

Model Matematika Sebagai Kecerdasan Buatan dalam Memprediksi Lama Rawatan Pasien Diabetes Melitus dengan Hipoglikemia

Hendra Zufry^{1*}, Krishna W. Sucipto¹, Agustia Sukri Ekadamayanti¹

¹Divisi Endokrinologi, Metabolik, dan Diabetes Bagian/KSM Ilmu Penyakit Dalam Fakultas Kedokteran Universitas Syiah Kuala/RSUDZA

*Email: Hendra_zufry@unsyiah.ac.id

Abstrak

Diabetes Melitus (DM) adalah *burden disease* yang menjadi beban kesehatan global. Komplikasi akut yang sering terjadi adalah hipoglikemia. Hipoglikemia pada pasien diabetes yang dirawat berhubungan dengan peningkatan lama rawatan (*Length of Stay/LOS*) mortalitas, dan biaya. Pasien dengan penyerta sering tidak sesuai dengan *clinical pathway*, sehingga dibutuhkan model matematika yang memperkirakan lama rawatan sehingga dapat diperkirakan sumber daya yang diperlukan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memformulasikan suatu model matematika yang memprediksi LOS pasien hipoglikemia yang dirawat dengan berbagai kondisi. Penelitian ini adalah penelitian kohort retrospektif, menggunakan data sekunder pasien DM yang mengalami hipoglikemia dari 1 Januari 2011 sampai Desember 2020, data dikumpulkan dari Mei hingga November 2021 dari rekam medis RSUD dr.Zainoel Abidin, Banda Aceh, analisis multivariat dengan analisis regresi logistik menggunakan *software R* untuk mendapatkan permodelan matematika lamanya rawatan. Uji variabel yang berpengaruh terhadap lama rawatan menggunakan uji regresi logistik dengan *p value* < 0,05. Pada hasil didapatkan 573 pasien hipoglikemia, paling banyak laki-laki (51,3 %), rata-rata usia 59,6 tahun, terbanyak adalah pasien DM tipe 2 (96,4%), infeksi merupakan komorbid utama (46,6 %), derajat hipoglikemia ringan adalah yang paling banyak (47,2%) dan lama rawatan rata-rata 8,06 hari. Berdasarkan permodelan matematika, didapatkan setiap penambahan satu satuan usia maka lama rawatan bertambah $6.99 \approx 7$ hari. Selanjutnya formulasi model matematika ini diharapkan dapat memprediksi lama rawatan hipoglikemia dengan berbagai komorbid, bahan habis pakai dan sebagai dasar aplikasi *artificial intelligence* yang bermanfaat terhadap efisiensi.

Kata Kunci: *Hipoglikemia, Length of Stay, Model matematika, artificial intelligence, Diabetes Melitus*

1. Pendahuluan

Diabetes Melitus (DM) merupakan suatu *burden disease* yang menjadi beban besar terhadap kesehatan dan finansial secara global. Sebagai salah satu penyakit yang bersifat progresif, DM dapat bersifat mengancam jiwa karena hubungannya dengan berbagai komplikasi baik yang sifatnya kronis maupun akut yang bisa berakibat fatal. (Jones dkk., 2017; Samya, dkk., 2019). Salah satu komplikasi akut yang cukup menyita perhatian adalah hipoglikemia. Hipoglikemia sering terjadi dan menimbulkan efek yang merugikan bagi penderita diabetes. Berdasarkan *American Diabetes Association*, definisi hipoglikemia adalah kadar glukosa darah <70 mg/dL (Carey dkk., 2013). Pada dasarnya, ketika hipoglikemia terjadi, mekanisme kontra-regulasi mulai berlangsung, dan setiap orang memiliki ambang batas yang berbeda. Prevalensi hipoglikemia berat pada pasien diabetes tipe 1 adalah 0,2-3,2 episode per pasien per tahun, sedangkan pada pasien diabetes melitus tipe 2 adalah 0,1-0,7 per pasien per tahun. (Bonaventura dkk., 2015). Hipoglikemia selanjutnya diklasifikasikan sebagai hipoglikemia primer dan sekunder. Hipoglikemia primer adalah jika hal tersebut sebagai penyebab utama pasien masuk rumah sakit, dan sekunder jika terjadi selama rawat inap (hipoglikemia rawat inap) (Gomez dkk., 2015).

