

## Penyusunan Model dan Simulasi Sistem Pelayanan X *Coffee House* Cilegon

Chyntia Devi Octavianya, Calista Nathania Putria, Dimas Hardiansyah<sup>a</sup>, Fathan Taqiy Wijaya<sup>a</sup>, Fola Manda Calya Cetta<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Jl. Jend. Sudirman KM 3, Cilegon 42435, Banten, Indonesia

### INFORMASI

Informasi artikel:  
Disubmit 10 Mei 2025  
Direvisi 08 Juni 2025  
Diterima 10 Juni 2025  
Tersedia Online 22 Juni 2025

Kata Kunci:  
Flexsim  
Simulasi  
Sistem Pelayanan

### ABSTRAK

X Coffee House merupakan *coffee shop* yang terletak di Kota Cilegon. X Coffee House ini menghadapi tantangan berupa waktu tunggu pelanggan yang terlalu lama, yang disebabkan oleh ketidakefisienan dalam sistem pelayanan dan pengelolaan antrian. Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan sistem pelayanan Coffee House menggunakan *software* simulasi Flexsim dengan mengidentifikasi permasalahan utama yang mempengaruhi waktu tunggu, serta mengusulkan perbaikan untuk mengatasi permasalahan tersebut. Data yang dikumpulkan mencakup waktu kedatangan pelanggan, durasi pemesanan, dan waktu pelayanan selama periode observasi 15.000 detik (sekitar 4 jam). Analisis dilakukan melalui uji keseragaman, kecukupan, kenormalan, dan distribusi data untuk memastikan validitas data sebelum simulasi. Validasi model eksisting dilakukan dengan uji t-berpasangan untuk membandingkan data simulasi dengan kondisi aktual. Penelitian ini mengusulkan dua skenario perbaikan, Skenario 1 dengan penambahan satu barista di coffee bar, dan skenario 2 dengan penambahan satu kasir di meja kasir. Hasil simulasi menunjukkan bahwa skenario 1 menghasilkan peningkatan *throughput* rata-rata tertinggi yaitu sebesar 57,33 pelanggan. Selain itu, Uji ANOVA dan LSD menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara ketiga skenario, dengan skenario 1 terbukti sebagai alternatif terbaik untuk meningkatkan efisiensi dan kapasitas pelayanan sehingga jumlah pelanggan yang berhasil dilayani semakin meningkat.

Journal of Systems Engineering and Management is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License (CC BY-SA).



## 1. Pendahuluan

Kedai kopi atau *coffee shop* adalah tempat yang digemari oleh masyarakat mulai dari kalangan pelajar, mahasiswa, maupun pekerja. Evolusi dari kedai kopi tradisional sedang berlangsung, memunculkan jenis usaha baru yang menggabungkan daya tarik estetika dengan fasilitas premium. Pada saat persaingan tinggi, bisnis berjuang untuk fokus konsumen, sehingga harus ada sesuatu yang membuat beda dari para pesaing. salah satu cara yakni menampilkan *store atmosphere* yang kuat, maupun kreatif dan menyenangkan mulai dari tempat yang bisa dibuat mengerjakan tugas, yang tenang sekaligus tenang, interior yang bagus dan menarik untuk bersua foto dan akan melakukan pembelian di *coffee shop* tersebut. Toko yang menarik di lokasi yang nyaman lebih mungkin menarik pelanggan untuk pembelian pertama kali dan kunjungan berikutnya jika visibilitas dan aksesibilitas toko tinggi [1].

X Coffee House merupakan sebuah usaha *coffee shop* yang berlokasi di Kota Cilegon, yang menyediakan makanan dan minuman seperti kopi hingga minuman dengan berbagai

rasa. X Coffee House menghadapi kendala terkait waktu tunggu pelanggan yang terlalu lama saat memesan. Waktu tunggu yang panjang ini dapat menurunkan kenyamanan pelanggan dan berdampak pada tingkat kepuasan mereka. Salah satu penyebab utama adalah ketidakefisienan dalam pengelolaan sistem antrian yang menyebabkan penumpukan pelanggan terutama pada jam sibuk. Oleh karena itu, penting untuk memodelkan permasalahan antrian ini untuk memahami alur proses, mulai dari kedatangan pelanggan hingga selesainya pesanan. Selain itu, faktor-faktor seperti jumlah tenaga kerja, kapasitas pelayanan, dan sistem pemrosesan pesanan yang diterapkan perlu dianalisis guna mengidentifikasi permasalahan dari ketidakefisienan tersebut.

## 2. Metode Penelitian

Rancangan penelitian ini adalah penelitian kuantitatif, analisis yang digunakan adalah uji keseragaman data, uji kecukupan data, uji kenormalan, distribusi probabilitas, uji ANOVA dan uji LSD. Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data kuantitatif berupa informasi atau penjelasan melalui observasi secara langsung yang

<sup>1</sup>Penulis korepondensi  
alamat e-mail: [chyntia.devi@untirta.ac.id](mailto:chyntia.devi@untirta.ac.id)  
<http://dx.doi.org/10.6270/joseam.vxix.32561>

dinyatakan dengan bilangan atau bentuk berupa angka. Data yang dikumpulkan dari hasil observasi adalah jumlah pelayanan yang dihasilkan per jam seperti pemesanan makanan dan minuman.

### 2.1. Sistem

Sistem merupakan seperangkat unsur yang saling terikat dalam suatu antar relasi diantara unsur-unsur tersebut dengan lingkungan. Sistem adalah suatu kumpulan kesatuan dan perangkat hubungan satu sama lain. Sistem merupakan suatu rangkaian dari dua atau lebih komponen-komponen yang saling berhubungan, yang berinteraksi untuk mencapai suatu tujuan. Sistem terdiri dari tiga unsur yaitu: *input* (masukan), proses dan *output* (pengeluaran). *Input* merupakan komponen penggerak atau pemberi tenaga di mana sistem itu dioperasikan, sedangkan *output* adalah hasil operasi. Dalam pengertian sederhana *output* berarti yang menjadi tujuan sasaran atau target pengoperasian suatu sistem sedangkan proses merupakan aktivitas yang dapat mentransformasikan input menjadi *output* [2].

### 2.2. Simulasi

Simulasi merupakan alat yang tepat untuk digunakan terutama jika diharuskan untuk melakukan eksperimen dalam rangka mencari komentar terbaik dari komponen-komponen sistem. Hal ini dikarenakan sangat mahal dan memerlukan waktu yang lama jika eksperimen dicoba secara riil. Dengan melakukan studi simulasi maka dalam waktu singkat dapat ditentukan keputusan yang tepat serta dengan biaya yang tidak terlalu besar karena semuanya cukup dilakukan dengan komputer [3]. Simulasi sebagai cara untuk menghasilkan kondisi dari situasi dengan model untuk studi menguji atau training, dan lain-lain. Simulasi juga merupakan kumpulan metode dan aplikasi yang digunakan untuk meniru perilaku suatu sistem, kadang dilakukan menggunakan komputer dengan software yang sesuai [4].

### 2.3. Flexsim

Flexsim adalah perangkat lunak simulasi berbasis PC yang dirancang untuk memodelkan, mensimulasikan, dan memvisualisasikan proses bisnis. Aplikasi ini membantu dalam menentukan kapasitas pabrik, menyeimbangkan lini produksi, mengidentifikasi penyebab keterlambatan, menyelesaikan masalah inventori, menguji metode penjadwalan baru, serta mengoptimalkan tingkat produksi. Setiap model yang dibuat menggunakan Flexsim dapat divisualisasikan dalam bentuk animasi 3D realitas virtual. Selain itu, Flexsim memungkinkan pemrograman langsung untuk model dan submodel menggunakan bahasa C++ [5]. Flexsim sangat cocok digunakan dalam berbagai bidang seperti manufaktur, pergudangan, transportasi, dan sistem logistik lainnya. Perangkat lunak ini menyediakan hampir semua objek fisik yang umum digunakan, seperti prosesor, operator, ban berjalan, forklift, lampu lalu lintas, tangki bahan bakar, rak, dan penumpuk otomatis. Selain itu, Flexsim juga mendukung berbagai fungsi, termasuk pengolahan data mentah, input pemodelan, pembuatan model grafis,

menjalankan simulasi, mengoptimalkan hasil, dan menghasilkan file untuk eksperimen simulasi [6].

