



PROGRAM STUDI PENDIDIKAN MATEMATIKA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS KUNINGAN

SERTIFIKAT

No : 060/P.MAT-FKIP/UNIKU/SEMNAS/2018

DIBERIKAN KEPADA :

Muhammad Ahsar K.

Atas Partisipasi sebagai

PEMAKALAH

Penaksiran Parameter Model Matematika Penyebaran Penyakit Tuberkulosis di Kalimantan
Selatan

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN MATEMATIKA 2018

"Peran Pendidikan Matematika dalam Menghadapi Revolusi Industri 4.0"
Sabtu, 01 Desember 2018 di gedung Student Center Iman Hidayat UNIKU

Dekan

FKIP Universitas Kuningan



Yemen Suryani, M.Pd.

NIK. 41038071259

Ketua Pelaksana

Azin Taufik, M.Pd.

NIK.410110870168



UNIVERSITAS KUNINGAN
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN MATEMATIKA
Jl. Cut Nyak Dhien No. 36 A Cijoho-Kuningan Telp/Fax. (0232) 874824

Nomor : 055/P.MAT-FKIP/UNIKU/SEMNAS/2018

01 November 2018

Lampiran : -

Perihal : *Info Hasil Penerimaan Abstrak*

Yth. Muhammad Ahsar K.

di

Tempat

Dengan hormat.

Bersama ini kami memberitahukan bahwa abstrak “**Penaksiran Parameter Model Matematika Penyebaran Penyakit Tuberkulosis Di Kalimantan Selatan**” yang saudara/saudari kirim dinyatakan :

Diterima

untuk dipresentasikan pada Seminar Nasional Pendidikan Matematika 2018. Kami mengucapkan selamat dan terima kasih kepada Bapak/Ibu yang telah berpartisipasi. Kami juga menginformasikan kembali bahwa Seminar Nasional Pendidikan Matematika akan dilaksanakan tanggal **01 Desember 2018 pukul 08.00 s.d selesai** di Gedung Student Center Iman Hidayat Universitas Kuningan.

Sehubungan dengan hal tersebut, dimohon untuk segera mengirimkan full paper melalui email: semnas.pmat@uniku.ac.id disertai formulir pendaftaran, bukti transfer pembayaran sebagai pemakalah serta file presentasi (**ppt maksimal 10 slide**), penulisan full paper wajib mengikuti aturan template penulisan yang dapat diunduh secara online pada website <http://pmat.uniku.ac.id>. bukti pembayaran paling lambat **05 November 2018** dan full papers kami terima paling lambat tanggal **12 November 2018**.

Atas perhatian dan kerjasama Bapak/Ibu kami sampaikan terima kasih.

Mengetahui,
Ketua Prodi Pend. Matematika

Mohamad Riyadi, M.Si.
NIK 410108840146



Ketua Panitia Seminar Nasional

Azin Taufik, M.Pd.
NIK. 410110870168



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

Jl. A Yani Km. 36 Banjarbaru 70714 Telp/ Fax (0511) 4773112
Laman <http://fmipa.unlam.ac.id>

SURAT TUGAS

Nomor: 999 /UN8.1.28/KP/2018

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lambung Mangkurat
memberikan tugas kepada Saudara:

Nama : Muhammad Ahsar Karim, S.Si, M. Sc
NIP : 19820208 200501 1 003
Pangkat/Golongan : Penata/IIIc
Jabatan : Dosen Program Studi Matematika

Untuk mengikuti kegiatan Seminar Nasional Pendidikan Matematika pada tanggal 01
Desember 2018 yang diselenggarakan oleh Prodi Pendidikan Matematika FKIP Universitas
Kuningan di Bandung.

Demikian surat tugas ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.



Dikeluarkan di : Banjarbaru
Pada tanggal : 29 Nopember 2018

Dekan

ABDUL GAFUR
NIP 196702021991031013

PENAKSIRAN PARAMETER MODEL MATEMATIKA PENYEBARAN PENYAKIT TUBERKULOSIS DI KALIMANTAN SELATAN

Muhammad Ahsar K.^{1,a)} dan Aprida Siska Lestia^{1,b)}

¹⁾*Universitas Lambung Mangkurat, Jl. Jend. A. Yani Km. 36 Kota Banjarbaru
Kalimantan Selatan - 70714*