Hipoglikemia rawat inap bisa terjadi akibat beberapa faktor risiko, baik faktor risiko individu maupun faktor risiko institusional, seperti usia lanjut, penyakit penyerta, jenis diabetes, riwayat hipoglikemia sebelumnya, terapi hiperglikemia agresif, indeks massa tubuh, pemantauan glukosa

yang tidak memadai, *clinical inertia* atau instruksi dokter yang tidak terbaca, jumlah tenaga kesehatan yang terbatas, fasilitas yang terbatas, puasa berkepanjangan dan intoleransi nutrisi dan terapi yang diberikan (Gomez dkk., 2015).

Lebih dari 25% pasien rawat inap di Amerika Serikat menderita diabetes, dan 12-18% dari pasien ini mengalami hipoglikemia. Prevalensi hipoglikemia pada pasien rawat inap lebih tinggi pada pasien yang mendapat insulin (20%). (Brodovicz dkk. 2013). Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa hipoglikemia pada pasien diabetes yang dirawat di rumah sakit atau menerima pengobatan insulin dikaitkan dengan peningkatan lama rawatan (*Length Of Stay/LOS*) dan mortalitas diikuti dengan peningkatan biaya rawatan. (Bloomfield dkk., 2012). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa peningkatan mortalitas tidak hanya berhubungan dengan hipoglikemia saja melainkan dengan komorbiditas pasien juga. Hipoglikemia sangat umum terjadi pada populasi lansia, individu yang lemah, pasien yang mengalami kondisi medis kronis, serta pasien malnutrisi, seperti pasien-pasien yang dirawat di bangsal penyakit dalam (Garg dkk., 2013).

Pada pasien rawat inap, dengan meningkatnya LOS secara matematis akan meningkatkan jumlah total pengukuran glukosa darah kapiler saat pengambilan sampel harian, yang secara langsung akan mempengaruhi besarnya biaya rawatan pasien hipoglikemia. Pasien dengan kondisi yang berat dan lebih lemah memiliki waktu rawatan di rumah sakit yang lebih lama. Meskipun skor risiko komorbiditas dapat digunakan untuk mengurangi efek tersebut, skor ini tidak selalu dapat memprediksi secara akurat semua pasien yang akan menjalani rawat inap yang lama dan luaran yang buruk. Oleh karena itu, ada kemungkinan bahwa peningkatan LOS akibat morbiditas, apapun penyebabnya, dapat menjadi alasan utama meningkatnya jumlah episode hipoglikemia yang terdata (Jones dkk., 2017).

Penerimaan pasien hipoglikemia rawat inap secara prosedural dapat menggunakan *Clinical Pathway* yang tersedia, namun tidak jarang pasien yang datang ke instalasi gawat darurat bukan karena keluhan hipoglikemianya melainkan keluhan lain dan ketika dilakukan pemeriksaan kadar gula darah didapatkan kadar gula darah di bawah 70 mg/dL. Penelitian ini memiliki prospek yang sangat baik dalam menghindari faktor perancu ini. Adapun tujuan utama dari penelitian ini yaitu untuk memformulasikan suatu model matematika yang dapat digunakan dalam memprediksi LOS pasien hipoglikemia yang menjalani perawatan di RSUD dr. Zainoel Abidin.

2. Metodologi

2.1. Desain Penelitian

Penelitian ini bersifat kohort retrospektif dengan menggunakan data sekunder pasien diabetes melitus yang mengalami hipoglikemia yang didapatkan dari rekam medis dalam kurun waktu sepuluh tahun terakhir (dari 1 Januari 2011 sampai Desember 2020). Data ini nantinya akan dibuat sebuah permodelan matematika dan diaplikasikan dalam bentuk *Kecerdasan buatan* untuk memprediksi lama rawatan pasien.

2.2. Waktu dan Tempat Penelitian

Pengumpulan data pasien yang mengalami hipoglikemia dalam kurun waktu sepuluh tahun terakhir (dari 1 Januari 2011 sampai Desember 2020) dilakukan pada bulan Mei sampai dengan November

2021. Penelitian ini akan dilakukan di bagian Rekam Medis Rumah Sakit Umum Daerah Zainoel Abidin, Banda Aceh, Indonesia

2.3. Populasi dan Sampel Penelitian

Jumlah sampel dalam penelitian ini adalah seluruh populasi DM yang mengalami hipoglikemia di RSUD dr. Zainoel Abidin. Pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan metode *total sampling*, namun pengambilan sampel yang dipilih berdasarkan kriteria-kriteria tertentu, mencakup kriteria inklusi dan eksklusi. (Notoatmodjo, 2010)

2.4. Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Kriteria inklusi adalah pasien DM dengan atau tanpa komorbid yang mengalami hipoglikemia. Kriteria eksklusi adalah pasien yang mengalami hipoglikemia tetapi data tidak lengkap.