### 2.4. Antrean

Teori antrian adalah teori yang menyangkut studi matematis dari antrian-antrian atau baris-baris penunggungan. Formasi baris-baris penunggungan ini merupakan suatu kondisi di mana kebutuhan akan suatu pelayanan melebihi kapasitas yang tersedia untuk menyelenggarakan pelayanan itu [7]. Teori antrian memberikan kemudahan dalam penentuan keputusan untuk memutuskan sumber daya yang dibutuhkan agar dapat memberikan pelayanan yang terbaik. Teori ini mengkaji setiap komponen antrian, yaitu proses kedatangan dan pelayanan ataupun jumlah server dan tempat sistem [6].

### 2.5. Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman data adalah uji yang dilakukan untuk mengetahui apakah data yang digunakan telah seragam atau belum, sehingga pengolahan data tersebut dapat diproses pada tahap uji kecukupan. Uji keseragaman data ini dilakukan pada pengukuran data antrean yang digunakan untuk merancang simulasi yang akan dimodelkan [8].

### 2.6. Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data adalah bentuk pengujian statistik, yang berfungsi untuk menganalisa data kuesioner yang diberikan telah cukup menggambarkan populasi pelanggan keseluruhan. Selain kecukupan data harus dipenuhi dalam pelaksanaan *time study* maka yang tidak kalah pentingnya adalah bahwa data yang diperoleh haruslah juga seragam [9]. Ketentuan dalam uji kecukupan data adalah jika  $N' \leq N$ , maka data yang dibutuhkan sudah cukup (dimana  $N'$ =jumlah data hasil perhitungan) [10].

### 2.7. Uji Kenormalan Data

Uji normalitas data adalah langkah penting dalam analisis statistik untuk memastikan bahwa data mengikuti distribusi normal. Dengan menentukan apakah nilai signifikansi (*p-value*) lebih besar atau lebih kecil dari 0,05, peneliti dapat memutuskan metode analisis yang sesuai. Uji ini membantu memastikan keakuratan hasil analisis dan memberikan dasar yang kuat untuk pengambilan keputusan yang berbasis data. Jika data tidak berdistribusi normal, peneliti masih dapat mengambil langkah-langkah alternatif seperti transformasi data atau menggunakan metode non-parametris untuk memastikan validitas hasil analisis [11].

### 2.8. Distribusi Probabilitas

Distribusi probabilitas adalah suatu distribusi yang menggambarkan peluang dari sekumpulan variat sebagai pengganti frekuensi. Distribusi probabilitas diketahui secara pasti dari data yang didapatkan berdasarkan pengumpulan data, dalam hal ini adalah data jumlah pelayanan. Selanjutnya setelah didapatkan distribusi probabilitas adalah melakukan perhitungan distribusi kumulatif. Distribusi kumulatif ini digunakan sebagai dasar pengelompokan batas interval dan bilangan acak. Interval angka acak dibentuk berdasarkan nilai

distribusi probabilitas kumulatif yang sudah diperoleh pada tahap sebelumnya. Penetapan angka acak dilakukan untuk setiap variabel [12].

### 2.9. Uji ANOVA

Metode analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan menggunakan metode Analisis *Of Varians* (ANOVA) dengan asumsi data berdistribusi normal. Jika data terjadi masalah asumsi atau tidak normal maka akan digunakan statistik *non parametric* sebagai alat analisis uji hipotesis. Uji Anova adalah uji statistik *parametric* yang bertujuan untuk mengetahui terdapat perbedaan dua rata-rata atau lebih dari grup sampel. Pengujian hipotesis dilakukan dengan melihat kriteria yaitu (1)  $H_0 : \mu_1 = \mu_2 \dots = \mu_k$  (tidak ada perbedaan), (2)  $H_a : \mu_1 \neq \mu_2 \dots = \mu_k$  (terdapat perbedaan yang signifikan) [13].

### 2.10. Uji LSD

Uji LSD (*Least Significant Difference*) merupakan suatu prosedur lanjutan untuk mengetahui perlakuan mana yang berbeda secara signifikan apabila hipotesis nol ditolak. Definisi lain dari Uji LSD (*Least Significant Difference*) adalah metode *post-hoc* atau uji lanjut yang digunakan setelah analisis ANOVA menunjukkan bahwa ada perbedaan yang signifikan di antara rata-rata kelompok. Tujuan utama uji ini adalah untuk menentukan kelompok mana yang berbeda secara signifikan dengan membandingkan pasangan rata-rata kelompok secara individual. Dengan kata lain, uji LSD membantu mengidentifikasi secara spesifik kelompok mana yang memberikan kontribusi pada perbedaan yang terdeteksi oleh ANOVA. Uji LSD (*Least Significant Difference*) memiliki beberapa kelebihan yang menjadikannya pilihan populer dalam analisis *post-hoc*. Prosedur perhitungannya relatif sederhana dan mudah dipahami dibandingkan metode *post-hoc* lainnya, sehingga memudahkan peneliti dalam menginterpretasikan hasil [14].

## 3. Hasil dan Diskusi

Data yang telah dikumpulkan oleh peneliti selanjutnya akan dilakukan pengolahan data yang nantinya akan diperoleh hasil serta interpretasi dari hasil yang telah diperoleh.

### 3.1. Pengumpulan Data

Pada penelitian ini, data yang dibutuhkan adalah data waktu kedatangan, data waktu pemesanan, dan data waktu pelayanan pada X Coffee House. Pengumpulan data ini dilakukan selama 15.000 detik atau sekitar 4 jam. Berikut merupakan data waktu kedatangan, pemesanan, dan pelayanan pada X Coffee House.

**Tabel 1**

Pengumpulan Data

Pelanggan	Kedatangan (detik)	Pemesanan (detik)	Pelayanan (detik)
1	265	104	420
2	312	102	500
3	179	45	203
4	435	81	351

Pelanggan	Kedatangan (detik)	Pemesanan (detik)	Pelayanan (detik)
5	201	127	425
6	128	150	480
7	371	112	437
8	265	169	530
9	399	96	365
10	120	75	213
11	187	159	230
12	338	47	242
13	276	105	297
14	325	132	455
15	450	77	280
16	249	85	305
17	196	153	507
18	384	53	423
19	307	155	532
20	330	76	469
21	318	120	490
22	150	68	236
23	253	123	385
24	448	155	410
25	324	87	360
26	232	160	330
27	134	157	438
28	401	90	377
29	132	142	260
30	223	98	377
31	313	75	300
32	122	134	450
33	324	120	230
34	307	95	200
35	293	140	310
36	358	93	255
37	322	153	315
38	289	72	213
39	280	66	167
40	265	96	205
41	246	54	190
42	354	75	170
43	411	63	260
44	361	127	310
45	213	78	190

Tabel 1 merupakan tabel pengumpulan data. Tabel tersebut memuat informasi mengenai data waktu kedatangan, data waktu pemesanan, dan data waktu pelayanan dalam satuan detik. Pada data tersebut dapat diketahui bahwa terdapat antrian dalam pelayanan X Coffee House, sehingga pada penelitian ini akan dilakukan simulasi untuk mengetahui usulan terbaiknya.

### 3.2 Pengolahan Data

Proses pengolahan data pada penelitian ini sebelum melakukan simulasi dan usulan perbaikan, data akan diuji keseragaman, uji kecukupan, uji kenormalan, dan distribusi data.

