

PERANCANGAN GUDANG PT. XYZ DENGAN METODE *CLASS BASED STORAGE* UNTUK MEMINIMALISIR JARAK MATERIAL HANDLING

Dimas Akmarul Putera¹⁾, Rosie Oktavia Puspita Rini²⁾, Aulia Agung Dermawan³⁾, Wahyudi Ilham⁴⁾, dan Tirta Mulyadi⁵⁾

^{1,3)} Manajemen Rekayasa, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Batam

^{2,5)} Manajemen Kuliner, Politeknik Pariwisata Batam

⁴⁾ Manajemen Tata Hidangan, Politeknik Pariwisata Batam

E-mail:

dimas.a.p@iteba.ac.id¹⁾, rosie@btp.ac.id²⁾, agung@iteba.ac.id³⁾,
wahyudi@btp.ac.id⁴⁾, tirta@btp.ac.id⁵⁾

ABSTRAK

Abstrak. PT. XYZ merupakan sebuah perusahaan yang beroperasi di sektor manufaktur ban vulkanisir. Hasil dari proses manufaktur ini adalah lembaran ban dengan variasi pola bunga ban. Penempatan 28 jenis produk yang tidak teratur dan terpisah, tanpa lokasi penyimpanan tetap dan alokasi ruang gudang yang jelas, berdampak pada peningkatan waktu dalam proses identifikasi dan pengambilan produk sesuai jenis dan karakteristiknya. Hal ini menyebabkan biaya operator meningkat dan efisiensi ruang gudang berkurang. Pola susunan karet *pre-cured tread* menjadi tidak teratur dan tidak cocok dengan dimensi dan ukuran barang tersebut. Pendekatan penyimpanan berdasarkan kelas digunakan untuk menyusun dan menempatkan produk sesuai dengan kategori material, produk, dan bahan pembuatannya yang serupa. Hasil akhir menunjukkan pengurangan jarak pengambilan produk dari 448 meter menjadi 130,81 meter. Waktu pengambilan produk juga mengalami penurunan dari 309,2 menit (setara dengan 5,15 jam) menjadi 64,01 menit (setara dengan 1,06 jam).

Kata kunci: Ban, *Class Based Storage*, Perancangan Gudang, Perancangan *Pallet*

Abstract. PT. XYZ is a company operating in the field of vulcanized tire production. The output of this production process is tire sheets with various tread patterns. The placement of 28 different products, irregularly and separately organized, where each type of product lacks a fixed storage location and warehouse space allocation, impacts an increase in time required to identify and retrieve products based on their types and characteristics. This results in increased operator costs and reduced utilization of storage and warehouse areas. The *pre-cured tread rubber* is disorderly arranged and not aligned with product specifications and criteria. A class-based storage approach is utilized to arrange and position products according to similar material, product, and manufacturing material categories. The final results indicate a reduction in the retrieval distance of products from 448 meters to 130.81 meters. The retrieval time for products also shows a decrease from 309.2 minutes (equivalent to 5.15 hours) to 64.01 minutes (equivalent to 1.06 hours).

Keywords: Tire, *Class Based Storage*, Warehouse Design, *Pallet Design*

1. PENDAHULUAN

Saat ini, masa yang kita jalani menuntun kepada perkembangan yang signifikan dalam sektor industri dan jasa. Dorongan kompetisi yang intensif dan tuntutan atas kebutuhan pelanggan yang tinggi mendorong perusahaan-perusahaan untuk mengadopsi serangkaian perbaikan agar mampu menjaga daya tahan mereka dalam menghadapi lingkungan persaingan yang semakin ketat [1]. Ban adalah benda bundar yang terbuat dari karet, umumnya berwarna hitam, yang dipasang pada kendaraan untuk memudahkan pergerakan pengemudi dan muatan dari titik A ke titik B. Ban penting untuk memastikan pengemudi dapat mengemudikan kendaraan dengan mudah, melakukan pengereman yang efektif, dan menikung dengan terkendali. Fungsinya utamanya adalah untuk memberikan perjalanan yang nyaman dan aman sambil memiliki daya tahan yang kuat terhadap aus dan robek. Ini adalah aspek umum yang paling banyak dikenal oleh sebagian besar orang [2]

Secara global, peningkatan volume dan panjang jalan raya menjadi bukti percepatan modernisasi dan urbanisasi dalam beberapa tahun terakhir. Hampir 90% jalan merupakan jalan aspal yang dipadatkan dengan agregat mineral, pengikat aspal, bahan pengisi dan bahan tambahan lainnya. Konsumsi aspal sebagai komponen utama terus mencapai rekor tertinggi. Konsumsi aspal pada tahun 2017 meningkat menjadi 32 juta ton dan 85,2% diaplikasikan di trotoar. Kemajuan pembangunan perkerasan aspal telah menjadi isu penting dalam konstruksi sipil [3].

Gesekan permukaan jalan merupakan hal yang penting dalam perancangan jalan, pemeliharaan, dan keselamatan lalu lintas, dan terutama bergantung pada tekstur permukaan. Karena gaya dari permukaan jalan ditransmisikan ke kendaraan melalui ban-nya, terutama selama manuver, perilaku antarmuka ban-permukaan jalan mempengaruhi analisis kinerja jalan dan kendaraan [4]. Sebagai bahan perekat, bahan pengikat aspal dianggap memiliki pengaruh dan kontribusi yang dominan terhadap kinerja perkerasan aspal secara keseluruhan. Namun, karena pengikat aspal sensitif terhadap suhu, ia cenderung melunak pada suhu tinggi dan menjadi kaku pada suhu rendah, yang dapat menyebabkan kerusakan atau keretakan perkerasan [5].

