



TESIS - IS185401

**SKENARIO ELIMINASI PENYAKIT TUBERKULOSIS
(TB) DENGAN MENGGUNAKAN FRAMEWORK
SISTEM DINAMIK (STUDI KASUS : JAWA TIMUR)**

PRASETYO SUBIANTORO
05211350010023

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

Departemen Sistem Informasi
Fakultas Teknologi Elektro dan Informatika Cerdas
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
2020

(Halaman sengaja dikosongkan)



TESIS - IS185401

**TUBERCULOSIS (TB) ELIMINATION DISEASE
SCENARIO USING DYNAMIC SYSTEM
FRAMEWORK (CASE STUDY : EAST JAVA)**

PRASETYO SUBIANTORO

05211350010023

Dosen Pembimbing

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

Departement of Information System

Faculty of Intelligent Electrical and Informatics Technology

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

2020

(Halaman sengaja dikosongkan)

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Komputer (M.Kom)
di
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Oleh:

PRASETYO SUBIANTORO
NRP: 05211350010023

Tanggal Ujian: 17 Januari 2020
Periode Wisuda: Maret 2020

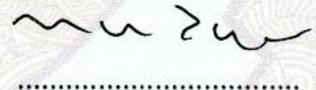
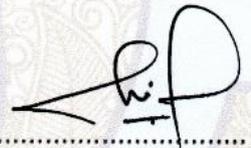
Disetujui oleh:
Pembimbing:

1. Erma Suryani, S.T., M.T., Ph. D
NIP: 197004272005012001



Penguji:

1. Mahendrawathi E.R., S.T., M.Sc., Ph.D.
NIP: 197606021992031002
2. Dr. Mudjahidin, S.T., M.T.
NIP: 197010102003121001



Kepala Departemen Sistem Informasi
Fakultas Teknologi Elektro dan Informatika Cerdas



Dr. Mudjahidin, S.T., M.T.
NIP: 197010102003121001

(Halaman sengaja dikosongkan)

Skenario Eliminasi Penyakit Tuberkulosis (TB) Dengan Menggunakan Framework Sistem Dinamik (Studi Kasus : JAWA TIMUR)

Nama Mahasiswa : Prasetyo Subiantoro
NRP : 05211350010023
Dosen Pembimbing : Erma Suryani, S.T., M.T., Ph.D.

ABSTRAK

Tuberkulosis (TB) adalah salah satu penyakit infeksi mematikan didunia. Diperkirakan oleh Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), pada tahun 2017 kematian yang diakibatkan oleh penyakit Tuberkulosis ini sekitar 1,6 juta jiwa secara global. Dan jumlah penderita secara global pada tahun 2017 adalah 10 juta jiwa. Indonesia adalah termasuk tiga besar dalam jumlah penderita TB dibawah India dan Tiongkok. Diperkirakan pada tahun 2017 penderita TB di Indonesia sekitar 843.000 jiwa. Dan jumlah kematian yang diakibatkan TB sekitar 116.400 jiwa.

Tujuan dari penelitian ini adalah pembuatan dan pengembangan model sistem dinamik untuk mengurangi kasus penyakit Tuberkulosis dengan studi kasus wilayah Jawa Timur yang diharapkan dapat mencapai target yang diharapkan oleh WHO dan pemerintah Indonesia yaitu *End TB* atau eliminasi TB pada tahun 2035.

Dalam penelitian ini pemodelan yang dibuat fokus kepada dua proses penting dalam penanganan Tuberkulosis yaitu proses penemuan pasien TB baru dan proses pengobatan pasien TB. Dalam pemodelan ada dua skenario yang dilakukan yaitu penambahan tenaga kesmas disertai penambahan jumlah tunjangan kinerja serta penambahan jumlah pasien TB yang diobati. Dari pengembangan model yang dilakukan terdapat penambahan terhadap penemuan pasien TB di masyarakat sebesar 12% dibandingkan data tahun 2018. Serta penambahan jumlah pasien TB yang diobati semula hanya di kisaran 42 – 63% menjadi 75% keatas, dapat mengurangi jumlah pasien TB di tahun 2030 sebanyak 15% dari total seluruh pasien.

Kata Kunci : Sistem Dinamik, Tuberkulosis, Jawa Timur, Penemuan pasien TB Baru, Pengobatan Pasien TB, Penurunan Jumlah Pasien TB

(Halaman sengaja dikosongkan)

**Tuberculosis (TB) Elimination Disease Scenario Using a Dynamic System
Framework (Case Study: EAST JAVA)**

Student Name : Prasetyo Subiantoro
Student Number : 05211350010023
Supervisor : Erma Suryani, ST., MT., Ph.D.

ABSTRACT

Tuberculosis (TB) is one of the deadliest infectious diseases in the world. Estimated by the World Health Organization (WHO), in 2017 deaths caused by Tuberculosis is about 1.6 million people globally. And the number of sufferers globally in 2017 is 10 million. Indonesia is among the top three in the number of TB sufferers below India and China. It is estimated that in 2017 TB sufferers in Indonesia are around 843,000. And the number of deaths due to TB is around 116,400 people.

The purpose of this research is the creation and development of a dynamic system model to reduce tuberculosis cases with a case study in the East Java region which is expected to achieve the targets expected by WHO and the Indonesian government, namely End TB or TB elimination by 2035.

In this study the modeling that is made focuses on two important processes in handling tuberculosis, namely the process of finding new TB patients and the process of treating TB patients. In the modeling there are two scenarios which are carried out, namely the addition of health workers accompanied by an increase in the number of performance benefits and an increase in the number of TB patients treated. From the development of the model carried out there is an increase in the discovery of TB patients in the community by 12% compared to 2018 data. And the addition of the number of TB patients who were initially treated only in the range of 42 - 63% to 75% and above, can reduce the number of TB patients in 2030 by 15% of all patients.

***Keywords* — Dynamic System, Tuberculosis, East Java, Discovery of New TB Patients, Treatment of TB Patients, Decreasing the Number of TB Patients**

(Halaman sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala, yang telah memberikan ridho, rahmat, dan hidayah-nya sehingga tesis yang berjudul “Pengembangan Model Sistem Dinamik Untuk Mengurangi Kemacetan Dalam Mendukung *Intelligent Transportation System* (Studi Kasus: Kota Surabaya)” dapat disusun dengan baik dan sholawat serta salam smoga terus tercurahkan kepada suri tauladan nabi besar Muhammad Shallallahu Alaihi Wa Sallam beserta keluarga dan sahabat-sahabat beliau.

Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan pada Program Magister Sistem Informasi, Departemen Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Dalam proses penyelesaian tesis ini, penulis mendapatkan banyak bantuan, baik bantuan moral maupun materiil dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Orang tua penulis, Bapak Munajah Mashoro dan ibu Andi Mamas yang telah banyak memberikan bantuan berupa doa, nasihat, dan dukungan selama proses pengerjaan tesis ini. Terdapat doa Ibu di balik kesuksesan seorang anak manusia.
2. Ibu Erma Suryani, S.T., M.T., Ph.D., selaku dosen pembimbing dan Dosen Wali Akademik yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran, serta memberikan ilmu, dukungan, dan kesabaran selama membimbing penulis dari awal hingga tesis ini selesai.
3. Ibu Mahendrawathi Er., ST., M.Sc., Ph.D., selaku Dosen Penguji I yang telah bersedia menguji dan memberikan masukan untuk penelitian ini.
4. Bapak Dr. Mudjahidin, ST., MT., selaku Dosen Penguji II yang telah bersedia menguji dan memberikan masukan untuk penelitian ini.
5. Bapak dan Ibu dosen yang telah mendidik dan memberikan ilmu selama Penulis menempuh pendidikan di Departemen Sistem

Informasi, Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

6. Segenap staf dan karyawan di Departemen Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember yang membantu Penulis dalam pelaksanaan tesis ini.
7. Para sahabat Moh. Makbul, Andriyan Rizki Jatmiko (Leader Doominator), Sativandi Putra (Mas Om), Achmad Wildan Nabila, Mohammad Hardi, Mas Galih, Mas Bintang, Mohammad Arif, ZulKifli dan Semua teman-teman yang tidak dapat di sebutkan satu persatu
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah membantu dan terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penulisan tesis ini.

Dengan keterbatasan pengalaman, ilmu maupun pustaka yang ditinjau, penulis menyadari bahwa tesis ini masih banyak kekurangan dan pengembangan lanjut agar benar benar bermanfaat. Oleh sebab itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran agar tesis ini lebih sempurna serta sebagai masukan bagi penulis untuk penelitian dan penulisan karya ilmiah di masa yang akan datang.

Akhir kata, penulis berharap tesis ini memberikan manfaat bagi kita semua terutama untuk pengembangan ilmu pengetahuan untuk Indonesia kedepannya.

Surabaya, Januari 2020

Prasetyo Subiantoro

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TESIS	i
ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	9
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian	9
1.4 Kontribusi Penelitian	9
1.4.1 Kontribusi di Bidang Keilmuan	9
1.4.2 Kontribusi Praktis	10
1.5 Batasan Penelitian	10
1.6 Sistematika Penulisan	11
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	13
2.1 Tuberkulosis(TB)	13
2.1.1 Definisi, Penyebab Tuberkulosis dan kondisi TB di Indonesia dan Global	13
2.1.1.1 Bakteri Penyebab TB	13
2.1.1.2 Tuberkulosis di Dunia	16
2.1.1.3 Tuberkulosis di Indonesia	20
2.1.1.4 Tuberkulosis di Jawa Timur	24
2.1.2 Infeksi Dan Penyebaran Tuberkulosis	27
2.1.2.1 Penyebaran <i>Mycobacterium Tuberculosis</i>	27
2.1.2.2 Faktor Penyebaran <i>Mycobacterium tuberculosis</i>	28
2.1.2.3 Waktu Saat TB Bersifat Menular	29
2.1.2.4 <i>Latent Tuberculosis Infection</i> (LTBI)	29
2.1.2.5 Organ Tubuh yang Terinfeksi TB	30

2.1.3 Obat Tuberkulosis	31
2.1.4 Resistensi Tuberkulosis	31
2.2 Peraturan Menteri Kesehatan terkait Tuberkulosis	32
2.3 Peran Dunia Internasional (PBB / WHO) dalam penanganan Tuberkulosis ..	33
2.4 Eliminasi Tuberkulosis	36
2.4.1 Definisi Eliminasi	36
2.4.2 Definisi Eliminasi Penyakit	36
2.4.3 Definisi Eliminasi Tuberkulosis Menurut WHO	37
2.4.4 Definisi Eliminasi Menurut Menteri Kesehatan	38
2.5 Pemodelan dan Simulasi	39
2.5.1 Pemodelan	39
2.5.1 Simulasi	40
2.6 Sistem Dinamik	41
2.7 Penelitian Terkait	45
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	51
3.1 Kajian Pustaka	52
3.2 Pengumpulan Data	52
3.3 Pemodelan Sistem	52
3.4 Pengolahan Data	55
3.5 Verifikasi Dan Validasi	56
3.6 Membuat Skenario Model	57
3.7 Analisis dan Pembahasan Simulasi	58
3.8 Membuat Kesimpulan	58
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	59
4.1 Pengumpulan Data	60
4.2 Pengembangan Model Penelitian	60
4.3 Pemodelan Sistem	66
4.4 Validasi Model	76
4.5 Pengembangan Skenario	84
4.6 Verifikasi Model	85
4.7 Kesimpulan Hasil Pengembangan Model	86

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	89
5.1 Kesimpulan Penelitian	89
5.2 Saran Untuk Pengembangan Penelitian	90
DAFTAR PUSTAKA	93

(Halaman sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Penyebab Kematian Terbanyak di dunia	1
Gambar 2.1 Transmission electron microscopy (TEM) dari <i>M. tuberculosis</i>	15
Gambar 2.2 Penampakan <i>M. Tuberculosis</i> menggunakan Ziehl-Nelson stain	16
Gambar 2.3 Tigapuluh negara dengan beban TB yang tinggi	18
Gambar 2.4 Representasi Struktur Stock and Flow	38
Gambar 3.1 Alur Proses Penelitian	51
Gambar 3.2 Causal Loop Diagram Proses Pengobatan dan Penemuan Kasus TB ...	55
Gambar 3.3 CLD Proses Identifikasi kasus TB	49
Gambar 3.4 CLD Proses Penyembuhan penderita TB	49
Gambar 3.5 CLD Proses dokumentasi kasus TB	50
Gambar 4.1 Causal Loop Diagram penemuan dan pengobatan TB	65
Gambar 4.2 Stock Flow Diagram penemuan dan pengobatan TB.....	66
Gambar 4.3 Stock Flow Diagram (level) tenaga kesmas	67
Gambar 4.4 Grafik tenaga kesmas 2008 – 2018	68
Gambar 4.5 Stock Flow Diagram (level) tenaga dokter spesialis.....	69
Gambar 4.6 Grafik tenaga dokter spesialis 2008 – 2018	69
Gambar 4.7 Stock Flow Diagram (level) tenaga perawat	71
Gambar 4.8 Grafik tenaga perawat 2008 – 2018	71
Gambar 4.9 Stock Flow Diagram (level) penderita TB Baru	73
Gambar 4.10 Stock Flow Diagram (level) penderita TB terdaftar	74
Gambar 4.11 : Stock Flow Diagram (SFD) Populasi Penduduk Jawa Timur	75
Gambar 4.12 : Grafik Populasi Penduduk Jawa Timur, rate kelahiran, rate kematian	75
Gambar 4.13 : Grafik Tenaga Kesehatan Masyarakat Jawa Timur	77
Gambar 4.14 : Grafik sub model dokter spesialis Jawa Timur	78
Gambar 4.15 : Grafik sub model tenaga perawat Jawa Timur	80
Gambar 4.16 : Grafik sub model tenaga perawat Jawa Timur	81
Gambar 4.17 : Grafik sub model penderita TB Jawa Timur	82
Gambar 4.18 : Grafik sub model penduduk Jawa Timur	84

Gambar 4.19 : Stock Flow Diagram scenario system	84
Gambar 4.20 : Check Model	86

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Sepuluh Negara terbanyak penderita Tuberkulosis (TB) pada tahun 2017	3
Tabel 2.1 Tigapuluh Negara terbanyak penderita Tuberkulosis (TB) pada tahun 2017	19
Tabel 2.2 Jumlah penderita Tuberkulosis (TB) di Indonesia pada tahun 2008 – 2017	22
Tabel 2.3 Jumlah penderita TB tiap provinsi di Indonesia pada tahun 2017	25
Tabel 2.4 Jumlah penderita TB di provinsi Jawa Timur tahun 2017	22
Tabel 2.5 Target penanggulangan TB Nasional menurut Kemenkes	67
Tabel 2.6 : Simbol CLD	69
Tabel 4.1 : Jumlah tenaga Kesmas provinsi Jatim 2008 – 2018	37
Tabel 4.2 : Jumlah Dokter Spesialis tahun 2008 – 2018 di Prov. Jatim	37
Tabel 4.3 : Jumlah Perawat tahun 2008 – 2018 di Prov. Jatim	70
Tabel 4.4 : Jumlah Penderita TB Baru tahun 2008 – 2018 di Prov. Jatim	72
Tabel 4.5 : Jumlah Penderita TB Terdaftar tahun 2008 – 2018 di Prov. Jatim	73
Tabel 4.6 : Jumlah Penduduk Jawa Timur 2008 – 2018	75
Tabel 4.7 : Validasi sub model tenaga kesmas Jawa Timur 2008 – 2018	76
Tabel 4.8 : Validasi sub model tenaga dokter spesialis Jawa Timur 2008 – 2018 ...	78
Tabel 4.9 : Validasi sub model tenaga dokter spesialis Jawa Timur 2008 – 2018 ...	79
Tabel 4.10 : Validasi sub model penderita TB Baru Jawa Timur 2008 – 2018	80
Tabel 4.11 : Validasi sub model penderita TB terdaftar Jawa Timur 2008 – 2018...	82
Tabel 4.12 : Validasi sub model penduduk Jawa Timur 2008 – 2018	83

(Halaman sengaja dikosongkan)

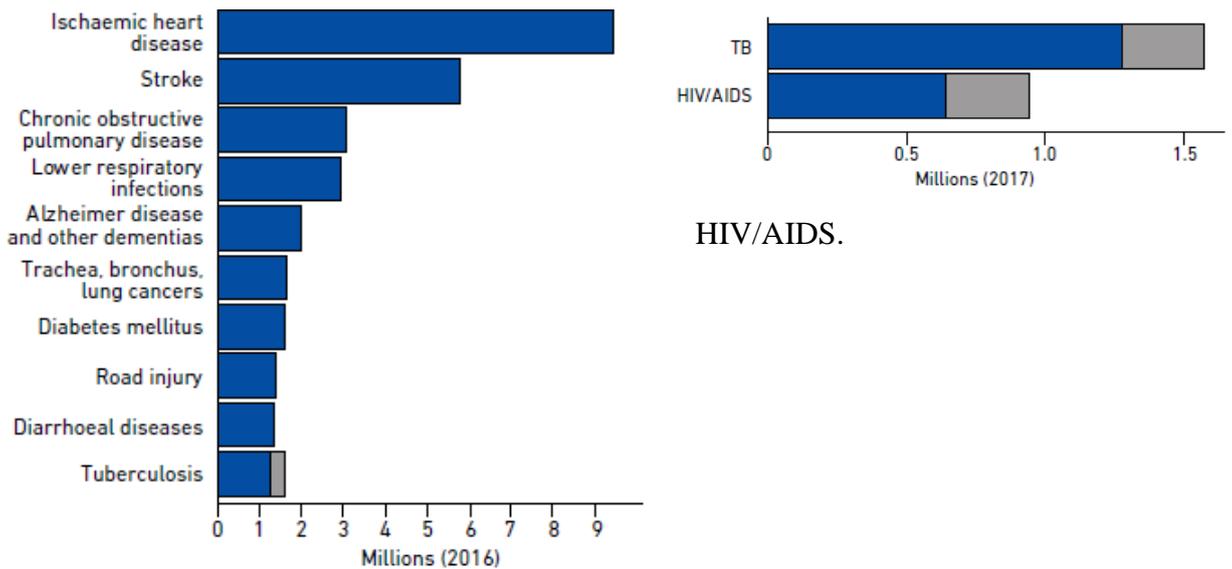
BAB I

PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dijelaskan tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah dalam penelitian, tujuan dan manfaat dari penelitian, batasan masalah serta sistematikan penelitian.

1.1 Latar Belakang

Tuberkulosis adalah salah satu dari penyakit yang menjadi perhatian dunia, khususnya Persatuan Bangsa Bangsa (PBB) atau *United Nation* (UN), dalam hal ini yang mewakili adalah Organisasi Kesehatan Dunia atau *World Health Organization* (WHO). Penyakit ini adalah salah satu penyakit yang sangat berbahaya, karena menjadi salah satu penyakit yang merenggut banyak nyawa di dunia. Menurut website badan kesehatan dunia WHO ‘www.who.int’, tuberkulosis (TB) adalah salah satu dari 10 penyebab utama kematian di seluruh dunia. Di estimasikan TB menjadi penyebab kematian lebih banyak daripada



Gambar 1.1 Penyebab Kematian Terbanyak di dunia (Gambar Kiri), estimasi jumlah kematian karena HIV/AIDS dan TB (Gambar Kanan).

Menurut Wikipedia yang informasinya diambil dari dokumen resmi yang dikeluarkan WHO dengan judul “*TB A Global Emergency*” yang diterbitkan pada tahun 1994, menyatakan bahwa para ahli percaya sepertiga populasi penduduk dunia telah terinfeksi oleh bakteri *M. Tuberculosis* yaitu bakteri yang menjadi penyebab penyakit Tuberkulosis (TB), dan infeksi baru terjadi dengan kecepatan satu orang per satu detik.

Informasi ini diperbarui oleh WHO dan dipublikasikan pada Global TB Report 2018, yang menyatakan bahwa seperempat populasi dunia terinfeksi oleh Laten TB (LTBI) dan 10 - 15 % akan berkembang menjadi penyakit TB. Jika total penduduk dunia pada tahun 2018 adalah 7,53 Miliar, maka sekitar 1,8 Miliar sudah terinfeksi Laten TB (LTBI). Jika 10 – 15% berpotensi menjadi penyakit TB, maka ada potensi 180 – 280 juta orang akan menderit penyakit TB.

Masih menurut Wikipedia, Penyebaran penyakit Tuberkulosis di seluruh dunia tidaklah merata, 80% penyebaran penyakit Tuberkulosis di seluruh dunia ada di wilayah Asia dan Afrika. Hal ini dibuktikan dari populasi penduduk di wilayah Asia dan Afrika yang ditenggarai memiliki penyakit Tuberkulosis, ketika dilakukan tes *tuberkulin* 80% hasilnya positif. Sedangkan di Wilayah Amerika (Benua Amerika) kasus TB hanya di temukan sebesar 5% – 10% dari jumlah yang melakukan tes *tuberkulin*. Tes *tuberkulin* adalah tes untuk mengetahui apakah seseorang mengidap penyakit TB atau tidak.

Pada tahun 2017 diperkirakan ada sekitar 10 Juta orang yang terkena penyakit Tuberkulosis di seluruh dunia, dan sekitar sepersepuluh dari penderita Tuberkulosis juga mengidap HIV.

Diestimasikan pada tahun 2017, kematian yang diakibatkan oleh penyakit Tuberkulosis ini sekitar 1,3 juta jiwa secara global yang negatif HIV. Serta ditambah 300.000 jiwa yang meninggal diakibatkan menderit Tuberkulosis dan HIV.

Menurut Badan Kesehatan Dunia (WHO), sepuluh negara penderita TB terbanyak adalah India, China (Tiongkok), **Indonesia**, Nigeria, South Africa, Bangladesh, Myanmar, Pakistan, Philippines, Democratic Republic of the Congo. Jumlah penduduk yang menderit penyakit TB dan meninggal akibat TB dapat

dilihat pada Tabel 1.1. Informasi Jumlah penderita TB di negara lain selain sepuluh negara terbanyak dapat diamati pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Sepuluh Negara terbanyak penderita Tuberkulosis (TB) pada tahun 2017

No	Negara	Jumlah Penduduk	Jumlah Penderita TB	Jumlah Penderita TB Meninggal	Jumlah Penderita / 100.000 populasi	Jumlah Meninggal / 100.000 populasi
1	India	1.339.000.000	2.740.000	421.000	205	31
2	China (Tiongkok)	1.410.000.000	889.000	39.000	63	3
3	Indonesia	264.000.000	842.000	116.000	319	44
4	Philippines	105.000.000	581.000	27.000	553	26
5	Pakistan	197.000.000	525.000	56.000	266	28
6	Nigeria	191.000.000	418.000	155.000	219	81
7	Bangladesh	165.000.000	364.000	60.000	221	36
8	South Afrika	57.000.000	322.000	78.000	565	137
9	Democratic Republic of the Congo	81.000.000	262.000	56.000	323	69
10	Myanmar	53.000.000	191.000	32.000	360	60

Menurut pemaparan Siswanto, Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kemenkes RI, yang disampaikan pada pertemuan Pra Rakernas Kemenkes di ICE BSD City Banten pada Maret 2018, Indonesia sendiri sejak tahun 1990an sampai dilakukan survey terakhir pada tahun 2016 masih menempatkan TB sebagai 3 besar penyebab kematian di Indonesia.

Dalam Tabel 1.1 disebutkan Indonesia menduduki peringkat 3 besar dalam jumlah penderita TB pada tahun 2017. Hal ini tidaklah aneh, dikarenakan Indonesia masuk dalam iklim tropis dan termasuk salah satu negara berkembang. Wilayah tropis sendiri, termasuk Indonesia, lebih mudah terjangkit penyakit, baik penyakit tidak menular maupun menular, termasuk penyakit yang diakibatkan karena infeksi. Hal ini dikarenakan karena faktor lingkungan. Negara beriklim tropis cenderung memiliki kelembaban yang cukup tinggi, sehingga banyak

organisme tumbuh dengan baik. Termasuk dalam hal ini, bakteri, virus dan organisme lain. Ditambah faktor kesadaran masyarakat Indonesia dalam mengupayakan pengendalian penyakit menular ataupun penyakit tropis lainnya secara komprehensif – sistematis masih kurang.

Di Indonesia sendiri pada tahun 2017 diperkirakan oleh WHO insiden Tuberkulosis (TB) adalah sebesar 842.000 atau sekitar 319 per 100.000 penduduk. Selain itu selain kasus TB ada kasus lain yaitu kombinasi HIV-TB yang diperkirakan 36.000 kasus per tahun, atau 14 per 100.000 penduduk. Kematian yang diakibatkan TB diperkirakan sebanyak 107.000 atau 40 per 100.000 penduduk dan kematian yang diakibatkan oleh HIV – TB sebanyak 9.400 atau 3,6 per 100.000 penduduk.

Penderita TB di Indonesia dari tahun ke tahun cenderung naik. Pada sepuluh tahun terakhir penderita TB di Indonesia terus naik, termasuk jumlah pasien yang meninggal karena menderita TB. Jika dirata-rata maka setiap hari pada tahun 2008 ada 1177 pasien TB dan 171 orang meninggal diakibatkan oleh penyakit TB. Sedangkan pada tahun 2017 penderita TB naik menjadi 2307 pasien setiap hari, dan 319 pasien yang meninggal diakibatkan karena penyakit TB.

Pemerintah Indonesia juga berkomitmen untuk mengeliminasi TB seperti yang juga dicanangkan oleh Organisasi Kesehatan Dunia (WHO). Dalam mewujudkan *End TB*, Pemerintah Indonesia sudah melakukan berbagai hal, mulai dari koordinasi dengan berbagai Layanan Kesehatan, Pembuatan Sistem Informasi untuk pendataan pasien TB, melakukan sosialisasi *door to door*, menyiarkan iklan layanan masyarakat tentang bahaya TB, dan lain sebagainya.

Kenapa Tuberkulosis (TB) perlu dieliminasi, bahkan WHO sendiri yang mencanangkan demikian, hal ini dikarenakan,

1. Tuberkulosis (TB) menular. Arus Globalisasi transportasi dan migrasi penduduk antar negara membuat Tuberkulosis (TB) menjadi ancaman serius.
2. Pengobatan Tuberkulosis (TB) tidak mudah dan tidak murah.
3. Tuberkulosis (TB) yang tidak ditangani hingga tuntas menyebabkan resistensi obat.