^{a)}*email: m_ahsar@ulm.ac.id*

^{b)}*email: as_lestia@unlam.ac.id*

Abstrak

Tuberkulosis adalah penyakit menular langsung yang disebabkan oleh bakteri *Mycobacteria Tuberculosis (TB)*. Infeksi Tuberkulosis dibedakan menjadi dua, yaitu laten dan aktif. Infeksi Tuberkulosis laten terjadi ketika di dalam tubuh penderita terdapat bakteri *TB* namun belum menular. Sedangkan infeksi Tuberkulosis aktif terjadi jika penderita dapat menularkan bakteri *TB* ke orang lain. Pada penelitian ini, penyebaran penyakit Tuberkulosis dimodelkan secara matematika dengan asumsi yang dibentuk memperhatikan data penderita tuberkulosis dari Badan Pusat Statistik dan Dinas Kesehatan Provinsi Kalimantan Selatan. Model matematika yang terbentuk mengikuti model SEIR (*Susceptible, Exposed, Infected, Recovered*), namun mengakomodir adanya kasus penderita Tuberkulosis laten di provinsi tersebut. Selanjutnya diberikan analisis kestabilan pada model yang terbentuk, ditentukan solusi model dengan pendekatan numerik (metode Runge Kutta) dan kemudian diestimasi parameter-parameter pada model (metode *Nonlinear Least Square*) berdasarkan data yang tersedia. Dari set parameter yang dihasilkan dapat disimpulkan bahwa dalam kurun waktu 5 (Lima) Tahun mendatang (2019 - 2024) penyakit Tuberkulosis di Provinsi Kalimantan Selatan diprediksi masih tetap ada dengan laju infeksi sebesar 2.22×10^{-14} , laju aktivasi bakteri sebesar 8.17×10^{-3} dan laju kesembuhan sebesar 7.98×10^{-1} .

Kata Kunci : Tuberkulosis, model SEIR, metode Runge Kutta, metode *Nonlinear Least Square*, dan estimasi parameter.

PARAMETER ESTIMATION IN A MATHEMATICAL MODEL OF TUBERCULOSIS SPREADING IN SOUTH KALIMANTAN

Muhammad Ahsar K.^{1,a)} and Aprida Siska Lestia^{1,b)}

¹⁾*Universitas Lambung Mangkurat, Jl. Jend. A. Yani Km. 36 Kota Banjarbaru
Kalimantan Selatan - 70714*

^{a)}*email: m_ahsar@ulm.ac.id*

^{b)}*email: as_lestia@unlam.ac.id*

Abstract

Tuberculosis is a disease with direct contact transmission caused by Mycobacteria Tuberculosis. Tuberculosis infections are divided into two types, namely latent and active. The latent tuberculosis infection occurs when there are already tuberculosis bacteria in the body of a sufferer, but cannot be transmitted. While the active tuberculosis infection occurs if a sufferer can transmit tuberculosis bacteria to others. In this study, we mathematically modeled the spread of tuberculosis by observing data on tuberculosis patients from Badan Pusat Statistik and Dinas Kesehatan in Provinsi Kalimantan Selatan. The model obtained follows the SEIR (Susceptible, Exposed, Infected, Recovered) model, but in this case it accommodated the presence of patients with the latent tuberculosis infection in the province. Next, we provide a stability analysis to the model, determine the solution of the model with numerical performances using Runge Kutta method, and then estimate the parameters of the model using Nonlinear Least Square method, based on available data. From the set of parameters obtained, we conclude that, within the next 5 (Five) years (2019 - 2024), tuberculosis in South Kalimantan is predicted to remain with infection rate is 2.22×10^{-14} , bacterial activation rate is 8.17×10^{-3} and cure rate is 7.98×10^{-1} .

Keywords: *Tuberculosis, SEIR model, Runge Kutta method, Nonlinear Least Square method, and parameter estimation.*

