



**PENERAPAN *MULTIVARIATE ADAPTIVE REGRESSION SPLINE*  
(MARS) UNTUK PEMODELAN FAKTOR RISIKO PENYAKIT  
TUBERKULOSIS PADA USIA PRODUKTIF DI KOTA  
BANJARMASIN TAHUN 2022**

**SKRIPSI**

**untuk memenuhi persyaratan  
dalam menyelesaikan program sarjana Strata-1 Statistika**

**Oleh  
IIN NOVIRA  
NIM. 2011017320009**

**PROGRAM STUDI S-1 STATISTIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT  
BANJARBARU  
AGUSTUS 2024**



**PENERAPAN *MULTIVARIATE ADAPTIVE REGRESSION SPLINE*  
(MARS) UNTUK PEMODELAN FAKTOR RISIKO PENYAKIT  
TUBERKULOSIS PADA USIA PRODUKTIF DI KOTA  
BANJARMASIN TAHUN 2022**

**SKRIPSI**

**untuk memenuhi persyaratan  
dalam menyelesaikan program sarjana Strata-1 Statistika**

**Oleh  
IIN NOVIRA  
NIM. 2011017320009**

**PROGRAM STUDI S-1 STATISTIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT  
BANJARBARU  
AGUSTUS 2024**

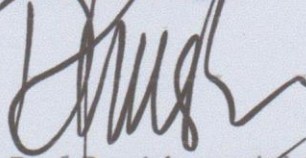
## SKRIPSI

# PENERAPAN *MULTIVARIATE ADAPTIVE REGRESSION SPLINE* (MARS) UNTUK PEMODELAN FAKTOR RISIKO PENYAKIT TUBERKULOSIS PADA USIA PRODUKTIF DI KOTA BANJARMASIN TAHUN 2022

Oleh  
**IIN NOVIRA**  
NIM. 2011017320009

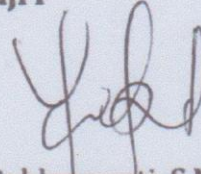
Telah dipertahankan pada hari Rabu, tanggal 21 Agustus 2024 dan telah disetujui oleh dosen pembimbing dan dosen penguji sebagai berikut:

**Pembimbing I**



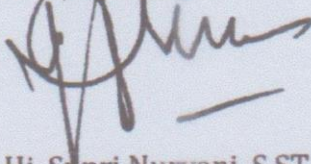
Prof. Dewi Anggraini, S.Si., M.App.Sci., Ph.D  
NIP. 198303282005012001

**Penguji I**



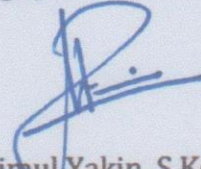
Yeni Rahkmawati, S.Mat., M.Si  
NIP. 199404032022032014

**Pembimbing II**



Hj. Supri Nuryani, S.ST., SKM., M.Kes., Bdn  
NIDNK. 882801109

**Penguji II**



Rahimul Yakin, S.Kep., M.Epid  
NIP. 198605202009031003

Banjarbaru,

2024

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Statistika

STIP/UM



Prof. Dewi Anggraini, S.Si., M.App.Sci., Ph.D  
NIP. 198303282005012001

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Banjarbaru, 21 Agustus 2024



Lin Novira  
2011017320009

## ABSTRAK

**Penerapan *Multivariate Adaptive Regression Spline* (Mars) Untuk Pemodelan Faktor Risiko Penyakit Tuberkulosis Pada Usia Produktif Di Kota Banjarmasin Tahun 2022** (Oleh: Iin Novira; Pembimbing: Dewi Anggraini dan Supri Nuryani, 2024; 68 halaman)

Metode *Multivariate Adaptive Regression Spline* (MARS) adalah salah satu pendekatan regresi nonparametrik dan merupakan pengembangan metode Regresi Partisi Rekursif (RPR) dengan menggunakan fungsi basis *spline*. Metode MARS sering digunakan dalam bidang kesehatan untuk memodelkan hubungan antara kejadian penyakit dengan faktor-faktor yang mempengaruhinya salah satunya adalah pemodelan pada penyakit Tuberkulosis. Penyakit Tuberkulosis (TBC) merupakan penyakit menular yang masih menjadi masalah kesehatan serius di Indonesia, khususnya di kalangan penduduk usia produktif yang berpotensi memengaruhi produktivitas dan ekonomi seseorang. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode MARS dalam pemodelan faktor risiko penyakit TBC pada usia produktif di Kota Banjarmasin pada tahun 2022. Pada penelitian ini diperoleh model MARS terbaik dengan kombinasi  $BF = 20$ ,  $MO = 0$ , dan  $MI = 3$ , dengan persamaan yang didapat yaitu  $\hat{f}(x) = 77,34196 - 7,658849 (BF_1) - 4,009887 (BF_2) - 0,005479366 (BF_3) + 7,060638 (BF_4)(BF_3) + 2,335641 (BF_5)(BF_4)$ . Hasil dari penelitian ini terdapat 5 variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap jumlah penderita penyakit TBC di setiap kelurahan di Kota Banjarmasin pada tahun 2022.