### 3.2.1. Uji Keseragaman Data

Adapun hasil uji keseragaman data untuk data waktu kedatangan, data waktu pemesanan, dan data waktu pemesanan yaitu sebagai berikut.

**Tabel 2.**  
Uji Keseragaman Data Waktu Kedatangan

Pengunjung Ke-	Uji Keseragaman									
	Xi	Xi <sup>2</sup>	$\bar{x}$	Xi- $\bar{x}$	(Xi- $\bar{x}$ ) <sup>2</sup>	Stedev	BKA	BKB	Seragam Atas	Seragam Bawah
1	265	70225	284,22	-19,22	369,49	90,68	465,59	102,86	VALID	VALID
2	312	97344	284,22	27,78	771,60	90,68	465,59	102,86	VALID	VALID
3	179	32041	284,22	-105,22	11071,72	90,68	465,59	102,86	VALID	VALID
4	435	189225	284,22	150,78	22733,94	90,68	465,59	102,86	VALID	VALID
5	201	40401	284,22	-83,22	6925,94	90,68	465,59	102,86	VALID	VALID
6	128	16384	284,22	-156,22	24405,38	90,68	465,59	102,86	VALID	VALID
7	371	137641	284,22	86,78	7530,38	90,68	465,59	102,86	VALID	VALID
8	265	70225	284,22	-19,22	369,49	90,68	465,59	102,86	VALID	VALID
9	399	159201	284,22	114,78	13173,94	90,68	465,59	102,86	VALID	VALID
10	120	14400	284,22	-164,22	26968,94	90,68	465,59	102,86	VALID	VALID
11	187	34969	284,22	-97,22	9452,16	90,68	465,59	102,86	VALID	VALID
12	338	114244	284,22	53,78	2892,05	90,68	465,59	102,86	VALID	VALID
13	276	76176	284,22	-8,22	67,60	90,68	465,59	102,86	VALID	VALID
14	325	105625	284,22	40,78	1662,83	90,68	465,59	102,86	VALID	VALID
15	450	202500	284,22	165,78	27482,27	90,68	465,59	102,86	VALID	VALID
16	249	62001	284,22	-35,22	1240,60	90,68	465,59	102,86	VALID	VALID
17	196	38416	284,22	-88,22	7783,16	90,68	465,59	102,86	VALID	VALID
18	384	147456	284,22	99,78	9955,60	90,68	465,59	102,86	VALID	VALID
19	307	94249	284,22	22,78	518,83	90,68	465,59	102,86	VALID	VALID
20	330	108900	284,22	45,78	2095,60	90,68	465,59	102,86	VALID	VALID
21	318	101124	284,22	33,78	1140,94	90,68	465,59	102,86	VALID	VALID
22	150	22500	284,22	-134,22	18015,60	90,68	465,59	102,86	VALID	VALID
23	253	64009	284,22	-31,22	974,83	90,68	465,59	102,86	VALID	VALID
24	448	200704	284,22	163,78	26823,16	90,68	465,59	102,86	VALID	VALID
25	324	104976	284,22	39,78	1582,27	90,68	465,59	102,86	VALID	VALID
26	232	53824	284,22	-52,22	2727,16	90,68	465,59	102,86	VALID	VALID
27	134	17956	284,22	-150,22	22566,72	90,68	465,59	102,86	VALID	VALID
28	401	160801	284,22	116,78	13637,05	90,68	465,59	102,86	VALID	VALID
29	132	17424	284,22	-152,22	23171,60	90,68	465,59	102,86	VALID	VALID
30	223	49729	284,22	-61,22	3748,16	90,68	465,59	102,86	VALID	VALID
31	313	97969	284,22	28,78	828,16	90,68	465,59	102,86	VALID	VALID
32	122	14884	284,22	-162,22	26316,05	90,68	465,59	102,86	VALID	VALID
33	324	104976	284,22	39,78	1582,27	90,68	465,59	102,86	VALID	VALID
34	307	94249	284,22	22,78	518,83	90,68	465,59	102,86	VALID	VALID
35	293	85849	284,22	8,78	77,05	90,68	465,59	102,86	VALID	VALID
36	358	128164	284,22	73,78	5443,16	90,68	465,59	102,86	VALID	VALID
37	322	103684	284,22	37,78	1427,16	90,68	465,59	102,86	VALID	VALID
38	289	83521	284,22	4,78	22,83	90,68	465,59	102,86	VALID	VALID
39	280	78400	284,22	-4,22	17,83	90,68	465,59	102,86	VALID	VALID
40	265	70225	284,22	-19,22	369,49	90,68	465,59	102,86	VALID	VALID
41	246	60516	284,22	-38,22	1460,94	90,68	465,59	102,86	VALID	VALID
42	354	125316	284,22	69,78	4868,94	90,68	465,59	102,86	VALID	VALID
43	411	168921	284,22	126,78	16072,60	90,68	465,59	102,86	VALID	VALID

Uji Keseragaman										
Pengunjung Ke-	Xi	Xi <sup>2</sup>	$\bar{x}$	Xi- $\bar{x}$	(Xi- $\bar{x}$ ) <sup>2</sup>	Stedev	BKA	BKB	Seragam Atas	Seragam Bawah
44	361	130321	284,22	76,78	5894,83	90,68	465,59	102,86	VALID	VALID
45	213	45369	284,22	-71,22	5072,60	90,68	465,59	102,86	VALID	VALID

Tabel 3.

Uji Keseragaman Data Waktu Pemesanan

Uji Keseragaman										
Pengunjung Ke-	Xi	Xi <sup>2</sup>	$\bar{x}$	Xi- $\bar{x}$	(Xi- $\bar{x}$ ) <sup>2</sup>	Stedev	BKA	BKB	Seragam Atas	Seragam Bawah
1	104	10816	105,42	-1,42	2,02	35,48	176,37	34,47	VALID	VALID
2	102	10404	105,42	-3,42	11,71	35,48	176,37	34,47	VALID	VALID
3	45	2025	105,42	-60,42	3650,84	35,48	176,37	34,47	VALID	VALID
4	81	6561	105,42	-24,42	596,44	35,48	176,37	34,47	VALID	VALID
5	127	16129	105,42	21,58	465,60	35,48	176,37	34,47	VALID	VALID
6	150	22500	105,42	44,58	1987,18	35,48	176,37	34,47	VALID	VALID
7	112	12544	105,42	6,58	43,27	35,48	176,37	34,47	VALID	VALID
8	169	28561	105,42	63,58	4042,13	35,48	176,37	34,47	VALID	VALID
9	96	9216	105,42	-9,42	88,78	35,48	176,37	34,47	VALID	VALID
10	75	5625	105,42	-30,42	925,51	35,48	176,37	34,47	VALID	VALID
11	159	25281	105,42	53,58	2870,58	35,48	176,37	34,47	VALID	VALID
12	47	2209	105,42	-58,42	3413,16	35,48	176,37	34,47	VALID	VALID
13	105	11025	105,42	-0,42	0,18	35,48	176,37	34,47	VALID	VALID
14	132	17424	105,42	26,58	706,38	35,48	176,37	34,47	VALID	VALID
15	77	5929	105,42	-28,42	807,82	35,48	176,37	34,47	VALID	VALID
16	85	7225	105,42	-20,42	417,07	35,48	176,37	34,47	VALID	VALID
17	153	23409	105,42	47,58	2263,64	35,48	176,37	34,47	VALID	VALID
18	53	2809	105,42	-52,42	2748,09	35,48	176,37	34,47	VALID	VALID
19	155	24025	105,42	49,58	2457,96	35,48	176,37	34,47	VALID	VALID
20	76	5776	105,42	-29,42	865,67	35,48	176,37	34,47	VALID	VALID
21	120	14400	105,42	14,58	212,51	35,48	176,37	34,47	VALID	VALID
22	68	4624	105,42	-37,42	1400,42	35,48	176,37	34,47	VALID	VALID
23	123	15129	105,42	17,58	308,98	35,48	176,37	34,47	VALID	VALID
24	155	24025	105,42	49,58	2457,96	35,48	176,37	34,47	VALID	VALID
25	87	7569	105,42	-18,42	339,38	35,48	176,37	34,47	VALID	VALID
26	160	25600	105,42	54,58	2978,73	35,48	176,37	34,47	VALID	VALID
27	157	24649	105,42	51,58	2660,27	35,48	176,37	34,47	VALID	VALID
28	90	8100	105,42	-15,42	237,84	35,48	176,37	34,47	VALID	VALID
29	142	20164	105,42	36,58	1337,93	35,48	176,37	34,47	VALID	VALID
30	98	9604	105,42	-7,42	55,09	35,48	176,37	34,47	VALID	VALID
31	75	5625	105,42	-30,42	925,51	35,48	176,37	34,47	VALID	VALID
32	134	17956	105,42	28,58	816,69	35,48	176,37	34,47	VALID	VALID
33	120	14400	105,42	14,58	212,51	35,48	176,37	34,47	VALID	VALID
34	95	9025	105,42	-10,42	108,62	35,48	176,37	34,47	VALID	VALID
35	140	19600	105,42	34,58	1195,62	35,48	176,37	34,47	VALID	VALID
36	93	8649	105,42	-12,42	154,31	35,48	176,37	34,47	VALID	VALID
37	153	23409	105,42	47,58	2263,64	35,48	176,37	34,47	VALID	VALID
38	72	5184	105,42	-33,42	1117,04	35,48	176,37	34,47	VALID	VALID
39	66	4356	105,42	-39,42	1554,11	35,48	176,37	34,47	VALID	VALID
40	96	9216	105,42	-9,42	88,78	35,48	176,37	34,47	VALID	VALID
41	54	2916	105,42	-51,42	2644,24	35,48	176,37	34,47	VALID	VALID
42	75	5625	105,42	-30,42	925,51	35,48	176,37	34,47	VALID	VALID

