



FORUM STATISTIKA DAN KOMPUTASI

Vol. 6 No. 1 April 2001

Implementing Bayesian Inference Using MCMC on MINITAB	Nur Iriawan	1 - 6
Perluasan Kueri Menggunakan Peluang Bersyarat <i>(Query Expansion using Conditional Probability)</i>	Julio Adisantoso	7 - 13
Analisis Data Longitudinal dengan Metode Regresi Berstruktur Pohon <i>(Khusus Penyakit Kencing Manis)</i>	Hazmira Yozza Siswadi Budi Suharjo	14 - 21
Transformasi BOX-COX untuk Kenormalan Komponen Utama <i>(Kasus Beberapa Data Pertanian)</i>	Hanny A.H. Komalig Siswadi Budi Suharjo Aji Hamim Wigena	22 - 26
Metode AMMI Pada Model Campuran	Suardi Ahmad Ansori Mattjik Budi Susetyo	27 - 34

Jurusan Statistika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Pertanian Bogor
Bogor, Indonesia

FORUM STATISTIKA DAN KOMPUTASI

PENANGGUNG JAWAB

Ketua Jurusan Statistika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Pertanian Bogor

EDITOR PELAKSANA

Ir. Hari Wijayanto, MS
Ir. Aji Hamim Wigena, MSc
Ir. Anang Kurnia, MSi
Anwar Fitrianto, SSi
Bagus Sartono, SSi

TIM PENELAAH

Dr. Ir. Khairil A. Notodiputro
Prof. Dr. Barizi, MES
Dr. Ir. Aunuddin
Dr. Ir. Budi Susetyo
Dr. Ir. Bambang Juanda
Dr. Ir. Asep Saefuddin, MSc

PEMASARAN

Dra. Itasia Dina Sulvianti, MSi
Ir. Erfiani, MSi

ADMINISTRASI DAN KEUANGAN

Ir. I Made Sumertajaya, MSi

ISSN

0853-8115

ALAMAT

Divisi Pengembangan Statistika dan Komputasi
Jurusan Statistika FMIPA-IPB
Jalan Raya Pajajaran, Bogor
Telp. (0251) 313023, 379830
Fax. (0251) 381807
e-mail:statistika@fmipa.ipb.ac.id

Forum Statistika dan Komputasi diterbitkan berkala dua kali setahun yang memuat tulisan ilmiah yang berhubungan dengan bidang Statistika yang berasal dari dalam dan luar lingkungan Institut Pertanian Bogor. Tulisan ilmiah dapat berupa hasil penelitian, bahasan tentang metodologi, komputasi, tulisan populer dan tinjauan buku.

Analisis Data Longitudinal dengan Metode Regresi Berstruktur Pohon (Kasus Penyakit Kencing Manis)¹

Hazmira Yoza², Siswadi³ dan Budi Suharjo³

Abstract

This research aimed to analyze longitudinal data after a tree-structure regression method being applied to the data, to group some objects with the same response profile. The comparison of mean profile of all groups is also shown, as well as the comparison of each group's data with ungrouped data. The analyzed longitudinal response data are the glucose content of diabetes patients who cured in M. Jamil Hospital, Padang. Explanatory variables which assumed as the ones those have contribution to the response value are age, sex, relative body weight, kind of diabetes mellitus, complication, the recorded length of symptoms appearance and calorie content of patient's diet. The best tree of glucose content has six terminal nodes, so that based on the the glucose content profile, diabetes patient can be classified into six groups. The classification is based on the variables of kind of diabetes mellitus, age, complication and relative body weight. The comparison applied to confidence band of glucose content mean shows that the groups have different mean glucose content. Futhermore, it is obvious that the grouped and ungrouped data have different mean of glucose content profile. It is also shown that patients who have recognized diabetes without complication and with neuropati perifer have possibility of increase of glucose content during the curing period. For other group, the treatment given gives results as expected.

Key words : Longitudinal data, Tree-structure regression, Diabetes mellitus

PENDAHULUAN

Data longitudinal adalah data yang diperoleh melalui suatu pengamatan berulang yang dilakukan terhadap sejumlah objek. Data semacam ini banyak muncul di berbagai bidang misalnya kedokteran, pertanian dan ekonomi. Kebanyakan studi longitudinal dirancang untuk mengetahui nilai tengah respons sebagai fungsi dari waktu, dengan tetap memperhatikan peranan dari peubah penjas. Saat ini terdapat beberapa metode untuk menduga nilai tengah respons, baik secara parametrik maupun secara non-parametrik.

