

Pola Penyakit Berdasarkan Profil Pasien Menggunakan Algoritma C4.5 (Studi Kasus: Praktek Umum Dr. Rusydi Kamal)

Sofina Indah Sari

sofinaelf@gmail.com

Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Maritim Raja Ali Haji

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pola klasifikasi penyakit berdasarkan data profil pasien atau rekam medis, menggunakan salah satu metode dalam data mining, yaitu algoritma C4.5. Untuk mencapai tujuan penelitian, maka dipilih 4 atribut sesuai data profil pasien. Data profil pasien yang dimaksud terdiri dari atribut jenis kelamin, usia, jenjang pendidikan akhir, dan pekerjaan pasien. Data diagnosa penyakit yang dijadikan sebagai kelas klasifikasi yaitu penyakit ISPA dan penyakit Diare. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 12 pola klasifikasi penyakit yang didapatkan menggunakan algoritma C4.5. Sistem ini menghasilkan akurasi sebesar 79,82% untuk 109 data testing. Namun sistem ini tidak bisa dilakukan cross validation dikarenakan semua data sebagai data testing.

Kata kunci: Pola penyakit, klasifikasi, profil pasien, C4.5

PENDAHULUAN

Praktik kedokteran adalah rangkaian kegiatan yang dilakukan oleh dokter terhadap pasien dalam melaksanakan upaya kesehatan (Darwis, 2015). Tempat praktik dokter bisa juga dikatakan sebagai sarana pelayanan kesehatan. Tempat praktik umum dr. Rusydi Kamal merupakan tempat praktik perorangan atau mandiri. Praktik perorangan atau mandiri ini merupakan praktik swasta yang dilakukan oleh dokter baik dokter umum maupun dokter spesialis. Dalam mengatur pasien terkadang dokter dibantu oleh perawat. Ada kalanya pula dibantu oleh tenaga administrasi, dan bahkan bisa pula dokter bekerja sendiri dalam memberikan pelayanan. Kesulitan yang dirasakan oleh pihak praktik umum ini adalah dalam mengklasifikasikan penyakit yang rentan terjadi berdasarkan profil pasien karena pengumpulan data yang masih bersifat manual sehingga terjadi penumpukan data. Untuk itu dalam mempermudah pekerjaan dibutuhkan metode yang dapat mengklasifikasikan penyakit tersebut salah satunya metode *data mining*.

Data mining adalah kegiatan meliputi pengumpulan, pemakaian data historis untuk menemukan keteraturan, pola atau hubungan dalam set data berukuran besar. Keluaran dari *data mining* ini bisa dipakai untuk memperbaiki pengambilan keputusan di masa depan (Swastina, 2013). Bantuan teknik *data mining* dapat diketahui pola suatu penyakit berdasarkan data yang sudah ada. Salah satu contoh bantuan teknik *data mining* yang digunakan yaitu algoritma C4.5. Disini tersedia data yang sudah ada untuk dilakukan penelitian antara lain jenis kelamin pasien, umur pasien, pekerjaan pasien, jenjang pendidikan akhir pasien, dan diagnosa penyakit pasien di praktek umum Dr. Rusydi Kamal pada tahun 2016. Setelah data terkumpul, selanjutnya akan dibangun model pola penyakit berdasarkan profil pasien menggunakan algoritma C4.5 tersebut.

Algoritma C4.5 adalah algoritma yang digunakan untuk membentuk pohon keputusan. Pohon keputusan merupakan struktur pohon yang mana tiap-tiap bagiannya memiliki fungsi masing-masing untuk menentukan besar pengaruh kelompok yang diklasifikasikan. Algoritma ini merupakan metode klasifikasi yang sangat kuat dan terkenal (Ina, 2013). Sistem ini mempermudah Tempat praktik umum dokter Rusydi Kamal untuk mendapatkan informasi mengenai rentannya penyakit yang terjadi karena di tempat ini belum ada sistem yang membantu dalam mengetahui pola penyakit sehingga perlu suatu penggunaan metode untuk pengklasifikasian penyakit agar lebih mudah dan cepat. Dengan menggunakan metode algoritma C4.5 ini hasil penelitian yang sudah didapatkan akan dijadikan sebagai alternatif dalam pengenalan pola untuk pengelompokkan penyakit berdasarkan profil pasien untuk mengetahui penyakit yang rentan terjadi khususnya pada tahun 2016 di tempat praktek umum ini.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di praktek umum dr. Rusydi Kamal pada bulan Februari 2017. Dimana fokus dari penelitian ini adalah bagaimana mengklasifikasi penyakit berdasarkan profil pasien agar pihak praktek umum ini dapat mengetahui penyakit yang rentan terjadi.