Teknologi adalah konsep luas yang berhubungan dengan penggunaan dan pengetahuan alat dan kerajinan dan bagaimana penggunaannya mempengaruhi kemampuan untuk mengendalikan dan menyesuaikan diri dengan lingkungan sosial dan

fisik [6]. Teknologi adalah istilah yang berasal dari bahasa Yunani "technologia": "techne", (membuat) dan "logia", (mengatakan). Istilah "teknologi" dapat merujuk pada benda-benda materi yang memberikan manfaat bagi manusia, seperti mesin, perangkat keras, atau perkakas. Namun, cakupan istilah ini tidak hanya terbatas pada hal-hal fisik semata, melainkan juga mencakup aspek yang lebih luas, termasuk sistem, metode pengorganisasian, dan teknik. Penggunaan istilah ini bisa bersifat umum atau spesifik, seperti dalam teknologi konstruksi, teknologi kesehatan, atau teknologi terkini [7]

Isu yang berkaitan dengan rancangan tata letak fasilitas memiliki relevansi yang substansial dalam konteks strategi operasional bisnis dan telah muncul sebagai alternatif strategis dalam arah menjaga keberlanjutan rantai pasokan. Namun, meskipun memiliki liputan yang luas dalam literatur ilmiah, fokus utamanya cenderung tertuju pada pendekatan perencanaan statis, dengan mengabaikan pendekatan dinamis yang justru memiliki aplikasi yang lebih praktis dalam skenario dunia nyata [8]. Tata Letak Fasilitas perlu ditingkatkan salah satunya adalah kelancaran distribusi adalah bagian penting dari operasi organisasi mana pun, karena bertanggung jawab atas perencanaan dan pelaksanaan semua aspek rantai pasokan [9][10]

Perencanaan Tata Letak Fasilitas (*Facility Layout Planning/FLP*) melibatkan serangkaian langkah untuk mengatur fisik dari semua unsur produksi yang membentuk sistem produksi, dengan tujuan mencapai kesesuaian dan efisiensi sesuai dengan tujuan strategis organisasi. Dalam konteks strategi operasional bisnis, FLP dianggap sebagai salah satu keputusan desain yang memiliki signifikansi tertinggi [11]. Sebuah FLP yang optimal harus menjamin pencapaian jadwal produksi dalam jangka waktu pendek, menengah, dan panjang, dengan biaya minimal. Hal ini diiringi dengan penggunaan ruangan yang efisien dan dalam sejalan dengan tujuan ini, juga mengamankan sejumlah fleksibilitas untuk kemungkinan perubahan tata letak di masa depan. Selain itu, harus meminimalkan risiko terhadap keselamatan dan kesehatan kerja. Sebaliknya, tata letak yang kurang efisien dapat berakibat pada tumpang tindihnya aliran produksi, penggunaan ruang yang suboptimal, serta potensi terjadinya penumpukan pekerjaan berlebihan atau kekurangan pekerjaan. Kondisi semacam ini bisa menimbulkan gangguan psikologis pada pekerja, meningkatkan risiko kecelakaan kerja, dan menghambat efisiensi dalam pengelolaan operasional serta manajemen tenaga kerja [12].

Hosseini dkk, [13] menganalisis suatu kerangka klasifikasi untuk *Facility Layout Planning*

(FLP) yang bersandar pada evolusi tata letak, atribut bengkel, serta merumuskan permasalahan dan pendekatan resolusinya. Riset ini mengajukan inklusi berbagai kriteria klasifikasi, seperti jenis permasalahan, metode pendekatan dan tahapan perencanaan, atribut fasilitas produksi, konfigurasi sistem manajemen material, dan strategi untuk menghasilkan serta mengevaluasi alternatif tata letak.

Material Handling secara manual adalah tugas berisiko seperti mengangkat dan menurunkan benda, mendorong dan menarik. Setiap industri manufaktur menganggap ergonomi sebagai masalah utama yang menyebabkan gangguan muskuloskeletal dan kesehatan normal para pekerja [14]. Analisis berbasis tugas terhadap penanganan material secara manual mencakup berbagai metode mulai dari laporan diri dan observasi hingga pengukuran langsung (seperti analisis gerakan atau elektromiografi) dan estimasi beban berdasarkan model biomekanik [15].

Metode *Class Based Storage* merupakan salah satu pendekatan dalam strategi perancangan penempatan barang di dalam gudang. Barang-barang dikelompokkan ke dalam tiga kategori, yaitu fast moving, slow moving, dan very slow moving, berdasarkan frekuensi keluar barang dari gudang. Pengelompokan ini dilakukan sesuai dengan popularitas tingkat barang. Penelitian sebelumnya telah mengkonfirmasi bahwa penerapan metode penyimpanan berdasarkan kelas dengan memisahkan barang-barang sesuai dengan popularitasnya dapat mengurangi jarak perpindahan material serta mengurangi biaya perpindahan material [16]. Model ini mengategorikan produk yang disimpan ke dalam kelompok yang berbeda, berdasarkan pada kurva permintaan ABC. Dalam konteks penyimpanan berdasarkan kelas ABC, produk-produk dengan permintaan tinggi yang jumlahnya terbatas dianggap sebagai produk kelas A, kemudian ditempatkan di area gudang yang dekat dengan depot (lokasi masuk dan keluar). Sementara produk dengan permintaan rendah, yang diidentifikasi sebagai produk kelas C, ditempatkan di area gudang yang berjarak lebih jauh dari depot. Dalam setiap kelas tersebut, produk disimpan secara acak [17]. Penerapan metode penyimpanan berbasis kelas mampu mengakselerasi proses perpindahan dengan peningkatan jarak antara 10% hingga 25% dibandingkan dengan metode yang diterapkan oleh perusahaan [18].

Penelitian ini dijalankan di PT. XYZ, suatu korporasi perusahaan yang beroperasi di sektor pengolahan industri karet. Perusahaan ini memiliki fokus utama dalam mengelola bahan baku karet menjadi produk *pre-cured* yang digunakan untuk

proses vulkanisasi ban melalui pendekatan masak dingin. Tempat perusahaan ini berlokasi di wilayah Kawasan Industri Medan (KIM) 1, tepatnya di Medan Barat, kota Medan, di wilayah Sumatera Utara.. Di PT. XYZ, tata letak 28 variasi produk yang kurang sistematis dan terorganisir, di mana setiap barang tidak punya posisi penyimpanan yang menetap dengan pengelompokan area gudang yang tidak efisien, mengakibatkan peningkatan waktu dalam proses mengidentifikasi dan mengambil produk berdasarkan jenis dan karakteristiknya. Hal ini menyebabkan peningkatan biaya operator, serta berkurangnya pemanfaatan ruang gudang dan luas area. Tata letak produk *pre-cured tread* menjadi tidak teratur dan tidak sesuai dengan spesifikasi dan parameter yang telah ditetapkan..