Dalam analisis data longitudinal perlu dipertimbangkan adanya kemungkinan pengelompokan profil nilai tengah respons. Adanya pengelompokan dimungkinkan dengan adanya kesamaan nilai peubah penjas yang mempengaruhi profil nilai tengah respons tersebut. Kesamaan nilai peubah penjas sendiri mungkin bersifat alami, mungkin pula diadakan melalui pemberian perlakuan terhadap objek pengamatan. Dalam

kondisi ini, pendekatan yang direkomendasikan oleh Diggle *et al.* (1995) untuk menentukan nilai tengah respons adalah dengan membentuk model yang terpisah dari beberapa kelompok data longitudinal. Dengan pengelompokan, diharapkan akan diperoleh penduga profil nilai tengah respons yang lebih homogen dengan tingkat akurasi yang tinggi

Bila data diperoleh dari suatu percobaan, pembentukan model dengan pendekatan seperti ini tidak sulit dilakukan karena kelompok langsung dapat ditentukan berdasarkan kombinasi dari taraf faktor-faktor pada percobaan tersebut. Masalah pengelompokan ini muncul dengan semakin banyaknya faktor dan taraf faktor yang terlibat. Dalam keadaan demikian, sudah tentu akan semakin banyak pula kelompok yang terbentuk. Masalah pengelompokan ini menjadi semakin sulit dilakukan bila data mengandung satu atau lebih peubah penjas yang kontinu, karena sulit menentukan titik batas pengelompokan.

¹ Sebagian dari tesis S₂ penulis pertama

² Dosen Jurusan Matematika FMIPA Unand

³ Dosen Jurusan Matematika, FMIPA IPB

Metode berstruktur pohon adalah suatu metode pengelompokan yang dapat digunakan dalam kondisi dimana data memiliki peubah penjelas dari semua skala pengukuran. Metode ini dapat digunakan untuk memisahkan objek-objek pengamatan ke dalam kelompok-kelompok yang berarti dalam berbagai konteks seperti regresi, klasifikasi dan analisis data ketahanan hidup.

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Menentukan pengelompokan suatu data longitudinal yang memiliki peubah penjelas baik yang berskala nominal, ordinal maupun peubah penjelas yang kontinu dengan menggunakan regresi berstruktur pohon.
2. Memeriksa kesamaan profil nilai tengah respons kelompok yang terbentuk dengan profil nilai tengah respons yang diduga dari keseluruhan data.

STUDI LONGITUDINAL

Studi longitudinal adalah suatu studi dimana suatu objek pengamatan diukur secara berulang kali dari waktu ke waktu. Studi semacam ini banyak muncul di berbagai bidang. Di bidang kedokteran studi ini dilakukan terhadap pengukuran kadar gula darah atau tekanan darah yang diamati pada berbagai waktu. Studi ini sangat efektif sekali untuk mempelajari pengaruh waktu terhadap suatu karakteristik tertentu.

Dalam kebanyakan studi longitudinal, tujuan utama analisis adalah untuk mengetahui nilai tengah respons yang dinyatakan sebagai fungsi dari waktu. Karena pengukuran yang dilakukan terhadap suatu objek biasanya saling berkorelasi, maka struktur koragam dari pengukuran-pengukuran tersebut harus dimasukkan di dalam analisis.

Secara umum, himpunan data longitudinal dituliskan sebagai :

$$(y_{ij}, t_{ij}) \quad i = 1, 2, \dots, m ; j = 1, 2, \dots, n_i$$

dimana :

y_{ij} adalah pengukuran ke j (dari n_i pengukuran) terhadap objek ke i (dari m objek)

t_{ij} adalah waktu pada saat pengukuran y_{ij} tersebut dibuat.

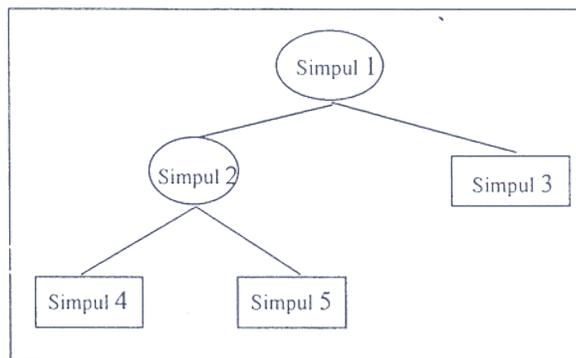
Diasumsikan bahwa y_{ij} adalah realisasi dari peubah acak $Y_i(t_{ij})$, $i=1, 2, \dots, m$ dimana $\{Y_i(t); t \in \mathcal{R}\}$ adalah m proses acak Gauss yang saling bebas dengan fungsi nilai rata-rata $\mu_i(t) = E[Y_i(t)]$, ragam $\text{Var}(Y_i(t)) = \sigma_i^2(t)$ dan fungsi koragam $G_i(s, t) = \text{cov}\{Y_i(s), Y_i(t)\}$.

Pendugaan yang dilakukan pada analisis longitudinal ini meliputi pendugaan nilai tengah respons

dan struktur koragam. Pendugaan tersebut dapat dilakukan secara (1) parametrik yaitu dengan metode regresi kuadrat terkecil terboboti, metode kemungkinan maksimum atau metode kemungkinan maksimum terbatas, dan secara (2) non-parametrik melalui berbagai metode pemulusan, seperti pemulusan LOWESS (Cleveland, 1976).

