

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Sejumlah makalah penelitian terkait *Line Balancing* dan *Discrete Event System Simulation* dimana proses waktu nyata telah disimulasikan dan dioptimalkan menggunakan *software Flexsim 2019*. Parameter optimasi mungkin berbeda dari satu studi ke studi lain tetapi esensi dari studi tetap sama. Studi-studi ini telah memanfaatkan kemampuan simulasi *Flexsim 2019* dan disajikan solusi untuk masalah masing-masing. Setelah melakukan tinjauan pustaka didapatkan 15 penelitian terdahulu yang terdiri dari jurnal yang memiliki kemiripan dan fokus penelitian dengan topik *Line Balancing* dan *Discrete Event System Simulation*.

Hasil dari penelitian menunjukkan penyebab terjadinya masalah utama pada lini produksi saat ini, yaitu keseimbangan lini yang buruk dan evaluasi menunjukkan bahwa solusi yang diusulkan dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas produksi. Tindakan yang dilakukan dengan melakukan observasi dan wawancara, metode yang disajikan dalam bentuk diagram *Fishbone* atau yang dikenal dengan diagram Ishikawa. Solusi yang diusulkan terdiri dari dua metode. Satu menggunakan metode *Line Balancing* khususnya aturan dengan kandidat terbesar dan yang lainnya menggunakan *Work Study Method* di pengukuran waktu kerja (Nazeerah et al., 2015).

Penelitian pada PT. HM. Sampoerna Tbk. menunjukkan bahwa PT. HM. Sampoerna Tbk. tersebut menghadapi masalah dalam keseimbangan lintasan yaitu kurangnya efisiensi pada stasiun kerja, sehingga tindakan yang dilakukan perencanaan untuk menentukan lintasan produksi yang optimal sehingga beban pada setiap stasiun kerja merata dan mengurangi menganggur. Solusi yang diusulkan dengan menggunakan metode bobot posisi (*Method Ranked Positional Weight*) sehingga, hasil penelitian tersebut menyatakan bahwa dengan menggunakan *Method Ranked Positional Weight* perusahaan dapat mencapai efisiensi lintasan sebesar 68,54% mengurangi ketidakseimbangan (*balance delay*)

sebesar 42,02% dari 73,48% menjadi 31,46% dan target produksi sebanyak 240 box/hari dapat terpenuhi (Prabowo, 2015).

Hasil dari penelitian ini memperlihatkan bahwa PT. XYZ memiliki permasalahan belum mampu untuk memenuhi target produksi permintaan yang ditetapkan oleh perusahaan. Hal ini diindikasikan terjadinya *bottleneck* dikarenakan memiliki waktu siklus yang lama dibandingkan waktu siklus produksi yang ditetapkan. Tindakan yang dilakukan dengan melakukan perubahan sistem proses produksi. Solusi yang diusulkan menggunakan sistem simulasi untuk menghindari dari kesalahan pada proses *trial and error* dalam jangka waktu yang lama dan mengurangi biaya investasi (Fiesta Daelima et al., 2013).

Pada rantai produksi PT. Carterpillar Indonesia khususnya *Departement Fabrication* terdapat proses perakitan part dengan cara pengelasan, namun dalam proses *Swing Frame* terjadi ketidakseimbangan lintasan proses produksi, sehingga perlunya tindakan yang dilakukan dengan melakukan pengukuran *line balancing* menggunakan simulasi pada *software* Promodel, sehingga tidak ada pemakaian mesin menganggur atau "*Balance Machine Loud*". Hasil yang dicapai dengan menggunakan metode *line balancing* adalah tercapainya efisiensi lini sebesar 58,25%, *balance delay* 41,74%, *idle time* 592,3 menit, dan utilitas operator sebesar 74,30% (Anugerah et al., 2016).

Diketahui faktor penyebab terjadinya penurunan performansi *line welding* 1DY adalah penumpukan barang pada aliran produksi (*bottleneck*) dan terjadinya *lost time* jam kerja pada *schedule* produksi. Tindakan yang dilakukan perhitungan ulang penentuan jumlah tenaga kerja sehingga dapat mengefisiensi waktu menganggur yang berlebihan. Solusi yang diusulkan pada penelitian ini menggunakan metode Helgeson-Birnie, metode Kilbridge Wester Heuristics, dan metode Moddie Young. Ketika metode usulan tersebut memberikan hasil bahwa metode Helgeson-Birnie menghasilkan solusi terbaik pada *line welding* 1DY (Azwir & Pratomo, 2017).