Kata Kunci: Jumlah Kejadian TBC, *Multivariate Adaptive Regression Spline*, Usia Produktif

## ABSTRACT

**Application of Multivariate Adaptive Regression Spline (MARS) for Modeling Risk Factors of Tuberculosis in the Productive Age Population in Banjarmasin City in 2022** (By: Iin Novira; Advisor: Dewi Anggraini and Supri Nuryani, 2024; 68 page)

The Multivariate Adaptive Regression Spline (MARS) method is a nonparametric regression approach and an extension of the Recursive Partitioning Regression (RPR) method using basis spline functions. MARS is often used in the health field to model the relationship between disease incidence and its influencing factors, one of which is the modeling of Tuberculosis (TB). Tuberculosis (TB) is an infectious disease that remains a serious health problem in Indonesia, particularly among the productive age population, which has the potential to affect productivity and the economy. This study aims to apply the MARS method in modeling the risk factors of TB among the productive age population in Banjarmasin City in 2022. The study yielded the best MARS model with a combination of  $BF = 20$ ,  $MO = 0$ , and  $MI = 3$ , with the following equation:  $\hat{f}(x) = 77,34196 - 7,658849 (BF_1) - 4,009887 (BF_2) - 0,005479366 (BF_3) + 7,060638 (BF_4)(BF_3) + 2,335641 (BF_5)(BF_4)$ . The results of this study identified five predictor variables that significantly influence the number of TB cases in each district in Banjarmasin City in 2022.

Keywords: TB Incidence, Multivariate Adaptive Regression Spline, Productive Age.

## PRAKATA

*Bismillahirrahmanirrahim* dengan mengucapkan segala puji dan syukur kepada Allah SWT karena berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyusun tugas akhir yang berjudul “Penerapan *Multivariate Adaptive Regression Spline* (Mars) Untuk Pemodelan Faktor Risiko Penyakit Tuberkulosis Pada Usia Produktif Di Kota Banjarmasin Tahun 2022” sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Strata 1 pada Program Studi Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lambung Mangkurat. Pada penulisan tugas akhir ini tentunya tidak terlepas dari dukungan berbagai pihak kepada penulis. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak terkait:

1. Ayah dan Ibu yang selalu memberikan do’a, semangat, dan motivasi kepada penulis.
2. Prof. Dewi Anggraini, S.Si., M.App.Sci., Ph.D. dan Ibu Hj. Supri Nuryani, S.ST., SKM., M.Kes., Bdn. selaku dosen pembimbing I dan II yang senantiasa memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan tugas akhir ini.
3. Ibu Yeni Rahkmawati, S.Mat., M.Si dan Bapak Rahimul Yakin, S.Kep., M.Epid. selaku dosen penguji I dan II yang telah memberikan kritik, saran, dan motivasi dalam penyusunan tugas akhir ini.
4. Bapak Nur Salam, S.Si., M.Sc. selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan arahan dan bimbingan akademik selama masa perkuliahan.
5. Kakak-kakak yang juga selalu memberikan do’a dan dukungan serta arahan kepada penulis hingga dapat menyelesaikan pendidikan Strata 1.
6. Seluruh sahabat seperjuangan yang selalu dan senantiasa berbagi segala informasi dan semangat selama perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Namun penulis selalu berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi para pembacanya.

Banjarbaru, 21 Agustus 2024



Lin Novira

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	1
LEMBAR PENGESAHAN .....	2
LEMBAR PERNYATAAN .....	3
ABSTRAK.....	4
ABSTRACT .....	5
PRAKATA .....	6
DAFTAR ISI.....	7
DAFTAR GAMBAR.....	9
DAFTAR TABEL.....	10
DAFTAR LAMPIRAN .....	11
DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN .....	12
BAB I .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
PENDAHULUAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.1 Latar Belakang.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.2 Rumusan Masalah.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.3 Tujuan Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.4 Manfaat Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB II.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
TINJAUAN PUSTAKA .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1 Kajian Penelitian Terdahulu.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2 Kajian Teori.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.1 Statistika Deskriptif.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.2 Matriks Plot .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.3 Analisis Regresi.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.4 Regresi Nonparametrik .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.5 Regresi Spline .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.6 Multivariate Adaptive Regression Spline .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.7 Pemodelan Pada MARS .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.8 Pemilihan Model MARS Terbaik.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.9 Uji Signifikansi Model.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