Uji Keseragaman										
Pengunjung Ke-	Xi	Xi <sup>2</sup>	$\bar{x}$	Xi- $\bar{x}$	(Xi- $\bar{x}$ ) <sup>2</sup>	Stedev	BKA	BKB	Seragam Atas	Seragam Bawah
43	63	3969	105,42	-42,42	1799,64	35,48	176,37	34,47	VALID	VALID
44	127	16129	105,42	21,58	465,60	35,48	176,37	34,47	VALID	VALID
45	78	6084	105,42	-27,42	751,98	35,48	176,37	34,47	VALID	VALID

Tabel 4.

Uji Keseragaman Data Waktu Pelayanan

Uji Keseragaman										
Pengunjung Ke-	Xi	Xi <sup>2</sup>	$\bar{x}$	Xi- $\bar{x}$	(Xi- $\bar{x}$ ) <sup>2</sup>	Stedev	BKA	BKB	Seragam Atas	Seragam Bawah
1	420	176400	335,38	84,62	7160,92	109,5	554,47	116,28	VALID	VALID
2	500	250000	335,38	164,62	27100,48	109,5	554,47	116,28	VALID	VALID
3	203	41209	335,38	-132,38	17523,88	109,5	554,47	116,28	VALID	VALID
4	351	123201	335,38	15,62	244,05	109,5	554,47	116,28	VALID	VALID
5	425	180625	335,38	89,62	8032,14	109,5	554,47	116,28	VALID	VALID
6	480	230400	335,38	144,62	20915,59	109,5	554,47	116,28	VALID	VALID
7	437	190969	335,38	101,62	10327,08	109,5	554,47	116,28	VALID	VALID
8	530	280900	335,38	194,62	37877,81	109,5	554,47	116,28	VALID	VALID
9	365	133225	335,38	29,62	877,48	109,5	554,47	116,28	VALID	VALID
10	213	45369	335,38	-122,38	14976,32	109,5	554,47	116,28	VALID	VALID
11	230	52900	335,38	-105,38	11104,48	109,5	554,47	116,28	VALID	VALID
12	242	58564	335,38	-93,38	8719,41	109,5	554,47	116,28	VALID	VALID
13	297	88209	335,38	-38,38	1472,85	109,5	554,47	116,28	VALID	VALID
14	455	207025	335,38	119,62	14309,48	109,5	554,47	116,28	VALID	VALID
15	280	78400	335,38	-55,38	3066,70	109,5	554,47	116,28	VALID	VALID
16	305	93025	335,38	-30,38	922,81	109,5	554,47	116,28	VALID	VALID
17	507	257049	335,38	171,62	29454,19	109,5	554,47	116,28	VALID	VALID
18	423	178929	335,38	87,62	7677,65	109,5	554,47	116,28	VALID	VALID
19	532	283024	335,38	196,62	38660,30	109,5	554,47	116,28	VALID	VALID
20	469	219961	335,38	133,62	17854,90	109,5	554,47	116,28	VALID	VALID
21	490	240100	335,38	154,62	23908,03	109,5	554,47	116,28	VALID	VALID
22	236	55696	335,38	-99,38	9875,94	109,5	554,47	116,28	VALID	VALID
23	385	148225	335,38	49,62	2462,36	109,5	554,47	116,28	VALID	VALID
24	410	168100	335,38	74,62	5568,48	109,5	554,47	116,28	VALID	VALID
25	360	129600	335,38	24,62	606,25	109,5	554,47	116,28	VALID	VALID
26	330	108900	335,38	-5,38	28,92	109,5	554,47	116,28	VALID	VALID
27	438	191844	335,38	102,62	10531,32	109,5	554,47	116,28	VALID	VALID
28	377	142129	335,38	41,62	1732,41	109,5	554,47	116,28	VALID	VALID
29	260	67600	335,38	-75,38	5681,81	109,5	554,47	116,28	VALID	VALID
30	377	142129	335,38	41,62	1732,41	109,5	554,47	116,28	VALID	VALID
31	300	90000	335,38	-35,38	1251,59	109,5	554,47	116,28	VALID	VALID
32	450	202500	335,38	114,62	13138,25	109,5	554,47	116,28	VALID	VALID
33	230	52900	335,38	-105,38	11104,48	109,5	554,47	116,28	VALID	VALID
34	200	40000	335,38	-135,38	18327,14	109,5	554,47	116,28	VALID	VALID
35	310	96100	335,38	-25,38	644,03	109,5	554,47	116,28	VALID	VALID
36	255	65025	335,38	-80,38	6460,59	109,5	554,47	116,28	VALID	VALID
37	315	99225	335,38	-20,38	415,25	109,5	554,47	116,28	VALID	VALID
38	213	45369	335,38	-122,38	14976,32	109,5	554,47	116,28	VALID	VALID
39	167	27889	335,38	-168,38	28351,08	109,5	554,47	116,28	VALID	VALID
40	205	42025	335,38	-130,38	16998,36	109,5	554,47	116,28	VALID	VALID
41	190	36100	335,38	-145,38	21134,70	109,5	554,47	116,28	VALID	VALID

Uji Keseragaman										
Pengunjung Ke-	Xi	Xi <sup>2</sup>	$\bar{x}$	Xi- $\bar{x}$	(Xi- $\bar{x}$ ) <sup>2</sup>	Stedev	BKA	BKB	Seragam Atas	Seragam Bawah
42	170	28900	335,38	-165,38	27349,81	109,5	554,47	116,28	VALID	VALID
43	260	67600	335,38	-75,38	5681,81	109,5	554,47	116,28	VALID	VALID
44	310	96100	335,38	-25,38	644,03	109,5	554,47	116,28	VALID	VALID
45	190	36100	335,38	-145,38	21134,70	109,5	554,47	116,28	VALID	VALID

Tabel 2, Tabel 3, dan Tabel 4 merupakan hasil uji keseragaman. Diketahui pada data waktu kedatangan batas keseragaman atas sebesar 456,59 dan batas keseragaman bawah sebesar 102,86, sehingga data waktu kedatangan dinyatakan valid semua. Pada data waktu pemesanan batas keseragaman atas sebesar 176,37 dan batas keseragaman bawah sebesar 34,47, sehingga data waktu pemesanan dinyatakan valid semua. Pada data waktu pelayanan batas keseragaman atas sebesar 554,47 dan batas keseragaman bawah sebesar 116,28, sehingga data waktu pelayanan dinyatakan valid semua.