Penelitian ini menemukan hasil pada jalur perakitan SL-D menghadapi masalah dalam memenuhi rencana produksi yang ditargetkan khususnya pekerjaan lembur sehingga, perlunya peningkatan penyeimbangan salah satu jalur perakitan

berdasarkan dua alternatif yang digunakan yaitu, menggunakan simulasi dan ANOVA faktorial. Hasil yang dicapai dengan menggunakan kedua alternatif tersebut adalah kedua alternatif tersebut mengungguli sistem yang ada. Namun, sulit untuk memilih alternatif terbaik karena mereka hampir sama satu sama lain. Dengan demikian kekokohan masing-masing alternatif disimulasikan dan dievaluasi menggunakan ANOVA faktorial. Alternatif 2 ditemukan lebih kuat daripada Alternatif 1 dan diusulkan kepada manajemen perusahaan (Chuan Pei, 2020).

Hasil dari penelitian ini memperlihatkan bahwa pada UMKM konveksi CV E produktivitas yang belum optimal dan menyebabkan produksi menjadi tidak dapat ditangani secara maksimal. Tindakan yang dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut dilakukannya pembangunan model menggunakan metode simulasi, dikarenakan pada metode simulasi dapat mengevaluasi, menganalisis, dan melakukan peningkatan sistem untuk mengoptimalkan sumber daya dan produksi (Yanyan Ramdhani et al., 2022).

Salah satu rangkaian mesin produksi yang terdapat di PT. XYZ terjadi masalah pada bagian-bagian mesin yang berpengaruh pada hasil produksi. Pada PT. XYZ menetapkan target produksi sebesar 200 ton per hari namun *output* terkadang hasil produksi belum dapat mencapai 200 ton. Tindakan yang dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah menggunakan metode simulasi kejadian diskrit (*Discrete Event System Simulation*) untuk memperbaiki kinerja suatu proses produksi dan meningkatkan hasil produksi dan daya saing perusahaan (Yoga & Dejan, 2020).

Hasil dari penelitian ini berdasarkan penerapan metode perencanaan tata ruang perencanaan tata letak sistematis dan kemudian dievaluasi dengan metode *Discrete Event System Simulation* menggunakan perangkat lunak *Technomatrix Plant Simulation* untuk mendapatkan tata letak mesin yang lebih cocok untuk produk yang ada di industri komponen berat peralatan, dan mendapatkan efisiensi yang lebih baik pada jarak pemindahan produk, waktu pemindahan produk, dan jumlah total produk. Penelitian menunjukkan bahwa penerapan sistematis perencanaan tata letak dan simulasi kejadian diskrit (*Discrete Event System*

Simulation) dapat memperpendek jarak bergerak produk sebesar 32% setahun, mempersingkat waktu pemindahan produk sebesar 27% setahun, dan meningkat total jumlah produk sebesar 6% setahun (Yulianto et al., 2020).

Proses *receiving* di dalam perusahaan logistik memakan waktu yang cukup lama hal tersebut dapat mempengaruhi proses *put away* dan proses *packing* dikarenakan setiap *resources* yang digunakan merupakan *share resource* sehingga, menyebabkan hambatan pada suatu proses yang lain. Tingginya waktu menunggu akan mempengaruhi waktu total pada *service level* dan utilitas yang digunakan seperti *manpower* dan *material handling*. Perlunya penanganan tertentu dengan cara menggunakan metode *Discrete Event System Simulation* lalu, membangun model simulasi dan merepresentasikannya ke dalam *real system* tanpa mengganggu proses *real* (Nurma Heitasari et al., 2022).

Hasil dari penelitian ini berdasarkan pola kedatangan truk yang acak dan menyebabkan timbulnya antrean truk di dalam pabrik. Hal tersebut disebabkan jumlah kedatangan truk dan waktu pembongkaran yang berbeda. Permasalahan antrian truk dapat diselesaikan menggunakan metode simulasi berdasarkan perilaku model. Studi terkait penggunaan model *Discrete Event System Simulation* dapat memaksimalkan kinerja perusahaan dan dapat di evaluasi dampak realokasi kapasitas manajemen antrian berdasarkan waktu tunggu menggunakan metode *Define, Measure, Analyze, Improve, and Control* (DMAIC), sehingga pabrik dapat meminimasi waktu antrean truk (Layli Rachmawati & Adwinda Dianisa, 2022).