Data yang diperlukan secara umum adalah mencakup beberapa variabel untuk mengetahui pola penyakit pada pasien yaitu usia, jenis kelamin, jenjang pendidikan akhir, pekerjaan, serta diagnosa penyakit. Dalam penelitian ini, untuk menganalisa sistem yang akan dibangun maka digunakan *Data Flow Diagram* (DFD).

Penyakit merupakan kejadian yang tidak normal pada tubuh atau pikiran yang menyebabkan ketidaknyamanan, disfungsi, atau paksaan/stress kepada orang yang terlibat atau kesukaran terhadap orang yang dipengaruhinya (Sari dkk, 2014).

Data Mining didefinisikan sebagai sebuah proses untuk menemukan hubungan, pola dan tren baru yang bermakna dengan menyaring data yang sangat besar, yang tersimpan dalam penyimpanan, menggunakan teknik pengenalan pola seperti teknik Statistik dan Matematika (Kamagi dan Hansun, 2014).

Salah satu teknik *data mining* ialah klasifikasi. Berdasarkan pada pendapat Sitorus (2017) Klasifikasi adalah proses untuk menemukan model atau fungsi yang menjelaskan atau membedakan konsep atau kelas data, dengan tujuan untuk dapat memperkirakan kelas dari suatu objek yang labelnya tidak diketahui. Model itu sendiri bisa berupa aturan “jika-maka”, berupa pohon keputusan, formula matematis atau *neural network*.

Hal-hal yang berhubungan dengan klasifikasi adalah:

1. Meramalkan kategori atau kelas (nominal atau terpisah)
2. Menggolongkan data (membangun suatu model) yang didasarkan pada pelatihan menetapkan dan nilai-nilai (label kelas) didalam suatu penggolongan atribut dan penggunaan itu didalam penggolongan data baru.

Decision Tree atau pohon keputusan adalah sebuah struktur pohon, dimana setiap node pohon merepresentasikan atribut yang telah diuji, setiap cabang merupakan suatu pembagian hasil uji, dan node daun (*leaf*) merepresentasikan kelompok kelas tertentu. Level node teratas dari sebuah *Decision Tree* adalah node akar (*root*) yang biasanya berupa atribut yang paling memiliki pengaruh terbesar pada suatu kelas tertentu (Julianto dkk, 2014).

Salah satu algoritma yang dapat digunakan untuk membuat pohon keputusan (*decision tree*) adalah algoritma C4.5. Algoritma C4.5 merupakan algoritma yang sangat populer yang digunakan oleh banyak peneliti di dunia, hal ini dijelaskan oleh Xindong Wu dan Vipin Kumar dalam bukunya yang berjudul *The Top Ten Algorithms in Data Mining*. Algoritma C4.5 merupakan pengembangan dari algoritma ID3 yang di ciptakan oleh J. Rose Quinlan (Mardi, 2017).

Secara umum algoritma C4.5 untuk membangun pohon keputusan adalah sebagai berikut:

- a. Pilih atribut sebagai akar
- b. Buat cabang untuk tiap-tiap nilai
- c. Bagi kasus dalam cabang
- d. Ulangi proses untuk setiap cabang sampai semua kasus pada cabang memiliki kelas yang sama.

Secara khusus, algoritma C4.5 *Decision Tree* menggunakan kriteria split yang telah dimodifikasi yang dinamakan *gain ratio* dalam proses pemilihan split atribut. Split atribut merupakan proses utama dalam pembentukan pohon keputusan (*Decision Tree*) di C4.5.

