

Impelementasi Metode Forward Chaining Dan Certainty Factor Pada Studi Kasus Diagnosa Penyakit Ginjal

Muchamad Zainul Rohman^{1*}, Didi Susilo Budi Utomo² Dan Alimuddin³

^{1,2,3}Department of Information Technology, Politeknik Negeri Samarinda, Kalimantan Timur 75131, Indonesia

Article Info

Article history:

Received :
June 20th, 2022

Revised :
June 27th, 2022

Accepted
July 14th, 2022

ABSTRAK

Ginjal mempunyai fungsi yang sangat besar bagi tubuh. Ginjal berfungsi sebagai tempat penyingkapan zat-zat sisa metabolisme dalam tubuh sehingga jika terjadi masalah sedikit saja pada ginjal, maka ginjal tersebut tidak akan berfungsi dengan baik, sehingga zat-zat sisa metabolisme tersebut menumpuk dalam tubuh dan bisa menjadi racun dalam tubuh sehingga menyebabkan berbagai penyakit. Ada banyak macam jenis gangguan ginjal, pada penelitian ini hanya membahas 7 (tujuh) jenis gangguan ginjal yaitu N17 (*Acute Renal Failure*), N04 (*Nephrotic Syndrome*), C64 (*malignant neoplasm*), N39 (*Disorder of Urinary System*), N20 (*calculus of kidney*), dan N18 (*Chronic Kidney Disease*). Salah satu cara untuk mengetahui penyakit ginjal adalah dengan melihat gejala. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penyakit ginjal sejak dini berdasarkan gejala yang dialami menggunakan metode forward chaining kemudian menentukan tingkat kepastian dalam bentuk persentase menggunakan metode certainty factor. Hasil dari penelitian ini adalah pasien dengan id 125437 terindikasi menderita jenis penyakit dengan persentase terbesar yaitu malignant neoplasm dengan persentase 47%. Adapun cara penanganannya yaitu terapi radiasi, kemoterapi, operasi bedah, Immunotherapy, cyroablation, arterialembolization dan targetedtherapy.

Kata kunci: forward chaining, certainty factor, diagnose, penyakit ginjal, terapi radiasi

ABSTRACT

Kidneys have a very large function for the body. The kidneys function as a filtering place for metabolic waste substances in the body so that if there is even a slight problem with the kidneys, the kidneys will not function properly, so that metabolic waste substances accumulate in the body and can become toxic in the body, causing various diseases. . There are many types of kidney disorders, in this study only 7 (seven) types of kidney disorders are discussed, namely N17 (Acute Renal Failure), N04 (Nephrotic Syndrome), C64 (malignant neoplasm), N39 (Disorder of Urinary System), N20 (calculus of kidney), and N18 (Chronic Kidney Disease). One way to find out kidney disease is to look at the symptoms. This study aims to determine kidney disease early on based on the symptoms experienced using the forward chaining method and then determine the level of certainty in the form of a percentage using the certainty factor method. The results of this study are patients with ID 125437 indicated to suffer from the type of disease with the largest percentage, namely malignant neoplasm with a percentage of 47%. The treatment methods are radiation therapy, chemotherapy, surgery, immunotherapy, cyroablation, arterialembolization and targeted therapy.

Keywords: forward chaining, certainty factor, diagnosa, kidneys, radiation therapy

Copyright © 2022 Jurnal Teknologi MEDIA PERSPEKTIF
All rights reserved

Corresponding Author:

Muchamad Zainul Rohman
Department of Information Technology
Politeknik Negeri Samarinda,
Jl, Ciptomangunkusumo Kampus Gunung Lipan, Samarinda 75131, Indonesia
Email: zainulmzr@polnes.ac.id

1. PENDAHULUAN

Mempunyai tubuh yang sehat dan prima merupakan impian setiap orang. Selain penampilan, kesehatan tubuh jauh lebih penting karena terjadi sedikit saja masalah dengan anggota tubuh, bisa menyebabkan menurunnya tingkat produktivitas seseorang. Salah satu bagian tubuh yang sangat rentan terhadap gangguan ataupun masalah adalah ginjal. Seperti yang sudah diketahui oleh sebagian orang, ginjal mempunyai fungsi yang sangat besar bagi tubuh. Ginjal berfungsi sebagai tempat penyaringan zat-zat sisa metabolisme dalam tubuh sehingga jika terjadi masalah sedikit saja pada ginjal, maka ginjal tersebut tidak akan berfungsi dengan baik, sehingga zat-zat sisa metabolisme tersebut menumpuk dalam tubuh dan bisa menjadi racun dalam tubuh sehingga menyebabkan berbagai penyakit. Mengetahui penyakit ginjal sejak dini sangat membantu penderita untuk mencegah agar gangguan ginjal tidak semakin parah.