Efektivitas dan efisiensi lintasan produksi merupakan salah satu poin penting di dalam proses produksi. Untuk mencapai lintasan produksi yang seimbang, memerlukan perhitungan waktu tunggu antar stasiun kerja harus minimal agar tidak terjadi *bottleneck* yang berakibat proses produksi menjadi terhambat. Tingkat permintaan yang tinggi juga merupakan salah satu faktor dalam peningkatan produktivitas agar dapat memenuhi permintaan dengan tepat waktu. Perlunya penggunaan metode *Time Study* yang selanjutnya dianalisis menggunakan *line balancing* (Mishan & Tap, 2015).

Hasil dari penelitian ini berdasarkan sistem antrian di Apotek Cipta Farma menggunakan pengaturan *shift* kerja, yang mana waktu antar kedatangan

pelanggan, waktu pemesanan obat, waktu proses penyediaan obat non bebas dan obat bebas, waktu peracikan obat menjadi faktor untuk mempertimbangkan permasalahan dengan teliti. Dalam penelitian ini akan dirancang sistem antrian apotek yang baik dari sebelumnya menggunakan salah satu teknik simulasi *Discrete Event System Simulation* sehingga dapat mereduksi waktu total menunggu dan meningkatkan performansi pegawai. Simulasi tersebut dapat memperkirakan konsekuensi dari intervensi yang berbeda dalam perawatan kesehatan, serta dapat mengidentifikasi *scenario* optimal berdasarkan *output* (Liputra et al., 2022).

Pelayanan kualitas sering kali mengalami ketidaksesuaian antara ekspektasi dan realita seperti yang terjadi di rumah sakit dimana kurangnya kuota pelayanan rawat jalan sering mendapat keluhan dari pasien yang mengalami antrian yang terlalu panjang. Simulasi merupakan salah satu cara untuk memperbaiki antrian yang terlalu panjang tersebut dengan menggunakan simulasi kejadian diskrit (*Discrete Event System Simulation*) berdasarkan prosedur Harrell. Hasil dari pembuatan model tersebut dapat diimplementasikan kedalam pemetaan kebutuhan dan diakomodasikan ke dalam *real system* untuk mengukur kepuasan pelanggan (Dewanto & Santosa, 2020).

Hasil dari penelitian ini berdasarkan pembenahan dalam efisiensi dan produktivitas, dimana PTA memproduksi 80 unit Trafo Open Book (OPB) Tender dan 39 unit Trafo IBRD. Banyaknya order mengharuskan perusahaan mengukur efisiensi, produktivitas, dan *line balancing* apakah terjadi peningkatan atau penurunan. Untuk meningkatkannya diperlukan komitmen dan koordinasi yang baik di setiap unit dengan menggunakan metode MOST (*Time and Motion Study*) lalu disimulasikannya ke dalam simulasi ALBACA (*Assembly Line Balancing Activity*) sehingga, dapat memaksimalkan kecepatan di tiap stasiun kerja (Ristumadin, 2021).

Berdasarkan pemaparan diatas penelitian-penelitian terdahulu tersebut akan dikemas dalam bentuk tabel yang meliputi referensi penelitian, metode yang digunakan dalam penelitian, dan hasil yang didapatkan dari penelitian tersebut. Tabel tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2. 1 Tinjauan Pustaka

No.	Referensi	Metode	Hasil
1.	Nurul Nazeerah Mishan & Masine Md Tap. (2015)	<i>Line balance loss</i> dan <i>Work Study Methods</i>	Meminimalkan masalah utama lini produksi saat ini, yaitu keseimbangan lini yang buruk dan evaluasi menunjukkan bahwa solusi yang diusulkan dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas produksi.
2.	Rony Prabowo. (2016)	<i>Method Ranked Positional Weight</i>	Pengaturan keseimbangan lintasan dari hasil analisa pemecahan masalah dengan menggunakan metode RPW dapat mengurangi atau memperkecil ketidakseimbangan (<i>balance delay</i>) sebesar 42,02% sehingga menjadi 31,46%
3.	Vickri Fiesta Daelima, dkk. (2013)	Metode <i>Line Balancing</i>	Model usulan dengan nilai <i>output</i> produksi yang maksimum dengan <i>takt time</i> permintaan lebih baik daripada <i>takt time</i> produksi dan <i>cycle time</i> maksimum
4.	Renty Anugerah Mahaji Puteri & Wiwik Sudarwati. (2016)	Metode <i>Line Balancing</i> dan Metode <i>Westing House</i>	Hasil dari efisiensi <i>lini balance delay</i> , <i>idle time</i> dan kapasitas produksi unit/hari/orang
5.	Hery Hamdi Azwir & Harry Wahyu Pratomo. (2017)	Metode Helgeson-Birmie, Metode Kilbridge Wester Heuristics, dan Metode Moddie Young.	Berkurangnya jumlah operator dengan memperkecil jumlah stasiun kerja
6.	Lim Chuan Pei & Masine Md. Tap. (2020)	Metode Simulasi dan ANOVA	Hasil yang dicapai menggunakan dua alternatif tersebut adalah mengungguli sistem yang ada
7.	Ade Yanyan Ramdhani, dkk. (2022)	Metode Pemodelan Sistem Diskrit (<i>Discrete Event System Simulation</i>)	Hasil dari simulasi dan desain eksperimen yang dilakukan menunjukkan bahwa penambahan kapasitas mesin dibandingkan model awal

