TUGAS AKHIR – IS 184853

PENGEMBANGAN MODEL SISTEM DINAMIK UNTUK MELAKUKAN PEMELIHARAAN OPERASIONAL ASET UNIT FILTRASI UNTUK PENINGKATAN KINERJA ASET (STUDI KASUS: PT. PETROKIMIA BABAT)

THE DEVELOPMENT OF DYNAMICS SYSTEM MODEL TO MAINTAIN FILTERING UNIT ASSETS TO IMPROVE ASSETS PERFORMANCE (CASE STUDY: PT. PETROKIMIA BABAT)

Farin Reggie Hananta

NRP 0521 13 40000 022

Dosen Pembimbing

Erma Suryani,S.T., MT., Ph.D

Rully Agus Hendrawan, S.Kom., M.Eng

DEPARTEMEN SISTEM INFORMASI

Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2020

FINAL PROJECT – IS 184853

THE DEVELOPMENT OF DYNAMICS SYSTEM MODEL TO MAINTAIN FILTERING UNIT ASSETS TO IMPROVE ASSETS PERFORMANCE (CASE STUDY: PT. PETROKIMIA BABAT)

Farin Reggie Hananta

NRP 0521 13 40000 022

Academic Promotor

Erma Suryani, S.T., M.T., Ph.D

Rully Agus Hendrawan, S.Kom., M.Eng

INFORMATION SYSTEM DEPARTMENT

Communication and Information Technology Faculty

Institute Technology Sepuluh Nopember

Surabaya 2020

FINAL PROJECT – IS 184853

PENGEMBANGAN MODEL SISTEM DINAMIK UNTUK MELAKUKAN PEMELIHARAAN OPERASIONAL ASET UNIT FILTRASI UNTUK PENINGKATAN KINERJA ASET (STUDI KASUS: PT. PETROKIMIA BABAT)

Farin Reggie Hananta

NRP 0521 13 40000 022

Dosen Pembimbing

Erma Suryani, S.T., M.T., Ph.D

Rully Agus Hendrawan, S.Kom., M.Eng

DEPARTEMEN SISTEM INFORMASI

Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2020

LEMBAR PENGESAHAN

PENGEMBANGAN MODEL SISTEM DINAMIK UNTUK MELAKUKAN PEMELIHARAAN OPERASIONAL ASET UNIT FILTRASI UNTUK PENINGKATAN KINERJA ASET (STUDI KASUS : PT. PETROKIMIA BABAT)

TUGAS AKHIR

Disusun Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)
pada
Departemen Sistem Informasi
Fakultas Teknologi Elektro dan Informatika Cerdas (ELECTICS)
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh

Farin Reggie Hananta
05211340000022

Surabaya, 28 Agustus 2020

Kepala Departemen Sistem Informasi

Dr. Mudjahidin, ST., MT.
NIP. 197010102003121001

LEMBAR PERSETUJUAN

PENGEMBANGAN MODEL SISTEM DINAMIK UNTUK MELAKUKAN PEMELIHARAAN OPERASIONAL ASET UNIT FILTRASI UNTUK PENINGKATAN KINERJA ASET

(STUDI KASUS : PT. PETROKIMIA BABAT)

TUGAS AKHIR

Disusun Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Komputer

Pada

Jurusan Sistem Informasi

Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

FARIN REGGIE HANANTA

NRP. 0521 13 40000 022

Disetujui Tim Penguji : Tanggal Ujian :

Periode Wisuda : September 2020

Erma Suryani, S.T ., M.T ., Ph.D. **(Pembimbing I)**

Rully Agus Hendrawan, S.Kom., M.Eng. **(Pembimbing II)**

Dr. Mudjahidin, S.T., M.T. **(Penguji I)**

Andre Parvian Aristio, S.Kom., M.Sc. **(Penguji II)**

PENGEMBANGAN MODEL SISTEM DINAMIK UNTUK MELAKUKAN PEMELIHARAAN OPERASIONAL ASET UNIT FILTRASI UNTUK PENINGKATAN KINERJA ASET (STUDI KASUS : PT. PETROKIMIA BABAT)

Nama Mahasiswa	**: Farin Reggie Hananta**
NRP	**: 0521 13 40000 022**
Departemen	**: Sistem Informasi**
Pembimbing	**: 1. Erma Suryani, S.T.,MT., PhD**
	2. Rully Agus Hendrawan, S.Kom., M.Eng

ABSTRAK

PT. Petrokimia Babat adalah cabang pembantu dari PT. Petrokimia Gresik yang bergerak di bidang penjernihan air dan menyalurkan salah satu komponen usaha milik PT.Petrokimia Gresik dari kota Babat ke kota Gresik. Agar PT. Petrokimia Babat dapat bekerja secara optimal, salah satu hal yang diperhatikan PT. Petrokimia Babat adalah mengenai asset yang digunakan dala kegiatan operasionalnya. Namun setiap aset yang digunakan pasti membutuhkan perbaikan. Akibatnya dapat mengganggu proses bisnis dan layanan menjadi tidak optimal. Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka dilakukan pemeliharaan dan monitoring dengan manajemen aset pada unit filtrasi. Sistem dinamik dilakukan untuk memahami permasalahan yang ada pada pemeliharaan dan monitoring yang kemudian dilakukan simulasi model agar mendapatkan skenario alternatif terbaik, dan dapat memecahkan masalah – masalah kompleks yang muncul. Hasil yang diharapkan adalah peningkatan kinerja aset

yang lebih baik dan meningkatkan kinerja aset PT. Petrokimia Babat

Kata Kunci: Sistem Dinamik, Simulasi, Pemeliharaan Aset, **Efisiensi**

Halaman ini sengaja dikosongkan

THE DEVELOPMENT OF DYNAMICS SYSTEM MODEL TO MAINTAIN FILTERING UNIT ASSETS TO IMPROVE ASSETS PERFORMANCE (CASE STUDY : PT. PETROKIMIA BABAT)

Student Name ***: Farin Reggie Hananta***

NRP ***: 0521 13 40000 022***

Departement **: Information System**

Supervisor **: 1. Erma Suryani, S.T.,MT.,PhD**

2. Rully Agus Hendrawan, S.Kom., M.Eng

ABSTRACT

PT. Petrokimia Babat is the branh company of PT. Petrokimia Gresik who run at water purification and distribute one of their main product from Babat to Gresik. So, if PT. Petrokimia Babat works optimally, one of the main issue in PT. Petrokimia Babat are their operational aset. But, every asset needs to repair and maintenance. As the result, some of the main operational distrubed and ruined. To resolve those problems, the organization did maintenance and monitoring with asset management in filtration. With using dynamic system to understand the problems in maintenance and monitoring, then with using model simulation to get the best alternative scenario. The result of this scenario is to improve assets performance.

Keywords : Dynamic System, Simulation, Maintenance Aset, Efficiency

Halaman ini sengaja dikosongkan

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama	: Farin Reggie Hananta
NRP	: 05211340000022
Tempat/Tanggal lahir	: Lamongan, 3 Januari 1995
Fakultas/Departemen	: Fakultas Teknologi Elektro dan Informatika Cerdas / Departemen Sistem Informasi
Nomor Telp/Hp/email	: 085546649970 / farin.hananta@gmail.com

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa penelitian/makalah/tugas akhir saya yang berjudul

PENGEMBANGAN MODEL SISTEM DINAMIK UNTUK MELAKUKAN PEMELIHARAAN OPERASIONAL ASET UNIT FILTRASI UNTUK PENINGKATAN KINERJA ASET (STUDI KASUS: PT. PETROKIMIA BABAT)

Bebas Dari Plagiarisme Dan Bukan Hasil Karya Orang Lain.

Apabila dikemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian penelitian/makalah/tugas akhir tersebut terdapat indikasi plagiarisme, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan dan ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 26 Agustus 2020

Farin Reggie Hananta
NRP. 05211340000022

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas rahmat Allah subhanahu wa ta'ala karena atas rahmat dan anugerah-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul

"PENGEMBANGAN MODEL SISTEM DINAMIK UNTUK MELAKUKAN PEMELIHARAAN OPERASIONAL ASET UNIT FILTRASI UNTUK PENINGKATAN KINERJA ASET (STUDI KASUS : PT. PETROKIMIA BABAT)".

Skripsi ini merupakan salah satu syarat kelulusan Program Sarjana Departemen Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Tentunya dalam pengerjaan tugas akhir ini penulis telah mendapatkan dukungan dan bantuan dari banyak pihak. Oleh karena itu, penulis hendak menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir tepat waktu.
2. Ayah dan Ibu penulis, yang selalu menjadi semangat bagi penulis untuk melakukan yang terbaik, dan selalu mendoakan penulis sedari kecil hingga lulus..
3. Ibu Erma Suryani dan Bapak Rully Agus Hendrawan selaku Dosen Pembimbing penulis, yang dengan sabar sudah membimbing dan memotivasi penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Teman-teman kontrakan Sekitar Kita yang telah membantu mmberikan cerita dan semangat dalam menyelesaikan tugas akhir.
5. Seluruh teman – teman, keluarga BELTRANIS yang memberikan dukungan dan cerita selama melakukan studi.

6. AD yang menemani dan memberikan dukungan dalam pengerjaan tugas akhir.
7. Seluruh *civitas akademika* Jurusan Sistem Informasi ITS dan seluruh pihak yang telah membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung dan telah memberikan dukungan sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baikAsisten laboratorium Sistem Enterprise yang membantu penulis dalam hal administrasi penyelesaian tugas akhir..

Semoga tulisan ini bermanfaat bagi orang yang membaca, bagi penelitian dan pengembangan penelitian lainnya. Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kesempurnaan karena kesempurnaan sejatinya hanya milik Allah SWT, maka saran dan kritik yang konstruktif dari semua pihak sangat diharapkan demi perbaikan selanjutnya.

Surabaya, 14 May 2020

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR xiii
DAFTAR ISI.....xv
DAFTAR GAMBAR xvii
DAFTAR TABEL.....xix
1. xix
1. BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar belakang masalah..... 1
1.2 Rumusan Masalah..... 3
1.3 Batasan Masalah..... 3
1.4 Tujuan..... 4
1.5 Manfaat..... 4
1.6 Relevansi..... 4
2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... 6
2.1 Penelitian sebelumnya..... 7
2.2 Landasaan Teori 10
2.2.1 PT. Petrokimia Babat.....10
2.2.2 Aset.....10
2.2.3 Pemodelan dan Simulasi 11
2.2.4 Sistem Dinamik.....12
2.2.5 Casual Loop Diagram 14
2.2.6 Verifikasi dan Validasi 15
3. BAB III METODOLOGI.....17
3.1 Diagram Metodologi 17
3.2 Uraian Metodologi.....18
3.2.1 Identifikasi Pernasalahan 18
3.2.2 Studi Literatur 18
3.2.3 Pengumpulan Data.....18
3.2.4 Penyusunan Model 19
3.2.4.1 Casual Loop Diagram.....19
3.2.5 Pembuatan Simulasi.....20
3.2.6 Verifiasi dan Validasi Model 20
3.2.7 Penyusunan dan Analisi Skenario.....20
3.2.8 Kesimpulan dan Saran 21
3.3 Jadwal Kegiatan.....21
4. BAB IV MODEL DAN IMPLEMENTASI.....23

4.1 Data Masukan 23
4.2 Analisis Data 23
4.3 Pembuatan Konseptual Model 24
4.4 Pemodelan Sistem 28
4.4.1 Sub-Model Condition Effect 35
4.4.2 Sub-Model Asset Condition 37
4.4.3 Sub-Model Maintain Rebility 47
4.4.4 Sub-Model SDA 48
4.4.5 Sub-Model Maintenance Aset 49
4.5 Pemodelan Sistem ..**Error! Bookmark not defined.**
4.5.1 Verifikasi 54
4.5.2 Verifikasi .....**Error! Bookmark not defined.**
5. BAB V PENGEMBANGAN SKENARIO DAN ANALISIS HASIL 67
5.1 Skenario Struktur 68
5.2 Analisa Hasil 77
6. BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 81
6.1 Data Masukan .....**Error! Bookmark not defined.**
6.2 Saran 82
7. DAFTAR PUSTAKA 83

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Kerangka kerja riset laboratorium sistem enterprise 5
Gambar 2.1 Cara mempelajari sistem.....11
Gambar 2.2 Diagram Kausatik.....14
Gambar 3.1 Diagram metodologi 17
Gambar 3.2 Casual Loop Diagram 20
Gambar 4.1 Casual Loop Diagram 25
Gambar 4.2 Variabel yang Memperngaruhi Aset Condition...26
Gambar 4.3 Variabel yang Dipengaruhi Aset Condition 26
Gambar 4.4 Variabel yang Mempengaruhi Maintenance Aset27
Gambar 4.5 Variabel yang Dipengaruhi Maintenance Aset....27
Gambar 4.6 Variabel yang Mempengaruhi Maintain Reability 27
Gambar 5.1.1 Skenario 1 : Aset Backwash System.....69

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terkait-1. **Error! Bookmark not defined.**
Tabel 2.2 Penelitian Terkait-2. **Error! Bookmark not defined.**
Tabel 2.3 Penelitian Terkait-3. **Error! Bookmark not defined.**
Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian Tugas Akhir.....**Error! Bookmark not defined.**
Tabel 4.1 Tabel Perbandingan. **Error! Bookmark not defined.**
Tabel 4.2 Objek Wisata Utama dan Sekitar Candi Borobudur ..... **Error! Bookmark not defined.**
Tabel 4.3 Oleh - Oleh dan Kuliner ..... **Error! Bookmark not defined.**
Tabel 4.4 Hotel atau Penginapan..... **Error! Bookmark not defined.**
Tabel 4.5 Daftar Atraksi Wisata..... **Error! Bookmark not defined.**
Tabel 4.6 Pusat Oleh - Oleh, Restaurant dan Kerajinan Tangan ..... **Error! Bookmark not defined.**
Tabel 4.7 Itenerary Wisata..... **Error! Bookmark not defined.**
Tabel 4.8 Restaurant dan Cofeeshop ..... **Error! Bookmark not defined.**

BAB I
PENDAHULUAN

Pada bab ini menjelaskan beberapa hal mendasar mengenai tugas akhir yang diangkat meliputi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, dan manfaat serta relevansi dari tugas akhir ini. Dari uraian tersebut diharapkan gambaran umum masalah dan pemecahan tugas akhir ini dapat dipahami.

1.1 Latar belakang masalah

Aset adalah sesuatu yang sangat berharga yang dimiliki oleh tiap-tiap perusahaan. Semakin tinggi skala bisnis sebuah perusahaan maka aset yang dikelolapun meningkat. Pengelolaan aset bergantung pada kemampuan menentukan komponen kritis dan menentukan pendefinisian kondisi aset [1]. Dengan memaksimalkan bagian tersebut, maka sebuah perusahaan dapat meminimalkan risiko dan biaya. Keuntungan dengan memiliki manajemen aset yang bekerja dengan maksimal antara lain : dapat mencatat dan menyimpan daftar aset, penyusunan secara otomatis, dan laporan aset [2]. Dengan memiliki daftar aset, kita dapat memonitor aset beserta nila aset yang dimiliki. Kemudian dengan laporan aset yang real time, maka setiap transaksi ataupun produksi yang telah dilakukan akan secara langsung tercatat.

Semua perusahaan termasuk PT. Petrokmia Gresik dan produk yang dihasilkan yaitu pupuk. Salah satu komponen yang dapat membuat pupuk tidak berasal dari gresik melainkan salah satu hasil dari investasi PT. Petrokimia Gresik yang berada di kota babat, dengan membangun sebuah Instalasi Penjernihan Air. PT. Petrokimia Babat berkewajiban menhasilkan penjernihan air agar dan menyalurkan hasil penjernihan air ke PT. Petrokimia Gresik agar dapat menghasilkan produk yang berkualitas [3]. Tidak hanya satu pabrik instalasi penjernihan air, PT. Petrokimia Gresik akhirnya membangun Instalasi Penjernihan Air di daerah Gunungsari dengan kapasitas 720m3/jam dengan harapan dapat meningkatkan produksi pupuk mencapain 10

ton [3]. Kinerja aset yang baik ditandai dengan kondisi fisik yang baik. Diantaranya ciri-ciri aset yang dapat beroperasi dengan baik adalah: Penyusunan kondisi, artinya berdasarkan kebutuhan dan layanan operasional dalam kondisi aman, mudah, dan ramah lingkungan. Kemudian pemeriksaan aset, artinya membandingkan kondisi aset yang sedang beroperasi dengan kondisi aset yang digunakan sebelumnya, apakah performa aset dalam kondisi bagus atau dalam kondisi kurang maksimal. Selanjutnya planning kondisi aset di masa mendatang. Maksudnya adalah merencanakan dan menjadwalkan pemeliharaan dan monitoring aset yang dimiliki agar aset tetap beroperasi ecara optimal. Dalam kegiatan operasional setiap hari kinerja aset diharapkan akan selalu bekerja secara optimal, namun aset yang beroperasi setiap hari juga memiliki umur asetnya sendiri dan tidak bisa digunakan setiap waktu. Agar tetap dapat menyalurkan penjernihan air, PT. Petrokimia Babat memiliki aset yang dapat menunjang kegiatan operasional instalasi penjernihan air, salah satunya yaitu unit filtrasi. Namun tidak menutup kemungkinan terjadi kesalahan atau kerusakan pada unit filtrasi karena aset yang digunakan terus menerus dan tiap aset memiliki umur asetnya sendiri. Maka dari itu dilakukan pengecekan, pemeliharaan dan monitoring agar aset dapat bekerja secara maksimal. Tiap aset yang digunakan juga memerlukan pergaintian jika sudah rusak, dan apabila aset rusak dan memerlukan pergaintian, maka kegiatan operasional penjernihan air juga berhenti [4]. Kerusakan pada aset tidak dapat diketahui secara pasti kapan terjadinya dan hal tersebut menjadi salah satu masalah yang ditemukan pada PT. Petrokimia Babat. Hal-hal tersebut dapat mempengaruhi sebuah kinerja aset, dan selain itu pada laporan akan juga tercatat jika sebuah perusahaan dinilai lamban dalam mengatasi pemelliharaan dan monitoring aset. Berdasarkan penelitian terkait kinerja aset salah satunya “Model Sistem Dinamik Untuk Meningkatkan Kinerja Pada Manajemen Rantai Pasok Biodesel Nasional” [5] , penelitian tersebut memiliki kesamaan pada penggunaan Metode Sistem Dinamik, dan berfokus pada kinerja aset.