REGRESI STRUKTUR POHON (Breiman *et al.*, 1993)

Analog dengan regresi linear, metode ini digunakan untuk mengetahui pengaruh dari peubah penjelas terhadap respons. Namun pada metode ini pengaruh dari peubah penjelas serta pendugaan respons dilakukan pada kelompok-kelompok pengamatan yang ditentukan berdasarkan peubah-peubah penjelasnya. Struktur pohon pada metode ini diperoleh melalui suatu algoritma penyekatan rekursif terhadap ruang peubah penjelas X . Penyekatan dimulai dengan menyekat peubah penjelas menjadi dua anak gugus (disebut simpul). Selanjutnya setiap simpul ini disekat lagi menjadi dua anak simpul baru. Proses ini diulang sampai diperoleh sekatan yang berdasarkan suatu aturan tertentu tidak dapat disekat lebih lanjut. Melalui proses ini, diperoleh sekatan-sekatan dengan respons yang lebih homogen dalam tiap-tiap sekatan. Hasilnya direpresentasikan dalam suatu struktur pohon seperti pada Gambar 1.



Gambar Struktur Pohon Regresi

Algoritma Pohon Regresi

Pohon regresi dibentuk melalui penyekatan data pada tiap simpul menjadi dua anak simpul, kiri dan kanan. Proses penyekatan terhadap suatu simpul dilakukan dengan aturan penyekatan sebagai berikut. Misalkan terdapat p peubah penjelas, X_1, X_2, \dots, X_p dan satu peubah respons kontinu.

1. Tentukan semua sekatan yang mungkin untuk semua peubah penjelas. Sekatan yang mungkin ditentukan dengan terlebih dahulu mendefinisikan suatu himpunan pertanyaan dikotomis Q . Untuk peubah kontinu atau ordinal, pertanyaan tersebut dibakukan

dalam bentuk “Apakah $X_i \leq c$ ”, dimana c adalah nilai tengah dari dua nilai X_i yang berbeda dan berurutan. Untuk peubah nominal yang bernilai $b \in \{b_1, b_2, \dots, b_L\}$, pertanyaan berbentuk “Apakah $x_i \in B$ ” di-mana B merupakan semua himpunan bagian dari $\{b_1, b_2, \dots, b_L\}$.

Pilih sekat yang *terbaik* dari kumpulan sekat tersebut dan sekat simpul tersebut, menjadi dua anak simpul. Sekat *terbaik* dipilih berdasarkan suatu fungsi penyekatan yang dapat dievaluasi pada setiap sekat s dan pada setiap simpul g yang akan diseekat menjadi simpul g_L dan g_R . Untuk data longitudinal fungsi penyekatan yang digunakan adalah :

$$\phi(s, g) = R(g) - R(g_L) - R(g_R) \quad \dots (1)$$

dengan :

$$R(g) = \sum_{i \in g} (y_i - \mu(t))' V(t, \theta)^{-1} (y_i - \mu(t))$$

dimana :

- y_i adalah vektor respons dari objek ke- i
- $\mu(g)$ adalah vektor nilai tengah respons dari objek-objek pada suatu simpul g
- $V(\theta, g)$ adalah matriks kovarians dari model bagi simpul g , dimana matriks ini merupakan fungsi dari θ (Segal, 1992).

Sekat terbaik s^* adalah sekat yang memenuhi kriteria: $\phi(s^*, g) = \max_{s \in \Omega} \phi(s, g)$ dimana Ω adalah himpunan semua sekat s yang mungkin pada simpul g .

Selanjutnya, kedua anak simpul yang terbentuk akan menjadi simpul induk baru. Algoritma pembentukan struktur pohon ini dilakukan sampai dipenuhi suatu aturan penghentian tertentu. Aturan yang sering dijadikan aturan penghentian adalah banyak amatan minimum pada setiap simpul akhir, N_{\min} atau ambang batas dari nilai fungsi penyekatan $\phi(s, g)$.

Penentuan Ukuran Pohon

Suatu aspek yang penting pada metode pohon regresi adalah penentuan ukuran pohon yang layak. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan keseimbangan antara tingkat kesalahan prediksi dengan biaya yang muncul akibat kerumitan struktur pohon yang terbentuk. Ukuran pohon yang layak ditentukan melalui suatu proses pemangkasan terhadap pohon yang terbentuk. Proses ini dimulai dengan membentuk suatu pohon berukuran besar melalui prosedur penyekatan, di-namakan G_1 . Selanjutnya, secara iteratif pohon yang besar ini akan dipangkas menjadi pohon yang lebih kecil dan tersarang. Prosedur pemangkasan dilakukan berdasarkan suatu ukuran biaya-kompleksitas. Untuk sembarang G yang merupakan subpohon dari G_1 , didefinisikan ukuran biaya-kompleksitas $R_\alpha(G)$ sebagai :

$$R_\alpha(G) = R(G) + \alpha |\tilde{G}| \quad \dots (2)$$

dimana $\alpha \geq 0$ adalah parameter kompleksitas yang dapat dipandang sebagai biaya untuk satu simpul akhir pada subpohon G tersebut. \tilde{G} adalah gugus simpul akhir pada subpohon G dan $|\tilde{G}|$ adalah banyak simpul akhir pada subpohon G . $R(G)$ didefinisikan sebagai :

$$R(G) = \sum_{g \in \tilde{G}} R(g') \quad \dots (3)$$

dengan $R(g')$ adalah jumlah kuadrat sisaan pada simpul tunggal g' .

