemukan pada objek produksi lain, seperti rantai produksi springbed [5]. Dengan demikian, celah penelitian yang masih terbuka adalah bagaimana SLP, Blocplan, dan ProModel dapat diintegrasikan secara utuh untuk merancang, memilih, dan mengevaluasi tata letak produksi tahu skala home industry. Konteks ini penting karena produksi tahu pada skala home industry memiliki karakteristik manual, berulang setiap hari, membutuhkan aliran material yang cepat, serta beroperasi pada ruang produksi yang terbatas.

Berdasarkan celah tersebut, kebaruan artikel ini terletak pada penggunaan terpadu SLP, Blocplan, dan ProModel dalam satu kerangka perbaikan tata letak produksi tahu skala home industry. SLP digunakan untuk memetakan hubungan kedekatan aktivitas dan kebutuhan ruang melalui ARC, ARD, dan SRD. Blocplan digunakan untuk menghasilkan dan menyeleksi alternatif tata letak berdasarkan hubungan kedekatan serta kebutuhan area. Selanjutnya, ProModel digunakan untuk mengevaluasi dampak layout terpilih terhadap kelancaran aliran produksi, waktu penyelesaian sistem, *blocked time*, dan distribusi beban kerja. Dengan pendekatan tersebut, penelitian ini tidak hanya menghasilkan rancangan tata letak secara statis, tetapi juga memberikan evaluasi kuantitatif dan simulatif terhadap kinerja tata letak usulan.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan merancang ulang tata letak fasilitas produksi pada home industry tahu menggunakan metode Systematic Layout Planning yang didukung oleh Blocplan dan simulasi ProModel. Tujuan tersebut dijawab melalui tiga sasaran utama, yaitu merancang tata letak usulan berdasarkan hubungan kedekatan dan kebutuhan ruang, membandingkan total jarak serta total waktu perpindahan material antara layout awal dan layout usulan, serta mengevaluasi layout terpilih menggunakan simulasi ProModel. Dengan susunan pembahasan tersebut, artikel ini diharapkan dapat memberikan kontribusi praktis bagi perbaikan tata letak produksi tahu skala home industry serta memberikan kontribusi akademis melalui integrasi metode perancangan, pemilihan, dan evaluasi layout secara terpadu.

Metode

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di home industry tahu yang berlokasi di Sidoarjo, Jawa Timur pada bulan Januari dengan bulan Mei 2026.

B. Objek dan Subjek Penelitian

Objek penelitian adalah lantai produksi pada *home industry* tahu dan unit analisisnya adalah hubungan perpindahan material antarstasiun kerja selama satu siklus produksi. Satuan analisis ditetapkan sebesar satu siklus produksi yang terdiri dari 4 *batch*. Satu *batch* berisi 16 kg kedelai, sehingga satu siklus mewakili 64 kg kedelai. Pemilihan satu siklus 4 *batch* dilakukan karena proses produksi tahu berlangsung secara bertahap dan bergiliran pada beberapa workstation paralel, terutama pada stasiun perebusan, penyaringan, koagulasi, dan pencetakan. Apabila perhitungan hanya didasarkan pada satu *batch*, pola perpindahan material belum sepenuhnya mewakili keterlibatan seluruh workstation yang aktif secara bergantian. Oleh karena itu, satu siklus 4 *batch* digunakan agar aliran material yang dianalisis dapat menggambarkan pola perpindahan yang lebih representatif terhadap kondisi produksi aktual. Selain itu, penelitian juga menggunakan skenario rata-rata permintaan harian yaitu 19 *batch* dalam simulasi ProModel untuk melihat dampak *layout* terhadap penyelesaian *output* harian. Dengan dua tingkat analisis tersebut, hasil penelitian dapat menjelaskan kinerja *layout* dari sisi perhitungan manual maupun simulasi sistem.

C. Bahan, Alat, dan Perangkat Penelitian

Bahan yang dianalisis dalam aliran material meliputi kedelai sebagai bahan utama, bubur kedelai, pati kedelai, gumpalan tahu, tahu hasil cetak, kayu bakar sebagai material pendukung proses pemanasan, serta okara sebagai hasil samping proses penyaringan. Fasilitas produksi yang diamati mencakup tempat penyimpanan kayu bakar, tungku api, tempat penyimpanan kedelai, perendaman, penggilingan, perebusan, penyaringan, koagulasi, pencetakan, pemotongan, parkir pedagang, penyimpanan okara sementara, pengumpulan okara sementara, dan mesin boiler.

Alat pengumpulan data yang digunakan meliputi meteran untuk mengukur dimensi area dan jarak antarstasiun kerja, stopwatch untuk mengukur waktu perpindahan material per trip, lembar observasi untuk mencatat frekuensi perpindahan, serta dokumentasi visual untuk memvalidasi posisi stasiun kerja. Pengukuran waktu perpindahan dilakukan menggunakan stopwatch pada setiap aktivitas perpindahan material utama. Setiap aktivitas perpindahan diamati sebanyak 30 kali untuk memperoleh waktu rata-rata perpindahan per trip. Penggunaan pengamatan berulang ini dilakukan agar nilai waktu yang digunakan dalam perhitungan tidak hanya berasal dari satu kali pengamatan, tetapi mewakili variasi waktu perpindahan yang terjadi selama aktivitas produksi normal.

Pengolahan data dilakukan menggunakan Microsoft Excel untuk menghitung jarak antarstasiun kerja, frekuensi perpindahan, total jarak perpindahan, dan total waktu perpindahan. Perangkat gambar tata letak menggunakan AutoCAD untuk menggambarkan layout awal dan layout usulan. Blocplan digunakan untuk menghasilkan alternatif tata letak berdasarkan luas stasiun kerja dan hubungan kedekatan aktivitas, sedangkan ProModel digunakan untuk mengevaluasi aliran produksi secara simulatif. Evaluasi melalui ProModel dilakukan untuk membandingkan kinerja layout awal dan layout usulan berdasarkan waktu penyelesaian sistem, kondisi lokasi, aktivitas entitas, blocked time, serta penggunaan resource.

D. Identifikasi Variabel dan Teknik Pengambilan Data

Variabel terikat pada penelitian ini adalah menentukan *layout* usulan, total jarak perpindahan material, dan total waktu perpindahan material. Sedangkan variabel bebasnya adalah *layout* awal lantai produksi, luas area kerja tersedia, nama dan jumlah stasiun kerja, jarak antar stasiun kerja, frekuensi *material handling*, permintaan rata-rata, dan waktu perpindahan.

Pengambilan data dilakukan pada aktivitas produksi normal, yaitu ketika alur kerja berjalan sebagaimana kegiatan harian. Teknik ini dipilih karena penelitian tidak bertujuan mengambil sampel konsumen atau menguji populasi secara statistik, tetapi merekam kondisi nyata proses produksi yang menjadi dasar perancangan tata letak. Observasi dilakukan pada perpindahan material utama dan material pendukung. Setiap perpindahan dicatat dari lokasi asal, lokasi tujuan, jenis material, frekuensi, media pemindahan, kapasitas per pemindahan, dan waktu per pemindahan. Data tersebut kemudian dikonversi dari frekuensi per *batch* menjadi frekuensi per siklus.

Pengamatan waktu perpindahan dilakukan pada 11 aktivitas perpindahan material utama, yaitu perpindahan kayu bakar menuju tungku, kedelai menuju perendaman, kedelai rendam menuju penggilingan, bubur kedelai menuju perebusan, pati kedelai menuju penyaringan, sari kedelai menuju koagulasi, gumpalan tahu menuju pencetakan, tahu tercetak menuju pemotongan, tahu jadi menuju area parkir pedagang, okara menuju penyimpanan sementara, serta okara menuju pengumpulan sementara. Setiap aktivitas perpindahan diamati sebanyak 30 kali menggunakan stopwatch untuk memperoleh waktu rata-rata perpindahan per trip. Nilai rata-rata waktu perpindahan dari masing-masing aktivitas kemudian digunakan sebagai dasar perhitungan total waktu material handling.

E. Alur Pemecahan Masalah

Berikut ini gambaran mengenai tahapan penelitian, alur pemecahan masalah disusun mulai dari identifikasi kondisi awal hingga evaluasi *layout* usulan. Rangkaian tahapan tersebut ditampilkan pada Gambar 1.

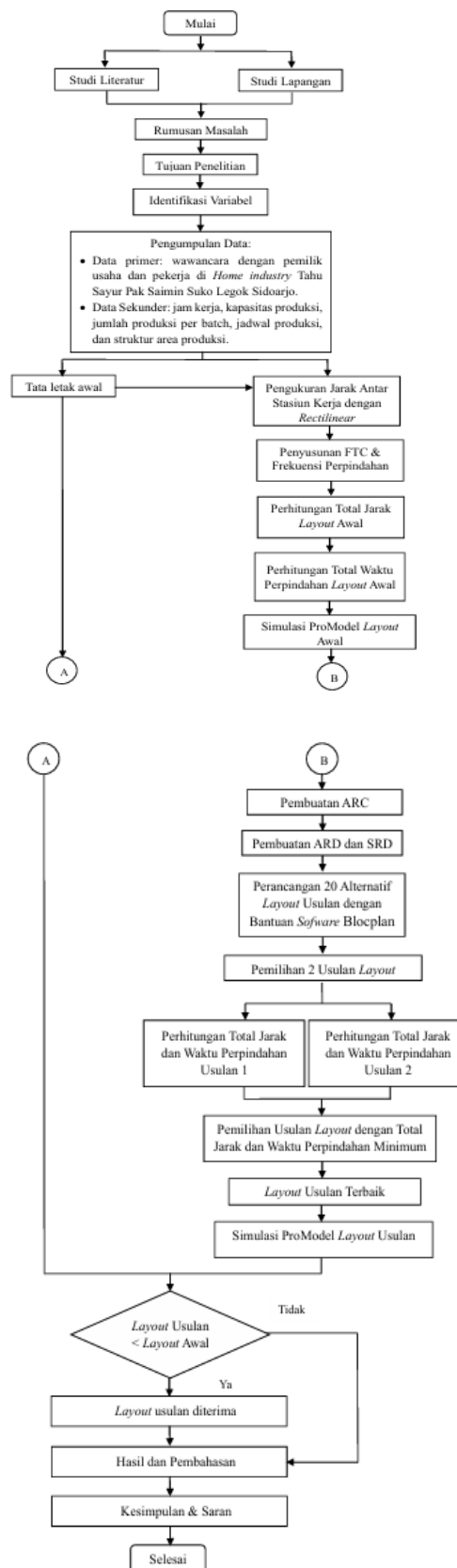


Figure 2. Langkah-Langkah Pemecahan Masalah

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pemecahan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi Permasalahan Tata Letak Awal

Tahap awal dilakukan dengan mengidentifikasi kondisi tata letak eksisting berdasarkan posisi stasiun kerja, aliran proses produksi, serta pola perpindahan material yang berpotensi menimbulkan jarak tempuh panjang dan waktu *material handling* yang kurang efisien.

2. Perhitungan Jarak Antarstasiun Kerja

Data perpindahan material kemudian dilengkapi dengan perhitungan jarak antarstasiun kerja menggunakan metode *rectilinear*. Metode *rectilinear* digunakan karena pola perpindahan material pada area produksi mengikuti lintasan horizontal dan vertikal, sehingga jarak antar fasilitas dapat dihitung berdasarkan selisih koordinat masing-masing stasiun kerja [12].

$$d_{ij} = |x_i - x_j| + |y_i - y_j| \quad (1)$$

Keterangan:

d_{ij} = jarak antara fasilitas i dan j.

x_i, y_i = koordinat fasilitas i.

x_j, y_j = koordinat fasilitas j.

3. Perhitungan Total Jarak Perpindahan Layout Awal

Berdasarkan jarak antarstasiun kerja dan frekuensi perpindahan yang telah diperoleh, total jarak perpindahan material pada *layout* awal dihitung sebagai nilai dasar perbandingan. Rumus total jarak perpindahan material yang digunakan adalah sebagai berikut [13]:

$$TD = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n f_{ij} \times d_{ij} \quad (2)$$

Keterangan:

TD = total jarak perpindahan material.

f_{ij} = frekuensi perpindahan dari fasilitas i ke j.

d_{ij} = jarak antar fasilitas.

4. Perhitungan Total Waktu Perpindahan Layout Awal

Selain jarak, total waktu perpindahan material pada *layout* awal juga dihitung untuk mengetahui durasi aktivitas *material handling* yang terjadi sebelum perbaikan. Rumus total waktu perpindahan material yang digunakan adalah sebagai berikut [14]:

$$T_{mh} = (d_{ij} \times vt) \times f \quad (3)$$

Keterangan:

T_{mh} = total waktu perpindahan *material handling*.

d_{ij} = jarak tempuh antar departemen.

vt = waktu tempuh *material handling*.

f = frekuensi *material handling* dalam satu batch.

5. Simulasi Layout Awal Menggunakan ProModel

Setelah kondisi awal dihitung, lalu *layout* awal disimulasikan menggunakan ProModel untuk menggambarkan kinerja sistem produksi aktual. Model simulasi layout awal disusun berdasarkan data observasi lapangan, meliputi urutan proses produksi, jumlah stasiun kerja, kapasitas lokasi, waktu proses, waktu perpindahan, rute perpindahan material, jumlah batch produksi, serta keterlibatan operator. Sebelum digunakan untuk membandingkan layout awal dan layout usulan, model terlebih dahulu diverifikasi dan divalidasi. Verifikasi dilakukan dengan memeriksa kesesuaian elemen model, seperti *location*, *entity*, *arrival*, *process*, rute perpindahan, dan hasil *running* model agar tidak terdapat kesalahan logika atau *error*. Validasi dilakukan dengan membandingkan output simulasi layout awal dengan kondisi aktual produksi untuk memastikan bahwa model mampu merepresentasikan sistem nyata [15]. Pada penelitian ini, parameter yang dibandingkan meliputi jumlah input batch, urutan proses produksi, pola perpindahan material, dan output produksi harian sebesar 6.156 pcs tahu.

6. Penyusunan Hubungan Kedekatan Aktivitas

Hasil identifikasi kondisi awal selanjutnya digunakan sebagai dasar penyusunan hubungan kedekatan aktivitas melalui ARC, ARD, dan SRD agar penempatan stasiun kerja dapat disesuaikan dengan urutan proses, intensitas perpindahan, kebutuhan ruang, dan pertimbangan operasional.

7. Perancangan Alternatif Layout Menggunakan Blockplan

Berdasarkan hubungan kedekatan aktivitas dan kebutuhan luas area, alternatif *layout* usulan dirancang menggunakan Blockplan, kemudian dievaluasi melalui nilai *R score*, *Adjacency Score*, dan *rel dist score*.

8. Perhitungan Total Jarak dan Waktu Perpindahan *Layout* Usulan

Setiap alternatif *layout* usulan yang dihasilkan kemudian dihitung total jarak dan total waktu perpindahan mater menggunakan rumus yang sama seperti *layout* awal.