Berdasarkan permasalahan di atas penelitian ini dilakukan agar dapat menemukan solusi yang efektif untuk PT. Petrokimia Babat. Salah satu penyelsaian dari masalah tersebut dengan dilakukan pemeliharaan terhadap aset dengan melakukan manajemen aset. Manajemen aset dilakukan agar dapat mengetahui seberapa jauh aset telah digunakan, apakah perlu melakukan pergantian atau cukup diperbaiki agar aset yang digunakan tetap berjalan optimal. Serta meningkatkan kinerja aset yang dioperasikan. Selain itu memodelkan aset agar dapat dilakukan simulasi untuk mempermudah pengambilan keputusan [6]. Untuk melakukan pemodelan aset, penelitian ini menggunakan sistem dinamik agar memudahkan untuk mendapatkan hasil simulasi. Sistem dinamik adalah sebuah sebuah metodologi untuk dapat memahami sebuah masalah yang kompleks dan memfokuskan pada pengambilan keputusan [7].

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari pembuatan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi aset PT. Petrokimia Babat saat ini?
2. Bagaimana PT,Petrokimia Babat melakukan pemeliharaan aset?
3. Bagaimana meningkatkan kinerja aset PT Petrokimia Babat?

1.3 Batasan Masalah

Sesuai dengan deskripsi permasalahan yang telah dijelaskan diatas, adapun batasan permasalahan dari penyelesaian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Aset yang menjadi bahan penelitian merupakan aset yang dimiliki oleh PT. Petrokimia Babat.
2. Data yang terlampirkan merupakan hasil wawancara, observasi maupun pengambilan data yang diperoleh dari PT.Petrokimia Babat.

1.4 Tujuan

Tujuan utama dari pembuatan tugas akhir tentang pemodelan dan simulasi sistem ini adalah sebagai berikut:

1. Mengembangkan model sistem dinamik untuk menentukan kondisi aset saat ini..
2. Mengembangkan skenario untuk meningkatkan kinerja aset.

1.5 Manfaat

Berikut manfaat yang diperoleh, dengan melihat dari dua belah sudut pandang, yaitu sudut pandang penulis dan pihak PT. Petrokimia Babat:

Bagi akademisi :

1. Terciptanya struktur pengembangan model dan manajemen aset.
2. Terciptanya skenario model untuk meningkatkan kinerja aset .

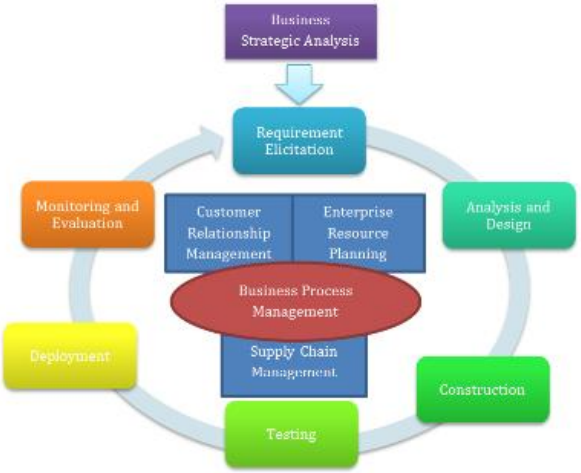
Bagi PT. Petrokimia Babat:

1. Memberikan rekomendasi untuk meningkatkan alternatif dari skenario yang dihasilkan dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam pemeliharaan dan monitoring aset unit filtrasi

1.6 Relevansi

Tugas akhir ini relevan dengan laboratorium sistem enterprise karena Laboratorium Sistem Enterprise (SE)

Jurusan Sistem Informasi ITS memiliki empat topik utama yaitu customer relationship management (CRM), enterprise resource planning (ERP), supply chain management (SCM), dan business process management (BPM), seperti yang terdapat pada Gambar 1.1 Kerangka kerja riset laboratorium Sistem Enterprise. Dalam tugas akhir ini, penulis mengambil Enterprise Resource Planning (ERP) sebagai topik utama. Mata kuliah yang berkaitan dengan ERP adalah Perencanaan Sumber Daya Perusahaan (PSDP) dan Simulasi Sistem (SS).



Gambar 1.1 Kerangka kerja riset laboratorium sistem enterprise

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan referensi-referensi yang berhubungan dengan tugas akhir ini, yang mencakup penelitian-penelitian sebelumnya serta dasar teori sebagai pendukung.

2.1 Penelitian sebelumnya

Terdapat beberapa penelitian yang memiliki topik serupa dengan penelitian ini, yaitu tentang simulasi sistem dinamik ataupun simulasi mengenai produksi berbahan baku logam, diantaranya:

Tabel 2.1 Penelitian Terkait

Judul	Aplikasi Model Sistem Dinamik Untuk Menganalisis Permintaan an Ketersediaan Listrik Sektor Industri (Studi Kasus: Jawa Timur)
Nama, Tahun	Oxa Axella, 2012
Gambaran Umum Penelitian	Penelitian berfokus pada analisis permintaan dan ketersediaan listrik sektor industri pada area Jawa Timur. Analisis tersebut dilakukan dengan menggunakan metode sistem dinamik.
Keterkaitan Penelitian	Memiliki keterkaitan dalam menggunakan metode sistem dinamik.
Judul	Pengembangan Model Rantai Pasok Produksi Beras untuk Meningkatkan Ketahanan Pangan Dengan Menggunakan Sistem Dinamik
Nama, Tahun	Isnaini Muhandhis, Erma Suryani, 2015

Gambaran Umum Penelitian	Dalam penelitian ini, sistem rantai pasok produksi beras dilakukam permodelan dengan menggunakan sistem dinamik untuk dapat menganalisa kondisi aktual dan dapat mengevaluasi permasalahan yang ada serta dapat memberikan alternatif skenario untuk memecahkan permasalahan.
Keterkaitan Penelitian	Memiliki keterkaitan dalam menggunakan metode sistem dinamik.
Judul	Analisis Kelayakan Investasi Manajemen Aset pada Distribusi Jaringan Listrik dengan Information Economic
Nama, Tahun	Nunuk Wahyuningtyas, Erma Suryani, 2016
Gambaran Umum Penelitian	Penelitian ini menggunakan analisis keputusan investasi terkait manajemen aset dengan menggunakan metode sistem dinamik yang memungkinkan untuk mempelajari dan memahami perilaku dinamika sistem sebagai sarana untuk membuat keputusan investasi manajemen..
Keterkaitan Penelitian	Memiliki keterkaitan pada pemodelan dan simulasi.
Judul	Pemodelan dan Simulasi Sistem Industri Manufaktur Menggunakan Metode Simulasi Hybrid (Studi Kasus: PT. Kelola Mina Laut)
Nama, Tahun	Muhammad Alam Pasirulloh, 2017
Gambaran Umum Penelitian	Dalam penelitian ini untuk mencari skenario terbaik dalam efisiensi

	yang dimodelkan dan disimulasikan dengan metode simulasi hybrid.
Keterkaitan Penelitian	Memiliki keterkaitan pada pemodelan
Judul	Model Sistem Dinamik Untuk Meningkatkan Kinerja Pada Manajemen Rantai Pasok Biodesel Nasional
Nama, Tahun	Ashma Hanifah Shalihah, Erma Suryani, 2017
Gambaran umum Penelitian	Dalam penelitian ini, sistem rantai pasok biodesel dilakukam permodelan dengan menggunakan sistem dinamik untuk dapat menganalisa kondisi aktual dan dapat mengevaluasi permasalahan yang ada serta dapat memberikan alternatif skenario untuk memecahkan permasalahan.
Keterkaitan Penelitian	Keterkaitan dalam permodelan serta latar belakang

2.2 Landasaan Teori

Dasar teori merupakan kumpulan teori yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir pada penelitian ini. Teori yang digunakan sebagai acuan dalam pengerjaan tugas akhir tidak berupa pendapat yang dikeluarkan secara pribadi tetapi harus mengacu kepada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya maupun berdasarkan buku yang telah diterbitkan

2.2.1 PT. Petrokimia Babat

PT.Petrokimia Babat didirikan tahun 1989 menjadi infrastruktur bagian PT.Petrokimia Gresik yang menyalurkan Instalasi Penjernihan Air. Pembangunan pipa bertahap sejak tahun tersebut, pipa yang digunakan juga ditingkakan hingga sekarang mampu menyalurkan air sebesar 2050m3/jam [3].

2.2.2 Aset

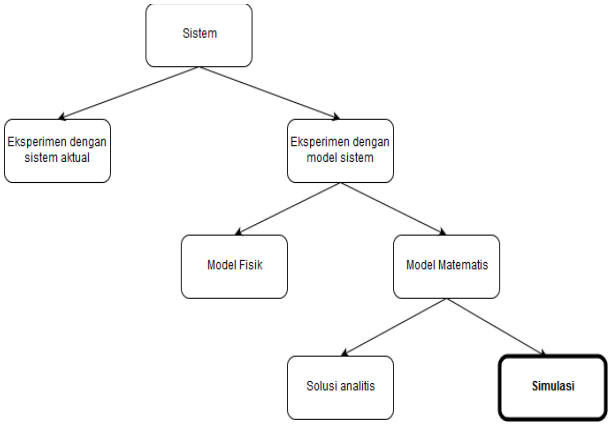
Aset adalah sesuatu yang sangat berharga yang dimiliki oleh tiap-tiap perusahaan. Semakin tinggi skala bisnis sebuah perusahaan maka aset yang dikelolapun meningkat. Pengelolaan aset bergantung pada kemampuan menentukan komponen kritis dan menentukan pendefinisian kondisi aset [1]. Dengan memaksimalkan bagian tersebut, maka sebuah perusahaan dapat meminimalkan risiko dan biaya.

merupakan suatu metode yang digunakan untuk membangun sebuah Arsitektur Informasi [4]. Menurut Steven H Spewak, *Architecture Enterprise Planning* merupakan metode pendekatan perencanaan kualitas data yang berorientasi pada kebutuhan bisnis sehingga bisa

mendukung roda bisnis dan pencapaian visi misi suatu organisasi.

2.2.3 Pemodelan dan Simulasi

Pemodelan didefinisikan sebagai representasi atau perwujudan dari suatu sistem dalam bentuk matematik atau hubungan logika tertentu. Tujuan dari pemodelan adalah menentukan informasi (variable dan parameter) dari sebuah sistem yang dianggap penting. Terdapat beberapa kriteria model yang baik, yaitu mudah dimengerti pemakainya, harus memiliki tujuan yang jelas, mengandung pemecahan masalah yang penting dan jelas, mudah dikontrol dan dimanipulasi oleh pemakai, serta dapat berkembang dari model yang sederhana ke model yang kompleks sesuai dengan sistem nyata.



Gambar 2.1 Cara mempelajari sistem

- Simulasi diperlukan jika

  1. Model sangat rumit dan memiliki banyak variable dan komponen

2. Model memilik vaiasi acak dan tidak linier

- Tujuan simulasi adalah
  1. Mempelajari tingkah laku sistem
  2. Mengembangkan interaksi tiap bagian dalam sistem
- Kelebihan simulasi
  1. Dapat dipadukan dengan model numerik untuk menganalisa sistem yang kompleks
  2. Mudah beradaptasi dan digunakan
  3. Meminimalisir resiko
- Kekurangan simulasi
  1. Waktu eksekusi bisa sangat lama
  2. Simulasi adalah eksperimen yang memerlukan perencanaan matang

2.2.4 Sistem Dinamik

Simulasi sistem dinamik merupakan suatu metode pemecahan masalah-masalah kompleks yang timbul karena adanya kecenderungan sebab-akibat dari berbagai macam variabel di dalam sistem. Sistem dinamik pertama kali dikembangkan oleh Jay Wright Forrester di Massachussetts Institute of Technology (MIT) pada tahun 1950-an. Sistem dinamik diproses dengan bantuan komputer dan asumsi-asumsi tertentu sebagai batasan sistem. Model sistem dinamik menyediakan cara untuk memahami penyebab perilaku industri, mendeteksi perubahan dini dalam struktur industri dan penentuan faktor-faktor yang meramalkan perilaku secara signifikan dan sensitif. Sehingga sistem dinamik dapat memberikan rekomendasi melalui skenario baru yang telah dirancang

Pada dasarnya, sistem dinamik merupakan kerangka kerja. Terdapat beberapa langkah dalam

melakukan simulasi sistem dinamik. Langkah-langkah tersebut adalah sebagai berikut:

1. Pendefinisian sistem

   Langkah ini meliputi penentuan batasan sistem serta variabel yang signifikan.

2. Formulasi model

   Mengidentifikasi dan merumuskan hubungan antar komponen yang ada di dalam sistem.

3. Pengambilan data

   Mengidentifikasi data yang dibutuhkan untuk simulasi yang sesuai dengan tujuan pembuatan model.

4. Pembuatan model

   Pengembangan model pada satu jenis bahasa simulasi yang akan digunakan.

5. Verifikasi model

   Proses pengecekan model terhadap error.

6. Validasi model

   Proses pengujian model terhadap kesesuaian dengan sistem nyata. Terdapat dua cara untuk melakukan validasi model tersebut, yaitu:

   a. Perbandingan rata-rata (Mean Comparison)

   $$E1 = \frac{|S - A|}{A}$$

   Keterangan:

   $\bar{S}$ = Nilai rata-rata hasil simulasi

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

   Model dianggap valid apabila E1 ≤ 5%

   b. Perbandingan variasi amplitude (% Error Variance)

   $$E2 = \frac{|Ss - Sa|}{Sa}$$

   Keterangan:

   Ss = Standar deviasi model

   Sa = Standar deviasi data

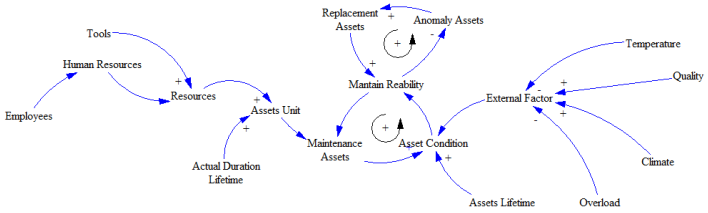
   Model dianggap valid apabila E2 ≤ 30%

7. Pembuatan skenario

   Setelah model valid, maka dilakukan pembuatan beberapa skenario yang akan disimulasikan untuk memperbaiki kinerja sistem sesuai dengan keinginan.

2.2.5 Casual Loop Diagram

Casual Loop Diagram adalah model yang banyak digunakan untuk permasalah dengan pendekatan sistem yang mempertimbangkan kompleksitas dinamis dari sistem actual. Model CLD memberikan perhatian pada hubungan sebab-akibat yang dihasilkan antar komponen dari sistem yang selanjutnya akan digambarkan dalam suatu diagram dengan garis lengkung yang berujung panah sebagai penghubung antar komponen tersebut [8].



Gambar 2.2 Diagram Kausatik

Terdapat keuntungan yang dengan menggunakan model CLD, diantaranya :

1. Dapat menggambakan rantai sebab-akibat secara jelas
2. Mampu meningkatkan efektifitas komunikasi agar berjalan dengan baik
3. Memberikan kemudahan untuk mengambil keputusan

Terdapat dua jenis hubungan kausal antar variabel dalam causal loop, yaitu hubungan kausal positif (Reinforcing) yang ditandai dengan simbol +, dan hubungan kausal negatif (Balancing) yang

ditandai dengan simbol –. Tanda-tanda tersebut berfungsi untuk mempresentasikan feedback positif atau negatif.

2.2.6 Verifikasi dan Validasi

Menurut Law dan Kelton [9] validasi merupakan sebuah proses untuk menentukan apakah model konseptual mempresentasikan sistem nyata dengan tepat atau tidak. Verifikasi merupakan proses menentukan apakah model telah dilakukan secara tepat.