Inti dari pemangkasan biaya kompleksitas minimum ini adalah pemotongan jalur terlemah. Untuk setiap simpul dalam g , didefinisikan fungsi:

$$h_1(g) = \begin{cases} \frac{R(g) - R(G_g)}{|\tilde{G}| - 1} & g \notin \tilde{G} \\ +\infty & g \in \tilde{G} \end{cases} \quad \dots (4)$$

dimana G_g adalah anak cabang dari G_1 yang memiliki simpul utama g .

Jalur terlemah dalam G_1 , dilambangkan dengan \bar{g}_1 , adalah simpul yang memenuhi kriteria :

$$h_1(\bar{g}_1) = \min_{g \in G_1} h_1(g) \quad \dots (5)$$

dengan nilai parameter kompleksitas :

$$\alpha_1 = h_1(\bar{g}_1) \quad \dots (6)$$

Selanjutnya, dibentuk pohon baru G_2 dengan cara memangkas cabang $G_{\bar{g}_1}$ yaitu cabang dalam G_1 yang memiliki simpul utama $\{\bar{g}_1\}$.

Dengan prosedur sama, ditentukan jalur terlemah dalam G_2 dan seterusnya. Hasilnya adalah sekuens subpohon $\{G_1, G_2, \dots, \{g_i\}\}$ dalam hubungan $G_1 > G_2 > \dots > \{g_i\}$ dan $\{\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots\}$ dalam hubungan $\alpha_1 = 0, \alpha_2 < \alpha_3 < \alpha_4 < \dots$

Langkah terakhir adalah pemilihan pohon terbaik di antara sekuens subpohon tersebut. Dalam pemilihan pohon terbaik ini, diperkenalkan istilah *dugaan jujur* bagi $R(G)$. Ada dua dugaan jujur yaitu *dugaan contoh uji*, $R^{TS}(G)$ dan *dugaan validasi-silang* $R^{cv}(G)$.

Dugaan validasi-silang lipat- v dibentuk dengan membagi amatan induk L menjadi v bagian, masing-masingnya dilambangkan dengan L_1, L_2, \dots, L_v . *Learning sample* ke- v , $L^{-v} = L - L_v$, $v = 1, 2, \dots, v$, digunakan untuk membentuk sekuens pohon $\{G_k^{-v}\}$ dan sekuens $\{\alpha_k^{-v}\}$. Kemudian gunakan amatan induk L untuk membentuk sekuens pohon $\{G_k\}$ dan sekuens $\{\alpha_k\}$. Penduga validasi-silang bagi $R(G_k)$ adalah :

$$R^{cv}(G_k) = \frac{1}{n} \sum_{v=1}^v \sum_{(x_i, y_i) \in L_v} [y_i - \hat{y}_k^{-v}(x_i)]^2 \quad (7)$$

dimana $\hat{y}_k^{-v}(x_i)$ adalah dugaan respons dari amatan ke- i yang bersesuaian dengan α_k yang dibentuk oleh *learning sample* ke- v dan n adalah banyak objek. Pohon terbaik adalah pohon dengan R^{CV} terkecil.

DATA DAN METODE

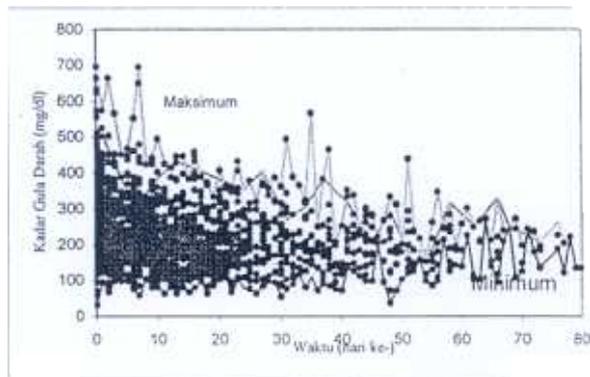
Peubah respons yang digunakan pada penelitian ini adalah kadar gula darah acak penderita kencing manis yang dirawat di RS Dr. M. Djamil Padang. Peubah penjelas yang diamati adalah: umur, jenis kelamin, bobot badan relatif yang di-dapat dari $BBR = BB / (TB - 100) \times 100\%$ (BB =bobot badan; TB = tinggi badan), jenis kencing manis (sudah dikenal terkontrol, sudah dikenal tidak terkontrol dan baru dikenal), komplikasi, lama gejala muncul sampai penderita dirawat di rumah sakit dan jumlah kalori dalam diet penderita.

Penelitian ini dilakukan dalam tiga tahap utama, yaitu :

1. Pembentukan pohon regresi berstruktur besar dengan suatu algoritma penyekatan. Aturan penghentian yang digunakan adalah $N_{min} = 5$, sebagaimana yang dilakukan Segal (1992). Pendugaan profil nilai tengah dan struktur koragam akan dilakukan dengan menggunakan pe-mulusan LOWESS.
2. Penentuan pohon berukuran layak dengan menggunakan algoritma pemangkasan.
3. Perbandingan profil nilai tengah masing-masing kelompok dengan data tanpa pengelompokan. Perbandingan tersebut dilakukan dengan membandingkan pita kepercayaan mendekati 95% yang dibentuk bagi setiap kelompok.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran umum dari peubah-peubah penjelas dapat dilihat pada Lampiran 1 dan 2.