4. Tuberkulosis (TB) menular dengan mudah, yakni melalui udara yang berpotensi menyebar di lingkungan keluarga, tempat kerja, sekolah, dan tempat umum lainnya.
5. Petugas Kesehatan TB adalah salah satu orang yang sangat rawan terinfeksi bakteri ini. Sehingga akan semakin menyulitkan dalam penanganan penyakit TB ini (Arne von Delft, et al. 2015)

Penelitian ini perlu dilakukan didasarkan karena beberapa hal. Pertama, hal ini sesuai dengan instruksi kementerian kesehatan yang tertuang dalam Peraturan Menteri Kesehatan (Permenkes) Republik Indonesia No. 67 tahun 2016 tentang Penanggulangan Tuberkulosis. Disebutkan dalam bab 8 - Penelitian Dan Pengembangan, pada Pasal 26 ayat (1) sampai ayat (3). Dalam bab tersebut menjelaskan bahwa untuk mendukung upaya penanggulangan TB perlu dilakukan penelitian maupun riset operasional yang meliputi berbagai bidang, yang meliputi epidemiologi, humaniora kesehatan, pencegahan penyakit, manajemen perawatan dan pengobatan, obat dan obat tradisional, biomedik, dampak sosial ekonomi, teknologi dasar dan teknologi terapan. Penelitian – penelitian tersebut dapat bekerja sama dengan berbagai pihak termasuk institusi pendidikan.

Secara khusus hal ini juga dibahas dalam Rencana Aksi Nasional (RAN) Penanggulangan TB melalui Penguatan Laboratorium TB 2016 – 2020. Penelitian dilakukan untuk menyelesaikan pendidikan Pascasarjana S2 Sistem Informasi.

Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) dan pemerintah Indonesia yang dalam hal ini diwakili kementerian kesehatan sangat serius dalam menangani masalah penyakit TB ini. Hal ini tercermin dari salah satu faktor dimana WHO berkomitmen untuk menggalang dana untuk penelitian terkait TB demi tercapai tujuan *End TB*. Dana yang diharapkan terkumpul adalah sebesar \$ 2 Billion (Dua Miliar Us Dollar). Walaupun dana yang terkumpul masih \$ 700 Million (Tujuh Ratus Juta US Dollar).

Begitu pula pemerintah Indonesia, yang dipaparkan oleh Komisi Ahli Penanggulangan TB Nasional Bidang VI Monev dan OR, dalam Rencana Aksi Nasional Penelitian Tuberkulosis 2016 – 2020. Disebutkan dalam pemaparan tersebut pemerintah menaikkan proporsi dana untuk penelitian TB. Balitbangkes

mengalokasikan 5% (selama ini <2%) dari dana (50 – 70 juta USD) untuk penelitian TB, termasuk untuk riset operasional.

Dalam penelitian ini akan membuat sebuah pemodelan terkait skenario untuk eliminasi penyakit Tuberkulosis (TB) di Jawa Timur. Pembuatan model dilakukan untuk membuat skenario terbaik dalam proses penanganan TB yang dimulai dari pencegahan, *screening* deteksi atau diagnosis, penyembuhan, dsb.

Menurut Direktur Pencegahan dan Pengendalian Penyakit Menular Langsung Kemenkes, dr Wiendra Waworuntu, M.Kes, akibat penyakit TB kerugian ekonomi yang harus ditanggung negara untuk mengobati pasien TB mencapai 130 milyar per tahun dan 6.2 milyar per tahun untuk pasien TB MDR. Informasi ini dikutip dari www.suara.com yang diakses pada 27 Maret 2019.

Max Joseph Herman dalam penelitiannya *Cost Analysis of Category One Pulmonary tuberculosis Treatment in Adult Patient in Hospital in DKI Jakarta*, menyatakan bahwa hasil penelitiannya dengan tim mendapatkan hasil bahwa total biaya yang dikeluarkan pasien untuk pengobatan TB Regular (bukan TB Resisten Obat) selama 6 bulan pengobatan mencapai total biaya Rp 1.843.537, dengan rincian biaya langsung mencapai Rp 1.228.867 sebagai biaya obat, dan biaya tidak langsung sebesar Rp 614.670 dengan komponen biaya terbesar adalah biaya pengantar.

Priyanti Soepandi juga melakukan penelitian dengan judul *Output of Treatment and Cost Variations of TB-MDR/XDR with PMDTDI Strategy in RSUP Persahabatan*. Priyanti lebih fokus dalam penelitian TB Resisten Obat yaitu TB – MDR / XDR. Biaya untuk mengobati pasien MDR dan XDR sampai sembuh jauh lebih tinggi jika dibandingkan dengan TB Regular. Biaya pasien sampai sembuh pada pasien TB-XDR adalah Rp 91.704.767,33, dan untuk pasien TB MDR, biaya pengobatan adalah sebesar Rp 72.260.081,73. Pada pengobatan TB – MDR / XDR penambahan lama pengobatan berpeluang peningkatan biaya sebesar Rp 115.205,00 per hari.

Seperti sudah diuraikan diatas bahwa jumlah TB Regular di Indonesia pada tahun 2017 sekitar 840.000 pasien dan pasien TB MDR diperkirakan sekitar 22.000 penderita. Maka jika dihitung secara sederhana maka untuk mengobati seluruh pasien TB Regular sampai sembuh pemerintah harus mengeluarkan dana

sekitar 1 Triliun Rupiah. Dan untuk pengobatan Pasien TB MDR sampai sembuh pemerintah harus mengeluarkan dana sekitar 1,5 Triliun. Padahal anggaran sementara pemerintah untuk penanganan TB masih di bawah 1 Triliun dan sebagian juga dibantu oleh NGO dunia yaitu *Global Fund* (GF). Sehingga jika kasus TB terus menerus berlarut-larut maka akan sangat membebani keuangan negara.

Mengapa berbagai pihak sangat mengkhawatirkan penyakit TB ini. Bahkan berkomitmen untuk mengeliminasi penyakit TB ini. Dan pada Tahun 2050 diharapkan Eradikasi terhadap TB bisa terjadi. Hal ini tidak lain, dikarenakan TB ini sangat menular, dan penularannya pun sangat mudah yaitu lewat udara. Orang yang berkomunikasi atau melakukan kontak dengan penderita TB BTA positif (TB Aktif), maka akan berpotensi terinfeksi bakteri *Mycobacterium tuberculosis* (*MTb*), yaitu bakteri penyebab penyakit TB.

Penderita TB BTA Positif (TB Aktif) yang tidak mendapatkan perawatan dapat menginfeksi 10 – 15 (atau lebih) orang lain setiap tahun. Dan 10% – 15% orang yang terinfeksi MTb akan berkembang menjadi penderita TB aktif.

Jika dihitung secara matematis sederhana, 1 orang TB BTA Positif yang tidak mendapatkan perawatan dan melakukan kontak dengan orang lain, maka pada tahun pertama akan ada penderita baru 1 – 2 (lebih) orang. Jika hal ini terus berlangsung tanpa ada intervensi untuk mengatasi masalah kesehatan ini, maka pada tahun ke sepuluh dimungkinkan akan ada 1.024 – 60.000 (bahkan bisa mencapai angka 131.472) penderita TB di suatu wilayah.

Dan jika data WHO terkait jumlah penderita TB di Indonesia yang bisa dilihat pada Tabel 1.1 dimasukkan dalam perhitungan diatas, dimana pada tahun 2017 penderita TB di Indonesia ada sekitar 842.000 jiwa. Jika seluruh penderita TB tidak dirawat dengan baik, dan setengah dari penderita pada tahun 2017 adalah TB BTA aktif, maka pada tahun ke enam, sepersepuluh penduduk Indonesia (26.944.000) akan menderita TB.

Target dari penelitian ini adalah pembuatan model dan skenario eliminasi TB yang meliputi Penemuan Kasus TB, Semua Fasyankes melaporkan kasus TB ke Sistem Informasi Dinas Kesehatan, dan pengobatan yang sesuai standar. Dan hasil yang diharapkan Penderita TB yang diobati sembuh, sehingga menurunkan

jumlah penderita TB dan kematian pasien TB. Sehingga tercapai target eliminasi TB pada tahun 2035. Hal ini sesuai dengan pernyataan Ni Ketut, et al (2012), yang mana menyatakan bahwa menemukan dan menyembuhkan pasien merupakan cara terbaik dalam upaya pencegahan penularan TB dengan intervensi yang tepat.

Beberapa variabel yang ingin diteliti meliputi Jumlah Penderita TB di suatu wilayah, jumlah SDM Pelayanan Kesehatan (Yankes) yang meliputi Dokter, perawat, Petugas TB, analis dan bidan, Jumlah Fasilitas Layanan Kesehatan (Fasyankes), Jumlah pendanaan yang dikeluarkan pemerintah, jumlah sarana habis pakai (mikroskop, obyek glass, TCM, Cat ZN), Obat TB (Paket DOTS, Obat MDR), Kendaraan untuk mobilitas.

Serta beberapa proses yang ingin diteliti meliputi penemuan kasus secara aktif, gerakan penemuan kasus (dengan pelacakan kontak kelompok masyarakat), dan Pengobatan disiplin (PMO).

Pembuatan model dan simulasi dalam proses mendukung eliminasi TB secara nasional dan global ini diharapkan bisa membantu baik pihak Dinas kesehatan maupun penderita TB. Dimana dengan pembuatan model dan simulasi diharapkan biaya untuk Try dan Error sistem dapat ditekan. Karena perubahan variabel dan skenario diterapkan pada model terlebih dahulu.

1.2 Perumusan Masalah

Eliminasi Tuberkulosis adalah salah satu rencana dan program kerja dari Organisasi Kesehatan Dunia (World Health Organisation / WHO).

Dari latar belakang dan permasalahan yang sudah dipaparkan sebelumnya dapat diperjelas melalui perumusan masalah dari penelitian ini antara lain adalah sebagai berikut :

- 1) Bagaimana meningkatkan efektifitas proses identifikasi dan penemuan penyakit TB di masyarakat untuk mendukung strategi eliminasi TB?
- 2) Bagaimana meningkatkan efektifitas proses pengobatan pasien TB sampai sembuh dan selanjutnya mengurangi jumlah pasien penderita TB di masyarakat?

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Berdasarkan uraian sebelumnya pada rumusan masalah, maka tujuan dari penelitian ini adalah pengembangan model sistem dinamik dalam rangka eliminasi tuberkulosis dengan fokus bagaimana meningkatkan proses identifikasi dan penemuan penyakit TB di masyarakat serta bagaimana meningkatkan jumlah kesembuhan pasien yang telah diobati, sehingga mengurangi jumlah total penderita TB di wilayah Jawa Timur.

1.4 Kontribusi Dan Manfaat

Dalam penelitian (Tesis) ini terdapat beberapa kontribusi yang akan diberikan. Kontribusi tersebut adalah kontribusi dalam bidang keilmuan dan kontribusi praktis.

1.4.1 Kontribusi di Bidang Keilmuan

- a. Dalam penelitian ini kontribusi yang akan diberikan berupa pengembangan model dan simulasi untuk mengurangi jumlah pasien TB di Jawa Timur yang diharapkan dapat mengeliminasi penyakit menular Tuberkulosis. Model tersebut meliputi :
 - a. Pembuatan dan pengembangan model proses identifikasi dan penemuan kasus TB di Jawa Timur.
 - b. Pembuatan dan pengembangan model proses pengobatan pasien TB.
 - c. Mendapatkan gambaran skenario dan rekayasa model sistem dinamik untuk memudahkan pengambil kebijakan dalam menentukan langkah-langkah yang akan diambil untuk mengurangi kasus penderita TB di Jawa Timur dalam upaya eliminasi TB secara nasional.
- b. Penelitian ini diharapkan dapat menambahkan referensi dan bahan informasi khususnya bagi peneliti yang akan melakukan penelitian sejenis untuk dapat dikembangkan lebih lanjut dan lebih detail pada masa yang akan datang.

1.4.2 Kontribusi Praktis

- a. Pengembangan model ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam proses meningkatkan efektifitas dan efisiensi kegiatan penanggulangan penyakit tuberkulosis di Jawa Timur, dan selanjutnya secara nasional.
- b. Hasil dari penelitian ini diharapkan bisa menekan biaya operasional dalam proses uji coba sistem atau kebijakan yang akan diimplementasikan oleh Dinas Kesehatan Jawa TImur.

1.5 Batasan Penelitian

Penelitian ini memiliki ruang lingkup yang akan menjadi batasan dalam penelitian ini. Batasan penelitian ini antara lain:

1. Penelitian pembuatan model skenario eliminasi penyakit Tuberkulosis dilakukan di wilayah Jawa Timur (Jatim).
2. Penelitian hanya untuk TB regular (umum).
3. Penelitian ini melakukan pembuatan model proses identifikasi dan penemuan kasus TB serta proses pengobatan penderita TB
4. Hasil yang didapat dari penelitian ini adalah perancangan model identifikasi dan penemuan kasus baru TB serta peningkatan proses pengobatan TB dengan menggunakan sistem dinamik, pembuatan skenario dari hasil model yang dibuat, dan analisis hasil yang diperoleh dari pembuatan model dan skenario model.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan tesis penelitian ini adalah sebagai berikut :

a) Bab 1 Pendahuluan

Bab ini terdiri dari latar belakang penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian, kontribusi penelitian, batasan penelitian dan sistematika penulisan.

b) Bab 2 Kajian Pustaka

Bab ini berisi tinjauan pustaka dan penelitian-penelitian yang sudah ada mengenai Tuberkulosis (TB), Eliminasi Tuberkulosis (TB), diagnosis TB,

pengobatan TB, tindakan pencegahan, layanan kesehatan, kebijakan TB baik di Jawa Timur, Indonesia, maupun Dunia (WHO – PBB/UN), serta serangkaian teori yang digunakan sebagai dasar dalam pemodelan sistem dinamik untuk topik penelitian..

c) Bab 3 Metodologi Penelitian

Bab ini mengulas tentang tahapan-tahapan sistematis yang digunakan untuk melakukan penelitian.

d) Bab 4 Hasil Dan Pembahasan

Bab ini mengulas tentang hasil yang telah di dapatkan dan pembahasan mengenai penelitian ini lebih lanjut.

e) Bab 5 Kesimpulan Dan Saran

Bab ini berisi kesimpulan dari sistem yang dibuat dan saran untuk proses pengembangan berikutnya.

f) Daftar Pustaka

Berisi daftar referensi yang digunakan dalam penelitian ini, baik jurnal, buku maupun artikel.

(Halaman sengaja dikosongkan)

BAB II

KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Pada bab ini akan dijelaskan tentang kajian pustaka dari penelitian – penelitian sebelumnya yang membahas tentang topik penelitian ini yaitu Eliminasi Penyakit Tuberkulosis. Selain menjelaskan tentang penelitian-penelitian sebelumnya juga akan dipaparkan landasan teori yang mendukung penelitian ini. Kajian pustaka dan landasan teori diambil dari berbagai sumber yang baik jurnal penelitian, file presentasi maupun dari berbagai buku yang terkait topik penelitian pada Tesis ini.

2.1 Tuberkulosis (TB)

2.1.1 Definisi, dan Penyebab Tuberkulosis serta Kondisi TB di Indonesia dan Global

Tuberkulosis (Tuberculosis, disingkat Tbc), atau Tb (singkatan dari "Tubercle bacillus") merupakan penyakit menular yang umum, dan dalam banyak kasus bersifat mematikan. Penyakit ini disebabkan oleh berbagai strain mikobakteria, umumnya *Mycobacterium tuberculosis* (disingkat "MTb" atau "MTbc"). Tuberkulosis biasanya menyerang paru-paru, namun juga bisa berdampak pada bagian tubuh lainnya. Tuberkulosis menyebar melalui udara ketika seseorang dengan infeksi TB aktif batuk, bersin, atau menyebarkan butiran ludah mereka melalui udara. Infeksi TB umumnya bersifat asimtomatik dan laten. Namun hanya satu dari sepuluh kasus infeksi laten yang berkembang menjadi penyakit aktif. Bila Tuberkulosis tidak diobati maka lebih dari 50% orang yang terinfeksi bisa meninggal.

2.1.1.1 Bakteri Penyebab TB

Mycobacterium tuberculosis adalah bakteri penyebab penyakit Tuberkulosis. *M. tuberculosis* juga disebut sebagai *tubercle bacili* (CDC, 2016). Selain *M. Tuberculosis* jenis mikrobakteria penyebab penyakit TB pada manusia adalah *Mycobacterium bovis* (*M.*

bovis). *M. bovis* paling umum ditemukan pada sapi, bison dan rusa (CDC, 2011).

Bakteri penyebab TB ini masuk dalam kelompok Mikrobakteria. Mikrobakteria mewakili suatu genus bakteri yang sangat tua karena telah ada di bumi sejak berjuta-juta tahun lalu dan telah beradaptasi terhadap hampir semua lingkungan di bumi seperti air, tanah, debu dan udara.

Bakteri TB yaitu MTb sendiri termasuk salah satu bagian dari *Mycobacterium tuberculosis complex* (MTC). MTC adalah kelompok bakteri yang memiliki keseragaman genetik. Namun, bakteri dalam MTC memiliki perbedaan dalam hal tropisme hospes, fenotip (karakteristik struktural, biokimiawi, fisiologi dan perilaku) dan patogenitas (Rastogi dan Sola, 2007; Wirth dkk., 2008).

Mycobacterium tuberculosis adalah patogen pada sistem pernapasan mamalia yang paling dikenal karena menginfeksi lebih dari sepertiga populasi manusia di dunia. *Mycobacterium tuberculosis* juga dapat menginfeksi hewan yang telah kontak dengan manusia (Velayati dan Parissa, 2016).

M. bovis menunjukkan infeksi inang yang paling luas karena dapat menginfeksi manusia, sapi ternak atau sapi liar dan kambing. *M. bovis* biasanya menginfeksi manusia melalui susu yang terinfeksi walaupun bakteri ini juga dapat menyebar melalui droplet aerosol.

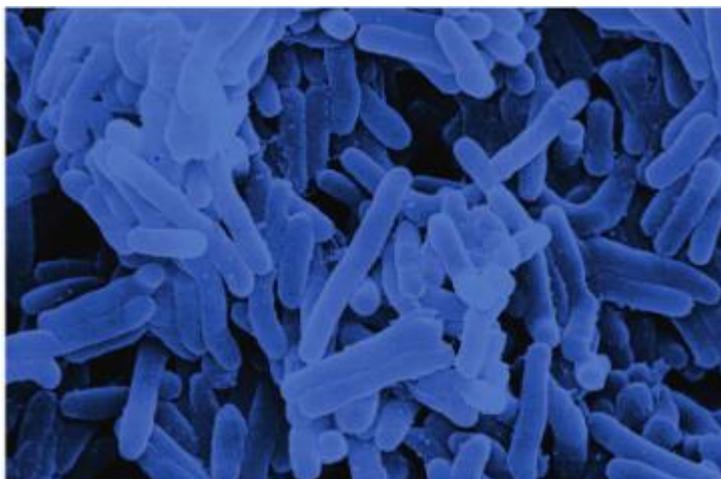
Berdasarkan sejarah, BCG *M. bovis* dikenal sebagai “Calmette Guèrin” dan berasal dari strain tuberkulosis bacillus sapi *M. bovis* hidup yang telah dilemahkan. BCG (*Bacillus Calmette Guèrin*) *M. bovis* menjadi satu-satunya vaksin yang digunakan untuk pencegahan tuberkulosis selama awal masa anak-anak.

Spesies lain yang dapat menyebabkan tuberkulosis pada manusia adalah *M. canettii* dan *M. africanum*. Kedua spesies ini menjadi penyebab tuberkulosis pada orang Afrika. *M. canettii* dan *M. africanum* memiliki hubungan dekat dengan *M. tuberculosis*. Namun, bakteri tersebut memiliki waktu pertumbuhan lebih pendek dari *M.*

tuberculosis dan menampilkan karakter *glikolipid fenolik* dan *lipooligosakarida* yang khas (Velayati dan Parissa, 2016).

Anggota MTC lain yang dapat menyebabkan tuberkulosis pada hewan adalah *M. microti*. *M. microti* menyebabkan tuberkulosis pada binatang pengerat seperti tikus. Bakteri ini juga bisa menyebabkan penyakit pada manusia dengan imunitas lemah. *M. caprae* banyak ditemukan sebagai penyebab kasus tuberkulosis pada lembu, babi dan rusa serta celeng di Eropa. Penemuan bakteri ini pada manusia juga pernah dilaporkan oleh Garcia-Rodriguez dkk. (2011). *M. pinnipedii*, *M. suricattae*, *M. mungi*, *M. dassie* dan *M. oryx* dapat menginfeksi anjing laut dan famili Bovidae (Velayati dan Parissa, 2016).

Mycobacterium tuberculosis h37Rv (MTB) adalah mikobakteri penyebab utama tuberkulosis pada manusia. MTB terkadang disebut sebagai *tubercle bacillus*. *M. tuberculosis* merupakan organisme obligate aerobe yang berarti membutuhkan oksigen untuk tumbuh. Oleh karena itu, kompleks MTB banyak ditemukan di lobus paru-paru bagian atas yang dialiri udara dengan baik.



Gambar 2.1 Transmission electron microscopy (TEM) dari *M. tuberculosis*. Spesies ini pertama kali dilihat oleh Koch pada tahun 1882. *M. tuberculosis* berbentuk batang dengan panjang 1-4 μm dan lebar 0,3-0,56 μm (Velayati dan Parissa, 2016)



Gambar 2.2. Penampakan *Mycobacterium tuberculosis* menggunakan Ziehl-Nelson stain (Velayati dan Parissa, 2016)

M. tuberculosis tumbuh lambat dengan kecepatan pembelahan 12 hingga 24 jam dan waktu kultur hingga 21 hari pada media pertumbuhan. Penyebab lambatnya pertumbuhan *M. tuberculosis* belum diketahui. Namun, terbatasnya penyerapan nutrisi akibat dinding sel yang impermeable dan lambatnya sintesis RNA diajukan sebagai penyebab lambatnya pertumbuhan MTB (Harshey dan Ramakrishnan, 1977).

2.1.1.2 Tuberkulosis di Dunia

Tuberkulosis (TB) adalah penyakit infeksi yang disebabkan oleh *Mycobacterium tuberculosis*. Hingga saat ini, tuberkulosis masih menjadi penyakit infeksi menular yang paling berbahaya di dunia. World Health Organization (WHO) melaporkan bahwa sebanyak 1,5 juta orang meninggal karena TB (1.1 juta HIV negatif dan 0.4 juta HIV positif) dengan rincian 89.000 laki-laki, 480.000 wanita dan 140.000 anak-anak. Pada tahun 2014, kasus TB diperkirakan terjadi pada 9,6 juta orang dan 12% diantaranya adalah HIV-positif (WHO, 2015).

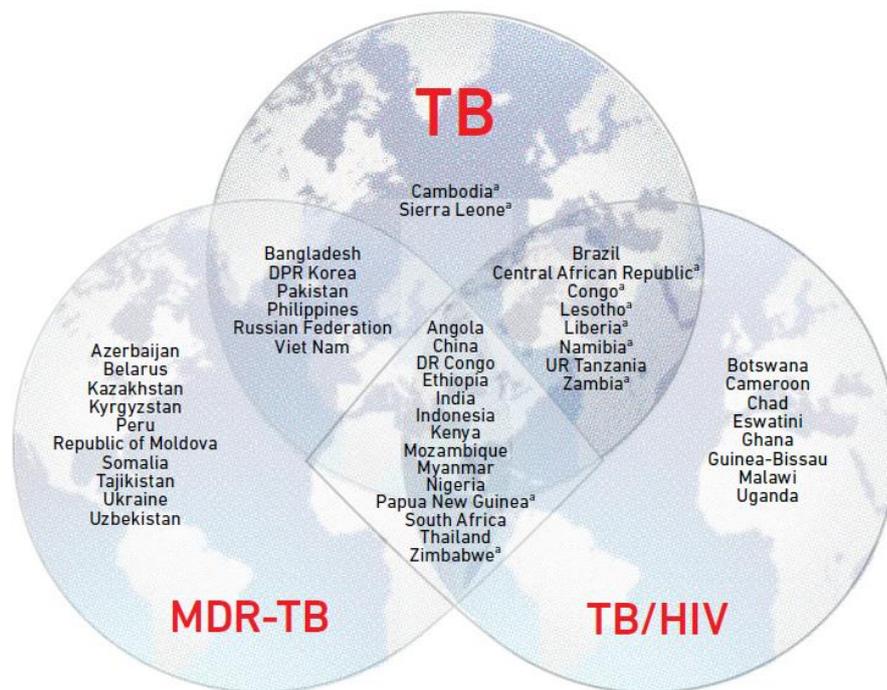
Berdasarkan Global Tuberculosis Report 2015 yang dirilis oleh WHO, sebanyak 58% kasus TB baru terjadi di Asia Tenggara dan wilayah Western Pacific pada tahun 2014. India, Indonesia dan Tiongkok menjadi negara dengan jumlah kasus TB terbanyak di dunia, masing-masing 23%, 10% dan 10% dari total kejadian di seluruh dunia. Indonesia menempati peringkat kedua bersama Tiongkok. Satu juta kasus baru pertahun diperkirakan terjadi di Indonesia (WHO, 2015).

Selama ini penyakit infeksi seperti TB diatasi dengan penggunaan antibiotik. Rifampisin (RIF), Isoniazid (INH), etambutol (EMB), streptomisin dan pirazinamid (PZA) telah dimanfaatkan selama bertahun-tahun sebagai anti-TB. Namun, banyak penderita telah menunjukkan resistensi terhadap obat lini pertama ini. Sejak tahun 1980-an, kasus tuberkulosis di seluruh dunia mengalami peningkatan karena kemunculan MDR-TB (Multi Drug Resisten Tuberculosis) (Chan dkk, 2002). Bakteri penyebab MDR-TB adalah strain *M. tuberculosis* yang resisten terhadap obat anti-TB first-line seperti isoniazid dan rifampisin. MDR-TB mendorong penggunaan obat lini kedua yang lebih toksik seperti etionamid, sikloserin, kanamisin dan kapreomisin (Tripathi dkk., 2005). Namun extensively drug-resisten tuberculosis (XDR-TB) menyebabkan bakteri TB resisten terhadap obat lini kedua (WHO, 2010).