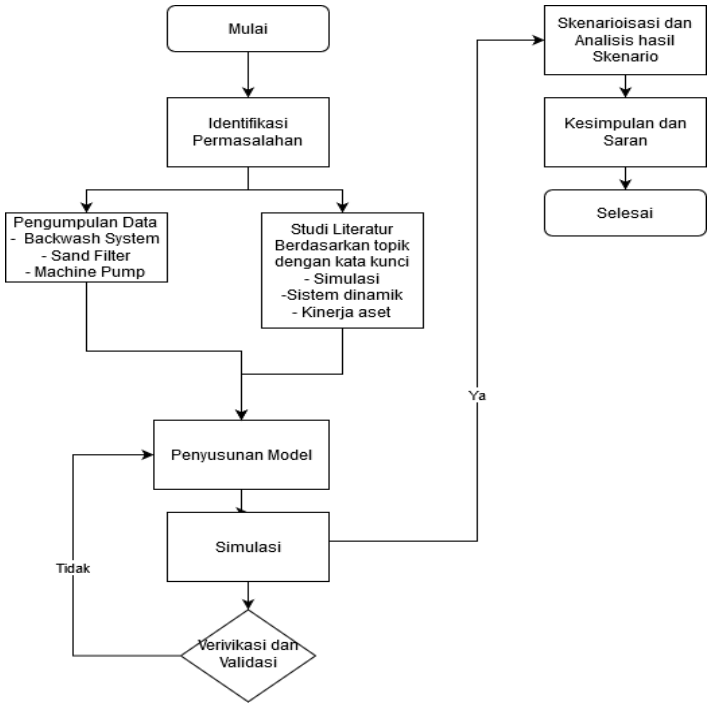
Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB III
METODOLOGI

Pada bab ini berisi penjelasan mengenai tahapan-tahapan dalam pelaksanaan tugas akhir. Metodologi ini digunakan sebagai pedoman untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

3.1 Diagram Metodologi

Berikut ini adalah gambar diagram metodologi yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir permodelan sistem dinamik



Gambar 3.1 Diagram metodologi

3.2 Uraian Metodologi

Uraian metodologi berisikan tentang penjelasan dari metodologi yang telah digambarkan sebelumnya.

3.2.1 Identifikasi Pernasalahan

Tahap identifikasi permasalahan dilakukan untuk mengetahui permasalahan yang sedang terjadi pada PT. Petrokimia Babat. Selanjutnya dilakukan analisis untuk memperolaeh gambaran umum penyelesaian tugas akhir nantinya. Untuk memperoleh informasi mengenai permasalahan dilakukan proses wawancara dan observasi. Hasil yang diharapkan adalah informasi mengenai permasalahan yang ada pada PT. Petrokimia Babat saat ini.

3.2.2 Studi Literatur

Pada tahap studi literatur, penulis mengumpulkan informasi yang nantinya digunakan untuk mengusulkan solusi terkait dengan permasalahan yang ada. Pengumpulan data dan informasi tersebut dilakukan dengan cara membaca referensi dari buku dan beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya khususnya mengenai pemodelan dan simulasi dalam industri manufaktur. Selain itu mencari jurnal dan artikel dengan kata kunci sistem dinamik, kinerja aset. Tujuan dari tahap ini agar penulis dapat memahami dasar teori yang berhubungan dengan permasalahan dan dapat mempermudah dalam menemukan solusi yang tepat.

3.2.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dibutuhkan agar dapat melakukan proses pemodelan yang sesuai dengan keadaan actual dari permasalahan yang sedang ada. Data yang diperlukan dalam pengerjaan tugas akhir diperoleh dari dokumen yang diberikan pihak perusahaan sendiri.

Data-data yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir ini antara lain:

- Backwash System
- Sand Filter
- Machine Pump

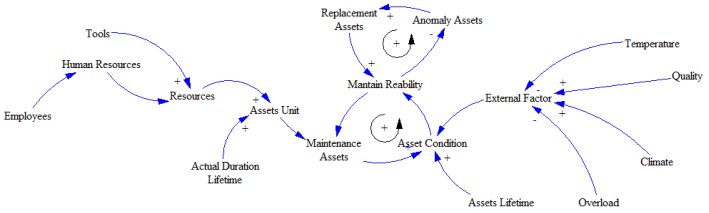
  Pada data dokumen diatas terdapat Pada data dokumen diatas terdapat asset yang berisi informasi mengenai jumlah, tahun, status, tanggal, dan informasi lainnya yang bersifat tertutup.

3.2.4 Penyusunan Model

Tahapan penyusunan model merupakan tahapan untuk membuat model simulasi yang sesuai dengan scenario yang dibuat dengan Vensana Simulation (Vensim). Memodelkan dalam Casual Loop Diagram adalah langkah yang dilakukan agar mendapatkan gambaran sesuai keadaan.

3.2.4.1 Casual Loop Diagram

Casual Loop Diagram adalah model yang banyak digunakan untuk permasalah dengan pendekatan sistem yang mempertimbangkan kompleksitas dinamis dari sistem actual. Model CLD memberikan perhatian pada hubungan sebab-akibat yang dihasilkan antar komponen dari sistem yang selanjutnya akan digambarkan dalam suatu diagram dengan garis lengkung yang berujung panah sebagai penghubung antar komponen tersebut [8].



Gambar 3.2 Casual Loop Diagram

3.2.5 Pembuatan Simulasi

Selanjutnya adalah membuat model simulasi menggunakan software yang disebutkan sebelumnya. Pembuatan model dengan cara memasukkan data yang digunakan, kemudian model tersebut disimulasikan dengan rumus. Setalah model dijalankan maka akan mucul hasilnya.

3.2.6 Verifiasi dan Validasi Model

Proses verifikasi dan validasi adalah tahapan selanjutnya dengan harapan hasil yang disimulasikan tidak menyimpang dari sistem dan kondisi sekarang. Verifikasi model bertujuan agar seasuai keadaan dan tidak memiliki error. Selanjutnya validasi model agar model yang dihasilkan dapat diterima dengan baik dan sesuai.

3.2.7 Penyusunan dan Analisi Skenario

Langkah selanjutnya setelah verifikasi dan validasi model adalah melakukan membuat scenario manajemen aset yang akan digunakan untuk memonitor asset dimasa depan.

3.2.8 Kesimpulan dan Saran

Tahap selanjutnya adalah membuat kesimpulan dan saran mengenai solusi permodelan yang dibuat.

3.3 Jadwal Kegiatan

No	Kegiatan	April				Mei				Juni				Juli	
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2
1	Analisis Permasalahan														
2	Studi Literatur														
3	Identifikasi dan Pemodelan Proses														
4	Memodelkan dan Mensimulasikan														
5	Penyusunan buku tugas akhir														

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV
PENGEMBANGAN MODEL

Pada bab IV, bab ini menjelaskan pembuatn model yang diadaptasi berdasarkan dari system nyata beserta penjelasannya. Kemudian model yang telah dihasilkan akan divalidasi agar meneyesuaikan dengan keadaan dari system yang digunakan. Proses pembuatan model menggunakan aplikasi Ventana Simulation(Vensim)

4.1 Data Masukan

Pada pengerjaan tugas akhir ini, data yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan merupakan data ang diberikan oleh pihak PT. Petrokimia Babat dan juga hasil wawancara dengan beberapa karyawan. Data yang didapatkan berfokus pada divisi Penjernihan Air. Data yang diperlukan dalam pengembangan model antara lain

- Data aset Unit Filtrasi PT. Petrokimia Babat
- Laporan Log Book Hasil Pemeliharaan
- Laporan Penjadwalan Operasional Mesin

Data – data di atas merupakan data yang akan diproses menjadi sebuah model simulasi dan skenario dengan menggunakan aplikasi Ventana Simulation (Vensim).

4.2 Analisis Data

Dari hasil pengumpulan data dan penggalian teori terhadapt studi literatur, maka dibutuhkan analisa faktor – faktor apa saja yang saling berhubungan dan digunakan dalam pembuatan model simulasi system dinamik. Dari faktor – faktor yang dapat didefinisikan, akan diketahui variabel apa saja yang berpengaruh. Didapat beberapa variabel yang merupakan elemen penting dari pemeliharaan aset unit filtrasi ini, antara lain :

1. Asset Condition
2. Maintain Reability
3. Maintenance Aset
4. Condition Effect

Adapun dalam pengerjaan tugas akhir ini menggunakan beberapa variabel uang berpengaruh terhadap studi kasus, yaitu peningkatan kinerja aset. Penggunaan variabel yang digunakan merupakan pengembangan dari variabel hasil studi literatur, serta analisis dalam menyesuaikan kebutuhan variabel. Beberapa variabel yang dianalisis dan berperan untuk tugas akhir ini sebagai berikut

Variabel	Deskripsi	Satuan
Asset Lifetime	Menunjukkan umur waktu aset unit filtrasi	Tahun
Actual Duration Lifetime	Menunjukkan umur aset yang sebenarnya berdasarkan Logbook	Tahun
Asset Condition	Menunnjukkan kondisi aset yang sedang beroperasi	Persen
Maintenance Duration	Menunjukkan seberapa lama waktu yang dibutuhkan untuk sekali perawatan	Jam

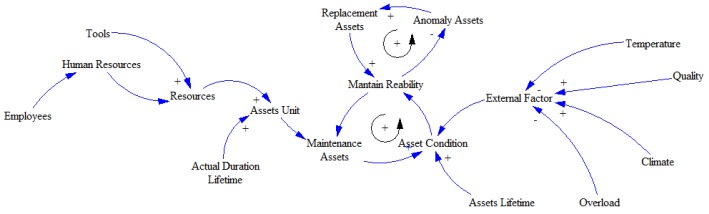
Dari data – data yang telah didiapatkan, kemudian data diolah menjadi sebuah model simulasi dan skenario dengan menggunakan bantuan vensim.

4.3 Pembuatan Model Konseptual

Langkah selanjutnya adalah dengan menentukan konseptual model yang sesuai untuk mengetahui kondisi awal variabel. Hal ini mempunyai tujuan agar menemukan hubungan yang

menyerupai system asli. Pembuatan konseptual model ini digambarkan dengan Casual Loop Diagram (CLD) yang berisikan gambaran hubungan sebab akibat antar variabel yang berhubungan. Pada CLD juga terdapat pengaruh pada variabel yang ditandai dengan tanda + atau -.

Pemodelan yang dikerjakan pada tugas akhir ini agar mengatahui bagaimana kondisi aset unti filtrasi yang dimiliki PT Petrokimia Babat. Tahapan yang diperlukan pertama adalah dengan mengidentifikasi variabel yang memiliki hubungan dengan proses pemeliharaan. Berikut adalah diagram kausatik yang terbentuk dari sistem

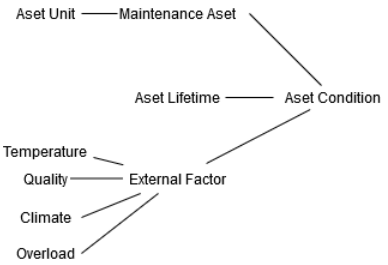


Gambar 4.1 Casual Loop Diagram

Dalam gambar diagram CLD di atas, digambarkan beberapa sub model yang memiliki keterkaitandan hubungan sebab akibatyang bersifat positif, maupun negative, diantaranya:

1. Aset Condition

Aset Condition adalah variabel yang menjelaskan tentang berapa pengaruh aset yang beroperasi tiap waktu. Berikut variabel yang memengaruhinya



Gambar 4.2 Variabel yang Memperngaruhi Aset Condition

a. Maintenance Aset

Variabel ini menjelaskan tentang waktu yang diperlukan aset untuk diperbaiki

b. Aset Lifetime

Variabel ini menjelaskan tentang standar umur aset yang beroperasi

c. External Faktor

Variabel ini menjelaskan tentang faktor luar yang mempengaruhi kondisi aset unit filtasi

Dan berikut variabel yang dipengaruhi Aset Condition

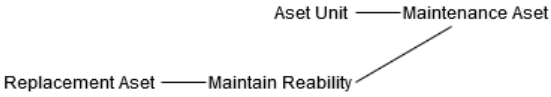
Gambar 4.3 Variabel yang Dipengaruhi Aset Condition

a. Maintain reability

Variabel ini menjelaskan tentang nilai yang didapatkan dari rata – rata kondisi aset dibagi dengan nilai anomaly

2. Maintenance Aset

Maintenance Aset adalah rata – rata nilai yang didapatkan dari kondisi aset (Aset Condition) dan kendala aset (Maintain Reliability). Berikut variabel yang mempengaruhi maintenance aset



Gambar 4.4 Variabel yang Mempengaruhi Maintenance Aset

a. Aset Unit

Variabel ini menjelaskan tentang mesin yang beroperasi dalam unit filtrasi

b. Maintain Reability

Variabel ini menjelaskan tentang nilai yang didapatkan dari rata – rata kondisi aset dibagi dengan nilai anomaly.

Dan berikut variabel yang dipengaruhi oleh Maintenance Aset :

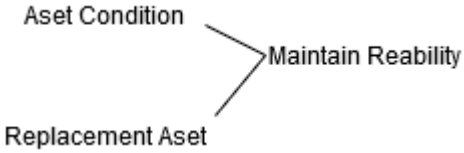
Gambar 4.5 Variabel yang Dipengaruhi Maintenance Aset

a. Aset Condition

Variabel ini menjelaskan tentang rata – rata kondisi aset yang beroperasi.

3. Maintain Reability

Maintain Reability adalah nilai rata – rata kondisi aset yang dibagi dengan nilai anomaly. Berikut variabel yang mempengaruhi Maintain Reability :



Gambar 4.6 Variabel yang Mempengaruhi Maintain Reability

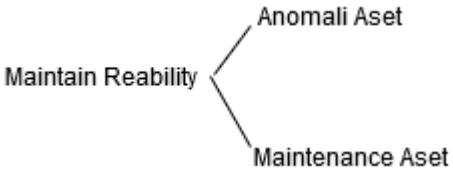
a. Aset Condition

Variabel ini menjelaskan tentang rata – rata kondisi aset yang beroperasi

b. Replacement Aset.

Variabel ini menjelaskan tentang salah satu solusi utntuk mengatasi kendala aset.

Berikut adalah variabel yang dipengaruhi oleh Maintain Reability :



Gambar 4.7 Variabel yang Dipengaruhi Maintain Reabiity

a. Anomali Aset

Variabel ini menjelaskan tentang jumlah anomaly aset yang terjadi pada unit filtrasi.

b. Maintenance Aset

Variabel ini menjelaskan tentang rata – rata nilai yang didapatkan dari kondisi aset (Aset Condition) dan kendala aset (Maintain Reliability).

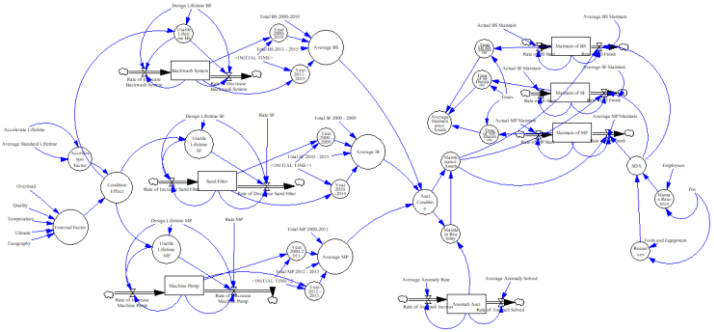
4.4 Pengembangan Stock dan Flow Diagram (SFD) Model

Dari CLD yag telah terbentuk, maka langkah selanjutnya adalah pembuatan Stock-Flow Diagram (SFD) dengan bantuan Vensim. Model yang dibuat menggunakan implementasi dari data – data yang diperoleh. Terdapat variabel – variabel pendukung yang merupakan pecahan dari variabel primer yang digunakan untuk mengoptimalkan hasil dari proses simulasi model. Untuk membuat SFD, yang perlu diperhatikan antara lain:

1. Menentukan faktor yang nilainya mengalami perubahan dari waktu ke waktu.

2. Menentukan laju penabahan dan pengurangan dari faktor lain yang dapat mempengaruhinya.
3. Menentukan cariabel bantu yang akan menjadi parameter dalam memenuhi tujuan awal penelitian.
4. Menentukan interval waktu yang digunakan pada simulasi sesuai data yang diperoleh untuk tugas akhir. Sehingga penentuan waktu simulasi akan sama dengan peridoe data untuk proses validasi.