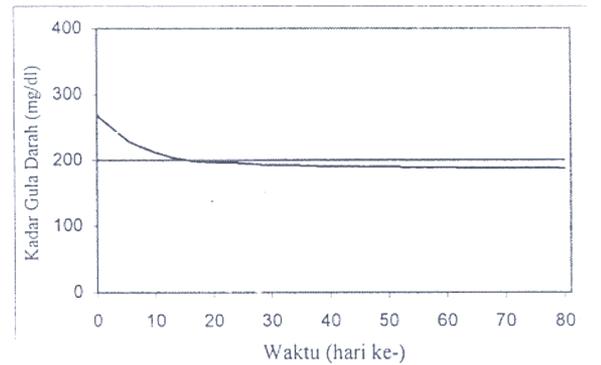


Gambar 2. Diagram pencar dan Garis Profil Kadar Gula Darah

Pengamatan kadar gula darah dilakukan dari waktu ke waktu (selama 80 hari) terhadap 201 penderita penyakit kencing manis. Banyaknya pengamatan untuk setiap pasien berkisar antara 5 sampai 21 pengamatan dengan median 8 pengamatan dan total 1654 pengamatan.

Pada Gambar 2 disajikan diagram pencar gula darah terhadap waktu serta diagram garis profil gula darah dari objek-objek terpilih.

Pada Gambar 3 tersaji pendugaan profil nilai tengah gula darah dari keseluruhan objek yang diperoleh melalui pemulusan LOWESS.

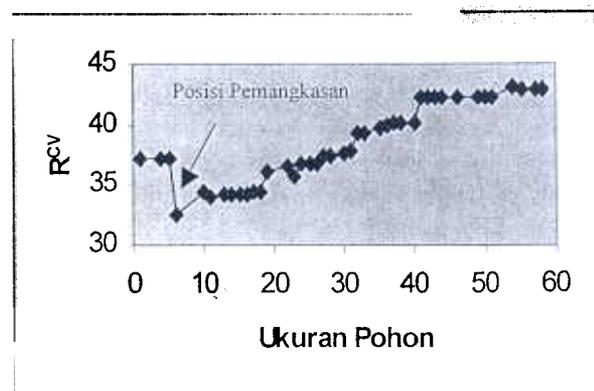


Gambar 3. Dugaan Profil Kadar Gula Darah

Secara rata-rata terlihat bahwa pada awal perawatan, kadar gula darah berada di atas nilai 200 mg/dl. Kadar gula darah ini kemudian turun mendekati posisi normal dan pada hari pengamatan hari ke-17 stabil di sekitar nilai 187 mg/dl.

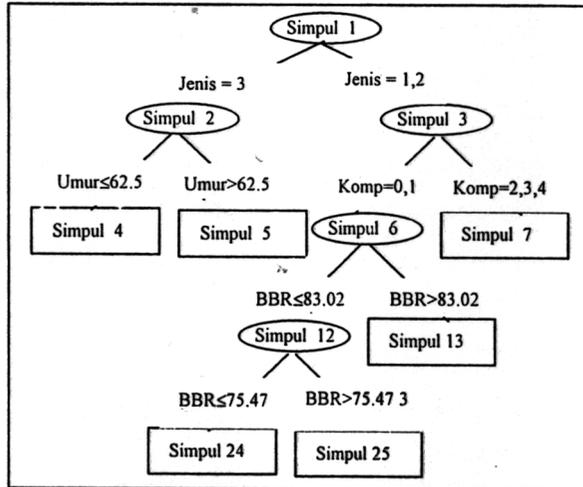
Pohon Regresi dan Pendugaan Profil Nilai Tengah Kadar Gula Darah

Pohon regresi awal memiliki struktur yang cukup besar dengan 59 simpul. Secara umum, ke-seluruhan peubah muncul sebagai peubah penye-kat. Proses pemangkasan yang dilakukan untuk menentukan ukuran yang terbaik bagi pohon regresi yang akan dibentuk menghasilkan plot R^{CV} vs ukuran pohon sebagai berikut.



Gambar 4. Plot R^{CV} terhadap ukuran pohon

Terlihat, bahwa nilai R^{CV} minimum didapat pada ukuran pohon = 6. Dengan demikian, pohon regresi terbaik adalah pohon regresi dengan enam simpul akhir. Pohon regresi yang dihasilkan dengan strategi pemangkasan tersebut disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Pohon Regresi Terbaik

Keterangan gambar:

- Jenis : 1=sudah dikenal terkontrol, 2 = sudah dikenal tidak terkontrol, 3=baru dikenal
- Komplikasi : 0=tanpa komplikasi, 1=*neuropati perifer*, 2=*nefropati diabetik*, 3=*retinopati diabetik*, 4= *ulkus/gangren*

