

**PEMODELAN *MULTIVARIATE ADAPTIVE REGRESSION
SPLINE* PADA FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI
JUMLAH KRIMINALITAS DI PULAU SUMATERA**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu persyaratan guna memperoleh gelar Ahli Madya



Oleh
FADHILAH PUTRI TALSI
NIM. 20037022

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III STATISTIKA
DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2023**

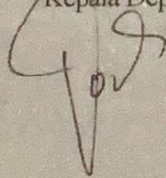
PERSETUJUAN UJIAN TUGAS AKHIR

PEMODELAN *MULTIVARIATE ADAPTIVE REGRESSION SPLINE* PADA FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI JUMLAH KRIMINALITAS DI PULAU SUMATERA

Nama : Fadhilah Putri Talsi
NIM : 20037022
Program Studi : D3 Statistika
Departemen : Statistika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

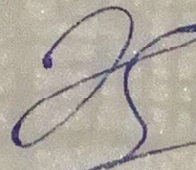
Padang, 25 Agustus 2023

Mengetahui:
Kepala Departemen Statistika



Dodi Vionanda, M.Si., Ph.D
NIP. 197906112005011002

Disetujui Oleh:
Pembimbing



Dra. Nonong Amalita, M.Si
NIP. 196906151993032001

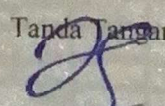
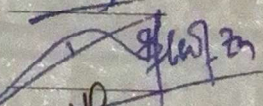
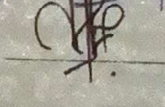
PENGESAHAN LULUS UJIAN TUGAS AKHIR

Nama : Fadhilah Putri Talsi
NIM : 20037022
Program Studi : D3 Statistika
Departemen : Statistika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

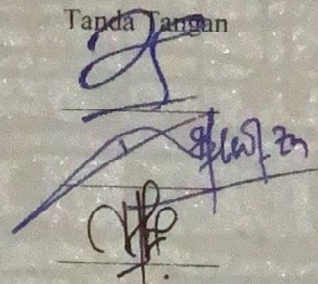
PEMODELAN *MULTIVARIATE ADAPTIVE REGRESSION SPLINE* PADA FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI JUMLAH KRIMINALITAS DI PULAU SUMATERA

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Tugas Akhir
Departemen Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, 25 Agustus 2023

Tim Penguji	Nama	Tanda Tangan
Ketua	: Dra. Nonong Amalita, M.Si	
Anggota	: Dr. Syafriandi, M.Si	
Anggota	: Dina Fitria, M.Si	

Tanda Tangan



SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Fadhilah Putri Talsi
NIM : 20037022
Program Studi : D3 Statistika
Departemen : Statistika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan bahwa, Tugas Akhir saya dengan judul **“Pemodelan *Multivariate Adaptive Regression Spline* pada faktor-faktor yang Mempengaruhi Jumlah Kriminalitas di Pulau Sumatera”** adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika yang berlaku dalam tradisi keilmuan. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di institusi UNP maupun di masyarakat dan negara.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Diketahui oleh,
Kepala Departemen Statistika,



Dodi Vionanda, M.Si., Ph.D
NIP. 197906112005011002

Saya yang menyatakan,



Fadhilah Putri Talsi
NIM. 20037022

ABSTRAK

Fadhilah Putri Talsi : Pemodelan *Multivariate Adaptive Regression Spline* pada Faktor-faktor yang Mempengaruhi Jumlah Kriminalitas di Pulau Sumatera

Jumlah kriminalitas di Pulau Sumatera menempati urutan pertama dibandingkan dengan pulau lain di Indonesia tahun 2021 dengan 90.405 kasus kriminalitas. Tingginya jumlah kriminalitas di wilayah bagian barat Indonesia yaitu pada Pulau Sumatera disebabkan karena persebaran penduduk yang lebih banyak dibandingkan wilayah bagian timur Indonesia. Untuk itu perlu diketahui faktor-faktor yang signifikan berpengaruh terhadap jumlah kriminalitas. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh model terbaik dan faktor-faktor yang signifikan berpengaruh terhadap jumlah kriminalitas di Pulau Sumatera tahun 2021 menggunakan pendekatan nonparametrik dengan metode *Multivariate Adaptive Regression Spline* (MARS).