Perkembangan teknologi yang dinamis terlihat di hampir setiap bidang kehidupan. Ini juga berlaku untuk industri yang dianggap sangat konservatif di bidang pengenalan solusi baru. Contoh yang baik adalah pertambangan, di mana solusi teknis baru diperkenalkan ke tingkat yang lebih luas, juga di bidang TI dan telekomunikasi yang dipahami secara luas. Selain perkembangan teknologi yang pesat di segala bidang, industri di Indonesia mengalami perubahan besar. Pergeseran ini ditandai dengan meningkatnya kemajuan teknologi dalam pelaksanaan proses untuk meningkatkan efisiensi [19] Untuk memenangkan persaingan, PT. XYZ harus dapat menilai kecanggihan perusahaan sendiri dikarenakan penuh dengan ketidakpastian dari pelanggan dan pemasok untuk memenangkan persaingan dan mencapai tujuan perusahaan salah satunya adalah keuntungan yang maksimum [20][21]. Oleh karena itu, digunakan metode *Class Based Storage*, diharapkan dapat meningkatkan produktivitas PT. XYZ dalam memenangkan persaingan dari sisi pengurangan *cost*.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT. XYZ pada daerah industri Kawasan Industri Medan (KIM) 1, Medan Barat, Kota Medan, Sumatera Utara. Penelitian ini dilaksanakan selama 4 bulan mulai dari Desember 2022 sampai Maret 2023.

Pengumpulan data dilaksanakan melalui metode pengamatan langsung di lokasi pabrik, terutama pada bagian gudang produk jadi, melalui proses wawancara, serta melalui pemeriksaan dokumen yang terkait dengan gudang produk jadi. Tujuan dari pendekatan ini adalah untuk

memperoleh informasi yang diperlukan dalam rangka pemecahan masalah.

2.2. Subjek Penelitian

Subjek yang diteliti pada penelitian ini adalah gudang di PT. XYZ tempat penyimpanan *Preured Tread* yang dilakukan pada PT. XYZ.

2.3. Variabel Penelitian

Variabel-variabel yang akan diamati dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Total barang / bulan
- Format barang
- Luas *storage*
- Aliran barang ke tempat penyimpanan
- Klasifikasi tipe barang
- Jarak penerimaan dan penataan barang.
- Stok dan *demand* barang
- Waktu pengambilan dan penyusunan barang.

2.4. Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini berbentuk kuesioner yang dibagikan kepada masing-masing penanggung jawab di lokasi yang diteliti dan yang diamati langsung oleh para peneliti.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Metode Pengolahan Data

Pengolahan data dilaksanakan melalui penerapan Prinsip Penyimpanan Berbasis Kelas (*Class Based Storage*). Proses ini melibatkan serangkaian tahapan seperti berikut ini: Variabel-variabel yang diamati dalam konteks penelitian ini meliputi: Penelitian dijalankan dengan mengikuti langkah-langkah berikut:

- Penetapan jumlah slot, yang merujuk pada ruang penyimpanan di dalam gudang yang bertujuan untuk mendukung kegiatan penempatan barang oleh operator, melibatkan juga proses perhitungan kebutuhan ruangan untuk masing-masing produk pada kondisi awal.
- Rancangan tata letak yang diusulkan menggunakan pendekatan metode Penyimpanan Berbasis Kelas (*Class Based Storage*), yang juga mencakup saran perbaikan terhadap tata letak yang ada. Langkah dalam perancangan tata letak usulan menggunakan metode *Class based storage* adalah sebagai berikut:
 - Menilai total kapasitas gudang dalam bentuk persentase. Rasio dihitung sebagai T/S dimana T adalah Throughput yang mengindikasikan jumlah permintaan

produk, dan S adalah Storage yang mewakili jumlah produk yang tersedia di gudang.

- Memposisikan angka ini dari yang terbesar hingga yang terkecil.
 - Membagi setiap produk ke dalam kelas-kelas, dengan menghitung 20% total barang sebagai kelas 1, 50% berikutnya menjadi kelas 2, dan seterusnya.
 - Mengalkulasi jumlah slot untuk setiap jenis produk..
 - Slot paling kecil ditempatkan dekat gerbang masuk gudang.
 - Menetapkan waktu penerimaan barang tiap slot secara individu
 - Mencampurkan setiap posisi slot dengan 15 variasi pendekatan.
 - Menghitung waktu angkut produk dengan memperhitungkan jarak dan waktu perpindahan barang maupun horizontal melalui konfigurasi *storage* yang ada.
 - Menentukan lokasi klasifikasi dari menempatkan tempat untuk tiap klasifikasi barang.
- Evaluasi hasil pengolahan data
 - Rangkuman dan rekomendasi setelah dilakukan penelitian

3.2. Pengumpulan Data Awal Gudang Produk Jadi

Tabel 1 berikut ini menyajikan data keseluruhan mengenai jumlah setiap jenis produk dan juga data mengenai permintaan produk selama periode enam bulan pertama:

Tabel 1. Data Barang Periode Awal

No	Tipe Barang	Jumlah	Demand/Supply
1	710 - 194	2460	2203
2	710 - 180	2153	1910
3	710 - 152	2462	2305
4	710 - 127	2483	2272
5	720 - 194	2377	2200
6	720 - 180	2568	2460
7	720 - 152	2474	2318
8	720 - 140	2307	2158
9	730 - 192	2490	2336
10	730 - 152	2363	2124
11	730 - 150	2400	2217
12	740 - 194	2172	1912
13	740 - 152	2062	1769
14	750 - 194	2498	2195
15	750 - 180	2417	2093
16	750 - 152	2651	2414
17	760 - 194	2324	2218
18	760 - 192	2582	2063
19	760 - 180	2412	2293
20	760 - 152	2218	2075
21	770 - 193	2231	2069

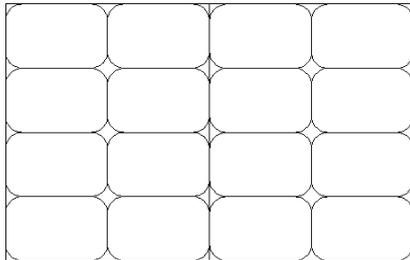
22	780 - 194	2243	2112
23	790 - 150	2566	2115
24	800 - 194	2338	2060
25	801 - 150	2297	2070
26	802 - 194	2540	2370
27	555 - 194	2304	2153
28	555 - 152	2343	2107

(Sumber: Pengolahan Data)

Data dalam Tabel 1 di atas merangkum total jumlah setiap varian produk serta permintaan produk dalam beberapa periode, termasuk periode enam bulan pertama. Tujuannya adalah untuk menganalisis perbandingan antara stok yang ada di gudang dengan jumlah permintaan konsumen. Hasil analisis ini mengindikasikan akumulasi barang di gudang produk.

