

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam tinjauan pustaka diuraikan berbagai landasan teori dan referensi yang mendukung dalam menyelesaikan masalah penelitian. Tinjauan pustaka berfungsi sebagai pedoman dalam pelaksanaan penelitian agar dapat fokus terhadap tujuan yang hendak dicapai. Tinjauan pustaka bersumber dari buku, hasil penelitian serta informasi ilmiah.

2.1 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian ini sebagai berikut.

1. Hartini & Rizkiya (2013), melakukan penelitian berupa usulan sistem pengiriman *part* ke *line* produksi dengan menggunakan sistem kanban pada area produksi, Dimana sistem ini melakukan pengendalian terhadap persediaan dengan tujuan untuk mengendalikan jumlah *part* yang tersedia di *line* produksi sehingga tidak terjadi kekurangan atau kelebihan *part* pada *line* tersebut. Dengan menerapkan sistem kanban kekurangan produksi yang terjadi akibat keterlambatan pengiriman *part* ke *line* produksi dapat direduksi sebesar 63,93%.
2. Lidya (2010), melakukan penelitian yaitu merencanakan kanban yang dilakukan sesuai dengan kondisi PT. Morodadi kemudian menghitung WIP sebelum dan sesudah menerapkan sistem *kanban*. Kanban pengambilan bahan digunakan dari gudang menuju proses *panel* dan proses *putty*. Kanban produksi digunakan dari proses *panel* ke gudang. Sistem informasi kanban dapat menurunkan persediaan komponen atau memberikan tingkat persediaan yang lebih kecil terhadap komponen *mini bus*. Penurunan terjadi pada bulan Desember 2009 sebesar 32,45%, Januari 2010 sebesar 44,31% dan Februari 2010 sebesar 32,45%. Selain dapat mengurangi persediaan, sistem kanban juga memudahkan rantai produksi dalam beradaptasi menghadapi adanya fluktuasi permintaan.
3. Mahardika (2013), melakukan penelitian yaitu membandingkan dua metode pengendalian persediaan yaitu metode *economic order quantity* dan metode kanban. Metode EOQ dimulai dengan menghitung kuantitas pemesanan, *safety stock*, *reorder point*, stok persediaan maksimal dan stok persediaan rata rata, kemudian mengkomparasi antara dua metode tersebut. Dari perbandingan *total inventory cost* maka metode EOQ lebih baik jika dibandingkan metode kanban. Namun tingkat stok persediaan metode kanban lebih baik daripada metode EOQ karena menggunakan

prinsip *zero inventory*. Sehingga PT. Suzuki Indomobil Motor *Plant Tambun II* harus menekan biaya pemesanan menjadi Rp.466.969,- dengan mengembangkan sistem *keiretsu* atau kemitraan dengan *supplier*.

Penelitian ini menggunakan teori-teori serta tinjauan pustaka yang bersumber dari jurnal, penelitian, laporan tugas akhir yang telah ada, serta sumber lain yang relevan serta dapat dipertanggungjawabkan isinya. Pada Tabel 2.1 merupakan beberapa referensi dengan metode kanban yang digunakan pada penelitian ini.

Tabel 2.1
Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Penelitian Saat Ini