PENAKSIRAN PARAMETER MODEL MATEMATIKA PENYEBARAN PENYAKIT TUBERKULOSIS DI KALIMANTAN SELATAN

Oleh: **Muhammad Ahsar K., S.Si., M.Sc.**

**Program Studi Matematika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Lambung Mangkurat**

Sabtu, 01 Desember 2018

Universitas Kuningan - Kuningan, Jawa Barat

Penyakit Tuberkulosis

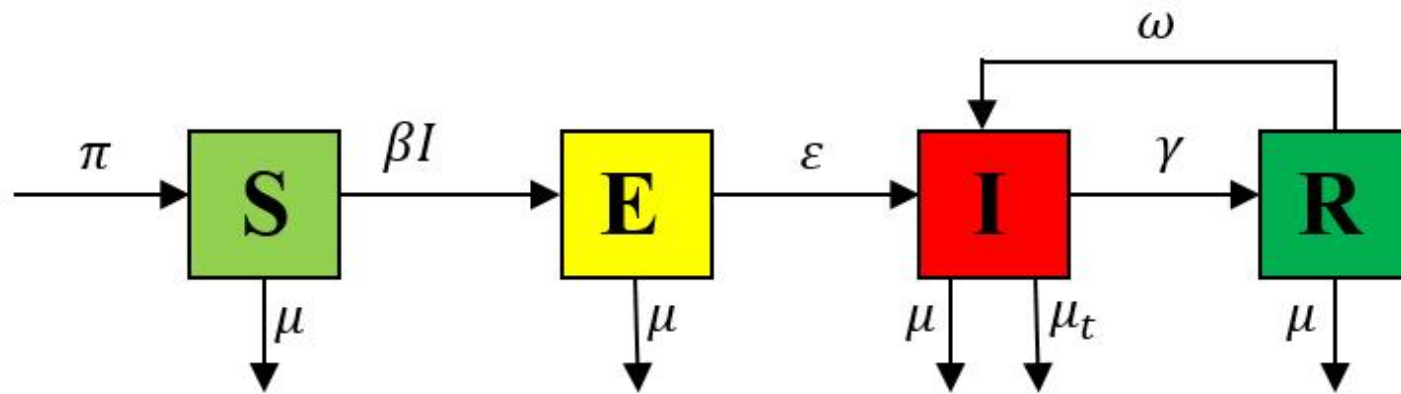
- Tuberkulosis (TB) adalah penyakit menular langsung yang disebabkan oleh kuman *Mycobacteria Tuberculosis* (MT).
- Infeksi TB dibedakan menjadi:

TB laten & TB aktif

TB Laten : di dalam tubuh penderita terdapat bakteri *MT*, namun **belum menular**

TB aktif : di dalam tubuh penderita terdapat bakteri *MT* dan **sudah aktif menular.**

Kompartemen Model Penyebaran Penyakit Tuberkulosis



S = Susceptible

I = Infected

E = Exposed

R = Recovered

Parameter-parameter:

π : Jumlah individu baru karena kelahiran

μ : Laju kematian alami

μ_t : Laju kematian karena penyakit TB

β : Laju infeksi penyakit TB

γ : Laju kesembuhan penyakit TB

ε : Laju aktivasi bakteri penyakit TB

ω : Laju kambuh dari penyakit TB

Model Matematika Penyebaran Penyakit Tuberkulosis

$$\frac{dS}{dt} = \pi - \beta SI - \mu S$$

: Laju perubahan jumlah kelompok *susceptible* (S) terhadap waktu (t)

$$\frac{dE}{dt} = \beta SI - (\varepsilon + \mu)E$$

: Laju perubahan jumlah kelompok *exposed* (E) terhadap waktu (t)

$$\frac{dI}{dt} = \varepsilon E + \omega R - (\gamma + \mu_t + \mu)I$$

: Laju perubahan jumlah kelompok *infected* (I) terhadap waktu (t)

$$\frac{dR}{dt} = \gamma I - (\mu + \omega)R$$

: Laju perubahan jumlah kelompok *recovered* (R) terhadap waktu (t)

Data Penyebaran Penyakit Tuberkulosis di Provinsi Kalimantan Selatan

S	E	I	R		
Rentan	Ekspose	Terinfeksi	Sembuh	Meninggal (karena TB)	Kambuh (Terinfeksi)
3006894	29834	4850	3223	78	209
3078857	19734	4192	3832	105	107
3174948	19106	4199	3610	99	84
3191871	18839	4566	3981	141	150
3219991	21223	4675	4050	161	110
3307468	28649	5032	4467	168	51
3360737	26677	4802	4309	155	52
3410269	26503	4979	4763	117	41
3464122	25230	4607	2111	55	35
3605809	27645	4707	4362	114	32
3676594	28620	4695	4295	136	47
3746587	28910	4905	4454	125	42
3817152	27255	5168	4794	116	33
3885605	28331	4942	3782	130	51
3954370	25298	5201	4760	164	33
4017782	26494	5817	5233	153	68
4076381	33241	5847	4188	137	45

Sumber: BPS & Dinas Kesehatan Prov. Kalsel

Metode Runge Kutta

- Diberikan persamaan diferensial biasa :

$$y'(x) = f(x, y(x))$$

- Fungsi utama :

$$y_{i+1} = y_i + (a_1k_1 + a_2k_2 + \dots + a_nk_n)h$$

- Fungsi evaluasi :

$$k_1 = f(x_i, y_i)$$

$$k_2 = f(x_i + p_1h, y_i + q_{11}k_1h)$$

$$k_3 = f(x_i + p_2h, y_i + q_{21}k_1h + q_{22}k_2h)$$

⋮

$$k_n = f(x_i + p_{n-1}h, y_i + q_{n-1,1}k_1h + q_{n-1,2}k_2h + \dots + q_{n-1,n-1}k_{n-1}h)$$

Konstanta riil $a_i, p_i, q_{i,j}$ ditentukan menggunakan tabel Butcher.