3.3. Perancangan Slot

Penilaian tingkat sofistikasi teknologi *Technoware* dilakukan dengan memberikan nilai batas bawah dan batas atas pada tahapan proses produksi dan penggunaan fasilitas pendukungnya seperti *material handling* dan pengantaran.



(Sumber: Pengolahan Data)

Gambar 1. Pallet Pre-cured tread Liner

Pada Gambar 1, terlihat slot yang telah diatur untuk menampung 2 palet. Setiap palet terdiri dari 8 gulungan pre-cured tread. Dengan demikian, peletakan 2 palet dilakukan pada slot yang telah disediakan oleh perusahaan sebagai standar untuk penumpukan produk.

Langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan untuk menentukan dimensi slot, seperti di Tabel berikut.

Tabel 2. Rasio Slot Barang

No	Jenis Produk	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Panjang Slot	Lebar Slot
1	710 - 194	30	19,4	120	77,6
2	710 - 180	27	18,0	108	72,0
3	710 - 152	25	15,2	100	60,8
4	710 - 127	25	12,7	100	50,8
5	720 - 194	30	19,4	120	77,6
6	720 - 180	27	18,0	108	72,0
7	720 - 152	25	15,2	100	60,8
8	720 - 140	25	14,0	100	56,0
9	730 - 192	28	19,2	112	76,8
10	730 - 152	25	15,2	100	60,8

11	730 - 150	25	15,0	100	60,0
12	740 - 194	30	19,4	120	77,6
13	740 - 152	25	15,2	100	60,8
14	750 - 194	30	19,4	120	77,6
15	750 - 180	27	18,0	108	72,0
16	750 - 152	25	15,2	100	60,8
17	760 - 194	30	19,4	120	77,6
18	760 - 192	28	19,2	112	76,8
19	760 - 180	27	18,0	108	72,0
20	760 - 152	25	15,2	100	60,8
21	770 - 193	28	19,3	112	77,2
22	780 - 194	30	19,4	120	77,6
23	790 - 150	25	15,0	100	60,0
24	800 - 194	30	19,4	120	77,6
25	801 - 150	25	15,0	100	60,0
26	802 - 194	30	19,4	120	77,6
27	555 - 194	30	19,4	120	77,6
28	555 - 152	25	15,2	100	60,8

Tabel 2 diatas merupakan data pengukuran *slot* produk dengan mengukur lebar diameter dan tinggi produk untuk menentukan panjang *slot* dan lebar *slot* yang digunakan untuk meletakkan dan mendapatkan ukuran penempatan produk yang disediakan oleh perusahaan.

3.4. Perbaikan Tata letak Gudang Produk Jadi

Metode penyimpanan berbasis kelas melibatkan keputusan mengelompokkan produk berdasarkan kategori (kelas) produk yang didasarkan pada jumlah pemesanan oleh konsumen yang paling signifikan [15].

Setelah memperkirakan slot yang dibutuhkan, langkah berikutnya melibatkan perhitungan proporsi kapasitas gudang dengan membandingkan rasio antara jumlah produk yang dijaga di dalam gudang dan jumlah slot yang ada di dalamnya. Rasio dihitung sebagai T/S, di mana T mewakili Throughput yang merupakan total produk yang disimpan di gudang selama periode tertentu, dan S mewakili Storage yang mencakup jumlah slot yang tersedia dalam gudang.

Tabel 3. Data Persentase Kapasitas Gudang

No. Produk	Jenis Produk	T	S	T/S
1	760-192	257	16	16,06
2	790-150	243	16	15,19
3	750-180	157	16	9,81
4	750-194	211	16	13,19
5	740-152	177	16	11,06
6	800-194	108	16	6,75
7	740-194	156	16	9,75
8	710-194	149	16	9,31
9	710-180	154	16	9,63
10	730-152	239	16	14,94
11	750-152	183	16	11,44
12	555-152	260	16	16,25
13	801-150	293	16	18,31
14	710-127	303	16	18,94
15	730-150	324	16	20,25

16	720-194	237	16	14,81
17	802-194	106	16	6,63
18	770-193	519	16	32,44
19	710-152	119	16	7,44
20	720-152	143	16	8,94
21	730-192	162	16	10,13
22	555-194	131	16	8,19
23	720-140	451	16	28,19
24	760-152	278	16	17,38
25	780-194	227	16	14,19
26	760-180	170	16	10,63
27	720-180	151	16	9,44
28	760-194	236	16	14,75

(Sumber: Pengolahan Data)

Tabel 3 yang terdapat di atas merujuk pada perhitungan rasio melalui penggunaan data throughput yang menggambarkan persentase kapasitas gudang. Perhitungan kapasitas gudang didasarkan pada stok gudang selama periode I (6 bulan), kemudian dikurangkan dengan total permintaan pada periode yang sama. Data kapasitas gudang yang berasal dari Tabel 3 kemudian diurutkan secara menurun, dimulai dari nilai tertinggi hingga terendah, sebagaimana diperlihatkan dalam Tabel 4 setelah proses pengurutan dilakukan.

Tabel 4. Urutan Produk

Jenis Produk	No. Produk	Pengurutan
770-193	18	32,44
720-140	23	28,19
730-150	15	20,25
720-127	14	18,94
801-150	13	18,31
760-152	24	17,38
555-152	12	16,25
760-192	1	16,06
790-150	2	15,19
730-152	10	14,94
720-194	16	14,81
760-194	28	14,75
780-194	25	14,19
750-194	4	13,19
750-152	11	11,44
740-152	5	11,06
760-180	26	10,63
730-192	21	10,13
750-180	3	9,81
740-194	7	9,75
710-180	9	9,63
720-180	27	9,44
710-194	8	9,31
720-152	20	8,94
555-194	22	8,19
710-152	19	7,44
800-194	6	6,75
802-194	17	6,63

(Sumber: Pengolahan Data)

Tabel 4 di atas menggambarkan pengurutan yang diterapkan untuk mengidentifikasi persentase urutan terbesar hingga terkecil. Dengan demikian, dimungkinkan untuk menentukan kode produk yang memiliki persentase tertinggi untuk ditempatkan di dekat pintu gudang.