Pada penelitian yang telah dilakukan oleh [1][2] menyatakan bahwa sistem pakar bisa digunakan untuk membantu dalam menyelesaikan kasus diagnosa penyakit kulit, dengan sistem pakar mendiagnosa penyakit pencernaan pada manusia menggunakan metode forward chaining dan certainty factor [3], sistem pakar mendiagnosa penyakit tanaman kelapa sawit dengan metode certainty factor [4], sistem pakar mendiagnosa penyakit bawang merah dengan metode depthfirst search backward chaining [5] Berdasarkan penelitian ini maka akan dilakukan penerapan metode forward chaining (runut maju) maupun certainty factor (faktor kepastian) untuk mendiagnosa penyakit ginjal. Penelitian mengenai penerapan metode forward-backward chaining dapat juga dilakukan pada sistem pakar pencegahan dan pengobatan penyakit sapi [6][7]. Penelitian juga dilakukan oleh [8] The Implementation of Web-Based Forward Chaining as An Expert System for Diagnosis of Cattle Disease In Central Lampung (Case Study: Cattle Farm in Banjar Sari). Adapun tujuan penelitian ini dalam mengetahui cara kerja metode Forward Chaining dan Certainty Factor, mengetahui jenis-jeni penyakit ginjal dan gejala-gejalanya serta cara penangananan.

TINJAUAN TEORI

Kecerdasan Buatan

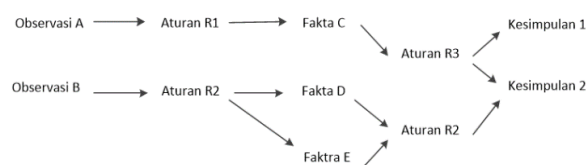
Kecerdasana buatan (Artifial Intelligence) merupakan bagian dari komputer yang mempelajari bagaimana membuat mesin (komputer) dapat melakukan pekerjaan seperti dan sebaik yang dilakukan oleh manusia bahkan bisa lebih baik daripada yang dilakukan oleh manusia [9]. Berdasarkan definisi diatas, maka teknologi kecerdasan buatan dipelajari dalam bidang-bidang seperti : Robotika (Robotics), Penglihatan Komputer (Computer Vision), Pengolah Bahasa Alami (Natural Language Processing), Pengenalan Pola (Pattern Recognition), Sistem Syaraf Tiruan (Artificial Neural System), Pengenalan Suara (Speech Recognition) dan Sistem Pakar (Expert System) [10]. Salah satu teknik bidang kecerdasan buatan yang menirukan proses penalaran manusia adalah Sistem Pakar. Pemecahan masalah - masalah yang kompleks biasanya hanya dapat dilakukan oleh sejumlah orang yang sangat terlatih, yaitu pakar.

Sistem Pakar

Pengertian Sistem Pakar, menurut Merlina [11], Pakar adalah seseorang yang memiliki kemampuan khusus terhadap suatu permasalahan, misalnya: dokter, koki, ahli permesinan, dan lain-lain. Menurut Arhami, Sistem Pakar adalah salah satu cabang dari kecerdasan buatan yang membuat penggunaan secara luas knowledge yang khusus untuk menyelesaikan masalah tingkat manusia seorang pakar. Menurut [12], Sistem Pakar adalah aplikasi berbasis computer yang digunakan untuk menyelesaikan masalah bagaimana yang dipikirkan pakar. Pakar yang dimaksud disini adalah orang mempunyai keahlian khusus yang dapat menyelesaikan masalah yang tidak dapat diselesaikan oleh orang awam.

Metode Fordward Chaining

Menurut [13] Forward chaining disebut juga penalaran dari bawah ke atas karena penalaran dari fakta pada level bawah menuju konklusi pada level atas didasarkan pada fakta. Penalaran dari bawah ke atas dalam suatu sistem pakar dapat disamakan untuk pemrograman konvensional dari bawah ke atas. Fakta merupakan satuan dasar dari paradigma berbasis pengetahuan karena mereka tidak dapat diuraikan ke dalam satuan paling kecil yang mempunyai makna.