9. Pemilihan *Layout* Terbaik

Pemilihan *layout* terbaik dilakukan dengan mempertimbangkan alternatif yang mampu menghasilkan total jarak dan total waktu perpindahan material paling minimum. Kemudian *layout* usulan yang terpilih tersebut, dibandingkan dengan *layout* awal untuk mengetahui besarnya perbaikan yang diperoleh. Rumus efisiensi yang digunakan adalah sebagai berikut[16]:

$$Efficiency = \frac{Initial - Improved}{Initial} \times 100\% \quad (4)$$

Keterangan:

Initial = nilai indikator pada *layout* awal.

Improved = nilai indikator pada *layout* usulan.

10. Simulasi *Layout* Terbaik Menggunakan

ProModel

Setelah diperoleh alternatif *layout* usulan terbaik, *layout* usulan kemudian disimulasikan menggunakan ProModel untuk dibandingkan kinerjanya dengan *layout* awal. Model *layout* usulan menggunakan struktur proses, jumlah batch, waktu proses, dan output produksi yang sama dengan model *layout* awal. Simulasi ini digunakan untuk mengevaluasi dampak relayout terhadap waktu penyelesaian sistem, blocked time, status lokasi, aktivitas entitas, serta penggunaan resource. Dengan demikian, hasil simulasi tidak hanya berfungsi sebagai visualisasi tata letak, tetapi juga sebagai dasar evaluasi dinamis terhadap perubahan kinerja produksi setelah perbaikan *layout*.

Hasil dan Pembahasan

A. Identifikasi Permasalahan Tata Letak Awal

Pada *layout* awal, aliran produksi tahu berjalan melalui penyimpanan kedelai, perendaman, penggilingan, perebusan, penyaringan, koagulasi, pencetakan, pemotongan, dan area parkir pedagang. Selain aliran utama tersebut, terdapat aliran pendukung berupa kayu bakar menuju tungku dan okara menuju area penyimpanan sementara. Ketika beberapa stasiun yang memiliki hubungan proses erat tidak berada dalam posisi yang saling mendukung, perpindahan material menjadi lebih panjang dan berulang. Berikut ini disajikan tabel frekuensi perpindahan material dari masing-masing stasiun kerja yang ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Frekuensi Perpindahan Material

Kode	From	To	Material	Frekuensi/batch	Frekuensi/siklus	Waktu/trip
A-B	Tempat penyimpanan kayu bakar	Tungku api	Kayu bakar	1	4	53 detik
C-D	Tempat penyimpanan kedelai	Stasiun perendaman	Kedelai	1	4	27 detik
D-E	Stasiun perendaman	Stasiun penggilingan	Kedelai rendam	2	8	5 detik
E-F	Stasiun penggilingan	Stasiun perebusan	Bubur kedelai	3	12	10-15 detik
F-G	Stasiun perebusan	Stasiun penyaringan	Pati kedelai	24	96	2 detik
G-H	Stasiun penyaringan	Stasiun koagulasi	Cuka/sari kedelai	30	120	2 detik
H-I	Stasiun koagulasi	Stasiun pencetakan	Gumpalan tahu	54	216	4 detik
I-J	Stasiun pencetakan	Stasiun pemotongan	Tahu tercetak	6	24	4-15 detik
J-K	Stasiun pemotongan	Tempat parkir pedagang	Tahu jadi	6	24	55-90 detik
G-L	Stasiun penyaringan	Tempat penyimpanan sementara	Okara	3	12	7 detik
L-M	Tempat penyimpanan sementara ampas kedelai	Tempat pengumpulan sementara ampas kedelai	Okara	3	12	15-25 detik

Sebelum menghitung jarak dan waktu perpindahan, luas setiap stasiun kerja perlu diketahui terlebih dahulu. Data luas area digunakan untuk memahami ukuran ruang yang ditempati masing-masing fasilitas. Berikut disajikan denah dari *layout* awal yang ditampilkan pada Gambar 2.

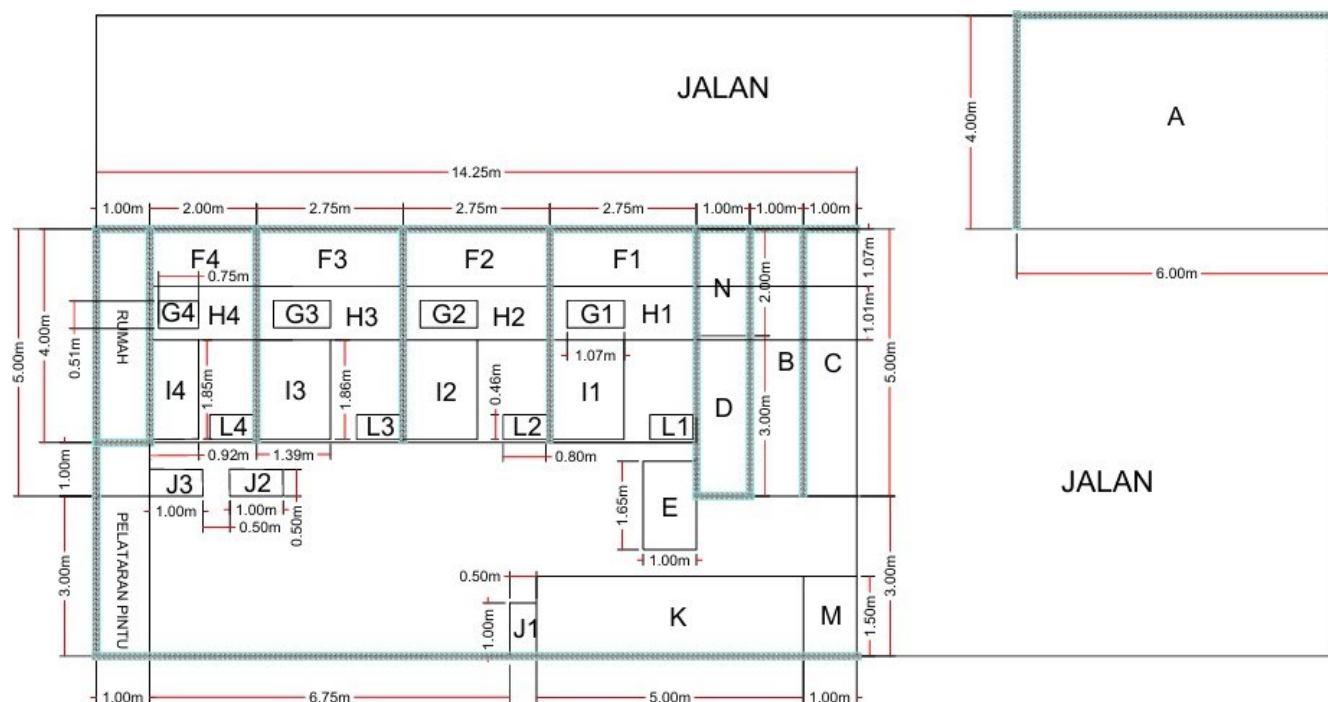


Figure 2. Denah *layout* awal

Berdasarkan gambar tersebut, dapat dilihat bahwa *layout* awal memiliki 14 stasiun kerja yang terdiri dari penyimpanan kayu bakar, tungku api, penyimpanan kedelai, perendaman, penggilingan, empat titik perebusan, empat titik penyaringan, empat titik koagulasi, empat titik pencetakan, tiga titik pemotongan, parkir pedagang, penyimpanan okara sementara, pengumpulan okara, dan mesin boiler. Setelah diketahui ukuran eksisting dari masing-masing stasiun kerja tersebut, tahap selanjutnya adalah menghitung luas area dengan cara mengalikan panjang dengan lebar. Hasil perhitungan luas masing-masing stasiun kerja disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Luas area *layout* awal

Kode	Stasiun kerja	Luas (m ²)
A	Penyimpanan kayu bakar	24,00
B	Tungku api	5,00
C	Penyimpanan kedelai	5,00
D	Perendaman	3,00
E	Penggilingan	1,65
F1-F4	Perebusan	10,96
G1-G4	Penyaringan	2,03
H1-H4	Koagulasi	2,14
I1-I4	Pencetakan	10,35
J1-J3	Pemotongan	2,00
K	Parkir pedagang	15,00
L1-L4	Penyimpanan okara sementara	2,10
M	Pengumpulan okara sementara	1,00
N	Mesin boiler	1,50

B. Perhitungan Jarak Antarstasiun Kerja

Setelah luas area diketahui, titik koordinat setiap stasiun kerja ditentukan sebagai dasar perhitungan jarak perpindahan material menggunakan metode *rectilinear*. Penentuan titik koordinat pada *layout* awal dapat dilihat pada Gambar 3.

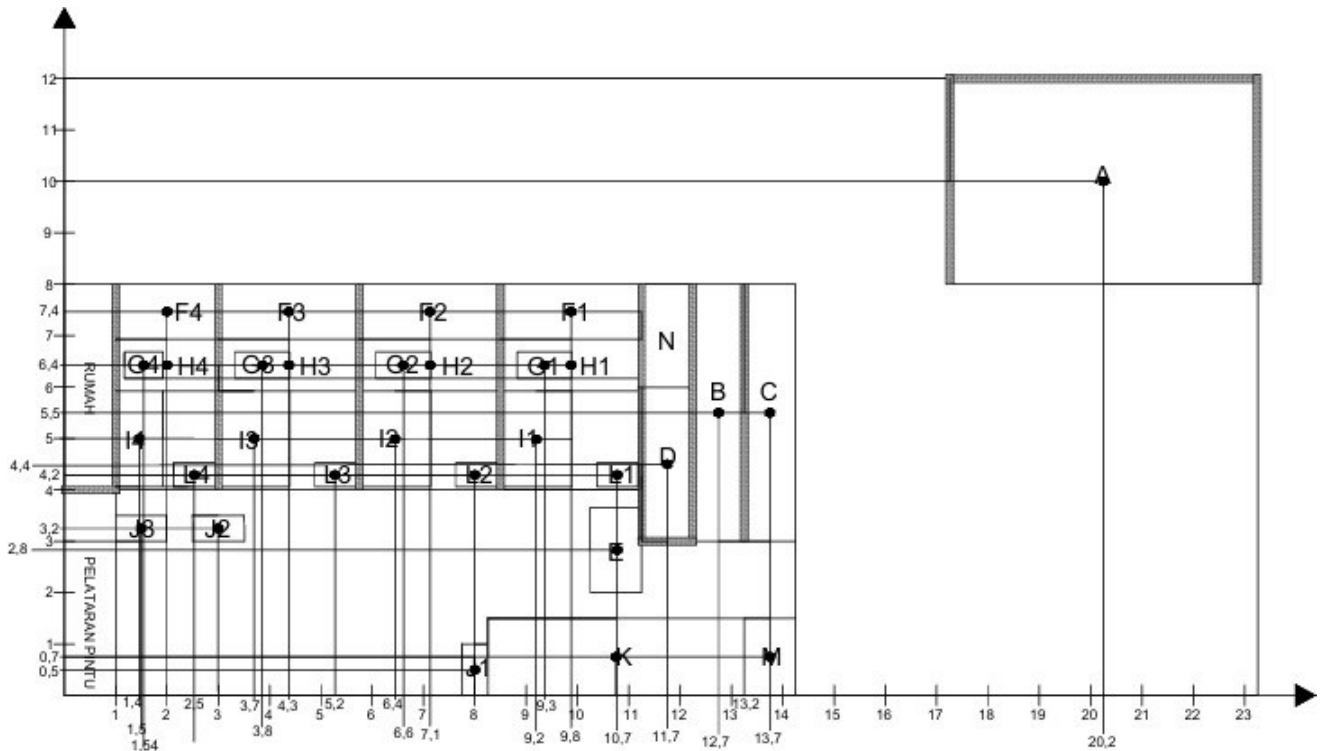


Figure 3. Titik Koordinat Stasiun Kerja pada *Layout* Awal

Sebagai contoh, berikut perhitungan untuk jarak antar stasiun kerja A-B:

$$\begin{aligned} d_{AB} &= |X_A - X_B| + |Y_A - Y_B| \\ &= |20,2 - 12,7| + |10 - 5,5| = 12 \text{ meter} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan keseluruhan jarak antarstasiun kerja pada *layout* awal disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Jarak Antar Stasiun Kerja *Layout* Awal

Stasiun kerja	From	To	Jarak (m)
Tempat penyimpanan kayu bakar – Tungku api	A	B	12
Tempat penyimpanan kedelai - Stasiun perendaman	C	D	3,1
Stasiun perendaman - Stasiun penggilingan	D	E	2,6
Stasiun penggilingan - Stasiun perebusan	E	F1	5,5
		F2	8,2
		F3	11
		F4	13,3
Stasiun perebusan - Stasiun penyaringan	F1	G1	1,5
	F2	G2	1,5
	F3	G3	1,5
	F4	G4	1,46
Stasiun penyaringan - Stasiun koagulasi	G1	H1	0,5
	G2	H2	0,5
	G3	H3	0,5
	G4	H4	0,46
Stasiun koagulasi - Stasiun pencetakan	H1	I1	2
	H2	I2	2,1
	H3	I3	2
	H4	I4	2
Stasiun pencetakan - Stasiun pemotongan	I1	J1	5,7
	I2	J1	6,1
	I3	J2	2,5
	I4	J3	1,9
Stasiun pemotongan - Tempat parkir motor pedagang	J1	K	2,9
	J2	K	10,2
	J3	K	11,7
Stasiun penyaringan - Tempat penyimpanan okara sementara	G1	L1	3,6
	G2	L2	3,6
	G3	L3	3,6
	G4	L4	3,16
Tempat penvimpanan okara sementara - Tempat	L1	M	6,5

pengumpulan okara sementara	L2	M	9,2
	L3	M	12
	L4	M	14,7

C. Perhitungan Total Jarak Perpindahan Layout Awal

Perhitungan total jarak perpindahan *layout* awal dilakukan untuk memperoleh nilai *baseline* sebelum tata letak diperbaiki. Total jarak diperoleh dengan mengalikan frekuensi perpindahan dengan jarak antarstasiun kerja, kemudian menjumlahkan seluruh hubungan perpindahan material. Sebagai contoh, berikut perhitungan untuk total jarak perpindahan stasiun kerja A-B:

$$TD = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n f_{ij} \times dij$$

$$TD = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n 4 \times 12$$

$$TD = 48 \text{ meter/1 siklus batch}$$

Hasil perhitungan total jarak perpindahan untuk keseluruhan stasiun kerja pada *layout* awal disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Total Jarak Perpindahan *Layout* Awal