Berdasarkan data yang disajikan dalam tabel, produk yang memiliki rasio tertinggi akan ditempatkan dekat pintu gudang. Hal ini bertujuan untuk mempermudah pengambilan barang dan meminimalkan waktu yang diperlukan di proses penerimaan dan pengaturan barang.

Pengelompokan barang menjadi kelas-kelas dapat dikerjakan. Rincian ini dapat ditemukan dalam Tabel 5.

- Total Produk = 28 tipe
- Klasifikasi 1 = $28 \times 20\%$
= 6
- Klasifikasi 2 = $28 - 6$
= $22 \times 50\%$
= 11
- Klasifikasi 3 = $22 - 11$
= 11

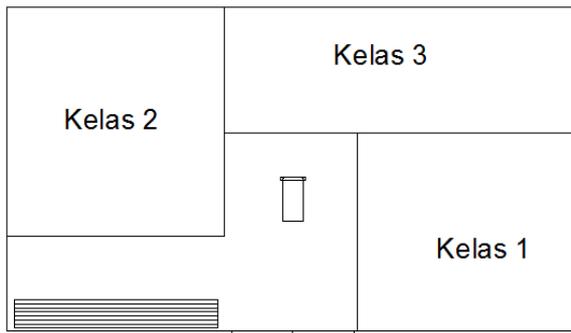
Tabel 5. Data Urutan Produk

Kelas	No. Produk
1	14, 15, 13, 23, 18, 24
2	1, 2, 4, 5, 10, 11, 12, 16, 25, 26, 28
3	3, 6, 7, 8, 9, 17, 19, 20, 21, 22, 27

(Sumber: Pengolahan Data)

Tabel 5 diatas memperlihatkan proses pengaturan dan klasifikasi berdasarkan jumlah produk yang paling banyak diminta oleh konsumen. Ini diimplementasikan melalui pembagian menjadi tiga kelas utama yang ditempatkan dalam area-area yang sudah ditetapkan sebelumnya. Penentuan jumlah kelas ini dicapai melalui perhitungan klasifikasi berdasarkan jumlah produk serta proporsi masing-masing kode produk jenis yang ada.

Proses penentuan posisi setiap kelas diimplementasikan melalui perancangan penempatan kelas pertama yang berlokasi lebih dekat dengan gerbang *storage*. Semakin tidak jauh ke gerbang masuk *storage*, semakin efisien waktu dan posisi yang dibutuhkan untuk mengambil produk, hal ini tercermin dalam ilustrasi pada Gambar 2 berikut ini:



Gambar 2. Penyusunan Pembagian Kelas

Gambar 2 diatas menunjukkan skema awal ataupun rancangan awal dari penempatan dan jumlah kelas yang di dadapt dari hasil perhitungan dengan memaksimalkan kondisi, kelas 1 di letakkan sebelah gerbang *storage*.

Perhitungan jumlah waktu tiap kelas tertera di Tabel berikut

Tabel 6. Jumlah Waktu Yang Dibutuhkan

Kelas	No Produk	Waktu	Total Waktu (Detik)	Total Waktu (Menit)
1	13 + 14			
	+ 15 +	190 + 190 + 210 +		
	18 + 23	330 + 290 + 180	1390	23,1
	+ 24			
2	1 + 2 +			
	4 + 5 +			
	10 + 11	170 + 160 + 140 +		
	+ 12 +	120 + 150 + 120 +	1590	26,5
	16 + 25	170 + 150 + 150 +		
	+ 26 + 28	110 + 150		
3	3 + 6 +			
	7 + 8 +	100 + 70 + 100 +		
	9 + 17 +	100 + 100 + 70 +		
	19 + 20	80 + 90 + 110 + 90	1010	16,8
	+ 21 +	+ 100		
	22 + 27			
Total			3990	66,5

Kesimpulan dari Tabel 6 yang terletak di atas adalah bahwa setiap pengelompokan kelas menghasilkan durasi yang diperoleh melalui perhitungan serta pengelompokan sesuai dengan spesifikasi dan kriteria barang yang paling diminati oleh pelanggan. Melalui proses pengelompokan ini, dapat diidentifikasi durasi terpendek untuk mengambil produk dari setiap kelas.

Menghitung jarak antara produk dan pintu gudang melibatkan perkiraan seberapa jauh alat penanganan material harus bergerak dari titik awal perjalanan (I/O) hingga mencapai slot penyimpanan yang tersedia. Ada total 28 slot penyimpanan yang terdiri dari penimbunan 384 *pallet*. Penerimaan

setiap pallet dengan alat penanganan material berbentuk gerobak angkong dengan dimensi 50 cm x 100 cm. Selanjutnya, tugas selanjutnya adalah mengestimasi luas area lantai yang diperlukan untuk tujuan ini. Panjang diagonal dihitung sebagai $\sqrt{(\text{lebar angkong})^2 + (\text{panjang angkong})^2}$ Hasil perhitungannya: $\sqrt{(0,5\text{m})^2 + (1\text{m})^2} = \sqrt{1,25} = 1,1180\text{m}$

Perhitungan penentuan lokasi klasifikasi barang *precured tread* dengan menempatkan produk sesuai dengan intensitas pemesanan produk terbanyak dan ditempatkan di dekat pintu masuk gudang untuk mempersingkat jarak dan waktu akhir, dimensi, jumlah dan waktu/*pallet* dengan satuan meter. Untuk perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 7 berikut:

Tabel 7. Hasil Akhir Pemesanan Produk Terbanyak Masing-Masing Produk dan Total Jarak Antar Masing-Masing Produk

