

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Antrian

Antrian merupakan suatu kondisi dimana adanya keterlambatan pelayanan suatu objek akibat adanya antrian karena pelayanan mengalami kesibukan. Antrian terjadi karena adanya ketidakseimbangan antara ketersediaan dengan kebutuhan yang seimbang untuk melayani. Antrian juga sering terjadi karena perbedaan waktu antar kedatangan dan layanan yang berbeda (Yamit, 2004).

2.1.1 Sejarah Teori Antrian

Pada tahun 1910 dalam bukunya *Solution of Some Problem in the Theory of Probability of Significance in Automatic Telephone Exchange*. A.K. Erlang melakukan eksperimen tentang fluktuasi telepon yang berhubungan dengan *automatic dialing equipment*, yaitu peralatan penyambungan telepon secara otomatis. Dalam waktu-waktu yang sibuk operator sangat kewalahan untuk melayani para penelpon dengan waktu yang cepat, sehingga para penelpon harus antri menunggu giliran. Persoalan aslinya A.K. Erlang hanya memperlakukan perhitungan keterlambatan (*delay*) dari seorang operator (Joni, dkk, 2011). Teori antrian (*Queueing Theory*) merupakan alat analisa yang digunakan untuk memecahkan masalah antrian, teori ini memberikan informasi dalam mengambil keputusan dengan meramalkan berbagai karakteristik dalam antrian. (Aji, dkk, 2012).

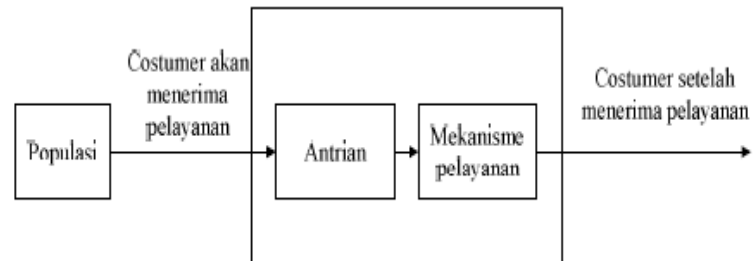
2.1.2 Karakteristik Sistem Antrian

6 elemen utama sistem antrian yaitu : kedatangan langganan, barisan antri, disiplin pelayanan, mekanisme pelayanan, dan kepergian pelanggan. Karakteristik dari setiap elemen ini akan memberikan bentuk dari setiap barisan antri (Boediono, 2004).

1. Sumber masukan (populasi).
2. Kedatangan langganan/pola kedatangan-kedatangan berikutnya disebut selang waktu kedatangan.

3. Barisan antri.
4. Disiplin pelayanan.

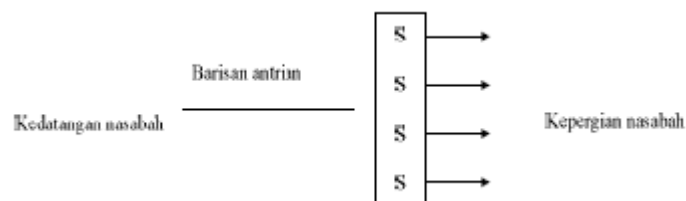
Proses ini dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Contoh Proses Dasar Antrian.

Namun urutan pelayan dapat berlangsung menurut aturan-aturan sebagai berikut (Hasan dan Irmayanti, 2011) :

- a. Aturan FCFS (*First Come First Served*) yaitu yang duluan datang yang duluan dilayani. Sesuai dengan susunan antrian dalam satu barisan, satuan-satuan kedatangan yang bergerak teratur melalui satu lintasan tunggal menuju ke stasiun pelayanan sehingga urutan antrian dan urutan pelayanan adalah sesuai dengan urutan kedatangan. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Contoh Sistem Pelayanan dengan Aturan FCFS.