2.5. Variabel Penelitian

Seperti diuraikan pada Tabel 1, variabel bebas penelitian ini adalah karakteristik pasien (Usia, jenis kelamin, derajat hipoglikemia, infeksi, gagal hati, gagal jantung, gagal ginjal kronis, penggunaan obat diabetes, dan gangguan hematologi). Variabel terikat (*dependent*) penelitian ini (Tabel 2) adalah lama rawatan.

Tabel 1. Variabel Bebas Penelitian

Variabel	Alat Ukur	Hasil Ukur	Skala Ukur
Usia	Rekam Medik	<55 tahun ≥55 tahun	Nominal
Jenis	Rekam Medik	Perempuan	Nominal
Kelamin		Laki-laki	
Hipoglikemia	Glukometer	< 30 mg/dL 30-50 mg/dL 51-70 mg/dL	Interval
Infeksi	Rekam Medik	Ya/Tidak	Nominal
Gagal Hati	Rekam Medik	Ya/Tidak	Nominal
Gagal Jantung	Rekam Medik	Ya/Tidak	Nominal
Gagal Ginjal Kronis	Rekam Medik	Ya/Tidak	Nominal
Penggunaan Obat Diabetes	Rekam Medik	OAD Insulin OAD + Insulin	Nominal
Gangguan Hematologi	Rekam Medik	Ya/Tidak	Nominal

Tabel 2. Variabel Terikat Penelitian

Variabel Penelitian	Alat Ukur	Hasil Ukur	Skala Ukur
Lama Rawatan	Rekam medik	< 3 hari > 3 hari	Nominal

2.6. Definisi Operasional

1. Usia adalah lama hidup responden dari lahir sampai saat penelitian dengan kategori usia berdasarkan *World Health Organization* yaitu usia lanjut ≥ 55 tahun dan usia dewasa <55 tahun.
2. Jenis kelamin merupakan karakteristik biologis yang dilihat dari penampilan luar.
3. Hipoglikemia adalah suatu kondisi di mana kadar glukosa plasma darah berada di bawah 70 mg /dL. Penulis membagi derajat hipoglikemia berdasarkan kadar gula darah pasien menjadi < 30 mg/dL, 30-50 mg/dL dan 51-70 mg/dL.
4. Model matematika merupakan usaha untuk menggambarkan suatu fenomena ke dalam bentuk rumus matematis sehingga mudah untuk dipelajari dan dilakukan perhitungan.
5. Infeksi adalah masalah kesehatan yang disebabkan oleh organisme seperti virus, bakteri, jamur, dan parasit yang dibuktikan dengan adanya peningkatan kadar leukosit kuantitatif yaitu di atas $10.500 \times 10^3/\mu\text{l}$, atau ditemukan adanya mikroorganisme berdasarkan pemeriksaan kultur darah, urin, pus, sputum dan feses rutin.
6. Gagal hati adalah kondisi ketika sebagian besar organ hati mengalami kerusakan, sehingga tidak dapat menjalankan fungsinya dengan baik yang dibuktikan dengan adanya peningkatan enzim hati.
7. Gagal jantung adalah kondisi saat pompa jantung melemah, sehingga tidak mampu mengalirkan darah yang cukup ke seluruh tubuh yang dibuktikan dengan pemeriksaan klinis oleh dokter ahli berdasarkan kriteria fungsional *New York Heart Association* (NYHA) atau berdasarkan data pemeriksaan penunjang rekam jantung/radiologi/ekokardiografi.
8. Gagal ginjal kronis adalah kondisi saat fungsi ginjal menurun secara bertahap akibat kerusakan fungsi dan struktur ginjal serta menyebabkan terjadinya penurunan laju penyaringan atau filtrasi ginjal selama 3 bulan atau lebih yang dibuktikan dari hasil pemeriksaan fungsi ginjal berdasarkan data laboratorium serta ultrasonografi.
9. Gangguan hematologi adalah gangguan yang mempengaruhi kuantitas serta fungsi sel darah. Darah tersusun dari empat komponen utama, yaitu sel darah merah (eritrosit), sel darah putih (leukosit), plasma darah, dan trombosit (keping darah).
10. Stroke adalah kondisi yang terjadi ketika pasokan darah ke otak terganggu atau berkurang akibat penyumbatan (iskemik) atau pecahnya pembuluh darah otak (hemoragik), pada penelitian ini data didapatkan berdasarkan rekam medik yang menyajikan data pemeriksaan klinis oleh dokter ahli dan atau berdasarkan hasil pemeriksaan penunjang *Computerized Tomography* (CT) scan.
11. *Coronary arterial disease* (CAD) adalah penyempitan atau penyumbatan arteri koroner, arteri yang menyalurkan darah ke otot jantung. pada penelitian ini data didapatkan berdasarkan rekam medik yang menyajikan data pemeriksaan klinis oleh dokter ahli dan atau berdasarkan hasil pemeriksaan penunjang elektrokardiogram (EKG) atau ekokardiografi atau COR angiografi.
12. Penggunaan obat hipoglikemia oral (OHO), adalah tatalaksana farmakologis untuk diabetes melitus menggunakan OHO. pada penelitian ini penulis membagi menjadi penggunaan OHO golongan sulfonil urea dan golongan non sulfonil urea.
13. Penggunaan insulin, adalah tatalaksana farmakologis untuk diabetes melitus pasien menggunakan insulin. Dalam penelitian ini penulis mengklasifikasikan penggunaan insulin dengan insulin basal, insulin basal plus, insulin basal bolus, serta insulin pre mix.
14. Lama rawatan adalah hari lamanya seorang pasien dirawat inap pada suatu periode perawatan dengan menghitung selisih antara tanggal kepulangan (keluar dari rumah sakit) dengan tanggal masuk ke rumah sakit tanpa memperhitungkan keluaran (hidup,