Stasiun kerja	From	To	Fij	Dij	Total jarak perpindahan
Tempat penyimpanan kayu bakar – Tungku api	A	B	4	12	48
Tempat penyimpanan kedelai - Stasiun perendaman	C	D	4	3,1	12,4
Stasiun perendaman - Stasiun penggilingan	D	E	8	2,6	20,8
Stasiun penggilingan - Stasiun perebusan	E	F1	3	5,5	16,5
		F2	3	8,2	24,6
		F3	3	11	33
		F4	3	13,3	39,9
Stasiun perebusan - Stasiun penyaringan	F1	G1	24	1,5	36
	F2	G2	24	1,5	36
	F3	G3	24	1,5	36
	F4	G4	24	1,46	35,04
Stasiun penyaringan - Stasiun koagulasi	G1	H1	30	0,5	15
	G2	H2	30	0,5	15
	G3	H3	30	0,5	15
	G4	H4	30	0,46	13,8
Stasiun koagulasi - Stasiun pencetakan	H1	I1	54	2	108
	H2	I2	54	2,1	113,4
	H3	I3	54	2	108
	H4	I4	54	2	108
Stasiun pencetakan - Stasiun pemotongan	I1	J1	6	5,7	34,2
	I2	J1	6	6,1	36,6
	I3	J2	6	2,5	15
	I4	J3	6	1,9	11,4
Stasiun pemotongan - Tempat parkir motor pedagang	J1	K	12	2,9	34,8
	J2	K	6	10,2	61,2
	J3	K	6	11,7	70,2
Stasiun penyaringan - Tempat penyimpanan okara sementara	G1	L1	3	3,6	10,8
	G2	L2	3	3,6	10,8
	G3	L3	3	3,6	10,8
	G4	L4	3	3,16	9,48
Tempat penyimpanan okara sementara - Tempat pengumpulan okara sementara	L1	M	1	6,5	6,5
	L2	M	1	9,2	9,2
	L3	M	1	12	12
	L4	M	1	14,7	14,7
Total jarak perpindahan <i>layout</i> awal					1182,12

D. Perhitungan Total Waktu Perpindahan Layout Awal

Selain jarak, total waktu perpindahan juga dihitung karena efisiensi *layout* tidak hanya ditentukan oleh panjang lintasan, tetapi juga oleh lamanya material berpindah dari satu stasiun ke stasiun berikutnya. Total waktu perpindahan dihitung berdasarkan jarak antarstasiun, waktu tempuh per meter, dan frekuensi perpindahan material. Sebagai contoh, berikut perhitungan total waktu perpindahan untuk stasiun kerja A-B:

$$T_{mh} = (d_{ij} \times vt) f_{ij}$$

$$T_{mh} = (12 \times (\frac{53}{12})) 4$$

$$T_{mh} = 212 \text{ detik}$$

Hasil perhitungan total jarak perpindahan untuk keseluruhan stasiun kerja pada *layout* awal disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Total Waktu Perpindahan *Layout* Awal

Stasiun kerja	From	To	Waktu per perpindahan	Dij	Fij	Total waktu perpindahan
Tempat penyimpanan kayu bakar – Tungku api	A	B	53	12	4	212
Tempat penyimpanan kedelai - Stasiun perendaman	C	D	27	3,1	4	108
Stasiun perendaman - Stasiun penggilingan	D	E	5	2,6	8	40
Stasiun penggilingan - Stasiun perebusan	E	F1	10	5,5	3	30
		F2	12	8,2	3	36
		F3	13	11	3	39
		F4	15	13,3	3	45
Stasiun perebusan - Stasiun penyaringan	F1	G1	2	1,5	24	48
	F2	G2	2	1,5	24	48
	F3	G3	2	1,5	24	48
	F4	G4	2	1,46	24	48
Stasiun penyaringan - Stasiun koagulasi	G1	H1	2	0,5	30	60
	G2	H2	2	0,5	30	60
	G3	H3	2	0,5	30	60
	G4	H4	2	0,46	30	60
Stasiun koagulasi - Stasiun pencetakan	H1	I1	4	2	54	216
	H2	I2	4	2,1	54	216
	H3	I3	4	2	54	216
	H4	I4	4	2	54	216
Stasiun pencetakan - Stasiun pemotongan	I1	J1	15	5,7	6	90
	I2	J1	13	6,1	6	78
	I3	J2	6	2,5	6	36
	I4	J3	4	1,9	6	24
Stasiun pemotongan - Tempat parkir motor pedagang	J1	K	55	2,9	12	660
	J2	K	85	10,2	6	510
	J3	K	90	11,7	6	540
Stasiun penyaringan - Tempat penyimpanan okara sementara	G1	L1	7	3,6	3	21
	G2	L2	7	3,6	3	21
	G3	L3	7	3,6	3	21
	G4	L4	7	3,16	3	21
Tempat penyimpanan okara sementara - Tempat pengumpulan okara sementara	L1	M	15	6,5	1	15
	L2	M	13	9,2	1	13
	L3	M	20	12	1	20
	L4	M	25	14,7	1	25
Total waktu perpindahan <i>layout</i> awal						3901

E. Simulasi Layout Awal Menggunakan ProModel

Pemodelan *layout* awal dengan ProModel digunakan sebagai verifikasi dinamis terhadap kondisi eksisting setelah *baseline* jarak dan waktu *material handling* diperoleh. Model simulasi *layout* awal ditunjukkan pada Gambar 4.

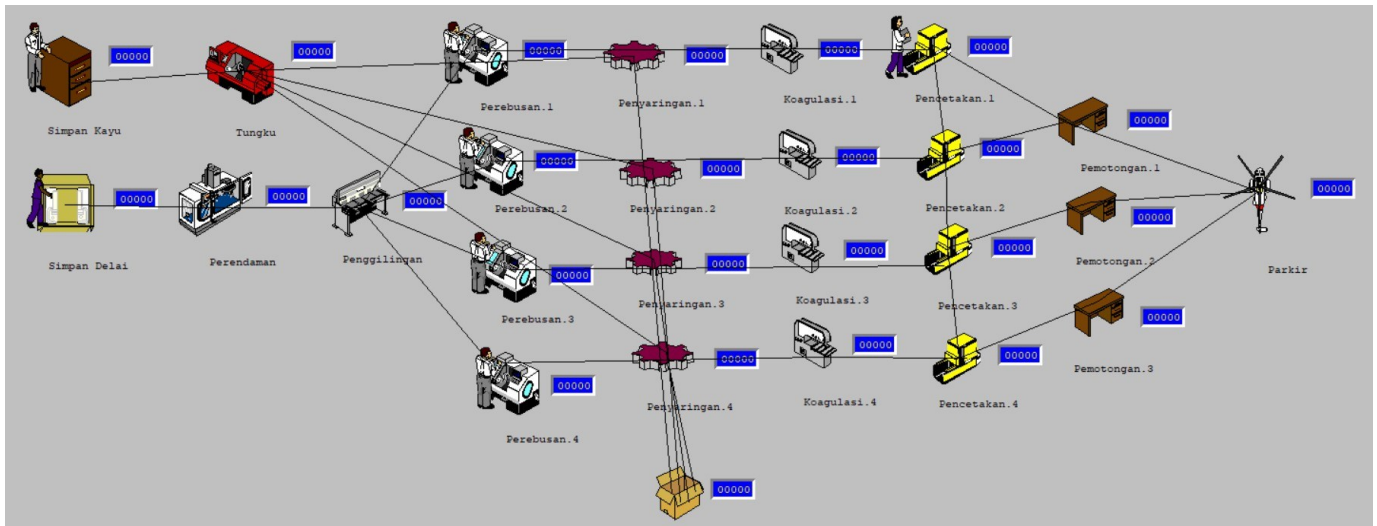


Figure 5. Model *Layout Awal*

Output simulasi pertama digunakan untuk melihat performa setiap lokasi produksi berdasarkan kapasitas, jumlah entitas masuk, dan tingkat utilisasi. Hasil *output locations* pada *layout awal* disajikan pada Gambar 5.

layout awal back up.MOD (Normal Run - Rep. 1)									
Name	Scheduled Time (HR)	Capacity	Total Entries	Avg Time Per Entry (MIN)	Avg Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Utilization	
Simpan Kayu	5,24	999999,00	72,00	17,04	3,90	71,00	0,00	0,00	
Tungku	5,24	999999,00	72,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
Simpan Delai	5,24	125,00	19,00	72,44	4,37	18,00	0,00	3,50	
Perendaman	5,24	6,00	19,00	62,85	3,80	6,00	0,00	63,25	
Penggilingan	5,24	2,00	19,00	8,65	0,52	2,00	0,00	26,11	
Perebusan.1	5,24	1,00	5,00	23,27	0,37	1,00	0,00	36,98	
Perebusan.2	5,24	1,00	5,00	23,16	0,37	1,00	0,00	36,80	
Perebusan.3	5,24	1,00	5,00	19,11	0,30	1,00	0,00	30,36	
Perebusan.4	5,24	1,00	4,00	20,20	0,26	1,00	0,00	25,68	
Penyaringan.1	5,24	1,00	7,00	17,35	0,39	1,00	0,00	38,61	
Penyaringan.2	5,24	1,00	6,00	17,71	0,34	1,00	0,00	33,77	
Penyaringan.3	5,24	1,00	3,00	15,33	0,15	1,00	0,00	14,61	
Penyaringan.4	5,24	1,00	3,00	15,51	0,15	1,00	0,00	14,79	
Penyaringan	20,98	4,00	19,00	16,85	0,25	4,00	0,00	25,44	
Koagulasi.1	5,24	1,00	7,00	22,56	0,50	1,00	0,00	50,18	
Koagulasi.2	5,24	1,00	6,00	23,81	0,45	1,00	0,00	45,41	
Koagulasi.3	5,24	1,00	3,00	16,45	0,16	1,00	0,00	15,69	
Koagulasi.4	5,24	1,00	3,00	15,04	0,14	1,00	0,00	14,34	
Koagulasi	20,98	4,00	19,00	20,80	0,31	4,00	0,00	31,40	
Pencetakan.1	5,24	18,00	5,00	17,64	0,28	1,00	0,00	1,56	
Pencetakan.2	5,24	18,00	5,00	19,49	0,31	1,00	0,00	1,72	
Pencetakan.3	5,24	18,00	5,00	18,03	0,29	1,00	0,00	1,59	
Pencetakan.4	5,24	18,00	4,00	19,07	0,24	1,00	0,00	1,35	
Pemotongan.1	5,24	6,00	10,00	2,84	0,09	2,00	0,00	1,50	
Pemotongan.2	5,24	6,00	5,00	3,12	0,05	1,00	0,00	0,83	
Pemotongan.3	5,24	6,00	4,00	3,90	0,05	1,00	0,00	0,83	
Parkir	5,24	999999,00	114,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
Kumpul Okara	5,24	999999,00	19,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	

Figure 6. *Output Locations Layout Awal*

Untuk mengetahui kondisi penggunaan lokasi yang memiliki lebih dari satu kapasitas, analisis dilanjutkan pada status lokasi multi. Hasil *outputlocation states multi* pada *layout awal* ditampilkan pada Gambar 6.

Name	Scheduled Time (HR)	% Empty	% Part Occupied	% Full	% Down
Simpan Kayu	5,24	89,17	10,83	0,00	0,00
Tungku	5,24	100,00	0,00	0,00	0,00
Simpan Delai	5,24	42,52	57,48	0,00	0,00
Perendaman	5,24	23,43	20,48	56,09	0,00
Penggilingan	5,24	71,56	4,66	23,78	0,00
Pencetakan.1	5,24	71,97	28,03	0,00	0,00
Pencetakan.2	5,24	69,03	30,97	0,00	0,00
Pencetakan.3	5,24	71,35	28,65	0,00	0,00
Pencetakan.4	5,24	75,76	24,24	0,00	0,00
Pemotongan.1	5,24	91,78	8,22	0,00	0,00
Pemotongan.2	5,24	95,04	4,96	0,00	0,00
Pemotongan.3	5,24	95,04	4,96	0,00	0,00
Parkir	5,24	100,00	0,00	0,00	0,00
Kumpul Okara	5,24	100,00	0,00	0,00	0,00

Figure 7. Output Location States Multi Layout Awal

Selain *location states multi*, status *location states single* juga dianalisis untuk melihat proporsi waktu setiap stasiun berada dalam kondisi operation, idle, full, ataublocked. Hasil *outputlocation states single* pada *layout awal* disajikan pada Gambar 7.

Name	Scheduled Time (HR)	% Operation	% Setup	% Idle	% Waiting	% Blocked	% Down
Perebusan.1	5,24	23,84	0,00	63,02	13,14	0,00	0,00
Perebusan.2	5,24	23,84	0,00	63,20	12,96	0,00	0,00
Perebusan.3	5,24	23,84	0,00	69,64	6,52	0,00	0,00
Perebusan.4	5,24	19,07	0,00	74,32	6,61	0,00	0,00
Penyaringan.1	5,24	33,37	0,00	61,39	5,24	0,00	0,00
Penyaringan.2	5,24	28,60	0,00	66,23	5,17	0,00	0,00
Penyaringan.3	5,24	14,30	0,00	85,39	0,31	0,00	0,00
Penyaringan.4	5,24	14,30	0,00	85,21	0,49	0,00	0,00
Penyaringan	20,98	22,65	0,00	74,56	2,79	0,00	0,00
Koagulasi.1	5,24	33,37	0,00	49,82	16,81	0,00	0,00
Koagulasi.2	5,24	28,60	0,00	54,59	16,81	0,00	0,00
Koagulasi.3	5,24	14,30	0,00	84,31	1,39	0,00	0,00
Koagulasi.4	5,24	14,30	0,00	85,66	0,04	0,00	0,00
Koagulasi	20,98	22,65	0,00	68,60	8,75	0,00	0,00

Figure 8. Output Location States Single Layout Awal

Kinerja operator sebagai *resource* produksi juga dievaluasi untuk mengetahui tingkat keterlibatan dan waktu perpindahan selama proses berlangsung. Hasil *outputresources* pada *layout awal* ditampilkan pada Gambar 8.

Name	Units	Scheduled Time (HR)	Number Times Used	Avg Time Per Usage (MIN)	Avg Time Travel To Use (MIN)	Avg Time Travel To Park (MIN)	% Blocked In Travel	% Utilization
Operator Permesinan	1,00	5,24	91,00	0,22	0,24	0,44	0,00	13,35
Operator Penggilingan	1,00	5,24	57,00	0,10	0,11	0,16	0,00	3,74
Operator Pembuat Tahu 1	1,00	5,24	35,00	4,65	0,02	0,05	0,00	52,00
Operator Pembuat Tahu 2	1,00	5,24	35,00	4,65	0,02	0,05	0,00	52,01
Operator Pembuat Tahu 3	1,00	5,24	35,00	4,65	0,02	0,05	0,00	51,95
Operator Pembuat Tahu 4	1,00	5,24	28,00	4,65	0,02	0,05	0,00	41,58
Operator Pemotongan	1,00	5,24	38,00	1,29	0,06	0,14	0,00	16,37

Figure 9. Output Resources Layout Awal

Untuk memperjelas kondisi penggunaan *resource* selama simulasi, status aktivitas operator kemudian dianalisis berdasarkan persentase waktu kerja, perjalanan, dan kondisi tidak digunakan. Hasil *output resource states* pada *layout* awal ditunjukkan pada Gambar 9.

Name	Scheduled Time (HR)	% In Use	% Travel To Use	% Travel To Park	% Idle	% Down
Operator Permesinan	5,24	6,28	7,07	2,11	84,54	0,00
Operator Penggilingan	5,24	1,80	1,94	1,01	95,25	0,00
Operator Pembuat Tahu 1	5,24	51,77	0,23	0,08	47,92	0,00
Operator Pembuat Tahu 2	5,24	51,78	0,23	0,08	47,92	0,00
Operator Pembuat Tahu 3	5,24	51,77	0,18	0,10	47,95	0,00
Operator Pembuat Tahu 4	5,24	41,42	0,16	0,06	58,36	0,00
Operator Pemotongan	5,24	15,60	0,77	0,39	83,25	0,00

Figure 10. Output Resource States Layout Awal

Selain lokasi dan *resource*, aktivitas entitas juga diamati untuk mengetahui waktu rata-rata yang dialami produk selama berada dalam sistem. Hasil *output entity activity* pada *layout* awal disajikan pada Gambar 10.