Organisasi Kesehatan Dunia memperkirakan 9 juta kasus tuberkulosis baru terjadi secara global pada tahun 2013 dan sebanyak 480.000 kasus diantaranya adalah multi drug-resistant TB (MDR-TB). Hanya seperempat dari jumlah kasus MDR tersebut (kurang lebih 123.000) terdeteksi dan dilaporkan. Sementara itu, XDR-TB dilaporkan terjadi di 105 negara pada tahun 2015. Sekitar 9,7% pasien dengan MDR-TB diperkirakan memiliki XDR-TB (WHO, 2015).

Sebagian besar obat TB yang digunakan saat ini dikembangkan lebih dari 40 tahun lalu. Kemunculan kasus resistensi terhadap obat lini pertama dan kedua serta kerumitan dan lamanya

waktu terapi TB saat ini mendorong upaya pencarian dan penemuan obat anti-tuberkulosis baru. Perpendekkan dan penyederhanaan durasi terapi, efektifitas terhadap MDR dan XDR-TB dan kompatibilitas pemberian bersama antiretroviral adalah regimen pengobatan baru yang saat ini diperlukan oleh dunia. Beberapa dekade ini, muncul senyawa-senyawa baru yang saat ini sedang dalam tahap percobaan preklinis maupun klinis. Senyawa-senyawa tersebut memiliki aktivitas potensial untuk melawan strain *M. tuberculosis* sensitif dan resisten. Hal ini dapat menjadi harapan bagi kemajuan terapi TB di masa depan (Villemagne dkk., 2012).



^a Indicates countries that are included in the list of 30 high TB burden countries on the basis of the severity of their TB burden (i.e. TB incident cases per 100 000 population per year), as opposed to the top 20, which are included on the basis of their absolute number of incident cases per year. Also see Table 2.4.

Gambar 2.3. Tigapuluh negara dengan beban TB yang tinggi

Tabel 2.1 Tigapuluh (30) Negara terbanyak penderita Tuberkulosis (TB) pada tahun 2017

N o	Negara	Jumlah Penduduk	Jumlah Penderit a TB	Jumlah Penderita TB Meninggal	Jumlah Penderi ta / 100.000	Jumlah Meningg al / 100.000

					populas i	populasi
1	India	1.339.000.00 0	2.740.000	421.000	205	31
2	China (Tiongkok)	1.410.000.00 0	889.000	39.000	63	3
3	Indonesia	264.000.000	842.000	116.000	319	44
4	Philippines	105.000.000	581.000	27.000	553	26
5	Pakistan	197.000.000	525.000	56.000	266	28
6	Nigeria	191.000.000	418.000	155.000	219	81
7	Bangladesh	165.000.000	364.000	60.000	221	36
8	South Afrika	57.000.000	322.000	78.000	565	137
9	Democratic Republic of the Congo	81.000.000	262.000	56.000	323	69
10	Myanmar	53.000.000	191.000	32.000	360	60
11	Ethiopia	105.000.000	172.000	29.000	164	28
12	Mozambique	30.000.000	163.000	48.000	543	160
13	Kenya	50.000.000	158.000	43.000	316	86
14	United Republic Of Tanzania	57.000.000	154.000	49.000	270	86
15	Democratic People's Republic of Korea	25.000.000	131.000	16.000	524	64
16	Vietnam	96.000.000	124.000	12.000	129	13
17	Thailand	69.000.000	108.000	12.000	157	17
18	Angola	30.000.000	107.000	28.000	357	93
19	Brazil	209.000.000	91.000	7.000	44	3
20	Russian Federation	144.000.000	86.000	12.000	60	8
21	Zambia	17.000.000	62.000	18.000	365	106
22	Cambodia	16.000.000	52.000	3.500	325	22
23	Zimbabwe	17.000.000	37.000	8.300	218	49

24	Papuan New Guinea	8.300.000	36.000	5.300	434	64
25	Sierra Leone	7.600.000	23.000	3.700	303	49
26	Central African Republic	4.700.000	20.000	5.900	426	126
27	Congo	5.300.000	20.000	5.600	377	106
28	Lesotho	2.200.000	15.000	5.600	682	255
29	Liberia	4.700.000	15.000	36.000	319	766
30	Namiba	2.500.000	11.000	1.500	440	60

2.1.1.3 Tuberkulosis di Indonesia

Indonesia adalah salah satu negara tropis. Sepanjang sejarah, wilayah tropis lebih mudah terjangkit penyakit menular dibandingkan dengan wilayah beriklim sedang. Penyebab utamanya adalah faktor lingkungan dimana wilayah tropis memiliki kelembaban cukup tinggi dan pertumbuhan biologis sebagai pendukung keanekaragaman hayati yang tinggi termasuk patogen, vektor, dan hospes. Hal ini diperparah oleh faktor kesadaran masyarakat dan pengendalian penyakit menular atau penyakit tropis yang kurang optimal (Skolnik dan Ambareen, 2010). Salah satu contoh penyakit tropis yaitu tuberkulosis.

Meskipun Indonesia memiliki potensi tinggi terhadap penyakit TB, Indonesia adalah negara pertama dari high burden country (HBC, negara-negara dengan peringkat 22 besar dalam hal jumlah absolut kasus TB sekaligus penerima perhatian khusus dari dunia sejak tahun 2000) di wilayah WHO Asia Tenggara yang berhasil mencapai target global TB. Target global tersebut meliputi keberhasilan dalam deteksi dan pengobatan pada tahun 2006, yaitu Angka Penemuan Kasus (Crude Detection Rate/CDR) di atas 70% dan Angka Keberhasilan Pengobatan (Treatment Success Rate/TSR) di atas 85% pada tahun 2006. Pencapaian target global tersebut merupakan tonggak pencapaian program pengendalian TB nasional yang utama (Kemenkes RI, 2015).

Indonesia dalam sepuluh tahun terakhir membuat cukup banyak perubahan dalam menangani masalah TB. Jumlah temuan kasus meningkat dari tahun 2008 – 2017. Jumlah penderita terkecil sekitar 429.730 yaitu pada tahun 2008 dan tertinggi 1.020.000 yaitu pada tahun 2015&2016. Hal ini bisa dikatakan cukup baik dan juga buruk. Baik karena temuan TB meningkat sehingga semakin banyak penderita TB yang bisa diobati dan tidak berpotensi menular ke orang lain. Buruk karena ternyata jumlah penderita TB di Indonesia sangat tinggi. Bahkan termasuk 3 besar dalam skala global. Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.1 diatas. Jika dirata2 dalam satu hari ada sekitar 2307 penderita TB pada Tahun 2017.

Jumlah penderita TB yang meninggal di Indonesia juga tidak sedikit rata-rata dari tahun 2008 – 2017 ada dikisaran 12 – 15%/tahun dari jumlah penderita TB keseluruhan. Dengan jumlah penderita terkecil ada pada tahun 2009 sebanyak 62.000 jiwa dan terbesar 126.000 jiwa pada tahun 2015. Jadi jika dirata-rata, setiap hari setidaknya ada 170 – 345 orang meninggal diakibatkan oleh penyakit TB.

Tabel 2.2 Jumlah penderita Tuberkulosis (TB) di Indonesia pada tahun 2008 - 2017

No	Tahun	Jumlah Penduduk	Jumlah Penderita TB	Jumlah Penderita TB Meninggal	Jumlah Penderita / 100.000 populasi	Jumlah Meninggal / 100.000 populasi
1	2008	227.345.088	429.730	62.246	189	27
2	2009	229.965.000	430.000	62.000	187	27
3	2010	239.871.000	450.000	64.000	188	27
4	2011	242.326.000	450.000	65.000	186	27
5	2012	246.864.000	460.000	69.100	186	28
6	2013	249.866.000	460.000	67.900	184	27
7	2014	254.455.000	1.000.000	122.000	393	48

8	2015	258.000.000	1.020.000	126.000	395	49
9	2016	261.000.000	1.020.000	123.000	391	47
10	2017	264.000.000	842.000	116.400	319	44

Jumlah penderita TB di tiap provinsi di Indonesia juga bervariasi. Rata-rata jumlah penderita TB terbesar ada di provinsi-provinsi dengan jumlah penduduk yang besar. Seperti Jabar, Jatim, Jateng, Sumut dan DKI Jakarta.

Notifikasi kasus di Indonesia juga masih perlu ditingkatkan. Pada tahun 2017 rata-rata notifikasi kasus yang tercatat di sistem pemerintah, dalam hal ini kemenkes masih di angka 51%. Sisanya masih belum diketahui atau belum tercatat secara baik.

Tabel 2.3 Jumlah penderita TB tiap provinsi di Indonesia pada tahun 2017

No.	Provinsi	Jumlah Penduduk	Jumlah Kejadian TB	Notifikasi Kasus TB	
				Fasilitas Kesehatan	Domisili
1	JABAR	47.872.485	127.906	84.799	84.456
2	JATIM	39.238.500	95.811	54.771	52.401
3	JATENG	34.198.100	82.978	51.767	46.643
4	SUMUT	14.222.205	62.745	26.111	26.151
5	DKI JAKARTA	10.350.023	47.375	37.693	34.935
6	SUMSEL	8.240.354	33.733	15.100	15.031
7	BANTEN	12.386.481	33.058	17.113	17.761
8	SULSEL	8.669.266	30.985	17.163	17.155
9	LAMPUNG	8.268.407	29.473	10.153	10.224
10	RIAU	6.618.340	27.601	10.185	10.194
11	SUMBAR	5.305.944	22.944	9.297	9.305
12	NAD	5.166.016	20.125	7.209	7.229
13	NTT	5.266.242	18.833	7.065	7.089

14	PAPUA	3.250.674	18.508	11.671	10.433
15	NTB	4.940.669	17.715	6.769	6.788
16	KALBAR	4.914.726	17.212	5.914	5.928
17	KALSEL	4.103.630	15.069	7.570	6.702
18	KALTIM	3.556.778	14.442	6.144	6.160
19	JAMBI	3.500.919	13.665	3.923	3.932
20	BALI	4.234.875	12.391	3.531	3.495
21	KEPRI	2.068.932	10.827	4.360	4.017
22	SULTENG	2.955.116	10.207	5.166	5.175
23	SULUT	2.454.985	9.521	7.098	6.155
24	KALTENG	2.591.399	9.369	3.384	3.414
25	DIY	3.751.820	9.064	3.495	3.375
26	SULTRA	2.589.455	8.992	3.917	3.927
27	BENGKULU	1.926.863	7.750	2.465	2.477
28	MALUKU	1.737.336	6.579	4.571	4.421
29	PAPUA BARAT	909.813	6.509	2.052	2.066
30	BABEL	1.423.554	5.916	2.123	1.920
31	SULBAR	1.324.801	4.440	1.988	1.995
32	GORONTALO	1.163.812	4.301	1.932	1.933
33	MALUT	1.203.444	4.188	2.167	1.913
34	KALTARA	684.786	2.768	1.704	1.702
	NATIONAL	261.090.750	843.000	440.370	426.502

2.1.1.4 Tuberkulosis di Jawa Timur

Jawa Timur adalah provinsi dengan jumlah penduduk terbanyak kedua di Indonesia, dengan jumlah penduduk sekitar 39.238.500 jiwa. Dengan jumlah penduduk terbesar kedua ternyata juga menjadikan Jawa Timur sebagai provinsi dengan jumlah penderita TB terbesar kedua di Indonesia setelah Jawa Barat.

Kabupaten atau Kota dengan penderita TB terbesar di Jawa Timur ternyata juga dipegang oleh kota-kota/kabupaten besar di Jawa

Timur, 5 besar diantaranya adalah Surabaya, Malang, Jember, Sidoarjo, Banyuwangi. Dengan jumlah penderita berturut-turut 10.763, 6.026, 5.618, 5.511, 3.763 jiwa.

Yang cukup patut dibanggakan angka penemuan kasus di Jawa Timur rata-rata mencapai 55 - 57%. Tapi Dinas Kesehatan Jawa Timur juga perlu terus bekerja keras untuk dapat mencapai target nasional, yaitu angka penemuan kasus 90% pada 2035. Tahun yang ditargetkan sebagai tahun Eliminasi TB secara global dan nasional.

Tabel 2.4 Jumlah penderita TB di provinsi Jawa Timur tahun 2017

Kode Wilayah	Kabupaten	Jumlah Penduduk	Jumlah Kasus TB	Notifikasi Kasus TB	
				Fasilitas Kesehatan	Domisili
3501	Pacitan	553.120	1.190	216	244
3502	Ponorogo	869.627	1.894	977	1.019
3503	Trenggalek	692.654	1.544	397	417
3504	Tulungagung	1.029.620	2.396	1.071	1.033
3505	Blitar	1.152.782	2.590	666	785
3506	Kediri	1.559.643	3.584	1.738	2.001
3507	Malang	2.572.615	6.026	2.130	2.373
3508	Lumajang	1.036.045	2.317	1.587	1.603
3509	Jember	2.427.393	5.618	3.514	3.531
3510	Banyuwangi	1.603.630	3.763	2.163	2.173

3511	Bondowoso	767.959	1.701	876	875
3512	Situbondo	675.848	1.624	1.173	1.185
3513	Probolinggo	1.153.413	2.592	1.455	1.466
3514	Pasuruan	1.602.399	3.759	1.732	1.937
3515	Sidoarjo	2.175.342	5.511	3.069	3.212
3516	Mojokerto	1.097.143	2.513	747	956
3517	Jombang	1.251.637	3.073	1.361	1.414
3518	Nganjuk	1.047.946	2.349	945	1.029
3519	Madiun	679.416	1.484	1.091	1.119
3520	Magetan	628.455	1.409	410	568
3521	Ngawi	829.797	1.779	835	994
3522	Bojonegoro	1.243.028	2.661	1.820	1.849
3523	Tuban	1.162.306	2.556	2.068	1.498
3524	Lamongan	1.188.411	2.483	2.243	2.258
3525	Gresik	1.281.429	3.041	2.162	2.349
3526	Bangkalan	968.861	2.197	1.096	1.132
3527	Sampang	955.457	1.980	1.189	1.223

3528	Pamekasan	860.796	1.858	1.156	1.165
3529	Sumenep	1.080.107	2.211	1.649	1.661
3571	Kediri	283.496	945	707	424
3572	Blitar	139.776	514	279	185
3573	Malang	860.163	2.661	3.594	1.319
3574	Probolinggo	232.620	820	425	420
3575	Pasuruan	197.322	661	496	396
3576	Mojokerto	127.060	435	503	284
3577	Madiun	175.977	608	633	290
3578	Surabaya	2.871.630	10.763	6.478	5.885
3579	Batu	203.577	699	120	129
	TOTAL	39.238.500	95.811	54.771	52.401

2.1.2 Infeksi Dan Penyebaran Tuberkulosis

2.1.2.1 Penyebaran *Mycobacterium Tuberculosis*

M. tuberculosis ditularkan melalui udara, bukan melalui kontak permukaan. Ketika penderita TB paru aktif (BTA positif dan foto rontgen positif) batuk, bersin, berteriak atau bernyanyi, bakteri akan terbawa keluar dari paru-paru menuju udara. Bakteri ini akan berada di dalam gelembung cairan bernama droplet nuclei. Partikel kecil ini dapat bertahan di udara selama beberapa jam dan tidak dapat

dilihat oleh mata karena memiliki diameter sebesar 1-5 μm (WHO, 2004; CDC, 2016).

Penularan TB terjadi ketika seseorang menghirup *droplet nuclei*. *Droplet nuclei* akan melewati mulut/saluran hidung, saluran pernafasan atas, bronkus kemudian menuju alveolus (CDC, 2016). Setelah *tubercle bacillus* sampai di jaringan paru-paru, mereka akan mulai memperbanyak diri. Lambat laun, mereka akan menyebar ke kelenjar limfe. Proses ini disebut sebagai *primary TB infection*. Ketika seseorang dikatakan penderita *primary TB infection*, *tubercle bacillus* berada di tubuh orang tersebut. Seseorang dengan *primary TB infection* tidak dapat menyebarkan penyakit ke orang lain dan juga tidak menunjukkan gejala penyakit (WHO, 2004)

Dosis penularan *droplet nuclei* dilaporkan diantara 1 hingga 200 *bacili* per orang, dimana satu *droplet* dapat mengandung 1 hingga 400 *bacili*, namun belum jelas anggapan dosis relevan ini (Sakamoto, 2012). Walaupun TB biasanya tidak ditularkan saat kontak singkat, siapa saja berbagi udara dengan penderita TB paru pada tahap infeksius maka dia berisiko tinggi tertular (CDC dkk., 1999).

2.1.2.2 Faktor Penyebaran *Mycobacterium tuberculosis*

Ada 4 faktor penentu terjadinya penyebaran penyakit TBC (CDC, 2016), yaitu :

1. Daya tahan tubuh seseorang rendah
2. *Infectiousness* (tingkat penularan)

Tingkat penularan penderita TB berhubungan langsung dengan jumlah *tubercle bacillus* yang dikeluarkan oleh penderita ke udara. Penderita dengan banyak *tubercle bacillus* bersifat lebih menular dibandingkan penderita dengan sedikit pengeluaran bacilli atau tanpa bacilli.

Semakin tinggi derajat positif hasil pemeriksaan dahak, makin menular penderita tersebut. Bila hasil pemeriksaan dahak negatif (tidak terlihat kuman), maka penderita tersebut

dianggap tidak menular (Depkes RI, 2005). Karakteristik berikut akan mempengaruhi tingkat penularan.

3. Lingkungan

Faktor lingkungan mempengaruhi konsentrasi *M. tuberculosis*. Faktor lingkungan penyebab meningkatnya penyebaran *M. tuberculosis* adalah :

- a. Konsentrasi droplet nuclei
- b. Ruangan
- c. Ventilasi
- d. Sirkulasi udara

4. Kontak

- a. Durasi kontak dengan penderita TB menular
- b. Frekuensi kontak dengan penderita
- c. Paparan fisik dengan penderita

2.1.2.3 Waktu Saat TB Bersifat Menular

Tuberkulosis menjadi mudah menular ketika TB terjadi pada paru-paru atau laring. Umumnya, seseorang dengan penyakit TB di paru/laring seharusnya dianggap mudah menular sampai orang tersebut:

1. Telah menyelesaikan minimal 2 minggu standar terapi anti-TB. Namun lebih baik jika dengan pengamatan langsung oleh tenaga kesehatan, dan
2. Telah mempunyai hasil sputum smear negatif 3 kali berturut-turut pada 3 hari berbeda, dengan minimal 1 spesimen di pagi hari, dan
3. Memiliki peningkatan pada gejala.

Seorang dicurigai TB harus dianggap mudah menular hingga hasil investigasi diagnostiknya selesai (CDC dkk., 1999).

2.1.2.4 *Latent Tuberculosis Infection (LTBI)*

Latent Tuberculosis Infection (LTBI) atau Laten TB adalah kondisi seseorang yang telah terpapar oleh bakteri *Mycobacterium Tuberculosis*. Yangmana bakteri tersebut telah bersarang dalam tubuh orang tersebut, tetapi dia belum terkena penyakit Tuberkulosis, serta tidak dapat menularkan bakteri tersebut ke orang lain. Kondisi ini terjadi ketika bakteri MTb mulai menyerang seseorang tetapi tidak cukup kuat untuk menembus sistem imun orang tersebut. Pada kondisi ini MTb dalam kondisi ‘tidur’ dalam tubuh orang yang telah terinfeksi tersebut. Kondisi ini pada beberapa orang atau beberapa kasus dapat menyebabkan penyakit TB pada waktu yang tidak dapat ditentukan, bisa dalam waktu dekat atau beberapa tahun kemudian. Hal inilah yang membuat TB menjadi salah satu penyakit yang ‘mengerikan’, dimana ketika di deteksi tidak ada tanda-tanda, tapi beberapa waktu kemudian ketika bakteri MTb ‘bangun’ menjadikan orang yang telah terinfeksi tersebut menderita penyakit berbahaya ini.

2.1.2.5 Organ Tubuh yang Terinfeksi TB

Paru-paru merupakan tempat infeksi TB paling umum di antara orang dewasa. Namun, TB juga dapat menginfeksi kelenjar limfa, tulang, sendi, otak, saluran kencing, saluran reproduksi, bahkan aliran darah. Infeksi TB pada aliran darah akan disirkulasikan ke seluruh tubuh. Tuberkulosis tersebut diketahui sebagai Miliary TB, suatu penyakit serius. Miliary TB biasanya terjadi pada anak-anak dan seseorang dengan sistem imun lemah (WHO, 2004).

Berdasarkan organ yang diserang, TB dibedakan menjadi tuberkulosis paru dan ekstra paru. Tuberkulosis paru adalah tuberkulosis yang menyerang jaringan parenkim paru kecuali pleura (selaput paru). Tuberkulosis paru dibedakan lagi menjadi 2 jenis berdasarkan hasil pemeriksaan dahak, yaitu TB paru BTA positif dan TB paru BTA negatif. Tuberkulosis paru BTA positif merupakan TB paru dengan hasil BTA positif pada sekurang-kurangnya 2 dari 3

spesimen ketika pemeriksaan spesimen dahak Sewaktu-Pagi-Sewaktu (SPS). Tuberkulosis juga dapat dikatakan TB Paru BTA positif ketika 1 spesimen dahak SPS hasilnya BTA positif dan foto rontgen dada juga menunjukkan gambaran tuberkulosis aktif. Sementara itu, tuberkulosis paru BTA negatif adalah TB paru dengan hasil BTA negatif pada pemeriksaan 3 spesimen dahak SPS namun hasil foto rontgen dada menunjukkan gambaran tuberkulosis aktif. TB paru BTA negative namun rontgen positif dapat digolongkan berdasarkan tingkat keparahan penyakitnya, yaitu bentuk berat dan ringan. Bentuk berat terjadi jika gambaran foto rontgen dada memperlihatkan gambaran kerusakan paru yang luas dan/atau keadaan umum pasien buruk (Depkes RI, 2005).

Tuberkulosis ekstra paru adalah tuberkulosis yang menyerang organ tubuh selain paru, misalnya selaput paru, selaput otak, selaput jantung (pericardium), kelenjar limfe, tulang, persendian, kulit, usus, ginjal, saluran kencing, alat kelamin dan lain-lain. Tuberkulosis ekstra paru juga dikelompokkan berdasarkan tingkat keparahan penyakitnya, yaitu TB ekstra paru ringan dan TB ekstra paru berat. Tuberkulosis ekstra paru ringan misalnya adalah TB pada kelenjar limfe, pleuritis eksudativa unilateral, tulang (kecuali tulang belakang), sendi dan kelenjar adrenal. Sedangkan TB ekstra paru berat misalnya adalah meningitis, millier, pericarditis, peritonitis, pleutitis eksudativa dupleks, TB tulang belakang, TB usus, TB saluran kencing dan alat kelamin (Depkes RI, 2005).

2.1.2.6 Faktor Risiko Terjadinya Infeksi dan Penyakit Tuberkulosis

2.1.3 Obat Tuberkulosis

Saat ini, penyakit TB aktif diobati dengan terapi kombinasi yang terdiri atas 3 atau lebih obat (biasanya 4). Selama terapi, pasien dengan TB aktif umumnya diberikan isoniazid (INH), rifampisin (RIF), pirazinamid (PZA) dan etambutol (EMB) selama 2 minggu yang merupakan fase

intensif. Kemudian terapi dilanjutkan dengan pemberian isoniazid dan rifampisin selama 4 bulan lagi (fase lanjutan) untuk memusnahkan sisa bakteri yang telah masuk kedalam kondisi dormant. Tujuan awal dari terapi kombinasi tersebut adalah untuk meminimalkan perkembangan resistensi terhadap streptomisin setelah obat tersebut diperkenalkan pertama kali. Saat ini, standar terapi untuk infeksi TB sensitif obat sangat efektif dalam pembersihan bakteri (Hoagland dkk., 2016).

2.1.4 Resistensi Tuberkulosis

Penggunaan obat sama berulang-ulang dan panjangnya waktu terapi sering menyebabkan kepatuhan pasien yang rendah. Akibatnya, strain resisten obat pun muncul. Berdasarkan molekuler biologi mikobakteria, mekanisme penyebab munculnya strain resisten dapat dibagi menjadi 2, yaitu mekanisme *acquired resistance* dan mekanisme resistensi intrinsik (Smith dkk., 2014).

Pada mekanisme *acquired resistance* bakteri patogenik termasuk *M. tuberculosis* mampu mengalami resistensi terhadap antibiotik umum dimana sebelumnya bakteri sensitif terhadap antibiotik tersebut. Konsep resistensi ini disebut “acquired antibiotic resistance”. Jenis resistensi ini dapat terjadi akibat mutasi maupun transfer gen horizontal. Pada *M. tuberculosis*, transfer horizontal suatu gen resisten melalui plasmid atau elemen transposon belum dilaporkan. Namun, semua “acquired resistance” yang diketahui saat ini terjadi akibat adanya mutasi kromosomal.

Selain memiliki kemampuan pengembangan resistensi baru melalui mutasi kromosomal, *M. tuberculosis* juga memiliki mekanisme resistensi intrinsik. Mekanisme ini memungkinkan terjadinya netralisasi aktifitas antibiotik. Resistensi jenis ini menghasilkan tingginya background resistensi yang membatasi penggunaan antibiotik pada pasien TB dan menghambat perkembangan obat baru.

2.2 Peraturan Menteri Kesehatan terkait Tuberkulosis

Secara umum peraturan pemerintah terkait penanganan TB sudah tertuang dalam Peraturan Menteri Kesehatan (Permenkes) Republik Indonesia No. 67 tahun 2016 tentang Penanggulangan Tuberkulosis.

Dalam Permenkes RI No. 67 Tahun 2016 dijelaskan dengan menimbang bahwa :

- a. Tuberkulosis masih menjadi masalah kesehatan masyarakat yang menimbulkan kesakitan, kecacatan, dan kematian yang tinggi sehingga perlu dilakukan upaya penanggulangan;
- b. Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 364/Menkes/SK/V/2009 tentang Pedoman Penanggulangan Tuberkulosis perlu disesuaikan dengan perkembangan ilmu kedokteran dan kebutuhan hukum;
- c. Berdasarkan pertimbangan sebagaimana dimaksud dalam huruf a dan huruf b, perlu menetapkan Peraturan Menteri Kesehatan tentang Penanggulangan Tuberkulosis;

Jadi pemerintah Indonesia memiliki pedoman dalam penanganan penyakit menular TB. Dan Permenkes ini bisa dijadikan acuan untuk semua pihak dalam proses penanganan TB menuju eliminasi TB pada tahun 2035.