3.2.2. Uji Kecukupan Data

Adapun hasil uji kecukupan data untuk data waktu kedatangan, data waktu pemesanan, dan data waktu pemesanan yaitu sebagai berikut.

**Tabel 5.**  
Uji Kecukupan Data Waktu Kedatangan

Uji Kecukupan	
N	45
k	2
s	10%
$\Sigma Xi$	12790
$\Sigma Xi^2$	3997034
$(\Sigma Xi)^2$	163584100
N'	39,81
<b>Kesimpulan</b>	<b>CUKUP</b>

**Tabel 6.**  
Uji Kecukupan Data Waktu Pemesanan

Uji Kecukupan	
N	45
k	2
s	10%
$\Sigma Xi$	4744
$\Sigma Xi^2$	555500
$(\Sigma Xi)^2$	22505536
N'	44,29
<b>Kesimpulan</b>	<b>CUKUP</b>

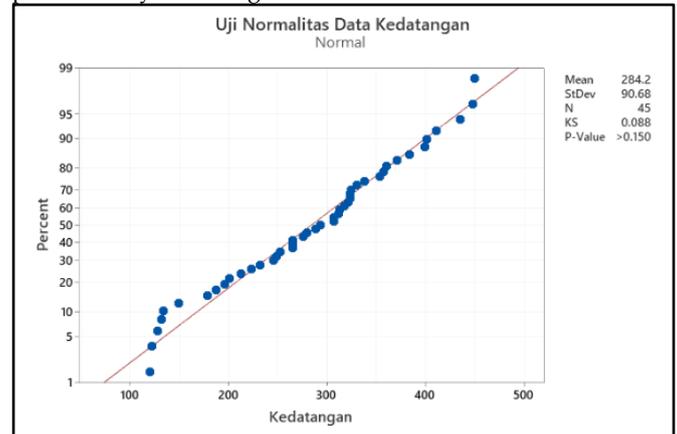
**Tabel 7.**  
Uji Kecukupan Data Waktu Pelayanan

Uji Kecukupan	
N	45
k	2
s	10%
$\Sigma Xi$	15092
$\Sigma Xi^2$	5589540
$(\Sigma Xi)^2$	227768464
N'	41,73
<b>Kesimpulan</b>	<b>CUKUP</b>

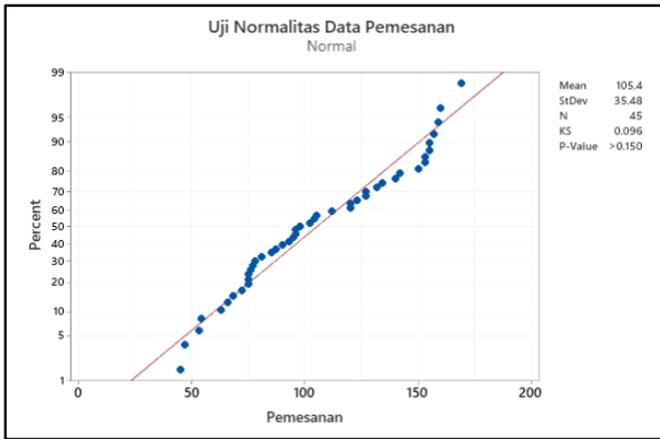
Tabel 5, Tabel 6, dan Tabel 7 merupakan hasil uji kecukupan data. Pada data waktu kedatangan N' bernilai 39,81 jadi N' < N, sehingga data dinyatakan cukup. Pada data waktu pemesanan N' bernilai 44,29 jadi N' < N, sehingga data dinyatakan cukup. Pada waktu pelayanan N' bernilai 41,73 N' < N, sehingga data dinyatakan cukup. Data yang telah didapatkan telah cukup, sehingga tidak perlu menambah data.

3.2.3. Uji Kenormalan Data

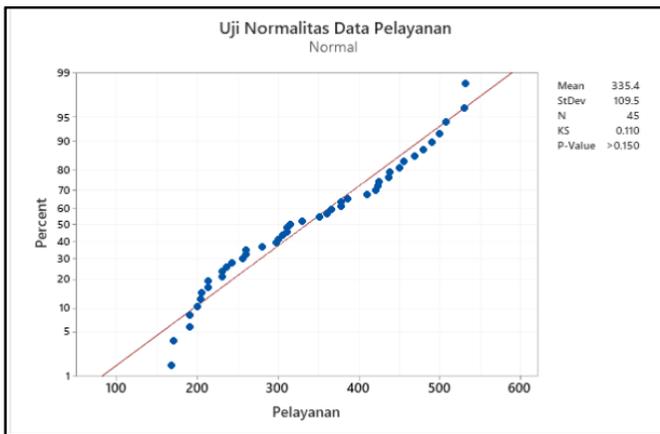
Adapun hasil uji kenormalan data untuk data waktu kedatangan, data waktu pemesanan, dan data waktu pemesanan yaitu sebagai berikut.



**Gambar 1.** Uji Kecukupan Data Waktu Kedatangan



Gambar 2. Uji Kecukupan Data Waktu Pemesanan

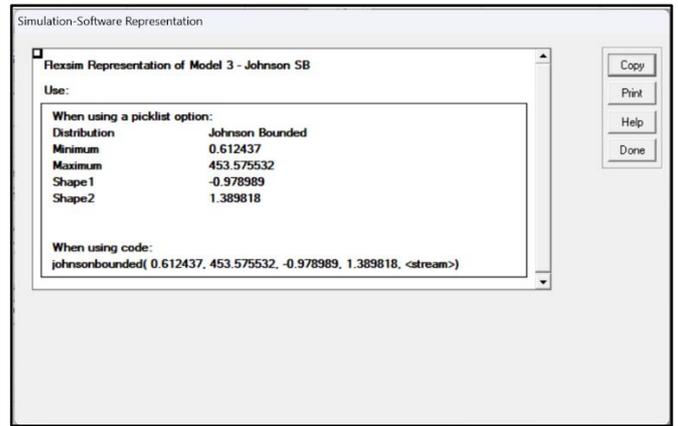


Gambar 3. Uji Kecukupan Data Waktu Pelayanan

Gambar 1, Gambar 2, dan Gambar 3 merupakan hasil uji kecukupan data. Pada data waktu kedatangan nilai *p-value* 0,150 lebih besar dari 0,05, sehingga data dinyatakan normal. Pada data waktu pemesanan nilai *p-value* 0,150 lebih besar dari 0,05, sehingga data dinyatakan normal. Pada data waktu pelayanan nilai *p-value* 0,150 lebih besar dari 0,05, sehingga data dinyatakan normal. Data yang telah didapatkan dinyatakan normal, sehingga dapat lanjut untuk diuji distribusi data.

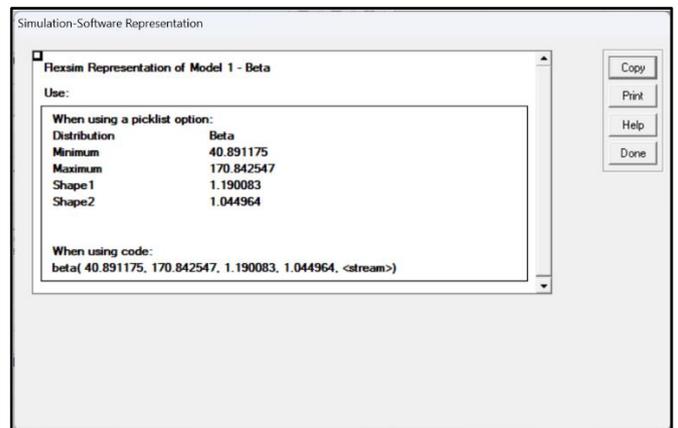
### 3.2.4. Distribusi Data

Penentuan distribusi data perlu dilakukan untuk mengetahui jenis distribusi yang terdapat pada data yang akan diolah lebih lanjut. Setiap kelompok data akan dibagi menjadi dua bagian, yaitu  $\frac{2}{3}$  dan  $\frac{1}{3}$ , untuk menentukan jenis distribusi pada data tersebut. Adapun hasil uji distribusi data untuk data waktu kedatangan, data waktu pemesanan, dan data waktu pelayanan yaitu sebagai berikut.