No.	Referensi	Metode	Hasil
8.	Mio Yoga Misvian Mahar Dejan. (2020)	Metode Simulasi Kejadian Diskrit (<i>Discrete Event Simulation</i>)	Hasil analisis model ditemukan faktor utilitas <i>checker</i>
9.	Darmawan Yulianto & Sri Bintang Pamungkas. (2020)	Metode Simulasi Diskrit (<i>Discrete Event Simulation</i>)	Memperpendek jarak perpindahan produk, mempercepat waktu, dan meningkatkan jumlah hasil produksi setahun.
10.	Dwi Nurma Heitasari dkk. (2022)	Simulasi Sistem Diskrit (<i>Discrete Event System Simulation</i>) menggunakan Software ARENA	Hasil diperoleh nilai akumulasi <i>perfect order fulfilment</i> dan <i>cycle time</i>
11.	Nur Layli Rachmawati & Pramesti Adwinda Dianisa (2022).	Metode <i>Discrete Event Simulation</i> dengan Software ProModel	Waktu dalam simulasi lebih efektif
12.	Mishan, dkk. (2015)	Metode <i>Time Study</i> dan <i>Line Balancing</i>	Mereduksi <i>waiting time</i> , meningkatkan rata-rata utilitas, dan menghasilkan performa kinerja lebih optimal.
13.	David Try Liputra, dkk. (2022)	Metode <i>Discrete Event Simulation</i> dan Sistem Antrian	Pemilihan skenario usulan dalam rata-rata waktu mengantri
14.	Setiawan Dewanto, dkk. (2020)	Metode <i>Discrete Event Simulation</i>	Menghasilkan model simulasi, model memperlihatkan terdapat beberapa lokasi pemeriksaan yang membutuhkan penambahan kuota dan waktu pelayanan hingga menghasilkan perbaikan jadwal waktu pelayanan.
15.	Isnen Ristumadin. (2021)	Metode <i>Line Balancing</i> , MOST: <i>Maynard Operation Sequence Technique</i> (MOST), DMAIC	Menggunakan metode <i>Line Balancing</i> dengan Simulasi ALBACA produktivitas mencapai dari target produktivitas dan efisiensi kerja dan dilakukan <i>improvement</i> dengan

No.	Referensi	Metode	Hasil
		<i>Six Sigma</i> , dan Simulasi ALBACA	menganalisa dengan DMAIC <i>Six Sigma</i> untuk menstandarkan proses

Berdasarkan rincian pada tabel 2.1 dapat diketahui bahwa penelitian terhadap *line balancing* di PTPN IX Blimbing belum ada yang melakukan. Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya pada penggunaan *line balancing*, masih meneliti seputar maksimum produksi berdasarkan *takt time* dan *cycle time*. Sehingga pada penelitian ini akan mencoba kembali kombinasi metode *line balancing* dan *discrete event system simulation* menggunakan *software* simulasi *Flexsim* 2019.