meninggal, atau cacat). Berdasarkan *Clinial Pathway* Perhimpunan Dokter Spesialis Penyakit dalam lama rawatan pasien hipoglikemia adalah 3 hari.

2.6. Analisa Statistik

Dilakukan analisa univariat dan bivariat untuk mendeskripsikan karakteristik setiap variabel penelitian. (Hastono, 2017), dan untuk meneliti hubungan variabel independen dengan variabel dependen. Hubungan tersebut akan dikaji dengan menggunakan metode analitik komparatif kategorik tidak berpasangan dengan pengukuran satu kali menggunakan uji *chi square*. Jika data tidak memenuhi persyaratan untuk dilakukan uji *chi square*, yakni terdapat <80% sel yang bernilai <5, mengingat bentuk tabel adalah 2x2, maka akan dilakukan uji alternatifnya yaitu uji Fisher.

Selanjutnya dilakukan analisis multivariat dengan kerangka konsep prediktif untuk mencari hubungan antara karakteristik pasien dengan lama rawatan. Kemudian dilakukan seleksi variabel terlebih dahulu yang akan diikutsertakan dalam analisis multivariat. Variabel yang mempunyai nilai $p < 0,25$ saja yang dapat diikutsertakan dalam analisis multivariat dengan uji regresi logistik. Kemudian akan dilakukan seleksi untuk variabel yang akan masuk ke dalam analisis multivariat dan menyusunnya berdasarkan prinsip *Hierarchially Well Formulated (HWF)*. Apabila variabel interaksi bermakna, maka variabel penyusunnya dipertahankan di dalam model regresi. Bila variabel interaksi tidak bermakna, maka variabel interaksi harus dikeluarkan dari model regresi secara bertahap (*hierarchial backward elimination procedure*) dengan prinsip hirarkis. Nilai p yang dianggap signifikan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Analisis Univariat

Penelitian ini merupakan penelitian cohort retrospektif, yang dilakukan pada 573 subjek penelitian yang telah memenuhi kriteria inklusi, dengan melakukan pendataan terhadap pasien-pasien yang mengalami hipoglikemia, pada unit rekam medik di RSUDZA Banda Aceh, sejak tanggal 1 Januari 2011 sampai Desember tahun 2020, Penelitian ini menggunakan analisis data univariat, yang bertujuan untuk melihat distribusi frekuensi jenis kelamin, usia, tipe diabetes, komorbiditas, modalitas terapi yang digunakan pasien, derajat hipoglikemia dan lamanya rawatan. Kemudian berdasarkan data ini, dilakukan analisis regresi logistik untuk mendapatkan permodelan matematika untuk memperkirakan lamanya rawatan berdasarkan variabel- variabel tersebut.

