

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka akan menjelaskan bagaimana penelitian yang terdahulu menyelesaikan masalah yang sama. Pencarian solusi penelitian terdahulu mengenai permasalahan merancang sistem informasi pengelolaan aset dilakukan pada *search engine* Google Scholar dan Garuda (Garba rujukan digital). Pencarian penelitian dengan permasalahan yang sama atau serupa dilakukan dengan mengetikkan kata kunci yang berkaitan dengan permasalahan yaitu "keterlambatan, manajemen gudang, dan pemborosan". Selama proses pencarian penelitian terdahulu digunakan pembatasan rentang tahun. Rentangan tahun yang digunakan adalah maksimal 5 tahun terakhir yaitu tahun 2018. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh cara penyelesaian yang terbaru dan masih bisa diterapkan untuk menyelesaikan permasalahan.

2.1.1. Penelitian Terdahulu

Pencarian penelitian terdahulu dilakukan dengan memasukkan kata kunci mengenai permasalahan yang diangkat. Selanjutnya membaca pada bagian abstrak untuk melihat permasalahan dan juga solusi secara menyeluruh. Setelah menemukan masalah dan solusinya, selanjutnya akan dimasukkan pada Tabel 2.1. Meninjau ulang penelitian terdahulu bertujuan untuk mengetahui secara jelas permasalahan dan penyelesaian yang serupa dengan topik penelitian. Hal ini dapat memberikan gambaran bahwa penelitian yang akan dilakukan ini dapat dilakukan untuk menyelesaikan suatu permasalahan. Selain itu, meninjau pada penelitian terdahulu dapat digunakan untuk melihat keunikan permasalahan yang pada penelitian saat ini. Berikut ini, beberapa penelitian terdahulu yang serupa dengan permasalahan yang diangkat saat ini.

Tabel 2. 1. Penelitian Terdahulu

Nama Peneliti	Topik permasalahan	Metode dan tools	Hasil dan Solusi
Dewi (2022)	Turunnya produktivitas pada proses <i>picking</i> yang menyebabkan permasalahan dalam pengiriman material dari warehouse ke area produksi di PT PHC Indonesia	Lean Manufaktur sistem	Perusahaan dapat meningkatkan produktivitas pada proses picker, mengurangi waktu proses dengan SOP terbaru, dan mereduksi area penyimpanan.
Dzulkifli & Ernawati (2021)	Adanya pemborosan secara berlebih di gudang PT SIER yang berakibat pada keterlambatan pengiriman dari gudang ke konsumen. Hal ini dikarenakan pada gudang menjalankan proses loading dan unloading yang dilakukan secara manual.	Lean Warehousing dan 5S	Pemborosan diatasi dengan mengurangi 11 aktivitas. Penerapan FIFO dalam sistem pengambilan produk. Pemberian sharing knowledge dan FGD secara langsung. Perbaikan dan pembersihan secara berkala. Penyediaan alat bantu angkat. Pembuatan layout gudang baru. Melakukan pemindahan tempat penurunan barang yang lebih dekat dan sistem loket untuk mempercepat proses penyerahan berkas. Menggunakan pull sistem dan supermarket pada aktifitas pemindahan produk dari dalam kontainer ke pallet dan dari pallet ke gudang

Tabel 2. 1. Lanjutan

Nama Peneliti	Topik permasalahan	Metode dan tools	Hasil dan Solusi
Kusnadi dkk (2018)	Gudang perusahaan PT Nichirin Indonesia mengalami masalah dalam penataan layout yang dapat menimbulkan waste seperti searching time, transportation time, penanganan barang yang sudah discontinue, dan juga safety bagi operator gudang sehingga menyebabkan masalah keterlambatan	Lean warehouse, 5S+Safety, Fishbone diagram	Menambah material handling berupa trolley barang dan tangga untuk mempercepat transportation time. Adanya perubahan layout yang menyebabkan turunnya utilitas dari 77% menjadi 37,11% gudang. Pemberian label pada setiap rak material.
Agustina & Vikaliana (2021)	Gudang dealer Era motor Tambun Yamaha sering mengalami permasalahan banyak suku cadang yang tidak tertampung, jenis suku cadang yang sama diletakan pada lokasi yang berbeda, sehingga karyawan sering kesulitan mencari letak suku cadang	Dedicated Storage. Menghitung frekuensi penerimaan dan pengeluaran barang, kebutuhan slot, rasio frekuensi penerimaan dan pengeluaran, jarak tempuh dari titik I/O ke slot, penugasan setiap part ke slot yang tersedia, dan perhitungan expected distance traveled	Part dengan rasio terbesar akan ditempatkan pada jarak terpendek begitu seterusnya. Meningkatkan rasio luas blok sebesar 88,8% dengan 5 blok dengan 2 macam ukuran sehingga mampu menampung part lebih banyak sehingga mampu mempermudah karyawan dalam mencari part
Senjaya (2021)	Adanya keterlambatan pengiriman produk kepada onsumen yang disebabkan oleh proses produksi yang sering terjadinya keterlambatan di PT Naratama Sayagi	Penjadwalan produksi dengan membandingkan aturan prioritas FCFS, SPT, LPT, EDD	Metode SPT dapat diterapkan perusahaan dengan sistem kerja yaitu pekerjaan yang memiliki waktu pengerjaan yang lebih singkat akan diprioritaskan terlebih dahulu dan juga penambahan mesin.

Tabel 2. 1. Lanjutan

Nama Peneliti	Topik permasalahan	Metode dan tools	Hasil dan Solusi
Purnomo (2018)	PT Poslog Warehouse Cakung pada divisi Value Added Service (VAS) sering mengalami keterlambatan dalam menyelesaikan project sehingga tidak sesuai dengan target yang telah ditetapkan perusahaan. Diketahui bahwa penyebab keterlambatan adalah waiting waste kedatangan bahan pendukung. Pemborosan pada kegiatan stickering dan labeling. Sehingga memerlukan analisis untuk mengetahui akar masalah dan memperoleh solusi yang tepat untuk mereduksi waste.	Pendekatan lean manufacturing dengan metode Waste Realtionship Matrix (WRM) dan Waste Assesment Questionnaire (WAQ). WRM sebagai analisa pengukuran kriteria hubungan antar waste dan WAQ sebagai identifikasi dan mengalokasikan waste. Value Steam Mapping (VSM) digunakan untuk menggambarkan semua kegiatan yang bernilai tambah dan juga tidak bernilai tambah dari aliran bahan baku sampai ke tangan konsumen	Diketahui bahwa Defect, overproduction, motion, dan inventory menjadi waste yang berdampak pada masalah. Solusi dari permasalahan ini adalah menambah fasilitas berupa material handling, kipas, dan rak pendukung. Selain itu, adanya training kepada karyawan, menerapkan 5S, pembuatan standar operating procedures (SOP)