2.1 Dasar Teori

2.2.1 *Ribbed Smoked Sheet (RSS)*

Karet merupakan komoditas unggulan Indonesia. Memiliki peran yang cukup tinggi untuk nilai ekonomi dan devisa negara. Getah atau lateks salah satu bagian dari pohon karet yang paling banyak dimanfaatkan. Lateks dalam skala industri dijual dalam bentuk *Ribbed Smoked Sheet (RSS)*, yaitu jenis produk olahan yang berasal dari lateks cair hasil sadap yang telah diolah secara mekanis dan kimiawi hingga menjadi bentuk lembaran kemudian melalui proses pengeringan menggunakan teknik pengasapan dengan kontrol suhu 35-60 °C dan proses sortasi untuk menentukan tingkat kualitasnya (Nugroho et al., 2019). Produk ini termasuk ke dalam produk ekspor yang diolah kembali sebagai bahan baku dalam pembuatan ban kendaraan (Suryaningrat et al., 2021). *Ribbed Smoked Sheet (RSS)* memiliki ketentuan mutu utama yaitu, karet harus benar-benar kering, bersih, kuat, warna merata, dan tidak ditemukan noda di *sheet*. RSS juga memiliki beberapa kelas mutu dari yang paling baik X RSS, RSS1, RSS2, RSS3, RSS4, RSS5 (Syarbainia, Zain, & Majid, 2015).

2.2.2 *Line Balancing*

Produktivitas dalam industri manufaktur memainkan peran penting dalam menjaga perusahaan tetap kompetitif untuk pasar serta untuk kelangsungan

hidupnya. Banyak perusahaan terkemuka menerapkan perubahan dan metode kerja baru untuk bertahan hidup di lingkungan dimana hanya yang paling ramping, dan paling responsif yang akan bertahan salah satunya dengan menggunakan metode *line balancing*. *Line balancing* merupakan metode untuk penugasan beberapa pekerjaan ke sebuah stasiun kerja dalam satu lintasan produksi yang saling berkaitan menjadikan kesamaan waktu penyelesaian stasiun pada setiap stasiun kerja (Prabowo, 2016)

Menurut (Anugerah et al., 2016) *line balancing* adalah kegiatan untuk mengurangi adanya ketidakseimbangan di dalam mesin atau operator dengan tujuan mendapatkan waktu yang sama di *work center* berdasarkan dengan kecepatan produksi yang diinginkan dan meminimalisasi *waste of time*, sehingga didapatkan *output* berupa efektifitas dan efisiensi kerja di setiap *work center*. Sedangkan menurut (Chuan Pei, 2020), *line balancing* bertujuan untuk mencocokkan tingkat *output* dengan rencana produksi. Hal ini akan membantu manajemen dalam memastikan pengiriman tepat waktu dan mencegah penumpukan inventaris yang tidak diinginkan (Azwir & Pratomo, 2017). Artinya, *line balancing* atau keseimbangan lini digunakan guna menghindari *waste of time*, sehingga kegiatan produksi dapat berjalan seefisien mungkin.

Line balancing terdiri dari dua bagian penting yaitu, tempat kerja beserta mesin-mesin dan pekerja-pekerja di setiap departemen. Beberapa keuntungan yang didapatkan dari penggunaan *line balancing* :

- a. Pengerjaan operasi dikerjakan pada saat yang sama di setiap lintasan produksi.
- b. Pengukuran kecepatan aliran benda kerja dan material diukur berdasarkan kecepatan produksi bukan kecepatan spesifik.
- c. Pengaturan susunan tempat kerja dapat meminimumkan jarak perpindahan material.
- d. Pembagian tugas pekerja disesuaikan berdasarkan keahlian masing-masing sehingga didapatkan efisiensi pada tenaga kerja.
- e. *Set up* lintasan menyesuaikan dengan gerakan benda kerja dan minimasi waktu akan didapatkan saat menyelesaikan proses produksi.

Agar mendapatkan hasil dari keuntungan-keuntungan tersebut maka *line production* perlu memperhatikan syarat-syarat seperti :

- a. Biaya *set-up* harus dapat tertutupi oleh jumlah produksi dari lintasan
- b. Penjagaan aliran benda kerja pada lintasan secara berkelanjutan