Dalam Permenkes dijelaskan mengenai definisi TB, Target dan Strategi penanganan TB, Kegiatan Penanggulangan TB, Promosi Kesehatan, Surveilans TB, Pengendalian Faktor Risiko TB, Penemuan dan Penanganan Kasus TB, Pemberian Kekebalan, Pemberian Obat Pencegahan.

Dalam Permenkes selain membahas mengenai TB dan Strategi penanganannya juga dijelaskan mengenai Sumber Daya dalam penanganan TB. Sumber Daya ini meliputi Sumber Daya Manusia (SDM), Ketersediaan Obat dan Perbekalan Kesehatan, Ketersediaan Obat dan Perbekalan Kesehatan, Pendanaan, Teknologi.

Selain dua hal diatas (Penanganan TB dan Sumber Daya), pemerintah juga mempertimbangkan hal lain yaitu, Sistem Informasi, Koordinasi, Jejaring Kerja Dan Kemitraan, Peran Serta Masyarakat, Penelitian Dan Pengembangan, Pembinaan Dan Pengawasan.

2.3 Peran Dunia Internasional (PBB / WHO) dalam penanganan Tuberkulosis

Dunia Internasional dalam hal ini yang diwakili atau dikoordinasi oleh salah satu organisasi dibawah naungan Persatuan Bangsa-Bangsa (PBB) atau *United Nation (UN)* yaitu Organisasi Kesehatan Dunia atau *World Health Organization (WHO)*, mempunyai peran penting dalam proses penanganan salah satu penyakit menular paling mematikan ini.

Beberapa hal yang dilakukan WHO antara lain rutin melakukan pertemuan dan diskusi terkait TB. Hal ini sering dilakukan pada peringatan Hari TB Sedunia yang jatuh pada setiap tanggal 24 Maret setiap Tahun. Pada pertemuan tersebut WHO memaparkan kondisi epidemik TB secara global dan memberikan beberapa arahan dan strategi-strategi untuk penanganan penyakit TB ini.

Pada Tahun 2018, pada pertemuan rutin Hari TB Global, jumlah partisipan mencapai 1000 orang. Dengan rincian 15 kepala negara atau pemerintahan memberikan pernyataan terkait epidemik TB. Lebih dari 100 menteri / delagasi negara hadir. Dan lebih dari 360 masyarakat dan berbagai stakeholder hadir, serta perwakilan 10 Badan PBB hadir.

Pada 2014 WHO mengumumkan dan mencanangkan “TB End Strategi”. Hal ini kemudian memunculkan komitmen WHO yang mempunyai tiga pilar untuk menyelesaikan masalah penyakit TB ini, Tiga pilar WHO ini dinamakan “TIGA PILAR UNTUK MENGAKHIRI TB”. Tiga pilar tersebut adalah :

1. **PILAR 1** : Integrasi layanan TBC berpusat pada pasien dan upaya pencegahan TBC.
 - a. **Komponent 1A** : Diagnosis TBC sedini mungkin, termasuk uji kepekaan OAT bagi semua dan penapisan TBC secara sistematis bagi kontak dan kelompok populasi berisiko tinggi.
 - b. **Komponent 1B** : Pengobatan untuk semua pasien TBC, termasuk untuk penderita resistan obat dengan disertai dukungan yang berpusat pada kebutuhan pasien (patient-centred support).

- c. Komponen 1C : Kegiatan kolaborasi TB/HIV dan tata laksana komorbid TBC yang lain.
 - d. Komponen 1D : Upaya pemberian pengobatan pencegahan pada kelompok rentan dan berisiko tinggi serta pemberian vaksinasi untuk mencegah TBC.
2. PILAR 2 : Kebijakan dan sistem pendukung yang berani dan jelas.
- a. Komponen 2A : Komitmen politis yang diwujudkan dalam pemenuhan kebutuhan layanan dan pencegahan TBC.
 - b. Komponen 2B : Keterlibatan aktif masyarakat, organisasi sosial kemasyarakatan dan pemberi layanan kesehatan baik pemerintah maupun swasta..
 - c. Komponen 2C : Penerapan layanan kesehatan semesta (universal health coverage) dan kerangka kebijakan lain yang mendukung pengendalian TBC seperti wajib lapor, registrasi vital, tata kelola dan penggunaan obat rasional serta pengendalian infeksi.
 - d. Komponen 2D : Jaminan sosial, pengentasan kemiskinan dan kegiatan lain untuk mengurangi dampak determinan sosial terhadap TBC..
3. PILAR 3 : Intensifikasi riset dan inovasi.
- a. Komponen 3A : Penemuan, pengembangan dan penerapan secara cepat alat, metode intervensi dan strategi baru pengendalian TB.
 - b. Komponen 3B : Pengembangan riset untuk optimalisasi pelaksanaan kegiatan dan merangsang inovasi-inovasi baru untuk mempercepat pengembangan program pengendalian TB.

Selain melakukan pertemuan rutin, WHO juga membantu dalam proses pemberian bantuan dana, khususnya untuk negara-negara yang disebut *High Burden*, yaitu negara-negara yang memiliki beban TB tinggi. Indonesia sendiri juga telah dibantu oleh organisasi Internasional dalam proses penanganan TB. Bantuan TB yang diterima Indonesia setiap tahun mencapai nilai Ratusan Miliar Rupiah. Angka yang cukup besar untuk bantuan kepada sebuah negara.

2.4 Eliminasi Tuberkulosis

2.4.1 Definisi Eliminasi

Menurut website www.kbbi.web.id kata eliminasi dikelompokkan sebagai kata benda dan didefinisikan sebagai :

1. pengeluaran (seperti racun dari tubuh); penghilangan
2. penyingkiran; pengasingan (*orang-orang yang berbahaya dari tengah masyarakat*)
3. penyisihan (*juara dunia oleh pemain baru itu sangat mencengangkan;*)

Sedangkan kata mengeliminasi dikelompokkan sebagai kata kerja dan didefinisikan sebagai :

1. menghapuskan; menghilangkan: (*dokter berusaha ~ racun itu dari tubuh korban;*)
2. menyingkirkan; membuang; mengasingkan: (*pemerintah negara itu telah ~ para tahanan politik ke sebuah pulau terpencil*)
3. menyisihkan

Dalam hal ini kata eliminasi maupun kata mengeliminasi, dijelaskan sebagai pengeluaran, penghapusan maupun penghilangan (dijelaskan dalam contoh bidang kesehatan atau kedokteran, seperti disebutkan dalam definisi nomer 1 diatas).

2.4.2 Definisi Eliminasi Penyakit

Dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2014 tentang Penanggulangan Penyakit Menular, dijelaskan terkait

definisi dari Eliminasi dan beberapa istilah lain yang mengikuti. Definisi eliminasi sendiri dijelaskan pada Bab 3, pasal 8 ayat 2.

Dipaparkan pada bab 3 Penyelenggaraan, Bagian Kesatu Umum, pasal 8 ayat (1) bahwa Berdasarkan prevalensi/kejadian kesakitan dan karakteristik Penyakit Menular, target program Penanggulangan Penyakit Menular meliputi :

- a. Reduksi;
- b. Eliminasi dan/atau;
- c. Eradikasi.

Dalam pasal 8 ayat (2) sampai ayat (4) dijelaskan definisi dari reduksi, eliminasi dan eradikasi.

- a. Pasal 8 ayat (2)

Reduksi sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf a merupakan upaya pengurangan angka kesakitan dan/atau kematian terhadap Penyakit Menular tertentu agar secara bertahap penyakit tersebut menurun sesuai dengan sasaran atau target operasionalnya.

- b. Pasal 8 ayat (3)

Eliminasi sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf b merupakan upaya pengurangan terhadap penyakit secara berkesinambungan di wilayah tertentu sehingga angka kesakitan penyakit tersebut dapat ditekan serendah mungkin agar tidak menjadi masalah kesehatan di wilayah yang bersangkutan.

- c. Pasal 8 ayat (4)

Eradikasi sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf c merupakan upaya pembasmian yang dilakukan secara berkelanjutan melalui pemberantasan dan eliminasi untuk menghilangkan jenis penyakit tertentu secara permanen sehingga tidak menjadi masalah kesehatan masyarakat secara nasional.

2.4.3 Definisi Eliminasi Tuberkulosis Menurut WHO

WHO memiliki standart untuk menetapkan Eliminasi Tuberkulosis. Hal ini didasarkan pada strategi global yang digunakan oleh negara-negara

dengan insiden kasus TB yang rendah. Negara yang dimaksud dengan insiden kasus TB yang rendah adalah negara yang sudah mencapai kejadian TB kurang dari 100 jiwa per 1.000.000 jiwa. WHO menetapkan tahap yang dinamakan “Pra Eliminasi” TB sebagai kasus TB kurang dari 10 jiwa per 1.000.000 jiwa. Dan tahap “Eliminasi” TB sebagai kasus TB kurang dari 1 jiwa per 1.000.000 jiwa.

WHO menetapkan Visi dalam masalah kesehatan masyarakat terkait penyakit menular TB adalah “Sebuah dunia yang bebas tuberkulosis” yang didefinisikan sebagai nol kematian, penyakit dan penderitaan karena TB. Goal atau tujuannya adalah “Mengkhiri epidemi global TB”

WHO memasang target untuk tahun 2025 adalah 75% reduksi kematian (dibandingkan data tahun 2015), 50% reduksi rata-rata kejadian tuberkulosis (dibandingkan data tahun 2015) (kurang dari 55 kasus TB per 100.000 populasi).

Sedangkan pada tahun 2035 adalah 95% reduksi kematian (dibandingkan data tahun 2015), 90% reduksi rata-rata kejadian tuberkulosis (dibandingkan data tahun 2015) (kurang dari 10 kasus TB per 100.000 populasi).

Dan target Eradiksi TB diharapkan bisa dicapai pada tahun 2050. Yangmana pada tahun 2050 ini dunia sudah terbebas dari epidemi global TB. Dan dunia sudah aman dari penyakit menular TB.

2.4.4 Definisi Eliminasi Tuberkulosis Menurut Menteri Kesehatan

Menteri Kesehatan dalam mendefinisikan eliminasi tuberkulosis juga mengacu pada strategi global yang dicanangkan WHO. Secara umum eliminasi TB tercapai pada tahun 2035 dan eradiksi TB tercapai pada tahun 2050.

Disebutkan dalam Permenkes Nomor 67 tahun 2016 tentang Penanggulangan Tuberkulosis menetapkan target program Penanggulangan TB nasional yaitu eliminasi pada tahun 2035 dan Indonesia Bebas TBC Tahun 2050. Eliminasi TB adalah tercapainya jumlah kasus TB 1 per 1.000.000 penduduk atau 10 per 100.000 penduduk. Sementara tahun 2018

jumlah kasus TBC saat ini sebesar 319 per 100.000 atau 31,9 per 1 juta penduduk.

Rincian target penanggulangan TBC nasional ada pada Tabel 2.5 dibawah ini.

Tabel 2.5 Target penanggulangan TB Nasional menurut Kemenkes

Indikator	2014	2020	2025	2030	2035	2050
Angka Kesakitan	393	30%	50%	80%	90%	100%
Angka Kematian	48	40%	70%	90%	95%	100%

2.4.5

2.5 Pemodelan dan Simulasi

2.5.1 Pemodelan

Terdapat beberapa cara untuk dapat merancang, menganalisis dan mengoperasikan suatu sistem. Salah satunya adalah dengan melakukan pemodelan yaitu membuat model dari sistem tersebut. Model adalah sebuah rancangan yang sangat berguna untuk menganalisis maupun merancang sebuah sistem. Model juga sebagai alat komunikasi yang sangat efisien, model dapat menunjukkan bagaimana suatu operasi bekerja dan mampu merangsang untuk meningkatkan atau memperbaikinya. Dengan membuat model dari sistem maka diharapkan dapat lebih mudah untuk melakukan analisis.

Dalam membuat suatu model harus dimulai dari bentuk yang paling sederhana dengan cara mendefinisikan permasalahan secara detail, selanjutnya digunakan analisis sensitivitas untuk membantu menentukan rincian model. Selanjutnya tahap penyempurnaan 6 dilakukan dengan menambahkan variabel secara gradual, sehingga diperoleh model yang logis dan dapat mempresentasikan keadaan sebenarnya (Kholil, 2005).

Menurut Suryani (2006), dalam buku Pemodelan dan Simulasi, model merupakan representasi sistem dalam kehidupan nyata yang menjadi fokus perhatian dan menjadi pokok permasalahan. Pemodelan dapat didefinisikan

sebagai proses pembentukan model dari sistem tersebut dengan menggunakan bahasa tertentu. Sebuah pemodelan akan diterima jika hasil dari pemodelan tersebut valid. Model dikatakan valid, jika jarak (atau kesalahan) yang diberikan dalam pemodelan antara hasil simulasi dan eksperimen kurang dari nilai kritis yaitu nilai yang telah ditetapkan mula-mula atau nilai yang error (Iswanto, 2012).

2.5.2 Simulasi

Menganalisis proses dalam bentuk model dapat dilakukan dengan menggunakan simulasi komputer. Simulasi merupakan penyelesaian persamaan matematis secara bertahap dari suatu sistem untuk mengetahui perubahan yang terjadi, sehingga dapat dipelajari perilaku sistem tersebut. Metode simulasi mempunyai keunggulan yaitu pada kemampuannya memberikan informasi secara cepat. Beberapa pengertian simulasi menurut para ahli dalam (Suryani, 2006) :

1. Hoover dan Perry (1990) Merupakan sebuah proses perancangan model matematis atau logis dari sistem nyata, melakukan eksperimen terhadap model dengan menggunakan komputer untuk menggambarkan, menjelaskan dan memprediksi perilaku sistem.
2. Law dan Kelton (1991) Didefinisikan sebagai sekumpulan metode dan aplikasi untuk menirukan atau merepresentasikan perilaku dari suatu sistem nyata, yang biasanya dilakukan pada komputer dengan menggunakan perangkat lunak tertentu.
3. Khosnevis (1994) Merupakan sebuah proses aplikasi untuk membangun model dari sistem nyata atau usulan sistem, melakukan eksperimen dengan model tersebut untuk menjelaskan perilaku sistem, mempelajari kinerja sistem atau untuk membangun sistem baru sesuai dengan kinerja yang diinginkan.

Simulasi merupakan konsep yang cukup fleksibel untuk dapat mengerjakan masalah yang sulit untuk dipecahkan dengan model matematis.

Model simulasi juga efektif jika digunakan untuk sistem yang relatif kompleks. Penggunaan simulasi akan memberikan wawasan yang lebih luas pada pihak manajemen dalam menyelesaikan suatu masalah. Berikut ini kelebihan dari pemanfaatan simulasi sebagai berikut (Suryani, 2006):

- 1) Tidak semua sistem dapat direpresentasikan dalam model matematis, simulasi merupakan alternatif yang tepat.
- 2) Dapat bereksperimen tanpa adanya resiko pada sistem nyata. Dengan simulasi memungkinkan untuk melakukan percobaan terhadap sistem tanpa harus menanggung risiko terhadap sistem yang berjalan.
- 3) Simulasi dapat mengestimasi kinerja sistem pada kondisi tertentu dan memberikan alternatif desain terbaik sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.
- 4) Simulasi dapat memungkinkan untuk melakukan proyeksi jangka panjang dalam waktu relatif singkat.
- 5) Dapat menggunakan inputan data yang bervariasi.

Simulasi juga memiliki kekurangan diantaranya sebagai berikut (Suryani, 2006) :

1. Kualitas dan analisis model tergantung pada pembuat model. Tidak immune terhadap GIGO (Garbage In, Garbage Out). Yang berarti apabila kita memasukkan data yang salah, maka kita akan mendapatkan output simulasi yang salah juga.
2. Simulasi hanya mengestimasi karakteristik sistem berdasarkan masukan tertentu.

2.6 Sistem Dinamik

Sistem Dinamik adalah metode untuk meningkatkan pembelajaran dalam sistem yang kompleks (Sterman, 2000). Sistem dinamik difokuskan pada penentuan kebijakan dan bagaimana kebijakan tersebut menentukan tingkah laku masalah-masalah yang dapat dimodelkan. Metodologi sistem dinamik yang dimodelkan adalah berupa struktur informasi sistem yang didalamnya terdapat

sumber informasi dan jaringan aliran informasi yang saling terhubung. Penerapan sistem dinamik ini bisa digunakan dalam berbagai bidang seperti dalam bidang sosial, ekonomi, manajerial atau ekologi yang kompleks. Model sistem dinamik dapat dinyatakan dan dipecahkan secara numerik dalam sebuah bahasa pemrograman. Software atau tools yang dapat digunakan untuk mendukung pembuatan model sistem dinamik seperti Dynamo, Simile, Powersim, Vensim, I-think dan lain-lain.

Permasalahan dalam sistem dinamik merupakan permasalahan yang menggambarkan hubungan umpan balik atau sistem umpan balik. Proses umpan balik dapat dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu (Suryani, 2006).

1. Umpan balik positif

Umpan balik ini menciptakan proses pertumbuhan, dimana suatu kejadian dapat menimbulkan akibat yang akan memperbesar kejadian berikutnya secara terus menerus. Umpan balik ini dapat menyebabkan ketidakstabilan, ketidakseimbangan, serta pertumbuhan yang kontinyu. Contoh: sistem pertumbuhan penduduk.

2. Umpan balik negative

Umpan balik ini berusaha menciptakan keseimbangan dengan memberikan koreksi agar tujuan dapat dicapai. Contoh: sistem pengatur suhu ruangan.

Dalam pemodelan Sistem Dinamik dilakukan proses feedback bersama struktur stock and flow, time delay, dan kenonlinieran yang menentukan alur suatu sistem.

Perilaku yang paling kompleks biasanya timbul dari interaksi (feedback) antara komponen dari suatu sistem, bukan dari kompleksnya komponen tersebut. Namun sistem dinamik dapat menjadi lebih kompleks. Sistem Dinamik menekankan pada banyak loop, banyak kondisi, karakter nonlinear dari feedback system di kehidupan nyata. Menurut (Sterman, 2000), Dynamics Complexity timbul karena sistem bersifat:

1. Dynamic, perubahan sistem terjadi pada banyak skala waktu, dan perbedaan skala waktu ini kadang saling berinteraksi.

2. Tightly coupled, pelaku dalam sistem berinteraksi kuat dengan yang lainnya dan dunia sekelilingnya. Semuanya terhubung dengan yang lainnya.
3. Governed by feedback, karena kaitan erat diantara para pelaku, maka kegiatan di antara mereka saling feedback. · Nonlinear, suatu akibat kadang jarang sesuai dengan sebab. Nonlinieritas kadang berasal dari dasar fisik suatu sistem. Nonlinieritas juga timbul ketika berbagai faktor saling berhubungan dalam pengambilan keputusan.
4. History-dependent, pengambilan satu jalan sering menghalangi pengambilan yang lain dan menentukan dimana kita berakhir (ketergantungan alur).
5. Self-organizing, dynamics suatu sistem timbul secara spontan dari internal strukturnya. Seringkali sedikit gangguan kecil secara acak diperbesar dan dibentuk oleh struktur feedback, membangkitkan pola di dalam ruang dan waktu dan menciptakan ketergantungan alur.
6. Adaptive, adaptasi terjadi seperti orang yang belajar dari pengalaman, terutama ketika mereka belajar cara baru untuk mencapai tujuannya sewaktu mereka menghadapi rintangan.
7. Counterintuitive, dalam sistem yang kompleks sebab dan akibat jauh dalam ruang dan waktu ketika kita cenderung untuk mencari sebab yang mendekati kejadian yang kita cari untuk dijelaskan. Perhatian kita tertuju pada gejala- gejala yang rumit daripada mendasari penyebabnya.
8. Policy resistant, kompleksitas dari suatu sistem yang kita sertakan pada kemampuan kita untuk memahaminya, hasilnya malah banyak solusi yang nampaknya jelas nyata ke permasalahan gagal atau malah menambah buruk situasi.
9. Characterized by trade-offs, waktu tunda pada saluran umpan balik berarti respons jangka panjang dari sistem untuk intervensi selalu berbeda dari respons jangka pendeknya.

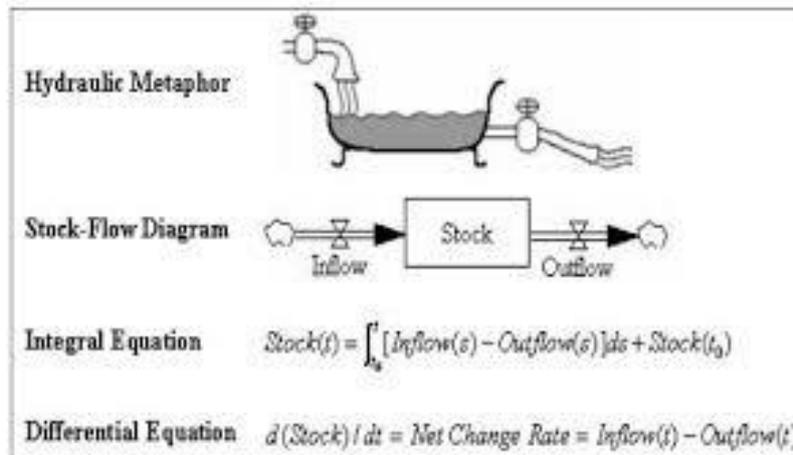
Hubungan sebab akibat dapat merupakan hubungan positif atau Reinforcing dengan simbol + atau R, maupun hubungan negatif atau Balancing dengan simbol – atau B. Simbol-simbol pada CLD dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.6 Simbol CLD

No.	Simbol	Keterangan
1	+ / - atau S / O	+ / S menunjukkan kesamaan arah antara sebab akibat - / O menunjukkan perbedaan arah antara sebab dan akibat
2	B (Balancing) R (Reinforcing)	Balancing jika terjadi feedback loop negatif Reinforcing jika terjadi feedback loop positif (Untuk mengetahui B atau R adalah dengan menghitung jumlah - / O. Jika ganjil maka loop tersebut adalah B)

Stock Flow Diagram (SFD) sebagai konsep sentral dalam teori sistem dinamik. Menggambarkan struktur secara fisik, yang mana stock merupakan akumulasi yang dapat bertambah dan berkurang, sedangkan flow adalah proses yang menyebabkan stock bertambah atau berkurang. (Sterman, 2000) menjelaskan empat representasi setara atau ekuivalen dengan struktur stock dan flow : Hydraulic Metaphor, Stock-Flow Diagram, Integral Equation dan Differential Equation pada Gambar 2.5 (Sterman, 2000).

Dalam Hydraulic Metaphor stok diwakili melalui air di bak mandi setiap saat. Jumlah air di bak mandi meningkat (air yang mengalir melalui keran) atau menurun (air yang mengalir keluar melalui saluran pembuangan), tidak termasuk faktor-faktor luar seperti penguapan. Untuk Stock-Flow Diagram telah memiliki makna matematika tidak ambigu sebagai stock terakumulasi flow-nya. Stock meningkatkan arus masuk melalui bahan dan penurunan arus keluar melalui materi. Untuk Integral Equation menggambarkan prinsip saham-aliran yang sama, sebagai Stock baru (t) didefinisikan melalui Stock awal (t₀) ditambah semua Inflow (t) dikurangi dengan Outflow (t).



Gambar 2.4. Representasi Struktur Stock and Flow

Pada model yang telah dibuat, data kuantitatif dimasukan dengan mengklik variabel-variabel yang tersedia seperti level, rate, dan auxiliary. Kemudian nilai atau formula matematika di inputkan ke dalam variabel-variabel tersebut untuk mengkalkulasi model. Adapun definisi dari masing-masing jenis variabel tersebut adalah sebagai berikut.

1. Variabel Level

Level merupakan variabel yang menyatakan akumulasi sejumlah benda, contohnya jumlah produksi jagung. Level dipengaruhi oleh variabel rate dan dalam Vensim dinyatakan dengan simbol gi panjang.

2. Variabel Rate

Rate adalah penambahan atau pengurangan pada level per satuan waktu.

Dalam Vensim, rate dinyatakan dengan simbol seperti berikut: 

3. Auxiliary

Auxiliary adalah merupakan variabel tambahan untuk menyederhanakan hubungan informasi antara level dan rate, variabel ini dihitung dari variabel lain. Simbol variabel ini adalah buah lingkaran.

Selain variabel-variabel tersebut, terdapat beberapa simbol yang berlaku lainnya yaitu simbol sumber (source dan sink), garis-garis aliran, titik awal informasi, heksagonal untuk konstanta, dan tabel.

2.7 Penelitian Terkait

Dalam penelitian ini ada beberapa referensi penelitian lain yang membahas tentang Tuberkulosis. Penelitian – penelitian tersebut diharapkan menjadi pendukung informasi dan data dalam penyelesaian penelitian ini.

2.7.1 **Penelitian Angela Y Chang, et al. (2017)** dengan judul “**Dynamic modeling approaches to characterize the functioning of health systems: A systematic review of the literature**”. Pada penelitian tersebut membahas terkait penggunaan Pemodelan Dinamik dalam pembahasan topik fungsi sistem kesehatan. Peneliti dan tim melakukan tinjauan secara sistematis terhadap berbagai literatur. Pada penelitian tersebut dijelaskan bahwa penggunaan model dinamis dalam fungsi sistem kesehatan sangat penting.

2.7.2 **Unyeong Goa et, al (2018)** dengan Judul "**Tuberculosis prevention and care in Korea: Evolution of policy and practice**", dalam penelitian tersebut Unyeong Goa dan tim meneliti tentang perubahan arah kebijakan dan praktik dari proses pencegahan dan perawatan TB di Korea, termasuk menambahkan manajemen untuk pengendalian TB Laten.

2.7.3 **Penelitian Stephanie Law, et al. (2016)** dengan judul “**Emergence of drug resistance in patients with tuberculosis cared for by the Indian health-care system: a dynamic modelling study**”. Pada penelitian tersebut membahas tentang manajemen penanganan TB lintas sektor di India. Dijelaskan dalam hasil penelitian tersebut bahwa, jika manajemen penanganan TB di India tidak berubah, maka penderita TB yang semula tidak resisten terhadap obat akan berubah menjadi resisten Obat (MDR TB). Diprediksikan bahwa 20 tahun mendatang (dibandingkan dengan data tahun 2012) jika manajemen

penanganan TB tidak berubah maka akan ada 85% MDR TB dari yang semula hanya 15%.