- b. Aturan LCFS (*Last Come First served*) yaitu yang terakhir yang duluan dilayani. Dengan aturan ini kedatangan yang terakhir selalu dilayani duluan. Aturan ini berlaku pada kapal Ferry penyeberangan dimana mobil yang terakhir masuk ke dalam kapal Ferry pada saat pemberangkatan adalah yang duluan ke luar di dermaga tujuan.
- c. Aturan SIRO (*Service In Random Order*) yaitu sistem antrian ini menerapkan urutan pelayanan tidak mengikuti urutan kedatangan

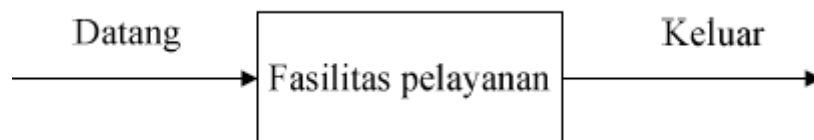
maupun urutan antrian melainkan secara acak dengan memilih pelanggan satu demi satu dari antrian baik dari antrian yang tersusun menurut urutan tertentu maupun antrian yang menyebar tanpa urutan. Aturan ini dapat ditentukan pada perlombaan dengan cara penunjukan pemain secara acak antara para peserta yang menunggu giliran masing-masing.

5. Mekanisme pelayanan.
6. Kepergian pelanggan.

2.1.3 Model-model Struktur Antrian

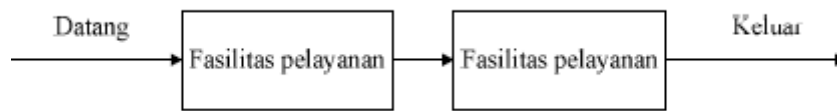
Berdasarkan sifat pelayanannya, dapat diklasifikasikan fasilitas-fasilitas pelayanan dalam susunan *channel* dan *phase* yang akan membentuk suatu struktur antrian yang berbeda-beda. Istilah saluran menunjukkan jumlah jalur atau tempat memasuki sistem pelayanan yang juga menunjukkan jumlah stasiun pelayanan dimana para *customer* harus melaluinya sebelum pelayanan dinyatakan lengkap. Empat model struktur antrian dasar yang umum terjadi dalam seluruh sistem antrian adalah : *single channel single phase*, *single channel-multi phase*, *multi channel single phase* dan *multi channel-multi phase*. Berikut penjelasan keempat model struktur antrian tersebut sebagai berikut (Hasian, dkk, 2011).

- a. Satu barisan (antrian) dan satu fase pelayanan (*single channel-single phase*) Sebagai contoh adalah seorang pelayan took (tunggal). Seorang tukang cukur, dan sebagainya. Secara skematis dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Contoh *Single Channel-Single Phase*.

- b. Satu barisan dan beberapa fase pelayanan (*single channel-multi phase*) Proses pelayanan merupakan *sequencing*/urutan pekerjaan. Proses pelayanan semacam ini misalnya mengurus ijin usaha melalui beberapa orang pejabat pemerintah. Secara skematis dapat dilihat pada Gambar 2.4.



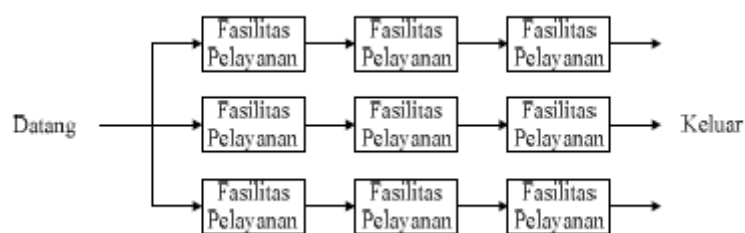
Gambar 2.4 Contoh *Single Channel-Multi Phase*.