Tabel 2. 1. Lanjutan

Nama Peneliti	Topik permasalahan	Metode dan tools	Hasil dan Solusi
Wibowo (2021)	Mendesain strategi yang bersifat praktis menggunakan basis manajemen inventory yang mudah dilakukan dalam waktu yang singkat dan berdampak pada peningkatan efisiensi dan efektivitas perusahaan, sehingga mampu menurunkan waktu yang tidak penting dalam pengelolaan aktivitas gudang di industri FMCG, yang mana industri ini memiliki sistem yang kompleks dan tingkat produksi yang tinggi	Menggunakan VSM untuk mendefinisikan kondisi eksisting. Mengembangkan strategi yang mampu dilakukan untuk mengurangi aktivitas yang tidak bernilai. Melakukan perbandingan kinerja gudang sebelum implementasi dan setelah implementasi	Pendekatan VSM dapat digunakan sebagai alat deteksi awal dalam klasifikasi jenis aktivitas di gudang. Modifikasi manajemen inventori dengan pendekatan ABC-FSN dapat digunakan untuk menurunkan aktivitas non value added sebesar 20-40%
Fardiansyah & Widodo (2018)	Rata-rata output sebesar 850 box/hari yang tidak mampu memenuhi kebutuhan konsumen sebesar 1200 box/hari di PT XYZ, sehingga perlu adanya peningkatan produktivitas	Analisis line balancing untuk meningkatkan hasil output dan mengidentifikasi pemborosan serta penyelesaiannya	Perusahaan mampu mengeliminasi pemborosan dan mengurangi jumlah operator, sehingga mampu meningkatkan produktivitas sebesar 104%. Mengurangi cycle time 15%
Bestari & Fatma (2020)	Terdapat aktivitas penerimaan barang membutuhkan waktu yang lama, hal ini disebabkan karena ukuran barang yang diterima dan proses penerimaan barang yang bolak-balik. Selain itu, adanya pergerakan dan dokumen yang berlebih dan berulang sehingga menyebabkan banyak pemborosan di Gudang Perusahaan Percetakan Buku	Menggunakan pendekatan Lean warehousing dengan menggunakan VSM, Process Activity Mapping, dan diagram fishbone	Perusahaan perlu adanya koordinasi antara pihak gudang antar lantai menggunakan media komunikasi sehingga mampu meminimalkan pergerakan dari barang, dokumen serta orang yang mampu mempercepat proses penerimaan barang. Analisa VSM dan PAM mampu menghemat waktu sebesar 18,1 dalam 1 kali penerimaan barang

Tabel 2. 1. Lanjutan

Nama Peneliti	Topik permasalahan	Metode dan tools	Hasil dan Solusi
Tirtana dkk. (2020)	PT Asmar Partologi mengalami kendala dalam penataan barang di gudang. Hal ini ditandai dengan ditemukan banyak spare part yang tidak berfungsi tercampur dengan spare part yang masih berfungsi. Dari hal tersebut mengakibatkan karyawan kesulitan untuk mencari spare part yang dibutuhkan	<i>Six sigma</i> , Lean dan Kaizen (5R)	Penerapan 5R. Ringkas dengan mengkasifikasikan barang menggunakan metode ABC berdasarkan jumlah barang dan biaya. Rapih dengan meletakkan barang-barang yang frekuensi tinggi ditempat yang mudah dijangkau sedangkan barang dengan frekuensi rendah diletakan di belakang. Resik dengan cara memuat jadwal pembersihan barang yang ada di gudang rawat dengan cara meletakkan barang menggunakan pallet dan rak, memisahkan barang-barang cacat, Melengkapi setiap jenis barang dengan kartu stok untuk meminimalisir kehilangan. Rajin dengan cara melakukan evaluasi tiap minggu untuk memastikan kegiatan yang dilakukan sudah dilakukan dengan baik.

Tabel 2. 1. Lanjutan

Nama Peneliti	Topik permasalahan	Metode dan tools	Hasil dan Solusi
Somadi (2020)	Perlu adanya analisis mengenai kecacatan kualitas pelayanan yang bertujuan untuk menciptakan kepuasan pelanggan. Sehingga perusahaan perlu mengidentifikasi penyebab keterlambatan.	Penerapan <i>Six sigma</i> dengan konsep DMAIC untuk implementasinya	Keterlambatan disebabkan karena adanya over pekerjaan yang mengakibatkan adanya penundaan secara berkalan. Berdasarkan analisis diperoleh perbaikan yang dilakukan berupa penambahan pekerja, membuat SOP yang mensyaratkan karyawan untuk menyelesaikan satu pekerjaan sebelum pindah ke pekerjaan lainnya. Ketiga, adanya hubungan interaksi antara staf administrasi dengan admin gudang agar mempermudah memperoleh stock di gudang. Staff admin melakukan konfirmasi pada pihak EMKI mengenai ketersediaan trucking pada hari berikutnya sehingga dapat mencari alternif truck jika truk tidak tersedia.

Tabel 2. 1. Lanjutan

Nama Peneliti	Topik permasalahan	Metode dan tools	Hasil dan Solusi
Ikhwana dkk (2022)	Adanya pelaksanaan yang belum optimal seperti pengambilan barang yang tidak mengikuti arahan dari manajemen. Hal ini terjadi akibat belum adanya standar kerja di perusahaan PT Putra Sejati. Dari permasalahan ini akan berdampak pada pengelolaan gudang yang kurang baik.	Identifikasi masalah dengan cara identifikasi permasalahan, mengumpulkan ide untuk mencari faktor utama, mengidentifikasi kemungkinan penyebab masalah, analisis diagram yang dibuat. Selanjutnya menentukan masalah utama. Terakhir perancangan perbaikan sistem pergudangan dengan pengumpulan informasi, brainstorming, membuat SOP.	Berdasarkan analisis yang dilakukan diperoleh penyebab utama dan menjadi akar permasalahan adalah tidak adanya SOP yang diperoleh dari penilaian responden. Sehingga perancangan SOP penyimpanan menjadi solusi dari permasalahan ini.
Triuntoro & Abdul (2021)	Adanya penanganan terhadap banyak client perlu adanya perbaikan pada proses <i>bisnis</i> sehingga menciptakan <i>bisnis</i> proses yang efektif dan efisien khususnya pada alur penerimaan barang. Hal ini menjadi fokus permasalahan karena menjadi proses awal yang akan berdampak pada proses berikutnya di perusahaan logistik	Metode lean <i>six sigma</i>	Perusahaan mampu menjalankan lean <i>six sigma</i> untuk perbaikan prosedur penerimaan barang sehingga dapat berjalan lebih efektif dan efisien