- 2.7.4 **Indranil Saha, et. Al. (2018)** dengan judul "Private sector involvement envisaged in the National Strategic Plan for Tuberculosis Elimination 2017 - 2025 : Can Tuberculosis Health Action Learning Initiative model act as a road map?". Dalam penelitian tersebut membahas isu terkini yang terkait tuberkulosis di India. Yangmana keterlibatan pihak swasta di ikutsertakan dalam rencana strategis nasional eliminasi TB. Dalam pengikutsertaan sektor swasta pihak pemerintah India mengadopsi model *Tuberculosis Health Action Learning Initiative* (THALI). Kunci dari model THALI ini ada 4 yaitu :
- 2.7.5 **Rosella Centis, et, al. (2016)** dengan judul "Shifting from tuberculosis control to elimination: Where are we? What are the variables and limitations? Is it achievable?". Dalam penelitian Rosella dan tim menjelaskan bagaimana perubahan yang terjadi saat ini dalam penanganan TB, dari yang semula adalah kontrol TB menjadi eliminasi.
- 2.7.6 **Arne von Delft (2014)** dengan judul "Why healthcare workers are sick of TB". Pada penelitian tersebut Arne dan Tim yang berasal dari berbagai negara di berbagai benua, menjelaskan bahwa petugas kesehatan maupun relawan yang bergerak di bidang TB (baik untuk sosialisasi, pencarian kontak, maupun pengobatan) adalah orang dengan resiko yang lebih tinggi untuk tertular penyakit tersebut. Karena seringnya mereka kontak dengan berbagai pasien dengan penyakit menular yang berbahaya tersebut.
- 2.7.7 **Olivia Oxlade, et, al (2016)** dalam komentar publiknya yang berjudul "Putting numbers on the End TB Strategy—an impossible

dream?", menjelaskan bahwa kepatuhan pasien dalam mengkonsumsi obat secara teratur sampai tuntas merupakan salah satu faktor yang menentukan keberhasilan dalam pengobatan tuberkulosis paru. Kepatuhan merupakan fenomena multidimensi yang ditentukan oleh beberapa faktor selain dari pasien itu sendiri, juga ada faktor lima dimensi yang saling terkait, yaitu faktor terapi, faktor sistem kesehatan, faktor lingkungan, faktor sosial ekonomi dan faktor dukungan keluarga.

2.7.8 **Max Joseph Herman (2018)** dengan judul penelitian “Cost Analysis of Category One Pulmonary Tuberculosis Treatment in Adult Patient in Hospital in DKI Jakarta”. Penelitian ini dilakukan di lima rumah sakit di Jakarta. Dalam penelitian tersebut Max dan Tim meneliti penderita penyakit TB regular. Fokus dalam penelitian tersebut adalah biaya yang harus dikeluarkan baik oleh pasien pribadi atau subsidi yang diberikan pemerintah lewat rumah sakit-rumah sakit rujukan yang menangani kasus TB. Dalam penelitian tersebut dijelaskan bahwa rata-rata penderita TB yang menjalani pengobatan sampai sembuh (sekitar 6 bulan) menghabiskan dana sekitar Rp 1.843.537, yang terbagi menjadi biaya langsung dan biaya tak langsung.

2.7.9 **Priyanti Soepandi (2014)** dengan judul penelitian “Output of Treatment and Cost Variations of TB-MDR/XDR with PMDTDI Strategy in RSUP Persahabatan”. Dalam penelitian yang dilakukan di sebuah rumah sakit di wilayah Jakarta, peneliti fokus untuk meneliti kasus pasien TB RO (Resisten Obat) atau juga dikenal dengan TB-MDR/XDR. TB RO berbeda dengan TB regular, yangmana TB RO ini pasien kebal terhadap salah satu atau banyak Obat Anti Tuberkulosis (OAT). Selain itu pengobatan juga lebih lama, bahkan bisa sampai 18 – 24 bulan. Selain itu efek samping dari konsumsi obat dalam jumlah besar juga dimungkinkan, baik efek

samping ringan maupun efek samping yang berat. Dalam penelitian tersebut Priyanti menemukan fakta bahwa pengobatan untuk TB RO jenis TB – MDR menghabiskan biaya di kisaran Rp 72.260.081,73. Bahkan untuk pengobatan TB – XDR biaya yang harus dihabiskan sekitar Rp 91.704.767,33. Dan biaya tersebut di *cover* oleh pemerintah menggunakan dana APBN dan APBD.

2.7.10 **Naili Akrima Faradis, et. al (2018)** dengan judul “Implementasi Kebijakan Permenkes Nomor 67 Tahun 2016 Tentang Penanggulangan Tuberkulosis”. Dalam penelitian yang difokuskan di salah satu wilayah di Jawa Tengah yaitu di kota Tegal, Naili Akrima dan Tim meneliti dan menganalisa implementasi kebijakan Permenkes Nomor 67 Tahun 2016 tentang penanggulangan TB di kota tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pelaksanaan implementasi kebijakan belum berjalan secara maksimal. Dari empat variabel yang berpengaruh dalam pelaksanaan implementasi kebijakan yaitu kemampuan implementor kebijakan; sumber daya kebijakan; hubungan antar organisasi; dan kondisi lingkungan, masih terdapat dua variabel yang belum berjalan secara maksimal sehingga menghambat pelaksanaan implementasi ini. Dua hal tersebut adalah sumber daya kebijakan yang belum sepenuhnya terpenuhi, dan kurangnya dukungan masyarakat dalam penanggulangan TB.

2.7.11 **Wiwit Aditama et, al. (2013)** dengan judul "Evaluation of Pulmonary Tuberculosis Countermeasure in Boyolali District". Wiwit Aditama et, al. (2013) "Evaluation of Pulmonary Tuberculosis Countermeasure in Boyolali District" Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pelaksanaan kegiatan program penanggulangan TB paru dari aspek input, proses, dan output di Kabupaten Boyolali Provinsi Jawa Tengah tahun 2009. Penelitian observasional ini dilakukan di semua kelompok pelaksana program, yaitu mencakup 29 puskesmas, dinas kesehatan, dan rumah sakit. Secara kuantitas dan kualitas,

pelaksanaan Program Pencegahan dan Penanggulangan Tuberkulosis (P2TB) di Kabupaten Boyolali serta pelaksanaan bimbingan teknis dan supervisi telah berjalan baik.

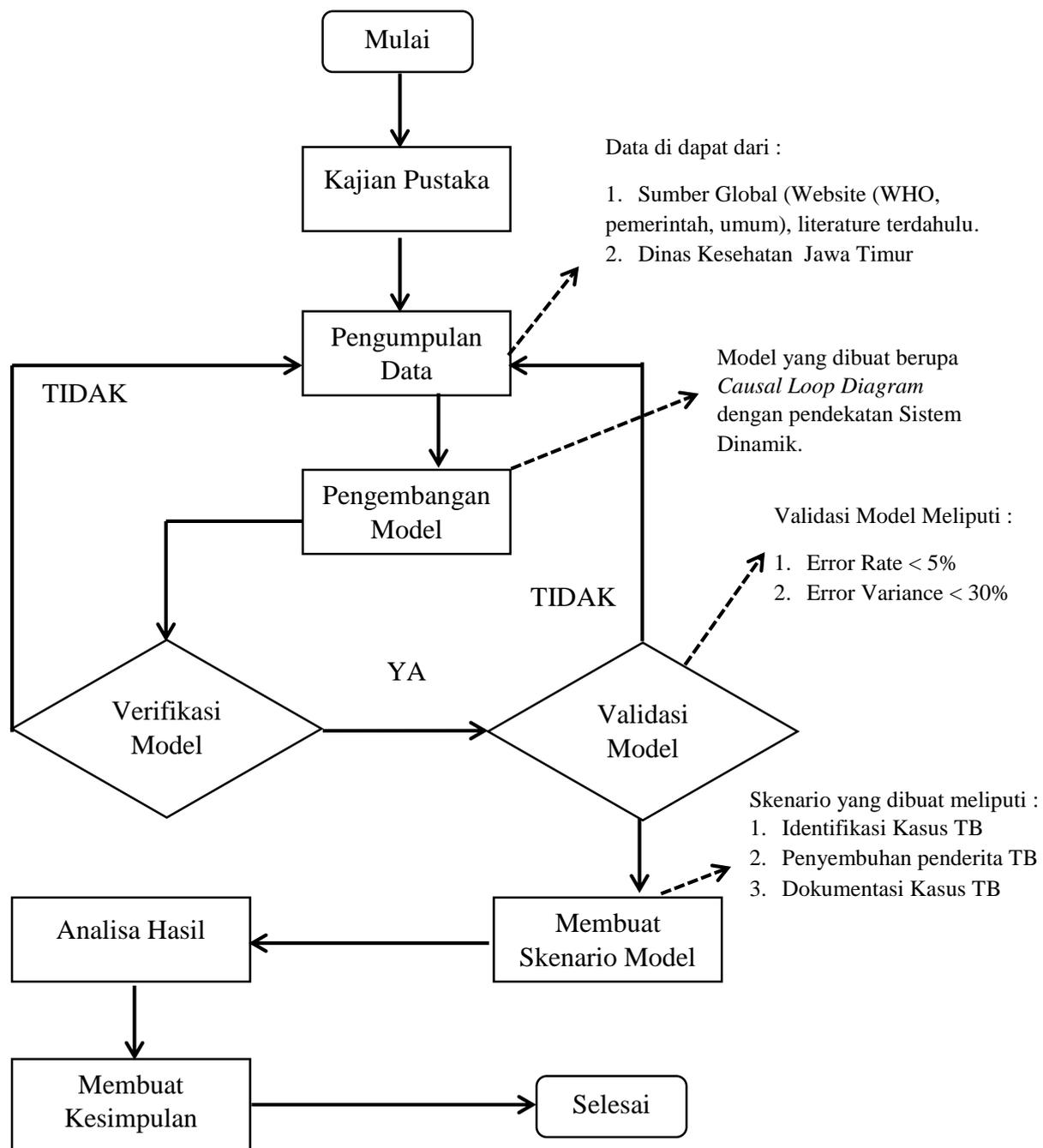
2.7.12 Ninfa Marlen Chaves Torres, et al (2019) dengan Judul “Factors predictive of the success of tuberculosis treatment: A systematic review with meta-analysis”, penelitian ini menjelaskan mengenai faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi kesembuhan pasien TB. Dengan melakukan studi *Systematic Literature Review* yang mempelajari 151 dokumen terkait TB. Faktor-faktor yang mempengaruhi kesembuhan TB diantaranya Usia, Jenis Kelamin, Pasien memiliki riwayat HIV atau tidak, dsb.

(Halaman sengaja dikosongkan)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan dijelaskan terkait tahapan-tahapan dalam penelitian ini yang meliputi dari Kajian pustaka, Pengumpulan Data, Pemodelan sistem, Pengolahan Data, Verifikasi dan Validasi, Pembuatan Skenarion Model, Analisis dan Pembahasan Simulasi, serta kesimpulan penelitian. Tahapan penelitian digambarkan dalam flow diagram dibawah ini



Gambar 3.1 Alur Proses Penelitian

2.8 Kajian Pustaka

Kajian pustaka yang dilakukan adalah mempelajari terkait obyek penelitian, yaitu epidemik penyakit TB. Kajian pustaka ini meliputi mempelajari ilmu maupun informasi terkait penyakit TB, baik dari buku, artikel, berita maupun jurnal penelitian.

Dalam kajian pustaka mengenai proses penanganan TB dengan tujuan eliminasi TB pada 2035 bisa tercapai. Dalam proses kajian pustaka juga didapatkan siapa pihak - pihak atau stakeholder yang memiliki keinginan untuk eliminasi TB.

2.9 Pengumpulan Data

Selain untuk mendapatkan pengetahuan dasar untuk penjunjang obyek penelitian, dalam proses kajian pustaka juga melakukan proses pengumpulan data sekunder. Data-data tersebut meliputi jumlah pasien penderita TB, jumlah Yankes, jumlah fasyankes dan sebagainya.

Sedangkan data primer atau utama didapatkan dari Dinas Kesehatan Jawa Timur. Karena penelitian ini juga bekerja sama dengan salah satu koordinator programmer TB, yang harapannya informasi atau pengetahuan yang didapat dari penelitian dapat diterapkan dalam setiap kegiatan atau kebijakan yang akan diambil oleh Dinas Kesehatan Jawa Timur.

Dan jika penelitian diharapkan bisa menjadi acuan untuk Dinas kesehatan pada provinsi lain. Dan diharapkan juga bisa digunakan secara nasional dalam mendukung proses eliminasi Penyakit TB.

2.10 Pemodelan Sistem

Pada tahap ini adalah pembuatan model sistem, model ini digambarkan dalam causal loop diagram atau diagram kausatik. Diagram ini digunakan untuk menggambarkan sistem secara umum yang selanjutnya akan dilakukan simulasi dengan pendekatan sistem dinamik. Pembuatan diagram kausatik ini didasarkan dari hasil tahapan pengumpulan data dan kajian pustaka. Diagram kausatik yang akan dibuat akan menggambarkan bagaimana proses penanganan TB hingga terjadi target atau goal yaitu eliminasi penyakit TB.

Dalam buku petunjuk WHO terkait proses *END TB*, dijelaskan bahwa target Sustainable Development Goals (SDGs) pada tahun 2030 adalah menurunnya kematian yang diakibatkan oleh Tuberkulosis (TB) adalah sebesar 90% dan kasus TB menurun sampai 80%. Dan tujuan utama eliminasi TB (END TB) yaitu pada tahun 2035 dimana kematian yang diakibatkan oleh Tuberkulosis (TB) adalah sebesar 95% dan kasus TB menurun sampai 90%. Dalam penelitian ini sesuai dengan rumusan masalah adalah bagaimana kasus TB ini dapat tereliminasi adalah dengan meningkatkan beberapa hal dan pembuatan beberapa skenario. Di antaranya meningkatkan proses identifikasi kasus TB, meningkatkan identifikasi proses penyembuhan TB dan identifikasi proses dokumentasi kasus TB. Dengan ditingkatkan fungsi ketiga hal ini diharapkan dapat membantu pencapaian program END TB.

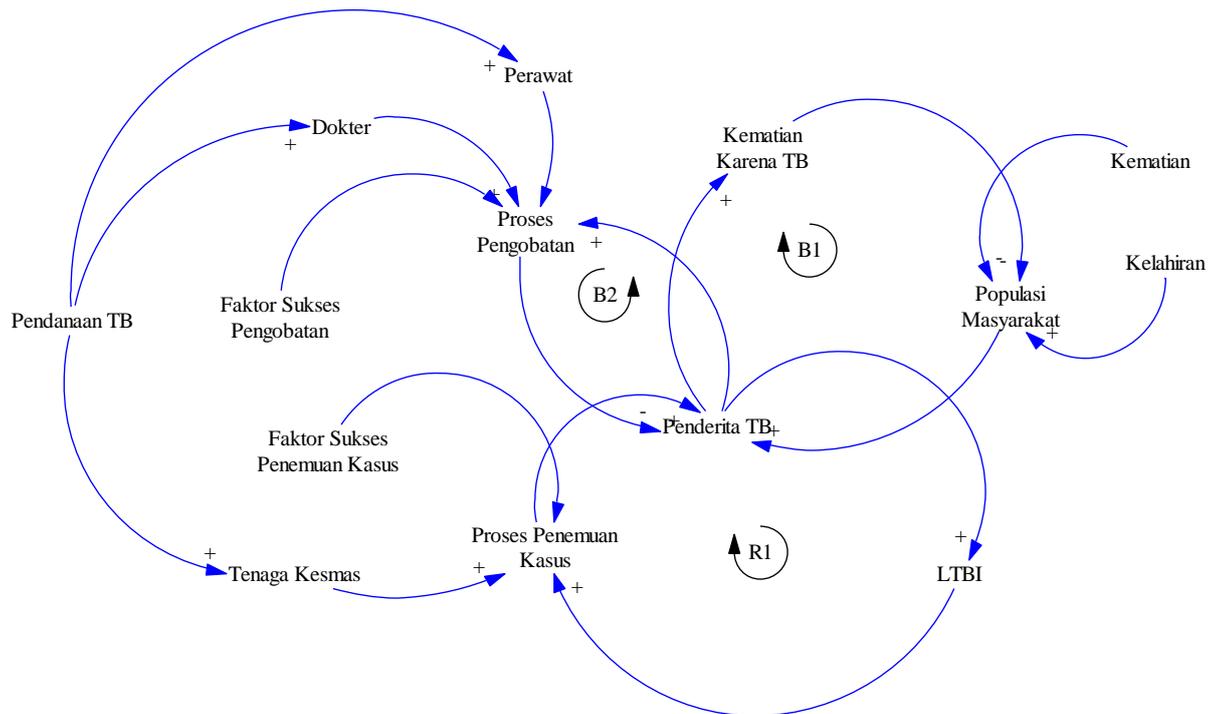
Disebutkan dalam permenkes TB no 67 tahun 2016, proses penemuan kasus TB dilakukan secara aktif maupun pasif. Yang dimaksud penemuan TB secara aktif adalah melalui, investigasi dan pemeriksaan kasus kontak, skrining secara massal terutama pada kelompok rentan dan kelompok berisiko dan skrining pada kondisi situasi khusus. Sedangkan penemuan kasus TB secara pasif dilakukan melalui pemeriksaan pasien yang datang ke Fasilitas Pelayanan Kesehatan. Penemuan kasus TB ditentukan setelah dilakukan penegakan diagnosis, penetapan klasifikasi dan tipe pasien TB. Dalam pemeriksaan kasus TB ini melibatkan banyak relawan dibidang kesehatan. Baik dokter, perawat, bidan dan lainnya. Penemuan kasus untuk penanggulangan TB dilaksanakan oleh seluruh Fasilitas Kesehatan yang meliputi Puskesmas, Klinik, Dokter Praktik Mandiri (DPM), Rumah Sakit Pemerintah, non pemerintah dan Swasta, Rumah Sakit Paru (RSP), Balai Besar/Balai Kesehatan Paru Masyarakat (B/BKPM). Dalam proses ini banyak kendala yang dihadapi baik dari sisi petugas maupun dari sisi kontak yang akan diteliti. Perlu pembuatan skenario yang dapat memaksimalkan proses penemuan kasus TB ini.

Proses selanjutnya adalah proses pengobatan atau penyembuhan TB. Dalam proses ini sendiri, sebenarnya ada tiga hal yang perlu ditangani yaitu TB Regular atau TB Non Resisten Obat, TB Resisten Obat (TB RO) atau juga disebut *Drug Resistance Tuberculosis* (DR TB) TB RO / DR TB ini bisa mencakup satu

jenis obat atau banyak jenis obat TB (OAT) atau yang biasa disebut *Multi Drug Resistance TB* (MDR TB), dan yang paling berat adalah Extensively Drug Resistant Tuberculosis atau XDR TB. XDR TB adalah TB MDR disertai dengan kekebalan terhadap obat anti TB lini kedua yaitu golongan fluorokuinolon dan setidaknya satu obat anti TB lini kedua suntikan seperti kanamisin, amikasin atau kapreomisin.

Pada proses penyembuhan ketiga jenis pasien tersebut memiliki Standar Operasi Prosedur (SOP) yang berbeda pula. Dimana Reguler TB lebih mudah diobati dari pada kedua jenis TB lainnya. Regular TB hanya memakan waktu 6 bulan dalam proses penyembuhannya, sedangkan MDR TB penyembuhannya bisa memakan waktu 6 – 18 bulan. Dan XDR TB bisa memakan waktu 18 – 24 bulan. Oleh karena itu, pada saat momentum Reguler TB diharapkan ada peningkatan proses pengobatan sehingga tidak menjadi MDR TB atau bahkan XDR TB. Perlu pembuatan skenario yang baik, supaya proses penyembuhan bisa berjalan dengan baik. Dan pasien TB diharapkan dapat sembuh dari TB, dan tidak menimbulkan efek lain yaitu penyebaran penyakit TB di lingkungannya.

Dan terakhir adalah proses dokumentasi kasus TB atau bisa juga disebut surveillance TB. Proses dokumentasi juga perlu dilakukan karena hal ini sebagai bahan analisa pengambil keputusan. Dalam kasus surveillance ini masih ada beberapa kendala yang dihadapi dimana hanya 50 – 55% kasus TB yang ternotifikasi di Jawa Timur. Hal ini perlu ditindaklanjuti karena kasus TB yang tidak ternotifikasi dapat menyebabkan salah analisa, dan bisa menimbulkan kesalahan dalam pengambilan keputusan. Dalam kasus di Jawa Timur ada beberapa fasilitas kesehatan yang belum melakukan proses dokumentasi kasus TB dengan baik, sehingga menyulitkan proses lainnya, baik identifikasi kasus maupun penanggulangan kasus, serta pengobatan kasus TB. Dengan pembuatan skenario notifikasi kasus, diharapkan analisis kasus TB menjadi lebih baik, dan keputusan yang diambil pihak terkait (Dinas Kesehatan) dapat sesuai dengan kondisi dilapangan.



Gambar 3.2 Causal Loop Diagram Proses Pengobatan dan Penemuan Kasus TB

2.11 Pengolahan Data

Pada tahapan ini, dari model kausatik yang sudah dibuat, selanjutnya model tersebut akan diterjemahkan menjadi model sistem dinamik yang digambarkan melalui diagram stock dan flow (flow diagram). Diagram tersebut bertujuan untuk memudahkan dalam merancang skenariosasi serta melakukan analisis dari hasil yang dikeluarkan. Dalam pembuatan flow diagram ini terdapat beberapa komponen untuk membetuknya.

1. Level: Sebuah Kuantitas yang terakumulasi dari waktu ke waktu dan nilainya dirubah dengan mengakumulasikan nilai Rate.
2. Rate: Merupakan aliran yang mengubah nilai level
3. Auxiliary: Merepresentasikan formulasi yang dapat mempengaruhi rate atau variabel lainnya
4. Source dan Sink : Source adalah sistem diluar batasan model, Sink adalah Terminasi sistem

Selanjutnya dari tiap-tiap variabel pada model, dilakukan dengan cara memahami dan menguji konsistensi model apakah sudah sesuai dengan tujuan dan batasan sistem yang dibuat. Setelah model dibuat selanjutnya dilakukan tahap validasi dan verifikasi.

2.12 Verifikasi Dan Validasi

Hasil dari model flow diagram yang sudah dibuat selanjutnya akan dilakukan proses Verifikasi dan Validasi. Verifikasi adalah proses pengecekan terhadap model apakah sudah tidak terjadi kesalahan. Verifikasi dilakukan dengan cara memeriksa formulasi yang sudah dibuat sudah sesuai hubungan variabel dengan variabel lain dan memeriksa satuan satuan variabel dalam model. Jika tidak terdapat kesalahan pada model, maka model telah terverifikasi. Selanjutnya dilakukan proses Validasi untuk memastikan apakah model sudah sesuai menggambarkan kondisi sistem nyatanya.

Proses Validasi ini dilakukan dengan dua cara pengujian yaitu validasi model dengan statistik Uji Perbandingan Rata-Rata (mean comparison) atau dengan validasi model dengan Uji Perbandingan Variasi Amplitudo (% error variance) (Barlas, 1996).

- a. Uji Perbandingan Rata-rata (Mean Comparison)

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

Keterangan:

\bar{S} = Nilai Rata-rata Hasil Simulasi

\bar{A} = Nilai Rata-Rata Data

Model dianggap valid apabila $E1 \leq 5 \%$

- b. Uji Perbandingan Variasi Amplitudo (% Error Variance)

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

Keterangan:

SS = Standar Deviasi Model

Sa = Dtandar Deviasi Data

Model dianggap valid apabila $E2 \leq 30 \%$

2.13 Membuat Skenario Model

Pada tahapan ini, model yang telah dibuat diberi beberapa perlakuan model dengan membuat scenario (eksperimen) pada proses penanganan penyakit TB dengan harapan dapat tercapainya tujuan eliminasi TB. Pada tahap ini akan dilakukan simulasi untuk mengetahui proses yang akan dihasilkan, simulasi ini dilakukan dengan membandingkan beberapa kebijakan yang ingin diambil dan memastikan kebijakan mana yang memiliki skenario terbaik. Dua alternatif skenario yang bisa digunakan dalam sistem dinamik, yaitu (Suryani, 2006):

1. Skenario Parameter

Skenario ini dilakukan dengan cara melakukan perubahan pada nilai parameter dari model yang sudah dibuat untuk mendapatkan hasil yang paling optimal atau sesuai dengan kebutuhan.

2. Skenario Struktur

Skenario ini dilakukan dengan cara melakukan perubahan struktur model sehingga di dapat struktur model yang baru dengan tujuan untuk mendapatkan peningkatan kinerja sistem dibandingkan sistem yang lama. Skenario jenis ini memerlukan pengetahuan yang cukup tentang sistem agar struktur baru yang diusulkan/dieksperimenkan dapat memperbaiki kinerja sistem.

Berdasarkan diagram kausatik yang dihasilkan dan tujuan dari penelitian ini yaitu proses penanganan TB dalam mendukung target nasional dan global eliminasi TB pada tahun 2035, maka ada beberapa skenario yang akan dibuat yaitu antara lain :

1. Skenario Identifikasi kasus TB

Salah satu proses penting dalam permasalahan TB ini adalah bagaimana penemuan kasus TB di masyarakat. Karena dari penemuan kasus maka proses selanjutnya yaitu pengobatan dapat dilakukan. Masyarakat terkadang belum paham bahwa mereka ketika sakit batuk ada kemungkinan mengidap atau terinfeksi penyakit TB, yang mana hal ini bisa menimbulkan masalah yang lebih kompleks, yaitu penularan TB. Dengan pembuatan skenario proses penemuan kasus TB, diharapkan proses selanjutnya akan lebih baik

2. Skenario Pengobatan TB

Pengobatan TB adalah langkah penting dari penanganan TB. Penderita TB yang tidak diobati akan mengakibatkan masalah yang lebih kompleks, antara lain penyebaran penyakit, dan bisa meninggalnya pasien akibat TB tersebut. Pembuatan model ini diharapkan bisa meningkatkan proses pengobatan TB menjadi lebih baik kedepannya.