Berdasarkan Tabel 3 terlihat bahwa secara demografi hipoglikemia paling banyak terjadi pada pasien dengan jenis kelamin laki-laki dan rata-rata usia yang mengalami hipoglikemia adalah 59,6 tahun. Sebagian besar pasien yang mengalami hipoglikemia adalah pasien DM tipe 2 yang dijumpai pada 96,4%. Dari beberapa komorbid yang diteliti terlihat bahwa infeksi merupakan komorbid yang paling banyak (46,6%). Insulin lebih sering menimbulkan hipoglikemia (41,2%) apabila dibandingkan dengan insulin yang dikombinasikan dengan OAD atau hanya menggunakan OAD saja. OAD yang paling sering menimbulkan hipoglikemia adalah non sulfonilurea (50,4%). Pada pengguna insulin, jenis insulin yang paling banyak menimbulkan hipoglikemia adalah insulin basal (40,4%). Derajat hipoglikemia yang paling sering dijumpai adalah derajat ringan (47,2%). Adapun lama rawatan pasien rata-rata adalah 8,06 hari. Pada penelitian sebelumnya didapatkan bahwa angka kejadian hipoglikemia pada usia 65 – 74 tahun adalah sebesar 37,7%, dan lebih sering terjadi pada wanita (50,9%). Disamping adanya komorbid, pemakaian obat-obatan diabetes memiliki

peran dalam terjadinya hipoglikemia. Pemakaian sulfonilurea saja tanpa kombinasi dengan insulin basal akan meningkatkan resiko hipoglikemia sebesar 6,7 kali (IRR 6,73 [95% CI 4,93-9,22]); sedangkan jika dikombinasikan dengan insulin resiko hipoglikemia menjadi 13,8 kali (IRR 13,84 [95% CI 9,82-19,51]. Pemakaian bolus insulin mempunyai resiko hipoglikemia sebesar 23,2 kali (IRR 23,21 [95% CI 15,71-34,27], sedangkan pemakaian basal bolus resikonya 27,6 kali (IRR 27,65 [95% CI 20,32-37,63]. (McCoy dkk., 2020)

Tabel 3. Karakteristik Sampel Berdasarkan Jenis Kelamin

	Kategori	Kejadian hipoglikemia
Jenis kelamin, % (n)	Laki-laki	51,3 (294)
	Perempuan	48,7 (279)
Usia, mean \pm SD		59,6 \pm 15,63
Tipe diabetes, % (n)	DM tipe 1	3,6 (21)
	DM tipe 2	96,4 (552)
Komorbid, % (n)	CKD stage 3,4 & 5	27,0 (155)
	Stroke	27,4 (157)
	Infeksi	46,6 (267)
	CHF NYHA II,III & IV	23,9 (137)
	CAD	43,1 (247)
Obat anti hiperglikemik, % (n)	Insulin	41,2 (236)
	Insulin + OAD	30,7 (176)
	OAD	28,1 (161)
Jenis OAD yang digunakan, % (n)	Sulfonilurea	8,4 (48)
	Non Sulfonilurea	50,4 (289)
	Tidak menggunakan OAD	41,2 (236)
Jenis insulin yang digunakan, % (n)	Basal	40,4 (231)
	Basal bolus	13,6 (78)
	Basal plus	3,9 (22)
	Premix	8,9 (51)
	Lainnya	5,1 (29)
Derajat hipoglikemia	Berat (GDS <30 mg/dL)	23,1 (132)
	Sedang (GDS 30-50 mg/dL)	29,7 (170)
	Ringan (51- 70 mg/dL)	47,2 (270)
Lama rawatan, mean \pm SD		8,06 \pm 2,97

3.2. Analisis lama rawatan

Untuk menentukan permodelan matematika lamanya rawatan pasien hipoglikemia maka terlebih dahulu dilakukan penentuan inisial terhadap masing-masing variabel diatas untuk mempermudah proses analisis, sebagai mana dapat dilihat dalam Tabel 4.

Setelah ditentukan inisial untuk setiap variabel, dilakukan pengolahan data dengan analisis regresi logistik menggunakan *software* R untuk mendapatkan permodelan matematika lamanya rawatan. Model yang terbentuk dapat dilihat pada Table 5.