2.2.3 Pemodelan Simulasi

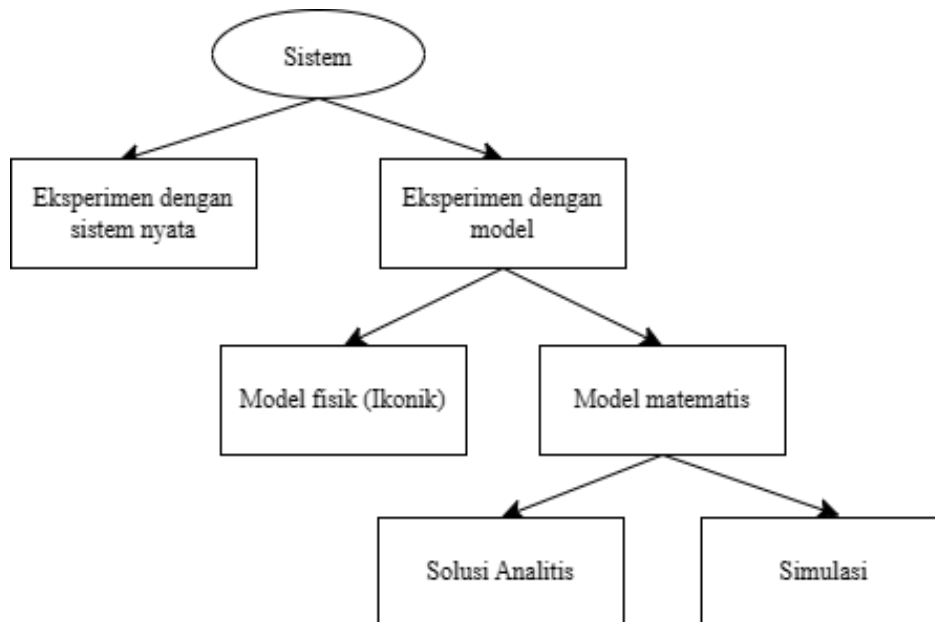
Pemodelan simulasi adalah adalah suatu pendekatan atau abstraksi dari suatu sistem yang dikembangkan untuk tujuan studi. Pemodelan simulasi berisi hal-hal (variabel) yang relevan dengan sistem nyata yang ada. Pengamatan dalam suatu sistem dapat menjadi dasar dalam pembentukan suatu model. Pemodelan simulasi terdiri dari model analog dan model simbolik. Untuk model analog, pemodelan sistem nyata dilakukan melalui perilaku, sedangkan model simbolik didasarkan pada pemikiran perspektif, verbal, matematis dan logika dari model (Ishak et al., 2020). Menurut (Mojtaba Shahin, 2020) pemodelan simulasi digunakan untuk menganalisis perilaku sistem kompleks skala besar untuk memahami dan mengatasi jenis masalah tertentu seperti kinerja dan skalabilitas sebelum menerapkan dan mengoperasikan sistem nyata. Pengertian pemodelan simulasi dapat dilihat dari tiga jenis kata. Sebagai kata benda, model berarti deskripsi, representasi atau simbolisme. Agar ketiga makna model ini digunakan dalam proses pemodelan, model dirancang sebagai penggambaran ideal dari operasi sistem nyata untuk menjelaskan atau menunjukkan pentingnya hubungan yang terkait (Zairul et al., 2019).

Simulasi yang difasilitasi oleh beberapa perangkat komputer memiliki arti meniru sistem nyata yang menjadi objek kajian untuk menemukan jawaban atas permasalahan sistem tersebut. Prinsip dasar simulasi komputer adalah dengan membangun model matematis dari masalah sistem nyata, kemudian model tersebut dapat diubah menjadi program komputer dimana program tersebut dapat meniru perilaku sistem nyata yang menjadi model. Simulasi menawarkan alternatif untuk mencari solusi dari permasalahan kompleks yang tidak dapat diselesaikan oleh model analitik (Syazwani et al., 2016).

Pemodelan simulasi memiliki tujuan sebagai berikut (Prihati, 2022) :

- a. Berdasarkan perilaku sistem yang kompleks, tidak dapat melakukan solusi analitik.
- b. Perbandingan rancangan alternatif didalam sistem yang tidak ada atau belum ada.
- c. Perubahan di dalam sistem tanpa mengubah sistem yang ada.
- d. Solusi analitik dapat diperkuat dengan memverifikasi.

Suatu pemodelan dilakukan untuk mencari perbedaan perilaku yang selanjutnya di pelajari sendiri oleh sistem dan model tersebut. Untuk melihat gambaran dari pengklasifikasian sistem dapat dilihat pada Gambar 2.1



Gambar 2. 1 Klasifikasi Sistem

Sumber: (Ekoanindiyo, 2021)