Tabel 2. 1. Lanjutan

Nama Peneliti	Topik permasalahan	Metode dan tools	Hasil dan Solusi
Hafiz A (2019)	Penerapan sebuah kebijakan baru yang menyebabkan meningkatnya lead time di perusahaan kesehatan serta banyak ditemukan defect	Value stream mapping, 5 whys, fishbone diagram	Perbaikan pada waste khususnya pada waiting time dengan membuat tempat equipment dekat dengan mesin, penambahan pekerja, mempersiapkan stock dan tools, membuat tempat penyimpanan pada bagian inspeksi dan tempat tools yang dapat diatur ketinggiannya
Lestari K dan Susandi D	Perusahaan textil berupaya untuk meningkatkan produksi agar dapat memenuhi permintaan dan kepuasan pelanggan. Sehingga perusahaan ingin mengurangi adanya pemborosan pada proses produksinya	Lean manufaktur, Value stream mapping, fishbone diagram	Berdasarkan analisis, untuk mempercepat proses produksi adalah dengan cara menempatkan benar pada ruang khusus yang berudara rendah agar proses pendinginan berlangsung cepat
Lusiani M dan Filbert K	Masalah keterlambatan yang disebabkan oleh penumpukan pada proses pengemasan lipstik di perusahaan kosmetik yang menyebabkan proses selanjutnya menjadi terhambat.	Penentuan jumlah operator dan simulasi menggunakan promodel	Terdapat skenario yang dapat direrapkan perusahaan untuk menerapkan 3 orang pada proses pasang brush dalam demand normal dan 4 orang untuk demand tinggi
Rudi dkk (2021)	Tidak terstrukturanya sistem supply material yang meyebabkan keterlambatan penyelesaian produk pada sebuah perusahaan, sehingga biaya yang ditanggung perusahaan meningkat	Lean manufaktur dengan tools sistem informasi kanban	Perancangan sistem informasi kanban pada pengaturan pengiriman material menyebabkan berkurangan keterlambatan sebesar 15%

Tabel 2. 1. Lanjutan

Nama Peneliti	Topik permasalahan	Metode dan tools	Hasil dan Solusi
Reni & Lathifurahman, (2020)	Ditemukan idikasi pemborosan pada bagian pengepakan semen dan juga produk cacat kemasan yang mengakibatkan pengulangan proses di perusahaan semen	Lean <i>Six sigma</i> dengan tools DMAIC, VSM, Process cycle efficiency (PCE), DPMO, level <i>six sigma</i> , Fishbone diagram, FMEA	Penyelesaian dengan beberapa tahapan yaitu define dengan tools VSM. Measure dengan tools PCE, DPMO, level <i>six sigma</i> . Analisis dengan fishbone diagram. Improve dengan FMEA. Dari analisis lean <i>six sigma</i> ini perusahaan memperbaiki flow proses dengan menggabungkan stasiun penimbangan dan stasiun pemeriksaan dengan eliminasi aktivitas yang tidak added value yaitu transportasi semen dari penimbangan ke pemeriksaan sehingga mampu mereduksi pemborosan dan mengurangi kecacatan
Setyaningsih & Nurul Izzhati (2021)	Tidak tercapainya target produksi akibat pemborosan di salah satu perusahaan industri garmen.	Lean <i>Six sigma</i> dengan tools Define (VSM), Measure (Diagram pareto, line balancing efficiency), Analyze (Fish bone diagram), Improve (Line Balancing, simulasi arena), Control.	Perbaikan jumlah stasiun kerja, penurunan idle time, penurunan bottleneck, kualitas produksi juga meningkat dengan penurunan produk cacat dan kurangnya rework

Tabel 2. 1. Lanjutan

Nama Peneliti	Topik permasalahan	Metode dan tools	Hasil dan Solusi
Fatma & Pradipta (2018)	Pemborosan biaya operasional pada kegiatan <i>waste water theatment</i> yang memengaruhi harga jual produk di perusahaan PT Clariant Indonesia	<i>Six sigma</i> dengan tools diagram pareto, project charter, IPO, Fishbone	Perancangan prosedur untuk mengecek notifikasi apabila biaya maintenance tinggi. Penghitung konsumsi listrik aktual jika biaya listrik tinggi. Hitung jumlah konsumsi bahan kimia jika biaya pembelian kimia tinggi
Lestari & Teja (2021)	Banyak ditemukan pemborosan pada proses produksi yang menyebabkan berkurangnya kualitas produk dan tidak tercapainya target	Lean <i>Six sigma</i> dengan tools Define (WRM, VSM, CTQ). Measure (Peta kendali P, DPMO, nilai sigma). Analyze (Fishbone, FMEA), Improve (Action planing). Control	Perusahaan menerapkan sistem kanban untuk mengurangi adanya pemborosan pada jenis overproduction, inventory, defect waste.

2.1.2. Tinjauan Terkait Solusi

Pada bagian ini akan menjelaskan solusi apa yang sudah pernah diberikan dan dilakukan oleh penelitian terdahulu untuk menyelesaikan permasalahan yang serupa dengan permasalahan utama pada penelitian ini. Diketahui bahwa terdapat beberapa solusi dapat menyelesaikan masalah. Pertama pada penelitian yang dilakukan oleh Dzulkifli & Ernawati (2021), mereka memberikan solusi untuk mengurangi proses sebanyak 11 proses, dari solusi ini dapat membantu menyelesaikan masalah keterlambatan yang terjadi pada objek penelitian mereka. Selain itu, solusi serupa juga diberikan oleh Fardiansyah & Widodo (2018), yang mengurangi pemborosan kegiatan sehingga mampu memenuhi kebutuhan konsumen dan meningkatkan produktivitas pada objek penelitiannya. Selain itu, solusi juga terbukti dapat diterapkan dalam penelitian ini.