Estimasi Parameter

- Optimasi menggunakan metode *nonlinear least square*
- Fungsi obyektif:

$$P_{\mu, \mu_t, \beta, \gamma, \varepsilon, \omega} = \min_{(\mu, \mu_t, \beta, \gamma, \varepsilon, \omega)} \frac{1}{4N} \left(\begin{array}{l} \sum_{t=0}^{N-1} (S(t) - S_{data}(t))^2 \\ + \sum_{t=0}^{N-1} (E(t) - E_{data}(t))^2 \\ + \sum_{t=0}^{N-1} (I(t) - I_{data}(t))^2 \\ + \sum_{t=0}^{N-1} (R(t) - R_{data}(t))^2 \end{array} \right)$$

P menyatakan himpunan parameter, N menyatakan banyaknya seri data terhadap waktu (t), $\pi = 65802$ dan $\mu, \mu_t, \beta, \gamma, \varepsilon, \omega \in (0,1)$.

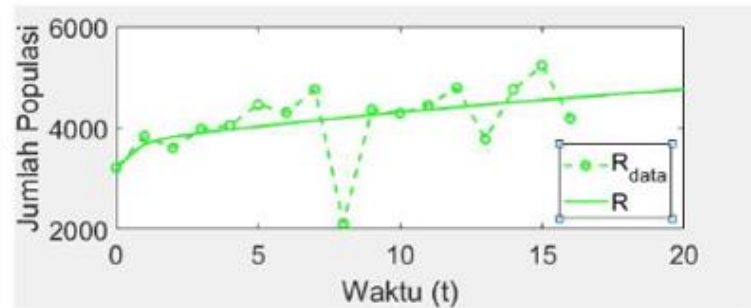
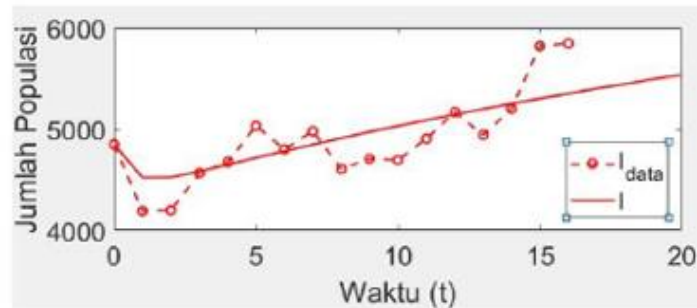
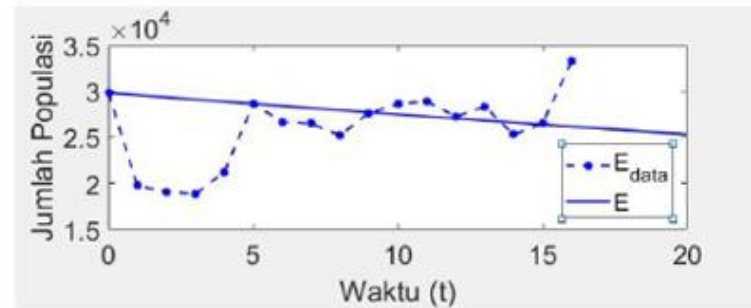
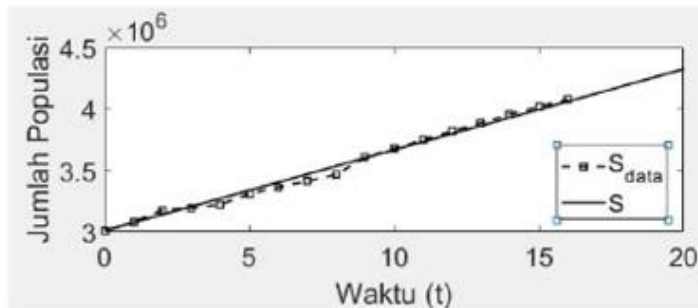
Parameter dan Solusi

- Parameter hasil estimasi $P_{\mu, \mu_t, \beta, \gamma, \varepsilon, \omega}$:

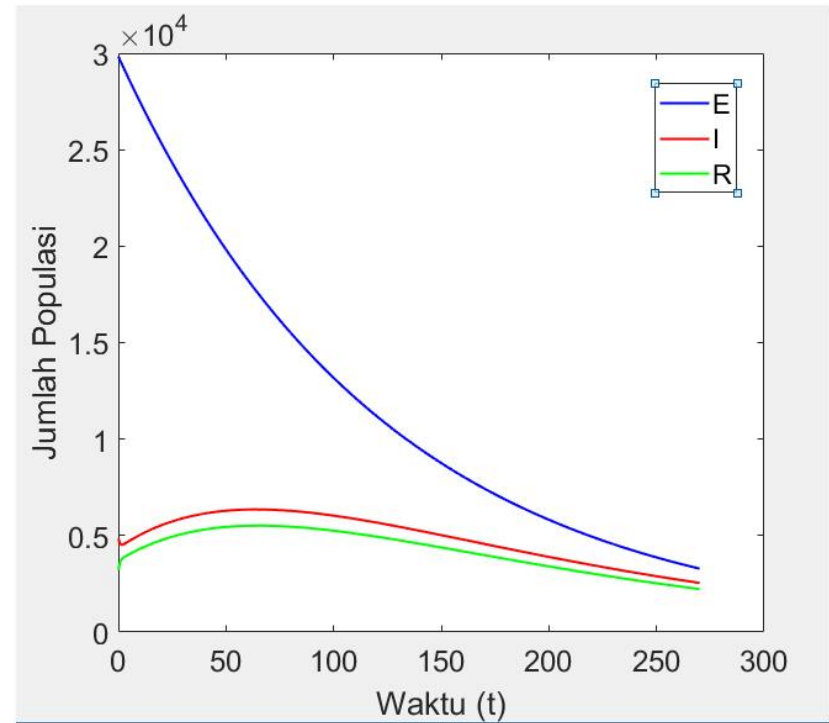
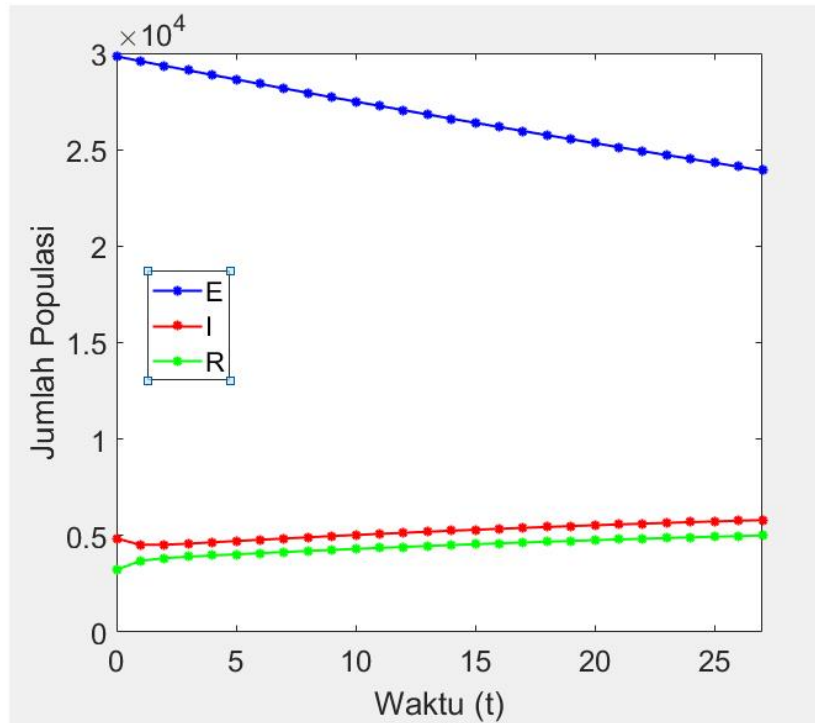
$$\mu = 2.220447 \times 10^{-14} \quad \mu_t = 0.022661 \quad \beta = 2.220471 \times 10^{-14}$$

$$\gamma = 0.797624 \quad \varepsilon = 0.008172 \quad \omega = 0.0918931$$

- Data dan Solusi:



Prediksi Jumlah Populasi



Populasi\Tahun	2018	2019	2020	2021	2022
E (Terekspose)	25964	25753	25543	25335	25129
I (Terinfeksi)	5400	5447	5491	5536	5578
R (Sembuh)	4640	4682	4724	4762	4800

Terima Kasih

(Muhammad Ahsar K., S.Si., M.Sc.)

m_ahsar@ulm.ac.id