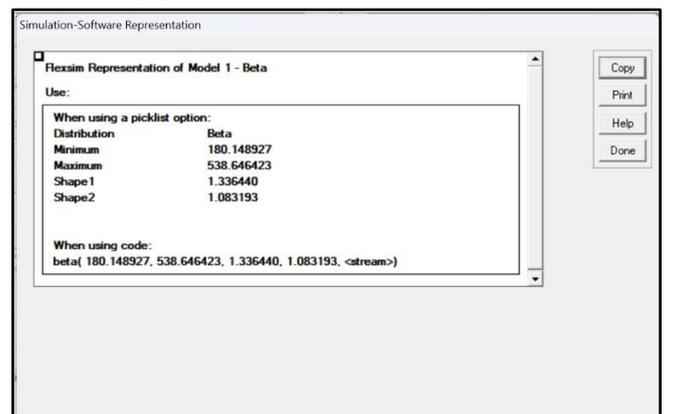
Gambar 4. Distribusi Data Kedatangan

Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan Experfit, jenis distribusi data untuk data kedatangan ditentukan sebagai distribusi Johnson SB karena terdapat dua distribusi yang sama pada  $\frac{2}{3}$  data dan  $\frac{1}{3}$  data yaitu distribusi Weibull dan Johnson SB, sehingga dipilih distribusi yang memiliki nilai tertinggi pada  $\frac{2}{3}$  data yaitu distribusi Johnson SB.



Gambar 5. Distribusi Data Pemesanan

Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan Experfit, jenis distribusi data untuk data pemesanan ditentukan sebagai distribusi Beta karena terdapat dua distribusi yang sama pada  $\frac{2}{3}$  data dan  $\frac{1}{3}$  data yaitu distribusi Beta dan Erlang (E), sehingga dipilih distribusi yang memiliki nilai tertinggi pada  $\frac{2}{3}$  data yaitu distribusi Beta.

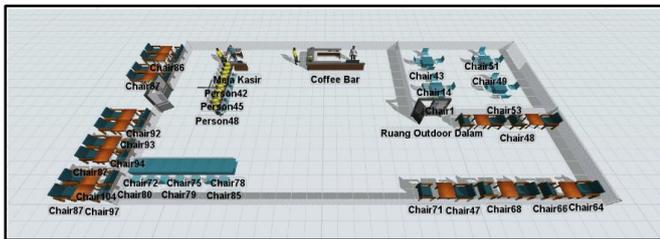


Gambar 6. Distribusi Data Pelayanan

Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan Experfit, jenis distribusi data untuk data pelayanan ditentukan sebagai distribusi Beta karena terdapat tiga distribusi yang sama pada  $\frac{2}{3}$  data dan  $\frac{1}{3}$  data yaitu distribusi Beta, Johnson SB, dan Weibull, sehingga dipilih distribusi yang memiliki nilai tertinggi pada  $\frac{2}{3}$  data yaitu distribusi Beta. Selanjutnya, karena data yang dikumpulkan menunjukkan data yang seragam, cukup, normal, dan jenis distribusinya telah diketahui, maka data tersebut dapat digunakan untuk pengolahan lebih lanjut.

3.2.5. Validasi Model Eksisting

Validasi model perlu dilakukan untuk memastikan bahwa model simulasi yang dibuat menggunakan software Flexsim sesuai dalam mempresentasikan kondisi nyata yang terdapat pada sistem pelayanan X Coffee House. Validasi dilakukan dengan membandingkan output simulasi dengan data aktual untuk memastikan keakuratan dari model eksisting yang dibuat. Berikut merupakan model eksisting X Coffee House yang dibuat menggunakan software Flexsim.



Gambar 7. Model Eksisting

Gambar 7 di atas merupakan simulasi model eksisting pada sistem pelayanan DX Coffee House. Berdasarkan gambar tersebut diketahui bahwa terdapat 1 meja kasir dengan 1 kasir. Selain itu, terdapat 1 coffee bar dengan 1 barista. Dari hasil simulasi model eksisting yang telah dibuat diperoleh nilai output yang dicatat sebanyak tujuh kali replikasi. Data tersebut digunakan untuk melakukan uji validasi terhadap simulasi model eksisting yang telah dibuat. Berikut ini merupakan data aktual serta data hasil simulasi model eksisting yang diperoleh.

Tabel 7. Validasi Model

Aktual	Simulasi
45	37
43	40
45	45
39	39
40	37
42	45
45	43

Tabel 8 menyajikan data untuk memvalidasi model sistem pelayanan X Coffee House dalam satuan pelanggan yang berhasil dilayani sampai bagian pelayanan yang dilakukan selama 15000 detik atau sama dengan 4 jam 10 menit.

Berdasarkan Tabel 8 tersebut diketahui bahwa terdapat perbedaan yang mengindikasikan adanya variasi dalam model simulasi maupun aktual, sehingga perlu dilakukannya validasi data untuk mengetahui apakah data simulasi yang dihasilkan telah mempresentasikan kondisi aktual dengan baik atau belum. Validasi data dilakukan menggunakan dua software berbeda, yaitu RStudio dan Microsoft Excel, dengan hasil sebagai berikut.

```
> #Input Data
> data <- read_xlsx("Data Aktual.xlsx", sheet = 1)
>
> #Uji Paired Test
> t.test(data$Aktual, data$Simulasi, paired = TRUE)

Paired t-test

data: data$Aktual and data$Simulasi
t = 1.4298, df = 6, p-value = 0.2027
alternative hypothesis: true mean difference is not equal to 0
95 percent confidence interval:
-1.321088 5.035374
sample estimates:
mean difference
1.857143
```

Gambar 8. Hasil Validasi Menggunakan Software RStudio

Gambar 8 menunjukkan hasil analisis statistik dengan uji paired t-test untuk melakukan pengujian atau validasi terhadap simulasi yang telah dibuat yaitu dengan membandingkan data aktual dengan data simulasi dari model sistem pelayanan X Coffee House. Nilai p-value yang dihasilkan menggunakan software RStudio yaitu sebesar 0,2027. Nilai tersebut lebih besar dari taraf signifikansi 0,05 sehingga hipotesis nol (H0) diterima yang mengartikan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara rata-rata data aktual dan data simulasi yang diperoleh. Oleh karena itu, data hasil simulasi dapat dianggap merepresentasikan kondisi aktual sistem pelayanan di X Coffee House dan menunjukkan bahwa model simulasi tersebut valid untuk menggambarkan kondisi sebenarnya.

t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances		
	Variable 1	Variable 2
Mean	42,714	40,857
Variance	6,238	12,143
Observations	7	7
Pooled Variance	9,19	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	12	
t Stat	1,146	
P(T<=t) one-tail	0,137	
t Critical one-tail	1,782	
P(T<=t) two-tail	0,274	
t Critical two-tail	2,179	

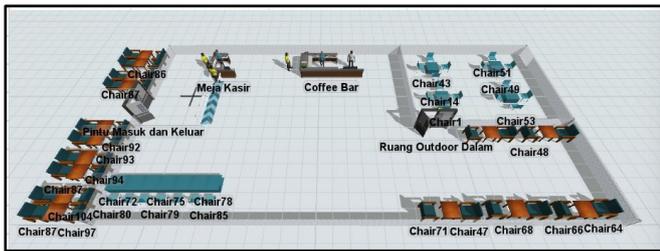
Gambar 9. Hasil Validasi Menggunakan Microsoft Excel

Gambar 9 menunjukkan hasil analisis statistik dengan uji paired t-test untuk melakukan pengujian atau validasi terhadap simulasi yang telah dibuat yaitu dengan membandingkan data aktual dengan data simulasi dari model sistem pelayanan X Coffee House. Nilai p-value yang dihasilkan menggunakan software Microsoft Excel yaitu

sebesar 0,274. Nilai tersebut lebih besar dari taraf signifikansi 0,05 sehingga hipotesis nol (H0) diterima yang mengartikan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara rata-rata data aktual dan data simulasi yang diperoleh. Oleh karena itu, data hasil simulasi dapat dianggap merepresentasikan kondisi aktual sistem pelayanan di X Coffee House dan menunjukkan bahwa model simulasi tersebut valid untuk menggambarkan kondisi sebenarnya.