Solusi kedua yaitu merancang jadwal yang mampu meningkatkan produktivitas pekerja. Solusi perancangan penjadwalan ini dijelaskan pada penelitian yang dilakukan oleh Sanjaya (2021) yang merancang penerapan metode penjadwalan untuk meningkatkan kinerja pekerja di objek penelitiannya. Dari solusi tersebut mengatur agar pekerja mengerjakan pengerjaan yang lebih singkat menjadi prioritas terlebih dahulu. Sehingga dari solusi tersebut permasalahan pada objek penelitiannya dapat diselesaikan dan dapat diterapkan pada penelitian ini.

Solusi ketiga yang bisa diterapkan untuk menyelesaikan masalah keterlambatan adalah dengan merancang sistem informasi. Hal ini dijelaskan pada penelitian yang dilakukan oleh Rudi dan teman-temannya pada tahun 2021. Pada penelitian tersebut dirancang sebuah sistem informasi dengan model kanban. Dari penyelesaian tersebut dapat mengurangi permasalahan *supply chain* khususnya pengiriman material yang sudah diterapkan. Hasil dari penelitian ini menyebabkan menurunnya keterlambatan produksi akibat adanya permasalahan *supply chain* material sebesar 15%. Dari penjelasan tersebut dapat dikatakan bahwa solusi perancangan sistem informasi dapat diterapkan untuk menyelesaikan masalah keterlambatan.

Solusi terakhir yang dapat diterapkan untuk menyelesaikan masalah keterlambatan pada penelitian ini berupa perancangan untuk merapikan tata letak penyimpanan. Pada penelitian yang dilakukan oleh Kusnadi dkk (2018) dengan memperbaiki layout tata letak dapat menurunkan utilitas dari 77% menjadi 37,11% pekerja. Sehingga dari kegiatan ini dapat mengurangi adanya kegiatan pemborosan

yang menyebabkan munculnya masalah keterlambatan pada objek penelitiannya. Selain itu penerapan solusi perbaikan dan merapikan tata letak juga dilakukan pada penelitian dari Tirtana dkk. (2020) dan Wibowo (2021) juga mampu menyelesaikan permasalahan terkait keterlambatan. Sehingga dari penjelasan tersebut, solusi perbaikan tata letak menjadi alternatif solusi yang dapat diterapkan diperusahaan.

2.1.3. Penelitian Sekarang

Pada penelitian sekarang diperoleh rumusan masalah mengenai keterlambatan yang dikarenakan adanya proses penyiapan faktur pesanan yang kurang baik yang ditandai dengan adanya kegiatan pengulangan sehingga termasuk kedalam pemborosan (*waste*), dan masih dilakukan pengiriman faktur secara manual. Selain itu, adanya batasan pengembangan sistem informasi terintegrasi yang masih belum bisa dijalankan oleh perusahaan dan kendala dalam penambahan jumlah karyawan di gudang PT Natural Nusantara. Permasalahan tersebut dapat dikatakan unik karena mengacu pada masalah yang ditemukan di lokasi berbeda dengan karakteristik masalah yang berbeda juga. Dikarenakan adanya masalah dengan karakteristik yang berbeda pastinya memerlukan strategi penyelesaian yang berbeda dibandingkan penelitian sebelumnya. Oleh karena itu, pada penelitian sekarang terdapat beberapa keunikan antara lain:

a. Data

Data kebutuhan yang diinginkan oleh konsumen selaku pihak eksternal perusahaan diperoleh secara penyebaran kuesioner. Data tersebut digunakan sebagai salah satu dasar penelitian ini. Dibandingkan dengan penelitian sebelumnya hanya mengacu pada permasalahan internal di perusahaan saja tanpa melibatkan pihak eksternal perusahaan.

b. Metode

Metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan pada penelitian ini menggunakan *tool* yang dimodifikasi sesuai kondisi perusahaan. Modifikasi *tools* yang belum ada dipenelitian sebelum yaitu penggunaan *tools* simulasi sebagai evaluasi solusi perbaikan. Hal ini dilakukan untuk menggambarkan hasil jika solusi penyelesaian diterapkan di perusahaan. Selain itu, pada bagian analisis dilakukan dengan menggunakan pendekatan yang biasa diterapkan pada industri manufaktur, sedangkan pada penelitian saat ini diterapkan pada industri jasa.

c. Solusi

Pada penelitian ini dilakukan pembangkitan alternatif solusi dengan menggunakan *tools fishbone* diagram yang jarang dilakukan pada penelitian sebelumnya serta dilakukan pemilihan solusi berdasarkan hasil penilaian dari *stakeholder*. Pada penelitian sebelumnya solusi penyelesaian diperoleh dengan menentukan langsung solusi yang akan diterapkan berdasarkan studi pustaka yang diperoleh.

2.2. Dasar Teori

2.2.1. Lean

Lean adalah sebuah metode pendekatan dengan mengidentifikasi tingkat pemborosan dengan tujuan mengurangi aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah (*nonvalue added activity*) melalui suatu tindakan perbaikan yang diharapkan dapat dilakukan secara berkelanjutan (Gaspersz & Fontana, 2011). Adapun proses yang dilakukan adalah dengan pengaliran produk (*material*, *work in process*, dan *output*) serta informasi dengan menggunakan sistem tarik (*pulse system*) dari pihak internal maupun eksternal guna memperoleh keunggulan dari produk tersebut (Gaspersz & Fontana, 2011). Sebelum menghilangkan suatu *waste*, hal terpenting yang harus diketahui adalah memahami *waste* dan keberadaannya. Terdapat 7 (tujuh) macam *waste*, antara lain (Gaspersz & Fontana, 2011):

a. *Overproduction*

Overproduction waste adalah *waste* yang kerap ditemui dalam proses manufaktur. *Waste* ini terjadi saat proses produk yang cepat atau melebihi permintaan. Hal tersebut berakibat pada inventori berlebih dan mengganggu aliran informasi dari perusahaan. Pada saat permintaan pasar sedang menurun tentunya akan berdampak besar dan menjadi masalah yang sangat serius bagi perusahaan.

b. *Defects*

Defect adalah jenis *waste* yang berakibat pada kesalahan yang terjadi saat proses produksi, masalah kualitas pada produk yang dihasilkan. Dampak yang diakibatkan oleh adanya *defect* antara lain dibutuhkannya jaminan ekstra dan biaya pengiriman. Dampak lain yang dapat diakibatkan adalah ketidakpuasan konsumen yang mengakibatkan berkurangnya kesempatan bisnis dan *market share*.