Tabel 4. Inisial variabel data

Nama Data	Nama Variabel	Keterangan
Lama rawatan	Y	Lama rawatan (hari)
Usia	X1	Usia (tahun)
Jenis kelamin	Z1	Jenis kelamin (1 lk, 0 pr)
Terapi	Z2	Terapi (1 insulin+oad 0 lainnya)
	Z3	Terapi (1 insulin, 0 lainnya)
Diagnosa	Z4	Diagnosa (1 DM 1, 0 DM 2)
Kadar gula darah	Z5	Kadar gula darah (1 GD < 30, 0 lainnya)
	Z6	Gula Darah (1 GD 30-50, 0 lainnya)
OAD	Z7	OAD (1 Sulphonylurea, 0 lainnya)
Insulin	Z8	Insulin (1 Premix, 0 lainnya)
	Z9	Insulin (1 Basal, 0 lainnya)
	Z10	Insulin (1 Basal Bolus, 0 lainnya)
	Z11	Insulin (1 Basal Plus, 0 lainnya)
CAD dan non CAD	Z12	CAD dan Non-CAD (1 CAD, 0 lainnya)
Derajat CHF	Z13	Derajat CHF (1 CHF NYHA II, 0 lainnya)
	Z14	Derajat CHF (1 CHF NYHA III, 0 lainnya)
	Z15	Derajat CHF (1 CHF NYHA IV, 0 lainnya)
Stage CKD	Z16	Stage CKD (1 CKD Stage 3, 0 lainnya)
	Z17	Stage CKD (1 CKD Stage 4, 0 lainnya)
Stroke	Z18	Stroke (1 stroke, 0 lainnya)
Infeksi	Z19	Infeksi (1 infeksi/sepsis, 0 lainnya)

Tabel 5. Model matematika lamanya rawatan (Output R)

Call:						
Lm (formula = data\$Y ~ . , data = data)						
Coefficients:						
(Intercept)	X1	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5
6.99628	0.01167	0.36388	-1.52195	-2.17217	-0.63855	1.32416
	Z6	Z7	Z8	Z9	Z10	Z11
1.77069	-2,23618	0.62919	-0.02060	0.57696	0.73734	0.39741
	Z13	Z14	Z15	Z16	Z17	Z18
-1.10972	-1.41419	-0.27548	4.60660	-1.01219	0.29081	1.32609

$$Y = 6.99 + 0.01 X_1 + 0.36 Z_1 - 1.52 Z_2 - 2.17 Z_3 - 0.64 Z_4 + 1.32 Z_5 + 1.77 Z_6 - 2.23 Z_7 + 0.63 Z_8 - 0.02 Z_9 + 0.58 Z_{10} + 0.74 Z_{11} + 0.4 Z_{12} - 1.11 Z_{13} - 1.41 Z_{14} - 0.27 Z_{15} + 4.61 Z_{16} - 1.01 Z_{17} + 0.29 Z_{18} + 1.32 Z_{19}$$

Keterangan:

Y	= Lama rawatan	Z ₈ , Z ₉ , Z ₁₀ , dan Z ₁₁	= Insulin
Z ₁	= Jenis Kelamin	Z ₁₂	= CAD dan non CAD
Z ₂ dan Z ₃	= Terapi	Z ₁₃ , Z ₁₄ , dan Z ₁₅	= Derajat CHF
Z ₄	= Diagnosa	Z ₁₆ dan Z ₁₇	= Stage CKD
Z ₅ dan Z ₆	= Gula darah	Z ₁₈	= Stroke

Z_7 = OAD

Z_{19}

= Infeksi

Berdasarkan permodelan matematika ini, dapat diketahui bahwa setiap penambahan satu satuan usia maka lama rawatan akan bertambah sekitar $6.99 \approx 7$ hari.