Untuk mempermudah analisis, SFD telah dibuat menjadi beberapa sub-model. Pembentukan sub-model akan dijelaskan engenai formula tiap variabel yang digunakan. Formulasi didapatkan dari data yang telah diolah. Berikut hasil diagram SFD:



Gambar 4.8 Stock Flow Diagram

Berikut variabel yang digunakan:

No	Nama Variabel	Penjelasan Variabel
1.	External Faktor	Merupakan faktor luar yang mempengaruhi kondisi aset unit filtrasi
2.	Geographic	Letak geografis dari PT. Petrokimia Babat [10]

3.	Temperature	Pengaruh suhu terhadap lokasi aset, yaitu aset PT. Petrokimia Babat [10]
4.	Quality	Kualitas peralatan yang digunakan oleh PT. Peetrokimia Babat [10]
5.	Climate	Faktor iklim yang dapat memengaruhi peralatan
6.	Overload	Unit yang digunakan tidak mengikuti standar, sehingga melebihi muatan dan menyebabkan potensi kegagalan [11]
7.	Average Standard Lifetime	Standar umur aset yang sedang beroperasi dan telah ditentukan oleh pabrik
8.	Accelerate Lifetime	Percepatan standar umur aset yang digunakan pada kondisi sekarang
9.	Acceleration Factor	Hasil dari formulasi pembagian Average Standard Lifetime dengan Accelerate Lifetime
10.	Condition Effect	Efek yang dihasilkan dan memengaruhi kondisi aset
11.	Usable Lifetime BS	Umur dari aset Backwash System yang biasa digunakan
12.	Design Lifetime BS	Umur dari aset Backwash System yang ditetapkan oleh pabrik
13.	Backwash System	Presentse kondisi Backwash System dari formulasi Usable Lifetime BS dan Design Lifetime BS
14.	Rate of Increase BS	Rate terhadap aset BS yang sedang beroperasi
15.	Rate of Decrease BS	Rate terhadap aset BS yang sedang tidak beroperasi

16.	Rate BS	Nilai yang memengaruhi perubahan pada kondisi BS
17.	Usable Lifetime SF	Umur dari aset Sand Filter yang biasa digunakan
18.	Design Lifetime SF	Umur dari aset Sand Filter yang ditetapkan oleh pabrik
19.	Sand Filter	Presentse kondisi Backwash System dari formulasi Usable Lifetime SF dan Design Lifetime SF
20.	Rate of Increase SF	Rate terhadap aset SF yang sedang beroperasi
21.	Rate of Decrease SF	Rate terhadap aset SF yang sedang tidak beroperasi
22.	Rate SF	Nilai yang memengaruhi perubahan pada kondisi SF
23.	Usable Lifetime MP	Umur dari aset Machine Pump yang biasa digunakan
24.	Design Lifetime MP	Umur dari aset Machine Pump yang ditetapkan oleh pabrik
25.	Machine Pump	Presentse kondisi Machine Pump dari formulasi Usable Lifetime MP dan Design Lifetime MP
26.	Rate of Increase MP	Rate terhadap aset MP yang sedang beroperasi
27.	Rate of Decrease MP	Rate terhadap aset MP yang sedang tidak beroperasi
28.	Rate MP	Nilai yang memengaruhi perubahan pada kondisi MP
29.	Year 2000-2010	Tahun Pemasangan Backwash System
30.	Year 2000-2010	Tahun Pemasangan Sand Filter
31.	Year 2000-2010	Tahun Pemasangan Machine Pump
32.	Average BS	Rata – rata kondisi aset Backwash System dilihat dari tahun pemasangan dan

		jumlah total aset disetiap tahun pemasangan
33.	Average SF	Rata – rata kondisi aset Sand Filter dilihat dari tahun pemasangan dan jumlah total aset disetiap tahun pemasangan
34.	Average MP	Rata – rata kondisi aset Machine Pump dilihat dari tahun pemasangan dan jumlah total aset disetiap tahun pemasangan
35.	Total BS 2000-2010	Jumlah Backwash System pada tahun 2000-2010
36.	Total SF 2000-2010	Jumlah Sand Filter pada tahun 2000-2010
37.	Total MP 2000-2010	Jumlah Machine Pump pada thaun 2000-2010
38.	Asset Condition	Rata – rata kondisi aseet yang didapatkan dari kondisi BS, SF, MP
39.	Maintain Reability	Nilai yang didapatkan dari rata – rata kondisi aset dibagi dengan nilai anomaly yang didapatkan pada formulasi Anomali Assets
40.	Average Anomaly Rate	Nilai rata – rata yang menyebabkan permasalahan anomaly terjadi
41.	Average Anomaly Solved	Nilai rata – rata yang menyebabkan permasalahan anomaly terselesaikan
42.	Anomali Assets	Jumlah Anomali Assets yang terjadi
43.	Rate of Anomali Increase	Perubahan rate terhadap anomaly aseet yang terjadi dengan nilai yang didapatkan oleh Average Anomali Rate
44.	Rate of Anomali Solved	Perubahan rate terhadap anomaly aset yang terjadi

		dengan nilai yang didapatkan oleh Average Anomali Solved
45.	Maintenance Assets	Rata – rata nilai yang didapatkan dari kondisi aset (Asset Condition) dan keandalah aset (Maintain Reliability)
46.	Actual BS Maintain	Waktu yang dibutuhkan untuk proses pemeliharaan BS yang ditetapkan oleh perusahaan
47.	Average BS Maintain	Waktu yang dibutuhkan untuk proses pemeliharaan BS yang ditetapkan oleh perusahaan
48.	Maintain of BS	Formulasi untuk menghitung Rate Inflow dan Outflow yang terdapat pada level BS
49.	Time of BS duration	Jumlah durasi waktu yang dibutuhkan untuk proses pemeliharaan BS
50.	Rate of BS Maintain Start	Nilai rate untuk proses pemeliharaan BS berdasarkan Actual BS Maintain
51.	Rate of BS Maintain Finish	Nilai rate untuk proses pemeliharaan BS berdasarkan Average BS Maintain dan SDA
52.	Actual SF Maintain	Waktu yang dibutuhkan untuk proses pemeliharaan SF yang ditetapkan oleh perusahaan
53	Average SF Maintain	Waktu yang dibutuhkan untuk proses pemeliharaan SF yang ditetapkan oleh perusahaan

54	Maintain of SF	Formulasi untuk menghitung Rate Inflow dan Outflow yang terdapat pada level SF
55	Time of SF duration	Jumlah durasi waktu yang dibutuhkan untuk proses pemeliharaan SF
56	Rate of SF Maintain Start	Nilai rate untuk proses pemeliharaan SF berdasarkan Actual SF Maintain
57	Rate of SF Maintain Finish	Nilai rate untuk proses pemeliharaan SF berdasarkan Average SF Maintain dan SDA
58	Actual MP Maintain	Waktu yang dibutuhkan untuk proses pemeliharaan MP yang ditetapkan oleh perusahaan
59	Average MP Maintain	Waktu yang dibutuhkan untuk proses pemeliharaan MP yang ditetapkan oleh perusahaan
60	Maintain of MP	Formulasi untuk menghitung Rate Inflow dan Outflow yang terdapat pada level MP
61	Time of MP duration	Jumlah durasi waktu yang dibutuhkan untuk proses pemeliharaan MP
62	Rate of MP Maintain Start	Nilai rate untuk proses pemeliharaan MP berdasarkan Actual MP Maintain
63	Rate of MP Maintain Finish	Nilai rate untuk proses pemeliharaan MP berdasarkan Average MP Maintain dan SDA
64	Tools and Equipment	Jumlah peralatan yang digunakan untuk alat uji pada proses pemeliharaan aset

65	Employees	Jumlah pekerja lapangan yang melakukan proses pemeliharaan
66	Pos	Jumlah Pos yang melakukan proses pemeliharaan
67	Resources	Hasil dari formulasi pembagian Tools and Equipment dan Pos
68	Human Resources	Hasil dari formulasi pembagian Employees dan Pos
69	SDA	Nilai yang didapatkan dari hasil formulasi Human Resources dan Resources

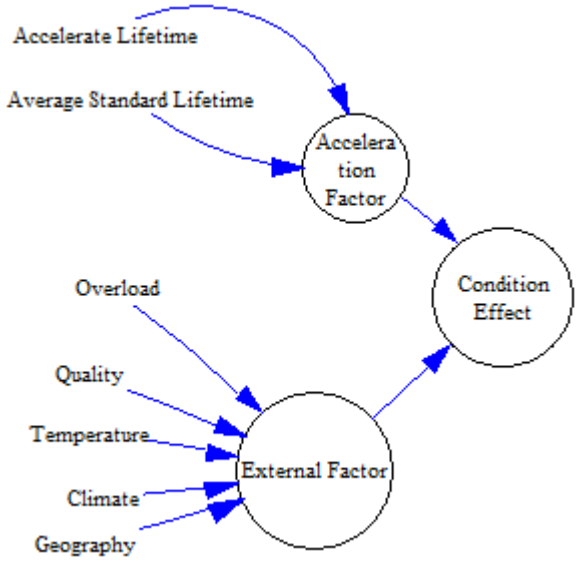
Dari Variabel di atas, setelah didapatkan pengaruh dari variabel maka didapatkan sebuah Stock-Flow Diagram yang merepresentasikan system nyata ke dalam bentuk model. Setiap variabel yang ada pada SFD memiliki formulasi yang berbeda sesuai kebutuhan. Dari diagram tersebut aset yang digunakan yaitu Backwash System, Sand Filter, Machine Pump merupakan aset yang nilai rata – ratanya memengaruhi anomali aset. Penjelasan formulasi yang digunakan sebagain berikut :

4.4.1 Sub-Model Condition Effect

Sub-Model Condition Effect merupakan variabel yang dihasilkan karena terdapat variabel farktor eksternal dan factor akselerasi dari aset yang kemudian memengaruhi kondisi aset yang dimiliki. Faktor eksternal sendiri memengaruhi beberapa hal seperti [11].

- Overload yaitu kelebihan muaan produksi aset yang memiliki pengaruh sebanyak 10%.
- Quality yaitu kualitas dari aset yang digunakan. Kuaitas aset memiliki pengaruh sebesar 10%.

- Geographic yaitu kondisi letak dari aset, yang memengaruhi performa sebesar 15%.
- Temperature yaitu suhu yang berada disekitar aseet yang akan memengaruhi performa dari aset memiliki pengaruh sebesar 25%.
- Limate yaitu iklim tropis yang dapat berubah – ubah, dan memengaruhi performa aset sebesar 40%.



Gambar 4.8 Sub-Model Condition Effect

Kemudian untuk Acceleration Factor sendiri, memngaruhi beberapa hal, seperti :

- Average standard lifetime adalah standar rata – rata umur aset yaitu memiliki umur rata – rata 20 tahun [12].
- Accelerate lifetime adalah umur dari aset pada saat aset tersebut memiliki performa dibawah 50%. Rata – rata

aset memiliki performa dibawah 50% terjadi pada umur 17,5 tahun.

Berikut merupakan variabel sub-mudel Condition Effect :

Variabel	Persamaan
Overload	0.1
Quality	0.1
Geograpic	0.15
Climate	0.4
Temperature	0.25
Accelerate Lifetime	17.5
Average Standard Lifetime	25.88
Acceleration Factor	Average Standard Lifetime / Accelerate Lfetime
Condition Effect	External Factor / Acceleration Factor

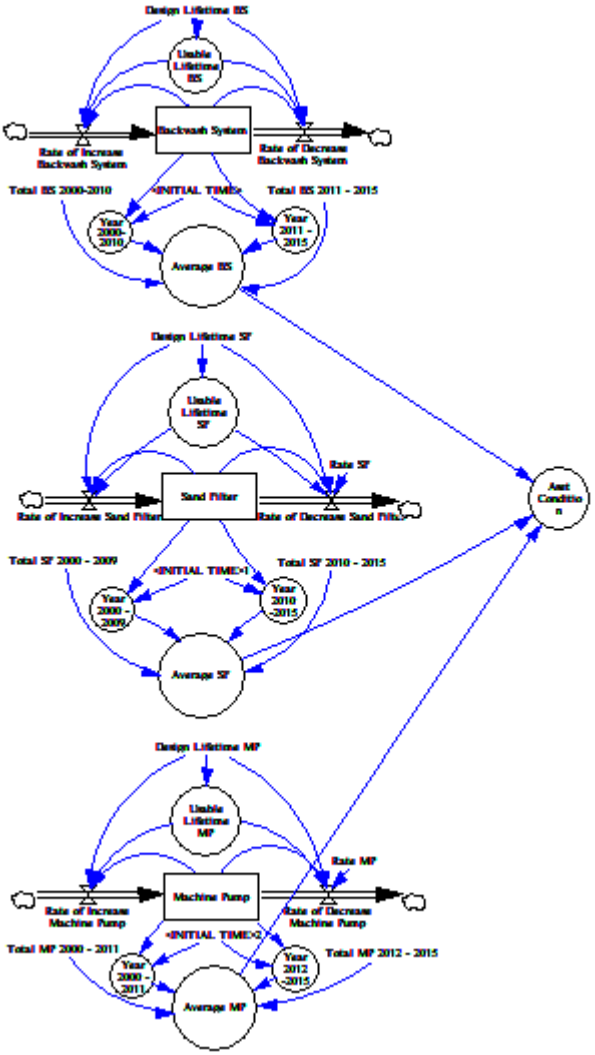
4.4.2 Sub-Model Asset Condition

Pada sub-model Asset Condition terdapat variabel yang menjelaskan aset yang dimiliki perusahaan. Pada sub-model ini terdapat aset antara lain Backwash System, Sand Filter, Machine Pump. Terdapat variabel yang berhubungan dengan kondisi aset seperti design lifetime dan usable lifetime yang memiliki keterkaitan aset yaitu:

Jenis Aset	Design Lifetime	Usable Lifetime
Backwash System	20	13
Sand Filter	13	9
Machine Pump	30	20

Kemudian terdapat pemasangan terhadap unit unit aset yang berbeda – beda tergantung pada jenis aset dan jumlah. Jumlah aset yang dimiliki PT. Petrokimia Babat adalah :

Jenis Aset	Tahun Pemasangan	Jumlah Aset
Backwash System	Year 2000-2010	100 unit
	Tahun 2011-2015	15 unit
Sand Filter	Tahun 2000-2009	100 unit
	Tahun 2010-2015	13 unit
Machine Pump	Tahun 2000-2011	100 unit
	Tahun 2012-2015	14 unit

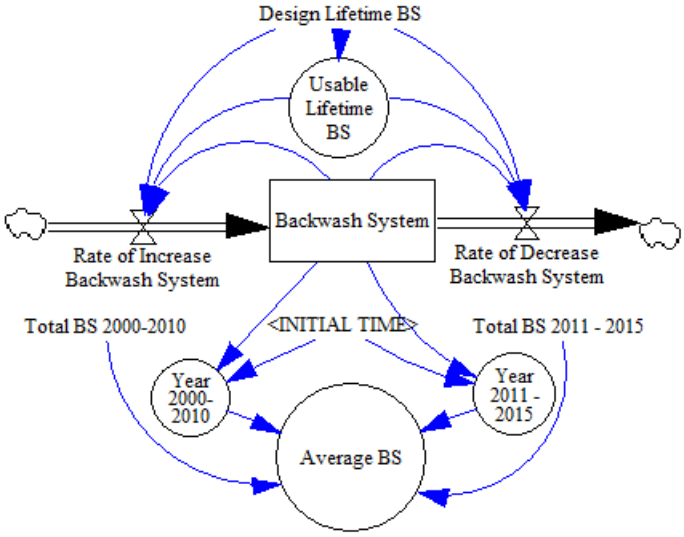


Gambar 4.9 Sub-Model Aset Condition

Pada tiap variabel dari masing masing aseet unit, terdapat bagian penjelasan variabel. Hal ini dikarenakan dalam sub model

terdapat bagain yang menjelaskan tingkat penurunan yang dialami tiap aset dan tahun pemasangan yang berbeda – beda di tiap aset. Berikut penjelasan pada tiap variabel aset :

1. Backwash System



Gambar 4.10 Sub-Model Backwash System

Gambar di atas adalah sub-model dari variabel aset Backwash System. Variabel yang digunakan dalam menghitung presentase aset pada unit Backwash System adalah

- Design Lifetime
- Usable Lifetime
- Rate of Increase
- Rate of Decrease

Dengan penjelasan persamaannya sebagai berikut :

Variabel	Persamaan
Usable Lifetime	Design Lifetime BS * Condition Effect

Design Lifetime	20.54 tahun
Rate of Increase BS	SMOOTHI (Backwash System * (Usable Lifetime BS / Design Lifetime BS), 10, 100)
Rate of Decrease BS	SMOOTHI (Backwash System * (Usable Lifetime BS / Design Lifetime BS) *1.1, 10, 100)
Backwash System	Rate of Increase Backwash System – Rate of Decrease Backwash System
	Initial Value = 100

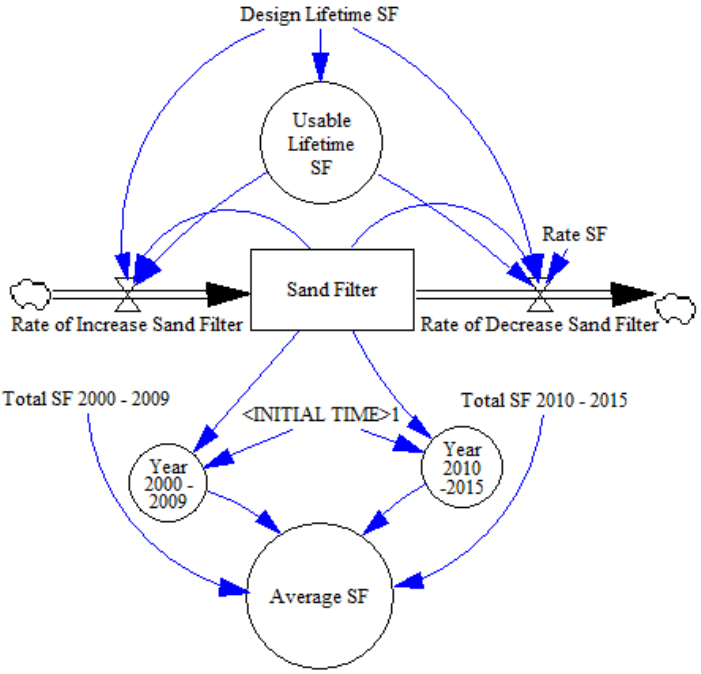
2. Average Backwash System

   Variabel yang terdapat pada persamaan berikut ini memiliki nilai yang didapatkan berdasarkan pemasangan tiap – tiap aset unit Backwash System ditahun yang berbeda sesuai dengan data yang didapatkan. Penjelasan persaaan untuk sub model sebagai berikut:

Variabel	Persamaan
Tahun 2000-2010	DELAY INFORMATION (Backwash System, 2001 – INITIAL TIME,0)
Tahun 2011-2015	DELAY INFORMATION (Backwash System, 2011 – INITIAL TIME,0)
Total BS 2000 – 2010	10 unit
Total BS 2011 – 2015	10 unit
Average BS	((“year 2000-2010”*”Total BS 2000-2010”)+”year 2011-2015”*Total BS 2011-2015”)) / (((“Total BS 2000-2010”+(IF THEN ELSE(“year 2011-

	2015"=0 , 0 , "Total BS 2011-2015"))
INITIAL TIME	2000

3. Sand Filter



Gambar 4.11 Sub-Model Sand Filter

Variabel yang digunakan dalam menghitung presentase aset pada unit Sand Filter adalah :

- Design Lifetime
- Usable Lifetime
- Rate of Increase
- Rate of Decrease
- Rate SF

Dengan penjelasan persamaannya sebagai berikut :

Variabel	Persamaan
Usable Lifetime	Design Lifetime SF * Condition Effect
Design Lifetime	13 tahun
Rate of Increase SF	SMOOTHI (Sand FIlter * (Usable Lifetime SF / Design Lifetime SF), 10, 100)
Rate of Decrease SF	SMOOTHI (Sand Filter * (Usable Lifetime SF / Design Lifetime SF)*Rate SF, 10, 100)
Rate SF	1.2
Sand Filter	Rate of Increase Sand Filter – Rate of Decrease Sand Filter
	Initial Value = 100

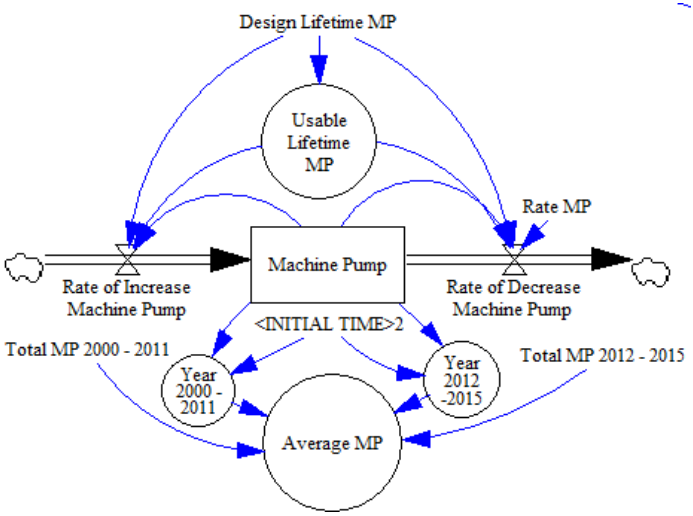
4. Average Sand Filter

   Variabel yang terdapat pada persamaan berikut ini memiliki nilai yang didapatkan berdasarkan pemasangan tiap – tiap aset unit Sand Filter ditahun yang berbeda sesuai dengan data yang didapatkan. Penjelasan persaaan untuk sub model sebagai berikut:

Variabel	Persamaan
Tahun 2000-2009	DELAY INFORMATION (Sand Filter, 2001 – INITIAL TIME,0)
Tahun 2010-2015	DELAY INFORMATION (Sand Filter, 2010 – INITIAL TIME,0)
Total SF 2000 – 2009	10 unit
Total SF 2010 – 2015	10 unit
Average SF	((“year 2000-2009”*”Total SF 2000-2009”)+”year 2010-2015”*Total SF 2010-2015”))

	/ (((“Total SF 2000-2009”+(IF THEN ELSE(“year 2010-2015”=0 , 0 , “Total SF 2010-2015”))
INITIAL TIME	2000

5. Machine Pump



Gambar 4.12 Sub-Model Machine Pump

Variabel yang digunakan dalam menghitung presentase aset pada unit Machine Pump adalah :

- Design Lifetime
- Usable Lifetime
- Rate of Increase
- Rate of Decrease
- Rate MP

Dengan penjelasan persamaannya sebagai berikut :

Variabel	Persamaan
Usable Lifetime	Design Lifetime MP * Condition Effect
Design Lifetime	30 tahun
Rate of Increase MP	SMOOTHI (Machine Pump * (Usable Lifetime SF / Design Lifetime SF), 10, 100)
Rate of Decrease MP	SMOOTHI (Machine Pump * (Usable Lifetime MP / Design Lifetime MP)*Rate MP, 10, 100)
Rate MP	1.12
Machine Pump	Rate of Increase Machine Pump – Rate of Decrease Machine Pump
	Initial Value = 100

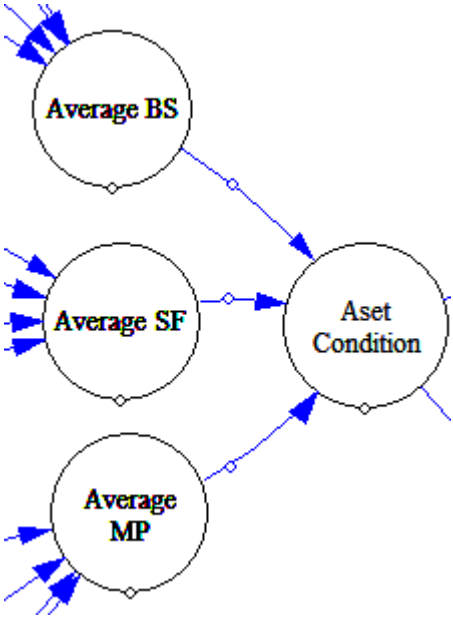
6. Average Machine Pump

   Variabel yang terdapat pada persamaan berikut ini memiliki nilai yang didapatkan berdasarkan pemasangan tiap – tiap aset unit Machine Pump ditahun yang berbeda sesuai dengan data yang didapatkan. Penjelasan persaaan untuk sub model sebagai berikut:

Variabel	Persamaan
Tahun 2000-2011	DELAY INFORMATION (Machine Pump, 2001 – INITIAL TIME,0)
Tahun 2012-2015	DELAY INFORMATION (Machine Pump, 2012 – INITIAL TIME,0)
Total MP 2000 – 2011	10 unit
Total MP 2012 – 2015	10 unit

Average MP	((“year 2000-2011”*”Total MP 2000-2011”)+”year 2012-2015”*Total MP 2012-2015”)) / (((“Total MP 2000-2011”+(IF THEN ELSE(“year 2012-2015”=0 , 0 , “Total MP 2012-2015”))
INITIAL TIME	2000

7. Asset Condition



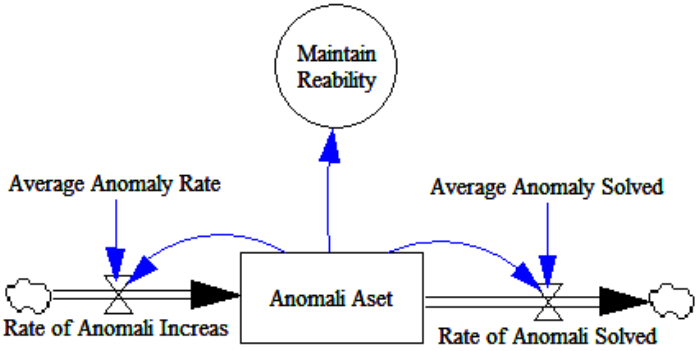
Gambar 4.13 Sub-Model Aset Condition

Asset Condition adalah variabel terakhir yang mendapatkan nilai dari keseluruhan presentase nilai aset yang digunakan. Variabel ini menggunakan rumus rata – rata untuk megetahui kondisi aset secara

keseluruhan. Persamaan yang digunakan sebagai berikut:

Variabel	Persamaan
Asset Condition	(Average BS + Average SF + Average MP) / 3

4.4.3 Sub-Model Maintain Reability



Gambar 4.14 Sub-Model Maintain Reability

Pada sub-model maintain reability terdapat variabel yang menjelaskan tentang keadaan yang menyimpang karena beberapa fakto seperti kesalahan manusia, factor alam, dll. Pada sub-model ini varibel yang berpengaruh adalah Average Anomali Rate, yaitu yang menyebabkan permasalahan anomaly terjadi. Kemudian ada variabel Average Anomali Solved yaitu nilai rata – rata yang menyebabkan permasalahan anomaly terselesaikan. Berikut merupakan penjelasan variabel pada sub-model maintain reability :

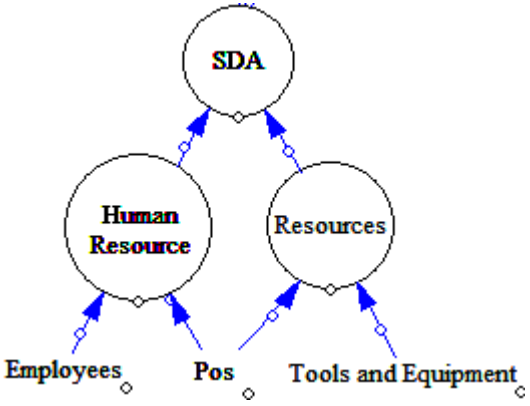
1. Anomali Assets
   Variabel yang memperlihatkan jumlah anomaly yang terjadi pada aset unit fitrasi adalah:

Variabel	Persamaan
Average Anomali Rate	0.51
Average Anomaly solved	0.4
Rate of Anomali Increase	Anomaly assets * average anomaly solved
Anomali assets	Rate of anomaly increase – rate of anomaly solved
	Initial Value : 10

2. Maintain Reability
   Variabel ini adalah nilai yang diperoleh dari hasil persamaan perhitungan anomaly yang terjadi pada setiap tahun. Juga nilai dari kondisi aset yang digunakan. Berikut variabel yang digunakan pada persamaan :

Variabel	Persamaan
Maintain Reability	Assets Condition / Anomali assets

4.4.4 Sub-Model SDA



Gambar 4.15 Sub-Model SDA

Sub model SDA merupakan variabel yang dibutuhkan untuk melakukan pemeliharaan aset yang diperngaruhi beberapa factor, antara lain jumlah karyawan, pos pemeliharaan, dan alat uji yang digunakan untuk pemeliharaan . Berikut adalah penjelasan variabel yang ada pada sub-model SDA [13]

Variabel	Persamaan
Employees	100
Pos	3
Tools and Equipment	25
Human Resources	Employes / Pos
Resources	Tools and Equipment / Pos
SDA	Human Resources / Resources

4.4.5 Sub-Model Maintenance Aset

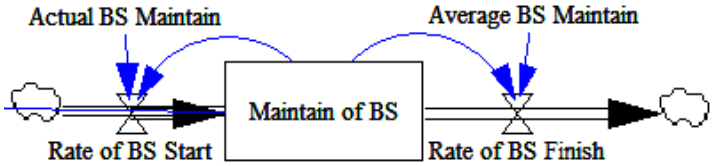
Pada sub-model Maintenance Assets terdapat variabel yang menjelaskan tentang durasi waktu yang digunakan oleh PT. Petrokimia Babat dalam melakukan pemeliharaan. Aset yang dipelihara kondisi sama seperti pada Asset Condition yang terdiri dari Backwash System, Sand Filter, Machine Pump. Berikut penjelasan dari variabel sub-model Maintenance Assets.

Jenis Aset	Durasi pemeiharaan
Backwash System	Average = 90 menit
Sand Filter	Average = 113 menit
Machine Pump	Average = 121 menit

Pada sub-model Maintenance Assets terdapat bagian yang menjelaskan tingkat pemeliharaannya. Variabel seperti Actual Asset Maintenance yang menjeleaskan tentang waktu yang diperlukan untuk proses pemeliharaan oleh peusahaan. Sedangkan Average Asset Maintenance adalah waktu dibutuhkan untuk proses pemeliharaan aset yang biasa digunakan. Penjelasan variabel lainnya sudah dijelaskan pada

table sebelumnya dan berikut adalah penjelasan persamaan pada sub-model Maintenance Assets

1. Maintain of BS



Gambar 4.16 Sub-Model Maintain of Backwash System

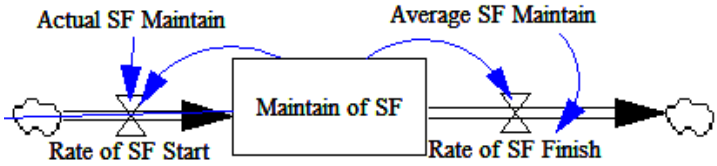
Variabel yang digunakan dalam menghitung durasi pemeliharaan yang dilakukan pada variabel Maintain of BS adalah

- Actual BS Maintain
- Average BS Maintain
- Rate of BS Maintain Start
- Rate of BS Maintain Finish
- SDA

Penjelasan persamaan di atas sebagai berikut:

Variabel	Persamaan
Actual BS Maintain	2.1
Average BS Maintain	RANDOM NORMAL (2.1,3.32,2.49,0.29,1)
Rate of BS Maintain Start	Actual BS Maintain*Maintain of BS
Rate of BS Maintain Finish	(Average BS Maintain * Maintain of BS) – Maintenance Assets + SDA
Maintain of BS	(Rate of BS Maintain Start – Rate of BS Maintain Finish)
	Initial Value : 2.1

2. Maitnain of SF



Gambar 4.17 Sub-Model Maintain of Sand Filter

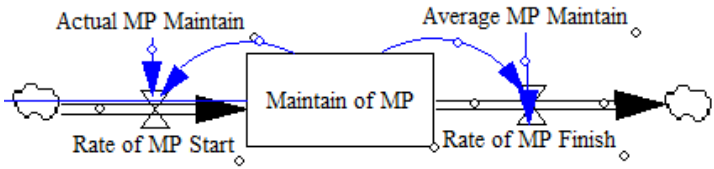
Variabel yang digunakan dalam menghitung durasi pemeliharaan yang dilakukan pada variabel Maintain of Sand Filter adalah

- Actual SF Maintain
- Average SF Maintain
- Rate of SF Maintain Start
- Rate of SF Maintain Finish
- SDA

Penjelasan persamaan di atas sebagai berikut

Variabel	Persamaan
Actual SF Maintain	3.1
Average SF Maintain	RANDOM NORMAL (3.1,3.99,3.49,0.26,1)
Rate of SF Maintain Start	Actual SF Maintain*Maintain of SF
Rate of SF Maintain Finish	(Average SF Maintain * Maintain of SF) – Maintenance Assets + SDA
Maintain of SF	(Rate of SF Maintain Start – Rate of SF Maintain Finish)
	Initial Value : 3.1

3. Maintain of MP



Gambar 4.18 Sub-Model Maintain of Machine Pump

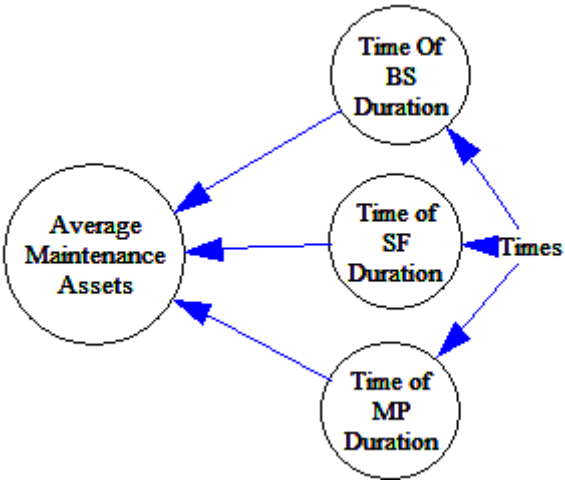
Variabel yang digunakan dalam menghitung durasi pemeliharaan yang dilakukan pada variabel Maintain of MP adalah

- Actual MP Maintain
- Average MP Maintain
- Rate of MP Maintain Start
- Rate of MP Maintain Finish
- SDA

Penjelasan persamaan di atas sebagai berikut:

Variabel	Persamaan
Actual MP Maintain	1.1
Average MP Maintain	RANDOM NORMAL (1.1,1.99,1.49,0.26,1)
Rate of MP Maintain Start	Actual MP Maintain*Maintain of MP
Rate of MP Maintain Finish	(Average MP Maintain * Maintain of MP) – Maintenance Assets + SDA
Maintain of MP	(Rate of MP Maintain Start – Rate of MP Maintain Finish)
	Initial Value : 1.1

4. Average Maintenance Assets

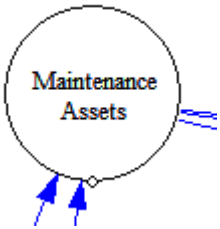


Gambar 4.19 Sub-Model Average Maintenance Aset

Variabel ini adalah durasi yag dibutuhkan masing masing aset dan hasil dari keseluruhan oleh pihak PT. Petrokimia Babat dalam satu kali proses pemeliharaan. Berikut adalah persamaan yang digunakan pada sub-model Average Maintenane Assets

