

**PENDEKATAN *GENERALIZED PENALIZED SPLINE*
PADA DATA LONGITUDINAL**

(Aplikasi Pada Data Pertumbuhan Berat Badan Bayi)

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang statistika

oleh :

DEBRINA VITA FEREZAGIA

0810950035-95



**PROGRAM STUDI STATISTIKA
JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2012**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**PENDEKATAN *GENERALIZED PENALIZED SPLINE*
PADA DATA LONGITUDINAL**

(Aplikasi Pada Data Pertumbuhan Berat Badan Bayi)

oleh :

DEBRINA VITA FEREZAGIA
0810950035-95

Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji
pada tanggal 16 Januari 2012
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam Bidang Statistika

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dr. Ir. Maria Bernadetha M.
NIP. 19520521 198103 2 001

Prof.Dr.Ir.Loekito Adi S.,M.Agr
NIP. 19470327 197412 1 001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya

Dr. Abdul Rouf Alghofari, MSc.
NIP. 19670907 199203 1 001

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Debrina Vita Ferezagia

NIM : 0810950035-95

Jurusan : Matematika/Statistika

Penulis Skripsi Berjudul : **PENDEKATAN *GENERALIZED PENALIZED SPLINE* PADA DATA LONGITUDINAL** (Aplikasi Pada Data Pertumbuhan Berat Badan Bayi)

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Skripsi ini adalah benar-benar karya saya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain. Karya-karya yang tercantum dalam Daftar Pustaka Skripsi ini, semata-mata digunakan sebagai acuan/referensi.
2. Apabila dikemudian hari diketahui bahwa isi Skripsi saya merupakan hasil plagiat, maka saya bersedia menanggung resiko yang akan saya terima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, 16 Januari 2012

Yang menyatakan,

Debrina Vita Ferezagia

NIM. 0810950035-95

PENDEKATAN *GENERALIZED PENALIZED SPLINE* PADA DATA LONGITUDINAL

(Aplikasi Pada Data Pertumbuhan Berat Badan Bayi)

ABSTRAK

Data penelitian yang diperoleh dari hasil pengukuran berulang pada beberapa individu (unit cross sectional) dalam waktu berturut-turut (unit waktu) dikenal sebagai data longitudinal. Tujuan utama penggunaan data longitudinal adalah menggambarkan perubahan nilai peubah respon terhadap waktu. Analisis data longitudinal secara nonparametrik menggunakan metode *Generalized Penalized Spline* (GPS). GPS merupakan potongan *polynomial* derajat ke- k yang memiliki sifat tersegmen kontinu. Penggunaan pendekatan nonparametrik disebabkan data tidak dapat diwakili model parametrik, oleh karena kecenderungan kurva tidak mengikuti bentuk standar. Pada penelitian ini akan diperoleh model GPS longitudinal nonparametrik uni-respon pada data pertumbuhan berat bayi. Pemilihan nilai λ optimal, titik knot optimal menggunakan kriteria GCV paling kecil. Dari pengujian, diperoleh model terbaik untuk data pertumbuhan bayi yaitu GPS kuadratik dengan titik knot $\tau_1 = 11$, $\lambda = 6$ diperoleh nilai $R_{adj}^2 = 80.9453\%$.

Kata kunci : Nonparametrik Longitudinal, GPS, λ , GCV, titik knot

GENERALIZED PENALIZED SPLINE APPROACH OF
LONGITUDINAL DATA
(infant weight growth data application)

ABSTRACT

The research data obtained from the results of repeated measurements on some individuals (cross sectional units) within a row of time is known as longitudinal data. The main purpose of using longitudinal data to depict the change of response variable value based on time. Nonparametric longitudinal data analysis is using Generalized Penalized Spline (GPS) method. GPS is a piecewise of the k -th degree polynomial which has a continuous segmented characteristic. Use of nonparametric approaches due to parametric model can not represent the data, therefore the trend curve does not follow the standard form. This research will obtain nonparametric longitudinal uni-response data of GPS models on the growth of the infant weight. Selection of optimal lambda, optimal knots point using the minimum GCV. According to the test result, the best model of infant growth data where has quadratic GPS with knots $\tau_1 = 11$, $\lambda = 6$ point with value of $R^2_{adj} = 80.9453\%$ is obtained.