- c. Beberapa barisan untuk satu fase pelayanan (*multi channel single phase*)
 Sebagai contoh dari proses pelayan seperti ini adalah pelayanan pembelian tiket yang dilayani lebih dari satu loket, pelayanan potong rambut dimana terdapat lebih dari satu tukang potong, pelayanan disuatu bank dimana ada beberapa loket yang dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Contoh *Multi Channel-Single Phase*.

- d. Beberapa barisan dan beberapa fase pelayanan (*multi channel multi phase*)
 Contoh dari struktur pelayanan semacam ini adalah pelayanan kepada pasien di rumah sakit. Di dalam rumah sakit tersebut, beberapa perawat akan mendatangi pasien secara teratur dan memberikan pelayanan dengan kontinu (sebagai suatu urutan pekerjaan). Secara skematis dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Contoh *Multi Channel Multi Phase*.

2.2 Pengertian Simulasi

Menurut Kakiay (2004), yang menyatakan bahwa simulasi adalah sistem yang digunakan untuk memecahkan masalah dalam kehidupan nyata yang penuh ketidakpastian dengan menggunakan metode tertentu atau model yang menggunakan penggunaan komputer untuk mendapatkan solusi. Dengan

melakukan simulasi, dapat memberikan alternatif dan juga solusi untuk memecahkan masalah yang sedang diteliti. model simulasi menggambarkan hubungan antara input dan output dari sistem yang kompleks. Keuntungan utama dari metode simulasi adalah sebagai berikut (Hukum & Kelton, 2000):

1. Sebuah model yang telah dikembangkan dapat digunakan berulang-ulang untuk menganalisis model baru.
2. Simulasi memperkirakan kinerja sistem yang ditinjau dalam kondisi yang diinginkan.
3. Alternatif dari sistem rancangan dapat dibandingkan dengan simulasi untuk melihat mana yang terbaik sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan.
4. Dalam simulasi kita dapat mempertahankan kondisi penelitian yang lebih baik daripada bila dilakukan pada sistem langsung.
5. Simulasi memungkinkan kita untuk melakukan studi sistem dengan jangka waktu yang panjang dalam waktu singkat.

2.2.1 Langkah-Langkah Dalam Studi Simulasi

Menurut Suryani (2006) Dalam melakukan simulasi terdapat beberapa langkah yang perlu dilakukan diantaranya yaitu :

1. Pendefinisian sistem. Langkah ini meliputi : penentuan batasan sistem dan identifikasi variable yang significant.
2. Formulasi model : merumuskan hubungan antar komponen-komponen model.
3. Pengambilan data : identifikasi data yang diperlukan oleh model sesuai dengan tujuan pembuatan model.
4. Pembuatan model. Dalam penyusunan model perlu disesuaikan dengan jenis bahasa simulasi yang akan digunakan.
5. Verifikasi model : proses pengecekan terhadap model apakah sudah bebas dari error.
6. Validasi model merupakan proses pengujian terhadap model apakah model yang dibuat sudah sesuai dengan sistem nyatanya. Yaman Barlas dalam jurnalnya yang berjudul "Multiple Test for Validation of Systems

Dynamics Type of Simulation Model”, menjelaskan dua cara pengujian yaitu :

- a. Perbandingan rata-rata (Mean Comparison)

$$E1 = \frac{(\bar{S} - \bar{A})}{\bar{A}}$$

Dimana : \bar{S} = Nilai rata-rata hasil simulasi

\bar{A} = Nilai rata-rata data actual

Model dikatakan valid bila $E1 \leq 5\%$

- b. Perbandingan variasi Amplitudo (Amplitude Variation Comparison)

Untuk membandingkan variasi antara output simulasi dan data historis yang tersedia, kita dapat menghitung standard deviasi model (S_S) dan standard deviasi historis (S_A). Kedua standard deviasi ini kemudian dibandingkan dengan menggunakan “Percent Error in The Variations” atau E_2 , dengan rumus sebagai berikut :

$$E_2 = \frac{|S_S - S_A|}{|S_A|}$$

Model dikatakan valid bila $E_2 \leq 30\%$

7. Untuk menentukan banyaknya jumlah replikasi yang dibutuhkan dilakukan perhitungan jumlah replikasi. Dalam kasus ini metode yang digunakan untuk menghitung jumlah replikasi adalah metode absolute error. Sedangkan selang kepercayaan yang digunakan adalah 95%.