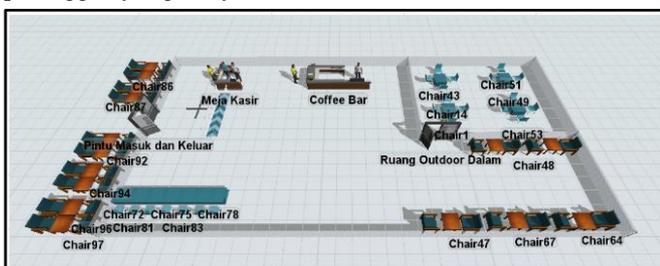
3.2.6. Skenario Usulan Perbaikan

Berdasarkan hasil simulasi model eksisting yang telah dilakukan, maka diberikannya beberapa alternatif usulan perbaikan untuk mengatasi kendala sistem pelayanan yang terdapat pada X Coffee House. Usulan ini berfokus pada peningkatan *throughput* proses pelayanan di *coffee bar*, yaitu jumlah pelanggan yang berhasil dilayani hingga selesai. Berikut merupakan model usulan yang diberikan.



Gambar 10. Model Usulan Skenario 1

Gambar 10 menunjukkan model usulan skenario 1, yang mempertimbangkan penambahan 1 barista di bagian *coffee bar*. Sebelumnya, hanya terdapat 1 barista, namun pada usulan skenario 1 ini jumlah barista menjadi 2. Usulan ini diberikan karena melihat waktu pelayanan yang memerlukan waktu yang cukup lama dibandingkan dengan proses pemesanan, sehingga ingin diuji apakah dengan penambahan 1 barista dapat meningkatkan jumlah pelanggan yang dapat dilayani hingga selesai atau tidak. Dengan menggunakan *software* Flexsim untuk menjalankan simulasi model usulan skenario 1, diperoleh *throughput* dari tujuh kali replikasi, yaitu sebesar 57, 67, 55, 65, 49, 51, dan 57 pelanggan yang berhasil dilayani sampai selesai. Hasil tersebut menunjukkan adanya peningkatan *throughput* dibandingkan dengan simulasi model eksisting yang dilakukan sebelumnya, yang menandakan bahwa penambahan 1 barista dapat meningkatkan jumlah pelanggan yang dilayani.



Gambar 11. Model Usulan Skenario 2

Gambar 11 menunjukkan model usulan skenario 2, yang mempertimbangkan penambahan 1 kasir di bagian meja kasir. Sebelumnya, hanya terdapat 1 kasir, namun pada usulan

skenario 1 ini jumlah kasir menjadi 2. Usulan ini diberikan karena ingin membandingkan dengan usulan skenario 1, apabila usulan yang diberikan sama yaitu dengan penambahan 1 pekerja apakah *throughput* yang diperoleh lebih besar jika pekerja tersebut menjadi barista atau kasir. Dengan menggunakan *software* Flexsim untuk menjalankan simulasi model usulan skenario 2, diperoleh *throughput* dari tujuh kali replikasi, yaitu sebesar 47, 50, 49, 46, 51, 47, dan 47 pelanggan yang berhasil dilayani sampai selesai. Hasil tersebut menunjukkan adanya peningkatan *throughput* dibandingkan dengan simulasi model eksisting yang dilakukan sebelumnya yang menandakan bahwa penambahan 1 kasir dapat meningkatkan jumlah pelanggan yang dilayani. Namun, jumlah pelanggan yang dapat dilayani pada skenario 2 masih lebih sedikit dibandingkan dengan usulan skenario 1.

3.2.7. Uji ANOVA

Uji ANOVA perlu dilakukan untuk mengetahui perbedaan signifikan antara jumlah pelanggan yang berhasil dilayani hingga selesai berdasarkan model simulasi yang telah dibuat. Berikut merupakan rekapitulasi hasil *throughput* yang diperoleh dari setiap model simulasi yang telah dibuat.

Tabel 8. Hasil *Throughput*

Periode	Eksisting	Skenario 1	Skenario 2
1	37	57	47
2	40	67	50
3	45	55	49
4	39	65	46
5	37	49	51
6	45	51	47
7	43	57	47

Tabel 8 di atas menunjukkan jumlah pelanggan yang berhasil dilayani selama 15.000 detik atau sekitar 4 jam dari model eksisting dan dua skenario alternatif yang masing-masing dilakukan replikasi sebanyak tujuh kali. Pada model eksisting, jumlah *throughput* berkisar antara 37 hingga 45, yang menunjukkan rata-rata *throughput* paling rendah dibandingkan dengan yang lainnya. Selanjutnya, pada skenario 1 dengan menambahkan 1 barista, *throughput* berkisar antara 49 hingga 67, dengan rata-rata *throughput* tertinggi dibandingkan dengan skenario lainnya, sedangkan pada skenario 2 dengan menambahkan 1 kasir, *throughput* berkisar antara 46 hingga 51 dengan rata-rata *throughput* tertinggi kedua. Oleh karena itu, perlu dilakukan evaluasi lanjutan menggunakan Uji ANOVA untuk menentukan signifikansi perbedaan antara model simulasi yang telah dibuat.

Anova : Single Factor						
SUMMARY						
Groups	Count	Sum	Average	Variance		
37	6	249	41,5	11,1		
57	6	344	57,33333	53,46667		
47	6	290	48,33333	3,86667		
ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	756,7778	2	378,3889	16,58792	0,000158	3,68232
Within Groups	342,1667	15	22,81111			
Total	1098,944	17				

Gambar 12. Uji ANOVA

Gambar 12 di atas menunjukkan hasil analisis ANOVA satu faktor yang digunakan untuk mengevaluasi perbedaan signifikan antara *throughput* pelanggan yang berhasil dilayani pada model eksisting dan dua skenario alternatif. Pada bagian ringkasan, terlihat bahwa rata-rata *throughput* skenario 1 memiliki nilai tertinggi, yaitu 57,33 pelanggan, diikuti oleh skenario 2 dengan 48,33 pelanggan, dan model eksisting sebesar 41,5 pelanggan. Variansi tertinggi ditemukan pada skenario 1, yang menunjukkan adanya variasi yang cukup besar dalam kelompok tersebut, sementara model eksisting memiliki variansi terendah. Hasil uji ANOVA menunjukkan nilai *p-value* sebesar 0,000158, yang lebih kecil dari 0,05. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara *throughput* sistem pelayanan pada model eksisting dan kedua skenario alternatif. Perbedaan ini mencerminkan bahwa perubahan atau penyesuaian pada skenario alternatif memberikan dampak yang signifikan terhadap jumlah pelanggan yang berhasil dilayani, yang mendukung perlunya evaluasi lebih lanjut untuk menentukan skenario yang paling optimal.