Tahapan dari algoritma C4.5 sesuai langkah-langkah berikut:

1. Menghitung nilai *entropy*. Untuk menghitung nilai *entropy* digunakan rumus persamaan sebagai berikut:

$$\text{Entropy}(S) = \sum_{i=1}^n -p_i \cdot \log_2 p_i \quad (1)$$

Keterangan:

S : Himpunan kasus

n : Jumlah partisi atribut A

p_i : Proporsi dari S_i terhadap S

2. Menghitung nilai *gain* untuk masing-masing atribut. Untuk menghitung nilai *gain* digunakan rumus persamaan sebagai berikut:

$$\text{Gain}(S,A) = S - \sum_{i=1}^n \frac{|S_i|}{|S|} \cdot S_i \quad (2)$$

Keterangan:

S : Himpunan kasus

A : Atribut

n : Jumlah partisi atribut A

$|S_i|$: Jumlah kasus pada partisi ke i

$|S|$: Jumlah kasus dalam S

3. Atribut yang memiliki *gain* tertinggi dipilih menjadi akar (*root*) dan atribut yang memiliki nilai *gain* lebih rendah dari akar (*root*) dipilih menjadi cabang (*branches*).
4. Menghitung lagi nilai *gain* tiap-tiap atribut dengan tidak mengikutsertakan atribut yang terpilih menjadi akar (*root*) di tahap sebelumnya. Sama halnya dengan langkah sebelumnya, sebelum mencari nilai *gain* terlebih dahulu mencari nilai *entropy*.
5. Atribut yang memiliki *gain* tertinggi dipilih menjadi cabang (*branches*).
6. Mengulangi langkah ke-4 dan ke-5 sampai dengan semua kasus pada cabang memiliki kelas yang sama atau tidak ada atribut didalam cabang yang kosong.

Untuk menilai tingkat akurasi dari sistem maupun perhitungan manual, digunakan rumus persamaan berdasarkan Swastina (2013) sebagai berikut:

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{jumlah data yang relevan}}{\text{jumlah data testing}} \quad (3)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penerapan algoritma C4.5 disini, penyakit yang akan diklasifikasikan yaitu penyakit Diare dan ISPA. Kita ingin melihat apakah data pasien yang ada dengan atribut tertentu lebih rentan terkena penyakit Diare atau ISPA. Yang menjadi konsep dari sebuah pohon keputusan adalah mengubah data yang ada menjadi

pohon keputusan, serta dari pohon keputusan akan diubah kedalam bentuk aturan-aturan keputusan (*rule*).

Tabel 1. Data Pasien

No	Jenis Kelamin	Umur	Pekerjaan	Jenjang Pendidikan Akhir	Diagnosa Penyakit
1	Perempuan	7	Pelajar	SD	ISPA
2	Perempuan	5	-	-	ISPA
3	Laki-laki	10	Pelajar	SD	ISPA
4	Perempuan	10	Pelajar	SD	Diare
5	Perempuan	15	Pelajar	SMP	Diare
6	Laki-laki	25	Wiraswasta	SMA	ISPA
7	Perempuan	3	-	-	ISPA
8	Laki-laki	18	Mahasiswa	S1	Diare
9	Perempuan	7	Pelajar	SD	ISPA
10	Laki-laki	4	-	-	Diare
11	Perempuan	10	Pelajar	SD	ISPA
12	Laki-laki	8	Pelajar	SD	ISPA
13	Laki-laki	2	-	-	Diare
14	Perempuan	6	-	-	Diare
15	Laki-laki	7	Pelajar	SD	ISPA
16	Perempuan	6	-	-	ISPA
...
...
108	Perempuan	4	-	-	ISPA
109	Laki-laki	16	Pelajar	SMA	ISPA

Adapun langkah-langkah dalam membangun pohon keputusan sistem klasifikasi penyakit berdasarkan profil pasien adalah sebagai berikut:

1. Hitung Jumlah Kasus Total Keseluruhan

Jumlah kasus untuk keputusan Diare dan ISPA dari semua kasus dan kasus dibagi berdasarkan atribut Usia anak-anak, Usia muda, Usia tua, Jenis Kelamin laki-laki, Jenis Kelamin perempuan, Jenjang Pendidikan Akhir SD, Jenjang Pendidikan

Akhir SMP, Jenjang Pendidikan Akhir SMA, Jenjang Pendidikan Akhir S1, Jenjang Pendidikan Akhir S2, tidak memiliki Jenjang Pendidikan, Pekerjaan fisik ringan, Pekerjaan fisik berat, dan tidak memiliki pekerjaan.

Perhitungan dilakukan terpisah pada tiap-tiap atribut dikarenakan beberapa atribut tertentu menggunakan teknik Laplacian Smoothing. Teknik ini sering digunakan karena sering ditemukan perhitungan yang mengandung nilai peluang sama dengan 0, menyebabkan hasil perhitungan menjadi kurang akurat. Untuk menghindari munculnya peluang bernilai 0, digunakanlah teknik tersebut.

2. Hitung *Entropy* Total dari Keseluruhan Kasus

Entropy total dapat dihitung dengan menggunakan rumus persamaan (1).

a. Perhitungan *Entropy* total untuk atribut Usia

$$\begin{aligned} \text{Entropy(Total)} &= \left(-\left(\frac{34}{115}\right) * \left(\ln\left(\frac{34}{115}\right) / \ln(2)\right) \right) + \left(-\left(\frac{81}{115}\right) * \left(\ln\left(\frac{81}{115}\right) / \ln(2)\right) \right) \\ &= \left(-(0.295652) * \left(-\frac{1.21857}{0.693147}\right) \right) + \left(-(0.704348) * \left(-\frac{0.35048}{0.693147}\right) \right) \\ &= (0.519765) + (0.356146) = 0.875911 \end{aligned}$$

b. Perhitungan *Entropy* total untuk atribut Jenis Kelamin dan Pekerjaan

$$\begin{aligned} \text{Entropy(Total)} &= \left(-\left(\frac{31}{109}\right) * \left(\ln\left(\frac{31}{109}\right) / \ln(2)\right) \right) + \left(-\left(\frac{78}{109}\right) * \left(\ln\left(\frac{78}{109}\right) / \ln(2)\right) \right) \\ &= \left(-(0.284404) * \left(-\frac{1.25736}{0.693147}\right) \right) + \left(-(0.715596) * \left(-\frac{0.33464}{0.693147}\right) \right) \\ &= (0.515905) + (0.345477) = 0.861382 \end{aligned}$$

c. Perhitungan *Entropy* total untuk atribut Jenjang Pendidikan Akhir

$$\begin{aligned} \text{Entropy(Total)} &= \left(-\left(\frac{37}{121}\right) * \left(\ln\left(\frac{37}{121}\right) / \ln(2)\right) \right) + \left(-\left(\frac{84}{121}\right) * \left(\ln\left(\frac{84}{121}\right) / \ln(2)\right) \right) \\ &= \left(-(0.305785) * \left(-\frac{1.18487}{0.693147}\right) \right) + \left(-(0.694215) * \left(-\frac{0.36497}{0.693147}\right) \right) \\ &= (0.522712) + (0.365536) = 0.888248 \end{aligned}$$

3. Hitung *Entropy* dari Seluruh Nilai Atribut

Dengan perhitungan yang sama dilakukan perhitungan entropy terhadap keseluruhan nilai atribut sampai keseluruhan nilai atribut diketahui nilai *entropy*-nya. Contoh perhitungan *Entropy* pada atribut Usia_anak adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
\text{Entropy(Usia_anak)} &= \left(-\left(\frac{24}{85}\right) * \left(\ln\left(\frac{24}{85}\right)/\ln(2)\right) \right) + \left(-\left(\frac{61}{85}\right) * \left(\ln\left(\frac{61}{85}\right)/\ln(2)\right) \right) \\
&= \left(-(0.282353) * \left(-\frac{1.2646}{0.693147}\right) \right) + \left(-(0.717647) * \left(-\frac{0.33178}{0.693147}\right) \right) \\
&= (0.515133) + (0.343504) = 0.858637
\end{aligned}$$

Begitu seterusnya sampai ditemukan *entropy* semua atribut.