Berikut ini adalah perhitungannya :

$$n = 30$$

$$n - 1 = 29$$

$$\alpha = 0,05$$

$$\begin{aligned} hw &= (n-1, \alpha/2) \times S \sqrt{n} \\ &= (2,04523) \times S \sqrt{30} \end{aligned}$$

8. Nilai hw atau Absolute Error (β) adalah banyaknya error yang ditoleransi yang terjadi dalam sistem tersebut dan dinyatakan dalam bentuk jumlah error. Selanjutnya menghitung nilai n' yaitu nilai replikasi baru yang dibutuhkan dengan menggunakan nilai half width yang didapat dari perhitungan sebelumnya dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$n' = ((Z_{0,05/2}) \times S hw)^2$$

$$= (1,96 \times S_{hw})^2$$

9. Skenarioisasi : penyusunan skenario terhadap model. Setelah model valid maka langkah selanjutnya adalah membuat beberapa skenario (eksperimen) untuk memperbaiki kinerja sistem sesuai dengan keinginan. Secara umum jenis-jenis skenario dapat kita bedakan menurut dua jenis :
 - a. Skenario Parameter dilakukan dengan jalan mengubah nilai parameter model. Skenario jenis ini relatif mudah dilakukan karena kita hanya melakukan perubahan terhadap output model.
 - b. Skenario struktur dilakukan dengan jalan mengubah struktur model. Skenario jenis ini memerlukan pengetahuan yang cukup tentang sistem agar struktur baru yang diusulkan/dieksperimenkan dapat memperbaiki kinerja sistem.
10. Interpretasi model. Proses ini merupakan penarikan kesimpulan dari hasil output model simulasi.
11. Implementasi merupakan penerapan model pada sistem.
12. Dokumentasi merupakan proses penyimpanan hasil output model.

2.3 Arena

Arena adalah *software* simulasi yang menggunakan sistem microsoft windows yang terdiri dari modul blok. Software berdasarkan arena berorientasi objek. Perangkat lunak ini dibuat oleh perusahaan Rockwell yang dapat ke dalam ilmu teknik industri, dari manufaktur ke ilmu rantai pasokan (termasuk logistik, pergudangan, dan distribusi). Software ARENA juga dapat digunakan dalam simulasi sistem layanan pelanggan untuk proses bisnis internal.

Diarena model akan disimulasikan telah dibentuk sebelumnya dengan input data primer atau sekunder sebagai sumber daya untuk mengoperasikan (Wahyani & Ahmad, 2010). Menyediakan arena alternatif dan template yang interchangeable dari model simulasi dan model simulasi grafik analisis yang dapat dikombinasikan dalam menciptakan model - model simulasi yang cukup luas dan beragam.

Software arena khusus untuk menyelesaikan masalah - masalah simulasi sistem diskrit. Keuntungan dari arena adalah memiliki kemampuan pengolahan