Kelas	Jenis Produk	Panjang Slot	Lebar Slot	Total Dimensi	Jumlah Pallet	Waktu Pallet	Waktu Total
1	740 - 152	1,20	0,78	0,93	33,00	330	1390
	750 - 194	1,08	0,72	0,78	29,00	290	
	750 - 180	1,00	0,61	0,61	21,00	210	
	760 - 192	1,00	0,51	0,51	19,00	190	
	790 - 150	1,20	0,78	0,93	19,00	190	
	800 - 194	1,08	0,72	0,78	18,00	180	
	710 - 194	1,00	0,61	0,61	17,00	170	
	710 - 180	1,00	0,56	0,56	17,00	170	
	710 - 127	1,12	0,77	0,86	16,00	160	
	720 - 194	1,00	0,61	0,61	15,00	150	
2	730 - 152	1,00	0,60	0,60	15,00	150	1590
	730 - 150	1,20	0,78	0,93	15,00	150	
	740 - 194	1,00	0,61	0,61	15,00	150	
	750 - 152	1,20	0,78	0,93	14,00	140	
	801 - 150	1,08	0,72	0,78	12,00	120	
	802 - 194	1,00	0,61	0,61	12,00	120	
	555 - 152	1,20	0,78	0,93	11,00	110	
3	710 - 152	1,12	0,77	0,86	11,00	110	1010
	720 - 180	1,08	0,72	0,78	10,00	100	
	720 - 152	1,00	0,61	0,61	10,00	100	
	720 - 140	1,12	0,77	0,86	10,00	100	
	730 - 192	1,20	0,78	0,93	10,00	100	
	760 - 194	1,00	0,60	0,60	10,00	100	

760 - 180	1,20	0,78	0,93	9,00	90	20	760 - 152	6	10	16	2,62	2,62
760 - 152	1,00	0,60	0,60	9,00	90	21	770 - 193	6	10	16	6,6	6,6
770 - 193	1,20	0,78	0,93	8,00	80	22	780 - 194	6	10	16	8,49	8,49
780 - 194	1,20	0,78	0,93	7,00	70	23	790 - 150	6	10	16	2,52	2,52
555 - 194	1,00	0,61	0,61	7,00	70	24	800 - 194	6	10	16	4,54	4,54
						25	801 - 150	6	10	16	4,39	4,39
						26	802 - 194	6	10	16	2	2
						27	555 - 194	6	10	16	4,75	4,75
						28	555 - 152	6	10	16	5,52	5,52
Total	21,20			Total		399	Total			448		130,81
						0						

(Sumber: Pengolahan Data)

Persen area *storage* yang tidak digunakan untuk menyimpan barang dalam *storage* barang precured tread adalah sebagai berikut: Jumlah daerah yang tidak terpakai = Luas total yang ada - (Jumlah volume barang + Luas *packaging* + etalase + Luas barang rapi) Ini menjadi: $98 \text{ m}^2 - (21,20 \text{ m}^2 + 3 \text{ m}^2 + 3,50 \text{ m}^2 + 5,25 \text{ m}^2) = 98 \text{ m}^2 - 32,9 \text{ m}^2 = 65,10 \text{ m}^2$ Persentase dari luas daerah yang tidak digunakan = $(65,10 \text{ m}^2 / 98 \text{ m}^2) \times 100\% = 0,66 \times 100\% = 66\%$

Analisis dilakukan terhadap proses pengambilan produk yang diukur mulai dari tahap pencarian hingga tahap penempatan procured tread ke dalam pallet. Selanjutnya, analisis juga melibatkan proses penyusunan produk yang diukur mulai dari tahap pengambilan pallet hingga penyusunan produk ke dalam area yang telah ditentukan. Dalam skenario usulan, produk sudah terbungkus dalam pallet dan tersusun rapi dalam slot, sehingga proses pengambilan produk dapat dieliminasi. Untuk perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 8 berikut:

Tabel 8. Perbandingan Jarak Pengambilan dan Jarak Penyusunan Palet

Nomor	Tipe Barang	Awal			Usulan	
		Jarak Penerimaan (m)	Jarak Susun (m)	Total Jarak	Jarak Susun (m)	Total Jarak (m)
1	710 - 194	6	10	16	2	2
2	710 - 180	6	10	16	4,72	4,72
3	710 - 152	6	10	16	7,35	7,35
4	710 - 127	6	10	16	8,08	8,08
5	720 - 194	6	10	16	8,13	8,13
6	720 - 180	6	10	16	3,55	3,55
7	720 - 152	6	10	16	1,74	1,74
8	720 - 140	6	10	16	2,12	2,12
9	730 - 192	6	10	16	5,53	5,53
10	730 - 152	6	10	16	5,42	5,42
11	730 - 150	6	10	16	10,33	10,33
12	740 - 194	6	10	16	6,4	6,4
13	740 - 152	6	10	16	0,32	0,32
14	750 - 194	6	10	16	2,33	2,33
15	750 - 180	6	10	16	4,25	4,25
16	750 - 152	6	10	16	6,1	6,1
17	760 - 194	6	10	16	5,31	5,31
18	760 - 192	6	10	16	1	1
19	760 - 180	6	10	16	4,7	4,7

(Sumber: Pengolahan Data)

Dalam analisis ini, dilakukan perbandingan antara waktu awal dan waktu usulan, di mana waktu penerimaan barang awal dikalkulasikan dengan memperhitungkan waktu identifikasi barang. Waktu usulan menunjukkan peningkatan efisiensi karena tidak melibatkan langkah identifikasi barang, sehingga menjadi lebih singkat. Untuk hasil pengolahan datanya ditemukan pada Tabel berikut

Tabel 9. Perbandingan Waktu Pengambilan Pallet Permulaan dan Ajuan

No	Jenis Produk	Permulaan		Ajuan		
		Waktu Pengambilan (m)	Waktu Penyusunan (m)	Total Waktu (m)	Waktu Penyusunan (m)	Total Waktu (m)
1	710 - 194	9,2	4,6	13,8	2,83	2,83
2	710 - 180	6,9	2,9	9,8	2,67	2,67
3	710 - 152	12,1	4,9	16,9	1,67	1,67
4	710 - 127	7,6	3,9	11,4	2,33	2,33
5	720 - 194	2,3	2,2	4,5	2,00	2,00
6	720 - 180	9,2	4,6	13,8	1,17	1,17
7	720 - 152	7,6	4,3	11,8	1,67	1,67
8	720 - 140	9,8	4,4	14,2	1,67	1,67
9	730 - 192	13,7	3,8	17,6	1,67	1,67
10	730 - 152	3,5	4,2	7,7	2,50	2,50
11	730 - 150	2,3	3,5	5,8	2,00	2,00
12	740 - 194	6,3	2,2	8,5	2,83	2,83
13	740 - 152	12,4	2,0	14,4	3,17	3,17
14	750 - 194	8,4	4,9	13,3	3,17	3,17
15	750 - 180	6,7	3,6	10,2	3,50	3,50
16	750 - 152	11,7	3,8	15,5	2,50	2,50
17	760 - 194	8,1	4,7	12,8	1,17	1,17
18	760 - 192	6,8	4,4	11,1	5,50	5,50
19	760 - 180	3,0	2,1	5,1	1,33	1,33