2.2.10 Tuberkulosis .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB III .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
METODE PENELITIAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1 Sumber Data .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2 Variabel Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3 Prosedur Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4 Tahapan Analisis Data .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB IV .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1 Profil Kota Banjarmasin Berdasarkan Jumlah Kejadian Penyakit TBC pada Penduduk Usia Produktif.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2 Profil Kota Banjarmasin Berdasarkan Faktor-Faktor Penyebab Kejadian TBC Pada Usia Produktif.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.1 Sebaran Kejadian Penduduk Usia Produktif yang Menderita HIV/AIDS.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.2 Sebaran Pengobatan Tidak Lengkap TBC/Pasien Putus Berobat	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.3 Sebaran Kejadian Penduduk Usia Produktif Menderita Kurang Gizi	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.4 Sebaran Jumlah Penduduk Usia Produktif.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.5 Sebaran Jumlah Penduduk Mendapatkan Layanan Kesehatan Usia Produktif .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3 Matriks Plot.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.4 <i>Multivariate Adaptive Regression Spline</i> (MARS)...	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.5 Uji Signifikansi Parameter Model MARS.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.5.1 Uji Simultan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.5.2 Uji Parsial .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.6 Tingkat Kepentingan Variabel .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB V.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
PENUTUP .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.1 Kesimpulan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.2 Saran.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
DAFTAR PUSTAKA .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
LAMPIRAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

RIWAYAT HIDUP.....**Error! Bookmark not defined.**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Tren Kejadian TBC di Indonesia Tahun 2012-2022.....	<b>Error!</b>
<b>Bookmark not defined.</b>	
Gambar 1.2 Tingkat Kejadian TBC di Kalimantan Selatan Tahun 2022.....	<b>Error!</b>
<b>Bookmark not defined.</b>	
Gambar 2.1 Alur Diagnosis TBC.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3. 1 Peta Kota Banjarmasin .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4. 1 Peta Sebaran Jumlah Penduduk Usia Produktif Menderita TBC di Kota Banjarmasin Tahun 2022 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4. 2 Peta Sebaran Jumlah Penduduk Usia Produktif Menderita HIV/AIDS di Kota Banjarmasin Tahun 2022 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4. 3 Peta Sebaran Jumlah Penduduk Usia Produktif Putus Berobat di Kota Banjarmasin Tahun 2022.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4. 4 Peta Sebaran Jumlah Penduduk Usia Produktif Menderita Kurang Gizi di Kota Banjarmasin Tahun 2022 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4. 5 Peta Sebaran Jumlah Penduduk Usia Produktif di Kota Banjarmasin Tahun 2022 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4. 6 Peta Sebaran Jumlah Penduduk Usia Produktif yang Mendapatkan Pelayanan Kesehatan di Kota Banjarmasin Tahun 2022	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>defined.</b>	
Gambar 4.8 Matriks Plot Variabel Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Variabel Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 3. 2 Struktur Data Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4.1 Hasil Kombinasi Terbaik Antara Nilai BF, MO, MI dan GCV .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4.2 Hasil Uji Parsial Model MARS Terbaik...	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4. 3 Tingkat Kepentingan Variabel Independen.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Data yang digunakan (Dinas Kesehatan Kota Banjarmasin)..... **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 2. Hasil Analisis Deskriptif Variabel .....**Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 3. Hasil Output Persamaan Model MARSE**Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 4. Hasil Output Uji Signifikansi Parameter Model MARS..... **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 5. Tabel Uji-F .....**Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 6. R-Script Tingkat Kepentingan Variabel**Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 7. Output Variabel Penting Berdasarkan Dampak Terhadap Nilai GCV dan RSS .....**Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 8. R-Script Tingkat Kejadian Penyakit TBC di Kota Banjarmasin . **Error! Bookmark not defined.**

## DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN

MARS	: <i>Multivariate Adaptive Regression Splines</i>
GCV	: <i>Generalized Cross Validation</i>
BF	: Fungsi Basis (Basis fungsi)
MO	: Minimum Observasi ( <i>Minimum Observation</i> )
MI	: Maksimum Interaksi ( <i>Maksimum Interaction</i> )
RPR	: Regresi Partisi Rekursif
TBC	: Tuberkulosis
OAT	: Obat Anti TBC
$y_i$	: variabel respon
$x_i$	: variabel prediktor untuk $n$ pengamatan
$\varepsilon_i$	: error random
$f(x_i)$	: fungsi regresi
$a_0$	: fungsi basis induk
$a_m$	: parameter fungsi basis ke- $m$
$K_m$	: derajat interaksi ke- $m$
$S_{km}$	: koefisien skala untuk setiap $k$ variabel dalam interaksi. Nilainya +1 jika data berada di sebelah kanan <i>knot</i> atau nilainya -1 jika data berada di sebelah kiri <i>knot</i> .
$x_{v(k,m)}$	: variabel independen ke- $v$
$t_{km}$	: nilai <i>knot</i> dari variabel independen $x_{v(k,m)}$
$f_i(x_i)$	: semua fungsi basis untuk satu variabel
$f_i(x_i, x_j, x_k)$	: semua fungsi basis untuk interaksi antar tiga variabel
$\pi(x)$	: nilai peluang untuk membandingkan data masuk pada kategori 1 atau 0