No	Nama Penulis	Tahun	Judul	Metode	Hasil Penelitian
1.	Hartini & Rizkiya	2013	Perancangan sistem kanban untuk pelancaran produksi dan mereduksi keterlambatan	Kanban	Pada penelitian ini dibahas mengenai usulan sistem pengiriman <i>part</i> ke <i>line</i> produksi dengan menggunakan sistem kanban pada area produksi, Dimana sistem ini melakukan pengendalian terhadap persediaan dengan tujuan untuk mengendalikan jumlah <i>part</i> yang tersedia di <i>line</i> produksi sehingga tidak terjadi kekurangan atau kelebihan <i>part</i> pada <i>line</i> tersebut. Dengan menerapkan sistem kanban kekurangan produksi yang terjadi akibat keterlambatan pengiriman <i>part</i> ke <i>line</i> produksi dapat direduksi sebesar 63,93%.
2.	Lidya	2010	Penerapan kanban sebagai pendukung sistem produksi <i>just in time</i> pada pembuatan <i>mini bus</i>	Kanban	Perencanaan kanban dilakukan sesuai dengan kondisi PT. Morodadi kemudian dilakukan perhitungan WIP sebelum dan sesudah menerapkan sistem <i>kanban</i> . Kanban pengambilan bahan digunakan dari gudang menuju proses <i>panel</i> dan proses <i>putty</i> . Kanban produksi digunakan dari proses <i>panel</i> ke gudang. Sistem informasi kanban dapat menurunkan persediaan komponen atau memberikan tingkat persediaan yang lebih kecil terhadap komponen <i>mini bus</i> . Penurunan terjadi pada bulan Desember 2009 sebesar 32,45%, Januari 2010 sebesar 44,31% dan Februari 2010 sebesar 32,45%
3.	Mahar dika	2013	Analisis perbandingan dan pengendalian persediaan bahan baku	Metode <i>economic order quantity</i> dan	Hasil perbandingan dua metode pengendalian persediaan yaitu Metode <i>Economic Order Quantity</i> dan Metode Kanban. Metode EOQ dimulai dengan menghitung kuantitas pemesanan, <i>safety stock</i> ,

No	Nama Penulis	Tahun	Judul	Metode	Hasil Penelitian
			dengan pendekatan metode <i>economic order quantity</i> dan metode kanban	metode kanban	<i>reorder point</i> , stok persediaan maksimal dan stok persediaan rata-rata, kemudian mengkomparasi antara dua metode tersebut. Dari perbandingan <i>total inventory cost</i> maka metode EOQ lebih baik jika dibandingkan metode kanban. Namun tingkat stok persediaan metode kanban lebih baik daripada metode EOQ karena menggunakan prinsip <i>zero inventory</i> . Sehingga PT. Suzuki Indomobil Motor Plant Tambun II harus menekan biaya pemesanan menjadi Rp.466.969,- dengan mengembangkan sistem <i>keiretsu</i> atau kemitraan dengan <i>supplier</i> .
4.	Penelitian saat ini	2018	Usulan Penerapan Sistem Kanban sebagai Pendukung Pengendalian Produksi JIT Pada Proses Fabrikasi PT. INKA	Kanban	Hasil rancangan sistem kanban pada area pengerjaan plat hingga hingga <i>area minor assembly</i> pembuatan bagian rangka bawah (<i>underframe</i>) di PT. Industri Kereta Api yaitu mengatasi waktu keterlambatan pada aliran produksi dengan simulasi sistem mendapatkan hasil yaitu berkurang sebesar 76.6% atau sebesar 636.936 menit. Selain itu juga terjadi penurunan jumlah WIP dari 163 unit menjadi 118.732 unit.

2.2 Just In Time

Pada Subab ini dijelaskan mengenai pengertian dan sejarah *just in time*, prinsip dasar *just in time*, tujuan dan manfaat *just in time*.

2.2.1 Pengertian dan Sejarah JIT

Dasar sistem produksi tepat waktu atau disebut dengan *Just In Time* (JIT) pertama kali diperkenalkan pada perusahaan Jepang yaitu Toyota Motor Company tahun 1950 oleh Taiichi Ohno. Penggagas dari *The Toyota Way* ini mengembangkan sistem *just in time* sebagai upaya dari Toyota Motor Company untuk meningkatkan profit. Upaya yang dilakukan oleh Toyota Motor Company tersebut bertujuan untuk meningkatkan produktivitas dan pengurangan biaya serta menghilangkan berbagai pemborosan yang tidak memberikan nilai tambah terhadap produk. Efektifitas waktu produksi merupakan salah satu unsur yang harus di terapkan untuk ketepatan waktu produksi. Pemborosan waktu juga merupakan salah satu alasan diterapkannya sistem *just in time* dengan maksud

menghilangkan semua aktivitas yang tidak menambah nilai produk dan penggunaan material seminimal mungkin sesuai kebutuhan. Sistem *Just in time* (JIT) dikembangkan dimana setiap proses hanya menerima barang yang tepat pada saat diperlukan dan dalam jumlah yang diperlukan, dengan metode konvensional tidak bisa berjalan dengan baik (Taiichi Ohno, 1995).