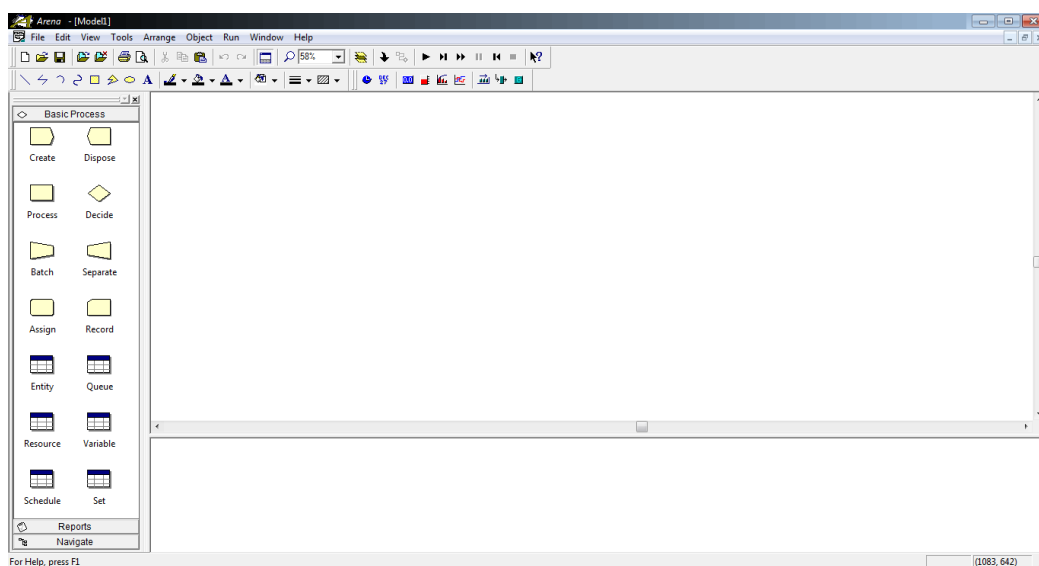
data. Using statistik software ini akan menghemat biaya yang besar sebelum membuat perubahan atau memecahkan model.

Dalam menjalankan simulasi menggunakan software Arena, dalam memasuki proses diperlukan beberapa data aktual ke dalam pembuatan model animasi. Untuk itu untuk menjadi pemilu beberapa proses panel dasar sebagai gambar yang mewakili proses simulasi yang sebenarnya ke dalam Arena software. Panel proses dasar yang digunakan dalam pembuatan model simulasi terdiri dari berbagai modul untuk menjalankan simulasi perintah.

Menurut Suryani dan Erma (2006) Arena sebagai *software* simulasi yang berfungsi melindungi model dengan cara meramalkan dampak dari kondisi-kondisi yang baru, aturan-aturan dan strategi sebelum pelaksanaan yang akan dilakukan.

Menurut Wahyudi, dkk (2012) Ciri-ciri *software* arena adalah :

1. Menggambarkan aliran proses dengan menggunakan model *flowchart*.
2. Mengidentifikasi data seperti variabel, pengembangan dan penjadwalan.
3. Peramalan untuk pengembangan komponen sistem.
4. Aktivitas dasar penetapan biaya secara terperinci.
5. Penganalisaan data global dengan distribusi.
6. Visualisasi dari aliran proses data.
7. Hasil analisis meliputi grafik dan analisis *running* model.



Gambar 2.7 Tampilan *Software* ARENA.

2.4 Uji Two-Sample T-Test

Uji independent sample t-test adalah salah satu cara untuk mengetahui apakah dua kelompok sampel memiliki perbedaan rata-rata secara signifikan atau tidak, ada banyak cara untuk melaksanakan uji-t tersebut, bisa dengan menggunakan *software* olah data statistik semisal SPSS, MINITAB, dengan perhitungan menggunakan Microsoft Excel maupun bisa dengan perhitungan manual, akan tetapi pada penelitian ini menggunakan *software* MINITAB. Uji ini digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan rata-rata antara dua kelompok sampel yang tidak berhubungan. Jika ada perbedaan, rata-rata manakah yang lebih tinggi. Data yang digunakan biasanya berskala interval atau rasio. Berikut ini adalah rumus Uji independent sample t-test :

$$t_{\text{hitung}} = \frac{X_1 - X_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)s_{12} + (n_2-1)s_{12}}{n_1+n_2-2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

Gambar 2.8 Rumus Uji independent sample t-test.