Jenis penelitian pada penelitian ini adalah penelitian terapan. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2021. Metode yang digunakan adalah metode MARS dengan variabel yang digunakan adalah jumlah penduduk, rata-rata lama sekolah, persentase penduduk miskin, tingkat pengangguran terbuka, dan produk domestik regional bruto.

Hasil penelitian menunjukkan model terbaik dengan nilai *Generalized Cross Validation* (GCV) sebesar 0,373 dari kombinasi *Basis Function* 20, *Maximum Interaction* 3, dan *Minimum Observation* 2. Model terbaik dari jumlah kriminalitas untuk setiap kabupaten/kota pada provinsi di Pulau Sumatera tahun 2021 adalah $\hat{Y} = 2,851 - 1,165 * BF1 - 0,919 * BF2 - 2,448 * BF3 - 6,226 * BF6 + 1,448 * BF8 - 175,1 * BF11 + 2,792 * BF12 + 25,333 * BF13 + 172,867 * BF15 - 1,021 * BF17 - 12,493 * BF18 - 30,113 * BF19$. Faktor-faktor yang signifikan mempengaruhi jumlah kriminalitas di Pulau Sumatera tahun 2021 adalah persentase penduduk miskin, jumlah penduduk, produk domestik regional bruto, tingkat pengangguran terbuka, dan rata-rata lama sekolah.

Kata kunci: GCV, Kriminalitas, MARS

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum wr wb

Alhamdulillah, rasa syukur diucapkan atas kepada Allah SWT atas berkat rahmat dan karunia-Nya, sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “**Pemodelan *Multivariate Adaptive Regression Spline* pada Faktor-faktor yang Mempengaruhi Jumlah Kriminalitas di Pulau Sumatera**”. Shalawat beserta salam tidak lupa disampaikan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membawa umatnya dari zaman kebodohan ke zaman yang penuh dengan ilmu pengetahuan seperti saat sekarang ini.

Penulisan Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan pada Program Studi Diploma III Statistika Departemen Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang. Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, tidak lepas dari bimbingan dan bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dra. Nonong Amalita, M.Si., Pembimbing Tugas Akhir, Penasehat Akademik, sekaligus Sekretaris Departemen Statistika FMIPA UNP.
2. Bapak Dr. Syafriandi, M.Si., dan Ibu Dina Fitria, M.Si., selaku Dosen Penguji yang banyak memberikan masukan dan arahan demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dodi Vionanda, M. Si., Ph. D., Kepala Departemen Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.

4. Ibu Dr. Yenni Kurniawati, M.Si., Koordinator Program Studi DIII Statistika Departemen Statistika FMIPA UNP.
5. Bapak dan Ibu Dosen, serta Tenaga Kependidikan Departemen Statistika FMIPA UNP.
6. Teristimewa untuk kedua orang tua yang telah memberikan semangat, nasehat, dukungan dan bantuan moril maupun materi.
7. Semua sahabat, teman serta rekan-rekan yang selalu memberikan semangat serta dukungan kepada penulis.

Semoga dorongan, bimbingan dan bantuan yang diberikan menjadi amal ibadah yang diridhai Allah SWT. Dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, masukan dan saran yang bersifat membangun dari berbagai pihak sangat diharapkan demi kesempurnaan penulisan di masa yang akan datang. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan sumbangan pemikiran bagi setiap pembaca dan dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Padang, 25 Agustus 2023

Fadhilah Putri Talsi

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Tujuan Penelitian.....	6
D. Manfaat Penelitian.....	6
BAB II. KAJIAN TEORI	7
A. Kriminalitas	7
B. Faktor-faktor yang Diduga Mempengaruhi Jumlah Kriminalitas	7
C. Standardisasi Data	12
D. Analisis Regresi.....	12
E. Regresi Nonparametrik	14
F. Regresi <i>Spline</i>	14
G. <i>Recursive Partitioning Regression</i>	17
H. <i>Multivariate Adaptive Regression Spline (MARS)</i>	18
I. <i>Generalized Cross Validation (GCV)</i>	21
J. Uji Signifikansi Model Regresi	23
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	26
A. Jenis Penelitian.....	26
B. Jenis dan Sumber Data	26
C. Variabel Penelitian	27
D. Teknik Analisis Data	27
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	29
A. Hasil	29