3. Skenario penambahan jumlah tenaga kesmas dalam proses penemuan kasus TB

Menurut data PERNAS (Pertemuan Nasional) 2019 yang berkoordinasi dalam proses menangani masalah TB menyatakan bahwa penemuan kasus TB pada tahun 2018 yang ada di wilayah Jatim masih terfokus dalam analisa data SITT (Sistem Informasi Tuberkulosis Terpadu) untuk mendata kasus TB baik penderita TB secara keseluruhan maupun penemuan kasus baru TB. Dalam kasus penemuan TB baru prosentasenya masih di angka 57%, prosentasenya tersebut masih kurang dari target nasional yaitu 70%, walaupun sudah di angka minimal target yaitu 40%. Diharapkan dengan penambahan skenario ini akan dapat menambah angka penemuan penderita baru sehingga bisa mencapai target minimal 70%.

2.14 Analisis dan Pembahasan Simulasi

Data hasil simulasi skenario model yang sudah dibuat kemudian akan dilakukan analisis untuk menentukan faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan pada hasil yang diinginkan, pada tahapan ini dapat diputuskan kebijakan yang terbaik terhadap proses penanganan TB khususnya provinsi Jawa Timur, serta langkah-langkah apa yang harus diambil untuk menuju target nasional dan global yaitu eliminasi TB pada tahun 2035 dengan target angka penemuan kasus TB 90% dan angka menurunkan angka mortalitas (kematian) 95%.

2.15 Membuat Kesimpulan

Dari hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan selanjutnya akan dilakukan kesimpulan hasil yang diperoleh dan kemudian memberikan saran-saran yang berkaitan dengan penelitian selanjutnya.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini akan dijelaskan mengenai pengembangan model dan skenario eliminiasi penyakit tuberkulosis (TB) dengan menggunakan framework sistem dinamik dengan studi kasus di wilayah Jawa Timur. Pengembangan model dalam penelitian ini dimulai dengan menganalisa kondisi saat ini, menganalisa status penyakit tuberkulosis di wilayah Jawa Timur dan mengumpulkan data untuk identifikasi variable yang signifikan.

4.1. Pengumpulan Data

Pada penelitian ini menggunakan data primer dalam pembuatan dan pengembangan model. Data tersebut diambil dari data publik dinkes jatim yang di publish setiap tahun tentang kondisi kesehatan di Jawa Timur. Data yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah data periodik dari tahun 2008 sampai 2018. Selain itu ada data sekunder yang diambil dari berbagai sumber seperti literature, jurnal, data WHO, dsb. Data – data yang dipergunakan dalam penelitian ini meliputi :

1. Data jumlah pasien TB di Jawa Timur yang meliputi
 - a. Penderita Terdaftar
 - b. Penderita Baru
 - c. Perkiraan jumlah insiden (perkiraan kasus)
 - d. Jumlah pasien TB yang diobati
 - e. Jumlah pasien TB yang sembuh
 - f. Jumlah pasien TB yang meninggal (Selama Pengobatan)
2. Data Jumlah Tenaga Kesehatan yang melaksanakan kegiatan proses pengobatan dan penemuan kasus TB
 - a. Praktisi Kesehatan Masyarakat
 - b. Dokter Spesialis
 - c. Perawat

4.2. Pengembangan Model Penelitian

Pengembangan model penelitian bertujuan untuk dapat merepresentasikan sistem nyata ke dalam sebuah model yang selanjutnya dapat dilakukan proses simulasi. Dalam pengembangan model perlu memperhatikan hubungan antara setiap variabel dalam sistem. Dalam penelitian ini pengembangan model dimulai dari pembuatan Causal Loop Diagram, selanjutnya pembuatan Stock Flow Diagram, formulasi rumus kedalam model yang telah dibuat. Selanjutnya dilakukan simulasi model. Tahap selanjutnya adalah verifikasi dan validasi model yang telah dibuat, menggunakan beberapa metode yang telah ditetapkan.

4.2.1. Identifikasi variabel terkait

Sebelum mendesain secara lengkap model, langkah yang dilakukan yaitu dengan mengidentifikasi variabel-variabel yang terkait dengan penelitian. Variabel – variabel ini didapat dari serangkaian studi pustaka dan studi obyek penelitian, serta dari data-data yang didapat dari dinas terkait serta diskusi dengan pakar yang berhubungan dengan studi atau penelitian yang akan dilakukan yaitu eliminasi penyakit Tuberkulosis.

1. Penderita Terdaftar

Penderita terdaftar atau dalam pemodelan ini disebut penderit TB adalah jumlah penderita TB yang telah didata oleh dinas kesehatan selama satu tahun. Jumlah atau total penderita TB ini didapat dari hasil penemuan kasus TB dikurangi pasien yang telah berobat dan sembuh serta pasien yang meninggal baik yang telah diobati maupun tidak yang informasinya telah didata oleh dinas kesehatan.

2. Penderita Baru

Penderita baru ini adalah pasien yang didata oleh dinas kesehatan pada tahun berjalan. Penderita baru ini biasanya

didapat dari data yang telah dimiliki oleh dinas kesehatan yang berasal dari seluruh fasilitas layanan kesehatan (Fasyankes) dalam satu wilayah. Dalam kasus ini sistem tersebut dinamakan SITT atau kepanjangan dari Sistem Informasi Tuberkulosis Terpadu. Yang mana setiap fasyankes wajib memberikan laporan kepada dinas kesehatan terkait pasien TB ini. Karena penyakit ini menjadi salah satu prioritas pemerintah karena selain telah membunuh ribuan nyawa juga yang lebih mengerikan adalah penyakit ini menular serta proses penyembuhannya membutuhkan waktu yang lama, minimal 6 bulan dan maksimal 24 bulan. Selain dari SITT penderita TB baru juga bisa didapat penelusuran langsung di masyarakat. Karena tidak semua masyarakat paham terkait penyakit ini, sehingga proses penemuan penderita baru di masyarakat juga diperlukan untuk sesegera mungkin penderita bisa ditangani dan tidak menyebarkan penyakitnya ke lingkungan masyarakat. Penderita baru ini dipengaruhi oleh penderita lama yang menyebarkan bakteri ke udara dan selanjutnya bisa berdampak ke masyarakat. Satu penderita TB bisa menulari setidaknya 10 – 15 orang, hal ini biasa disebut dengan LTBI (*Latent Tuberculosis Infection*) dan 10 – 15% orang yang tertular akan menjadi penderita TB.

3. Perkiraan Jumlah insiden (perkiraan kasus)

Perkiraan jumlah insiden (perkiraan kasus) adalah jumlah keseluruhan penderita TB yang diperkirakan ada dalam suatu wilayah tertentu. Jumlah ini didapat dari hasil survey yang dilakukan pemerintah. Berdasarkan survey Riskesdas 2013, semakin bertambah usia, prevalensi penyakit TB semakin tinggi. Sebaliknya semakin tinggi kuintil indeks kepemilikan (status sosial ekonomi) semakin rendah prevalensi TB. Sedangkan angka kesakitan menurut pendidikan prevalensinya

semakin rendah seiring dengan tingginya tingkat pendidikan. Secara sederhana semakin matang usia maka semakin tinggi terpapar TB, semakin tinggi status ekonomi semakin rendah terpapar TB, dan semakin tinggi jenjang pendidikan semakin rendah terpapar TB. Dari beberapa aspek tersebut jumlah insiden (perkiraan kasus didapat).

4. Pasien TB yang diobati

Pasien TB yang diobati adalah pasien TB baik yang memeriksakan diri ke fasyankes karena sakit yang selanjutnya dideteksi sebagai penderita TB, dan kemudian mengikuti proses pengobatan TB maupun masyarakat umum yang dideteksi terkena penyakit TB karena penemuan kasus dari petugas TB di masyarakat yang selanjutnya mengikuti pengobatan TB. Secara sederhana pasien TB yang diobati ini adalah pasien TB yang telah didaftar dinas atau petugas kesehatan yang selanjutnya mengikuti proses pengobatan TB di fasyankes yang telah ditunjuk oleh pemerintah untuk melakukan proses pengobatan TB.

5. Pasien TB yang sembuh

Pasien TB yang sembuh ini adalah total keseluruhan pasien yang berobat, yang sudah menjalankan proses pengobatan sampai selesai ditambah pasien yang dinyatakan sembuh menurut hasil cek laboratorium dokter.

6. Pasien TB yang meninggal

Pasien TB yang meninggal adalah pasien TB yang sudah masuk daftar dinas kesehatan selanjutnya melakukan proses pengobatan dan dalam proses pengobatan pasien meninggal dunia. Serta dari pasien TB yang telah didaftar tapi tidak melakukan pengobatan kemudian meninggal, tapi data meninggalnya pasien tersebut

diperoleh dinas kesehatan. Tapi hal ini jarang terjadi. Umumnya atau kebanyakan pasien yang telah menjalani pengobatan dan kemudian meninggal yang terdata oleh dinas.

7. Praktisi Kesehatan Masyarakat

Praktisi Kesehatan Masyarakat adalah salah satu bagian medis yang memiliki tugas melakukan promosi kesehatan ke masyarakat, pemberdayaan masyarakat, serta kolaborasi dengan masyarakat terkait lingkungan kesehatan kerja dan olah raga. Data praktisi kesehatan masyarakat ini di dapat dari dinas kesehatan yang diambil dari setiap fasyankes.

8. Dokter Spesialis

Dokter spesialis adalah salah satu bagian medis paling penting karena bertugas menganalisa dan melakukan proses pengobatan pasien. Data dokter ini di dapat dari dinas kesehatan yang diambil dari setiap fasyankes.

9. Perawat

Perawat adalah salah satu bagian medis penting yang bertugas merawat pasien. Selain merawat pasien dengan membantu memberikan obat yang telah disarankan dokter juga membantu pasien dari sisi psikologis. Dimana pasien yang sedang menderita penyakit TB seringkali membutuhkan support dalam bentuk menyemangati dan tempat berbagi. Data praktisi kesehatan masyarakat ini di dapat dari dinas kesehatan yang diambil dari setiap fasyankes.

10. Faktor Sukses penemuan kasus

Dalam penelitian ini ada beberapa faktor penting yang dapat mensukseskan penemuan kasus TB baru, diantaranya Gejala awal suspek, Stigma suspek terhadap TB, serta pengetahuan

suspek terhadap TB. Menurut penelitian Gita Sekar K, dkk, 2018, ada beberapa faktor dapat mensukseskan dan menghambat penemuan kasus. Diantaranya usia suspek, jenis kelamin suspek, pendidikan suspek, gejala awal suspek, stigma suspek, tingkat pengetahuan suspek, dan lain sebagainya. Tapi 3 faktor atau variabel ini cukup berpengaruh dalam penemuan kasus yaitu gejala awal suspek, stigma suspek, tingkat pengetahuan suspek.

11. Faktor Sukses pengobatan

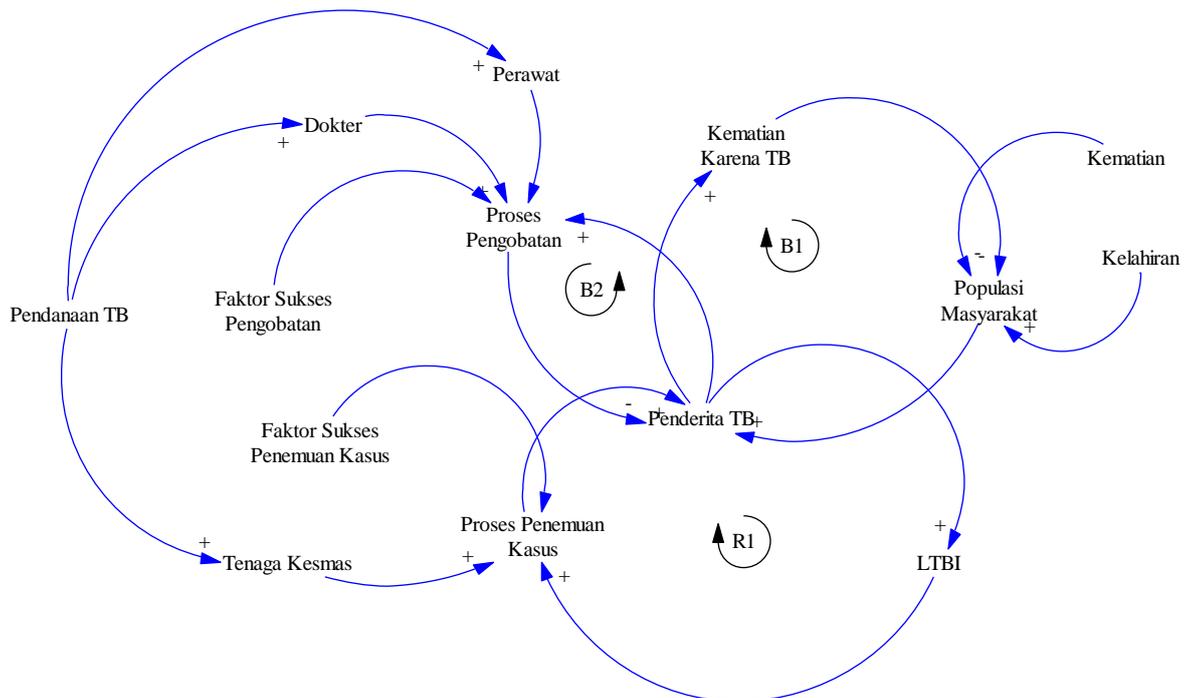
Dalam proses pengobatan terdapat faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kesuksesan pengobatan. Selain ketepatan analisa dokter, obat yang sesuai. Ada lagi faktor lain yang mempengaruhi kesuksesan pengobatan TB. Menurut Yulinda Nur, dkk (2017) sikap pasien dalam hal ini kedisiplinan pasien dalam menjalani proses pengobatan ditambah dengan adanya Pengawas Minum Obat (PMO), memiliki pengaruh penting dalam proses pengobatan. Selain itu menurut Ninfa Marlen, et al (2019) adanya penyakit lain yang ada di pasien khususnya HIV juga mempengaruhi proses kesembuhan pasien.

12. Tunjangan kinerja

Tunjangan kinerja adalah salah satu bentuk bonus yang didapatkan oleh seseorang karyawan ketika mencapai target tertentu. Menurut Mitoriana Porusia, dkk (2018) menaikkan tunjangan kinerja kepada kader yang bertugas untuk menemukan kasus TB cenderung mengalami kenaikan jumlah pasien TB baru. Sehingga penambahan tunjangan kinerja perlu dimasukkan kedalam model.

4.2.2. Causal Loop Diagram

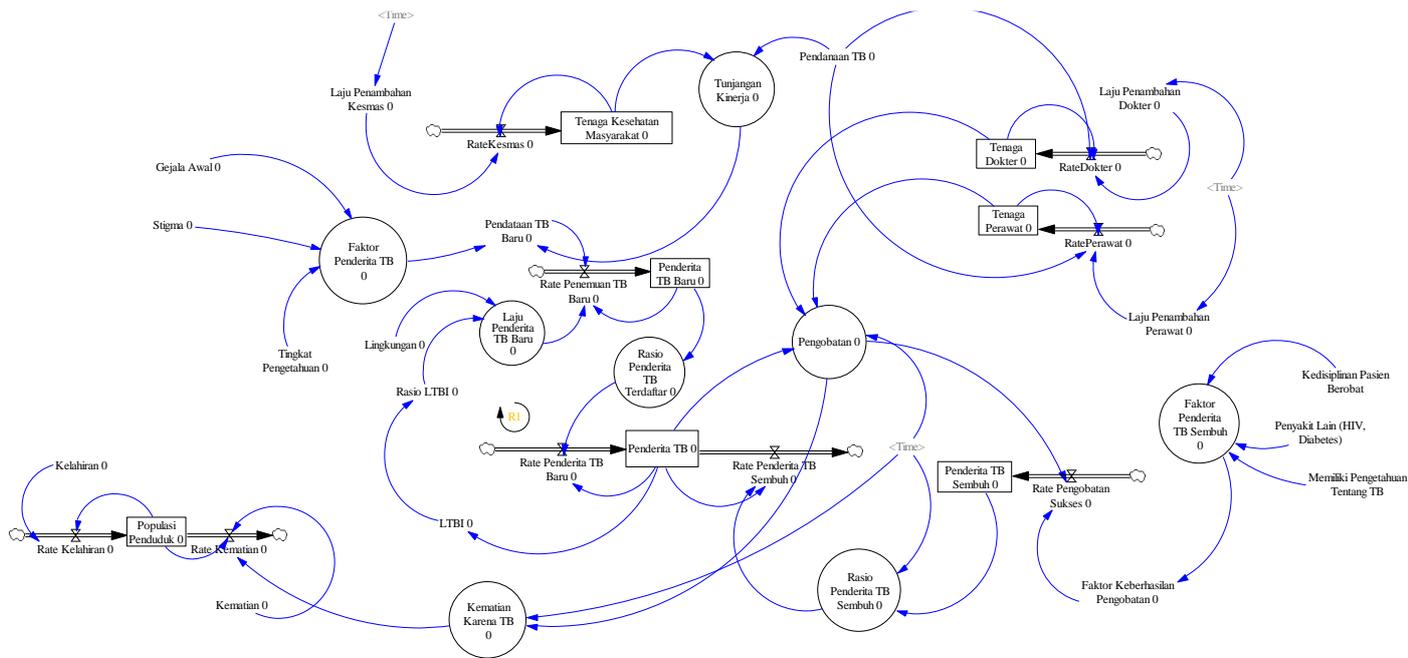
Pembuatan Causal Loop Diagram dalam penelitian ini di fokuskan dalam dua hal yaitu proses pengobatan penyakit TB dan proses penemuan TB. Tapi fokus utama dalam penelitian ini adalah proses penemuan kasus TB baru. Karena angka kasus penemuan TB baru di Jawa Timur masih di bawah target standart nasional, walaupun sudah diatas standart minimal. Target standart nasional penemuan kasus TB baru adalah 70% dan target minimal penemuan kasus TB baru adalah 40%



Gambar 4.1 Causal Loop Diagram penemuan dan pengobatan TB

4.2.3. Stock Flod Diagram

Setelah pembuatan Causal Loop Diagram selanjutnya pembuatan Stock Flow Diagram. Pada Stock Flow Diagram ini nanti akan dilakukan proses simulasi dan proses formulasi. Dan hasilnya dilakukan verifikasi dan validasi.



Gambar 4.2 Stock Flow Diagram penemuan dan pengobatan TB

4.3. Pemodelan Sistem

Pemodelan sistem dilakukan dengan menggambarkan proses penemuan kasus TB baru dan pengobatan TB menggunakan Stock Flow Diagram (SFD). Pembuatan SFD ini dilakukan supaya dapat melakukan proses simulasi dari sistem yang akan dibuat. Pembuatan SFD ini dilakukan dengan cara menghubungkan beberapa variabel yang sudah ditetapkan sejak awal, selanjutnya

4.3.1. Sub Model Tenaga Kesehatan Masyarakat (Kesmas)

Tenaga Kesehatan Masyarakat (Kesmas) adalah salah satu tenaga medis yang memiliki tugas penting dalam hal kesehatan. Tenaga Kesmas melakukan tugas-tugas seperti promosi kesehatan, pemberdayaan masyarakat, kesehatan lingkungan, kesehatan kerja dan kesehatan olah raga.

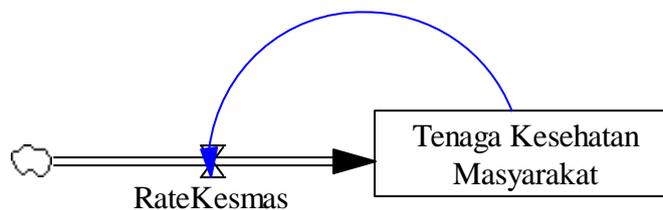
Dalam penelitian ini kesmas juga memiliki tugas penting untuk melacak penderita-penderita TB yang ada di masyarakat, termasuk

melacak kontak penderita TB, melakukan sosialisasi TB di wilayah-wilayah padat seperti Pondok Pesantren, Barak pasukan militer (TNI) dan Polri, Rumah Tahanan (Rutan).

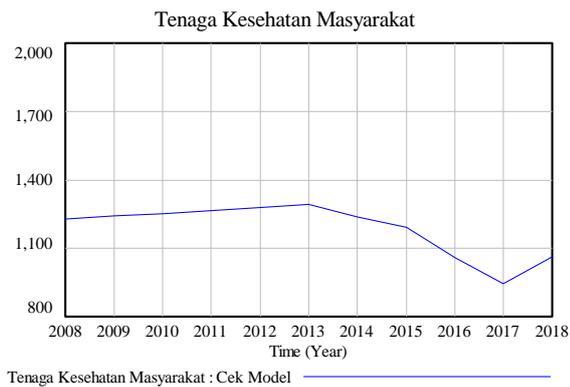
Jumlah Tenaga Kesmas setiap tahun berfluktuasi, hal ini dikarenakan ada tenaga kesmas yang pindah lokasi kerja atau penempatan. Menurut data sampai tahun 2018, jumlah tenaga Kesmas masih kurang dari standart pemerintah yaitu 40 tenaga kesmas per 100.000 penduduk. Jumlah rasio kesmas provinsi jatim sampai 2018 masih di angka 4,6 tenaga kesmas per 100.000 penduduk.

Tabel 4.1 : Jumlah tenaga Kesmas provinsi Jatim 2008 - 2018

Tahun	KesMas
2008	1240
2009	988
2010	1328
2011	1251
2012	1179
2013	1348
2014	1300
2015	1160
2016	1197
2017	997
2018	1111



Gambar 4.3 Stock Flow Diagram (level) tenaga kesmas



Gambar 4.4 Grafik tenaga kesmas 2008 - 2018

4.3.2. Sub Model Tenaga Dokter Spesialis

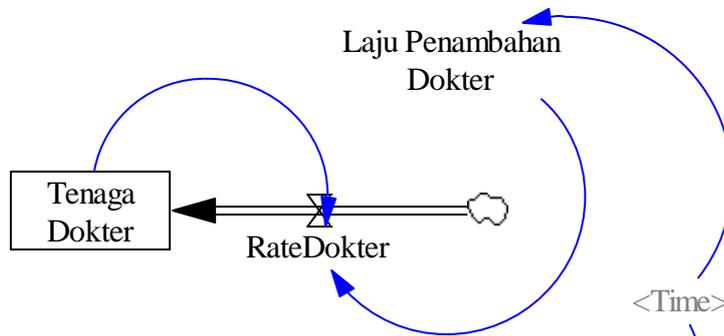
Dokter adalah tenaga kesehatan penting dalam proses kesehatan. Tugas utamanya adalah melakukan proses pengobatan terhadap pasien. Dokter Spesialis memiliki tugas lebih penting karena melakukan tugas yang lebih spesifik untuk masalah kesehatan.

Dalam hal ini tugas dokter spesialis (paru dan spesialis lain jika TB sudah menyebar ke organ lain) adalah untuk mengobati pasien TB. Dokter memiliki tugas penting untuk menganalisa kondisi pasien yang selanjutnya dilakukan proses pengobatan.

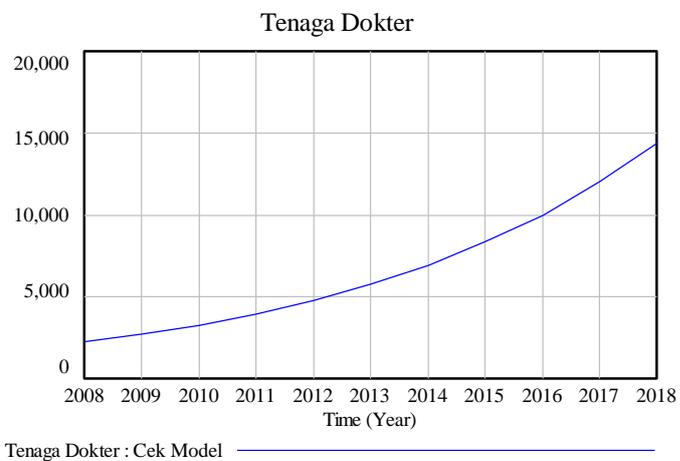
Ketepatan Dokter dalam menganalisa kondisi pasien akan mempercepat proses pengobatan dan kesembuhan pasien. Jumlah tenaga dokter spesialis Di Jawa Timur sudah sesuai standart Menkes yaitu 12,6 dokter spesialis per 100.000 penduduk.

Tabel 4.2 : Jumlah Dokter Spesialis tahun 2008 – 2018 di Prov. Jatim

Tahun	Dokter
2008	2398
2009	3043
2009	2231
2011	3479
2012	3785
2013	7761
2014	8761
2015	11277
2016	14426
2017	15031
2018	19232



Gambar 4.5 Stock Flow Diagram (level) tenaga dokter spesialis



Gambar 4.6 Grafik tenaga dokter spesialis 2008 - 2018

4.3.3. Sub Model Tenaga Perawat

Perawat adalah salah satu petugas medis yang sangat penting karena tugas utamanya adalah merawat pasien yang sedang sakit. Dalam kasus TB ini perawat memiliki banyak tugas yaitu membantu proses pengobatan perawat juga bisa menjadi Pengawas Menelan Obat (PMO) karena pengobatan TB harus disiplin, karena jika tidak disiplin maka selain pasien tidak sembuh penyakit TB yang ada di tubuh pasien akan berevolusi menjadi TB TB RO yaitu Jenis TB yang lebih sulit untuk sembuh karena bakteri telah resisten terhadap beberapa obat tertentu. Dan proses pengobatan menjadi semakin lama dan semakin sulit.

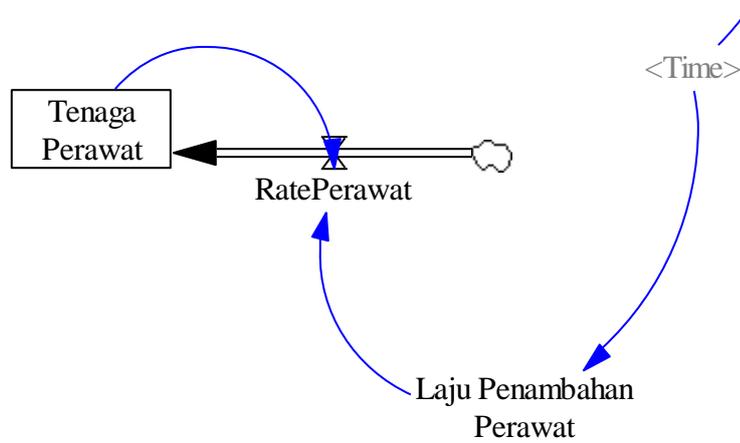
Selain itu tugas perawat juga sebagai pendamping penderita TB yang juga berperan sebagai teman ‘curhat’ karena proses pengobatan TB ini cukup berat, selain lama juga memiliki efek samping setiap minum obat. Juga tubuh akan lemas dan beberapa efek samping lainnya dalam proses pengobatan. Termasuk masalah sosial ekonomi.