Keterangan : X_i : adalah rata-rata skor / nilai kelompok i .
 n_i : adalah jumlah responden kelompok i
 s_{i2} : adalah variance skor kelompok i .

2.5 Replikasi dalam Simulasi

Menurut Nurhadi, dkk (2017), Simulasi yang berulang dikarenakan karakter input data yang random dalam sebuah simulasi, satu percobaan mewakili satu sampel. Karena banyaknya proses dan entitas dalam suatu model dengan bilangan input yang random, maka hampir dipastikan bahwa hasil output suatu percobaan akan berbeda dengan percobaan lainnya. Penentuan kecukupan jumlah replikasi dalam simulasi sama dengan penentuan kecukupan data atau sampel suatu observasi.

Menentukan jumlah replikasi dalam simulasi dilakukan dengan cara menu *Run* kemudian *Setup*, kemudian pada halaman *Replication Parameters* dapat dimasukkan jumlah n yang diinginkan. Dalam ARENA, replikasi dilakukan dengan bilangan random untuk memastikan bahwa suatu replikasi berbeda dengan

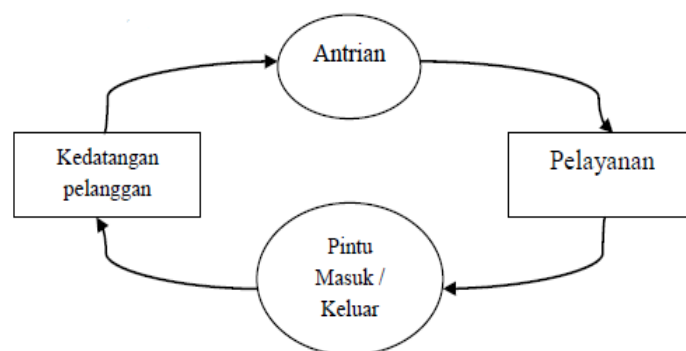
replikasi yang lain. Karena bilangan random yang digunakan dalam simulasi arena memiliki suatu *cycle* yang panjang.

Percobaan simulasi yang menggunakan ARENA tidak memerlukan perhitungan rentang estimasi dengan rumus. ARENA telah memberikan informasi pada kolom dengan nama *Halfwidth*, yang biasa disingkat *hw* merupakan separuh dari rentang interval.

2.6 ACD (*Activity Cycle Diagram*)

Menurut Nurhadi, dkk (2017). *Activity Cycle Diagram* / ACD adalah salah satu cara yang dipakai untuk memodelkan interaksi dari suatu *entity* pada sistem dengan struktur antrian yang cukup besar dan dominan. *Activity Cycle Diagram* dilengkapi dengan gambar-gambar yang mampu mendeskripsikan interaksi-interaksi antara *entity* dan mampu menggambarkan kondisi sistem dari tiap *entity*, selain itu ACD mampu menunjukkan *logic* / cara kerja dari suatu sistem. Dalam ACD, simbol lingkaran menggambarkan status diam atau menunggu atau mengantri sampai dengan kejadian berikutnya, sedangkan simbol persegi menggambarkan status aktif pada komponen. Terdapat beberapa ketentuan dasar pada saat menggambar ACD, yaitu :

- Tiap entitas dan resource harus memiliki siklus aktifitas
- Tiap siklus terdiri dari aktifitas dan antrian
- Aktifitas dan antrian bergantian pada suatu siklus
- Aktifitas disimbolkan dengan persegi dan antrian dengan lingkaran
- Siklus tertutup



Gambar 2.8 Contoh ACD.

