

PENERAPAN *PARTIAL LEAST SQUARES REGRESSION* UNTUK MENDUGA KADAR GLUKOSA DARAH NON-INVASIF DENGAN PENDEKATAN LUAS DIBAGI JUMLAH TITIK

AINAINI SALSABILA



**DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Penerapan *Partial Least Squares Regression* untuk Menduga Kadar Glukosa Darah Non-Invasif dengan Pendekatan Luas Dibagi Jumlah Titik” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2024

Ainaini Salsabila
NIM G1401201055



ABSTRAK

AINAINI SALSABILA. Penerapan *Partial Least Squares Regression* Untuk Menduga Kadar Glukosa Darah Non-Invasif dengan Pendekatan Luas Dibagi Jumlah Titik. Dibimbing oleh ERFIANI dan SACHNAZ DESTA OKTARINA.

Diabetes mellitus adalah kelainan metabolisme pada tubuh manusia yang tidak dapat memproduksi atau menggunakan insulin dengan baik. Prevalensi diabetes mellitus di Indonesia diperkirakan akan terus meningkat. Data yang digunakan adalah data keluaran alat invasif sebagai peubah respon serta data keluaran alat non-invasif tahun 2019 terdiri dari 50 peubah bebas hasil pemilihan data puncak dan 25 peubah bebas hasil pemilihan data periode. Peubah bebas yang digunakan merupakan hasil peringkasan nilai di bawah grafik residu intensitas terhadap *time domain* serta jumlah titik yang ada. Alat non-invasif mengeluarkan data berupa spektrum residu intensitas dan *time domain*. Keluran alat non-invasif tersebut sangat beragam sehingga diperlukan metode peringkasan data untuk menyeragamkan jumlah peubah. Penelitian ini bertujuan melakukan pemilihan data berdasarkan puncak dan periode kemudian melakukan pendekatan beberapa peringkasan yakni peringkasan luas dan peringkasan ide baru yaitu luas dibagi jumlah titik. *Partial Least Squares Regression* digunakan untuk mengatasi masalah multikolinearitas pada data kalibrasi alat. Hasil penelitian ini diperoleh pemilihan data berdasarkan periode lebih tepat diterapkan pada data yang cenderung fluktuatif. Peringkasan luas dibagi jumlah titik memberikan pendugaan yang lebih akurat karena nilai rata-rata RMSEP lebih kecil pada sebagian besar skema pemodelan.

Kata kunci: glukosa darah, model kalibrasi, non-invasif, partial least squares regression

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ABSTRACT

AINAINI SALSABILA. Application of Partial Least Squares Regression to Estimate Blood Glucose Non-Invasive Using the Graph Area Summation Divided by the Number of Points. Supervised by ERFIANI and SACHNAZ DESTA OKTARINA.

Diabetes mellitus is a metabolic disorder in the human body that cannot produce or use insulin properly. The prevalence of diabetes mellitus in Indonesia is expected to continue to increase. The data used are invasive tool-output data as dependent variables and non-invasive tool-output data in 2019 consisting of 50 independent variables from peak data and 25 independent variables from period data. The independent variables used result from value residues below the intensity of the *time domain* and the number of points. Non-invasive tools produce spectrum data of intensity residue and time domains. The output of non-invasive tools is very diverse so data summation method is needed to homogenize the number of variables. This study aims to select data based on peaks and periods and then approach several summations of the graph area summation and the new idea of graph area summation divided by the number of points. Partial Least Squares regression addresses multicollinearity problems on calibration data. The research shows that the data selection based on periods is more appropriately applied to data that tends to fluctuate. The graph area summation divided by the number of points provides a more accurate estimate because of smaller RMSEP on most schemes modeling.

Keywords: blood glucose, calibration model, non-invasive, partial least squares regression



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PENERAPAN *PARTIAL LEAST SQUARES REGRESSION* UNTUK MENDUGA KADAR GLUKOSA DARAH NON-INVASIF DENGAN PENDEKATAN LUAS DIBAGI JUMLAH TITIK

AINAINI SALSABILA

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Statistika dan Sains Data

**DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:
Prof. Dr. Ir. Muhammad Nur Aidi, MS



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Judul Skripsi : Penerapan *Partial Least Squares Regression* untuk Menduga
Kadar Glukosa Darah Non-Invasif dengan Pendekatan Luas
Dibagi Jumlah Titik

Nama : Ainaini Salsabila
NIM : G1401201055

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Ir. Erfiani, M.Si

Pembimbing 2:
Sachnaz Desta Oktarina, S.Stat., M.Agr., Ph.D



Diketahui oleh

Ketua Departemen Statistika:
Dr. Bagus Sartono, S. Si., M.Si.
NIP. 197804112005011002

Tanggal Ujian:
18 Juli 2024

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Judul karya ilmiah yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan November 2023 sampai Juli 2024 ini ialah “Penerapan *Partial Least Squares Regression* untuk Menduga Kadar Glukosa Darah Non-Invasif dengan Pendekatan Luas Dibagi Jumlah Titik”. Karya ilmiah ini dapat terselesaikan berkat dukungan, saran, dan motivasi dari banyak pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam proses penyelesaian karya ilmiah ini diantaranya:

1. Ibu Dr. Ir. Erfiani, M.Si. dan Ibu Sachnaz Desta Oktarina, S.Stat., M.Agr., Ph.D. selaku dosen komisi pembimbing yang senantiasa memberi bimbingan, saran, arahan, dan waktunya dalam membantu penulis menyelesaikan penyusunan karya ilmiah ini.
2. Prof. Dr. Ir. Muhammad Nur Aidi, MS selaku dosen penguji luar komisi pembimbing yang telah memberikan saran dan masukan.
3. Seluruh dosen departemen statistika yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat kepada penulis selama perkuliahan dan juga staff administrasi yang membantu kelancaran dalam proses tugas akhir.
4. Orang tua penulis yaitu bapak Sjaiful Anam dan Ibu Riskijatin serta adik laki-laki penulis yaitu Aufa Fatah Majid yang telah memberikan doa, dukungan, dan kasih sayang.
5. Teman-teman Statistika angkatan 57 terutama Dusul, Ervina, April, Angel, Nanda, dan para sahabat penulis yaitu Gilang Pujiharti, Oksi Alhadi, dan Ita Rahmah Wati yang telah memberikan dukungan dan motivasi.
6. Seluruh pihak terkait yang telah membantu penulis yang tidak dapat dituliskan satu persatu.

Semoga karya ilmiah ini dapat bermanfaat bagi seluruh pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2024

Ainaini Salsabila



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xi
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Alat Pengukur Kadar Glukosa Darah Non-Invasif	3
2.2 <i>Partial Least Squares Regression (PLS-R)</i>	4
2.3 Ukuran Keباikan Model	6
METODE	7
3.1 Bahan dan Data	7
3.2 Prosedur Analisis Data	8
HASIL DAN PEMBAHASAN	12
4.1 Eksplorasi Data Kadar Glukosa Darah	12
4.2 Deskripsi Data Residu Intensitas	13
4.3 Eksplorasi Data Residu Intensitas	13
4.4 Pre-proses Data Residu Intensitas	15
4.5 Peringkasan Luas	16
4.6 Peringkasan Luas Dibagi Jumlah Titik	19
4.7 Analisis Pemodelan PLS-R	22
4.8 Ukuran Keباikan Pendugaan Seluruh Skema Pemodelan	23
SIMPULAN DAN SARAN	28
5.1 Simpulan	28
5.2 Saran	28
DAFTAR PUSTAKA	29
LAMPIRAN	31
RIWAYAT HIDUP	34

DAFTAR TABEL

1	Statistik data kadar glukosa darah responden	12
2	Hasil pengukuran kebaikan pendugaan pada seluruh pemodelan	27

DAFTAR GAMBAR

1	Cara kerja alat pengukur kadar glukosa darah non-invasif	3
2	Perhitungan luas di bawah grafik residu intensitas terhadap <i>time domain</i> berdasarkan (a) puncak, dan (b) periode	8
3	Perhitungan luas di bawah grafik residu intensitas terhadap <i>time domain</i> dibagi jumlah titik berdasarkan (a) puncak, dan (b) periode	9
4	Bagan alir penelitian	11
5	Diagram kotak garis data kadar glukosa darah responden	12
6	Perbandingan grafik salah satu responden dengan periode 1-10 dan periode 21-30	14
7	Perbandingan grafik dua responden berbeda dengan kadar glukosa darah sama 87 mg/dL untuk periode 26-30	14
8	Perbandingan grafik dua responden berbeda dengan kadar glukosa darah berbeda yaitu 87 mg/dL dan 235 mg/dL untuk periode 26-30	15
9	Ilustrasi perhitungan luas di bawah grafik residu intensitas terhadap <i>time domain</i> berdasarkan puncak	17
10	Ilustrasi perhitungan luas di bawah grafik residu intensitas terhadap <i>time domain</i> berdasarkan periode	18
11	Ilustrasi perhitungan luas dibagi jumlah titik di bawah grafik residu intensitas terhadap <i>time domain</i> berdasarkan puncak	20
12	Ilustrasi perhitungan luas dibagi jumlah titik di bawah grafik residu intensitas terhadap <i>time domain</i> berdasarkan periode	21
13	Plot rata-rata RMSEP salah satu peringkasan dalam 1500 kali pengacakan data	23
14	Plot validasi silang RMSEP penentuan jumlah komponen seluruh skema puncak pemodelan berdasarkan (a) Peringkasan Luas Puncak Seluruh Data, (b) Peringkasan Luas Puncak Tanpa Pencilan, (c) Peringkasan Luas Dibagi Jumlah Titik Puncak Seluruh Data, dan (d) Peringkasan Luas Dibagi Jumlah Titik Puncak Seluruh Data	24
15	Plot validasi silang RMSEP penentuan jumlah komponen seluruh skema periode pemodelan berdasarkan (a) Peringkasan Luas Periode Seluruh Data, (b) Peringkasan Luas Periode Tanpa Pencilan, (c) Peringkasan Luas Dibagi Jumlah Titik Periode Seluruh Data, dan (d) Peringkasan Luas Dibagi Jumlah Titik Periode Seluruh Data	26



DAFTAR LAMPIRAN

1	Lampiran 1 Nilai VIF peubah bebas (X) dari peringkasan luas puncak	32
2	Lampiran 2 Nilai VIF peubah bebas (X) dari peringkasan luas periode	32
3	Lampiran 3 Nilai VIF peubah bebas (X) dari peringkasan luas dibagi jumlah titik puncak	32
4	Lampiran 4 Nilai VIF peubah bebas (X) dari peringkasan luas dibagi jumlah titik periode	33
5	Lampiran 5 Jumlah komponen yang diperlukan pada seluruh skema pemodelan	33

Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.