Jumlah tenaga perawat di Jawa Timur sudah cukup banyak, sampai tahun 2018 sebanyak 47257. Walaupun jumlah perawat di Jawa Timur sudah cukup banyak, tetapi rasio ini masih dibawah standart nasional yaitu 180 per 100.000 penduduk. Rasio perawat Jawa Timur masih di kisaran 121 perawat per 100.000 penduduk.

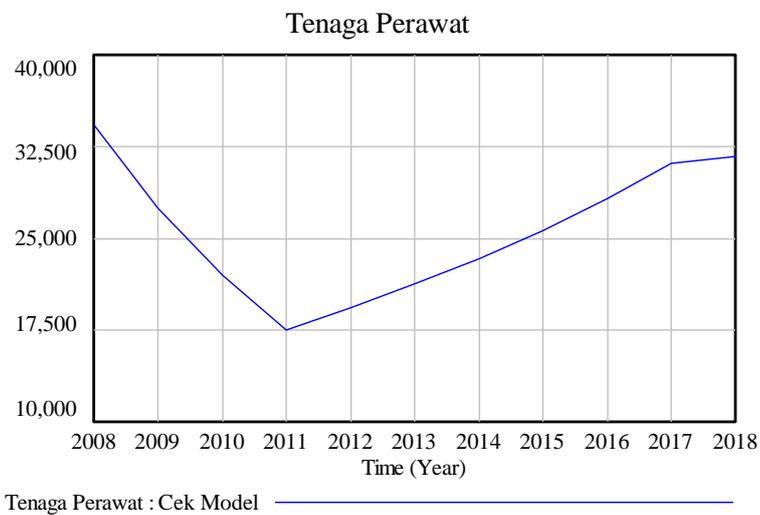
Tabel 4.3 : Jumlah Perawat tahun 2008 – 2018 di Prov. Jatim

Tahun	Perawat
2008	27405
2009	25187
2010	34256
2011	28198
2012	28596
2013	31830
2014	34830
2015	40982
2016	42306

2017	46067
2018	45257



Gambar 4.7 Stock Flow Diagram (level) tenaga perawat



Gambar 4.8 Grafik tenaga perawat 2008 - 2018

4.3.4. Sub Model Penderita TB Baru

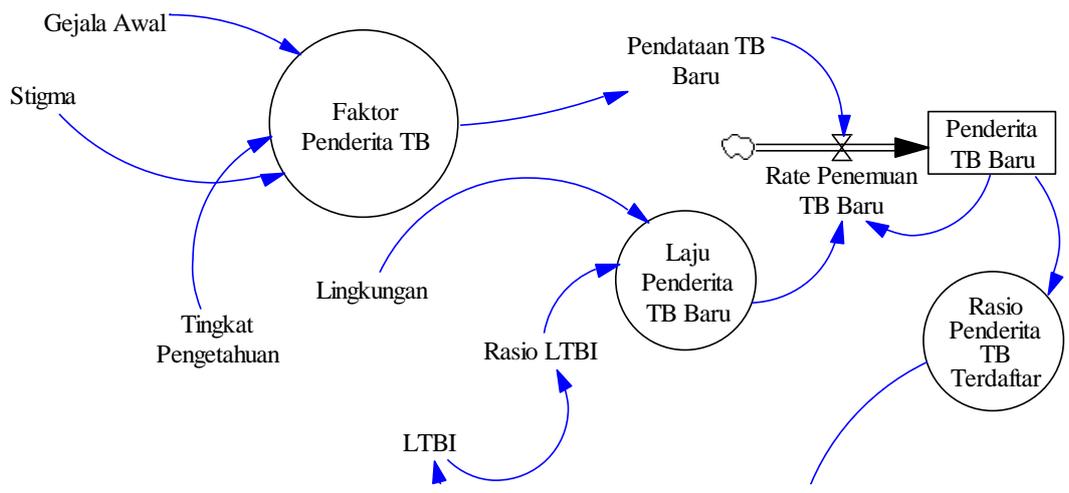
Jumlah penderita TB baru adalah pasien TB yang baru ditemukan pada tahun berjalan. Penderita TB baru di Jatim menurut data yang dipaparkan dalam Pertemuan Nasional membahas masalah TB adalah analisa dari data SITT (Sistem Informasi Tuberkulosis Terbaru).

Jumlah pasien TB baru yang ditemukan dari tahun 2008 – 2018 cenderung tetap. Untuk mempercepat tujuan pemerintah dalam mengurangi dan mengeliminasi TB maka proses penemuan pasien TB baru dimasyarakat harus ditingkatkan. Karena 1 pasien TB yang ditemukan maka akan dapat mengurangi jumlah penularan ke masyarakat sebanyak +-2 pasien baru. Karena setiap pasien TB dapat menularkan LTBI (Latent Tuberculosis) ke 10 – 15 orang sehat. Dan 10 – 15% orang yang terkena LTBI akan berkembang menjadi pasien TB baru dalam waktu kurang lebih 1 tahun. Maka semakin banyak penderita TB baru yang ditemukan di masyarakat. Maka akan semakin cepat juga proses mengurangi TB dan eliminasi TB dari suatu wilayah.

Oleh karena hal itu peran petugas kesehatan dan juga dibantu masyarakat penting untuk mencari dan menemukan pasien – pasien TB di masyarakat.

Tabel 4.4 : Jumlah Penderita TB Baru tahun 2008 – 2018 di Prov. Jatim

Tahun	Penderita Baru
2008	23.679
2009	22.609
2010	23.410
2011	25.777
2012	25.618
2013	23.653
2014	22.602
2015	26.187
2016	23.183
2017	25.117
2018	27.193



Gambar 4.9 Stock Flow Diagram (level) penderita TB Baru

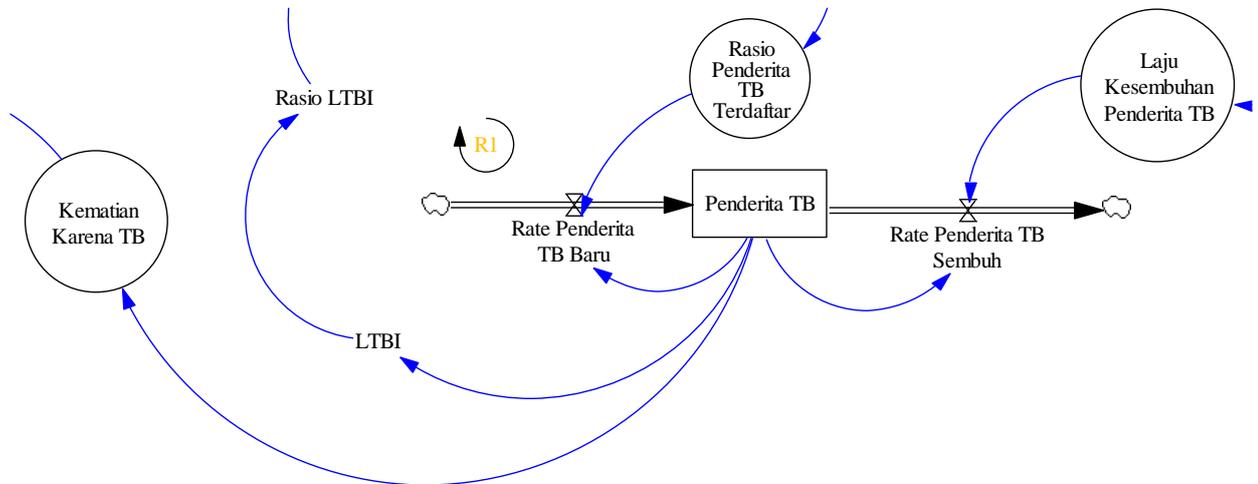
4.3.5. Sub Model Jumlah Penderita TB

Jumlah penderita TB adalah penderita TB baru dan lama dalam tahun berjalan. Jumlah penderita TB ini dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu pasien TB baru dan kesuksesan pengobatan TB. Ketika proses pengobatan TB berhasil maka akan dapat mengurangi jumlah pasien TB. Begitu juga ketika ada pasien TB baru terdaftar akan menambah jumlah penderita TB.

Tabel 4.5 : Jumlah Penderita TB Terdaftar tahun 2008 – 2018 di Prov. Jatim

Tahun	Penderita Terdaftar
2008	39.165
2009	38.040
2010	37.511
2011	40.860
2012	41.472
2013	41.022
2014	39.313
2015	48.379
2016	47.478

2017	48.183
2018	54.863



Gambar 4.10 Stock Flow Diagram (level) penderita TB terdaftar

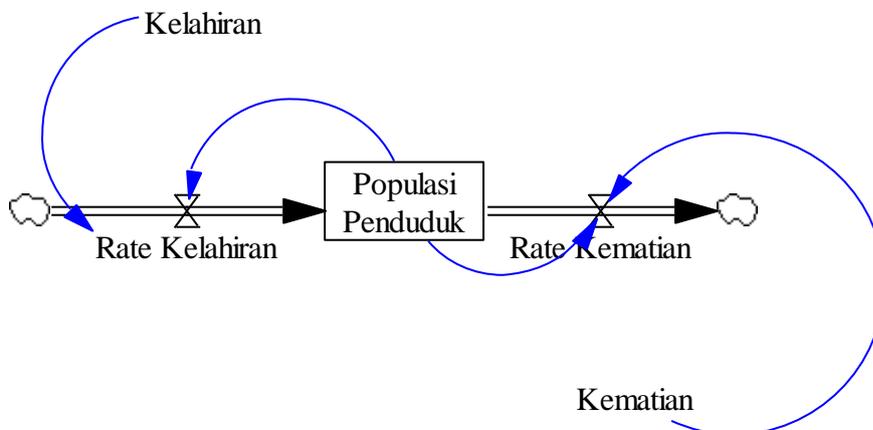
4.3.6. Sub Model Populasi Penduduk Jawa Timur

Populasi penduduk Jawa Timur adalah salah satu populasi terbesar di Indonesia. Hal ini menjadikan Jawa Timur menjadi salah satu yang memiliki bonus demografi. Jumlah populasi yang besar ini memiliki keuntungan dan kekurangan sendiri-sendiri. Keuntungannya antara lain mempunyai Sumber Daya Manusia (SDM) yang besar, dapat mempercepat proses pembangunan, mudah memperoleh tenaga kerja, dan berbagai keuntungan lainnya. Di lain sisi jika bonus demografi ini tidak dikelola dengan baik maka juga bisa menjadi bumerang.

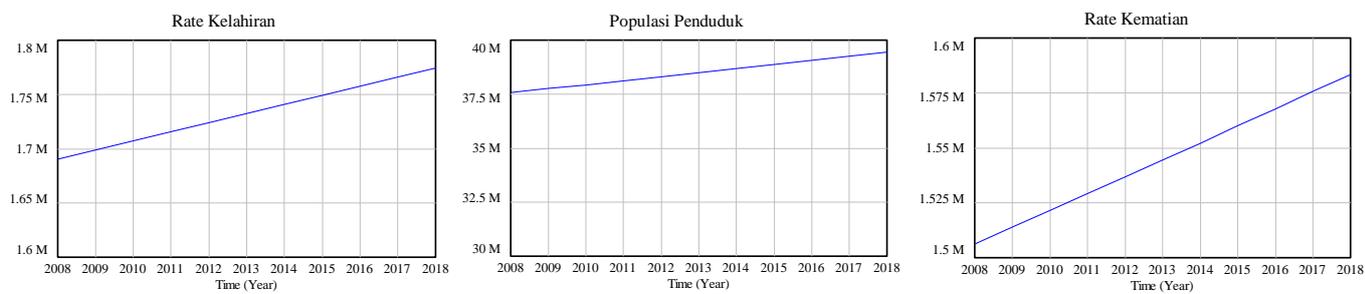
Dalam penelitian ini Populasi penduduk Jatim tidak berpengaruh secara langsung dalam proses penelitian ini. Hanya saja ada beberapa efek dari pengembangan model yang mempengaruhi populasi ini yaitu kematian yang di akibatkan karena penderita TB.

Tabel 4.6 : Jumlah Penduduk Jawa Timur 2008 - 2018

TAHUN	Data Penduduk
2008	37.436.164
2009	37.746.485
2010	38.026.550
2011	38.026.550
2012	38.052.950
2013	38.318.791
2014	38.610.202
2015	38.847.561
2016	39.075.015
2017	39.292.972
2018	39.500.851



Gambar 4.11 : Stock Flow Diagram (SFD) Populasi Penduduk Jawa Timur



Gambar 4.12 : Grafik Populasi Penduduk Jawa Timur, rate kelahiran, rate kematian

4.4. Validasi Model

Validasi model dilakukan untuk memastikan bahwa model yang dikembangkan dapat mewakili sistem yang sedang diteliti. Validasi model digunakan untuk menyamakan data antara data yang sebenarnya dan data yang dihasilkan dari simulasi model. Selanjutnya kedua data dibandingkan dan error ratenya harus lebih kecil dari standart yang berlaku. Dimana dalam Uji perbandingan Rata-rata E1 harus kurang dari 5%. Dan untuk uji perbandingan Variasi Amplitudo atau E2 harus kurang dari 30%. Maka jika kedua hal tersebut sesuai maka model dapat dikatakan valid.

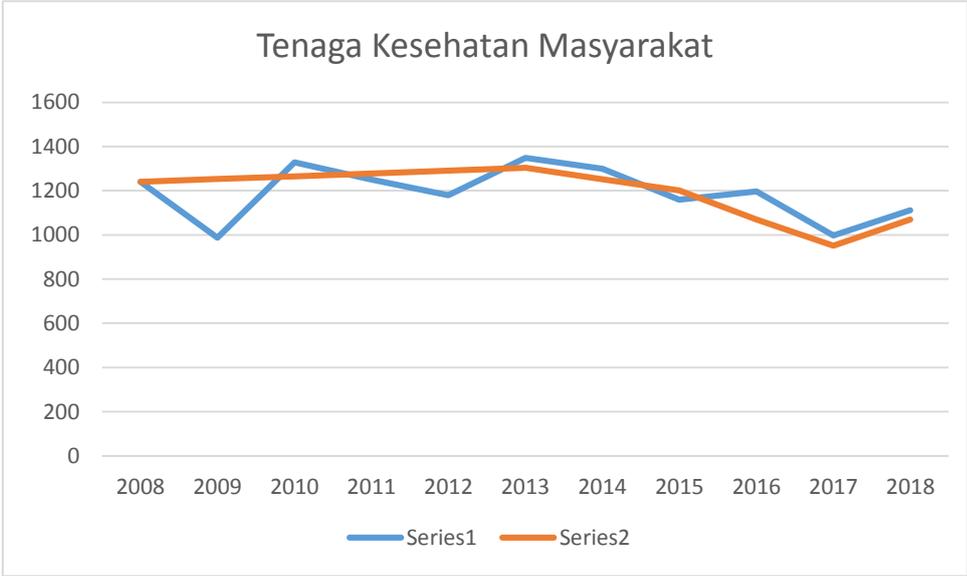
4.4.1. Validasi Sub Model Tenaga Kesehatan Masyarakat (Kesmas)

Sub model tenaga kesehatan masyarakat kesmas sudah divalidasi dan memiliki error rate 1 sebesar 0,57% dari standart maksimal 5%. Dan Error rate 2 sebesar 5,43% dari standart maksimal 30%. Hal ini juga dapat dilihat pada Gambar 4.13 yaitu grafik perbedaan antara data dengan model.

Tabel 4.7 : Validasi sub model tenaga kesmas Jawa Timur 2008 - 2018

Tahun	KesMas	Model
2008	1240	1240
2009	988	1253
2010	1328	1265
2011	1251	1278
2012	1179	1291
2013	1348	1304
2014	1300	1251
2015	1160	1201
2016	1197	1069
2017	997	952
2018	1111	1070
Average	1191	1198
Standar Deviasi	121,526	114,924
Error Rate 1	0,57%	

Error Rate 2	5,43%
--------------	-------



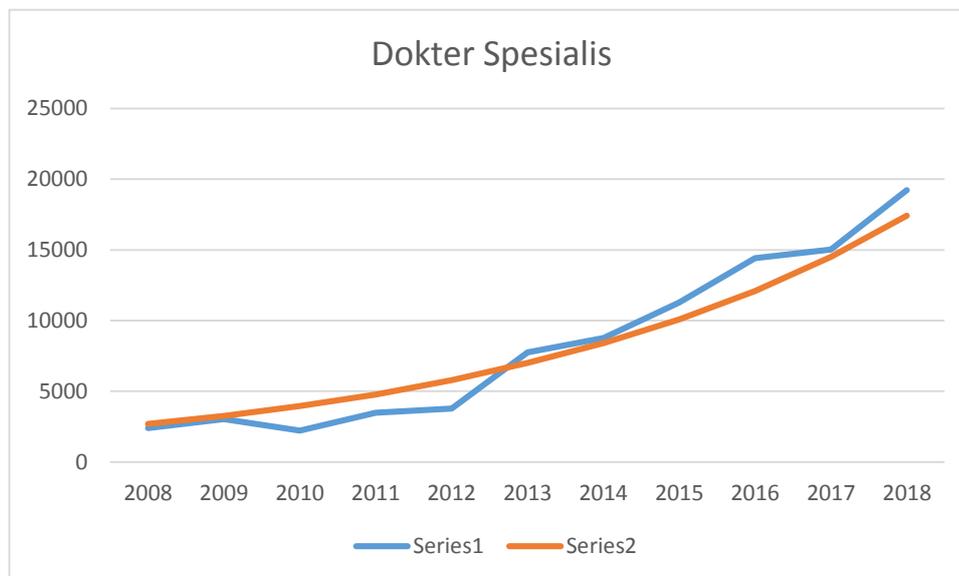
Gambar 4.13 : Grafik Tenaga Kesehatan Masyarakat Jawa Timur

4.4.2. Validasi Sub Model Tenaga Dokter Spesialis

Sub model tenaga dokter spesialis sudah divalidasi dan memiliki error rate 1 sebesar 1,54% dari standart maksimal 5%. Dan Error rate 2 sebesar 18,54% dari standart maksimal 30%. Hal ini juga dapat dilihat pada Gambar 4.13 yaitu grafik perbedaan antara data dengan model.

Tabel 4.8 : Validasi sub model tenaga dokter spesialis Jawa Timur 2008 - 2018

Tahun	Dokter	Model
2008	2398	2398
2009	3043	3266
2010	2231	3952
2011	3479	4782
2012	3785	5787
2013	7761	7002
2014	8761	8402
2015	11277	10083
2016	14426	12099
2017	15031	14519
2018	19232	17423
Average	8311	8183
Standar Deviasi	5955,138	4851,33
Error Rate 1	1,54%	
Error Rate 2	18,54%	



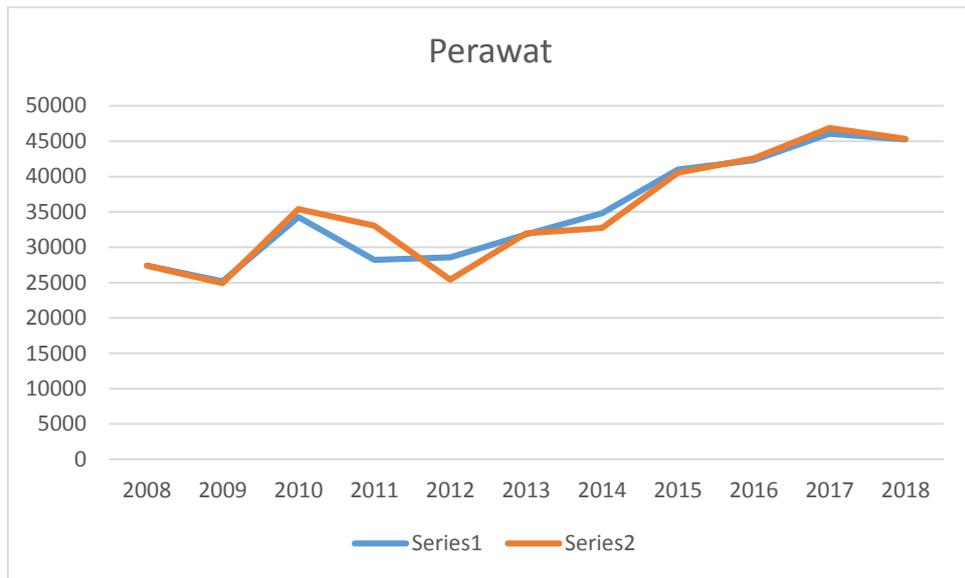
Gambar 4.14 : Grafik sub model dokter spesialis Jawa Timur

4.4.3. Validasi Sub Model Tenaga Perawat

Sub model tenaga perawat sudah divalidasi dan memiliki error rate 1 sebesar 0,35% dari standart maksimal 5%. Dan Error rate 2 sebesar 3,14% dari standart maksimal 30%. Hal ini juga dapat dilihat pada Gambar 4.15 yaitu grafik perbedaan antara data dengan model.

Tabel 4.9 : Validasi sub model tenaga dokter spesialis Jawa Timur

Tahun	Perawat	Model
2008	27405	27405
2009	25187	24923
2010	34256	35390
2011	28198	33031
2012	28596	25434
2013	31830	31977
2014	34830	32750
2015	40982	40543
2016	42306	42597
2017	46067	46857
2018	45257	45354
Average	34992	35115
Standar Deviasi	7541,444	7778,486
Error Rate 1	0,35%	
Error Rate 2	3,14%	



Gambar 4.15 : Grafik sub model tenaga perawat Jawa Timur

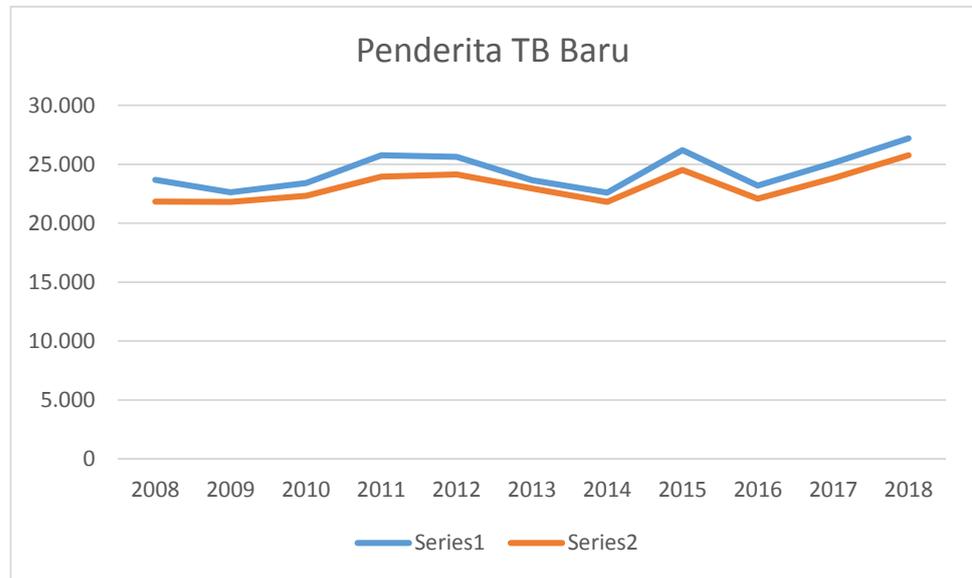
4.4.4. Validasi Sub Model Penderita TB Baru

Sub model tenaga perawat sudah divalidasi dan memiliki error rate 1 sebesar 3,79% dari standart maksimal 5%. Dan Error rate 2 sebesar 18,25% dari standart maksimal 30%. Hal ini juga dapat dilihat pada Gambar 4.16 yaitu grafik perbedaan antara data dengan model.

Tabel 4.10 : Validasi sub model penderita TB Baru Jawa Timur 2008 - 2018

Tahun	Penderita Baru	Model
2008	23.679	23.679
2009	22.609	20.984
2010	23.410	22.123
2011	25.777	25.643
2012	25.618	24.785
2013	23.653	22.639
2014	22.602	21.332
2015	26.187	24.952
2016	23.183	22.173
2017	25.117	24.770
2018	27.193	26.501

Average	24457	23529
Standar Deviasi	1575,8055	1863,4452
Error Rate 1	3,79%	
Error Rate 2	18,25%	



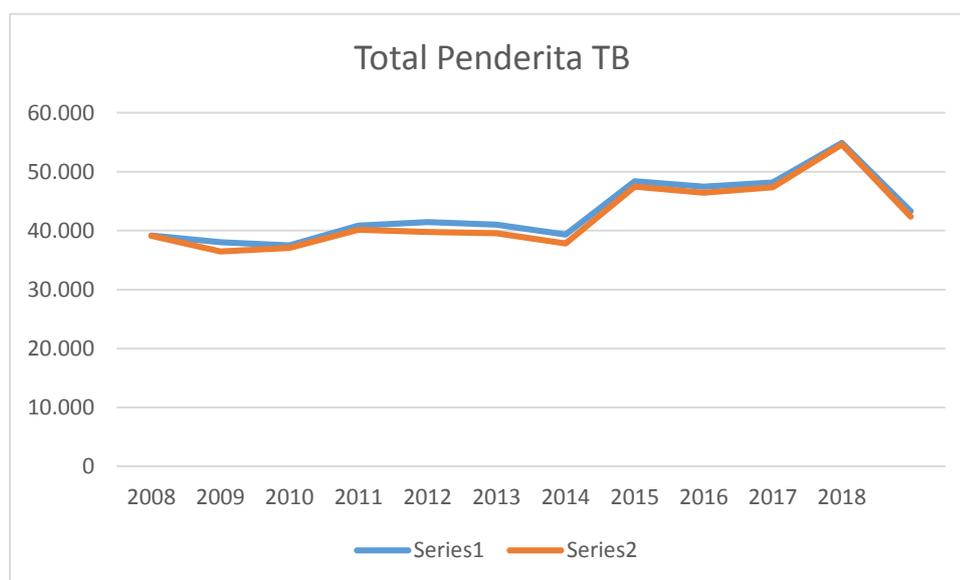
Gambar 4.16 : Grafik sub model tenaga perawat Jawa Timur

4.4.5. Sub Model Jumlah Penderita TB

Sub model tenaga perawat sudah divalidasi dan memiliki error rate 1 sebesar 2,49% dari standart maksimal 5%. Dan Error rate 2 sebesar 5,95% dari standart maksimal 30%. Hal ini juga dapat dilihat pada Gambar 4.16 yaitu grafik perbedaan antara data dengan model.