Gambar 1. Rule Forward Chaining

Metode Forward Chaining adalah metode pencarian atau teknik pelacakan ke depan yang dimulai dengan informasi yang ada dan penggabungan rule untuk menghasilkan suatu kesimpulan atau tujuan [14]. Forward chaining ini sangat baik jika bekerja dengan permasalahan yang dimulai dengan rekaman informasi awal dan ingin dicapai penyelesaian akhir, karena seluruh proses akan dikerjakan secara berurutan maju. Berikut adalah diagram Forward Chaining secara umum untuk menghasilkan sebuah goal. Forward chaining merupakan metode inferensi yang melakukan penalaran dari suatu masalah kepada solusinya. Jika klausa premis sesuai dengan situasi (bernilai TRUE), maka proses akan menyatakan konklusi. Forward chaining adalah runut maju karena inferensi dimulai dengan informasi yang tersedia kemudian konklusi diperoleh. Jika suatu aplikasi menghasilkan tree yang lebar dan tidak dalam, maka gunakan forward chaining [15].

Metode Certainty Factor

Sebuah sistem pakar harus mampu bekerja dalam ketidakpastian. teori yang ditemukan untuk memecahkan ketidakpastian seperti klasik probabilitas, probabilitas Bayesian, teori Hartley berdasarkan himpunan klasik, teori Shannon berdasarkan probabilitas, teori Dempster-Shafer, teori kabur Zadeh dan Faktor Kepastian. Faktor kepastian diperkenalkan oleh Shortliffe Buchanan dalam merancang MYCIN (sistem pakar diagnosa penyakit meningitis dan infeksi bacremia yang di rancang pada tahun 1970). Faktor Kepastian (CF) adalah nilai parameter klinis yang diberikan oleh MYCIN untuk menunjukkan tingkat kepercayaan. Secara umum, rule dipresentasikan dalam bentuk sebagai berikut [8][16]:

$$\begin{aligned}
 CF(H, E)1 &= CF(H)1 * CF(E)1 \\
 CF(H, E)2 &= CF(H)2 * CF(E)2 \\
 CF(H, E)n &= CF(H)n * CF(E)n \\
 \\
 old1 &= CF(H, E)1 + CF(H, E)2 * (1 - CF(H, E)1) \\
 old2 &= old1 + CF(H, E)3 * (1 - old1) \\
 oldn &= old(n-1) + CF(H, E)(N+1) * (1 - (oldn-1)) \\
 \\
 combine &= oldn + CF(H, E)n \quad // \text{ old terakhir} + CF(H, E) \text{ terakhir} \\
 minimum &= 1 - \min([oldn | [H, En] \quad // \text{ old terakhir dan H, E terakhir} \\
 hasil &= \frac{combine}{minimum} \\
 persentase &= hasil \times 100\%
 \end{aligned}$$

Keterangan :

CF(H,E) = *Certainty Factor* yang di pengaruhi oleh CF(H) dan CF(E)

CF(H) = *Certainty Factor* yang di tentukan oleh seorang pakar

CF(E) = *Certainty Factor* berdasarkan gejala yang di alami pasien

CFcombine CF(H,E)1,2 = *Certainty Factor* gabungan antara CF(H,E)1 dan CF(H,E)2

CF = *certainty factor* akhir (kesimpulan)

Diagnosa

Diagnosa adalah identifikasi sifat-sifat penyakit atau kondisi atau membedakan satu penyakit atau kondisi dari yang lainnya. Penilaian dapat dilakukan melalui pemeriksaan fisik, tes laboratorium, atau sejenisnya, dan dapat dibantu oleh program komputer yang dirancang untuk memperbaiki proses pengambilan keputusan.