Variabel	Persamaan
Average Maintenance Assets	Maintain of BS + Maintain of SF + Maintain of MP
Time of BS Duration	Maintain of BS * Times
Time of SF Duration	Maintain of SF * Times
Time of MP Duration	Maintain of MP * Times
Times	60

5. Maintenance Asset



Gambar 4.20 Sub-Model Maintenance Aset

Variabel ini merupakan hasil forrmulasi yang didapatkan dari perhitungan nilai aset dan juga hasil anomaly yang telah didapatkan untuk menjadi sebuah variabel baru agar dapat menghitung durasi yang dibutuhkan untuk pemeliharaan. Berikut persamaan sub-model Maintenance Assets:

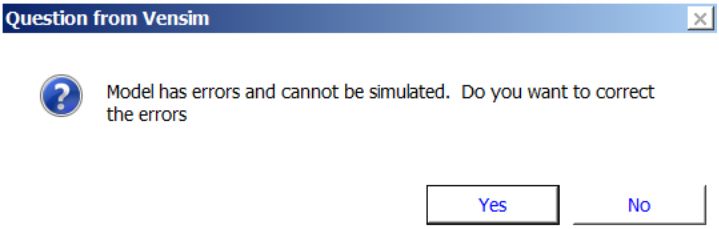
Variabel	Persamaan
Maintenance Assets	(Maintain Reability + Asset Condition) / 2

4.5 Verifikasi dan Validasi Model

4.5.1 Verifikasi

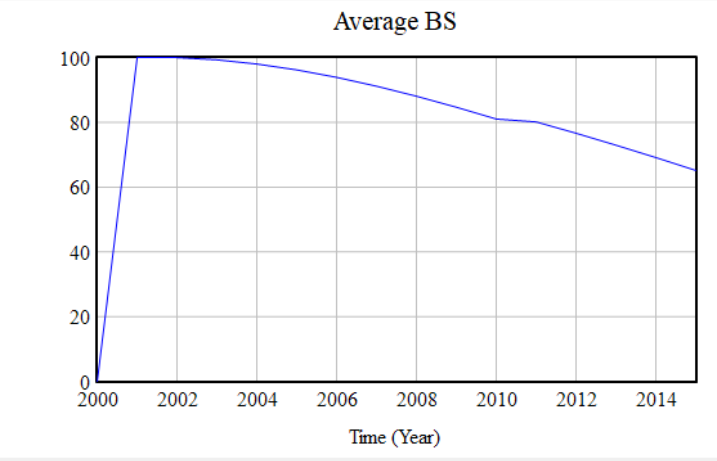
Tahapan verivikasi merupakan proses untuk memastikan bahwa model simulasi yang dihasilkan menjadi pemrograman yang benar. Tahapan ini bertujuan untuk memeriksa model yang dihasilkan agar menjadi model yang bebas error, sehingga model dapat disebut terverivikasi apabila model tersebut sudah merepresentasikan konsep nyata dengan benar. [14]

Proses verivikasi dapat dilakukan setelah sebuah model menyelesaikan proses running pada vensim. Saat sebuah model telah running dan tidak terdapat error maka mode tersebut sudah verified. Berikut bukti jika model masih terdapat error.

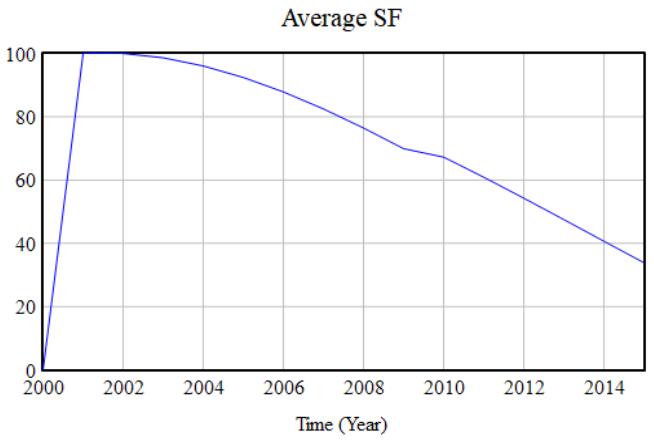


Gambar 4.21 Pesan error pada Vensim

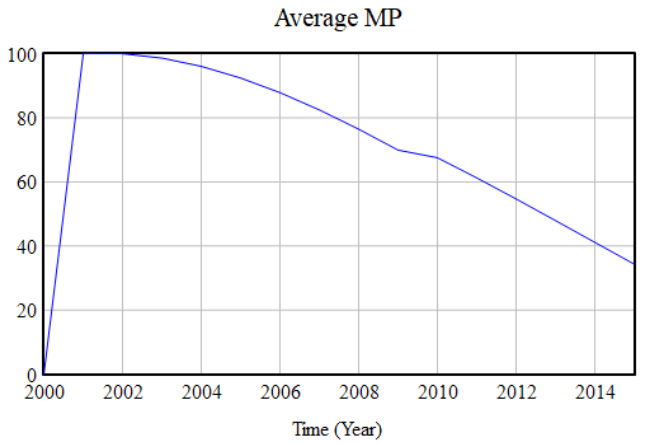
Maka dengan demikian dapat dipastikan bahwa model tidak dapat diajalankan dan diperlukan perbaikan untuk menghiangkan error pada model. Setelah model bebas error berikut adalah grafik yang dihasilkan dari base model pada PT. Petrokimia Babat untuk proses pemelihaaannya



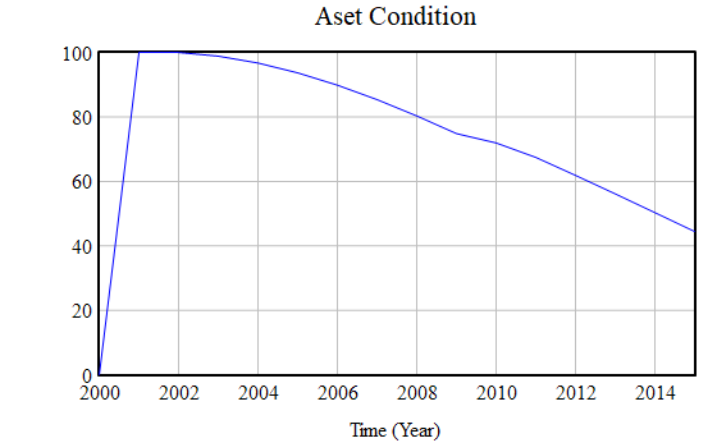
Gambar 4.22 Grafik rata -rata kondisi BS



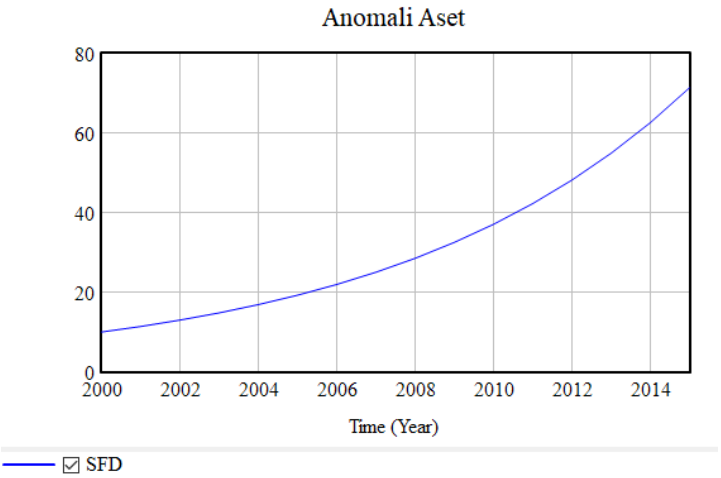
Gambar 4.23 Grafik rata – rata kondisi SF



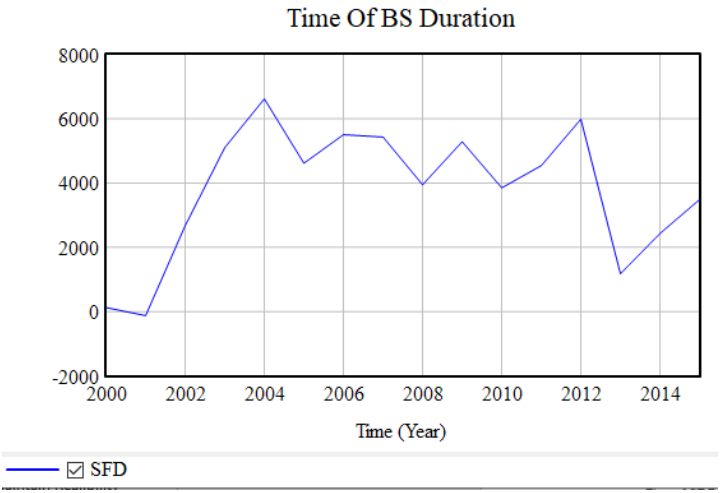
Gambar 4.24 Grafik rata – rata Kondisi MP



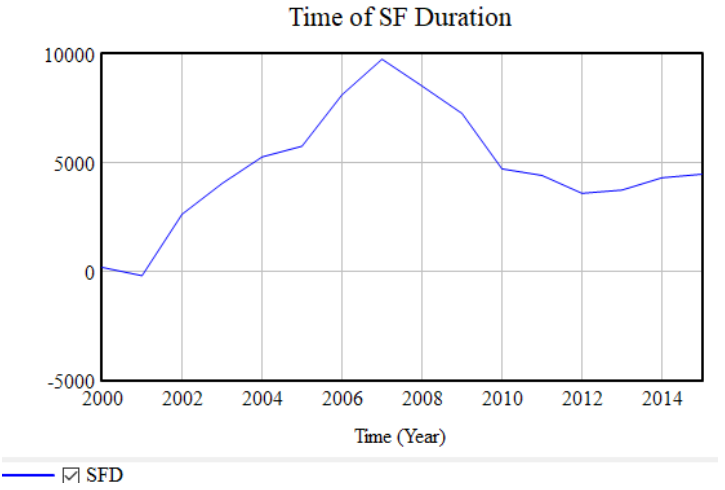
Gambar 4.25 Grafik rata – rata Kondisi Aset



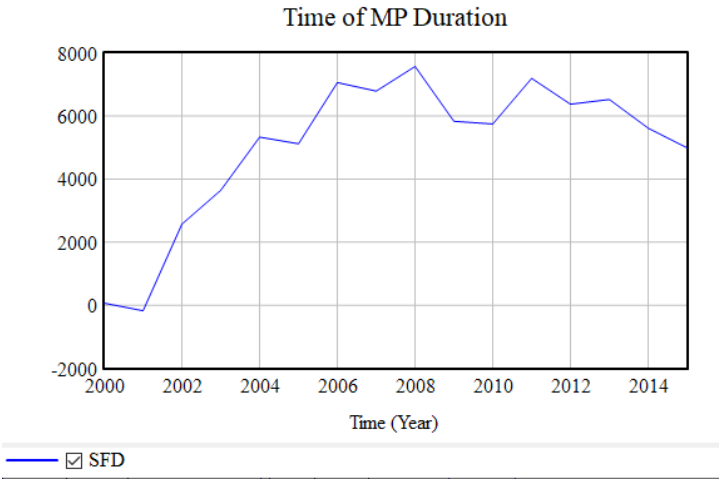
Gambar 4.26 Grafk Kondisi Anomali Aset



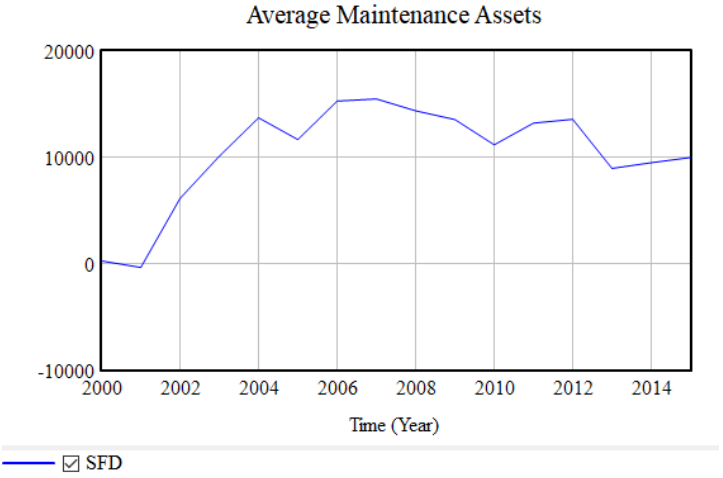
Gambar 4.27 Durasi Pemeliharan BS



Gambar 4.28 Durasi Pemeliharaan SF



Gambar 4.29 Durasi Pemeleiharaan MP



Gambar 4.30 Grafik rata – rata Pemeliharaan Aset

Dari masing masing grafik di atas, dapat diambil kesimpuan bahwa pada tahun ke 2014 kondisi aset Backwash System memiliki presentase 61%, kemudian untuk aset Sand Fiter

memiliki presentase 39% pada tahun 2014. Selanjutnya pada aset Machine Pump memiliki presentase sebesar 44% pada tahun 2014. Selanjutnya pada variabel anomaly aset dapat dilihat bahwa setiap bulan memiliki permasalahan dan dapat diselesaikan, hingga Sekarang terdapat lebih dari 70 peramasalahan. Kemudian untuk waktu pemeliharaan yang dibtuhkan, pada aset Backwash System memerlukan waktu 1 jam, kemudian untuk aset Sand Filter, memerlukan waktu 1.5 jam, kemudian untuk Machine Pump juga memerlukan waktu 1.5 jam.

4.5.2 Validasi

Model yang dihasilkan pada tahapan ini akan dilakukan validasi dengan melakukan uji validasi dan verivikasi agar mengetahui seberapa baik model dengan cara membandingkan standar deviasi dan hasil simulasi dari data yang digunakan. Tahapan validasi merupakan pross untuk mengetahui apakah model ang dihasilkan sudah mencapai kenyataan atau belum. Validasi sendiri dilakkan dengan membandingkan data yang telah diberikan. Perbandingan data ini bertujuan untuk mengetahui bahwa model ini sudah valid. Proses pengujian validasi dilakukan dengan melakukan behavior validity tes, aitu proses validasi dengan melakukan pemeriksaan pada model yang memiliki perilaku yang diterima. Proses ini dilakukan dengan 2 cara, yaitu membandingkan rata – rata dan variasi amplitude

Melakukan perbandingan rata-rata (Mean Comparison)

$$E1 = \frac{\left[\bar{S} - \bar{A}\right]}{\bar{A}}$$

Dimana:

$\overline{A}$ = nilai rata-rata hasil simulasi

= nilai rata-rata data

Dan sebuah model dianggap valid apabila memiliki nilai E1 ≤ 5%

Melakukan perbandingan Variasi Amplitudo (% Error Variance)

$$E2 = \frac{|Ss - Sa|}{Sa}$$

Dimana:

Ss = Standar deviasi model

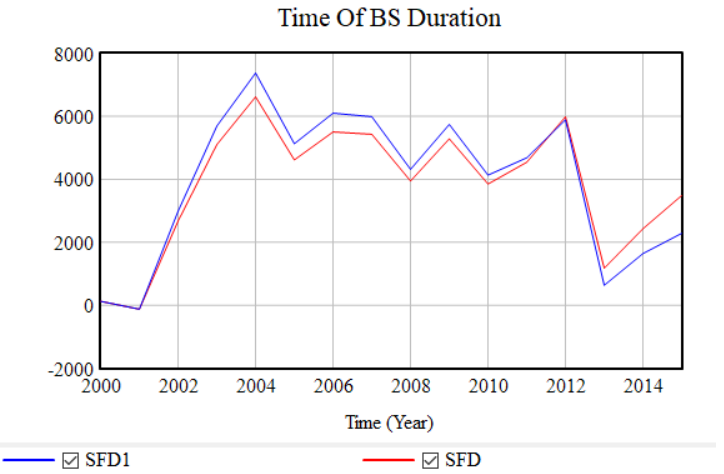
Sa = Standar deviasi data

Dan sebuah model dianggap valid apabila memiliki nilai E2 ≤ 30%

1. Validasi Durasi Pemeliharaan Aset Backwash

   Berikut hasil perhitungan validasi perbandingan rata – rata dengan nilai ≤ 5% perbandingan variasi amplitudo dengan nilai ≤ 30% dan hasilnya sebagai berikut