Pada industri barat, konsep *just in time* yang digunakan adalah memproduksi dengan jumlah hingga 9:1 dari produksi jepang dimana menghasilkan dalam jumlah yang besar sebagai *stock*. Sedangkan konsep *just in time* industri jepang hanya menghasilkan produk dengan jumlah yang sedikit dan tepat waktu.

Filosofi dalam sistem *just in time* adalah berusaha untuk mendapatkan jumlah yang sesuai dengan kebutuhan pelanggan (*pull system*). Pada sistem *just in time* fokus pada upaya melakukan perbaikan secara terus menerus untuk mendapatkan yang terbaik, menghilangkan pemborosan dan ketidakpastian.

2.2.2 Prinsip Dasar JIT

Untuk mengaplikasikan metode JIT maka ada delapan prinsip yang harus dijadikan dasar pertimbangan di dalam menentukan strategi sistem produksi, yaitu:

1. Berproduksi sesuai dengan pesanan jadwal produksi induk.
2. Produksi dalam jumlah kecil (*unitary production*).
3. Mengurangi pemborosan (*eliminate waste*).
4. Perbaikan aliran produk secara terus menerus (*continous produst flow improvement*).
5. Penyempurnaan kualitas produk (*product quality perfection*).
6. Respek terhadap semua orang atau karyawan (*respect to people*).
7. Mengurangi segala bentuk ketidakpastian (*seek in eliminate contigencies*).
8. Perhatian dalam jangka panjang.

2.2.3 Tujuan JIT

JIT mempunyai dua tujuan strategis, yaitu untuk meningkatkan keuntungan dan untuk memperbaiki posisi persaingan badan usaha. Kedua tujuan ini dapat dicapai dengan pengendalian biaya, memperbaiki prestasi pengiriman dan memperbaiki kualitas. JIT menawarkan peningkatan efisiensi biaya, fleksibilitas untuk merespon permintaan konsumen dengan kualitas yang lebih baik. Kualitas, fleksibilitas dan efisiensi biaya adalah prinsip dasar bagi persaingan dunia bisnis.

Tujuan *just in time* menurut Monden adalah:

1. Profit lewat pengurangan biaya.
2. Mereduksi produksi berlebihan.
3. Pengendalian jumlah, jaminan mutu.

2.2.4 Manfaat JIT

Just in time selain sebagai metode pengendalian persediaan juga merupakan sistem produksi yang saling berkaitan dengan fungsi dan aktivitas. Manfaat *just in time* menurut Tjiptono, et al (1995:307) antara lain:

1. Mengurangi tenaga kerja langsung dan tidak langsung sebagai akibat adanya penghapusan kegiatan seperti penyimpanan persediaan.
2. Mengurangi ruangan atau gudang penyimpanan barang.
3. Mengurangi waktu *set up* dan penundaan jadwal produksi.
4. Mengurangi pemborosan barang rusak dan barang cacat dengan mendeteksi kesalahan pada sumbernya.
5. Mengurangi *lead time* karena ukuran lot yang kecil, sehingga sel produksi lebih dapat memberikan *feedback* terhadap masalah kualitas.
6. Penggunaan mesin dan fasilitas secara lebih baik.
7. Menciptakan hubungan yang lebih baik dengan pemasok.
8. Layout pabrik yang lebih baik.
9. Integrasi dan komunikasi yang lebih baik di antara fungsi fungsi seperti pemasaran, pembelian, dan produksi.
10. Pengendalian kualitas dalam proses.

2.3 Pengujian Data

Pada Subab ini dijelaskan mengenai teori dan persamaan dari uji keseragaman data, uji kecukupan data. Pengujian ini dilakukan untuk mendukung pengolahan data yang dilakukan pada hasil pengumpulan data.