Berdasarkan Gambar 2.1 dapat diketahui bahwa eksperimen menggunakan sistem nyata dengan model memiliki dampak lebih baik, murah dan penting dalam hal tujuan penelitian, tetapi kenyataannya menunjukkan bahwa melakukan percobaan langsung memiliki dampak yang sulit dalam masalah ini dikarenakan permasalahan biaya provokasi yang mahal dan memakan waktu. Maka pembuatan model representatif dapat melakukan eksperimen dengan biaya yang rendah. Lalu, model fisik dan model matematis. Model fisik biasa digunakan dalam pemecahan persoalan teknik dan sistem manajemen sedangkan, model matematis yaitu penggambaran sistem berdasarkan hubungan yang logis dan kuantitatif dan diubah

untuk mengetahui bagaimana model bereaksi. Selanjutnya model simulasi dan analitis, dimana model matematika digunakan untuk menanggapi aspek sistem sederhana sehingga kita dapat memecahkan setiap masalah dengan mudah berdasarkan persamaan analitik. Namun dalam kenyataannya sistem mungkin memiliki ketidakpastian dalam spesifikasi model matematika yang sangat sulit. Oleh karena itu, untuk keadaan inilah simulasi dibutuhkan. Kelebihan dan kekurangan pemodelan simulasi dan pemodelan lain dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Kelebihan dan kekurangan pemodelan simulasi

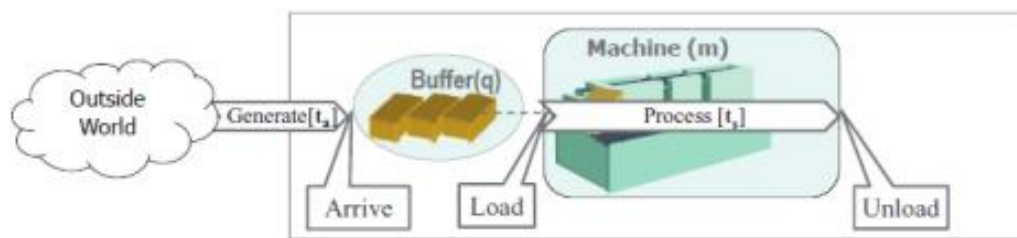
Sumber : (Mahessya et al., 2022)

No.	Kelebihan pemodelan simulasi	Kekurangan pemodelan simulasi
1.	Konsep memodelkan peristiwa secara random	Simulasi sistem yang kompleks membutuhkan biaya yang besar
2.	Penghematan <i>operation cost</i> , <i>inventory</i> dan SDM.	Simulasi tidak berdasarkan presisi dan proses optimasi
3.	Antisipasi terjadinya risiko	Situasi yang memuat ketidakpastian tidak dapat dinilai menggunakan simulasi
4.	Peningkatan komunikasi	
5.	Pemilihan peralatan dan estimasi biaya	
6.	<i>Continuous improvement program</i>	

2.2.4 *Discrete Event System Simulation*

Discrete Event System Simulation adalah alat yang efisien untuk memecahkan masalah perencanaan dan pengendalian produksi, terutama hal yang dikaitkan dengan kemampuan *Discrete Event System Simulation* untuk memodelkan dan menggambarkan dinamika proses seperti penumpukan antrian (Sarda & Digalwar, 2018). *Discrete Event Simulation* diperkenalkan pada tahun 1961 oleh Geoffrey Gordon yang merupakan seorang insinyur IBM dimana metode ini ditemukan bersamaan dengan GPSS (*General Purpose Simulation System*) sebagai versi pertama dari pembuatan model *Discrete Event Simulation* (Yuniaristanto et al., 2020). *Discrete Event Simulation* menunjukkan setiap kejadian pada suatu titik perubahan tertentu yang terjadi pada sistem dalam waktu diskrit. Selain itu, *Discrete Event Simulation* banyak digunakan di bidang operasi karena lebih terfokus pada proses. Model *Discrete Event Simulation* mempertimbangkan pola

stokastik dan dinamis dengan atribut peristiwa diskrit khusus bahwa variabel status sistem mengubah nilai hanya pada waktu diskrit (Salem Souf-Aljen et al., 2016). *Discrete Event Simulation* merupakan solusi untuk sistem operasi yang berisi konfigurasi sumber daya yang digabungkan untuk penyediaan barang atau jasa. Berikut adalah contoh gambaran cara kerja simulasi sistem diskrit yang dapat dilihat pada gambar 2.2.