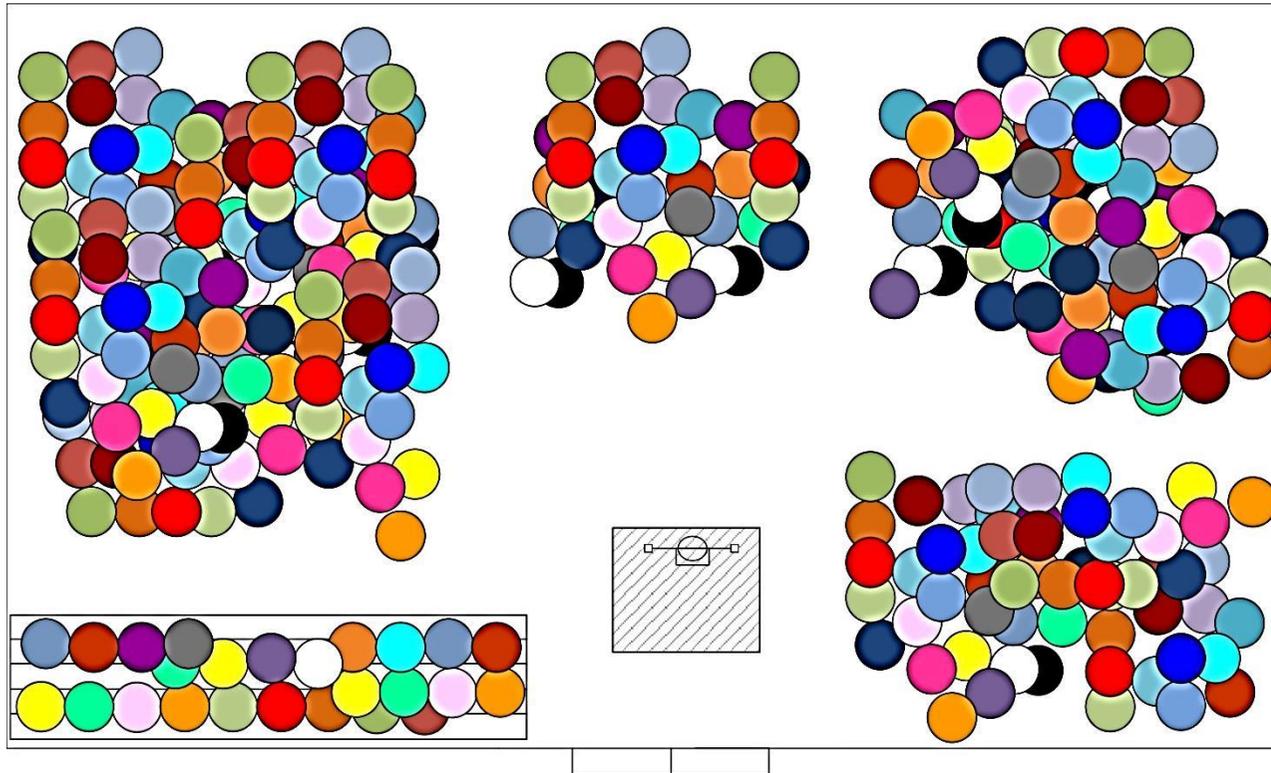


20	760 - 152	6,0	2,2	8,2	1,50	1,50
21	770 - 193	8,8	4,8	13,5	1,83	1,83
22	780 - 194	16,1	2,2	18,3	1,50	1,50
23	790 - 150	10,4	4,0	14,4	4,83	4,83
24	800 - 194	7,4	3,6	11,0	3,00	3,00
25	801 - 150	3,2	3,1	6,3	2,50	2,50
26	802 - 194	3,8	4,7	8,5	1,83	1,83
27	555 - 194	4,2	3,6	7,7	1,67	1,67
28	555 - 152	8,1	3,2	11,3	2,50	2,50
Total			309,2		66,50	

(Sumber: Pengolahan Data)

Tabel menunjukkan bahwa proses perbandingan waktu awal pengambilan produk memiliki waktu yang lebih lama dibandingkan waktu akhir dengan penggunaan metode.

Untuk desain perbaikan PT. XYZ dapat dilihat pada Gambar 3 berikut:



Gambar 3. *Layout* Perbaikan Penyusunan *Pallet* Pada PT. XYZ.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pencapaian tujuan penelitian, hasil menunjukkan bahwa terdapat rasio tertinggi pada palet sebesar 32,44 dan rasio terendah sebesar 6,6. Oleh karena itu, dari penataan produk pre-curedtread dihasilkan tiga kelas. Hasil ini juga menghasilkan dimensi slot untuk produk pre-curedtread, yang dihitung melalui perkalian panjang dan lebar total slot, dengan dimensi keseluruhan mencapai 21,20 meter, dan antar slot berjarak 1,118 meter. Awalnya, arus produk menggunakan pola zig-zag, tetapi dengan menerapkan konsep *class-based storage*, pola berjalan barang mengalami perubahan menjadi langkah garis yang semakin efisien dan sederhana.