Name	Total Exits	Current Qty In System	Avg Time In System (MIN)	Avg Time In Move Logic (MIN)	Avg Time Waiting (MIN)	Avg Time In Operation (MIN)	Avg Time Blocked (MIN)
Kayu Bakar	72,00	0,00	17,28	17,28	0,00	0,00	0,00
Kedelai	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bubur Kedelai	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pati Kedelai	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tahu Setengah Jadi	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tahu	114,00	0,00	224,99	7,77	9,01	133,00	75,21
Okara	19,00	0,00	0,49	0,49	0,00	0,00	0,00

Figure 11. Output Entity Activity Layout Awal

Analisis entitas kemudian dilengkapi dengan melihat proporsi waktu produk dalam kondisi bergerak, menunggu, diproses, dan terhambat. Hasil *output entity states* pada *layout* awal ditampilkan pada Gambar 11.

Name	% In Move Logic	% Waiting	% In Operation	% Blocked
Kayu Bakar	100,00	0,00	0,00	0,00
Kedelai	0,00	0,00	0,00	0,00
Bubur Kedelai	0,00	0,00	0,00	0,00
Pati Kedelai	0,00	0,00	0,00	0,00
Tahu Setengah Jadi	0,00	0,00	0,00	0,00
Tahu	3,46	4,00	59,11	33,43
Okara	100,00	0,00	0,00	0,00

Figure 12. Output Entity states layout awal

Berdasarkan *output* simulasi dari ProModel tersebut dapat dilihat bahwa *layout* awal belum sepenuhnya mampu mengalirkan material secara lancar. Waktu penyelesaian 19 *batch* mencapai 5,24 jam, sedangkan rata-rata waktu entitas Tahu berada di dalam sistem adalah 224,98 menit. Komponen waktu terbesar setelah operation adalah *blocked time* sebesar 75,21 menit, sehingga hambatan utama bukan berasal dari perubahan proses inti, melainkan dari tertahannya entitas sebelum berpindah ke proses berikutnya. Kondisi ini diperkuat oleh status lokasi Perendaman yang berada dalam kondisi *full* sebesar 56,09% dan Penggilingan sebesar 23,78%, sehingga area awal menjadi titik penumpukan utama. Dari sisi distribusi beban kerja, *entry* pada Penyaringan dan Koagulasi masih terkonsentrasi pada jalur 1 dan 2 dengan pola 7-6-3-3, sedangkan Pemotongan memiliki pola 10-5-4. Beban *resource* juga belum merata karena Operator Pembuat Tahu 1-3 memiliki *In Use* sekitar 51,77%-51,78%, sedangkan Operator Pembuat Tahu 4 hanya 41,42%. Dengan demikian, *relayout* diperlukan untuk menurunkan *blocked time*, mengurangi kepadatan area awal, dan memperbaiki pemerataan beban kerja antarlokasi serta antaroperator.

F. Penyusunan Hubungan Kedekatan Aktivitas

Setelah *baseline layout* awal diperoleh, hubungan kedekatan aktivitas disusun dengan pendekatan *Systematic Layout Planning*. Tahap ini dimulai dari penyusunan *Activity Relationship Chart* (ARC), kemudian dilanjutkan menjadi *Activity Relationship Diagram* (ARD) dan *Space Relationship Diagram* (SRD). Sebelum menyusun *Activity Relationship Chart*,

ISSN 2714-7444 (online), <https://acopen.umsida.ac.id>, published by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

diperlukan kode derajat kedekatan untuk menunjukkan tingkat kepentingan hubungan antarstasiun kerja. Kode derajat kedekatan yang digunakan dalam ARC disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Kode ARC

Derajat Kedekatan	Keterangan
A	Mutlak harus didekatkan
E	Sangat penting
I	Penting
O	Biasa
U	Tidak penting
X	Mutlak harus berjauhan

Setiap derajat kedekatan dalam ARC juga perlu dilengkapi dengan alasan hubungan agar penilaian kedekatan antarstasiun kerja memiliki dasar operasional yang jelas. Kode alasan kedekatan yang digunakan ditampilkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Alasan kedekatan ARC

Kode	Alasan
1	Aliran material
2	Memudahkan pemindahan barang
3	Tidak ada hubungan kerja
4	Kemudahan pengawasan
5	Keselamatan dan kesehatan kerja
6	Memudahkan proses pengerjaan karyawan
7	Kontaminasi (kotor, debu)

Berdasarkan kode derajat kedekatan dan alasan hubungan tersebut, hubungan antarstasiun kerja kemudian disusun dalam bentuk *Activity Relationship Chart*. Hasil penyusunan ARC ditunjukkan pada Gambar 12.

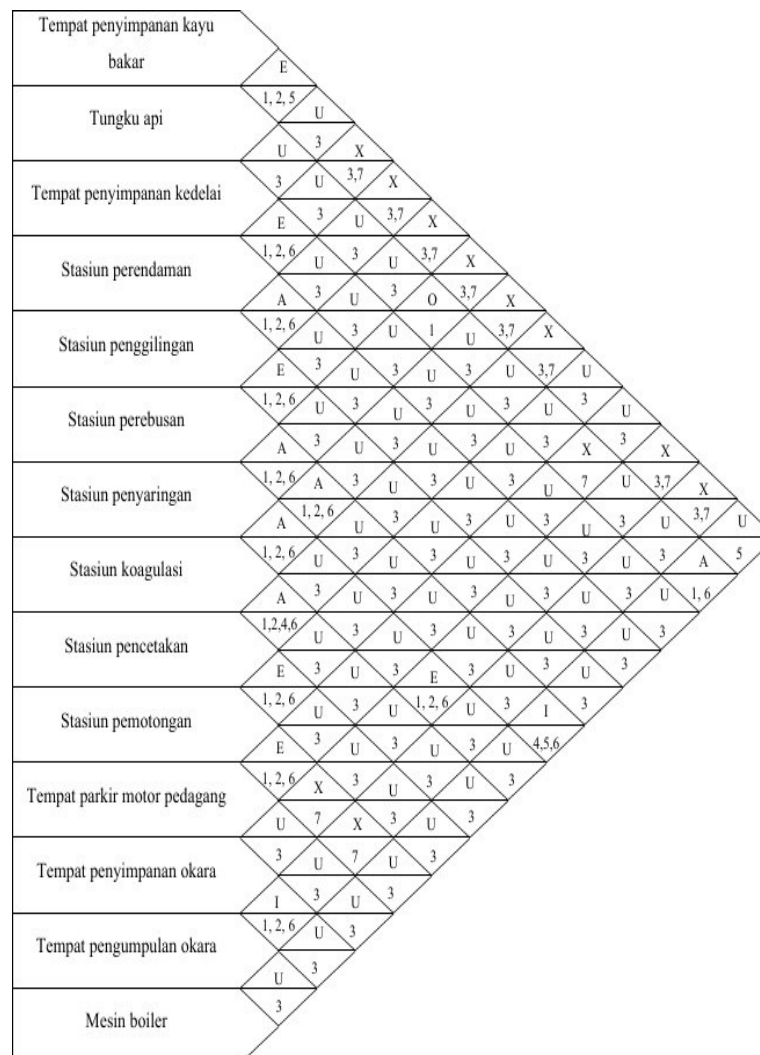


Figure 13. Activity Relationship Chart (ARC)

Berdasarkan pola hubungan pada ARC, hasil penilaian kedekatan kemudian diterjemahkan ke dalam *Activity Relationship Diagram* (ARD). Tahap ini mengubah hubungan kedekatan yang semula berbentuk matriks menjadi hubungan visual antarstasiun kerja, sehingga pasangan aktivitas yang memiliki hubungan proses kuat dapat ditempatkan lebih berdekatan. Agar hubungan kedekatan dalam ARC dapat divisualisasikan dengan lebih mudah, setiap derajat kedekatan diterjemahkan ke dalam kode garis dan warna pada ARD. Keterangan simbol ARD disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Keterangan ARD

Derajat Kedekatan	Keterangan	Kode Garis	Kode Warna
A	Mutlak harus didekatkan	4 garis	Merah
E	Sangat penting	3 garis	Oranye
I	Penting	2 garis	Hijau
O	Biasa	1 garis	Biru
U	Tidak penting	Tidak ada garis	-
X	Mutlak harus berjauhan	Garis bergelombang	Cokelat

Dengan mengacu pada kode garis dan warna tersebut, hubungan kedekatan antarstasiun kerja kemudian divisualisasikan dalam bentuk *Activity Relationship Diagram*. Hasil penyusunan ARD ditampilkan pada Gambar 13.

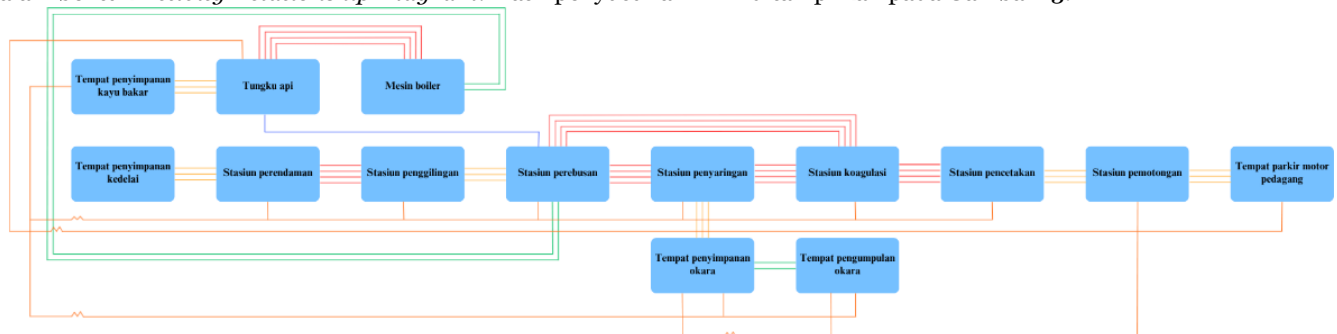


Figure 14. ARD Stasiun Kerja

Setelah hubungan kedekatan antar stasiun kerja dianalisis melalui *Activity Relationship Chart* (ARC) dan divisualisasikan dalam *Activity Relationship Diagram* (ARD), tahap selanjutnya adalah menentukan kebutuhan luas area sebagai dasar penyusunan *Space Relationship Diagram* (SRD). Pada penelitian ini, penentuan kebutuhan luas area dilakukan dengan menggunakan Metode *Production Center* (Pusat Produksi), yaitu pendekatan yang berfokus pada perhitungan kebutuhan ruang berdasarkan setiap stasiun kerja secara individual yang terdiri dari tiga komponen utama, yaitu luas *work center*, luas personel, dan *production center*. Luas *work center* dihitung berdasarkan jumlah fasilitas atau peralatan yang digunakan pada suatu stasiun kerja beserta dimensinya. Luas personel dihitung berdasarkan jumlah operator yang bekerja pada stasiun tersebut. Dalam penelitian ini, standar luas personel ditetapkan sebesar 4 m² per orang. Nilai tersebut digunakan sebagai *allowance* operator yang lebih konservatif dari ketentuan minimum Permenaker No. 5 Tahun 2018 sebesar 2 m²/orang. Penetapan ini mempertimbangkan kebutuhan ruang gerak tambahan operator selama bekerja, akses terhadap peralatan, serta kelancaran aliran kerja pada stasiun kerja. Sedangkan *Production Center* digunakan sebesar 150% sebagai faktor kelonggaran untuk mengakomodasi ruang gerak kerja, ruang perpindahan, dan ruang aman selama aktivitas berlangsung [17]. Sebagai contoh, berikut ini adalah perhitungan kebutuhan luas untuk area produksi tungku api:

$$\begin{aligned} \text{Luas WC} &= \text{Jumlah WC} \times \text{Panjang WC} \times \text{Lebar WC} \\ &= 1 \times 4 \times 0,8 = 3,2 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas Personel} &= \text{Jumlah personel} \times \text{Standar luas personel} \\ &= 1 \times 4 \text{ m}^2 = 4 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan area} &= (\Sigma \text{Luas WC} + \text{Luas personel}) \times \text{Allowance} \\ &= (3,2 + 4) \times 150\% = 10,8 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan keseluruhan kebutuhan luas area produksi disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Kebutuhan Luas Ruangan Area Produksi

Stasiun Kerja	Nama Work center	Jumlah WC	Panjang WC (m)	Lebar WC (m)	Luas WC (m ²)	Jumlah Personel	Luas Personel (m ²)	Subtotal	Kebutuhan Area (x150%)
Tungku api	Tungku	1	4	0,8	3,2	1	4	7,2	10,8
Stasiun perendaman	Bak perendaman	1	3	1	3	1	4	7	10,5
Stasiun penggilingan	Mesin penggiling	1	1,15	0,54	0,621	1	4	4,62	6,93
Stasiun pembuat	Sumur perebusan	4	1	1	4	4	16	35,6	53,4

an tahu	Bak air bersih	4	1,5	0,5	3				
	Sumur koagulasi	4	1	1	4				
	Bak cuka	8	0,84	0,84	5,6448				
	Meja pencetakan	4	1,85	0,4	2,96				
Stasiun pemotongan	Meja pemotongan	3	0,8	0,8	1,92	1	4	5,92	8,88
Tempat parkir motor	Motor	2	1,5	1,5	4,5	-	-	4,5	6,75
Mesin boiler	Boiler	1	2	1	2	-	-	2	3
Total kebutuhan luas area produksi									100,27

Setelah kebutuhan luas area produksi dihitung, tahap selanjutnya adalah menentukan kebutuhan luas untuk area penyimpanan. Berikut ini adalah contoh perhitungan untuk area penyimpanan tempat kayu bakar:

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah wadah} &= \frac{\text{Jumlah yang harus ditampung} \times \text{Lama penyimpanan}}{\text{Kapasitas per wadah}} \\
 &= \frac{1000 \times 14}{1000} = 14 \\
 \text{Jumlah slot lantai} &= \frac{\text{Jumlah wadah}}{\text{Cara penumpukan}} \\
 &= \frac{14}{15} = 0,93 \\
 \text{Kebutuhan area} &= \text{Jumlah slot lantai} \times \text{luas alas wadah} \\
 &= 0,93 \times (6 \times 4) = 22,32 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan keseluruhan kebutuhan luas area penyimpanan disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Kebutuhan Luas Ruangan Area Penyimpanan

Stasiun Kerja	Materi	Jumlah Yang Harus Ditampung (Kg)	Lama Penyimpanan (Hari)	Type	Luas Alas Wadah	Kapasitas Per Wadah (Kg)	Jumlah Wadah	Cara Penumpukan	Jumlah Slot Lantai	Kebutuhan Luas
Tempat penyimpanan kayu bakar	Kayu bakar	1000	14	Bale penyimpanan	6 x 4 m	1000	14	15	0,93	22,32
Tempat penyimpanan kedelai	Kedelai	2000	2	Karung	1 x 0,5 m	50	80	7	11,42	5,71
Tempat penyimpanan okara sementara	Okara	50	1	Karung	1 x 0,5 m	4,5	12	1	12	6
Tempat pengumpulan okara sementara	Okara	50	1	Karung	1 x 0,5 m	4,5	12	5	2,4	1,2
Total kebutuhan luas area penyimpanan										35,23

Berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan luas, total area yang dibutuhkan pada awal perancangan adalah 135,5 m². Setelah kebutuhan ruang masing-masing stasiun kerja diperoleh, tahap selanjutnya adalah menyusun *Space Relationship Diagram* (SRD). SRD digunakan untuk memadukan hubungan kedekatan antar stasiun kerja dengan besarnya kebutuhan ruang tiap area. Hasil penyusunan SRD ditunjukkan pada Gambar 14.