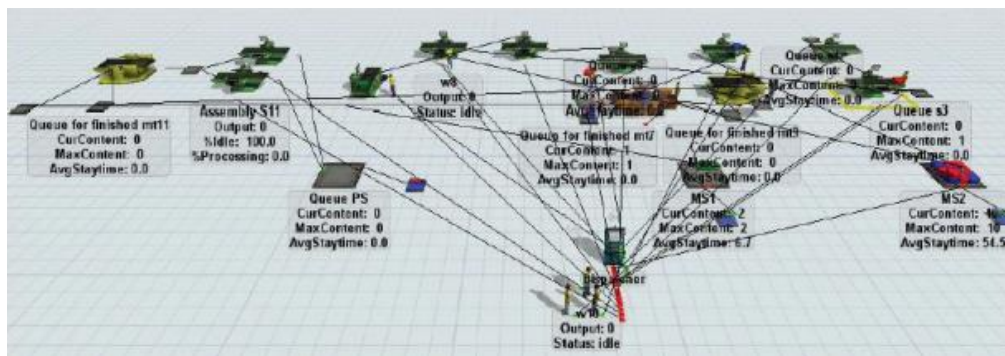
Gambar 2. 2 Contoh cara kerja *Discrete Event System Simulation*

Sumber : (Ishak et al., 2020)

Spesifikasi *Discrete Event System Simulation* adalah formalism pemodelan. Sama halnya dengan aritmatika yang mendasari penjumlahan, perkalian, dan perhitungan lainnya, demikian juga *Discrete Event System Simulation* mendasari simulasi model kejadian diskrit. *Discrete Event System Simulation* dilakukan oleh simulator *Discrete Event System Simulation* atau perangkat simulasi yang mengimplementasikan dengan benar berdasarkan deskripsi simulator *Discrete Event System Simulation* (Gunawan, 2014). *Discrete Event System Simulation* banyak digunakan untuk meniru perilaku sistem dunia nyata melalui pemodelan komputer dengan perangkat lunak yang sesuai. Keuntungan menggunakan *Discrete Event System Simulation* adalah untuk mendeteksi masalah atau kemacetan secara visual dan juga untuk menguji desain jalur alternatif. Namun, *Discrete Event System Simulation* juga mempunyai kekurangan yaitu, membutuhkan banyak data untuk pemodelan. Meskipun demikian, *Discrete Event System Simulation* adalah alat yang lebih disukai untuk memecahkan masalah dalam perencanaan produksi serta pengendalian produksi (Vieira et al., 2017). *Discrete Event System Simulation* memiliki banyak *software* yang tersedia di pasaran seperti ARENA, *Flexsim*, *Anylogic*, dan Proteus.

2.2.5 Flexsim

Penerapan dalam teknologi simulasi komputer, mensimulasikan produksi yang dinamis, dan mengurangi kemacetan dalam sistem memiliki signifikansi praktis yang sangat penting untuk mengoptimalkan lini produksi, memperpendek siklus produksi, dan meningkatkan efisiensi produksi. *Flexsim* sebagai salah satu *software* komersial yang dikembangkan oleh *Flexsim Simulation Software Production Company* (US). *Flexsim* merupakan kombinasi antara simulasi, kecerdasan buatan, pengolahan citra komputer tiga dimensi dan teknologi pengolahan data (Patil et al., 2019). Sedangkan menurut (Punna Rao et al., 2019), *Flexsim* adalah perangkat lunak simulasi 3D yang memodelkan, mensimulasikan, memprediksi, dan memvisualisasikan sistem di bidang manufaktur, penanganan material, perawatan kesehatan, pergudangan, pertambangan, dan logistik (Cheng et al., 2020). Berikut adalah contoh gambaran struktur model Flexsim dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Struktur model Flexsim

Sumber : (Awandani et al., 2019)

Flexsim memiliki *library* model objek yang kaya, dimana parameter objek dapat diekspresikan di hampir semua objek fisik yang ada, sehingga dapat mensimulasikan berbagai model fisik nyata oleh *Flexsim*. Dengan kemampuan analitik yang kuat, *Flexsim* dapat dilakukan sesuai dengan kebutuhan analisis simulasi yang berbeda untuk mengatasi *bottleneck* yang terjadi pada lini produksi. *Flexsim* juga merupakan metode yang murah, cepat dan efektif untuk mendukung pengambilan keputusan. Simulasi sebagai teknologi yang efektif untuk analisis dan penelitian sistem telah banyak digunakan di berbagai bidang (Nie & Wang, 2019).

Perangkat lunak *Flexsim* mudah digunakan dan kompatibel dengan perangkat lunak lain. Langkah-langkah dasar yang terlibat dalam perangkat lunak *Flexsim* adalah seperti membangun tata letak model, menentukan proses produksi, pengaturan parameter, verifikasi dan validasi, menjalankan model, menghasilkan hasil dari model, dan menganalisis kinerja.