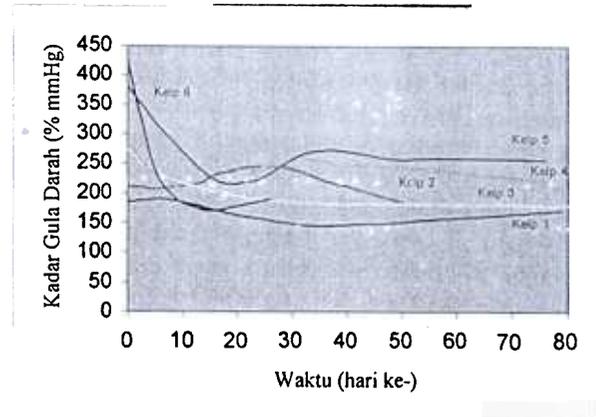
Peubah jenis kencing manis adalah peubah yang paling berpengaruh terhadap pembentukan kelompok yang memisahkan pasien ke dalam dua kelompok, yaitu kelompok dengan penyakit kencing manis yang baru dikenal (simpul 2) dan sudah dikenal (simpul 3). Peubah berikutnya yang berpengaruh secara lokal pada simpul 2 adalah umur, sedangkan peubah yang berpengaruh secara lokal pada simpul 3 adalah komplikasi dan bobot badan relatif. Karakteristik dari kelompok yang terbentuk adalah :

1. Pasien dengan penyakit kencing manis baru dikenal dan umur ≤ 62.5 tahun (simpul 4)
2. Pasien dengan penyakit kencing manis baru dikenal dan umur > 62.5 tahun (simpul 5)
3. Pasien dengan penyakit kencing manis sudah dikenal dengan komplikasi *nefropati diabetik*, *retinopati diabetik*, *ulkus/gangren* (simpul 7)
4. Pasien dengan penyakit kencing manis yang sudah dikenal tanpa komplikasi dan dengan komplikasi *neuropati perifer* yang memiliki $BBR > 83.02\%$ (simpul 13)
5. Pasien dengan penyakit kencing manis yang sudah dikenal tanpa komplikasi dan dengan komplikasi

neuropati perifer yang memiliki $BBR \leq 75.47\%$ (simpul 24)

6. Pasien dengan penyakit kencing manis sudah dikenal tanpa komplikasi dan dengan komplikasi *neuropati perifer* dengan BBR antara 75.47% dan 83.02% (simpul 25).

Dugaan profil nilai tengah kadar gula darah keenam kelompok tersaji pada Gambar 6.



Gambar 6. Dugaan Profil Nilai Tengah Kadar Gula Darah

Bila diperhatikan, kelompok yang diketahui baru menderita penyakit kencing manis (kelompok 1 dan 2), di awal masa perawatan memiliki kadar gula darah yang relatif lebih rendah dibandingkan kelompok yang sudah lama diketahui menderita penyakit tersebut (kelompok 3, 4, 5 dan 6). Selain itu dapat dilihat juga bahwa di awal masa perawatan, kadar gula darah dari kelompok yang baru menderita penyakit kencing manis ini, terutama kelompok 1, secara rata-rata memiliki kadar gula darah yang tidak terlalu tinggi, kemudian secara berangsur-angsur turun. Kelompok 1 dan 2 yang karakteristiknya hanya dibedakan oleh usia, memperlihatkan gambaran profil kadar gula darah yang cukup berbeda. Untuk kelompok 1, terlihat bahwa secara rata-rata kadar gula darah pasien pada kelompok tersebut selalu berada di bawah nilai 200 mg/dl. Berbeda dengan gambaran tersebut, untuk kelompok 2 kadar gula darah pasien di awal masa perawatan berada di atas nilai 200 mg/dl. Pada hari-hari berikutnya terlihat adalah kenaikan kadar gula darah, namun kemudian turun lagi sampai akhirnya berada di bawah batas 200 mg/dl.

Pada masa awal perawatan, nilai tengah kadar gula darah dari kelompok 3 berada di atas kadar gula darah normal, kemudian setelah mendapatkan perawatan, kadar gula darah kelompok ini memperlihatkan kecenderungan menurun dan stabil sampai pada masa akhir perawatan. Seperti halnya kelompok 3, kelompok pasien penderita penyakit kencing manis yang sudah dikenal tanpa komplikasi dan dengan komplikasi

neuropati perifer dengan BBR kurang dari 75.47% (kelompok 4) dan dengan BBR 83.02 % (kelompok 5) juga memiliki nilai tengah gula darah yang tinggi pada awal masa perawatan, dengan kadar gula darah yang relatif lebih tinggi pada kelompok 5. Selama masa perawatan, kadar gula darah kedua kelompok ini turun untuk kemudian naik lagi ke atas nilai 200 mg/dl. Laju penurunan kadar gula darah pada kelompok 5 lebih cepat jika dibandingkan dengan laju penurunan kadar gula darah pada kelompok 4. Namun sekitar hari ke-15 untuk kelompok 4 dan sekitar hari ke-20 untuk kelompok 5, kadar gula darah kedua kelompok ini memperlihatkan kecenderungan naik lagi. Sampai hari-hari terakhir masa perawatan, nilai tengah kadar gula darah pasien pada kedua kelompok tersebut belum mencapai batas 200 mg/dl.