3.3. Interpretasi pengaruh masing- masing variabel terhadap lamanya rawatan:

- Jenis kelamin (Z_1)
Lama rawatan pasien laki-laki lebih lama 0.36 hari jika dibandingkan dengan pasien perempuan.
- Terapi (Z_2 dan Z_3)
Lama perawatan pasien yang mendapatkan terapi insulin + OAD lebih cepat 1,52 hari jika dibandingkan dengan pasien yang mendapatkan terapi OAD, sedangkan lama perawatan pasien yang mendapatkan terapi insulin lebih cepat 2,17 hari jika dibandingkan dengan pasien yang mendapatkan terapi OAD.
- Diagnosa (Z_4)
Lama rawatan pasien yang didiagnosa menderita DM 1 lebih cepat 0.64 hari jika dibandingkan dengan pasien yang didiagnosa menderita DM 2.
- Gula darah (Z_5 dan Z_6)
Lama rawatan pasien yang memiliki KGD < 30 mg/dL lebih lama 1.32 hari jika dibandingkan dengan pasien yang memiliki KGD 50-70 mg/dL, sedangkan lama rawatan pasien yang memiliki KGD 30-50 lebih lama 1.77 hari jika dibandingkan dengan pasien yang memiliki KGD 50-70 mg/dL.
- OAD (Z_7)
Lama rawatan pasien dengan OAD sulfonil urea lebih lama 2.23 hari jika dibandingkan dengan pasien dengan OAD non sulfonil urea.
- Insulin ($Z_8, Z_9, Z_{10},$ dan Z_{11})
Lama rawatan pasien dengan jenis insulin premix, basal, basal bolus, dan basal plus secara berurutan lebih lama 0.63 hari, lebih cepat 0.02 hari, lebih lama 0.58 hari, dan lebih lama 0.74 hari jika dibandingkan dengan pasien yang menggunakan insulin lain.
- CAD dan Non CAD (Z_{12})
Lama rawatan pasien CAD lebih lama 0.4 hari jika dibandingkan dengan pasien yang tidak CAD.
- Derajat CHF ($Z_{13}, Z_{14},$ dan Z_{15})
Lama rawatan pasien CHF NYHA II, CHF NYHA III, dan CHF NYHA IV secara berurutan lebih cepat 1.11 hari, lebih cepat 1.41 hari, dan lebih cepat 0.27 hari.
- Stage CKD (Z_{16} dan Z_{17})
Lama rawatan pasien CKD stage 3 lebih lama 4.61 hari jika dibandingkan dengan pasien CKD stage 5, sedangkan pasien CKD stage 4 lebih cepat 1.01 hari jika dibandingkan dengan pasien CKD stage 5.
- Stroke (Z_{18})
Lama rawatan pasien dengan tambahan penyakit stroke lebih lama 0.29 hari jika dibandingkan dengan pasien tanpa tambahan penyakit stroke.
- Infeksi (Z_{19})
Lama rawatan pasien dengan infeksi lebih lama 1.32 hari jika dibandingkan dengan pasien tanpa infeksi.

3.4. Pengujian Parameter

Kemudian dilakukan uji hipotesis, berdasarkan:

- **Variabel Y**

H0: semua lama rawatan dapat dijelaskan oleh usia dan variable lain

H1: ada beberapa rawatan yang tidak dapat dijelaskan oleh usia dan variable lain

- **Variabel X dan Z**

H0: variabel X atau Z tidak mempengaruhi lama rawatan

H1: variabel X atau Z mempengaruhi lama rawatan

Dengan uji regresi logistik, ditentukan Taraf nyata (α) = 0,05 dan daerah penolakan : Tolak H_0 jika $F_{hitung} > F_{tabel}$ atau $P_{value} < \alpha$.

Tabel 6. Pengaruh variable terhadap model atau terhadap Y (*Output R*)

Coefficients:					
	Estimate	Std. Error	t value	Pr (> t)	
(Intercept)	6.99628	1.65605	4.225	2.51e-5	***
X1	0.01167	0.02871	0.406	0.68445	
Z1	0.36388	0.47338	0.769	0.44218	
Z2	-1.52195	1.45860	-1.043	0.29689	
Z3	-2.17217	1.17397	-1.850	0.06444	.
Z4	-0.63855	1.52480	-0.419	0.67543	
Z5	1.32416	0.59920	2.210	0.02724	*
Z6	1.77069	0.55658	3.181	0.00149	**
Z7	-2.23618	0.96748	-2.311	0.02093	*
Z8	0.62919	1.30519	0.482	0.62981	
Z9	-0.02060	1.28863	-0.016	0.98725	
Z10	0.57696	1.22304	0.472	0.63717	
Z11	0.73734	1.58009	0.467	0.64081	
Z12	0.39741	0.81719	0.486	0.62681	
Z13	-1.10972	1.68094	-0.660	0.50922	
Z14	-1.41419	1.21169	-1.167	0.24332	
Z15	-0.27548	0.75530	-0.365	0.71536	
Z16	4.60660	2.14301	2.150	0.03172	*
Z17	-1.01219	1.11682	-0.906	0.36489	
Z18	0.29081	0.52946	0.549	0.58290	
Z19	1.32609	0.47321	2.802	0.00513	**

 Signif. Codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
 Multiple R - squared: 0.02205, Adjusted R – squared: 0.01099
 F – statistic: 1.994 on 20 and 1769 DF, p-value: 0.005542

Didapatkan hasil bahwa beberapa variabel tampak tidak berpengaruh terhadap model atau terhadap Y (lama rawatan). Variabel yang berpengaruh ditandai dengan tanda bintang di sebelah kanan nilai p-value, semakin banyak bintang menandakan variabel tersebut semakin berpengaruh.

- Variabel Y

Tolak H_0 karena $P_{value} < 0.05$, maka ada beberapa rawatan yang tidak dapat dijelaskan oleh usia dan variable lain.