4. Hitung Nilai *Gain* dari Seluruh Atribut

Setelah menghitung *entropy* total serta *entropy* dari tiap-tiap nilai atribut, selanjutnya kita hitung nilai *gain information* dari tiap-tiap atribut. Adapun cara menghitung *gain information* menggunakan persamaan (2).

Contoh perhitungan *gain* pada atribut *Usia_anak* berdasarkan jumlah kasus persubset atribut adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
\text{GainInf(Usia)} &= (0.875911) - \left(\left(\left(\frac{85}{115}\right) * (0.858637) \right) + \left(\left(\frac{28}{115}\right) * (0.905928) \right) + \left(\left(\frac{2}{115}\right) * (1) \right) \right) \\
&= (0.875911) - \left((0.73913) * (0.858637) + (0.243478) * (0.905928) \right) \\
&\quad + \left((0.017391) * (1) \right) = 0,003301
\end{aligned}$$

Lakukan perhitungan yang sama pada semua atribut sampai keseluruhan atribut diketahui nilai *gain information*-nya.

Sistem klasifikasi penyakit berdasarkan profil pasien ini dikembangkan menggunakan Bahasa pemrograman *Java Netbeans* dan database *MySQL*. Dalam melakukan uji coba pada sistem ini penulis menggunakan data pasien tempat praktek umum dr. Rusydi Kamal pada tahun 2016.

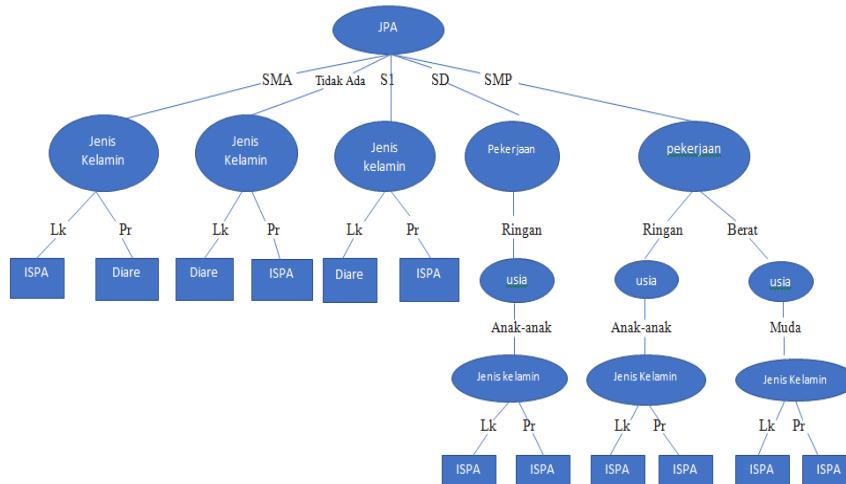
Adapun alur kerja sistem ini yaitu sebagai berikut:

1. Dilakukan penginputan data berupa data nilai Usia, Jenis Kelamin, Pekerjaan, dan Jenjang Pendidikan Akhir dari pasien untuk diproses sebagai data input pada metode Algoritma C4.5
2. Kemudian dilanjutkan ke tahap pembuatan pohon keputusan yang mana untuk menentukan *root* pada pohon keputusan dilakukan proses perhitungan *entropy* dan *gain information*. Atribut dengan *gain information* tertinggi inilah yang nantinya akan dijadikan *root/simpul* pada pohon keputusan. Selanjutnya untuk mengetahui predikat dari cabang atribut *gain information max* dilakukan proses perhitungan serupa terhadap cabang atribut *gain information max*, yaitu menghitung *entropy* dan *gain information*. Atribut dengan *gain information max* baru akan dijadikan cabang dari *root/simpul* pohon. Begitu seterusnya sampai diketahui hasil klasifikasi penyakit dari seluruh cabang pohon atau dapat dikatakan sampai mencapai *end of tree*, atau sampai keseluruhan pohon keputusan terbentuk.