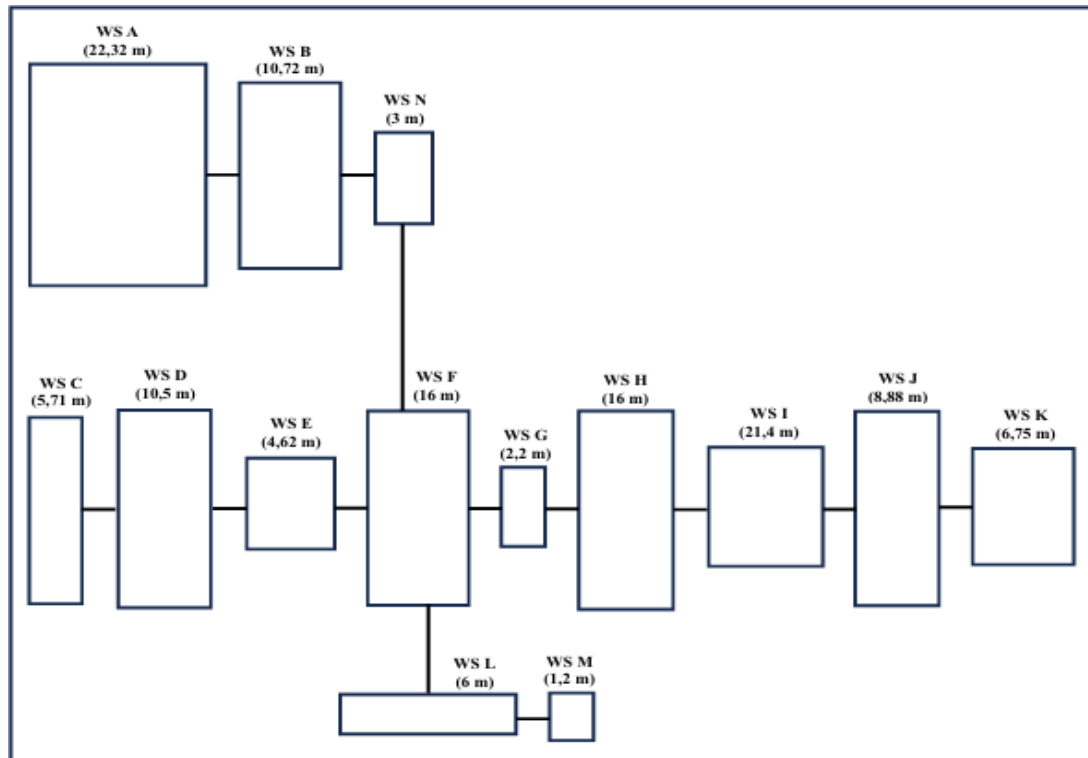


Figure 15. Space Relationship Diagram (SRD) Stasiun Kerja

G. Perancangan Alternatif Layout Menggunakan Block Plan

Setelah hubungan kedekatan dan kebutuhan luas ruang dirumuskan melalui ARC, ARD, dan SRD, tahap berikutnya adalah menghasilkan alternatif tata letak menggunakan Blocplan. Berikut ini disajikan *output* hasil iterasi 20 *layout* pada Blocplan yang ditampilkan pada Gambar 15.

DOSBox 0.74-3, Cpu speed: 3000 cycles, Frameskip 0, Progra...				
LAYOUT	ADJ. SCORE	REL-DIST	SCORES	PROD MOVEMENT
1	0.42 -12	0.75 -14	613 -12	0 - 1
2	0.43 -10	0.72 -18	641 -19	0 - 1
3	0.42 -12	0.77 - 9	598 -11	0 - 1
4	0.40 -17	0.77 -10	613 -13	0 - 1
5	0.42 -12	0.79 - 6	590 - 6	0 - 1
6	0.44 - 7	0.80 - 4	585 - 5	0 - 1
7	0.41 -16	0.69 -19	619 -15	0 - 1
8	0.40 -17	0.76 -12	614 -14	0 - 1
9	0.39 -20	0.74 -15	638 -18	0 - 1
10	0.49 - 1	0.86 - 1	561 - 2	0 - 1
11	0.44 - 7	0.76 -11	593 - 7	0 - 1
12	0.42 -12	0.73 -17	635 -17	0 - 1
13	0.45 - 6	0.76 -13	571 - 3	0 - 1
14	0.47 - 2	0.80 - 3	560 - 1	0 - 1
15	0.40 -17	0.65 -20	648 -20	0 - 1
16	0.46 - 4	0.78 - 8	598 -10	0 - 1
17	0.47 - 2	0.80 - 5	594 - 8	0 - 1
18	0.46 - 4	0.81 - 2	584 - 4	0 - 1
19	0.43 -10	0.74 -16	624 -16	0 - 1
20	0.44 - 7	0.78 - 7	596 - 9	0 - 1
DO YOU WANT TO DELETE SAVED LAYOUT (Y/N) ? _				TIME PER LAYOUT 2.77

Figure 16. Output Iterasi Layout pada Block plan

Berdasarkan *output* iterasi tersebut, maka *layout* iterasi ke-10 dipilih sebagai *layout* usulan 1 karena memperoleh *R-score* tertinggi sebesar 0,86 pada peringkat 1. Selain itu, *layout* iterasi ke-10 juga memiliki *Adjacency Score* sebesar 0,49 pada peringkat 1 dan *Relative Distance Score* sebesar 561 pada peringkat 2. Selain *Layout* Usulan 1, *layout* iterasi ke-18 juga dipilih sebagai *layout* usulan 2 untuk dianalisis lebih lanjut. *Layout* iterasi ke-18 memperoleh *R-score* sebesar 0,81 pada peringkat 2, *Adjacency Score* sebesar 0,46 pada peringkat 4, dan *Relative Distance Score* sebesar 584 pada peringkat 4. [ISSN 2714-7444 \(online\), https://acopen.umsida.ac.id](https://acopen.umsida.ac.id), published by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Block plan layout usulan 1 dan layout usulan 2 ditampilkan pada Gambar 16 dan Gambar 17.

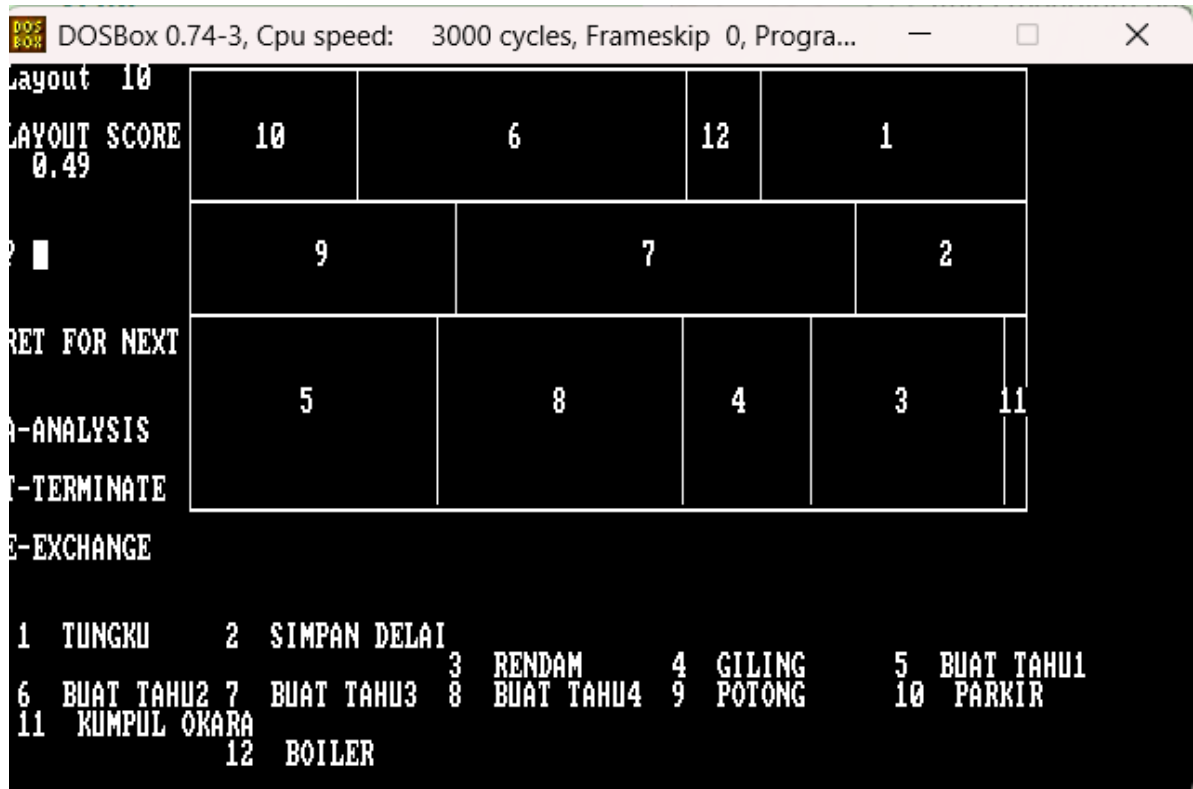


Figure 17. Block Plan Layout Usulan 1

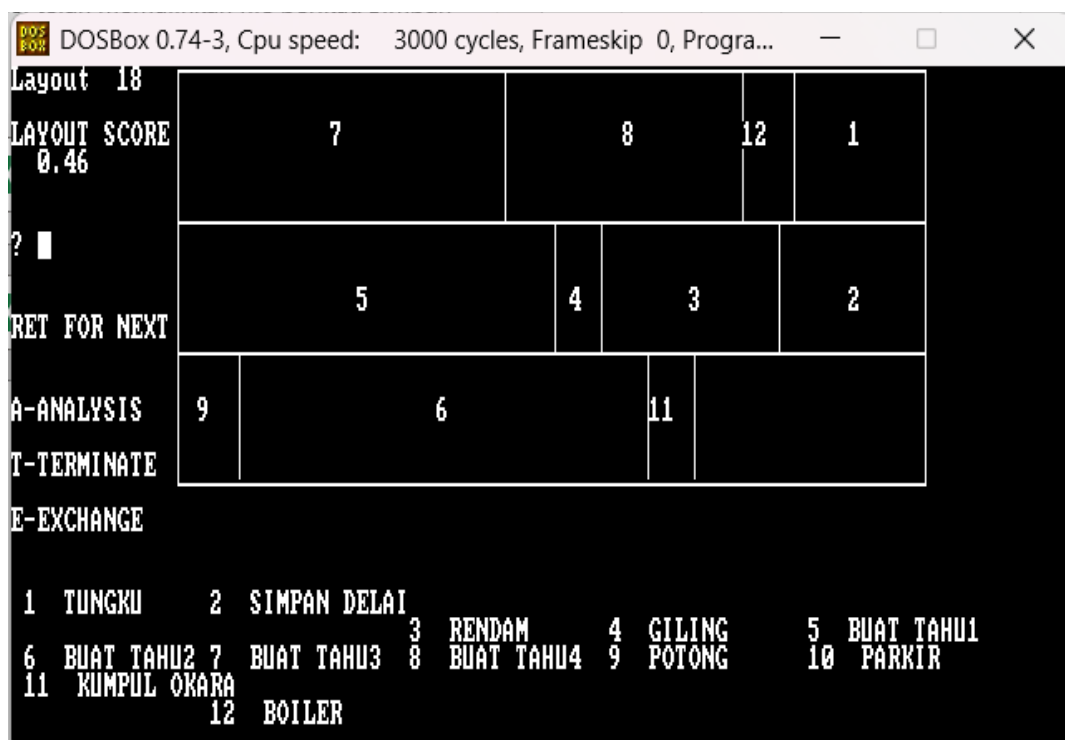


Figure 18. Block Plan Layout Usulan 2

Kemudian berdasarkan *block plan* tersebut, disusun *layout* usulan dengan menyesuaikannya terhadap ukuran dan kondisi nyata area produksi pada *home industry*. Denah *layout* usulan 1 dan 2 ditampilkan pada Gambar 18 dan Gambar 19.