- Variabel X dan Z

Tolak H₀ untuk variable kandungan gula darah (Z₅, Z₆), OAD (Z₇), *stage* CKD (Z₁₆), dan infeksi/sepsis (Z₁₉) karena *P value* < 0.05 maka variabel mempengaruhi model. Sedangkan untuk variabel lainnya tidak dapat tolak H₀ karena *P value* > 0.05 maka variabel tidak mempengaruhi model.

4. Kesimpulan

Formulasi model matematika yang direpresentasikan dalam bentuk kecerdasan buatan dapat digunakan dalam memprediksi lama rawatan pasien DM yang mengalami hipoglikemia di Rumah Sakit Umum Daerah dr. Zainoel Abidin. Berdasarkan hasil analisis maka dapat diketahui bahwa variabel yang berpengaruh terhadap model atau memiliki kemungkinan kuat mempengaruhi variabel Y (lama rawat) adalah variabel kandungan gula darah (Z₅, Z₆), OAD (Z₇), dan *stage* CKD (Z₁₆). Lama rawatan pasien yang memiliki KGD < 30 mg/dL lebih lama 1.32 hari jika dibandingkan dengan pasien yang memiliki KGD 51-70 mg/dL, sedangkan lama rawatan pasien yang memiliki KGD 30-50 mg/dL lebih lama 1.77 hari jika dibandingkan dengan pasien yang memiliki KGD 50-70 mg/dL. Lama rawatan pasien dengan OAD sulfonil urea lebih lama 2.23 hari jika dibandingkan dengan pasien dengan OAD non sulfonil urea, sedangkan berdasarkan *stage* CKD nya, lama rawatan pasien CKD *stage* 3 lebih lama 4.61 hari jika dibandingkan dengan pasien CKD *stage* 5, sedangkan pasien CKD *stage* 4 lebih cepat 1.01 hari jika dibandingkan dengan pasien CKD *stage* 5. Berdasarkan permodelan matematika yang didapatkan, setiap penambahan satu satuan usia maka lama rawatan bertambah 6.99 ≈ 7 hari. Selanjutnya formulasi model matematika ini diharapkan dapat memprediksi lama rawatan hipoglikemia dengan berbagai komorbid, bahan habis pakai dan sebagai dasar aplikasi *artificial intelligence* yang bermanfaat terhadap efisiensi.

Daftar Pustaka

- Bloomfield HE, Greer N, Newman D, et al. (2012). Predictors and Consequences of Severe Hypoglycemia in Adults with Diabetes - A Systematic Review of the Evidence. Washington, DC: Department of Veterans Affairs; Available at: <http://www.hsrd.research.va.gov/publications/esp/hypoglycemia-2012.pdf>.
- Brodovicz KG, Mehta V, Zhang Q, et al. (2013). Association between hypoglycemia and inpatient mortality and length of hospital stay in hospitalized, insulin-treated patients. *Curr Med Res Opin.*; 29: 101-107.
- Bonaventura, F. Montecucco, F. Dallegri. (2015). Update on strategies limiting iatrogenic hypoglycemia, *Endocr Connect*, 4 (3), R37-45.
- Carey M., Boucai L., Zonszein J. (2013). Impact of hypoglycemia in hospitalized patients, *Curr. Diabetes Rep.*, 13 (1), 107-115
- Garg R, Hurwitz S, Turchin A, Trivedi A. (2013). Hypoglycemia, with or without insulin therapy, is associated with increased mortality among hospitalized patients. *Diabetes Care*, 36, 1107-1110.
- Gomez-Huelgas, R., Guijarro-Merino, R., Zapatero, A., Barba. R., Guijarro- Contreras, A., Tinahones, F. et al. (2015). The frequency and impact of hypoglycemia among hospitalized patients with diabetes: a population-based study, *J. Diabet. Complicat.*, 29(8), 1050-1055.
- Jones GC, Timmons JG, Cunningham SG, Cleland SJ, Sainsbury CAR. (2017). Hypoglycemia and Clinical Outcomes in Hospitalized Patients With Diabetes: Does Association With Adverse

Outcomes Remain When Number of Glucose Tests Performed Is Accounted For?. *J Diabetes Sci Technol*, 11(4), 720-723.

Mc.Coy, R., lipska, K., Van Houten, H., Shah, N. (2020). Association of Cumulative Multimorbidity, Glycemic Control, and Medication Use With Hypoglycemia-Related emergency Department Visits and Hospitalizations Among Adults With Diabetes. *Jama Network Open*, 3(1).

Samya, V., Shriraam, V., Jasmine, A., et al. (2019). Prevalence of Hypoglycemia Among Patients With Type 2 Diabetes Melitus in a Rural Health Center in South India. *J Prim Care Community Health*.