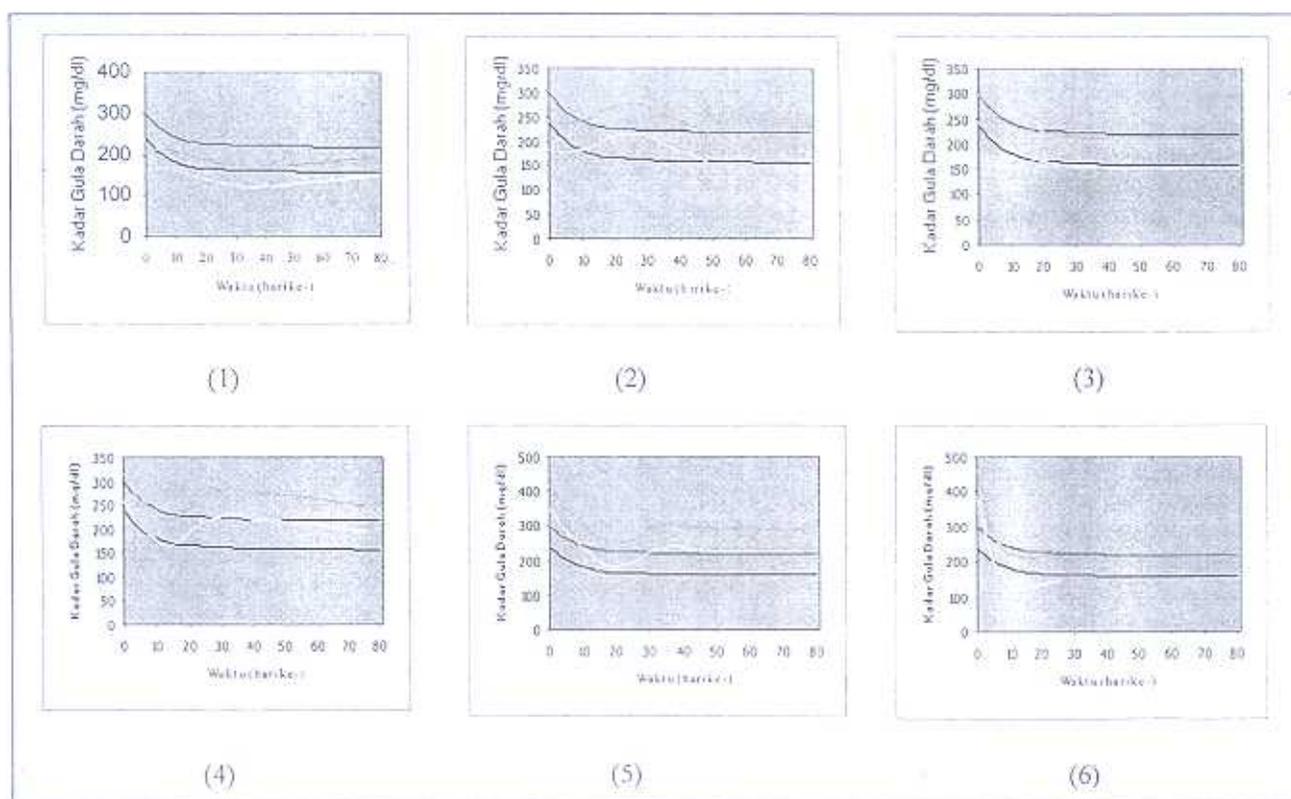
Kelompok terakhir, yaitu kelompok dengan komplikasi *neuropati perifer* dan tanpa komplikasi dengan BBR di antara 75.47 % dan 83.02 % memiliki kadar gula darah yang paling tinggi di antara kelompok-kelompok lain, namun secara cepat kadar gula darah kelompok ini turun ke posisi normal kadar gula darah. Namun demikian, untuk waktu-waktu berikutnya, terlihat adanya kemungkinan terjadinya kenaikan kadar gula darah pasien pada kelompok ini

Profil Nilai Tengah Data Dengan dan Tanpa Pengelompokan

Perbandingan profil kadar gula darah keenam kelompok dengan profil kadar gula darah yang diperoleh tanpa pengelompokan tersaji pada Gambar 7-1 sampai 7-6.

Dari gambar tersebut terlihat bahwa kelompok yang berbeda profil nilai tengah kadar gula darahnya dengan profil nilai tengah kadar gula darah tanpa pengelompokan adalah kelompok pasien penyakit kencing manis baru dikenal berumur kurang dari 62.5 tahun (kelompok 1) dan kelompok pasien penyakit kencing manis sudah dikenal tanpa komplikasi dan dengan komplikasi *neuropati perifer* (kelompok 4, 5 dan 6). Perbedaan tersebut terjadi di awal masa perawatan, kecuali untuk kelompok 4 dimana perbedaan tersebut dijumpai disekitar hari ke 30 - hari ke 40. Pada kelompok 5, perbedaan ti-dak hanya ditemui di awal masa perawatan, tetapi juga di pertengahan masa perawatan sampai akhir masa perawatan.

Melalui serangkaian pengobatan yang dilakukan terhadap pasien, diharapkan selama masa perawatan terjadi penurunan kadar gula darah dan terlihat adanya kecenderungan kadar gula darah akan berada pada posisi normal. Gambaran seperti itu terlihat pada profil nilai tengah kadar gula darah yang didapat tanpa melakukan pengelompokan.