DENAH USULAN 1 HOME INDUSTRY TAHU SAYUR PAK SAIMIN

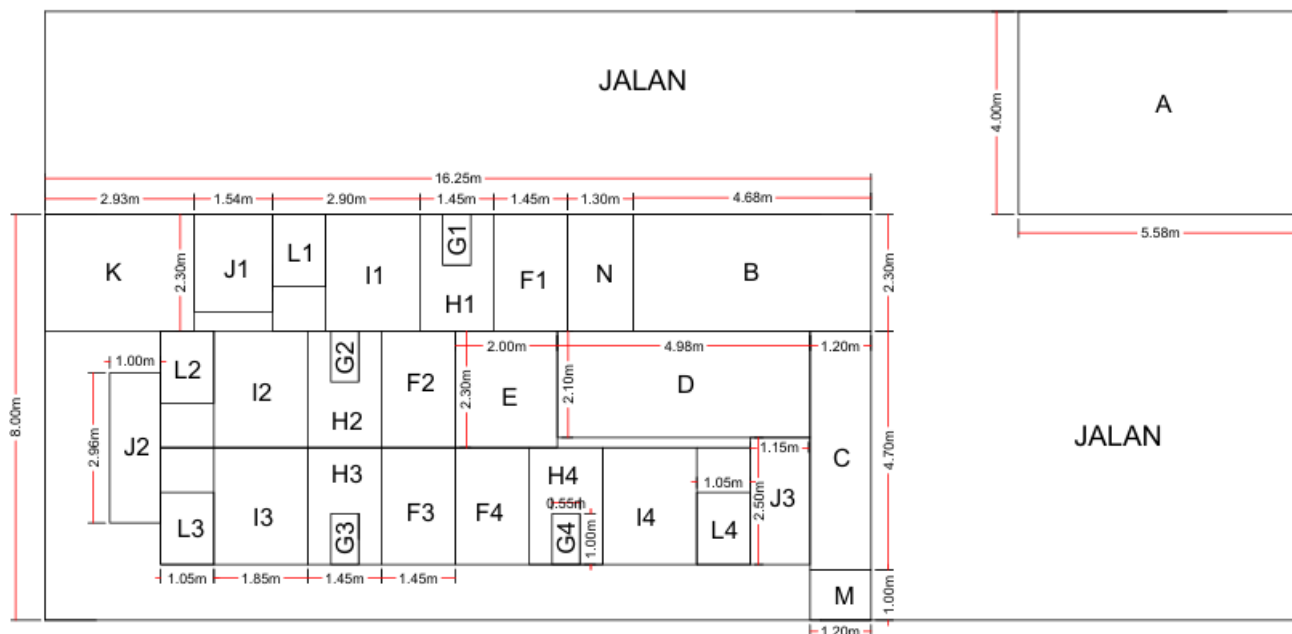


Figure 19. Layout Usulan 1

DENAH USULAN 2 HOME INDUSTRY TAHU SAYUR PAK SAIMIN

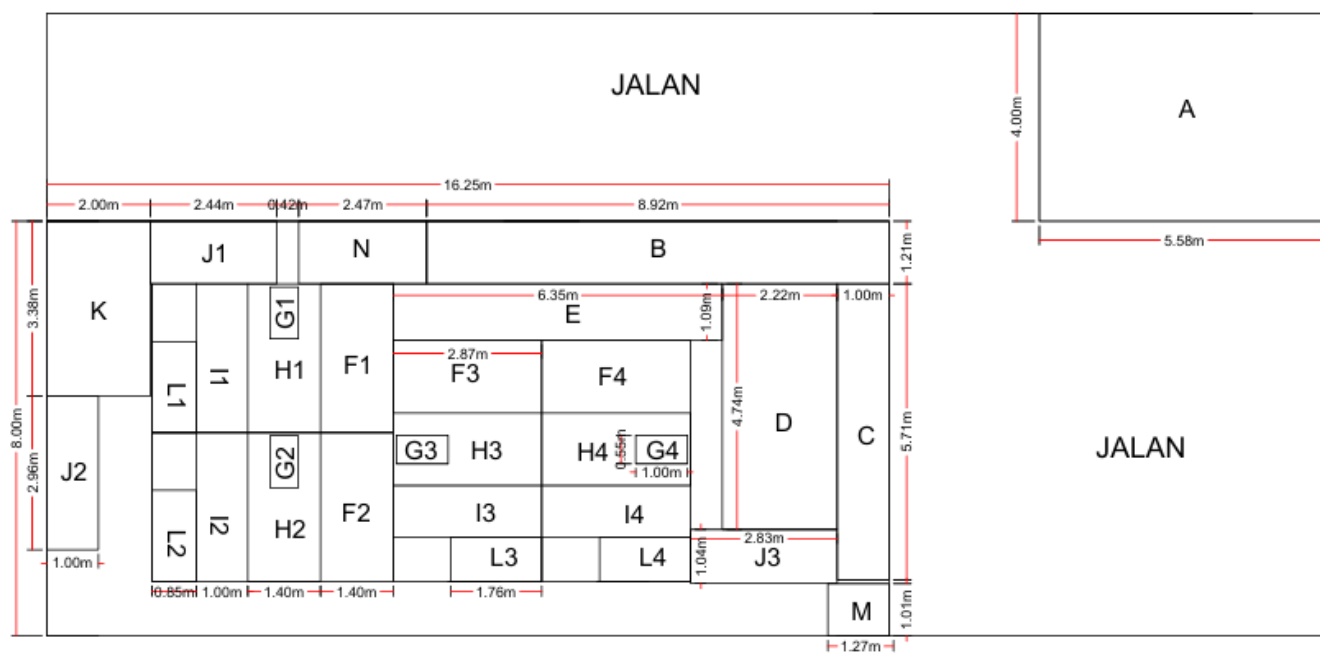


Figure 20. Layout Usulan 2

H. Perhitungan Total Jarak dan Waktu Perpindahan Layout Usulan

Setelah dua alternatif *layout* dipilih, tahap berikutnya adalah menghitung kembali jarak dan waktu perpindahan material pada masing-masing *layout* usulan. Sebelum itu, *layout* awal dianalisis jarak antar stasiun kerja terlebih dahulu menggunakan metode yang sama yaitu *rectilinear*. Perhitungan ini dilakukan dengan rumus yang sama seperti *layout* awal. Hasil perhitungan jarak antarstasiun kerja *layout* usulan 1 ditampilkan pada Tabel 11.

Tabel 11. Jarak Antarstasiun Kerja *Layout* Usulan 1

Stasiun kerja	From	To	Jarak (m)
Tempat penyimpanan kayu bakar – Tungku api	A	B	11,2
Tempat penyimpanan kedelai - Stasiun perendaman	C	D	4,4
Stasiun perendaman - Stasiun penggilingan	D	E	3,53
Stasiun penggilingan - Stasiun perebusan	E	F1	2,73
		F2	1,77
		F3	4,07
		F4	2,57
Stasiun perebusan - Stasiun penyaringan	F1	G1	2,11
	F2	G2	2,1
	F3	G3	2
	F4	G4	2
Stasiun penyaringan - Stasiun koagulasi	G1	H1	0,7
	G2	H2	0,7
	G3	H3	0,6
	G4	H4	0,6
Stasiun koagulasi - Stasiun pencetakan	H1	I1	1,69
	H2	I2	1,7
	H3	I3	1,7
	H4	I4	1,7
Stasiun pencetakan - Stasiun pemotongan	I1	J1	3,4
	I2	J1	3,6
	I3	J2	3,7
	I4	J3	2,6
Stasiun pemotongan - Tempat parkir motor pedagang	J1	K	3
	J2	K	3,7
	J3	K	17,5
Stasiun penyaringan - Tempat penyimpanan okara sementara	G1	L1	3,39
	G2	L2	3,3
	G3	L3	3,3
	G4	L4	2,8
Tempat penyimpanan okara sementara - Tempat pengumpulan okara sementara	L1	M	17,3
	L2	M	17,3
	L3	M	14,1
	L4	M	3,7

Kemudian hasil perhitungan total jarak perpindahan *layout* usulan 1 disajikan pada Tabel 12 dan hasil perhitungan total waktu perpindahan *layout* usulan 1 disajikan pada Tabel 13.

Tabel 12. Total Jarak Perpindahan *Layout* Usulan 1

Stasiun kerja	From	To	Fij	Dij	Total jarak perpindahan
Tempat penyimpanan kayu bakar – Tungku api	A	B	4	11,2	44,8
Tempat penyimpanan kedelai - Stasiun perendaman	C	D	4	4,4	17,6
Stasiun perendaman - Stasiun penggilingan	D	E	8	3,53	28,24
Stasiun penggilingan - Stasiun perebusan	E	F1	3	2,73	8,19
		F2	3	1,77	5,31
		F3	3	4,07	12,21
		F4	3	2,57	7,71
Stasiun perebusan - Stasiun penyaringan	F1	G1	24	2,11	50,64
	F2	G2	24	2,1	50,4
	F3	G3	24	2	48
	F4	G4	24	2	48
Stasiun penyaringan - Stasiun koagulasi	G1	H1	30	0,7	21
	G2	H2	30	0,7	21
	G3	H3	30	0,6	18
	G4	H4	30	0,6	18
Stasiun koagulasi - Stasiun pencetakan	H1	I1	54	1,69	91,26
	H2	I2	54	1,7	91,8
	H3	I3	54	1,7	91,8
	H4	I4	54	1,7	91,8
Stasiun pencetakan - Stasiun pemotongan	I1	J1	6	3,4	20,4
	I2	J2	6	3,6	21,6
	I3	J2	6	3,7	22,2
	I4	J3	6	2,6	15,6

Academia Open

Vol. 11 No. 1 (2026): June
DOI: 10.21070/acopen.11.2026.14319

Stasiun pemotongan - Tempat parkir motor pedagang	J1	K	6	3	18
	J2	K	12	3,7	44,4
	J3	K	6	17,5	105
Stasiun penyaringan - Tempat penyimpanan okara sementara	G1	L1	3	3,39	10,17
	G2	L2	3	3,3	9,9
	G3	L3	3	3,3	9,9
	G4	L4	3	2,8	8,4
Tempat penyimpanan okara sementara - Tempat pengumpulan okara sementara	L1	M	1	17,3	17,3
	L2	M	1	17,3	17,3
	L3	M	1	14,1	14,1
	L4	M	1	3,7	3,7
Total jarak perpindahan <i>layout</i> usulan 1					1103,73

Tabel 13. Total Waktu Perpindahan *Layout* Usulan 1

Stasiun kerja	From	To	Vt	Dij	Fij	Total waktu perpindahan
Tempat penyimpanan kayu bakar – Tungku api	A	B	4,42	11,2	4	212
Tempat penyimpanan kedelai - Stasiun perendaman	C	D	8,71	4,4	4	108
Stasiun perendaman - Stasiun penggilingan	D	E	1,92	3,53	8	40
Stasiun penggilingan - Stasiun perebusan	E	F1	1,82	2,73	3	30
		F2	1,46	1,77	3	36
		F3	1,18	4,07	3	39
		F4	1,13	2,57	3	45
Stasiun perebusan - Stasiun penyaringan	F1	G1	1,33	2,11	24	48
	F2	G2	1,33	2,1	24	48
	F3	G3	1,33	2	24	48
	F4	G4	1,37	2	24	48
Stasiun penyaringan - Stasiun koagulasi	G1	H1	4,00	0,7	30	60
	G2	H2	4,00	0,7	30	60
	G3	H3	4,00	0,6	30	60
	G4	H4	4,35	0,6	30	60
Stasiun koagulasi - Stasiun pencetakan	H1	I1	2,00	1,69	54	216
	H2	I2	1,90	1,7	54	216
	H3	I3	2,00	1,7	54	216
	H4	I4	2,00	1,7	54	216
Stasiun pencetakan - Stasiun pemotongan	I1	J1	2,63	3,4	6	90
	I2	J2	2,13	3,6	6	78
	I3	J2	2,40	3,7	6	36
	I4	J3	2,11	2,6	6	24
Stasiun pemotongan - Tempat parkir motor pedagang	J1	K	18,97	3	6	660
	J2	K	8,33	3,7	12	510
	J3	K	7,69	17,5	6	540
Stasiun penyaringan - Tempat penyimpanan okara sementara	G1	L1	1,94	3,39	3	21
	G2	L2	1,94	3,3	3	21
	G3	L3	1,94	3,3	3	21
	G4	L4	2,22	2,8	3	21
Tempat penyimpanan okara sementara - Tempat pengumpulan okara sementara	L1	M	2,31	17,3	1	15
	L2	M	1,41	17,3	1	13
	L3	M	1,67	14,1	1	20
	L4	M	1,70	3,7	1	25
Total waktu perpindahan <i>layout</i> usulan 1						3634,52

Setelah *layout* usulan 1 dianalisis total jarak dan total waktu perpindahannya, selanjutnya adalah analisis *layout* usulan 2 untuk mengetahui seberapa besar total jarak dan waktu perpindahan untuk dibandingkan dengan hasil analisis dari *layout* usulan 1. Hasil perhitungan jarak antarstasiun kerja *layout* usulan 2 disajikan pada Tabel 14.

Tabel 14. Jarak Antarstasiun Kerja *Layout* Usulan 2

Stasiun kerja	From	To	Jarak (m)
Tempat penyimpanan kayu bakar – Tungku api	A	B	12,8
Tempat penyimpanan kedelai - Stasiun perendaman	C	D	2,1
Stasiun perendaman - Stasiun penggilingan	D	E	6,2
Stasiun penggilingan - Stasiun perebusan	E	F1	4,8
		F2	7,61
		F3	3
		F4	2,5
Stasiun perebusan - Stasiun penyaringan	F1	G1	2,43
	F2	G2	2,37
	F3	G3	2,3
	F4	G4	2,26
Stasiun penyaringan - Stasiun koagulasi	G1	H1	0,93
	G2	H2	0,87
	G3	H3	0,9

Stasiun koagulasi - Stasiun pencetakan	G4	H4	0,86
	H1	I1	1,2
	H2	I2	1,21
	H3	I3	1,2
	H4	I4	1,2
Stasiun pencetakan - Stasiun pemotongan	I1	J1	2,2
	I2	J1	3,42
	I3	J2	8,3
	I4	J3	3,7
Stasiun pemotongan - Tempat parkir motor pedagang	J1	K	3,3
	J2	K	3,7
	J3	K	17,6
Stasiun penyaringan - Tempat penyimpanan okara sementara	G1	L1	3,53
	G2	L2	3,76
	G3	L3	2,5
	G4	L4	2,42
Tempat penyimpanan okara sementara - Tempat pengumpulan okara sementara	L1	M	17,5
	L2	M	14,8
	L3	M	8
	L4	M	5,06

Kemudian hasil perhitungan total jarak perpindahan *layout* usulan 2 disajikan pada Tabel 15 dan hasil perhitungan total waktu perpindahan *layout* usulan 2 disajikan pada Tabel 16.

Tabel 15. Total Jarak Perpindahan *Layout* Usulan 2

Stasiun kerja	From	To	Fij	Dij	Total jarak perpindahan
Tempat penyimpanan kayu bakar – Tungku api	A	B	4	12,8	51,2
Tempat penyimpanan kedelai - Stasiun perendaman	C	D	4	2,1	8,4
Stasiun perendaman - Stasiun penggilingan	D	E	8	6,2	49,6
Stasiun penggilingan - Stasiun perebusan	E	F1	3	4,8	14,4
		F2	3	7,61	22,83
		F3	3	3	9
		F4	3	2,5	7,5
Stasiun perebusan - Stasiun penyaringan	F1	G1	24	2,43	58,32
	F2	G2	24	2,37	56,88
	F3	G3	24	2,3	55,2
	F4	G4	24	2,26	54,24
Stasiun penyaringan - Stasiun koagulasi	G1	H1	30	0,93	27,9
	G2	H2	30	0,87	26,1
	G3	H3	30	0,9	27
	G4	H4	30	0,86	25,8
Stasiun koagulasi - Stasiun pencetakan	H1	I1	54	1,2	64,8
	H2	I2	54	1,21	65,34
	H3	I3	54	1,2	64,8
	H4	I4	54	1,2	64,8
Stasiun pencetakan - Stasiun pemotongan	I1	J1	6	2,2	13,2
	I2	J2	6	3,42	20,52
	I3	J2	6	8,3	49,8
	I4	J3	6	3,7	22,2
Stasiun pemotongan - Tempat parkir motor pedagang	J1	K	6	3,3	19,8
	J2	K	12	3,7	44,4
	J3	K	6	17,6	105,6
Stasiun penyaringan - Tempat penyimpanan okara sementara	G1	L1	3	3,53	10,59
	G2	L2	3	3,76	10,68
	G3	L3	3	2,5	7,5
	G4	L4	3	2,42	7,26
Tempat penyimpanan okara sementara - Tempat pengumpulan okara sementara	L1	M	1	17,5	17,5
	L2	M	1	14,8	14,6
	L3	M	1	8	8
	L4	M	1	5,06	5,06
Total jarak perpindahan layout usulan 2					1110,82

Tabel 16. Total Waktu Perpindahan *Layout* Usulan 2

Stasiun kerja	From	To	Vt	Dij	Fij	Total waktu perpindahan
Tempat penyimpanan kayu bakar – Tungku api	A	B	4,42	12,8	4	226,13
Tempat penyimpanan kedelai - Stasiun perendaman	C	D	8,71	2,1	4	73,16
Stasiun perendaman - Stasiun penggilingan	D	E	1,92	6,2	8	95,38
Stasiun penggilingan - Stasiun perebusan	E	F1	1,82	4,8	3	26,18
		F2	1,46	7,61	3	33,41