Keyword : Nonparametric longitudinal, GPS, lambda, GCV, knot

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadirat Tuhan YME atas rahmat dan penyertaan-Nya, sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pendekatan *Generalized Penalized Spline* pada Data Longitudinal (aplikasi pada data pertumbuhan berat badan bayi)”.

Penulis mengucapkan terimakasih pada semua pihak yang telah membantu penyelesaian skripsi ini, terutama kepada:

1. Dr. Ir. Maria Bernadetha M. sebagai dosen pembimbing I dan Prof.Dr.Ir.Loekito Adi S.,M.Agr sebagai dosen pembimbing II, yang telah banyak memberikan bimbingan, masukan serta motivasi.
2. Dr.Ir.Ni Wayan S.W.,MS_selaku dosen penguji atas kritik dan saran yang telah diberikan.
3. Bapak Dr. Abdul Rouf Alghofari, MSc. selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Brawijaya.
4. Adji Achmad Rinaldo Fernandes, S.Si., M.Sc. atas bimbingan dan saran yang diberikan.
5. Orang tua dan keluarga atas dukungan, perhatian dan doa restu kepada penulis untuk mencapai prestasi terbaik.
6. Teman-teman di Sekolah Tinggi Ilmu Statistik khususnya Sason Adi Putra atas dukungan, motivasi dan bantuannya.
7. Damai, Dwi, Palupi, Riska, Indra, Vita, Cira, Dhani, Arda dan lain-lain atas persahabatan yang tulus dan semangat.
8. Seluruh teman-teman Statistika 2008 atas kebersamaan, perjuangan, dukungan, kerjasama dan semangat selama ini.
9. Teman-teman Statistika 2007 dan 2006 atas bantuan, dukungan dan perhatiannya.
- 10.Seluruh pihak yang telah berpartisipasi yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis menerima saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Malang, Januari 2012

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRCT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Data Longitudinal	5
2.2 Regresi Nonparametrik	8
2.3 Regresi Nonparametrik Data Longitudinal	10
2.4 Spline pada Data Longitudinal	11
2.4.1 Regresi <i>Spline</i>	12
2.4.2 Pemulusan <i>Spline</i>	12
2.4.3 <i>Penalized Spline</i>	13
2.4.4 <i>Generalized Penalized Spline</i>	15
2.5 Pemilihan Lokasi Titik Knot	15
2.6 Pendugaan Parameter Regresi Nonparametrik dengan Pendekatan <i>Generalized Penalized Spline</i>	16
2.7 Pemilihan Parameter Penghalus (λ) Optimal	19
2.8 Koefisien Determinasi	19
2.9 Uji Signifikansi Model Generalized Penalized Spline	20

2.10 Pengujian Asumsi Galat.....	21
2.10.1 Asumsi $E(\varepsilon_{ij}) = 0$	21
2.10.2 Homogenitas Ragam Galat.....	22

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Sumber Data	23
3.2 Prosedur Analisis Data	23

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Umum Bayi 0-12 Bulan di Kecamatan Bandulan Kota Malang	27
4.2 Eksplorasi Profil Individu	28
4.3 Eksplorasi Pengaruh Tetap dan Pengaruh Acak.....	29
4.4 Penentuan Lokasi Titik Knot Pada GPS.....	31
4.5 Penentuan Parameter Penghalus Optimal.....	31
4.6 Pemodelan Data Longitudinal dengan Pendekatan <i>Generalized Penalized Spline</i>	33
4.6.1 Pendekatan GPS linier.....	33
4.6.2 Pendekatan GPS kuadratik.....	35
4.6.3 Pendekatan GPS kubik.....	36
4.7 Model Terbaik	38
4.8 Pengujian Signifikansi Koefisien Vektor GPS	41
4.9 Uji Asumsi Galat	42
4.9.1 Asumsi $E(\varepsilon) = 0$	42
4.9.2 Asumsi Kehomogenan Ragam Galat	43
4.10 Kelayakan Model.....	45