c. *Waiting*

Waiting adalah jenis *waste* yang diakibatkan karena penggunaan waktu yang tidak efisien. *Waste* ini berupa ketidakaktifan dari informasi, pekerja, material, maupun produk. Periode proses yang cukup panjang menyebabkan aliran proses terganggu dan dapat memperpanjang *lead time* saat proses produksi, seperti pekerja menganggur karena tugas yang sudah selesai maupun pekerja yang menunggu akibat material yang datang terlambat.

d. *Motion*

Motion merupakan jenis *waste* yang berkaitan dengan segala pemakaian waktu yang tidak memberikan nilai tambah bagi proses maupun produk. *Motion* ini terjadi pada aktifitas pekerja di pabrik yang muncul akibat kondisi lingkungan kerja dan peralatan yang tidak ergonomis. Akibat yang timbul adalah rendahnya produktivitas pekerja dan terganggunya *lead time* produksi.

e. *Processing*

Processing adalah *waste* yang terjadi akibat proses prosedur yang salah sehingga proses produksi yang terjadi tidak tepat, misalnya ketidaksesuaian kapasitas penggunaan peralatan atau mesin dan kemampuan operasi kerja.

f. *Transportation*

Transportation adalah *waste* akibat terjadinya pergerakan berlebih dari pekerja, informasi, produk, bahkan material sehingga berakibat pada pemborosan waktu, usaha, maupun biaya. *Transportation* ini memiliki kaitan dengan tata letak rantai produksi maupun fasilitas penyimpana, sehingga apabila unit produksi dan penyimpanan jauh maka akan menyebabkan jarak tempuh yang cukup jauh pada transportasi dan perpindahan material.

g. *Inventory*

Inventory adalah *waste* yang diakibatkan karena adanya persediaan yang tidak perlu karena penyimpanan barang berlebihan serta keterlambatan informasi produk maupun material. Akibat dari adanya *inventory waste* ini adalah peningkatan biaya dan penurunan pelayanan pada *customer*.

Penerapan konsep *lean* dapat dilakukan dengan melalui 5 langkah. Adapun 5 langkah tersebut adalah sebagai berikut (Gaspersz & Fontana, 2011):

a. *Specify value*

Pada tahap ini, diawali dengan menentukan manfaat dari pemberian nilai pada suatu produk atau pelayanan melalui sudut pandang konsumen bukan melalui sudut pandang perusahaan.

b. *Identify value stream*

Langkah kedua adalah melakukan identifikasi tahapan – tahapan yang diperlukan, mulai dari proses desain, pemesanan, dan pembuatan produk berdasarkan keseluruhan *value stream* guna menemukan pemborosan yang tidak memiliki nilai tambah (*non value adding waste*).

c. *Flow*

Langkah ketiga adalah melakukan aktifitas yang dapat menciptakan suatu nilai tanpa adanya gangguan, proses *rework*, aliran balik, aktivitas menunggu (*waiting*) maupun sisa produksi

d. *Pulled*

Langkah keempat yaitu dengan sistem tarik yang artinya memanfaatkan sinyal dari konsumsi pemakaian produk yang dihasilkan untuk mengawali proses produksi.

e. *Perfection*

Langkah terakhir adalah langkah untuk berusaha mencapai kesempurnaan dengan menghilangkan *waste* (pemborosan) secara bertahap dan berkelanjutan. Pada dasarnya, langkah ini merupakan prinsip dasar mengeliminasi suatu *waste*.

2.2.2. *Six sigma*

a. Pengertian *Six sigma*

Six sigma adalah pendekatan yang memiliki fokus pada proses guna melakukan perbaikan dan meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan dalam proses bisnis.

Six sigma telah didefinisikan oleh beberapa ahli, antara lain:

- i. Menurut Gaspersz (2002), *six sigma* merupakan metode peningkatan proses bisnis yang memiliki tujuan menemukan dan mengurangi faktor penyebab kecacatan dan kesalahan, meningkatkan produktivitas, mengurangi waktu siklus maupun biaya operasi, memenuhi kebutuhan pelanggan dengan lebih baik, mencapai tingkat penggunaan aset yang lebih tinggi, serta memperoleh imbalan atas investasi yang lebih baik dari segi produksi maupun pelayanan.
- ii. Menurut Pande dkk (2003), *Six sigma* merupakan sebuah konteks yang mengintegrasikan praktik terbaik dan konsep manajemen yang berharga. Akan tetapi, dalam integrasi yang dilakukan kerap tidak berkaitan, mencakup pemikiran sistem, perbaikan secara terus menerus, perubahan masal (*mass customization*), manajemen pengetahuan (*knowledge management*) dan manajemen dengan basis aktivitas (*activity-based management*).

iii. Menurut Greg Brue (2004), *six sigma* adalah konsep statistik yang mengukur proses dengan kaitannya berdasarkan cacat atau kerusakan. Dalam mencapai “enam sigma” berarti bahwa proses menghasilkan hanya 3,4 cacat per sejuta peluang.

b. Konsep Dasar *Six sigma*

Pada pemahaman konsep dasar suatu materi, konsep *six sigma* merupakan suatu pendekatan teknis dengan ketelitian yang tinggi dan sering digunakan oleh insinyur dan ahli statistik lainnya (Pande, dkk., 2003). Dalam konsep ini *six sigma* digunakan untuk membuat kesatuan produk yang mengalami proses (Pande dkk., 2003)

c. Elemen *six sigma*

Dari penjelasan yang dijelaskan oleh Pande dan teman-temannya (2003) menyatakan bahwa *six sigma* terbagi menjadi beberapa elemen sebagai berikut:

- i. Fokus prioritas utama adalah pelanggan
- ii. Data dan fakta menjadi menjadi faktor utama penggerak manajemen dan analisis.
- iii. Terfokus pada suatu proses, manajemen, dan perbaikan
- iv. Tingkat manajemen yang proaktif
- v. Kolaborasi tanpa ada batasan
- vi. Adanya toleransi terhadap kegagalan agar menjadi dorongan yang sempurna

d. Aplikasi *Six sigma*

Dalam aplikasi *six sigma* digunakan pendekatan menyeluruh guna menyelesaikan masalah dengan perbaikan kualitas serta peningkatan proses melalui fase DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) (Montgomery, 2005). Adapun fungsi Fase DMAIC yang diterapkan dalam suatu proyek memiliki tahapan-tahapan hingga implementasi yang diperoleh dari analisa terhadap akar masalah yang terdapat dalam langkah DMAIC. Menurut Thomas Pyzdek (2003) adapun penjelasan dari DMAIC adalah sebagai berikut

i. *Define*

Fase *define* adalah fase untuk menetapkan tujuan-tujuan kegiatan perbaikan. Level yang berbeda dalam suatu organisasi akan memiliki sasaran atau tujuan yang berbeda, misalnya pada level atas (manager) sasarannya adalah melakukan strategi mendapatkan tingkat pengembalian yang lebih tinggi, sedangkan pada level operasi sasarannya adalah peningkatan produksi.

ii. *Measure*

Fase *measure* adalah fase untuk melakukan pengukuran sistem yang sudah ada dengan menciptakan suatu pengukuran yang dapat diandalkan dan dapat divalidasi guna membantu dalam monitoring perkembangan ke arah tujuan yang telah ditetapkan di awal.

iii. *Analyze*

Fase ini dilakukan evaluasi sistem dengan menemukan cara dalam mengeliminasi celah antara proses atau sistem yang ada dengan tujuan yang hendak dicapai. Alat – alat yang digunakan adalah alat-alat statistik untuk menjadi pedoman dalam melakukan analisis.

iv. *Improve*

Fase ini dilakukan perbaikan sistem dengan menemukan cara-cara baru untuk melakukan hal yang lebih baik, murah, dan cepat.

v. *Control*

Pada fase *control* dilakukan pembudayaan sistem baru dengan kebijakan-kebijakan, prosedur, maupun pedoman pengoperasian dan sistem manajemen lainnya.

2.2.3. Value Stream Map

Value stream mapping merupakan alat analisis yang terdapat pada konsep lean. Dalam penerapannya, value stream mapping akan digunakan untuk memetakan aliran produksi serta informasi pada proses produksi produk (Garza-Reyes dkk., 2018). Tujuan dilakukan pemetaan ini agar memperoleh performa proses yang lebih efektif dan lebih baik. Terdapat 2 jenis pemetaan pada value stream mapping yaitu current state dan future state mapping (Garza-Reyes dkk., 2018). Penjelasan masing-masing jenis value stream mapping adalah sebagai berikut.

a. Current state map

Current state map adalah aliran suatu proses dari aliran material sampai dengan aliran informasi pada kondisi saat sekarang. Tujuan dari current state map adalah untuk menjelaskan kegiatan yang menambah nilai (*value added*) dan tidak menambah nilai (*nonvalue added*). Untuk membuat suatu current state mapping dapat dilakukan dengan langkah berikut ini.

i. Menentukan produk sebagai model line

Tahap ini adalah tahap awal dengan menentukan produk yang akan menjadi dasar pengambilan data di proses produksinya

ii. Menentukan *value stream manager*

Tujuan dari langkah ini adalah untuk menentukan orang yang memiliki pengalaman dan memahami seluruh proses dalam aliran produk yang sudah ditentukan

iii. Membuat peta untuk setiap kategori proses

Setelah kedua langkah tersebut selanjutnya dapat dirancang peta setiap kategori proses. Kelengkapan yang harus ada pada peta *current state mapping* adalah sebagai berikut.

1. Keterangan nama proses
2. Keterangan jumlah operator
3. Memasukan data *value* dan *nonvalue added* proses
4. Memasukan *cycle time* proses

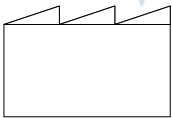
b. *Future state map*

Future state map merupakan peta aliran proses, material dan informasi pada kondisi usulan dan setelah dilakukannya analisis perbaikan. Peta ini dibuat dengan tujuan untuk menunjukkan aktivitas setelah perbaikan. Dalam pembuatan future state map dilakukan dengan langkah yang sama seperti current state map, namun ada sedikit perbedaan yang harus ada yaitu adanya perubahan atau peningkatan kondisi value added pada setiap proses, sehingga dapat menggambarkan proses yang lebih baik setelah dilakukannya perbaikan.

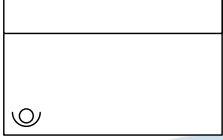
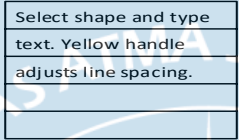







c. Simbol yang ada pada *Value Stream Mapping*

Simbol pada *value stream mapping* berfungsi sebagai gambaran kondisi aliran proses baik pada current atau future state map. Simbol dan beberapa penjelasan simbol pada *value stream mapping* dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut ini.


Tabel 2. 2Simbol Value Stream Map

No	Nama	Simbol	Fungsi
1	<i>Customer/supplier</i>		Simbol ini digunakan sebagai penunjuk titik awal dan akhir aliran. Supplier sebagai awal dan customer sebagai akhir

Tabel 2. 2. Lanjutan

No	Nama	Simbol	Fungsi
2	Proses		Simbol ini digunakan sebagai petunjuk proses yang dilalui aliran material. Simbol ini juga dapat menggambarkan departemen yang ada pada aliran.
3	Data box		Menunjukkan informasi / data yang dibutuhkan untuk mengamati dan menganalisis suatu sistem.
4	Operator		Menunjukkan jumlah operator yang dibutuhkan dalam siste
5	Inventoy		Menggambarkan keadaan suatu inventory diantaranya
6	Timeline		Digunakan untuk memberikan nilai tambah dan waktu yang tidak memberikan nilai tambah. Fungsi alat ini adalah menghitung <i>lead time</i> dan <i>total cycle time</i>
7	Push arrow		Menunjukkan gerakan dari suatu proses menuju proses berikutnya.
8	Shipment arrow		Menunjukkan aliran dari <i>raw material</i> hingga gudang penyimpanan akhir produk ataupun sampai ke konsumen
9	Production control		Dapat digunakan untuk menunjukkan penjadwalan pada suatu proses
10	Aliran informasi elektronik		Simbol ini digunakan untuk menunjukkan aliran secara elektronik.