2.7 Penelitian Terdahulu

Pada penelitian sebelumnya mengenai alokasi sumber daya, ada beberapa perbandingan. Peneliti hanya mengambil jurnal penelitian yang berkaitan dengan alokasi sumber daya dengan menggunakan pendekatan *software* ARENA. Disini peneliti akan melakukan riset *Gap* dengan beberapa penelitian sebelumnya sebagai berikut :

1. Penelitian 1

Nama	Laurin Marlana Sumolang, Kusmaningrum, Cahyadi Nugraha (2015)
Judul	Penentuan Jumlah Mekanik dan Stasiun Kerja Service Bengkel PT. X Dengan Pemodelan Simulasi
Metode	<i>Software</i> ARENA
Hasil	Model yang disimulasikan adalah model penerapan dari sistem yang terjadi pada pelayanan bengkel PT. X yang digunakan untuk menganalisis dan menentukan jumlah mekanik bebek-matic, CBU, dan Sport. Pola kedatangan konsumen mengikuti Non-Stationary Poisson Process. Penambahan mekanik dapat menurunkan waktu tunggu pelayanan, tetapi menurunkan utilisasi mekanik dan jumlah kedatangan kosumen beserta selang waktu antar kedatangan berbanding lurus terhadap waktu tunggu dan utilisasi mekanik. Penelitian ini mengusulkan pengembangan alternatif terpilih yang dapat dipertimbangkan perusahaan adalah menambah mekanik sebanyak 1 orang untuk mekanik bebek-matic dan 2 orang untuk mekanik CBU-sport dengan sistem part time di pagi hari (07.30-12.00)

2. Penelitian 2

Nama	Mahendrawathi ER, M. Afandi Sasmita, Ahmad Mukhlason (2012)
Judul	Perencanaan Sumber Daya Manusia Di Instalasi Gawat Darurat Rumah Sakit Abc Menggunakan Kombinasi Simulasi Dan Optimalisasi

Metode	<i>Software</i> ARENA
Hasil	<p>Hasil pengembangan model simulasi yang kemudian dikombinasikan dengan optimalisasi untuk mengatasi masalah perencanaan sumber daya di Instalasi Gawat Darurat RS. ABC. Model simulasi yang dikombinasikan dengan optimalisasi menunjukkan bahwa komposisi sumber daya manusia yang diterapkan oleh RS. ABC selama ini dapat diperbaiki untuk tingkat kedatangan kurang ataupun lebih dari kondisi normal saat ini. Hasil optimalisasi dengan memperhatikan batasan rata-rata waktu tunggu untuk pasien ancaman nyawa dan pasien gawat darurat berat menunjukkan bahwa dengan perubahan komposisi sumber daya maka rata-rata jumlah pasien yang terlayani meningkat menjadi 69.5 orang yang merupakan peningkatan yang signifikan dari kondisi tanpa simulasi, sementara rata-rata waktu tunggu pasien gawat darurat berat menurun menjadi 54.66 menit. Namun, jika batasan yang diperhitungkan tidak hanya rata-rata waktu tunggu tetapi juga batasan biaya maka hasil simulasi optimalisasi dapat meningkatkan jumlah pasien yang terlayani dari 47.3 menjadi 66 orang sekaligus menurunkan biaya dari 3139.42 menjadi 2990.63 Budget Unit.</p>

3. Penelitian 3

Nama	Abdurrozzaq Hasibuan (2009)
Judul	Skenario Alokasi Sumberdaya Peralatan untuk Meningkatkan Kinerja Sistem Manufaktur dengan Pendekatan Simulasi Sistem Diskrid
Metode	<i>Software</i> ARENA
Hasil	<p>1. Penambahan Mesin tidak selalu mengakibatkan bertambahnya output standart. Dengan penambahan satu unit, output standart menurun 5,12 unit per jam menjadi 4,99 unit per jam. Hal tersebut mengidentifikasikan bahwa peningkatan kinerja pada satu stasiun proses tidak selalu mengakibatkan kenaikan kinerja</p>