B. Pembahasan.....	41
BAB V. PENUTUP.....	43
A. Kesimpulan.....	43
B. Saran.....	44
DAFTAR PUSTAKA.....	45
LAMPIRAN.....	49

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Struktur Data Penelitian	26
2. Variabel Prediktor	27
3. Nilai GCV Hasil Kombinasi <i>Basis Function</i> 20, <i>Maximum Interaction</i> 3, dan <i>Minimum Observation</i> 2 dalam Pembentukan Model dan Memilih Model Terbaik Menggunakan Metode MARS.....	31
4. Tingkat Kepentingan Variabel dalam Model MARS	38
5. Uji Serentak Parameter Model MARS.....	39
6. Uji Parsial Parameter Model MARS.....	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Jumlah Kriminalitas Berdasarkan Pulau di Indonesia	2
2. Plot Data Jumlah Penduduk dengan Jumlah Kriminalitas Pada Kabupaten/Kota di Pulau Sumatera	4
3. <i>Scatter Plot</i> antara Variabel Respon dengan Variabel Prediktor	30

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Data Penelitian	49
2. Data Penelitian Setelah di Standardisasi.....	54
3. Plot Data.....	59
4. <i>Classic Output</i> Hasil Pengolahan Metode MARS untuk Kombinasi <i>Basis Function 20, Maximum Interaction 3, dan Minimum Observation 2</i>	60
5. Tabel F	61

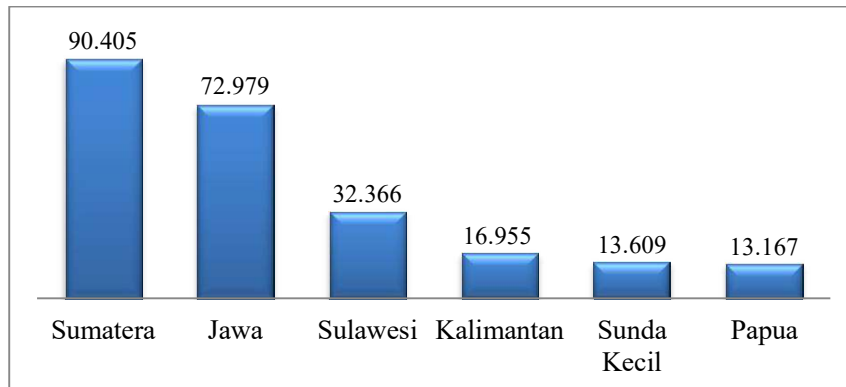
BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Kriminalitas adalah segala sesuatu tindakan yang melanggar hukum dan norma-norma sosial yang dapat menimbulkan kerugian baik dari segi materi maupun psikologis kepada masyarakat sekitar (Kosmaryati, 2019). Kriminalitas merupakan salah satu permasalahan yang sering terjadi di masyarakat yaitu melakukan tindakan atau perilaku menyimpang yang melanggar hukum dan aturan-aturan yang telah diatur oleh seseorang ataupun kelompok secara sadar sehingga pelaku dapat dijatuhi hukuman pidana (Haq, 2020). Kriminalitas masih menjadi ancaman besar bagi rasa aman manusia untuk berkehidupan dalam perubahan-perubahan yang terjadi pada nilai-nilai kemasyarakatan (Putra, 2021). Maka dari itu kriminalitas perlu diperhatikan agar berbagai permasalahan dan juga keresahan terhadap masyarakat dapat dikurangi.

Badan Pusat Statistik (BPS) melakukan perhitungan untuk melihat jumlah kriminalitas di setiap provinsi yang ada di Indonesia. Hal ini menjadi salah satu tolak ukur pemerintah untuk melakukan penanggulangan kriminalitas agar mampu memberikan rasa aman kepada masyarakat. Data jumlah kriminalitas di Indonesia berdasarkan pulau pada tahun 2021 dapat dilihat pada Gambar 1.