Tabel 2. 2. Lanjutan

No	Nama	Simbol	Fungsi
11	Aliran informasi manual		Simbol ini menunjukkan aliran informasi secara manual

2.2.4. Process Activity Mapping

a. Penjelasan Process Activity Mapping

Process activity mapping adalah proses menggambarkan aktivitas yang dilakukan dan digunakan guna mengetahui aktivitas pada suatu proses yang termasuk dalam kategori aktivitas bernilai tambah ataupun tidak bernilai tambah (Mulyadi, 2003). Menurut penjelasan Mulyadi 2003 tahapan dalam penerapan *process activity mapping* dilakukan dengan 5 tahapan yaitu:

- i. Mendefinisikan alur proses operasi
- ii. Mengidentifikasi kegiatan yang termasuk pemborosan
- iii. Mempertimbangkan penyusunan ulang dari proses supaya lebih efisien
- iv. Mempertimbangkan perbaikan pola alur aktivitas
- v. Mempertimbangkan untuk menghilangkan aktivitas berat

b. Aktivitas bernilai tambah (*Value added activity*)

Value added activity adalah aktivitas yang dapat meningkatkan nilai produk atau jasa untuk konsumen (Siregar, 2013). Apabila aktivitas ini dihilangkan maka akan dapat menurunkan nilai produk kepada konsumen. Syarat untuk dapat dikatakan aktivitas bernilai tambah harus memenuhi kondisi berikut (Siregar, 2013):

- i. Aktivitas menyebabkan adanya perubahan fisik dan bentuk.
- ii. Perubahan fisik dan bentuk tidak dapat dilakukan oleh aktivitas sebelumnya
- iii. Aktivitas yang memungkinkan aktivitas lain untuk dilaksanakan

Sedangkan aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non value added activity*) merupakan suatu aktivitas yang mengonsumsi waktu, sumber daya, ataupun tempat sehingga hanya akan memberikan sedikit nilai tambah untuk produk atau jasa (Siregar, 2013). Berdasarkan hal tersebut, maka apabila aktivitas ini dihilangkan, nilai suatu produk atau jasa juga tidak akan berkurang. Aktivitas yang termasuk dalam jenis aktivitas tidak memberikan nilai tambah memiliki ciri sebagai berikut (Siregar, 2013):

- i. Dapat dihilangkan tanpa mempengaruhi entuk, kenyamanan atau fungsi produk atau jasa

- ii. Menimbulkan pemborosan dan hanya memberikan sedikit nilai tambah bagi produk atau jasa
- iii. Dilakukan karena adanya inefisiensi atau kesalahan dalam aliran proses
- iv. Pekerjaan ulang atas suatu pekerjaan yang telah dilakukan pada bagian atau departemen lain
- v. Dilakukan untuk mengawasi masalah kualitas
- vi. Menghasilkan *output* yang tidak perlu atau tidak diinginkan

Selain aktivitas bernilai tambah dan tidak bernilai tambah terdapat juga jenis aktivitas *necessary nonvalue* yang merupakan kegiatan yang masih perlu dilakukan namun tidak menambah nilai. Kegiatan ini memiliki kemungkinan untuk dikategorikan sebagai kegiatan nonvalue sehingga dapat direduksi agar memperoleh proses yang lebih efektif.

c. *Manufacturing Cycle Effectiveness* (MCE)

Manufacturing Cycle Effectiveness (MCE) merupakan ukuran persentase nilai *value added activity* yang digunakan oleh perusahaan untuk menghasilkan nilai tambah bagi konsumen (Mulyadi, 2003). Dalam penerapannya MCE menjadi alat analisis terhadap aktivitas yang ada dalam proses, misalnya lama waktu yang dikonsumsi oleh suatu aktivitas dari penanganan bahan baku sampai produk jadi. Perhitungan MCE dilakukan dengan memanfaatkan data waktu siklus yang telah terkumpulkan. Waktu siklus (*cycle time*) terdiri dari waktu proses (*processing time*), waktu inspeksi (*inspection*), pemindahan (*moving*), waktu tunggu (*waiting*), dan waktu penyiapan (*storage*) (Mulyadi, 2003). Dari informasi tersebut *Manufacturing Cycle Effectiveness* (MCE) dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$\text{Cycle time} = \text{Processing time} + \text{waiting time} + \text{moving time} + \text{Inspection Time} + \text{storage time} \quad (2.1)$$

$$\text{MCE} = (\text{Processing time})/(\text{Cycle time}) \quad (2.2)$$

2.2.5. Model Simulasi Arena

a. Sistem

Sistem merupakan sekumpulan orang atau mesin yang bekerja dan saling mempengaruhi satu sama lain guna mencapai sebuah penyelesaian yang logis. (Averill, 2015). Sistem dapat dikategorikan menjadi dua (2) yaitu sistem diskrit dan kontinu. Sistem diskrit adalah sistem dengan variable sistem yang dapat diubah hanya pada kondisi tertentu, sedangkan sistem kontinu merupakan sistem yang

variabelnya berubah secara terus menerus (Averill, 2015). Suatu sistem menurut Kelton 2006 dikategorikan sebagai berikut:

- i. Terdiri dari elemen yang membentuk satu kesatuan
- ii. Adanya tujuan dan saling ketergantungan satu sama lain
- iii. Adanya interaksi antar elemen
- iv. Terdapat mekanisme transformasi dari *input* menjadi *output*
- v. Terdapat lingkungan yang berpengaruh pada dinamika sistem

b. Model

Model adalah gambaran yang dapat digunakan untuk mengekspresikan sesuatu yang tidak dapat diamati secara langsung (Kelton, Sadowski, & T. Sturrock, 2006). Sebuah model dapat berupa *prototype*, simbol atau perbandingan dari sebuah objek. Model dapat dikatakan baik apabila model tersebut memiliki beberapa fungsi yang dapat digunakan untuk analisis. Kegunaan dari model yang dijelaskan oleh Kelton 2006 adalah sebagai berikut:

- i. *Understanding* (memahami)
Model memiliki fungsi untuk menjawab pertanyaan mengapa dan bagaimana.
- ii. *Learning* (mempelajari)
Model ini digunakan untuk memberikan pengajaran kepada manajer atau tenaga kerja mengenai faktor-faktor dalam sistem yang menentukan performansi.
- iii. *Improvement* (mengembangkan)
Model ini digunakan untuk memperbaiki dan tentunya mengembangkan perancangan sistem maupun informasi.
- iv. *Optimization* (mengoptimalkan)
Model digunakan untuk menentukan kombinasi parameter pada suatu sistem guna mendukung pencapaian hasil yang optimal.
- v. *Decision making* (membuat keputusan)
Model dapat digunakan untuk membantu proses analisis pengambilan keputusan.