2.3.1 Uji Keseragaman Data

Pengujian keseragaman data adalah suatu pengujian yang berguna untuk memastikan bahwa data yang dikumpulkan berasal dari satu sistem yang sama. Melalui pengujian dapat mengetahui adanya perbedaan data di luar batas kendali (*out of control*) yang dapat digambarkan pada peta kontrol. Data-data yang demikian dibuang dan tidak dipergunakan

dalam perhitungan selanjutnya. Persamaan 2-1 sampai dengan 2-3 merupakan rumus yang digunakan dalam pengujian keseragaman data.

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} \quad (2-1)$$

Sumber: Wignjosoebroto (2008)

$$BKA = \bar{X} + k\sigma \quad (2-2)$$

Sumber: Wignjosoebroto (2008)

$$BKB = \bar{X} - k\sigma \quad (2-3)$$

Sumber: Wignjosoebroto (2008)

Dimana:

σ = Standar deviasi

\bar{X} = Rata-rata

k = Nilai indeks pada tabel distribusi normal yang besarnya tergantung tingkat kepercayaan yang diambil

BKA = Batas Kendali Atas

BKB = Batas Kendali Bawah

2.3.2 Tes Kecukupan Data

Pengujian kecukupan data adalah untuk menentukan bahwa jumlah sampel data yang diambil telah cukup untuk proses pengolahan data selanjutnya. Data pengamatan dianggap cukup apabila N' lebih kecil dari pada N . Persamaan 2-4 ini merupakan rumus yang digunakan dalam pengujian kecukupan data.

$$N' = \left(\frac{\left(\frac{k}{s} \right) \sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2 \quad (2-4)$$

Sumber: Wignjosoebroto (2008)

Dimana:

N' = Jumlah pengamatan yang seharusnya dilaksanakan

k = Tingkat kepercayaan dalam pengamatan

s = Derajat ketelitian dalam pengamatan

N = Jumlah pengamatan yang sudah dilakukan



X = Data pengamatan

2.4 Sistem Kanban

Pada Subbab sistem kanban ini dijelaskan mengenai definisi dari sistem kanban, jenis-jenis kanban, fungsi kanban, peraturan dasar sistem kanban dan perhitungan jumlah kanban.

2.4.1 Definisi Kanban

Kanban dalam bahasa Jepang berarti “*visual record or signal*”. Sistem produksi JIT menggunakan aliran informasi berupa kanban yang berbentuk kartu atau peralatan lainnya seperti bendera, lampu, dan lain lain. Sistem kanban adalah suatu sistem informasi yang secara harmonis mengendalikan produksi produk yang diperlukan dalam jumlah yang diperlukan dalam waktu yang diperlukan dalam tiap proses manufaktur dan juga antar perusahaan. Menurut Taiichi Ohno (1995), kanban adalah suatu alat untuk mengendalikan produksi yang digunakan dalam mengendalikan aliran-aliran material melalui sistem produksi JIT dengan menggunakan kartu-kartu untuk memerintahkan suatu *work center* memindahkan dan menghasilkan material atau komponen tertentu.

Waktu Penyerahan 11.00	Kode Penyimpanan AB - 20	Proses <u>Terdahulu</u> Pemotongan P - 2
	No. Barang 3577-1106	Proses <u>Berikutnya</u> Penekukan T - 8
	Nama Barang Plat 310s	
	Jenis Mobil SX-50253	
Kapasitas Kotak 25	Jenis Kotak B	No. Keluaran 3/8
Kanban Pemesanan Suku Cadang		

Gambar 2.1 Contoh kartu kanban
Sumber: Ohno (1995)

2.4.2 Jenis-jenis Kanban

Pada kanban, bentuk yang paling sering digunakan adalah selembar kertas yang terdapat dalam suatu amplop vinil segi empat. Lembaran kertas ini membawa informasi yang terdiri atas tiga kategori yaitu informasi pengambilan, informasi pemindahan, dan informasi produksi. Kanban membawa informasi secara vertikal dan horizontal di internal pabrik Toyota maupun antara Toyota dengan perusahaan mitra.