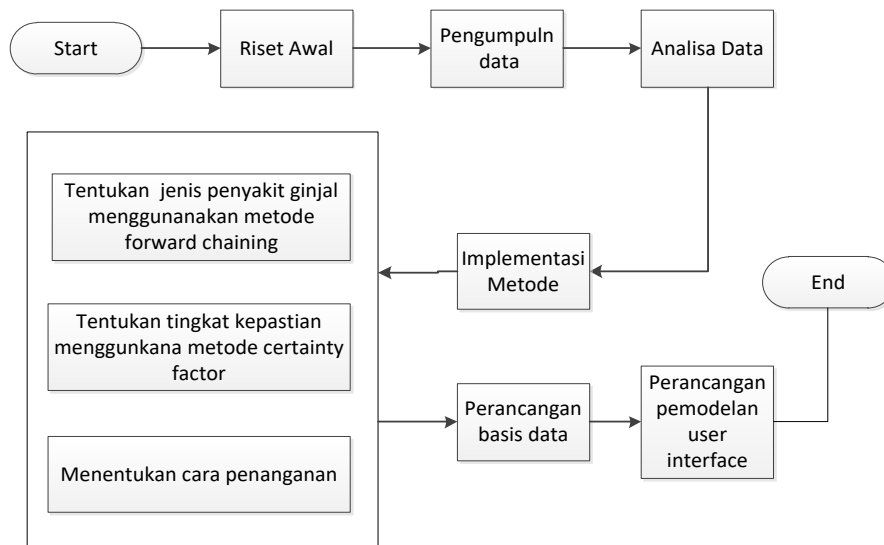
Ginjal

Ginjal adalah organ erekresi dalam vertebrata yang berbentuk mirip kacang. Sebagai bagian dari sistem urin, ginjal berfungsi menyaring kotoran (terutama urea) dari darah dan membuangnya bersama dengan air dalam bentuk urin. Manusia memiliki sepasang ginjal yang terletak di belakang perut atau abdomen. Ginjal ini terletak di kanan dan kiri tulang belakang, di bawah hati dan limpa. Di bagian atas (superior) ginjal terdapat kelenjar adrenal (juga disebut kelenjar suprarenal).

Ginjal adalah sepasang organ saluran kemih yang terletak di rongga retroperitoneal bagian atas. Bentuknya menyerupai kacang dengan sisi cekungnya menghadap ke medial. Kedua ginjal terletak di sekitar vertebra T12 hingga L3. Ginjal kanan biasanya terletak sedikit di bawah ginjal kiri untuk memberi tempat untuk hati. Sebagian dari bagian atas ginjal terlindungi oleh iga ke sebelas dan dua belas. Kedua ginjal dibungkus oleh dua lapisan lemak (lemak perirenal dan lemak pararenal) yang membantu meredam guncangan.

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam pembuatan



Gambar 2. Diagram Alir Metode Penelitian

Pengumpulan Data

Setelah melakukan riset awal, hal yang selanjutnya di lakukan adalah pengumpulan data. Pada tahap ini ada beberapa metode yang dilakukan:

Studi Literatue

Mempelajari teori-teori yang mendukung dan berhubungan dengan model sebuah sistem pakar. Hal ini perlu dilakukan agar dapat memahami bagaimana sebuah model bisa digunakan dalam pengolahan data pada penentuan penyakit ginjal dan mempelajari jurnal-jurnal yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan

Studi Lapangan

Studi lapangan dilakukan dengan mengumpulkan data-data yang digunakan dalam proses penyakit ginjal, data yang menjadi target penelitian ini adalah gejala penyakit ginjal, macam-macam penyakit ginjal, cara penanganannya, dan data pasien. Data studi lapangan juga digunakan untuk menguji metode pada penelitian.

Analisis Data

Pada tahap ini akan dilakukan analisa data-data yang sudah didapatkan sebelumnya. Berdasarkan literatur-literatur yang ada, data yang didapat dari hasil penelitian sebelumnya dan studi lapangan akan dilakukan pengelompokan menjadi 3(tiga) kelompok yaitu jenis penyakit ginjal, gejala penyakit ginjal berdasarkan jenisnya, dan cara penanganan berdasarkan jenis penyakit ginjal tersebut.

Impelementasi metode

Tahap selanjutnya adalah implementasi Metode, yaitu metode forward chaining dan certainty factor pada kasus ini. Cara penerapannya sebagai berikut :

- a. Tentukan gejala – gejala yang dialami pasien
- b. Tentukan cf gejala pasien
- c. Cari gejala yang sudah didapatkan sebelumnya yang gejala tersebut diderita pasien, menggunakan metode forward chaining
- d. Setelah ditemukan gejala tersebut, tentukan jenis penyakit ginjal yang di derita pasien
- e. Pasien memungkinkan terindikasi lebih dari satu jenis penyakit ginjal.
- f. Tentukan certainty factor tiap jenis penyakit ginjal yang terindikasi diderita pasien.
- g. Tentukan cara penanganan pasien yaitu cara penanganan jenis penyakit ginjal yang mempunyai nilai certainty factor terbesar.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan data merupakan pengumpulan data hasil yang diperoleh dari beberapa penelitian sebelumnya dan dari melakukan penelitian langsung dirumah sakit yang terkait.