Setelah pohon keputusan terbentuk, selanjutnya sistem akan menampilkan hasil klasifikasi penyakit pada pasien yang rentan terjadi selama tahun 2016.

Pohon Keputusan

Selanjutnya hasil dari perhitungan Algoritma C4.5 dibuat kedalam pohon keputusan yang mana berdasarkan hasil menunjukkan bahwa atribut Jenjang Pendidikan Akhir (JPA) menjadi root dari pohon keputusan karena memiliki nilai Gain tertinggi.



Gambar 1. Hasil Pohon Keputusan

Pola klasifikasi yang dihasilkan pada gambar diatas menunjukkan bahwa ada 12 pola atau *rule* klasifikasi penyakit pada tempat praktek umum Dr. Rusydi Kamal. Untuk lebih detail dijelaskan pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. Klasifikasi Penyakit pada Pasien Praktek Umum Dr. Rusydi Kamal

No	Kategori	Rentan Penyakit
1	Pasien dengan kategori jenjang pendidikan SMA, jenis kelamin laki-laki	ISPA
2	Pasien dengan kategori jenjang pendidikan SMA, jenis kelamin perempuan	Diare
3	Pasien dengan kategory jenjang pendidikan tidak ada, jenis kelamin laki-laki	Diare
4	Pasien dengan kategori jenjang pendidikan tidak ada, jenis kelamin perempuan	ISPA
5	Pasien dengan kategori jenjang pendidikan S1, jenis kelamin laki-laki	Diare
6	Pasien dengan kategori jenjang pendidikan S1, jenis kelamin perempuan	ISPA
7	Pasien dengan kategori jenjang pendidikan SD, jenis pekerjaan ringan, usia anak-anak, jenis	ISPA

	kelamin laki-laki	
8	Pasien dengan kategori jenjang pendidikan SD, jenis pekerjaan ringan, usia anak-anak, jenis kelamin perempuan	ISPA
9	Pasien dengan kategori jenjang pendidikan SMP, jenis pekerjaan ringan, usia anak-anak, jenis kelamin laki-laki	ISPA
10	Pasien dengan kategori jenjang pendidikan SMP, jenis pekerjaan ringan, usia anak-anak, jenis kelamin perempuan	ISPA
11	Pasien dengan kategori jenjang pendidikan SMP, jenis pekerjaan berat, usia anak-anak, jenis kelamin laki-laki	ISPA
12	Pasien dengan kategori jenjang pendidikan SMP, jenis pekerjaan berat, usia anak-anak, jenis kelamin perempuan	ISPA

Akurasi

Berikut merupakan perhitungan akurasi sistem klasifikasi penyakit pada pasien dengan total data sebanyak 302 untuk keseluruhan diagnosa penyakit yang mana hanya dua penyakit yang dijadikan sebagai kelas untuk klasifikasi. Dan hasil testing sistem klasifikasi penyakit pada pasien ini menunjukkan bahwa dari 109 data terdapat 75 data aktual dari data testing kelas ISPA yang diklasifikasikan benar ISPA menggunakan metode Algoritma C4.5. Selain itu terdapat 12 data aktual dari data testing kelas Diare yang diklasifikasikan benar Diare menggunakan metode Algoritma C4.5. Pengukuran data tersebut dilakukan dengan *Confusion Matrix* untuk mengevaluasi hasil dari algoritma *Decision Tree* C4.5. Menurut Swastina (2013) *Confusion matrix* merupakan sebuah tabel yang terdiri dari banyaknya baris data uji yang diprediksi benar dan tidak benar oleh model klasifikasi. Tabel ini diperlukan untuk mengukur kinerja suatu model klasifikasi.

Untuk lebih detail pada tabel berikut disajikan tabel *Confusion Matrix* sistem klasifikasi penyakit pada pasien dengan 2 kelas.