Dalam sistem kanban dikenal dengan kanban pengambilan dan kanban produksi. Kanban pengambilan berfungsi untuk mengambil *parts*, sedangkan kanban produksi berfungsi sebagai alat yang sah untuk mengeluarkan pesanan produksi kepada proses sebelum (*preceding process*) agar membuat atau memproduksi *parts* lagi.

Pada dasarnya bentuk atau format dari kanban produksi dan kanban pengambilan adalah serupa, karena itu perlu diberikan warna yang berbeda agar memudahkan untuk membedakannya, sehingga semua pekerja mengetahui dan dapat membedakan dengan segera kedua jenis kartu kanban itu.

2.4.3 Fungsi Kanban

Kanban mempunyai dua fungsi utama yaitu sebagai pengendalian produksi dan sebagai sarana peningkatan produksi. Fungsinya sebagai pengendali produksi diperoleh dengan menyatukan proses bersama dan mengembangkan suatu sistem yang tepat waktu sehingga bahan baku, komponen, atau produk yang dibutuhkan akan datang pada saat dibutuhkan dalam jumlah yang sesuai dengan kebutuhan di seluruh *work center* yang ada di lantai produksi, bahkan meluas sampai ke pemasok yang terkait dengan perusahaan, sedangkan fungsinya sebagai sarana peningkatan produksi dapat diperoleh jika penerapannya dengan menggunakan pendekatan pengurangan tingkat persediaan. Tingkat persediaan dapat dikurangi secara terkendali melalui pengurangan kanban yang beredar selama produksi.

Menurut Yasuhiro Monden (1995) secara terperinci sistem kanban digunakan untuk melakukan fungsi sebagai berikut:

1. Perintah

Kanban berlaku sebagai alat perintah antara produksi dan pengiriman. Kanban yang dituliskan merupakan suatu alamat yang menginformasikan proses sebelum tempat penyimpanan komponen yang telah diolah, dan menginformasikan proses yang sesudah tempat komponen yang dibutuhkan.

2. Pengendalian Diri Sendiri untuk Mencegah *over production*.

Sistem kanban merupakan mekanisme pengendalian diri sendiri sehingga memungkinkan tiap proses melakukan penyesuaian kecil terhadap pasokan untuk jadwal produksi bulannya karena adanya fluktuasi permintaan bulanan.

3. Pengendalian Visual

Sistem kanban berlaku sebagai alat untuk pengendalian visual karena bukan saja memberikan informasi numerik, tetapi juga informasi fisik dalam bentuk kartu kanban.

4. Perbaikan Proses dan Operasi Manual

Penggunaan sistem kanban untuk membantu perbaikan operasi sangat dibutuhkan karena peningkatan produktivitas mengakibatkan perbaikan keuangan sehingga memperbaiki perusahaan secara keseluruhan.

5. Pengurangan Biaya Pengelolaan

Sistem kanban juga berfungsi mengurangi biaya manajemen dengan membantu mengurangi jumlah perencanaan menjadi nol.

2.4.4 Peraturan Dasar Sistem Kanban

Terdapat sejumlah peraturan dasar yang harus diperhatikan dalam menggunakan kanban agar sesuai dengan prinsip-prinsip dari sistem *just in time* (JIT), antara lain (Ohno 1995:37):

1. Proses belakangan mengambil jumlah barang yang ditunjukkan oleh kanban dari proses sebelumnya
2. Proses terdahulu memproduksi barang sesuai dengan jumlah dan urutan yang ditunjukkan kanban
3. Tak ada barang yang diangkut tanpa kanban
4. Selalu menempelkan kanban pada barang
5. Produk cacat tidak akan dikirimkan ke proses berikutnya. Hasilnya adalah 100% barang tanpa cacat
6. Pengurangan jumlah kanban meningkatkan kepekaan

2.4.5 Perhitungan Jumlah Kanban

Pada industri manufaktur, divisi perencanaan dan pengendalian material merupakan divisi yang paling bertanggungjawab dalam mengeluarkan kartu kanban. Perencanaan material juga menentukan ukuran-ukuran dari lot (*lot size*) dari kanban yang akan menarik material. Kartu kanban tambahan sering dikeluarkan untuk meningkatkan tingkat produksi di *part* tertentu. Sebaliknya jika menginginkan mengurangi jadwal produksi maka perencanaan material perlu menarik keluar kartu kanban dari sirkulasi.