	<p>sistem secara kolektif.</p> <p>2. Alternatif terpilih adalah alternatif 6 dengan penambahan 6 unit mesin. Alternatif pengembangan ini mengakibatkan kenaikan output sebesar 100%. Alternatif ini juga memiliki tingkat kenaikan inkremental paling besar yaitu 334,6 unit dalam satu bulan.</p> <p>3. Alokasi penambahan mesin produksi sesuai dengan alternatif terbaik adalah 3 unit mesin pada stasiun pembubutan, 2 unit mesin pada stasiun pengeboran dan 1 unit mesin pada stasiun frais.</p>
--	--

4. Penelitian 4

Nama	Amri , Muhammad dan Teuku Sybran Malasy (2013)
Judul	Analisis Sistem Antrian pada Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) dengan menggunakan simulasi Arena
Metode	<i>Software</i> ARENA
Hasil	<p>1. Nilai utilisasi dengan 2 orang operator masing-masing 62 % dibandingkan dengan 4 orang operator dengan nilai utilitasnya 31 %.</p> <p>2. Penambahan server/operator menjadi 4 orang dari sebelumnya 2 orang, waktu menunggu dari 2.031 menit menjadi 0.503 menit dan jumlah kendaraan yang menunggu menjadi menurun dari 8.757 kendaraan/sepeda motor menjadi 3.329 kendaraan saja.</p> <p>3. Dari ketiga skenario perbaikan yang diberikan dapat direkomendasikan bahwa skenario 3 menjadi skenario terbaik karena waktu menunggu pada saat pengisian bakar menurun dari 2.031 menit menjadi 0.503 menit dan jumlah kendaraan yang menunggu juga menjadi menurun dari 8.757 kendaraan/sepeda motor menjadi 3.329 yaitu penambahan server/operator dari 2 orang menjadi 4 orang.</p>

5. Penelitian 5

Nama	Fidia Setiyaningrum, Edi Harton, Eko Liquiddanu (2018)
Judul	Simulasi Proses Produksi Pada UMKM Kilat Makmur Menggunakan Software ARENA
Metode	<i>Software ARENA</i>
Hasil	<ol style="list-style-type: none"> 1. Berdasarkan item Number In dan Number Out terlihat banyak bahan baku yang bisa diproses/ dilayani mencapai 100%. 2. Dari item number waiting terlihat bahwa number waiting terbesar terdapat pada proses pengamplasan yaitu sebesar 27. 3. Setelah dilakukan perbaikan yaitu penambahan stasiun pengamplasan menjadi total 3 buah maka pada item number waiting terlihat bahwa number waiting turun dari 27 menjadi rata-rata 9. 4. Berdasarkan analisis biaya yang dikeluarkan pada stasiun pengamplasan dan pendempulan ketika membuat 1350 unit produk didapat bahwa penggunaan 1 stasiun, biaya pelayanan per unit sebesar Rp 23.176,13 dan biaya menunggu per unit sebesar Rp 10.631.250. Menggunakan 3 stasiun, biaya pelayanan per unit Rp 69.528,41 dan biaya menunggu per unit sebesar Rp 3.543.750. Biaya total per unit menggunakan 1 stasiun adalah Rp 10.654.426,13 dan jika menggunakan 3 stasiun sebesar Rp 3.613.278,41. Dilihat dari biaya total, menggunakan 3 stasiun lebih kecil dibandingkan menggunakan 1 stasiun.

Pada penelitian ini dengan judul Analisis Kinerja Sistem Produksi Di UD. Bagus Engineering Works Dengan Simulasi Arena. *Software* yang digunakan yaitu ARENA 5.0 dan Minitab 16. Perbandingan dari penelitian terdahulu adalah :

1. Penelitian ini tidak membahas biaya yang timbul dalam proses perbaikan mesin.
2. Penelitian ini hanya sebatas analisis pengalokasian sumber daya.

3. Pengalokasian sumber daya yang dibuat adalah berdasarkan *order* pada bulan Desember 2018 - Februari 2019.