Sumber. Badan Pusat Statistik Tahun 2022

Gambar 1. Jumlah Kriminalitas Berdasarkan Pulau di Indonesia Tahun 2021

Pada Gambar 1. terlihat bahwa Pulau Sumatera menempati urutan pertama dengan jumlah kriminalitas tertinggi di Indonesia, sedangkan kriminalitas terendah berada pada Pulau Papua pada tahun 2021. Tingginya jumlah kriminalitas di wilayah bagian barat Indonesia yaitu pada Pulau Sumatera salah satunya karena persebaran penduduk yang lebih banyak dibandingkan wilayah bagian timur Indonesia, persebaran penduduk membuat daerah dengan jumlah penduduk yang banyak memiliki jumlah kriminalitas yang tinggi (Tahir, 2022). Semakin padatnya penduduk di suatu daerah, maka semakin luas ruang gerak para pelaku tindakan kriminal karena semakin kecil kemungkinan tertangkapnya.

Berdasarkan publikasi BPS, kriminalitas terdiri dari beberapa golongan tindakan kejahatan antara lain kejahatan terhadap nyawa, kejahatan terhadap fisik, kejahatan kesusilaan, kejahatan terhadap kemerdekaan orang, kejahatan terhadap hak milik dengan kekerasan, kejahatan terhadap barang/hak milik tanpa kekerasan, kejahatan narkoba, kejahatan terkait penipuan dan penggelapan, dan kejahatan terhadap ketertiban umum. Golongan tindakan kejahatan tersebut penting diperhatikan untuk meminimalisir jumlah kriminalitas. Untuk

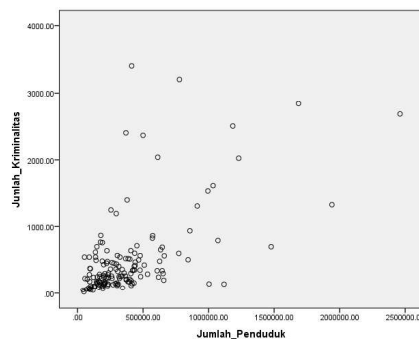
menghapuskan kriminalitas, kegiatan itu tidak akan mungkin tuntas karena kriminalitas itu memang tidak dapat dihapus kecuali dikurangi intensitas atau kualitasnya (Nanda, 2019). Meningkatkan tingkat keamanan pada Pulau Sumatera menyebabkan jumlah kriminalitas yang akan berkurang dibandingkan sebelumnya.

Secara garis besar, munculnya kriminalitas disebabkan oleh dua faktor utama yakni faktor internal dan eksternal. Faktor internal merupakan faktor yang dominan mempengaruhi seseorang untuk melakukan aksi kejahatan karena faktor tersebut muncul dari dalam dirinya sendiri, sedangkan faktor eksternal berasal dari lingkungan atau luar diri manusia. Faktor eksternal juga dapat disebabkan oleh pengaruh ekonomi, pengaruh lingkungan sosial, dan pengaruh keluarga (Cortina, 2021). Faktor faktor tersebut menjadi alasan seseorang melakukan tindakan kriminalitas karena tingkat kesejahteraan yang rendah dan merasa tidak puas dengan kehidupan saat ini.

Upaya konkrit yang dilakukan untuk mengurangi naiknya jumlah kriminalitas di Pulau Sumatera dapat ditinjau dari berbagai sudut pandang serta bentuknya, yang terpenting adalah mampu memberi solusi pada permasalahan sosial tersebut. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Lumenta (2012) menggunakan analisis jalur tentang faktor-faktor penyebab kriminalitas di kota Manado menyebutkan bahwa faktor yang berpengaruh terhadap kriminalitas yaitu jumlah penduduk dan pengangguran. Penelitian yang dilakukan oleh Wicaksono (2022) tentang faktor-faktor yang mempengaruhi kriminalitas menggunakan regresi data panel yaitu kemiskinan dan Produk Domestik Regional Bruto (PRDB) per kapita,

pengangguran, kemiskinan dan pendidikan. Selanjutnya penelitian Sianturi (2020) menggunakan analisis jalur yang membuktikan bahwa faktor yang mempengaruhi kriminalitas di Sumatera Utara yaitu jumlah penduduk.