c. Simulasi

Simulasi adalah suatu percobaan yang bertujuan untuk menggambarkan dan membuat tiruan dari sifat, tampilan, dan karakteristik dari sebuah sistem nyata (Averill, 2015). Dalam merancang sebuah simulasi, perlu dilakukan melalui beberapa tahap sebagai berikut (Kelton, dkk., 2006):

- i. Memformulasikan masalah

Pada langkah ini akan dilakukan pengenalan garis besar suatu sistem seperti masalah yang ada, objek yang menjadi fokus analisis, variabel yang terlibat, hal-hal yang menjadi kendala, dan ukuran performansi yang akan digunakan.

ii. Mengumpulkan data dan informasi

Pada tahap ini akan dikumpulkan informasi dan data yang dapat menunjang pemodelan dari suatu sistem. Data tersebut akan diinputkan ke dalam model yang sudah disusun.

iii. Memilih *software* dan mengembangkan model

Pada tahap ini, model sudah dapat disusun dan dikembangkan dengan menggunakan *software* yang sesuai.

iv. Melakukan verifikasi dan validasi model

Pada langkah verifikasi dan validasi akan dilakukan pengecekan terhadap model untuk memastikan model sudah berlaku dan sesuai dengan konsep serta asumsi yang dibuat.

v. Melakukan analisis dan eksplorasi model

Pada tahap ini, sistem yang sudah disimulasikan dapat dianalisis. Pada sistem yang terbuka eksplorasi model dilakukan dengan mengubah kondisi *input* data maupun keadaan lain.

vi. Melakukan eksperimen optimasi model

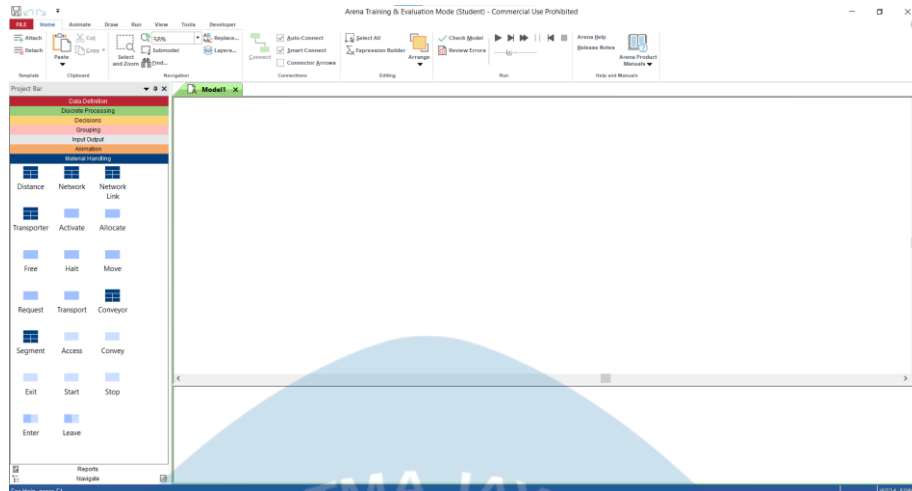
Pada tahap ini dirancang eksperimen guna menjawab formulasi permasalahan yang sudah dirancang. Dengan melakukan hal ini, maka akan diperoleh hasil yang optimal sehingga dapat dipertimbangkan untuk pengembangan atau perbaikan sistem nyata.

vii. Mengimplementasikan hasil simulasi

Hasil simulasi yang sudah memiliki kondisi optimal akan disampaikan pada pihak yang berkaitan langsung. Hasil simulasi dapat diimplementasikan secara langsung pada kondisi nyata.

d. *Software* Arena





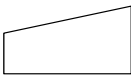
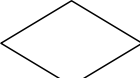
Semua informasi penjelasan mengenai *software* Arena ini mengacu pada buku dari Kelton berjudul "*Simulation with Arena*". Arena merupakan salah satu *software* yang dapat digunakan untuk mensimulasikan suatu proses. Modul *flowchart* merupakan modul yang digunakan pada model simulasi Arena untuk memodelkan logika sistem. Selain itu, juga digunakan modul data untuk mendefinisikan komponen dari sistem yang dimodelkan. Secara umum gambaran *software* Arena yang dijalankan pada komputer dapat dilihat pada Gambar 2.1 berikut ini.



Gambar 2. 1. Tampilan Interface Software Arena

Dalam penerapan *software* Arena akan menggunakan beberapa modul. Modul tersebut akan digunakan sebagai alat untuk memodelkan dan mensimulasikan suatu proses. Beberapa modul yang ada di dalam *software* Arena akan dijelaskan pada Tabel 2.3 berikut ini.

Tabel 2. 3. Contoh daftar Modul pada Software Arena

No	Modul	Simbol	Fungsi Modul
1	<i>Create</i>		Sebagai titik awal masuknya entitas sistem yang akan disimulasikan.
2	<i>Dispose</i>		Modul ini adalah titik akhir untuk entitas dalam model simulasi yang dapat digunakan untuk merekam hasil dari simulasi
3	<i>Process</i>		Modul ini digunakan untuk mendefinikan proses yang terjadi pada sistem
4	Batch		Modul ini berfungsi untuk mengumpulkan sejumlah entitas sebelum dapat diproses pada proses selanjutnya
5	Separate		Modul ini dapat digunakan untuk membagi entitas yang sebelumnya sudah dikumpulkan
6	Decide		Modul ini dapat digunakan untuk menentukan keputusan yang ada dalam proses.

Pada *software* Arena juga terdapat alat dengan nama *input analyzer*. *Tool* ini digunakan untuk menentukan fungsi distribusi probabilitas dari data *input*. Selain itu juga dapat digunakan untuk mencocokkan fungsi spesifik dari distribusi data file dan membandingkan fungsi distribusi atau untuk menampilkan efek dari perubahan parameter untuk distribusi yang sama. *Input Analyzer* menampilkan *input* data acak tersebut yang kemudian dapat dianalisis menggunakan fitur perangkat lunak 21 *fitting distribution* untuk mencari bentuk distribusi yang sesuai dalam menggambarkan data tersebut. Data yang akan dimasukkan sebelumnya harus disimpan dalam *notepad* dengan format.dst karena *input Analyzer* Arena hanya dapat membaca masukan dari format.dst.