Gambar 7. Perbandingan Profil Nilai Tengah Data Dengan dan Tanpa Pengelompokan

Namun setelah dilakukan pengelompokan ternyata hanya ada dua kelompok yang secara statistika memiliki profil nilai tengah yang sama dengan profil nilai tengah tanpa pengelompokan. Di samping itu, terdapat juga satu kelompok, yaitu kelompok 1, yang meskipun tidak memiliki profil nilai tengah kadar gula darah yang sama dengan profil nilai tengah tanpa pengelompokan, tetapi memiliki profil nilai tengah seperti yang diharapkan. Dapat dikatakan, bahwa untuk kelompok-kelompok tersebut, pengobatan yang diberikan pada saat ini sudah memberikan hasil seperti yang ingin dicapai.

Gambaran sebaliknya terlihat pada profil nilai tengah kadar gula darah kelompok 4 dan 5 serta kemungkinan kelompok 6. Pada kelompok ini terdapat suatu masa dimana kadar gula darah pasien kembali naik, dan punya kecenderungan untuk tetap berada di atas batas 200 mg/dl. Agar kondisi tersebut dapat dihindarkan, maka, seyogyanya pihak rumah sakit memberikan perhatian khusus pada pasien pada kelompok ini. Selain itu, harus ditemukan juga faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya kenaikan kadar gula darah tersebut.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pohon regresi kadar gula darah yang terbaik yang dihasilkan melalui prosedur regresi berstruktur pohon memiliki enam simpul akhir, se-hingga berdasarkan profil gula darahnya, pasien penyakit kencing manis dapat dikelompokkan menjadi enam kelompok. Peubah yang berpengaruh terhadap penentuan kelompok tersebut adalah jenis penyakit kencing manis, umur, komplikasi dan bobot badan relatif. Karakteristik dari keenam kelompok tersebut adalah :
 - a) Pasien penyakit kencing manis baru dikenal dan umur ≤ 62.5 tahun
 - b) Pasien penyakit kencing manis baru dikenal dan umur > 62.5 tahun
 - c) Pasien penyakit kencing manis sudah dikenal dengan komplikasi *nefropati diabetik, retinopati diabetik dan ulkus /gangren*
 - d) Pasien penyakit kencing manis sudah dikenal tanpa komplikasi dan dengan komplikasi *neuropati perifer* yang memiliki BBR lebih dari 83.02%.
 - e) Pasien penyakit kencing manis sudah dikenal tanpa komplikasi dan dengan komplikasi *neuropati perifer* yang memiliki BBR kurang dari 75.47 %
 - f) Pasien penyakit kencing manis sudah dikenal tanpa komplikasi dan dengan komplikasi

neuropati perifer yang memiliki BBR antara 75.47 % dan 83.02%

2. Perawatan yang dilakukan terhadap pasien kelompok 1,2 dan 3 telah memperlihatkan hasil seperti yang diinginkan. Untuk kelompok lainnya masih terdapat kemungkinan naiknya kadar gula darah selama masa perawatan.
3. Untuk kasus data pasien penderita penyakit kencing manis ini, metode regresi berstruktur pohon dapat digunakan untuk membentuk kelompok-kelompok yang memiliki profil nilai tengah kadar gula darah yang berbeda dengan profil nilai tengah kadar gula darah data tanpa pengelompokan.

DAFTAR PUSTAKA

- Breimen, L., J.H. Friedman, R.A. Olshen & C.J. Stone. 1993. *Classification and Regression Trees*. Chapman and Hall. New York.
- Cleveland, W.S. Robust Locally Weighted Regression and Smoothing Scatterplots. *JASA* 74 : 829 – 836.
- Diggle P.J, K.Y.Liang & S.L.Zeger. 1995. *Analysis of Longitudinal Data*. Clarendon Press. Oxford.
- Diggle P.J & A.Verbyla. 1998. Nonparametric Estimation of Covariance Structure. *Biometrics* 54 : 401 – 415.
- Segal, M.R. 1992. Tree-structure Methods for Longitudinal Data. *JASA* 87 : p.407 – 418.



Lampiran Gambaran Umum Peubah Ordinal dan Kontinu dalam Analisis

Peubah	Data hilang	Rataan	Median	Simp. baku	Min	Max	Jangkauan
Umur (tahun)	0	55.64	56.00	10.75	18.00	77.00	59.00
Bobot badan relatif (% kg/cm)	9	91.96	90.69	17.96	60.34	169.39	109.05
Lama (hari)	16	64.26	30.00	102.19	1.00	730.00	729.00
Diet <i>Diabetes Mellitus</i>	3		5		3	8	5

Lampiran 2. Gambaran Umum Peubah-peubah Nominal dalam Analisis

Peubah / kategori	Banyak	Persentase
Jenis kelamin		
Perempuan	112	55.7
Laki-laki	88	43.8
Jenis penyakit		
NIDDM sudah dikenal terkontrol	79	39.3
NIDDM sudah dikenal tidak terkontrol	82	40.8
NIDDM baru dikenal	40	19.9
Komplikasi		
Tanda komplikasi	30	14.9
<i>Neuropati perifer</i>	50	24.9
<i>Nefropati diabetik</i>	43	21.4
<i>Retinopati diabetik</i>	32	15.9
<i>Ulkus / gangren</i>	42	20.9