Saran penelitian, diharapkan penelitian berikutnya dapat dilanjutkan ke bagian produktivitas dan perhitungan aliran barang keluar masuk secara *real time* dalam proses produksi ban *procured tread* agar dapat mengetahui peningkatan waktu yang lebih spesifik dan bagi perusahaan perlu melakukan pencatatan agar dapat memperbaiki masalah-masalah produktivitas dan kelancaran proses rantai pasok perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. A. Putera, "Pengendalian Persediaan Beras Menggunakan Pendekatan Sistem Dinamis Di Perum Bulog Divre Sumut," Universitas Sumatera Utara, Medan, 2021. [Online]. Available: <https://repositori.usu.ac.id/handle/123456789/47744>
- [2] Maxxis.com, "How A Tire Is Made." <https://www.maxxis.com/se/en/technology/how-a-tire-is-made/> (accessed Aug. 08, 2023).
- [3] N. Li *et al.*, "Comparative Assessment of Asphalt Volatile Organic Compounds Emission from field to laboratory," *J. Clean. Prod.*, vol. 278, 2021, doi: 10.1016/j.jclepro.2020.123479.
- [4] K. Jafari and V. Toufigh, "Interface between Tire and Pavement," *J. Mater. Civ. Eng.*, vol. 29, no. 9, Sep. 2017, doi: 10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0001963.
- [5] D. A. Putera, R. Oktavia Puspita Rini, T. Mulyadi, A. A. Dermawan, and W. Ilham, "Penerapan Prinsip Anthropometri Dan Qfd Untuk Redesain Alat Bantu Pengait Tong Aspal," *Sigma Tek.*, vol. 5, no. 2, pp. 224–232, 2022, doi: 10.33373/sigmateknika.v5i2.4565.
- [6] D. Banta, "What is technology assessment?," *Int. J. Technol. Assess. Health Care*, vol. 25, no. SUPPL.S1, pp. 7–9, 2009, doi: 10.1017/S0266462309090333.
- [7] A. A. Dermawan, R. O. P. Rini, T. Mulyadi, W. Ilham, and D. A. Putera, "PENILAIAN SOFISTIKASI TEKNOLOGI PADA PT. XYZ DENGAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN TECHNOWARE, HUMANWARE, INFOWARE, DAN ORGANWARE (THIO)," *Sigma Tek.*, vol. 6, no. 1, pp. 13–24, 2023, doi: <https://doi.org/10.33373/sigmateknika.v6i1.5001>.
- [8] P. Pérez-Gosende, J. Mula, and M. Díaz-Madroño, "Overview of dynamic facility layout planning as a sustainability strategy," *Sustain.*, vol. 12, no. 19, pp. 13–15, 2020, doi: 10.3390/su12198277.
- [9] D. A. Putera, A. R. Matondang, and M. T. Sembiring, "Rice distribution planning using distribution resources planning (DRP) method," *AIP Conf. Proc.*, vol. 2471, no. 1, pp. 060002-1-060002–6, 2023, doi: <https://doi.org/10.1063/5.0129254>.
- [10] M. P. S. Panggabean, D. A. Putera, and Nursafwah, "Analisis Bullwhip Effect pada Rantai Supply dengan Model Q Menggunakan Pendekatan Hadley-Within di PT. XYZ Medan," *Talent. Conf. Ser. Energy Eng.*, vol. 2, no. 4, pp. 0–6, 2019, doi: 10.32734/ee.v2i4.688.
- [11] P. Pérez Gosende, J. Mula, and M. Díaz-Madroño, "Facility layout planning. An extended literature review," *Int. J. Prod. Res.*, vol. 59, pp. 1–40, Mar. 2021, doi: 10.1080/00207543.2021.1897176.
- [12] P. A. P. Gosende, "An approach to industrial facility layout evaluation using a performance index/Evaluación de la distribución espacial de plantas industriales mediante un índice de desempeño/Avaliacao da distribuicao espacial de plantas industriais segundo um índice de de," *RAE*, vol. 56, p. 533+, Jul. 2016, [Online]. Available: <https://link.gale.com/apps/doc/A469641382/AONE?u=anon~32eeb282&sid=googleScholar&xid=fbf9b68a>
- [13] H. Hosseini-Nasab, S. Fereidouni, S. M. T. Fatemi Ghomi, and M. B. Fakhrzad, "Classification of facility layout problems: a review study," *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, vol. 94, no. 1, pp. 957–977, 2018, doi: 10.1007/s00170-017-0895-8.
- [14] M. Rajendran, A. Sajeev, R. Shanmugavel,

- and T. Rajpradeesh, “Ergonomic evaluation of workers during manual material handling,” *Mater. Today Proc.*, vol. 46, pp. 7770–7776, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.02.283>.
- [15] S. Jun, S. Lee, and Y. Yih, “Pickup and delivery problem with recharging for material handling systems utilising autonomous mobile robots,” *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 289, no. 3, pp. 1153–1168, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2020.07.049>.
- [16] I. Saidatuningtyas and W. Primadhani, “Racking System Dengan Kebijakan Class Based Storage Di Gudang Timur Pt Industri Kereta Api (Inka) Persero,” *J. Logistik Bisnis*, vol. 11, no. 1, pp. 37–42, May 2021, doi: [10.46369/logistik.v11i1.1376](https://doi.org/10.46369/logistik.v11i1.1376).
- [17] Y. Yu, R. B. M. De Koster, and X. Guo, “Class-Based Storage with a Finite Number of Items: Using More Classes is not Always Better,” *Prod. Oper. Manag.*, vol. 24, no. 8, pp. 1235–1247, 2015, doi: [10.1111/poms.12334](https://doi.org/10.1111/poms.12334).
- [18] R. Rosihin, M. Ma’arij, D. Cahyadi, and S. Supriyadi, “Analisa Perbaikan Tata Letak Gudang Coil dengan Metode Class Based Storage,” *J. INTECH Tek. Ind. Univ. Serang Raya*, vol. 7, no. 2, pp. 166–172, 2021, doi: [10.30656/intech.v7i2.4036](https://doi.org/10.30656/intech.v7i2.4036).
- [19] A. A. Dermawan, A. E. Ridha, and D. A. Putera, “Analisis Angka Kecelakaan Kerja Dengan Metode Statistik Kecelakaan Kerja Di PT. XYZ,” *JATI UNIK J. Ilm. Tek. dan Manaj. Ind.*, vol. 5, no. 2, p. 125, 2022, doi: [10.30737/jatiunik.v5i2.2450](https://doi.org/10.30737/jatiunik.v5i2.2450).
- [20] D. A. Putera, A. A. Dermawan, W. Ilham, and R. O. P. Rini, “PENGUKURAN KINERJA PERUSAHAAN DENGAN OBJECTIVE MATRIX (OMAX) PADA PT.XYZ,” *J. Manaj. Rekayasa dan Inov. Bisnis*, vol. 1, no. 1, pp. 21–33, 2022.
- [21] D. A. Putera *et al.*, “SOSIALISASI BUSINESS MODEL CANVAS TERHADAP PELAKU USAHA,” *J-PIS J. Pengabd. Ibnu Sina*, vol. 2, no. 1, pp. 1–7, 2023.