Kapasitas pabrik dan kontainer yang digunakan untuk alat transportasi pemindahan part adalah hal yang harus diperhatikan dalam menentukan ukuran lot. Selain itu, *lead time* dan banyaknya permintaan perhari juga harus diperhitungkan dalam menghitung jumlah banyaknya kanban yang dikeluarkan. Banyaknya kanban yang dikeluarkan untuk *part* tertentu dapat dihitung dengan rumus 2-5.

$$y = \frac{D \times (M+P) (1+\alpha)}{C} \quad (2-5)$$

Sumber: Fogarty (1981:591)

Keterangan:

N = Jumlah kanban

D = *Demand* per jam (unit)

M = Waktu tunggu total (jam)

P = Waktu *setup* rata rata (menit)

α = Koefisien pengaman

C = Kapasitas kontainer (unit)

Permintaan (*demand*) per jam merupakan tingkat produksi dalam satuan unit *part* per jam. Waktu tunggu (*lead time*) merupakan waktu yang dibutuhkan dari waktu selesainya unit terakhir dari suatu lot produksi sampai selesainya pemindahan produk ke *pallet*. Faktor pengaman merupakan peningkatan persentase banyaknya kartu kanban yang dapat dikeluarkan dan diperlakukan sebagai ukuran untuk inventori pengaman (*buffer inventories*). Koefisien untuk faktor pengaman ditentukan berdasarkan kebijakan manajemen, dengan kondisi ideal tercapai apabila koefisien faktor pengaman sama dengan 1, sedangkan ukuran *lot* adalah kuantitas *parts* yang diotorisasikan untuk kanban tarik pada saat pengambilan material /*parts* atau untuk kanban produksi pada saat pembuatan *part* tersebut ditentukan berdasarkan kapasitas kontainer *material handling*, kapasitas mesin, atau pertimbangan lainnya.

2.5 Sistem dan Model

Pada penelitian ini, terdapat keterkaitan antara sistem, model, dan simulasi dengan sebuah industri manufaktur. Keterkaitan dalam penelitian ini dibuat suatu pemodelan bagaimana proses yang terjadi di dalam sebuah industri dan dilakukan simulasi untuk mengetahui dampak yang terjadi pada model seperti waktu, *resource*, *work in process*, *number in*, *number out*, dan lain lain ketika parameter di dalam model berubah dengan bantuan *software*

2.5.1 Sistem

Sistem adalah sekumpulan objek yang digabungkan bersama dalam suatu interaksi dan saling interdependensi untuk memenuhi suatu tujuan (Banks, 1998). Dalam memodelkan sistem, penentuan batasan antara sistem dan lingkungannya perlu dilakukan. Penentuan didasarkan pada tujuan dari pembuatan model itu sendiri.

Sistem dapat dikategorikan sebagai sistem diskrit ataupun sistem kontinu. Pada kenyataannya, hanya sedikit sistem yang dapat dikategorikan sebagai sistem yang sepenuhnya diskrit atau sepenuhnya kontinu, biasanya sebuah sistem memiliki kecenderungan diskrit atau kecenderungan kontinu sehingga inilah yang menjadi dasar dalam menentukan sebuah sistem bersifat diskrit atau kontinu (Law, A., & Kelton, W, 2000). Sebuah sistem diskrit adalah ketika keadaan (*state*) dalam sistem berubah dalam waktu yang

diskrit, sementara sistem kontinu adalah bila keadaan atau *state* berubah secara kontinu seiring berjalannya waktu (Banks, 1998).

2.5.2 Model

Sebuah model didefinisikan sebagai suatu representasi dari sebuah sistem dengan tujuan untuk mempelajari sistem tersebut (Banks, 1998). Dapat dikatakan bahwa model adalah pola (contoh, acuan, ragam) dari sesuatu yang akan dibuat atau dihasilkan. Model dapat diklasifikasikan dalam empat kategori sebagai berikut (Banks, 1998).