Stasiun kerja	From	To	Vt	Dij	Fij	Total waktu perpindahan
		F3	1,18	3	3	10,64
		F4	1,13	2,5	3	8,46
Stasiun perebusan - Stasiun penyaringan	F1	G1	1,33	2,43	24	77,76
	F2	G2	1,33	2,37	24	75,84
	F3	G3	1,33	2,3	24	73,60
	F4	G4	1,37	2,26	24	74,30
Stasiun penyaringan - Stasiun koagulasi	G1	H1	4,00	0,93	30	111,60
	G2	H2	4,00	0,87	30	104,40
	G3	H3	4,00	0,9	30	108,00
	G4	H4	4,35	0,86	30	112,17
Stasiun koagulasi - Stasiun pencetakan	H1	I1	2,00	1,2	54	129,60
	H2	I2	1,90	1,21	54	124,46
	H3	I3	2,00	1,2	54	129,60
	H4	I4	2,00	1,2	54	129,60
Stasiun pencetakan - Stasiun pemotongan	I1	J1	2,63	2,2	6	34,74
	I2	J2	2,13	3,42	6	43,73
	I3	J2	2,40	8,3	6	119,52
	I4	J3	2,11	3,7	6	46,74
Stasiun pemotongan - Tempat parkir motor pedagang	J1	K	18,97	3,3	6	375,52
	J2	K	8,33	3,7	12	370,00
	J3	K	7,69	17,6	6	812,31
Stasiun penyaringan - Tempat penyimpanan okara sementara	G1	L1	1,94	3,53	3	20,59
	G2	L2	1,94	3,76	3	20,77
	G3	L3	1,94	2,5	3	14,58
	G4	L4	2,22	2,42	3	16,08
Tempat penyimpanan okara sementara - Tempat pengumpulan okara sementara	L1	M	2,31	17,5	1	40,38
	L2	M	1,41	14,8	1	20,63
	L3	M	1,67	8	1	13,33
	L4	M	1,70	5,06	1	8,61
Total waktu perpindahan <i>layout</i> usulan 2						3681,83

I. Pemilihan Layout Terbaik

Pemilihan *layout* terbaik ditentukan berdasarkan hasil perhitungan dari total jarak perpindahan material dan total waktu perpindahan material yang paling minimum. Berdasarkan kriteria tersebut, *layout* usulan 1 dipilih sebagai *layout* terbaik karena dari sisi perhitungan *material handling*, *layout* usulan 1 menghasilkan total jarak 1.103,73 m dan total waktu 3.634,52 detik, lebih rendah dibandingkan *layout* usulan 2 yang menghasilkan total jarak 1.110,82 m dan total waktu 3.681,83 detik. Setelah *layout* usulan 1 ditetapkan sebagai alternatif terbaik, analisis dilanjutkan dengan membandingkan kinerjanya terhadap *layout* awal. Rekapitulasi perbandingan tersebut ditunjukkan pada Tabel 17.

Tabel 17. Rekapitulasi Perbandingan Jarak dan Waktu Perpindahan

Layout	Total jarak perpindahan (m)	Penurunan jarak dari awal	Total waktu perpindahan (detik)	Penurunan waktu dari awal
Layout awal	1.182,12	-	3.901,00	-
Layout usulan 1	1.103,73	78,39 m (6,63%)	3.634,52	266,48 detik (6,83%)
Layout usulan 2	1.110,82	71,30 m (6,03%)	3.681,83	219,17 detik (5,62%)

Penurunan total jarak perpindahan material pada *layout* usulan 1 dari 1.182,12 m menjadi 1.103,73 m menunjukkan bahwa rancangan tata letak yang dipilih mampu mengurangi jarak perpindahan sebesar 78,39 m atau 6,63% per siklus produksi. Nilai efisiensi tersebut tetap penting secara operasional karena proses produksi tahu dilakukan secara berulang, menggunakan perpindahan manual, dan melibatkan aliran material utama maupun material pendukung dalam setiap siklus. Pada kondisi tersebut, pengurangan jarak tidak hanya bermakna sebagai penurunan angka *material handling*, tetapi juga

mengurangi intensitas berjalan operator, memperpendek lintasan perpindahan, dan menekan waktu tidak produktif selama proses produksi berlangsung. Hal ini sesuai dengan prinsip tata letak fasilitas bahwa stasiun kerja yang memiliki hubungan proses erat perlu ditempatkan lebih dekat agar aliran material menjadi lebih singkat dan lebih terarah [16].

Selain menurunkan jarak, layout usulan 1 juga menurunkan total waktu perpindahan dari 3.901 detik menjadi 3.634,52 detik, sehingga terdapat penghematan waktu sebesar 266,48 detik atau 6,83% per siklus produksi. Penurunan waktu ini menunjukkan bahwa perubahan tata letak tidak hanya memperpendek lintasan, tetapi juga membantu mengurangi aktivitas perpindahan yang tidak memberikan nilai tambah langsung terhadap produk. Dalam konteks home industry tahu, penghematan waktu tersebut menjadi relevan karena produksi harian mencapai 19 batch, sehingga efisiensi kecil pada satu siklus dapat terakumulasi dalam aktivitas produksi harian. Temuan ini memperkuat penelitian Taufik dkk. yang menyatakan bahwa optimasi tata letak menggunakan SLP dapat diarahkan untuk meningkatkan efisiensi aktivitas material handling [7].

J. Simulasi Layout Usulan Menggunakan ProModel

Simulasi *layout* usulan dilakukan terhadap *layout* usulan 1 sebagai *layout* usulan terbaik untuk dibandingkan kinerjanya dengan *layout* awal. Model simulasi *layout* usulan ditampilkan pada Gambar 20.

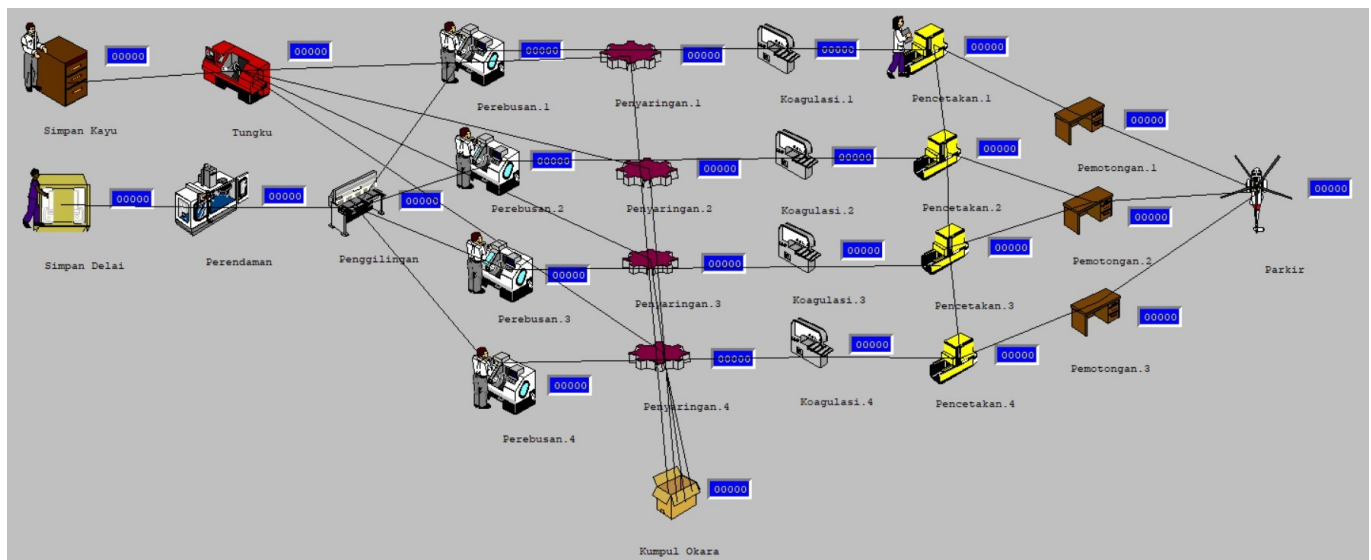


Figure 21. Model *Layout* Usulan

Output simulasi *layout* usulan pertama dianalisis melalui performa setiap lokasi produksi, sehingga perubahan kapasitas dan utilisasi setelah *relay layout* dapat diamati. Hasil *output locations layout* usulan disajikan pada Gambar 21.

Name	Scheduled Time (HR)	Capacity	Total Entries	Avg Time Per Entry (MIN)	Avg Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Utilization
Simpan Kayu	4,59	999999,00	72,00	15,83	4,14	71,00	0,00	0,00
Tungku	4,59	999999,00	72,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
Simpan Delai	4,59	125,00	19,00	40,25	2,78	18,00	0,00	2,22
Perendaman	4,59	9,00	19,00	65,46	4,52	9,00	0,00	50,18
Penggilingan	4,59	3,00	19,00	13,85	0,96	3,00	0,00	31,86
Perebusan.1	4,59	1,00	5,00	28,52	0,52	1,00	0,00	51,78
Perebusan.2	4,59	1,00	5,00	25,56	0,46	1,00	0,00	46,40
Perebusan.3	4,59	1,00	5,00	23,62	0,43	1,00	0,00	42,88
Perebusan.4	4,59	1,00	4,00	25,65	0,37	1,00	0,00	37,25
Penyaringan.1	4,59	1,00	5,00	19,30	0,35	1,00	0,00	35,05
Penyaringan.2	4,59	1,00	5,00	20,96	0,38	1,00	0,00	38,06
Penyaringan.3	4,59	1,00	5,00	21,04	0,38	1,00	0,00	38,20
Penyaringan.4	4,59	1,00	4,00	19,02	0,28	1,00	0,00	27,62
Penyaringan	18,36	4,00	19,00	20,14	0,35	4,00	0,00	34,73
Koagulasi.1	4,59	1,00	5,00	27,66	0,50	1,00	0,00	50,22
Koagulasi.2	4,59	1,00	5,00	28,16	0,51	1,00	0,00	51,13
Koagulasi.3	4,59	1,00	5,00	26,65	0,48	1,00	0,00	48,38
Koagulasi.4	4,59	1,00	4,00	27,01	0,39	1,00	0,00	39,23
Koagulasi	18,36	4,00	19,00	27,39	0,47	4,00	0,00	47,24
Pencetakan.1	4,59	18,00	5,00	17,85	0,32	1,00	0,00	1,80
Pencetakan.2	4,59	18,00	5,00	20,73	0,38	1,00	0,00	2,09
Pencetakan.3	4,59	18,00	5,00	20,40	0,37	1,00	0,00	2,06
Pencetakan.4	4,59	18,00	4,00	20,26	0,29	1,00	0,00	1,63
Pemotongan.1	4,59	6,00	5,00	2,62	0,05	1,00	0,00	0,79
Pemotongan.2	4,59	6,00	10,00	4,42	0,16	2,00	0,00	2,67
Pemotongan.3	4,59	6,00	4,00	2,50	0,04	1,00	0,00	0,61
Parkir	4,59	999999,00	114,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
Kumpul Okara	4,59	999999,00	19,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00

Figure 22. *Output Locations Layout* Usulan

Untuk melihat perubahan status pada lokasi dengan kapasitas lebih dari satu, hasil simulasi kemudian dianalisis melalui *output location states multi*. Hasil *output* tersebut ditampilkan pada Gambar 22.

Name	Scheduled Time (HR)	% Empty	% Part Occupied	% Full	% Down
Simpan Kayu	4,59	88,50	11,50	0,00	0,00
Tungku	4,59	100,00	0,00	0,00	0,00
Simpan Delai	4,59	56,13	43,87	0,00	0,00
Perendaman	4,59	34,31	23,56	42,13	0,00
Penggilingan	4,59	56,07	24,54	19,39	0,00
Pencetakan.1	4,59	67,59	32,41	0,00	0,00
Pencetakan.2	4,59	62,37	37,63	0,00	0,00
Pencetakan.3	4,59	62,96	37,04	0,00	0,00
Pencetakan.4	4,59	70,57	29,43	0,00	0,00
Pemotongan.1	4,59	95,24	4,76	0,00	0,00
Pemotongan.2	4,59	89,58	10,42	0,00	0,00
Pemotongan.3	4,59	96,37	3,63	0,00	0,00
Parkir	4,59	100,00	0,00	0,00	0,00
Kumpul Okara	4,59	100,00	0,00	0,00	0,00

Figure 23. Output Location States Multi Layout Usulan

Status lokasi tunggal pada *layout* usulan juga dianalisis untuk mengetahui perubahan kondisi operation, *idle*, *full*, dan *blocked* setelah perbaikan tata letak. Hasil *output location states single layout* usulan disajikan pada Gambar 23.

Name	Scheduled Time (HR)	% Operation	% Setup	% Idle	% Waiting	% Blocked	% Down
Perebusan.1	4,59	27,23	0,00	48,22	24,55	0,00	0,00
Perebusan.2	4,59	27,23	0,00	53,60	19,17	0,00	0,00
Perebusan.3	4,59	27,23	0,00	57,12	15,65	0,00	0,00
Perebusan.4	4,59	21,79	0,00	62,75	15,46	0,00	0,00
Penyaringan.1	4,59	27,23	0,00	64,95	3,99	3,83	0,00
Penyaringan.2	4,59	27,23	0,00	61,94	6,95	3,88	0,00
Penyaringan.3	4,59	27,23	0,00	61,80	5,72	5,25	0,00
Penyaringan.4	4,59	21,79	0,00	72,38	3,97	1,86	0,00
Penyaringan	18,36	25,87	0,00	65,27	5,16	3,70	0,00
Koagulasi.1	4,59	27,23	0,00	49,78	22,99	0,00	0,00
Koagulasi.2	4,59	27,23	0,00	48,87	23,90	0,00	0,00
Koagulasi.3	4,59	27,23	0,00	51,62	21,15	0,00	0,00
Koagulasi.4	4,59	21,79	0,00	60,77	17,44	0,00	0,00
Koagulasi	18,36	25,87	0,00	52,76	21,37	0,00	0,00

Figure 24. Output Location states single layout Usulan

Kinerja *resource* pada *layout* usulan kemudian dievaluasi untuk melihat perubahan penggunaan operator setelah aliran material diperbaiki. Hasil *output resources layout* usulan ditampilkan pada Gambar 24.

Name	Units	Scheduled Time (HR)	Number Times Used	Avg Time Per Usage (MIN)	Avg Time Travel To Use (MIN)	Avg Time Travel To Park (MIN)	% Blocked In Travel	% Utilization
Operator Permesinan	1,00	4,59	91,00	0,24	0,24	0,62	0,00	15,94
Operator Penggilingan	1,00	4,59	57,00	0,08	0,12	0,17	0,00	4,08
Operator Pembuat Tahu 1	1,00	4,59	35,00	4,66	0,03	0,07	0,00	59,55
Operator Pembuat Tahu 2	1,00	4,59	35,00	4,66	0,03	0,07	0,00	59,56
Operator Pembuat Tahu 3	1,00	4,59	35,00	4,66	0,03	0,06	0,00	59,55
Operator Pembuat Tahu 4	1,00	4,59	28,00	4,66	0,03	0,06	0,00	47,61
Operator Pemotongan	1,00	4,59	38,00	1,28	0,08	0,21	0,00	18,82

Figure 25. Output Resources Layout Usulan

Analisis *resource* dilanjutkan dengan melihat persentase waktu operator dalam kondisi bekerja, berpindah, maupun tidak digunakan. Hasil *output resource states layout* usulan ditunjukkan pada Gambar 25.