Tabel 3. *Confusion Matrix* Sistem Klasifikasi Penyakit pada Pasien

		Predikat Asli	
		ISPA	Diare
Predikat Hasil Klasifikasi	A	75	19
	B		

	<i>C</i>	<i>D</i>
Diare	3	12
Total	Data=109	ISPA=78 Diare=31

Perhitungan akurasi dihitung berdasarkan jumlah data yang sesuai antara data aktual dengan data hasil klasifikasi sistem pada tiap kelasnya dibagi dengan jumlah data keseluruhan kelas klasifikasi. Untuk perhitungan akurasi sistem klasifikasi penyakit pada pasien dihitung menggunakan rumus persamaan (2.3) berdasarkan tabel diatas (Tabel *Confusion Matrix* Sistem Klasifikasi Penyakit Pada Pasien dengan 2 kelas) sebagai berikut:

$$\text{Akurasi} = \frac{75 + 12}{75 + 19 + 3 + 12} = 79,82\%$$

Pada perhitungan diatas menunjukkan bahwa dengan menggunakan metode Algoritma C4.5 menunjukkan hasil akurasi sebesar 79,82%. Dengan ini sistem dapat diterapkan ditempat praktek umum untuk pengklasifikasian penyakit pada pasien dengan ISPA dan Diare sebagai kelas klasifikasinya.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada sistem klasifikasi penyakit pada pasien menggunakan metode Algoritma C4.5 dapat dimanfaatkan dan diterapkan untuk mengetahui pola penyakit pada pasien di tempat praktek umum Dr. Rusydi Kamal dengan klasifikasi kelas ISPA dan Diare yang telah dilakukan pengujian dimana akurasi sistem didapat sebesar 79,82% dengan data yang dilakukan sebanyak 109 data.
2. Sistem ini tidak bisa dilakukan *cross validation* karena data yang digunakan untuk melakukan testing ialah seluruh data yang ada yaitu 109 data.
3. Sistem ini dapat memberikan informasi mengenai penyakit yang rentan terjadi selama tahun 2016 dan mempermudah pihak tempat praktek umum untuk mengetahui penyakit yang rentan terjadi berdasarkan profil pasien yang ada.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih disampaikan kepada Dr. Rusydi Kamal, rekan-rekan Teknik Informatika, dan dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, membantu, membimbing, serta melancarkan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Darwis, 2015, Tentang Praktik Kedokteran, Jurnal Manajemen Pelayanan Kesehatan, Vol.9, No.2, Juni, 2015.
- Ina, W. T., 2013, Klasifikasi Data Rekam Medis Berdasarkan Kode Penyakit Internasional Menggunakan Algoritma C4.5, Jurnal Media Elektro, Vol. 1, No. 3, April 2013.
- Julianto, W., Yunitarini, R., Sophan, M. K., 2014, Algoritma C4.5 Untuk Penilaian Kinerja Karyawan, SCAN VOL. IX NOMOR 2 JUNI 2014, ISSN : 1978-0087.
- Kamagi, D. H., & Hansun, S., 2014, Implementasi Data Mining dengan Algoritma C4.5 untuk Memprediksi Tingkat Kelulusan Mahasiswa, ULTIMATICS, Vol. VI, No. 1, Juni 2014.
- Mardi, Y., 2017, Data Mining: Klasifikasi Menggunakan Algoritma C4.5, Jurnal Edik Informatika Penelitian Bidang Komputer Sains dan Pendidikan Informatika V2.i2(213-219) 2017.
- Sari, A. P., Ayu, F., Yulia, M., Febriana, M., 2013, Konsep Dasar Biologi “Penyakit”, Resume, Fakultas Ilmu Pendidikan, Universitas Negeri Padang, Padang.
- Sitorus, C. I., 2017, Prediksi Tingkat Keberhasilan Siswa Menggunakan Metode Decision Tree Algoritma C4.5, Skripsi, Universitas Maritim Raja Ali Haji, Tanjungpinang.
- Swastina, L., 2013, Penerapan Algoritma C4.5 Untuk Penentuan Jurusan Mahasiswa, Jurnal GEMA AKTUALITA, Vol. 2 No. 1, Juni 2013.