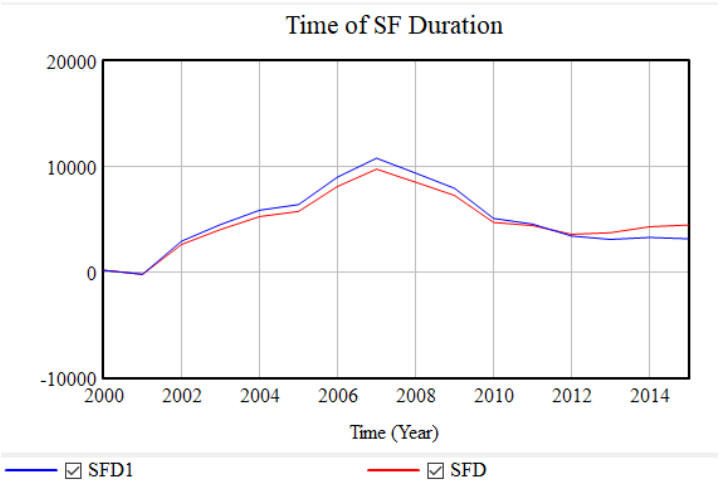
Mean Comparison $E1 = \frac{\lvert \bar{S} - \bar{A} \rvert}{\bar{A}}$ (< 5 %)	$\frac{\lvert 3790.38 - 3911.77 \rvert}{3911.77}$ = 0.03103x 100 % = 3.1%	**Valid**
Error Variance $E2 = \frac{\lvert Ss - Sa \rvert}{Sa}$ (< 30 %)	$\frac{\lvert 2039.82 - 2363.5 \rvert}{2363.5}$ = 0.13695121 x 100 % = 13.69%	



Dan berikut perbandingan secara grafis dari validasi durasi pemeliharaan aset Backwash System

2. Validasi Durasi Pemeliharaan Aset Sand Filter
   Berikut hasil perhitungan validasi perbandingan rata – rata dengan nilai ≤ 5% perbandingan variasi amplitudo dengan nilai ≤ 30% dan hasilnya sebagai berikut

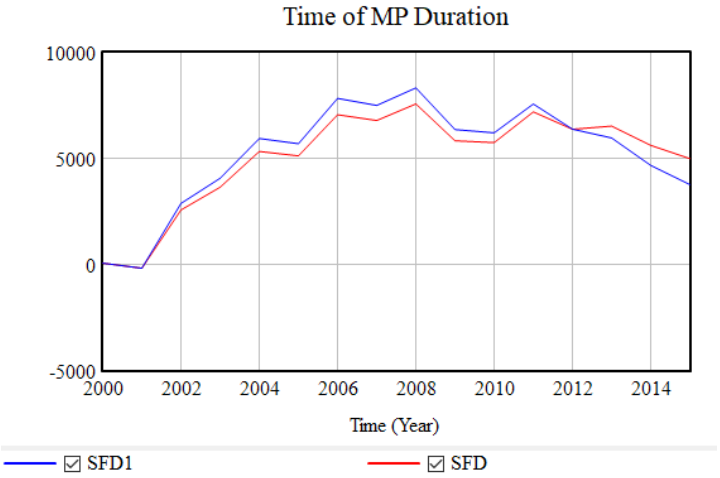
Mean Comparison $E1 = \frac{\lvert \bar{S} - \bar{A} \rvert}{\bar{A}}$ (< 5 %)	$\frac{\lvert 4786.22 - 4967.72 \rvert}{4967.72}$ = 0.03654 x 100 % = 3.65%	**Valid**
Error Variance $E2 = \frac{\lvert Ss - Sa \rvert}{Sa}$ (< 30 %)	$\frac{\lvert 2723.68 - 3135.09 \rvert}{3135.09}$ = 0.13122753 x 100 % = 13.12%	



Dan berikut perbandingan secara grafis dari validasi durasi pemeliharaan aset Sand filter

3. Validasi Durasi Pemeliharaan Aset Machine Pump
   Berikut hasil perhitungan validasi perbandingan rata – rata dengan nilai ≤ 5% perbandingan variasi amplitudo dengan nilai ≤ 30% dan hasilnya sebagai berikut

Mean Comparison $E1 = \frac{\lvert \bar{S} - \bar{A} \rvert}{\bar{A}}$ (< 5 %)	$\frac{\lvert 5015.49 - 5189.97 \rvert}{5189.97}$ = 0.03654 x 100 % = 3.65%	**Valid**
Error Variance $E2 = \frac{\lvert Ss - Sa \rvert}{Sa}$ (< 30 %)	$\frac{\lvert 2361.65 - 2541.57 \rvert}{2541.57}$ = 0.07079351 x 100 % = 7.07%	

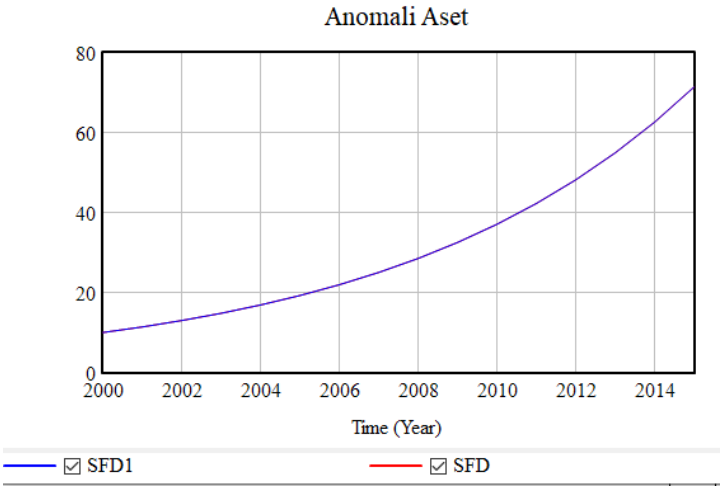


Dan berikut perbandingan secara grafis dari validasi durasi pemeliharaan aset Machine Pump

4. Validasi Jumlah Anomali Aset

   Berikut hasil perhitungan validasi perbandingan rata – rata dengan nilai ≤ 5% perbandingan variasi amplitudo dengan nilai ≤ 30% dan hasilnya sebagai berikut:

Mean Comparison $E1 = \frac{\lvert \bar{S} - \bar{A} \rvert}{\bar{A}}$ (< 5 %)	$\frac{\lvert 52.4747 - 53.2929 \rvert}{53.2929}$ = 0.01535 x 100 % = 1.5%	**Valid**
Error Variance $E2 = \frac{\lvert Ss - Sa \rvert}{Sa}$ (< 30 %)	$\frac{\lvert 41.3567 - 41.8234 \rvert}{41.8234}$ = 0.011158 x 100 % = 1.1%	


Anomali Aset
80
60
40
20
0
2000
2002
2004
2006
2008
2010
2012
2014
Time (Year)
SFD1
SFD

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V
PENGEMBANGAN SKENARIO DAN ANALISIS HASIL

Skenario yang dibentuk merupakan pengembangan yang telah dilakukan dari simulasi pada basemodel yang telah terverivikasi dan tevalidasi. Terdapat berbagai bentuk skenario yang dapat dilakukan agar dapat memperbaiki kondisi basemodel yang digunakan. Salah satu caranya adalah dengan menambahkan variabel yang dapat mempengaruhi proses pemeliharaan aset unti filtrasi.

Terdapat 2 jenis skenario yang dapat digunakan pada system dinamik, yaitu skenario parameter dan skenario struktur. Skenario paramaeter adalah skenario dengan merubah parameter yang digunakan pada model. Skneario ini dapat dilakukan dengan merubah nilai dan melihat hasil dan dampaknya pada output model. Kemudian skenario struktur adlah skenario yang merubah struktur model. Pembuatan skenario ini membutuhkan pendalaman tentang system yang terdapat pada model.

Pada pemodelan simulasi untuk tugas akshir ini, tujuan yang ingin dicapat oleh PT. Petrokimia Babat adalah dapat meningkatkan kinerja aset pada unit filtrasi. Terdapat beberapa cara untuk mendapakan hasil yang diinginkan. Yaitu dengan minigkatkan kondisi aset unit filtrasi, mengurangi tigkat permasalahan yang terdapat pada anomaly aset dengan memperbaiki proses pemeliharan sehingga pada tugas akhir ini skenario structural merupakan skenario yang digunakan dengan membuat dan menambahkan struktur baru yang dapat meningkatkan kinerja aset seperti tujuan awal tugas akhir ini dibuat berikut 2 skenario yang dibuat untuk memperbaiki kinerja system

1. Skenario struktur Replacement Asset: penggantian aset yang sudah dibawah 50%

2. Skenario struktur perbaikan untuk aset yang tidak beroperasi untuk meningkatkan aset

5.1 Skenario Struktur

Seperti yang telah dijelaskan, pada tugas akhir ini struktur yang digunakan agar mampu membuat struktur baru yang dapat memperbaiki kinerja sistem pada basemodel simulasi. Berikut skenario yang digunakan untuk memnuhi tujuan skenario struktur:

- Skenario struktur Replacement Asset: penggantian aset yang sudah dibawah 50%
- Skenario perbaikan struktur terhadap aset yang tidak digunakan untuk meningkatkan presentase kondisi aset

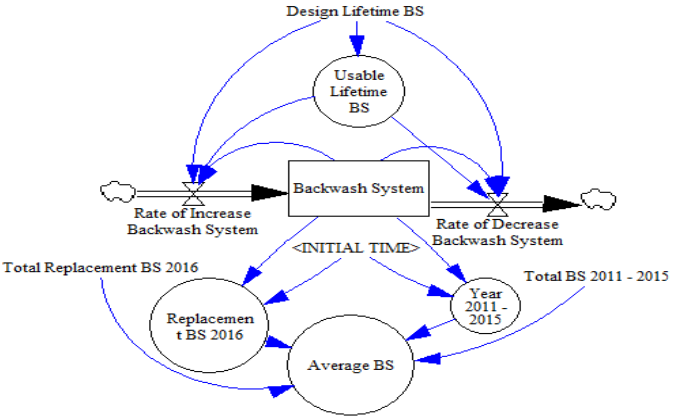
Skenario ini dibuat mengacu pada operasional aset yang bekerja secara optimal dan tanpa henti dan secara tidak langsung aset yang beroperasi akan menurun performanya dan tidak seperti awal mula mesin bekerja. Dengan demikian perlu sebuah skenario pemeliharaan agar aset yang memiliki performa di bawah standar dapat diperbaiki dan kemudian dapat digunakan kembali, agar dapat memenuhi target produksi perusahaan.

Salah satu cara yang dapat dilakukan setelah mengetahui presentase kondisi tiap aset melalui simulasi pada basemodel adalah dengna menerapkan jenis pencegahan. Menurut Ebeling, tindakan pemeliharaan pencegahan adalah pemeliharaan yang dapat dilakukan dengan cara terjadwal dan periodik, seperti perbaikan, pembersihan, pergantian, pelumasan,, penyesuaian, dan penggantian [15]. Pemeliharaan pencegahan menjadi sangat penting karena sangat efektif dalam mendukung fasilitas produksi yang termasuk dalam kategori critical unit. Skenario pertama yang akan digunakan adalah skenario penggantian aset yang memiliki presentasi di bawah 50%. Maka dari itu penggantian aset yang akan dilakukan adalah

- Penggantian aset unit Backwash System pada tahun 2016, karena memiliki presentase 61%
- Penggantian aset unit Sand Filter pada tahun 2016 karena memiliki presentase 39%
- Penggantian set unit Machine Pump pada tahun 2016 karena memiliki presentase 44%

Skenario penggantian aset ini menyesuaikan dengan jumlah total aset ada saat kondisi aset menjadi buruk. Durasi yang disimulasikan untuk skenario ini dilakukan sampat tahun 2040 karena sebuah aset baru memiliki umur aset setidaknya 25 tahun dihitung dari waktu pemasangannya. Dengan skenario yang telah ditentukan maka hasil simulasi yang merupakan base model sebelumnya mengalami penambahan dan perubahan pada beberapa variabel.

1. Penggantian Aset Backwash System



Gambar 5.1.1 Skenario 1 : Aset Backwash System

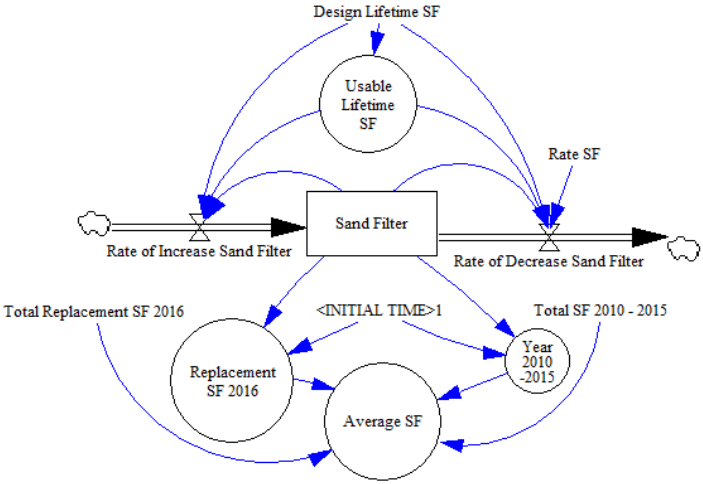
Perubahan dilakkan pada auxiliary pada tahun 2000 – 2010 dengan syntax sebagai berikut:

Variabel	Persamaan
Replacement BS 2016	DELAY INFORMATION (Backwash System, 2016 – INITIAL TIME,0)
Total Replacement BS 2016	100 unit

2. Average BS Skenario – 1
   Perubahan terjadi pada variabel auxiliary : Average BS adalah sebagai berikut :

Variabel	Persamaan
Average BS	((Replacement BS 2016*Total Replacement BS 2016)+("Year 2011 - 2015"*"Total BS 2011 - 2015")) / ("Total BS 2011 - 2015"+IF THEN ELSE("Year 2011 - 2015"=0, 0, Total Replacement BS 2016))

3. Replacement Aset Sand Filter



Gambar 5.2 Skenario 1 : Aset Sand Filter

Perubahan dilakukan pada auxiliary pada tahun 2000-2009 dengan syntax sebagai berikut:

Variabel	Persamaan
Replacement SF 2016	DELAY INFORMATION (Sand Filter, 2016 – INITIAL TIME,0)
Total Replacement Sand Filter 2016	100 unit

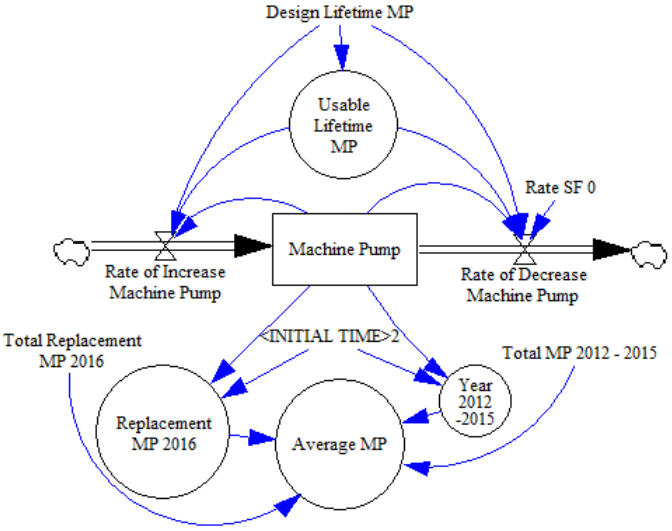
4. Average SF – Skenario 1

Perubahan terjadi pada variabel auxiliary : Average SF adalah sebagai berikut :

Variabel	Persamaan
Average SF	((Replacement SF 2016*Total Replacement SF 2016)+("Year 2010 - 2015"*"Total SF 2010 - 2015"))

	/ ("Total SF 2010 - 2015"+IF THEN ELSE("Year 2010 - 2015"=0, 0, Total Replacement SF 2016))

5. Replacement Aset Machine Pump



Gambar 5.3 Skenario 1 : Aset Machine Pump

Perubahan dilakukan pada auxiliary pada tahun 2000-2011 dengan syntax sebagai berikut:

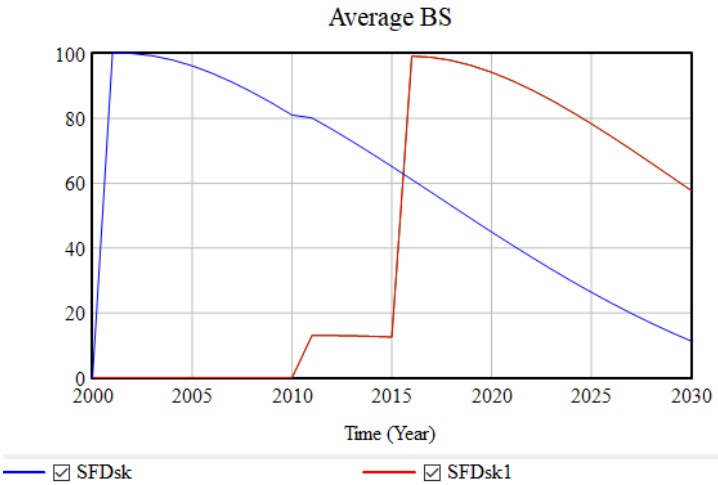
Variabel	Persamaan
Replacement MP 2016	DELAY INFORMATION (Machine Pump, 2016 – INITIAL TIME,0)
Total Replacement Machine Pump 2016	100 unit

6. Average MP – Skenario 1

Perubahan terjadi pada variabel auxiliary : Average SF adalah sebagai berikut :

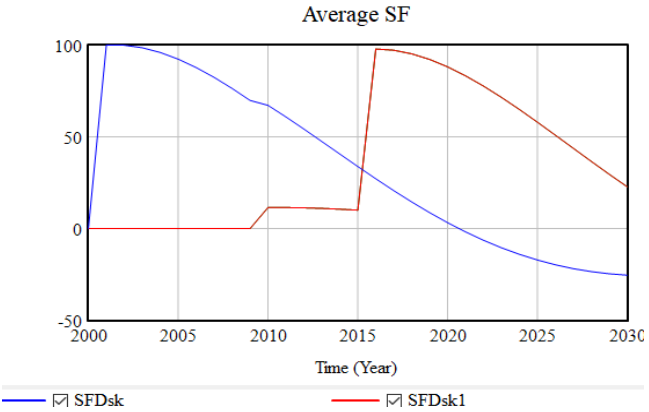
Variabel	Persamaan
Average MP	((Replacement MP 2016*Total Replacement MP 2016)+("Year 2012 - 2015"*"Total MP 2012 - 2015")) / ("Total MP 2012 - 2015"+IF THEN ELSE("Year 2012 - 2015"=0, 0, Replacement MP 2016))

Setelah melakukan perubahan struktur pada basemodel dengan mengganti nilai syntax pada variabel tertentu, hasil yang diperoleh dari skenario ini kemudian dibandingkan dengan basemodel, kemudian hasil dari perbandingan tersebut akan berpengaruh dengan durasi pemeliharaan yang terdapat pada Maintenance Asset. Berikut hasil perbandigan tiap variabel:



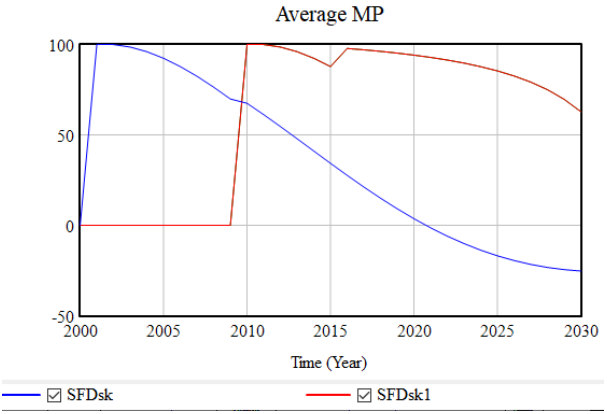
Gambar 5.4 Skenario 1 : Grafik Aset Backwash System

Simulasi dilakukan hingga 2030 karena kurang lebih pemasangan baru dilakukan setelah 20 tahun. Dilihat dari hasil perbandingan gambar di atas, dapat dilihat pada tahun 2020 SFD awal memiliki presentase 41% sedangkan skenario BS memiliki presentase mencapai 90%. Dan hingga akhir running skenario memiliki presentase sebesar 58% dan SFD awal memiliki presentase 19%.