1. Model matematis atau model fisik
2. Model statis atau model dinamis
3. Model deterministik atau model stokastik
4. Model diskrit atau kontinyu

2.6 Discrete-Event Simulation

Simulasi adalah suatu metodologi untuk melaksanakan percobaan dengan menggunakan model dari suatu sistem nyata. Kegunaan dari simulasi adalah sebagai pembelajaran, eksperimental, dan interaksi internal dari suatu sistem yang kompleks, mengamati perubahan informasi, dan memberikan saran perbaikan terhadap sistem nyata yang sedang diamati (Banks, 1998). Suatu sistem dalam simulasi mencakup entitas, aktivitas, *resources*, dan kontrol. Elemen tersebut mendefinisikan siapa, apa, dimana, kapan, dan bagaimana suatu entitas diproses. Berikut adalah penjelasan elemen-elemen pada simulasi.

1. Entitas: Merupakan segala sesuatu yang dapat diproses.
2. Aktivitas: Merupakan kegiatan yang dilakukan di dalam sistem yang memengaruhi entitas baik secara langsung atau tidak.
3. *Resources*: Merupakan alat atau operator untuk menjalankan aktivitas.
4. Kontrol: Merupakan segala sesuatu yang menentukan bagaimana, kapan, dan bagaimana aktivitas dijalankan.

Langkah-langkah dalam melakukan pemodelan simulasi sistem diskrit adalah sebagai berikut (Banks, 1998).

1. Memformulasikan masalah: Formulasi masalah diperoleh dari pengamatan pendahuluan terhadap suatu studi kasus.
2. Menentukan tujuan: Pada tahap ini sewajarnya telah menentukan apakah simulasi tepat bila digunakan sebagai alat untuk menyelesaikan masalah.

3. Membuat model konseptual: Pembuatan model konseptual dari sebuah sistem merupakan tahap awal dalam pemodelan karena berhubungan dengan bagaimana pemodel menerjemahkan sistem nyata ke dalam model.
4. Mengumpulkan data: Semakin kompleks sebuah model, maka data yang diperlukan juga akan berubah.
5. Model *translation*: Model konseptual dari sistem nyata harus diterjemahkan ke dalam *software* simulasi karena kompleksitas yang tinggi.
6. Verifikasi: Verifikasi adalah memastikan bahwa program bisa berjalan dengan baik serta sesuai dengan model konseptual dan model yang telah ada sebelumnya.
7. Uji validitas: Uji validitas dilakukan dengan cara mencocokkan model yang telah dibuat dengan sistem nyata, uji ini dilakukan berulang sampai model dinilai cukup akurat.
8. *Run* produksi dan analisis: Melakukan *run* produksi pada model hingga mendapatkan estimasi ukuran performansi model untuk dibandingkan dengan performansi system nyata.
9. Replikasi *run*: Menentukan jumlah replikasi yang cukup.
10. Dokumentasi: Dokumentasi dari hasil simulasi dilakukan dalam bentuk *report* agar bias melakukan analisis terhadap hasil simulasi.
11. Implementasi: Melakukan implementasi hasil simulasi yang terbaik terhadap system nyata. Kesuksesan fase implementasi dapat dilihat dari pengerjaan proses sebelumnya.

Pada pemodelan simulasi perlu dilakukan perhitungan replikasi untuk menentukan apakah replikasi yang sebelumnya dilakukan pada model simulasi sudah mencukupi. Penentuan jumlah replikasi sebaiknya dilakukan dengan cara melakukan perhitungan terhadap *confidence interval*. Model simulasi dapat dijalankan terlebih dahulu dengan menggunakan jumlah replikasi kecil yaitu sebanyak 5 replikasi. Berdasarkan nilai standar deviasi dan *mean* dari output model simulasi yang telah dijalankan dapat dilakukan perhitungan nilai *half width*. Berikut ini merupakan rumus perhitungan *half width*.

$$\text{Half width} = \frac{\left(t_{n-1, \frac{\alpha}{2}}\right) \times s}{\sqrt{n}} \quad (2-6)$$