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	47
5.2 Saran	47

DAFTAR PUSTAKA	49
-----------------------------	----

LAMPIRAN	51
-----------------------	----

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Kerangka Pengukuran Lebar Daun Kangkung	6
Tabel 2.2 Struktur Data Longitudinal Seimbang	6
Tabel 2.3 Kerangka Pengukuran Kadar Gula Pasien Diabetes	7
Tabel 2.4 Struktur Data Longitudinal Tidak Seimbang	8
Tabel 4.1 Keragaman Berat Badan Antar Usia dalam Subyek (a) dan Antar Subyek (b)	28
Tabel 4.2 Lokasi Titik Knot	31
Tabel 4.3 Nilai GCV dan Lambda (λ)	32
Tabel 4.4 Nilai GCV dengan pendekatan GPS linier satu titik Knot	33
Tabel 4.5 Nilai GCV dengan pendekatan GPS linier dua titik Knot	34
Tabel 4.6 Nilai GCV dengan pendekatan GPS kuadratik satu Titik Knot	35
Tabel 4.7 Nilai GCV dengan pendekatan GPS kuadratik dua titik Knot	36
Tabel 4.8 Nilai GCV dengan pendekatan GPS kubik satu titik Knot	37
Tabel 4.9 Nilai GCV dengan pendekatan GPS kubik dua titik Knot	38
Tabel 4.10 Nilai R^2_{adj} untuk setiap derajat polinomial	39
Tabel 4.11 Penduga model y_{ij} dalam interval waktu (t_{ij})	40
Tabel 4.12 Hasil Pengujian Parsial Terhadap Koefisien Parameter GPS	42
Tabel 4.13 Hasil Uji t Satu Contoh	43
Tabel 4.14 Hasil Uji Levene	44

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Berbagai Bentuk Kurva Polinomial	9
Gambar 3.1 Diagram Alir Pendekatan Regresi Nonparametrik	26
Gambar 4.1 Plot berat badan (kg) terhadap usia bayi (bulan)	27
Gambar 4.2 (a) Pengaruh Tetap dan (b) Pengaruh Acak	30
Gambar 4.3 Plot nilai λ terhadap GCV	32
Gambar 4.4 Plot antara \bar{y}_{ij} dengan \hat{y}_{ij}	40
Gambar 4.5 Plot antara berat badan hasil pengukuran setiap bayi dan \hat{y}_{ij}	41
Gambar 4.6 Diagram Pencar antar Kuadrat galat dan peubah respon	43
Gambar 4.7 Diagram Pencar antar Kuadrat galat dan peubah penjasas	44

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data Berat Badan Bayi	51
Lampiran 2. Program GPS1	52
Lampiran 3. Program GPS2	56
Lampiran 4. Program GPS3	60
Lampiran 5. Diagram Pencar Berat Badan Bayi dan Usia	64
Lampiran 6. Hasil pendugaan parameter pendekatan GPS linier satu titik knot ($\tau_1 = 5$)	66
Lampiran 7. Hasil pendugaan parameter pendekatan GPS linier dua titik knot ($\tau_1 = 5$ dan $\tau_2 = 9$)	67
Lampiran 8. Hasil pendugaan parameter pendekatan GPS linier tiga titik knot ($\tau_1 = 3$, $\tau_2 = 6$ dan $\tau_3 = 9$)	68
Lampiran 9. Hasil pendugaan parameter pendekatan GPS kuadratik satu titik knot ($\tau_1 = 11$)	69
Lampiran 10. Hasil pendugaan parameter pendekatan GPS kuadratik dua titik knot ($\tau_1 = 3$, $\tau_2 = 6$)	70
Lampiran 11. Hasil pendugaan parameter pendekatan GPS kuadratik tiga titik knot ($\tau_1 = 3$, $\tau_2 = 6$ dan $\tau_3 = 9$)	71
Lampiran 12. Hasil pendugaan parameter pendekatan GPS kubik satu titik knot ($\tau_1 = 11$)	72
Lampiran 13. Hasil pendugaan parameter pendekatan GPS kubik dua titik knot ($\tau_1 = 3$ dan $\tau_2 = 10$)	72
Lampiran 14. Hasil pendugaan parameter pendekatan GPS kubik tiga titik knot ($\tau_1 = 3$, $\tau_2 = 16$ dan $\tau_3 = 9$)	74

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