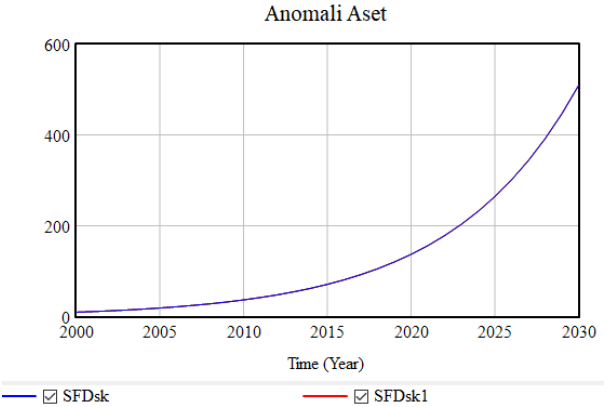
Gambar 5.5 Skenario 1 : Grafik Aset Sand Filter

Kondisi aset Sand Filter pada tahun 2020 menunjukkan berada di angka 2%, sangat kecil dibandingkan dengan skenario kondisi aset Sand Filter pada tahun 2020 yang menunjukkan berada pada angka 77%.



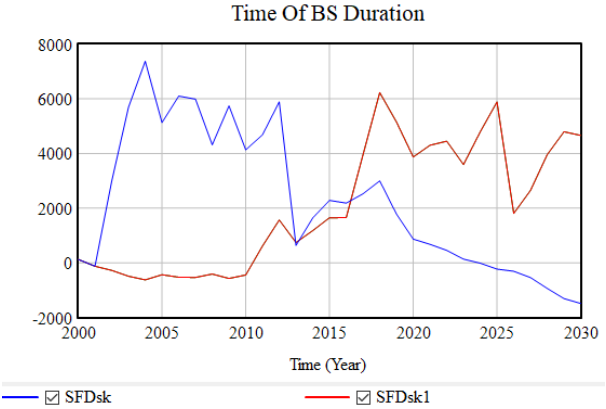
Gambar 5.6 Skenario 1 : Grafik Aset Machine Pump

Kondisi aset Machine Pump pada tahun 2020 menunjukkan berada di angka 2%, sangat kecil dibandingkan dengan skenario kondisi aset Machine Pump pada tahun 2020 yang menunjukkan berada pada angka 78%.



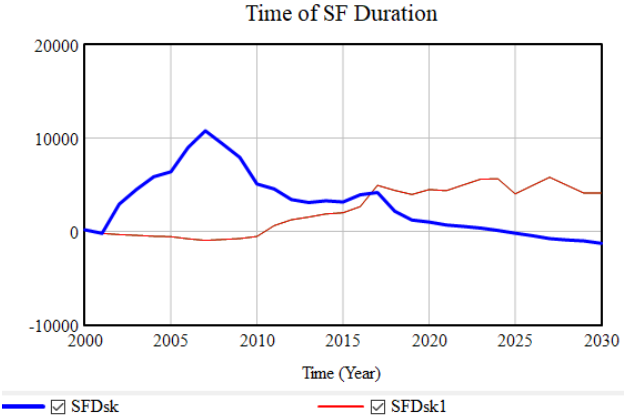
Gambar 5.7 Skenario 1 : Grafik Anomali Aset

Untuk permasalahan yang ditimbulkan, masing masing memiliki permasalahan sendiri yang sama tiap tahunnya.



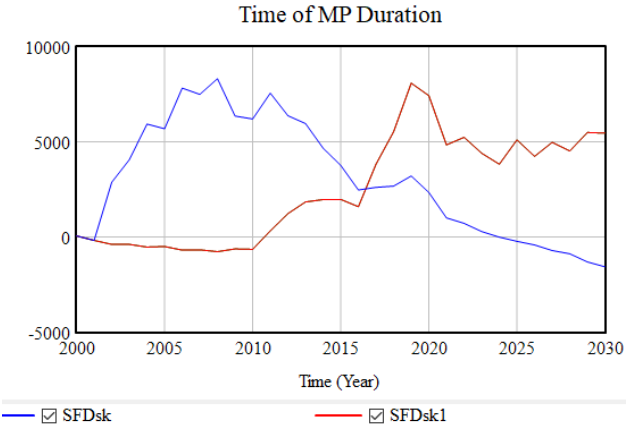
Gambar 5.8 Skenario 1 : Grafik Time of Duration BS

Dari hasil grafik di atas dapat dijelaskan bahwa perbandigan waktu yang diperlukan mencapai 1 jam untuk sekali pemeliharaan dari basemodel dengan skenario yang dilakukan.



Gambar 5.9 Skenario 1 : Grafik Time of Duration SF

Grafik di atas menjelaskan durasi waktu yang berkurang sebesar 40 menit pada skenario aset Sand Filter dibanding dengan basemodel.



Gambar 5.10 Skenario 1 : Grafik Time of Duration MP

Untuk durasi waktu pemeliharaan, waktu yang diperlukan untuk Backwash System dan Machine Pump berkurang hingga kurang lebih 50 menit, dan untuk Sand Filter, berkurang hingga 40 menit.

5.2 Analisa Hasil

Pada tahap ini dilakukan Analisa hasil yang didapatkan dari skenario yang dilakukan. Melakukan penggantian aset pada kondisi aset yang memiliki presentase di bawah 50%, yaitu Backwash System, Sand Filter, dan Machine Pump pada tahun 2016. Dari komponen tersebut, hasil yang didapatkan kemudian dianalisa untuk mengamati kondisi yang akan menjadi opsi PT. Petrokimia Babat. Berikut hasil Analisa Backwash System:

Tahun	Analisa Hasil Backwash System	
	Skenario 1	Skenario 2
2016	61.1531	99.2047

2017	57.0932	98.8489
2018	53.0257	97.8579
2019	48.9789	96.2975
2020	44.9782	94.2315
2021	41.0464	91.7209
2022	37.2037	88.8242
2023	33.4677	85.5969
2024	29.8536	82.0918
2025	26.3747	78.3583
2026	23.0418	74.4431
2027	19.8639	70.3895
2028	16.8479	66.238
2029	13.9993	62.0256
2030	11.3215	57.7865

Tahun	Analisa Hasil Sand Filter	
	Skenario 1	Skenario 2
2016	27.2021	97.984
2017	20.7433	97.291
2018	14.5626	95.3421
2019	8.71936	92.2724
2020	3.26352	88.2203
2021	-1.76465	83.3254
2022	-6.33415	77.727
2023	-10.4228	71.5615
2024	-14.017	64.9614
2025	-17.1107	58.0535
2026	-19.7056	50.9578
2027	-21.8095	43.7866

2028	-23.4366	36.6434
2029	-24.606	29.6224
2030	-25.3415	22.8078

Hasil analisa menunjukkan angka di bawah nol atau negatif, berarti aset yang digunakan telah menunjukkan tanda bahwa aset berada dalam kondisi rusak atau perlu diperbaiki.

Tahun	Analisa Hasil Machine Pump	
	Skenario 1	Skenario 2
2016	27.687	97.848
2017	21.232	97.1082
2018	15.0481	96.2611
2019	9.19549	95.294
2020	3.72461	94.1895
2021	-1.32355	92.9239
2022	-5.91726	91.466
2023	-10.0337	89.775
2024	-13.6585	87.7964
2025	-16.7851	85.4572
2026	-19.4143	82.6574
2027	-21.5536	79.2572
2028	-23.2164	75.0554
2029	-24.4214	69.7527
2030	-25.192	62.885

Hasil analisa menunjukkan angka di bawah nol atau negatif, berarti aset yang digunakan telah menunjukkan tanda bahwa aset berada dalam kondisi rusak atau perlu diperbaiki.

Setelah membandingkan hasil skenario dan analisis, selanjutnya ada beberapa usulan untuk meningkatkan kinerja aset dalam unit filtrasi yang nantinya bisa menambah opsi untuk PT. Petrokimia Babat dalam meningkatkan kondisi aset dan perawatan aset. Berikut usulan untuk merealisasikan tujuan tersebut

1. Melakukan replacement aset pada saat kondisi sudah dibawah 50% berdasarkan umur aset dan waktu penggunaannya, yaitu Backwash System, Sand Filter, Machine Pump pada tahun 2016
2. Melakukan replacement aset pada kondisi aset kembali dibawah 50% pada tahun 2030 yaitu aset Backwash System, Sand Filter, dan Machine Pump.
3. Melakukan perawatan aset tahunan yang seang dalam kondisi kurang maksimal atau rusak, maupun tidak beroperasi

Rekomendasi perawatan aset tiap tahun yang dapat dilaukan antara lain

- Backwash System : Melakukan pembersihan aset, uji mesin, dan melakukan pemeriksaan
- Sand Filter : Melakukan pemeriksaan secara berkala, dan pembersihan aset, serta penyaringan aset
- Machine Pump : Melakukan pengecekan mesin, pemberian oli maupun pelumas agar tidak aus

BAB VI
KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Beberapa kesimpulan yang dapat didapatkan dari pengerjaan tugas akhir ini adalah:

1. Model yang digunakan untuk dibuat skenario telah melalui serangkaian pengujian validitas. Pada pengerjaan tugas akhir ini, uji validity test dimana mean variance memiliki nilai lebih rendah dari 5% dan error variance memiliki nilai lebih rendah dari 30%. Sub-model yang dilakukan uji validitas ini adalah Time of Duration BS, Time of Duration SF, Time of Duration MP, dan Anomali Aset. Dengan demikian, model yang dihasilkan dapat digunakan untuk meningkatkan kinerja aset dalam unit filtrasi

    - Time of Duration BS: E1 = 3.1%, E2 = 13.69%.
    - Time of Duration SF: E1 = 3.65%, E2 = 13.12%.
    - Time of Duration MP: E1 = 3.65%, E2 = 7.07%.
    - Anomali Aset: E1 = 1.5%, E2 = 1.1%

2. Selanjutnya adalah melakukan replacement aset pada aset yang memiliki presentase kondisi dibawah 50%, sebagai berikut: Backwash System, Sand Filter, Machine Pump pada tahun 2016, Backwash Sstem, Sand Filter, dan Machine Pump karena kondisi sudah dibawah 50%

3. Melakukan replacement aset pada aset yang kondisinya dibawah 50% sampai pada tahun 2030 seperti aset Backwash System, Sand Filter, Machine Pump.

4. Dengan hasil skenario yang telah didapatkan, maka skenario yang paling tepat untuk digunakan yaitu nomor 2, karena pada skenario tersebut dapat mengoptimalkan pemeliharan operasional aset dan meningkatkan kinerja aset.

6.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk mengembangkan hasil dan untuk penelitian selanjutnya pada tugas akhir ini adalah:

Akumulasi dari jumlah biaya yang dapat dikeluarkan setelah melakukan replacement aset dan perawatan pada kondisi aset yang tidak prima dapat menjadi faktor yang dapat dikembangkan untuk memberikan tambahan opsi keputusan yang dapat diambil.

Pengembangan model bisa lebih ditingkatkan dengan menjabarkan kembali variabel-variabel yang ada pada masing-masing *sub-model*, karena pada penelitian ini belum dijabarkan secara mendetail.

DAFTAR PUSTAKA

[1] I. Wenzler, "Development of an Asset Management Strategy for a Network Utility Company .," 2015.

[2] w. n. utari, "3 Keuntungan Mengelola Aset Perusahaan dengan Jurnal," *jurnal.id,* 2017.

[3] P. Gresik, "Petrokimia Gresik Bangun Instalasi Penjernihan Air Rp461,7 Miliar," *bisnis.com,* 2014.

[4] H. Arfah, "Pipa Pabrik Petrokimia Diduga Bocor, Warga Alami Sesak Napas," *Kompas,* 2016.

[5] E. S. Ashma Hanifah, "Model Sistem Dinamik Untuk Meningkatkan Kinerja Pada Manajemen Rantai Pasok Biodesel Nasional," 2017.

[6] AusNet, ELECTRICITY DISTRIBUTION 5 YEAR ASSET MANAGEMENT PLAN, 2006.

[7] G. A. P. Richardson, Introduction to System Dynamics Modelling with Dynamo., Cambridge, Massachussete, London: MIT Press, 1986.

[8] Malabay, Pendekatan Sistem Model Causal Loop Diagram Dalam Memahami Permasalahan

Penerimaan Kuantitas Mahasiswa Baru Di Perguruan Tinggi Swasta, Jakarta, 2008.

[9] K. Law, "Simulation Modelling and Analysis. 2nd Edition McGraw-Hill International Edition," in *Simulation Modelling and Analysis*, 1991.

[10] J. J. Crisp, Asset Management in Electricity Transmission Enterprise: Factors that affect Asset Management Policies and Practices of Electricity Transmission Enterprises and their Impact on Performance, Brisbane, 2004.

[11] A. Oommen, "A Case Study Evaluation Of The Causes For The Premature Failure Of Transformers On The Eskom Transmission Network," Vols. 14-16, p. 120, 2005.

[12] Gilang, Interviewee, *Staff Control Room.* [Interview]. 15 6 2020.

[13] R. W. Utomo, "Perencanaan Perawatan Mesin Pump 107 Dengan Metode Reability Centered Maintenance (RCM) di PT. Petrokimia Gresik," 2018.

[14] L. &. W. D. Kelton, Simulation Modeling & Analysis, second edition, McGraw-Hill, 1991.

[15] C. E. Ebeling, An Indtroduction to Reliability and Maintanibility Engineering, New York: The McGraw-Hill Company Inc, 1997.

BIODATA PENULIS

Penulis lahir di Lamongan pada tanggal 3 Januari 1995, merupakan anak kedua dari 2 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan *form*al yaitu: SDN Bedahan lulus pada tahun 2007, SMP Negri 1 Babat lulus pada tahun 2010, dan SMA Negeri 1 Babat yang lulus pada tahun 2013 dan meneruskan pendidikan di Departemen Sistem Informasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya pada tahun yang sama dan terdaftar sebagai mahasiswi dengan NRP 0521134000022. Selama menjadi mahasiswa, penulis tertarik mengikuti kegiatan ekstra kampus seperti organisasi kemahasiswaan dan kepanitiaan. Penulis aktif menjadi anggota Departemen Kesejahteeraan Mahasiswa (Kesma) di Himpunan Mahasiswa Sistem Informasi pada tahun 2014 dan 2015.Penulis menyelesaikan Pendidikan S1 di Departemen Sistem Informasi yang berjudul Pengembangan Model Sistem Dinamik Untuk Melakukan Pemeliharaan Operasional Aset Unit Filtrasi Untuk Peningkatan Kinerja Aset (Studi Kasus: PT. Petrokimia Babat). Penulis dapat dihubungi melalui email: farin.hananta@gmail.com.