Name	Scheduled Time (HR)	% In Use	% Travel To Use	% Travel To Park	% Idle	% Down
Operator Permesinan	4,59	7,92	8,02	2,46	81,60	0,00
Operator Penggilingan	4,59	1,68	2,41	1,31	94,60	0,00
Operator Pembuat Tahu 1	4,59	59,17	0,38	0,07	40,38	0,00
Operator Pembuat Tahu 2	4,59	59,17	0,39	0,07	40,37	0,00
Operator Pembuat Tahu 3	4,59	59,16	0,38	0,07	40,38	0,00
Operator Pembuat Tahu 4	4,59	47,33	0,28	0,07	52,32	0,00
Operator Pemotongan	4,59	17,71	1,11	0,54	80,64	0,00

Figure 26. Output Resource States Layout Usulan

Selain lokasi dan *resource*, aktivitas entitas pada *layout* usulan juga dianalisis untuk mengetahui perubahan waktu produk selama berada dalam sistem. Hasil *output entity activity layout* usulan disajikan pada Gambar 26.

Name	Total Exits	Current Qty In System	Avg Time In System (MIN)	Avg Time In Move Logic (MIN)	Avg Time Waiting (MIN)	Avg Time In Operation (MIN)	Avg Time Blocked (MIN)
Kayu Bakar	72,00	0,00	16,06	16,06	0,00	0,00	0,00
Kedelai	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bubur Kedelai	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pati Kedelai	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tahu Setengah Jadi	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tahu	114,00	0,00	216,41	14,31	16,35	133,00	52,76
Okara	19,00	0,00	0,79	0,79	0,00	0,00	0,00

Figure 27. Output Entity Activity Layout Usulan

Sebagai pelengkap evaluasi simulasi, status entitas pada *layout* usulan diamati untuk mengetahui proporsi waktu produk saat bergerak, menunggu, diproses, dan mengalami hambatan. Hasil *output entity states layout* usulan ditampilkan pada Gambar 27.

Name	% In Move Logic	% Waiting	% In Operation	% Blocked
Kayu Bakar	100,00	0,00	0,00	0,00
Kedelai	0,00	0,00	0,00	0,00
Bubur Kedelai	0,00	0,00	0,00	0,00
Pati Kedelai	0,00	0,00	0,00	0,00
Tahu Setengah Jadi	0,00	0,00	0,00	0,00
Tahu	6,61	7,55	61,46	24,38
Okara	100,00	0,00	0,00	0,00

Figure 28. Output Entity States Layout Usulan

Berdasarkan *output* simulasi dari ProModel tersebut dapat dilihat bahwa *layout* usulan 1 memberikan perbaikan pada indikator yang langsung berkaitan dengan *relay layout*. Waktu penyelesaian sistem turun dari 5,24 jam menjadi 4,59 jam, sedangkan *Avg Time In System* Tahu turun dari 224,98 menit menjadi 216,41 menit. Perbaikan utama terjadi pada penurunan *Avg Time Blocked* dari 75,21 menit menjadi 52,76 menit, sementara *Avg Time In Operation* tetap 132,33 menit karena urutan dan durasi proses inti tidak diubah. Artinya, perubahan tata letak tidak mengubah aktivitas produksi utama, tetapi membantu mengurangi hambatan antarstasiun sehingga entitas lebih cepat mengalir dari satu proses ke proses berikutnya.

Penurunan *Avg Time Blocked* dari 75,21 menit pada layout awal menjadi 52,76 menit pada layout usulan menunjukkan bahwa perubahan posisi stasiun kerja berpengaruh terhadap kelancaran aliran material antarproses. Pada layout awal, hambatan terjadi karena beberapa stasiun yang memiliki hubungan proses berurutan belum berada pada posisi yang mendukung kelancaran perpindahan, sehingga entitas cenderung tertahan sebelum masuk ke proses berikutnya. Setelah dilakukan *relay layout*, posisi fasilitas disusun lebih mengikuti urutan proses dan hubungan kedekatan aktivitas, sehingga perpindahan dari satu stasiun ke stasiun berikutnya menjadi lebih lancar. Kondisi ini menunjukkan bahwa penurunan *blocked time* bukan disebabkan oleh perubahan waktu proses inti, karena *Avg Time In Operation* tetap 132,33 menit, melainkan karena aliran antarstasiun menjadi lebih baik. Penjelasan ini sejalan dengan penelitian Rafael dkk. yang menunjukkan bahwa kombinasi SLP dan ProModel dapat digunakan untuk mengevaluasi dampak *relay layout* terhadap performansi sistem produksi [5].

Perbaikan tersebut juga terlihat pada kondisi lokasi dan distribusi beban kerja. Kondisi *full* pada Perendaman turun dari 56,09% menjadi 42,13%, sedangkan Penggilingan turun dari 23,78% menjadi 19,39%. Penurunan ini menunjukkan bahwa

tekanan pada area awal proses menjadi lebih rendah. Pada proses tengah, distribusi *entry* Penyaringan dan Koagulasi berubah dari 7-6-3-3 pada *layout* awal menjadi 5-5-5-4 pada *layout* usulan, sehingga beban antarjalur menjadi lebih merata. Pemerataan distribusi *entry* pada stasiun Penyaringan dan Koagulasi dari pola 7-6-3-3 menjadi 5-5-5-4 menunjukkan bahwa *layout* usulan mampu mengurangi ketimpangan beban pada jalur proses paralel. Pada *layout* awal, beban lebih terkonsentrasi pada jalur 1 dan jalur 2, sehingga jalur tersebut berpotensi mengalami penumpukan lebih tinggi dibandingkan jalur lainnya. Setelah *relay* layout, distribusi beban menjadi lebih seimbang karena posisi stasiun kerja disusun lebih proporsional terhadap arah aliran material. Pemerataan ini penting karena efisiensi produksi tidak hanya ditentukan oleh jarak terpendek, tetapi juga oleh keseimbangan aliran agar kapasitas setiap jalur dapat dimanfaatkan secara lebih optimal. Hal ini sesuai dengan penelitian Jeffri dkk. yang menyatakan bahwa perancangan *layout* menggunakan SLP dan *Blocplan* perlu mempertimbangkan jarak, transportasi material, kebutuhan tenaga kerja, dan pemanfaatan ruang agar aliran produksi menjadi lebih optimal [8].

Pemerataan beban kerja juga tercermin dari peningkatan nilai *In Use* pada operator. Operator Pembuat Tahu 1–3 meningkat dari sekitar 51,77%–51,78% menjadi 59,16%–59,17%, sedangkan Operator Pembuat Tahu 4 meningkat dari 41,42% menjadi 47,33%. Peningkatan ini menunjukkan bahwa operator lebih aktif mengikuti aliran produksi yang telah diperbaiki, bukan lebih banyak menunggu akibat hambatan antarstasiun. Dengan demikian, *layout* usulan 1 dapat dikatakan lebih efisien karena mampu memperpendek jarak perpindahan, menurunkan waktu material handling, mengurangi *blocked time*, dan membuat beban kerja antarjalur menjadi lebih seimbang.

Simulan

Berdasarkan hasil pengolahan data dan simulasi, perancangan ulang tata letak fasilitas produksi pada *home industry* tahu sayur menggunakan metode *Systematic Layout Planning* mampu menghasilkan rancangan *layout* yang lebih sesuai dengan aliran proses produksi. Tahapan ARC, ARD, SRD, dan *Blocplan* menghasilkan 20 alternatif *layout*, kemudian dipilih dua alternatif untuk dianalisis lebih lanjut. *Layout* usulan 1 dari iterasi ke-10 menjadi alternatif terbaik karena memperoleh *R-score* sebesar 0,86, *Adjacency Score* sebesar 0,49, dan *Relative Distance Score* sebesar 561, sedangkan *layout* usulan 2 memperoleh *R-score* sebesar 0,81, *Adjacency Score* sebesar 0,46, dan *Relative Distance Score* sebesar 584.

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa *layout* usulan 1 mampu menurunkan total jarak perpindahan material dari 1.182,12 m menjadi 1.103,73 m atau turun 78,39 m dengan efisiensi 6,63%. Total waktu perpindahan material juga turun dari 3.901 detik menjadi 3.634,52 detik atau turun 266,48 detik dengan efisiensi 6,83%. Hasil simulasi ProModel pada *input* yang sama, yaitu 19 *batch*, memperkuat temuan tersebut karena waktu penyelesaian sistem turun dari 5,24 jam menjadi 4,59 jam. Selain itu, *blocked time* turun dari 75,21 menit menjadi 52,76 menit, kondisi *full* pada perendaman turun dari 56,09% menjadi 42,13%, serta distribusi beban Penyaringan dan Koagulasi menjadi lebih merata dari 7-6-3-3 pada *layout* awal menjadi 5-5-5-4 pada *layout* usulan. Dengan demikian, *layout* usulan 1 dapat dinyatakan lebih efisien karena mampu memperpendek jarak perpindahan, menurunkan waktu *material handling*, mengurangi hambatan aliran, dan memperbaiki keseimbangan beban kerja pada proses produksi.

Penerapan *layout* usulan sebaiknya dilakukan secara bertahap agar tidak mengganggu kontinuitas produksi harian. Prioritas implementasi dapat diarahkan pada penyesuaian area perendaman, peningkatan kapasitas corong penggilingan, penataan ulang penyimpanan kayu bakar agar lebih kering dan rapi, peningkatan sirkulasi udara, dan pencatatan operasional harian juga perlu diterapkan agar perbaikan tata letak tidak hanya meningkatkan efisiensi aliran material, tetapi juga mendukung kebersihan, keselamatan, kenyamanan operator, dan evaluasi produksi secara berkelanjutan.

References

1. N. F. Azizah, R. A. Apriani, F. M. Pratama, M. Z. Z. A., F. A. Pradana, and A. Azzam, "Analisis Perancangan Tata Letak Menggunakan Metode Activity Relationship Chart (ARC) dan Computerized Relationship Layout Planning (CORELAP) pada CV. Tunas Karya," *J. Tek. Ind.: J. Hasil Penelit. dan Karya Ilm. dalam Bid. Tek. Ind.*, vol. 9, no. 1, pp. 86–94, Mar. 2023, doi: 10.24014/jti.v9i1.21902.
2. A. P. R. Lubis, A. Suyatno, M. F. H. Rahman, S. A. Isnanto, Karmila, and V. Dwiyantri, "Factory Layout Planning Using Activity Relationship Chart (ARC) and Activity Relationship Diagram (ARD) Method: Study Case Kahuripan Foods Lembang," *J. Logist. Supply Chain*, vol. 2, no. 2, pp. 91–104, 2022, doi: 10.17509/jlsc.v2i2.62854.
3. A. A. Alghushan, M. Nuruddin, and S. S. Dahda, "Proposed Improvement of Facility Layout in Production Area in UD. Arshaindo Using the From To Chart (FTC) Method," *J. Appl. Eng. Technol. Sci.*, vol. 4, no. 1, pp. 333–341, 2022, doi: 10.37385/jaets.v4i1.1118.
4. Lutfiani, D. E. Prasetyo, and D. Emra, "Usulan Perbaikan Tata Letak Pabrik Dimsum Menggunakan Metode Systematic Layout Planning (SLP) dan Blocplan," *RIGGS: J. Artif. Intell. Digit. Bus.*, vol. 4, no. 4, pp. 6107–6116, 2025, doi: 10.31004/riggs.v4i4.4188.
5. G. Rafael, L. Widodo, and Adianto, "Relayout Lantai Produksi Springbed Menggunakan Metode SLP, CORELAP serta Simulasi Promodel dan Flexsim," *J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 11, no. 2, pp. 90–103, 2023, doi: 10.24912/jitiuntar.v11i2.21213.
6. F. Amelia, A. H. Manurung, M. Anggraeni, N. M. Nasution, K. A. Husyairi, and T. N. Ainun, "Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Melalui Metode Activity Relationship Chart (ARC) dan Activity Relationship Diagram (ARD) (Studi Kasus UKM Tahu Baso Miwiti)," *J. Teknol. dan Manaj. Ind. Terap. (JTMIT)*, vol. 3, no. 2, pp. 171–180, 2024, doi: 10.55826/jtmit.v3i2.362.
7. M. I. Taufik, D. Umrhah, and D. Djayadiningrat, "Production Layout Optimization Using SLP for Material Handling Cost Efficiency," *SAINTEKS: J. Sain dan Tek.*, vol. 7, no. 2, pp. 383–393, 2025, doi: 10.37577/sainteks.v7i02.923.
8. Jeffri, U. P. P. Tarigan, and A. C. Sembiring, "Lathe Workshop Layout Design Analysis Using Blocplan and SLP Methods," *J. Sist. Tek. Ind.*, vol. 26, no. 2, pp. 228–241, Jul. 2024, doi: 10.32734/jsti.v26i2.16482.
9. Maulidah, P. Anggela, and I. Sujana, "Redesign Tata Letak Fasilitas Menggunakan Metode Activity Relationship Chart dan Algoritma Blocplan pada Pabrik XYZ," *J. Tek. Univ. Tanjungpura*, vol. 6, no. 2, pp. 78–82, 2022.
[ISSN 2714-7444 \(online\)](https://acopen.umsida.ac.id), <https://acopen.umsida.ac.id>, published by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

10. Y. D. Putri and S. Maimunah, "Relayout Tata Letak Fasilitas Produksi pada PT. Blang Ketumba Menggunakan Metode Systematic Layout Planning dan Software Blocplan," *J. Manaj. Rekayasa dan Inov. Bisnis*, vol. 2, no. 2, pp. 1–12, Feb. 2024.
11. S. S. Riskijah, "Efektivitas Penggunaan Metode Euclidian dan Aisle untuk Penataan Site Layout Optimal Proyek Dermaga X," *J. Tek. Ilmu dan Apl.*, vol. 3, no. 2, pp. 151–156, 2022.
12. A. Mustikasari, *Manajemen Operasional*. Yogyakarta, Indonesia: Pustaka Limajari Indonesia, 2023.
13. F. K. Nurrahmat, I. Ruwana, and S. Indriani, "Perancangan Layout Fasilitas Produksi dengan Metode Algoritma BLOCPLAN untuk Mengoptimalkan Material Handling," *J. Valtech (J. Mahasiswa Tek. Ind.)*, vol. 8, no. 2, pp. 480–487, 2025, doi: 10.36040/valtech.v8i2.16219.
14. N. T. Yulia and A. S. Cahyana, "Facility Relayout Using Systematic Layout Planning and Blocplan Methods to Minimize Material Handling Distance," *Procedia Eng. Life Sci.*, vol. 2, no. 2, 2022, doi: 10.21070/pels.v2i2.1231.
15. V. V. Immanuel, N. W. S. Ariyani, N. M. C. Utami, I. M. D. B. Penindra, M. Juliana, and B. E. I. Sitanggang, "Perancangan Tata Letak Fasilitas Bengkel di Autocare Body Repair Menggunakan Metode Systematic Layout Planning (SLP)," *J. Riset dan Apl. Tek. Ind.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–9, 2025, doi: 10.24843/JRATI.2025.v03.i01.p03