### 3.2.8. Uji LSD

Uji LSD dilakukan untuk menganalisis lebih lanjut dan membandingkan pasangan data tertentu guna menentukan mana yang memberikan hasil terbaik. Uji LSD ini bertujuan untuk memperkuat kesimpulan terkait efektivitas solusi yang diterapkan.

Tabel 9.

Perbandingan Antar Pasangan Pada Uji LSD

Pasangan	Skenario 1	Skenario 2
Eksisting	16,43	7,29
Skenario 2	9,14	

Tabel uji LSD di atas menunjukkan perbandingan perbedaan rata-rata *throughput* antara berbagai skenario yang diurutkan berdasarkan kriteria tertentu. Kolom horizontal diurutkan dari skenario dengan rata-rata *throughput* terbesar hingga terkecil, yaitu skenario 1, dan skenario 2, sementara baris vertikal diurutkan secara terbalik, dari model dengan rata-rata *throughput* terkecil hingga terbesar, yaitu eksisting, dan skenario 2. Nilai tertinggi ditemukan pada perbandingan antara skenario 1 dan eksisting, dengan selisih rata-rata sebesar 16,43, yang menunjukkan perbedaan signifikan dalam efektivitas *throughput*. Sebaliknya, perbandingan dengan

selisih terendah, yaitu antara skenario 2 dan eksisting sebesar 7,29, menunjukkan perbedaan yang lebih kecil dibandingkan dengan pasangan lainnya. Analisis ini membantu mengidentifikasi skenario yang paling efektif dibandingkan dengan model eksisting dan alternatif lainnya.

Tabel 10.

Perhitungan Uji LSD

KT[G]	22,81111
db[G]	15
$n_i$ dan $n_j$	7
$t(\alpha/2);db[G]$	2,131449546
LSD	5,441445001

Sebelum melakukan perhitungan Uji LSD, hipotesis yang menjadi dasar uji ditentukan terlebih dahulu. Hipotesis nol ( $H_0$ ) menyatakan bahwa hasil *throughput* dari kedua pasangan adalah sama, sementara hipotesis satu ( $H_1$ ) menyatakan bahwa hasil *throughput* dari kedua pasangan berbeda. Kriteria Uji LSD adalah menolak  $H_0$  jika  $|Y_i - Y_j| > LSD$ . Berdasarkan uji LSD yang dilakukan dengan tingkat signifikansi  $\alpha = 0,05$ , nilai batas LSD yang diperoleh adalah 5,441. Dengan membandingkan perbedaan rata-rata antara pasangan dengan nilai LSD, diperoleh nilai  $|Y_i - Y_j|$  sebesar 16,43, yang lebih besar dari nilai LSD 5,441. Karena  $|Y_i - Y_j| > LSD$ , maka hipotesis nol ( $H_0$ ) ditolak dan hipotesis satu ( $H_1$ ) diterima, yang berarti hasil *throughput* dari kedua pasangan tersebut berbeda. Berdasarkan hasil ini, Skenario 1 dipilih sebagai alternatif terbaik karena menunjukkan perbedaan yang paling signifikan dibandingkan dengan model eksisting dan skenario lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa perubahan pada Skenario 1, yaitu penambahan satu barista pada bagian coffee bar, memberikan dampak paling positif terhadap peningkatan *throughput* pelanggan di X Coffee House.

## 4. Kesimpulan

Berdasarkan permasalahan yang ada pada kondisi eksisting X Coffee House ialah ketidakefisienan pada sistem pengelolaan layanan antrian sehingga membuat antrian pelanggan menjadi menumpuk dan menunggu lama yang menyebabkan rata-rata *throughput* hanya mencapai 41,5 layanan selama 15.000 detik atau sekitar 4 jam. Faktor utama penyebabnya adalah keterbatasan personil kasir ataupun barista yang melayani pelanggan yang masih kurang. Perbaikan yang diusulkan pada X Coffee House ini terdapat 2 skenario alternatif untuk meningkatkan kapasitas pelayanan. Berdasarkan hasil analisis data yang sudah dilakukan, skenario 1 yang meliputi penambahan barista pada sistem pelayanan, menunjukkan hasil peningkatan *throughput* 57,33 layanan selama 15.000 detik atau sekitar 4 jam, dan berdasarkan hasil uji ANOVA dan LSD yang mengkonfirmasi adanya perbedaan signifikan yang lebih baik dibandingkan model eksisting dan skenario lainnya.

## Referensi

- [1] A.R.W. Purnama, and N.I.K. Wardhani, "Pengaruh Store Atmosphere dan Lokasi terhadap Keputusan Pembelian pada Coffe Shop Tadakopi Surabaya," *Management Studies and*

- Entrepreneurship Journal (MSE)*, 4(4), pp.4390-4396, 2023.
- [2] A. Frisdayanti, "Peranan brainware dalam sistem informasi manajemen," *Jurnal Ekonomi Manajemen Sistem Informasi*, 1(1), pp.60-69, 2019, doi: [10.31933/jemsi.v1i1.47](https://doi.org/10.31933/jemsi.v1i1.47)
- [3] I. Parinduri, "Model dan simulasi rangkaian RLC menggunakan aplikasi matlab metode simulin," *Journal of Science and Social Research*, 1(1), pp.42-47, 2018, doi : <https://doi.org/10.54314/jssr.v1i1.106>
- [4] F.A. Ekoanindiyo, "Pemodelan Sistem Antrian Dengan Menggunakan Simulasi," *Dinamika Teknik Industri*, 2014.
- [5] I. Tarigan, "Perancangan Model Simulasi Produksi Ragum Menggunakan Software Flexsim," In *Talenta Conference Series: Energy and Engineering (EE)*, Vol. 4, No. 1, October, 2021, doi : <https://doi.org/10.32734/ee.v4i1.1222>
- [6] G. Khoirunnisa, and N. Martini, "Analisis Sistem Antrian di Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kabupaten Karawang," *Jurnal Ilmiah Ekonomi Global Masa Kini*, 12(1), pp.42-50, 2021.
- [7] E.H. Pellondou, R.P. Fanggidae, and A.E. Nyoko, "Analisis Teori Antrian Pada Jalur Sepeda Motor Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) Oebobo," *GLORY: Jurnal Ekonomi & Ilmu Sosial*, 2(1-Mar), pp.19-31, 2021.
- [8] R.K. Sari, and R. Tabagus., "Redesign Ergonomic Rubbish Bin Efficient Based on Anthropometry Data," *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi (JUTIN)*, 4(1), pp.1-7, 2021.
- [9] S.R. Wiraghani, and M.A. Prasnowo, "Perancangan dan pengembangan produk alat potong sol sandal," *Teknika: Engineering and Sains Journal*, 1(1), pp.73-76, 2017.
- [10] M. Miftakhudin, A. Suherman, and E.T. Berman, "Determining standard time of practicums in maintenance domestic air conditioning system for vocational schools student," *Journal of Mechanical Engineering Education (Jurnal Pendidikan Teknik Mesin)*, 7(1), pp.17-24, 2020.
- [11] S. Ismail, "Pengaruh Penggunaan Model Pembelajaran Berbasis Proyek "Project Based Learning" Terhadap Hasil Belajar Fisika Peserta Didik Kelas X IPA SMA Negeri 35 Halmahera Selatan Pada Konsep Gerak Lurus," *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8(5), pp.249-255, 2022.
- [12] H. Hidayah, "Metode Monte Carlo untuk Memprediksi Jumlah Tamu Menginap," *Jurnal Informasi dan Teknologi*, pp.76-80, 2022.
- [13] S. Suyono, "Pendekatan Anova dalam Menentukan Keputusan Investasi pada Perusahaan Perkebunan di Indonesia," *Journal of Economic, Bussines and Accounting (COSTING)*, 3(1), pp.106-116, 2019.
- [14] N. Diwangkari, R. Rahmawati, and D. Safitri, "Analisis keragaman pada data hilang dalam rancangan kisi seimbang," *Jurnal Gaussian*, 5(1), pp.153-162, 2016.