Tabel 4.11 : Validasi sub model penderita TB terdaftar Jawa Timur 2008 - 2018

Tahun	Penderita Terdaftar	Model
2008	39.165	39.165
2009	38.040	37.673
2010	37.511	36.859
2011	40.860	40.532
2012	41.472	40.435
2013	41.022	39.371
2014	39.313	37.794
2015	48.379	47.908
2016	47.478	45.562
2017	48.183	46.442
2018	54.863	53.063
Average	43299	42222
Standar Deviasi	5562,89087	5231,9957
Error Rate 1	2,49%	
Error Rate 2	5,95%	



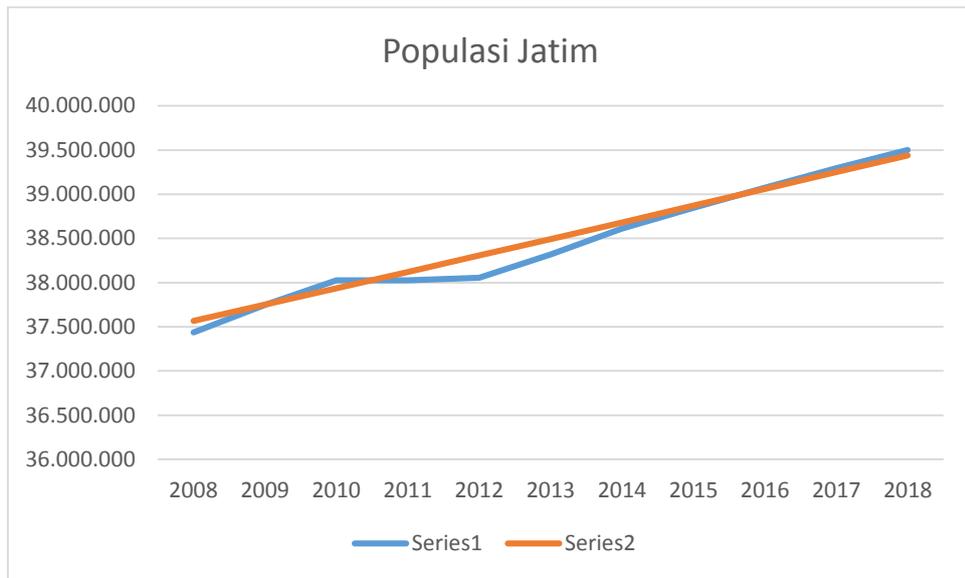
Gambar 4.17 : Grafik sub model penderita TB Jawa Timur

4.4.6. Validasi Sub Model Populasi Penduduk Jawa Timur

Sub model tenaga perawat sudah divalidasi dan memiliki error rate 1 sebesar 0,12% dari standart maksimal 5%. Dan Error rate 2 sebesar 9,64% dari standart maksimal 30%. Hal ini juga dapat dilihat pada Gambar 4.16 yaitu grafik perbedaan antara data dengan model.

Tabel 4.12 : Validasi sub model penduduk Jawa Timur 2008 - 2018

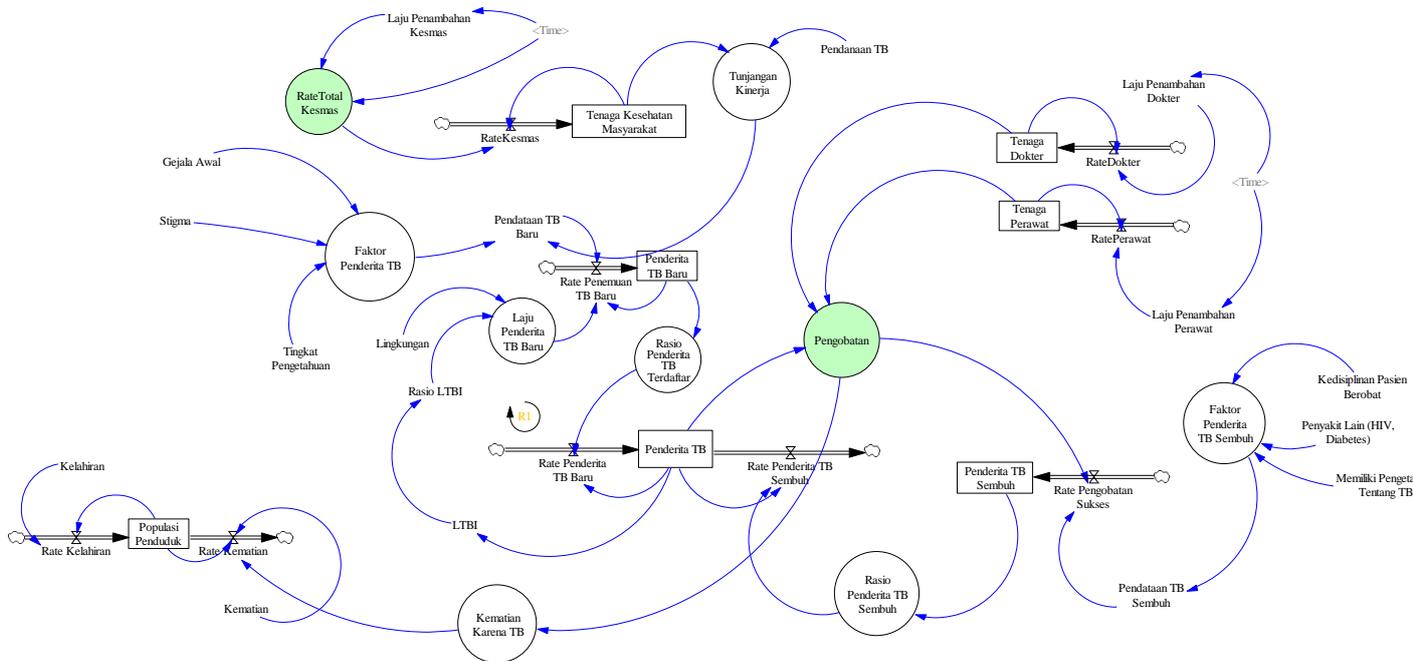
TAHUN	Data Penduduk	Model
2008	37.436.164	37.436.164
2009	37.746.485	37.749.776
2010	38.026.550	37.934.608
2011	38.026.550	38.120.192
2012	38.052.950	38.306.516
2013	38.318.791	38.493.576
2014	38.610.202	38.681.364
2015	38.847.561	38.869.872
2016	39.075.015	39.059.092
2017	39.292.972	39.249.016
2018	39.500.851	39.439.632
Average	38.639.049,11	38.683.763,11
Standar Deviasi	570.206,21	515.229,92
Error Rate 1	0,12%	
Error Rate 2	9,64%	



Gambar 4.18 : Grafik sub model penduduk Jawa Timur

4.5. Pengembangan Skenario

Setelah proses validasi model selesai, maka langkah selanjutnya adalah pembuatan skenario. Dalam penelitian ini ada 3 skenario yang akan dikembangkan yaitu skenario perubahan parameter menambah jumlah tenaga kesmas, serta penambahan jumlah pasien yang diobati.



Gambar 4.19 : Stock Flow Diagram scenario sistem

4.5.1. Skenario Penambahan jumlah kesmas

Seperti yang sudah dipaparkan di sub bab 4.1 bahwa jumlah kesmas di Jawa Timur masih sangat sedikit rasionya. Masih sekitar 10% dari standart rasion nasional. Tugas Kesmas cukup penting diantaranya kesmas dapat mencari pasien TB secara aktif. Menurut data Pernas 2018 Pasien TB baru yang terdaftar di dapat dari SITT (Sistem Informasi Tuberkulosis Terpadu). Maka dalam skenario ini, penambahan Jumlah kesmas diharapkan dapat terjun langsung ke wilayah-wilayah yang terduga ada kasus TB khususnya daerah – daerah yang padat seperti Rutan, Barak TNI dan Polisi, Pondok Pesantren, kos-kosan, serta daerah padat penduduk.

Pada skenario ini dilakukan skenario struktur, yaitu ada perubahan dalam model. Disini ditambahkan auxiliary atau jumlah total Laju Kesmas.

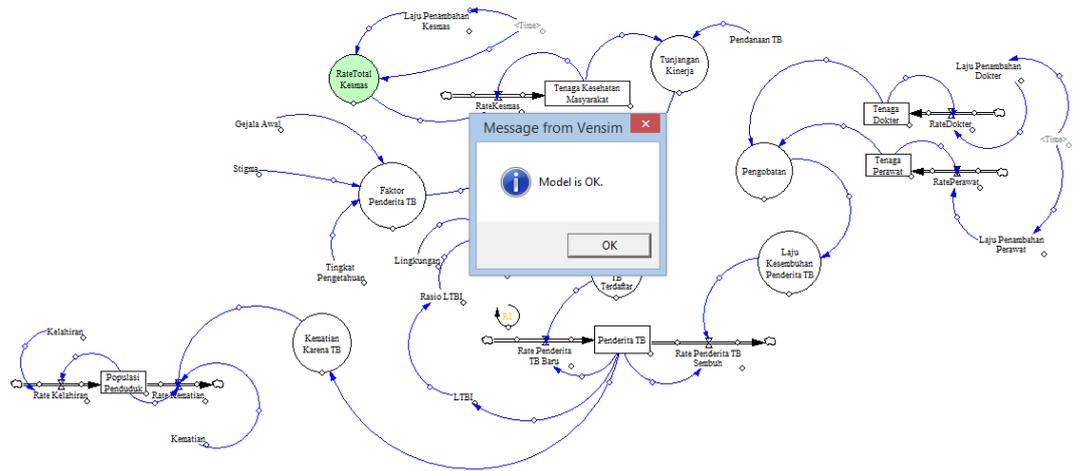
4.5.2. Skenario kedua adalah penambahan jumlah pasien TB yang diobati.

Menurut data, pasien yang diobati selama ini hanya dikisaran 60% dari jumlah penderita TB yang terdaftar. Walaupun dalam beberapa tahun terakhir kesuksesan pengobatan TB semakin baik tapi jumlah penderita TB masih cukup banyak karena tidak semua penderita TB diobati. Dalam skenario yang dibuat dalam model ini dilakukan skenario parameter. Dimana ada perubahan parameter yang sebelumnya pasien yang diobati hanya dikisaran 60% menjadi 75% - 100% dengan mempertimbangkan kondisi yang ada.

4.6. Verifikasi Model

Verifikasi model dilakukan untuk melakukan cek komponen-komponen yang didalam model apakah sudah sesuai atau belum. Verifikasi model terdiri dari Check model dan Check Unit.

4.6.1. Check Model



Gambar 4.20 : Check Model

4.7. Kesimpulan Hasil Pengembangan Model

Dari beberapa skenario yang telah dikembangkan dalam model, dapat disimpulkan bahwa skenario-skenario yang telah dibuat menunjukkan adanya perubahan terhadap sistem. Diantaranya adalah penambahan jumlah tenaga kesehatan masyarakat serta adanya tambahan tunjangan kinerja. Pada model base case penambahan jumlah tenaga kesmas dari tahun ke tahun di rata-rata dalam sepuluh tahun terakhir yaitu dari 2008 – 2018 hanya di kisaran 4% pertahun. Dan rasio jumlah kesmas di Jawa Timur hanya di kisaran 2,3 orang – 3,5 orang per 100.000 penduduk. Ini masih terlampau kecil dibandingkan standart nasional yaitu 40 orang per 100.000 penduduk. Jika poenduduk Jawa Timur pada tahun 2018 adalah 39,5 juta maka jumlah kesmas seharusnya 15800 orang. Tapi jumlah kesmas di Jatim per 2018 hanya 1111 orang. Masih ada selisih yang sangat jauh dari target standart nasional. Dalam pemodelan yang dibuat ditargetkan jumlah tenaga kesmas per 2030 adalah 15 orang per 100.000 penduduk. Selain mengejar target standart nasional juga diharapkan dapat mengerjakan tugas-tugas penting di bidang kesehatan salah satunya adalah penemuan pasien Tb yang baru.

Dari simulasi yang dilakukan ada perubahan terhadap proses penemuan pasien baru terhadap penambahan jumlah tenaga kesehatan masyarakat. Penambahan jumlah tenaga kesehatan masyarakat menambah jumlah penemuan kasus penderita TB baru sebanyak 2% - 13%. Di tahun 2018 jumlah penemuan kasus dikisaran 27.193 pasien baru sedangkan di tahun 2030 di kisaran 30644 pasien baru. Sehingga ada kenaikan jumlah pasien baru TB yang berhasil ditemukan.

Sedangkan dalam model yang sama penambahan jumlah pasien terdaftar yang diobati juga ditingkatkan karena selama ini jumlah pasien yang diobati hanya di kisaran 42% - 63% belum mencapai 100%, hal ini karena berbagai faktor salah satunya dari pihak pasien. Faktor kemiskinan dan jaraknya fasyankes menjadi salah satu pemicunya. Pengobatan TB memang sudah digratiskan oleh pihak pemerintah namun untuk menuju fasyankes diperlukan biaya juga. Hal ini menyebabkan beberapa pasien enggan untuk melakukan pengobatan.

Di Jawa Timur sendiri keberhasilan pengobatan pasien TB cenderung mengalami kenaikan. Rata-rata untuk 10 tahun terakhir yaitu dari tahun 2008 – 2018 prosentase keberhasilan pengobatan TB di angka 90,72%. Sehingga penambahan jumlah pasien yang berobat dan sembuh akan dapat mengurangi jumlah pasien cukup signifikan.

Dalam simulasi model yang dilakukan sampai tahun 2030 jumlah penderita TB di Jawa Timur mengalami penurunan dimana angka penemuan kasus naik, angka kesembuhan pasien naik dan jumlah total penderita TB mengalami penurunan. Dalam base case model sampai tahun 2030 jumlah penderita TB adalah 92.026 pasien TB terdaftar, jika melakukan proses skenario maka jumlah penderita TB ada di kisaran 78.228 jiwa. Hal ini mengalami penurunan sekitar 15% dari seharusnya.

(Halaman sengaja dikosongkan)

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan diberikan kesimpulan berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian yang telah dilakukan pada bab sebelumnya. Kemudian dijabarkan pula saran-saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

5.1 Kesimpulan

- Setelah melakukan pembuatan model dan menganalisa hasil dari pemodelan serta telah dibuatnya skenario-skenario untuk mencapai tujuan penelitian. Maka perlu diperjelas dalam kesimpulan penelitian ini..
1. Pada pembuatan sistem diperlukan pengetahuan dan pemahaman yang mendalam mengenai berbagai entitas-entitas yang ada dalam penelitian, baik variabel, parameter, maupun skenario-skenario yang dikembangkan. Hal ini bisa didapat melalui membaca berbagai literatur baik literatur akademik maupun informasi terkait bidang penelitian.
 2. Pada penelitian ini difokuskan pada pengembangan skenario dalam proses identifikasi dan pencarian penderita TB baru. Karena pada proses ini masih belum mencapai target yang diharapkan. Sehingga perlu dilakukan pembuatan model untuk melihat variabel apa saja yang dapat mempengaruhi proses ini.
 3. Selain itu pada penelitian ini juga melakukan pengembangan skenario untuk penambahan jumlah pasien yang diobati. Karena selama ini pasien yang sudah diobati hanya berkisar 40 – 60% dari seluruh total pasien yang terdata, sehingga perlu dilakukan pembuatan model untuk mengetahui variabel apa saja yang dapat mempengaruhi bertambahnya jumlah pasien yang diobati termasuk jumlah pasien yang sukses dalam pengobatan.
 4. Pada pemodelan kasus pertama yaitu bagaimana meningkatkan jumlah identifikasi dan penemuan kasus atau pasien baru dilakukan skenario pertama yaitu penambahan tenaga kesehatan masyarakat, hal ini perlu dilakukan karena jumlah tenaga kesehatan masyarakat di Jawa Timur masih jauh dari standart nasional, yaitu hanya di angka 5 orang per

100.000 penduduk sedangkan standart nasional 40 per 100.000 penduduk. Maka perlu dilakukan penambahan jumlah tenaga kesmas setidaknya mencapai 10 orang per 100.000 penduduk di tahun 2030.

5. Dalam simulasi yang dilakukan dalam model penambahan tenaga kesmas bisa mempercepat proses penemuan penderita TB baru, ditambah jika ada bonus atau tunjangan kinerja maka akan semakin menambah kinerja mereka. Dalam skenario tersebut dapat menambah penemuan pasien TB sekitar 12% dari total penderita TB yang ditemukan.
6. Dalam pemodelan kasus kedua yaitu pengobatan TB perlu dilakukan penambahan pasien, karena pasien TB yang diobati selama ini hanya dikisaran 42,4% – 63,1% saja dari total penderita TB, maka perlu adanya penambahan jumlah pasien yang diobati. Dari tahun 2019 – 2030 target pasien yang diobati mencapai 80%. Selain hal itu perubahan parameter kedisiplinan dalam berobat meningkatkan efektifitas kesembuhan pasien sebanyak 22,3%. Sehingga jumlah pasien yang terkena penyakit TB yang menjalankan disiplin berobat semakin banyak yang sembuh.
7. Secara keseluruhan model ketika diimplementasikan yaitu penambahan jumlah kesmas yang disertai pemberian tunjangan kinerja serta penambahan jumlah pasien yang diobati dan berhasil sembuh mengurangi jumlah insiden TB di masyarakat sebanyak 5 - 15% pada tahun 2030 mendatang.

5.2 Saran

Saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya dan untuk penanggung jawab kesehatan di Jawa Timur adalah

1. Pada penelitian selanjutnya yang perlu dilakukan adalah melakukan penelitian lanjutan terkait hal-hal yang mendukung program eliminasi TB di tahun 2035 yaitu penelitian terkait dokumentasi dan analisa data TB, bagaimana kedudukan proses tersebut dalam mencapai target eliminasi TB. Selain itu riset terkait penyakit TB juga perlu dimasukkan dalam pemodelan karena selain menjadi prioritas WHO juga hal ini menjadi prioritas pemerintah Indonesia. Bagaimana hasil dari pemodelan sistem

yang telah dibuat ketika skenario riset TB dimasukkan dalam model yang telah dibuat.

2. Untuk penanggung jawab program kesehatan jatim, penelitian ini bisa dicoba untuk diimplementasikan terhadap sistem yang telah ada. Mungkin perlu ditambah beberapa variabel dan skenario lain untuk benar-benar bisa mencapai tujuan eliminasi TB. Penggunaan pemodelan dan simulasi oleh penanggung jawab program diharapkan akan meningkatkan kinerja program serta diharapkan dapat mengurangi biaya yang akan dikeluarkan karena proses try dan error dilakukan dalam model bukan dalam sistem nyata, sehingga kesalahan dapat diminimalisir. Asalkan proses pemodelan dan simulasi sudah sesuai dengan sistem nyata secara keseluruhan.

(Halaman sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

- Angela Y Chang, et al. (2017). “Dynamic modeling approaches to characterize the functioning of health systems: A systematic review of the literature”
- Deri Zarwita, dkk (2019). “Analisis implementasi penemuan pasien tb paru dalam program penanggulangan tb paru di puskesmas balai Selasa”.
- Direktorat Jenderal Pencegahan dan Pengendalian Penyakit Kementerian Kesehatan RI. Panduan Peringatan Hari Tuberkulosis Sedunia Tahun 2019.
- Gita Sekar Prihanti, dkk (2018). “Analisis Faktor Yang Menghambat Penemuan Suspek Penderita Tuberkulosis di Puskesmas X”
- Global TB Report 2009. Diakses pada Maret 2019
https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44241/9789241598866_eng.pdf;jsessionid=403A56A0AF4C506AA07F006D4606E7A2?sequence=1
- Global TB Report 2010. Diakses pada Maret 2019
https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44425/9789241564069_eng.pdf?sequence=1
- Global TB Report 2011. Diakses pada Maret 2019
https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44728/9789241564380_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Global TB Report 2012. Diakses pada Maret 2019
https://www.who.int/tb/publications/global_report/gtbr12_main.pdf
- Global TB Report 2013. Diakses pada Maret 2019
https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/91355/9789241564656_eng.pdf?sequence=1
- Global TB Report 2014. Diakses pada Maret 2019
https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/137094/9789241564809_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Global TB Report 2015. Diakses pada Maret 2019
https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/191102/9789241565059_eng.pdf?sequence=1
- Global TB Report 2016. Diakses pada Maret 2019
<http://apps.who.int/medicinedocs/documents/s23098en/s23098en.pdf>

Global TB Report 2017. Diakses pada Maret 2019

https://www.who.int/tb/publications/global_report/gtbr2017_main_text.pdf

Global TB Report 2018. Diakses pada Maret 2019

<http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/274453/9789241565646-eng.pdf?ua=1>

Indranil Saha, et. Al. (2018). "Private sector involvement envisaged in the National Strategic Plan for Tuberculosis Elimination 2017 - 2025 : Can Tuberculosis Health Action Learning Initiative model act as a road map?".

Indopos.com.Indonesia Juara dua TB terbanyak di Dunia. Diakses Maret 2019

<https://www.indopos.co.id/read/2018/04/02/133236/ketika-indonesia-juara-dua-penderita-tbc-terbanyak-di-dunia>

Iqbal Ramadhani Mukhlis.2019. Implementasi Sistem Dinamik Untuk Meningkatkan Jumlah Produksi On-Farm Level Jagung Organik Dalam Mendukung Smart Agriculture (Studi Kasus: Jawa Timur). Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Kementerian Kesehatan RI, Pusat Data dan Informasi. Infodatin, Pusat Data dan Informasi Kementerian Kesehatan RI edisi 2018.

Kasi TB Resisten Obat. Cakupan dan Realisasi Penggunaan Anggaran Program TB Tahun 2018. Jakarta, 14 Januari 2019. File presentasi dalam PAPARAN PERNAS 2019.

Meza Nuraisy, dkk (2018).” Gambaran faktor yang terkait dengan penemuan kasus

tuberkulosis paru di kabupaten batang berdasarkan karakteristik, kinerja petugas dan fasilitas laboratorium puskesmas”.

Mitoriana porusia, dkk (2018).” Insentif penemuan kasus dan besaran capaiannya: penelitian deskriptif di surakarta, jawa tengah”

Naili Akrima Faradis, et. al (2018). “Implementasi Kebijakan Permenkes Nomor 67 Tahun 2016 Tentang Penanggulangan Tuberkulosis”.

Ninfa Marlen Chaves Torres, et al (2019). “Factors predictive of the success of tuberculosis treatment: A systematic review with meta-analysis”.

- Olivia Oxlade, et, al (2016). "Putting numbers on the End TB Strategy—an impossible dream?"
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2014 Tentang Penanggulangan Penyakit Menular.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 67 Tahun 2016 Tentang Penanggulangan Tuberkulosis
- Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur 2008
- Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur 2009
- Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur 2010
- Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur 2011
- Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur 2012
- Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur 2013
- Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur 2014
- Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur 2015
- Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur 2016
- Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur 2017
- Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur 2018
- Rosella Centis, et, al. (2016). "Shifting from tuberculosis control to elimination: Where are we? What are the variables and limitations? Is it achievable?"
- Stephanie Law, et al. (2016). "Emergence of drug resistance in patients with tuberculosis cared for by the Indian health-care system: a dynamic modelling study".
- Siswanto. 2018. Analisis Data Percepatan Eliminasi Tuberkulosis, Peningkatan Mutu Cakupan Imunisasi, dan Penurunan Stunting. File presentasi yang disampaikan pada pertemuan Pra Rakernas Kemenkes di ICE BSD City Banten pada 5 Maret 2018.
- Suara.com. Hari TBC Sedunia, Ini Cara Kemenkes Kejar Target Indonesia Bebas TBC. Diakses pada Maret 2019.
<https://www.suara.com/health/2019/03/19/182109/hari-tbc-sedunia-ini-cara-kemenkes-kejar-target-indonesia-bebas-tbc>
- T. Irianti, Dr.Rer.nat, M.Sc., Apt, et al. 2016. Mengenal Anti – Tuberkulosis.
- The Global Fund.org. Indonesia. Diakses pada Maret 2019.

<https://www.theglobalfund.org/en/portfolio/country/?k=d0e17d32-68e3-481a-9ca5-bac4e685c119&loc=IDN>

Wikipedia.com. Tuberkulosis. Diakses pada Februari 2019.

<https://id.wikipedia.org/wiki/Tuberkulosis>

Wiwit Aditama et, al. (2013). "Evaluation of Pulmonary Tuberculosis Countermeasure in Boyolali District".

Biografi penulis



Nama lengkap Prasetyo Subiantoro, lahir di Kabupaten Magetan Jawa Timur, tanggal 18 Jumadil Akhir 1410 Hijriah atau bertepatan dengan tanggal 16 Desember 1989. Anak pertama dari tiga bersaudara pasangan Bapak Suyatin dan Ibu Kapiyatun. Penulis tumbuh di Jawa Timur tepatnya di kabupaten Sidoarjo. Pendidikan dimulai dari SDN Tenggulunan 1 kecamatan Candi kabupaten Sidoarjo Jatim dan lulus pada tahun 2002. Selanjutnya melanjutkan pendidikan ke sekolah menengah pertama di SMP Negeri 1 Sidoarjo, setelah lulus pada tahun 2005 penulis melanjutkan pendidikan ke sekolah menengah atas di SMA Negeri 4 Sidoarjo dan mengambil jurusan Ilmu Pengetahuan Alam (IPA). Setelah lulus dari sekolah menengah atas pada tahun 2008 kemudian melanjutkan pendidikan lagi di politeknik negeri di Surabaya, salah satu politeknik terbaik di Indonesia yaitu Politeknik Elektronika Negeri Surabaya (PENS – ITS), yang pada saat itu masih menjadi bagian dari salah satu Institut Teknologi terbaik di Indonesia Timur yaitu Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. Dengan mengambil program pendidikan D4 Teknik Informatika. Setelah lulus dari PENS – ITS dan mendapat gelar Sarjana Sains Terapan (S.ST) pada tahun 2013, penulis sempat bekerja di salah satu software house di Surabaya. Selain itu penulis juga tertarik di bidang bisnis atau entrepreneurship dan pernah melakukan beberapa bisnis dengan beberapa kawan dan partner. Bisnis yang pernah digeluti antara lain budidaya tanaman dan hewan, properti, export, dan terakhir tertarik di bisnis Digital Marketing. Penulis dapat di hubungi di email prasetyo.sbian@gmail.com atau pras.pis813@gmail.com.