Untuk menentukan faktor-faktor yang diduga mempengaruhi jumlah kriminalitas digunakan analisis regresi. Pendekatan pada analisis ini dapat dilakukan dengan pendekatan parametrik dan nonparametrik. Jika semua asumsi klasik terpenuhi dan memiliki fungsi dan pola data diketahui maka teknik pendekatan analisis parametrik dapat digunakan, sedangkan pendekatan nonparametrik digunakan apabila plot datanya tidak diketahui. Salah satu plot data pada variabel jumlah penduduk dengan jumlah kriminalitas di kabupaten/kota di Pulau Sumatera pada Gambar 3.



Gambar 3. Plot Data Jumlah Penduduk dengan Jumlah Kriminalitas Pada Kabupaten/Kota di Pulau Sumatera

Pada Gambar 3. dapat dilihat plot data jumlah penduduk dengan jumlah kriminalitas di Pulau Sumatera yang terdiri dari 154 kabupaten/kota. Pola tersebut menunjukkan tidak adanya hubungan linear antar variabel sehingga mengindikasikan penelitian ini menggunakan pendekatan nonparametrik. Kelebihan dari pendekatan nonparametrik yaitu adanya kondisi yang tidak mengharuskan data memenuhi asumsi pada pendekatan parametrik.

Pendekatan nonparametrik memiliki salah satu metode yang mampu menyelesaikan kasus data *multivariate* yaitu metode *Multivariate Adaptive Regression Spline* (MARS). MARS adalah metode analisis statistik yang digunakan untuk memodelkan hubungan antara variabel respon dengan variabel prediktor dalam bentuk yang lebih kompleks, metode MARS memiliki kelebihan untuk mengatasi permasalahan sampel data yang banyak dan menghasilkan pemodelan regresi yang fleksibel (Otok, 2014). Selain itu kelebihan MARS lainnya adalah penentuan *knot* dilakukan secara otomatis dengan menggunakan algoritma *stepwise forward* dan *backward* yang didasarkan pada nilai *Generalized Cross Validation (GCV) minimum*.

Pemodelan MARS tidak dipengaruhi oleh volume data yang hilang dikarenakan MARS secara otomatis menciptakan suatu indikator nilai yang hilang untuk setiap variabel, serta dapat mengatasi kasus multikolinearitas (Sita, 2015). Menurut Friedman (1991), MARS dapat digunakan pada data dengan jumlah sampel data pengamatan sebanyak $50 \leq n \leq 1000$ dan data dengan jumlah variabel prediktor $3 \leq X \leq 20$ (Kishartini 2014).

Berdasarkan pemaparan latar belakang permasalahan, maka dilakukan penelitian mengenai jumlah kriminalitas, untuk mengetahui model dan faktor-faktor yang signifikan berpengaruh dari masing masing variabel prediktor terhadap jumlah kriminalitas di Pulau Sumatera. Sehingga penelitian ini diberi judul **“Pemodelan *Multivariate Adaptive Regression Spline* pada Faktor-faktor yang Mempengaruhi Jumlah Kriminalitas di Pulau Sumatera”**.

B. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini yang diteliti adalah jumlah kriminalitas pada kabupaten/kota di Pulau Sumatera pada tahun 2021.

C. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah.

1. Bagaimana model terbaik dari jumlah kriminalitas di Pulau Sumatera tahun 2021 menggunakan metode MARS?
2. Faktor-faktor apa yang signifikan berpengaruh terhadap jumlah kriminalitas di Pulau Sumatera tahun 2021?

D. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah.

1. Memperoleh model terbaik dari jumlah kriminalitas di Pulau Sumatera tahun 2021 menggunakan metode MARS.
2. Mengetahui faktor-faktor yang signifikan berpengaruh terhadap jumlah kriminalitas di Pulau Sumatera tahun 2021.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah.

1. Bagi penulis, dapat menambah wawasan dan pemahaman dalam menggunakan metode MARS.
2. Bagi pemerintah sebagai pembuat kebijakan dan hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi dalam mengambil kebijakan yang tepat untuk meminimalisir masalah kriminalitas di Pulau Sumatera.

3. Bagi pembaca, diharapkan menjadi referensi bagi pembaca yang tertarik dan akan melakukan penelitian menggunakan metode MARS.