Sumber: Harrel, Ghosh dan Bowden (2004)

Keterangan:

$\left(t_{n-1, \frac{\alpha}{2}}\right)$ = Nilai pada tabel T

n = Jumlah replikasi awal

α = Taraf signifikansi

s = Standar deviasi hasil simulasi

Penentuan jumlah replikasi juga dapat dihitung dengan memasukkan nilai *half width* atau *error* yang diharapkan. Nilai *half width* yang diharapkan dapat lebih kecil dari nilai perhitungan *half width* sebelumnya. Berikut ini merupakan rumus perhitungan jumlah replikasi dengan memasukkan nilai *half width* yang diinginkan.

$$n' = \left[\frac{(Z_{\alpha/2})^2 s^2}{e} \right] \quad (2-7)$$

Sumber: Harrel, Ghosh dan Bowden (2004)

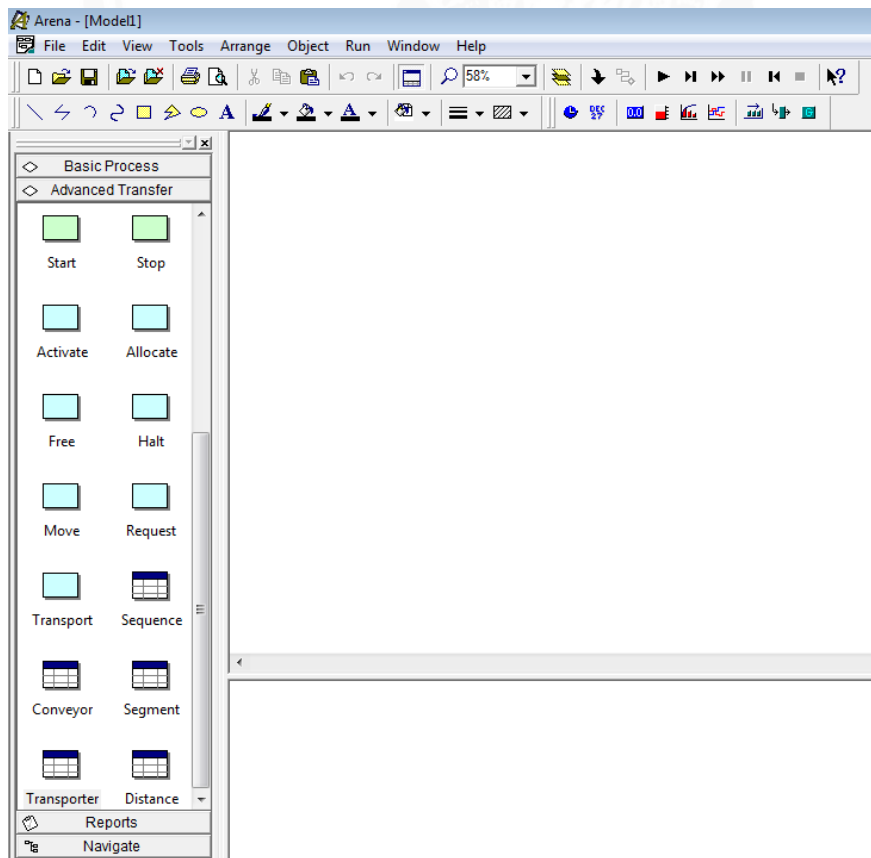
Keterangan:

n' = Jumlah Replikasi Baru

e = Nilai *half width* yang diinginkan

2.7 Software Arena

Arena adalah sebuah *software* simulasi interaktif berdasarkan pemikiran yang berorientasi pada obyek dan konsep pemodelan terstruktur. *Software* ini banyak digunakan di manufaktur, layanan logistik dan rantai pasok, bidang medis, militer dan lain-lain. Arena juga digunakan dalam situasi yang berbeda di semua tingkat simulasi, termasuk operasi produksi harian, berbagai jenis alokasi sumber daya, perencanaan proses bisnis, performansi sistem dan program penilaian hasil, serta prediksi resiko.



Gambar 2.2 Tampilan *software* arena



Halaman ini sengaja dikosongkan