Tabel 1. Jenis penyakit ginjal

No	Kode Penyakit	Jenis Penyakit Ginjal	Keterangan
1	N39	Disorders Of Urinary System	Infeksi saluran Kemih
2	N20	Calculus Of Kidney	Batu Ginjal
3	C64	Malignant Neoplasm	Kanker Ginjal
4	N28	Disorders Of Kidney	Kista Ginjal
5	N17	Acute Renal Failure	Gagal Ginjal Akut
6	N18	Chronic Kidney Disease	Gagal Ginjal Kronis
7	N04	Nephrotic Syndrome	Gangguan Glomeruli

Sumber : Data penelitian

Tabel jenis penyakit ginjal merupakan tabel yang berisi data berupa 7 jenis penyakit ginjal yang di peroleh dari ruang rekam medik rumah sakit I.A. Moeis dan penelitian sebelumnya.

Tabel 2. Gejala Penyakit Ginjal

Kode Gejala	Gejala
Gejala 1	Rasa panas ketika buang air kecil
Gejala 2	Rasa nyeri ketika buang air kecil
Gejala 3	Rasa ingin sering buang air kecil
Gejala 4	Rasa sakit ketika buang air kecil
Gejala 5	Muntah
Gejala 6	berkurangnya volume urin
Gejala 7	sering kencing >7xsehari
Gejala 8	Mual
Gejala 9	Demam
Gejala 10	Menggigil
Gejala 11	Di temukannya kuman E. Coli Klebsiela
Gejala 12	Di temukannya kuman entrobakter
Gejala 13	Di temukannya kuman proteus
Gejala 14	Jumlah koloni bakteri lebih dari atau sama dengan 100.000/ml.
Gejala 15	Urin berbau busuk
Gejala 16	urin mengandung nanah
Gejala 17	urin mengandung darah
Gejala 18	urin terlihat keruh
Gejala 19	Rasa sakit yang menetap pada perut bagian bawah.
Gejala 20	Tidak ada gejala selama batu tersebut diam di tempatnya
Gejala 21	Rasa nyeri yang hebat pada pinggang di atas ginjal
Gejala 22	sering muncul rasa nyeri pada pinggang selama waktu beberapa menit, hilang, kemudian terasa lagi
Gejala 23	Bengkak pada pinggang
Gejala 24	Nafsu makan berkurang
Gejala 25	sesak nafas
Gejala 26	Rasa sakit yang menetap pada salah satu daerah pinggang sedikit dibawah tulang rusuk.
Gejala 27	berat badan menurun
Gejala 28	Ada benjolan di ginjal
Gejala 29	sering merasa kelelahan tanpa sebab
Gejala 30	Demam yang berulang
Gejala 31	Rasa sakit pada pada daerah tubuh lainnya di sekitar ginjal, bila sel kanker telah menyebar.
Gejala 32	Perut terasa kembung akibat terjadinya pembesaran ginjal
Gejala 33	Urin keluar dalam jumlah yang banyak
Gejala 34	Adanya gumpalan besar pada bagian kanan atau kiri pinggul
Gejala 35	Tidak ada urin sama sekali
Gejala 36	bertambahnya kadar ureum dalam darah
Gejala 37	bertambahnya kadar kreatinin dalam darah
Gejala 38	Pusing

Gejala 39	kaki pegal
Gejala 40	kaki lemah
Gejala 41	Lemas
Gejala 42	Nyeri perut pada bagian tengah
Gejala 43	Sering buang air besar
Gejala 44	buang air besar cair
Gejala 45	tinja mengandung darah
Gejala 46	tinja berlendir
Gejala 47	Ginjal kistik (adanya gelembung berisi cairan pada ginjal)
Gejala 48	Kejang
Gejala 49	Batuk
Gejala 50	Bengkak Pada bagian badan tertentu atau seluruh badan
Gejala 51	Urin berbuih
Gejala 52	berat badan naik
Gejala 53	jarang buang air besar
Gejala 54	sering merasa dehidrasi
Gejala 55	nyeri kepala
Gejala 56	Penurunan nilai tes kliren kreatinin

Sumber : Data penelitian

Tabel gejala merupakan tabel yang berisi data berupa gejala - gejala penyakit ginjal yang diperoleh dari data pasien di ruang rekam medik serta dari penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan penelitian ini.

Tabel 3. Pasien

No_CM	Nama pasien	jenis kelamin	Usia(tahun)	Tanggal
36066	Endang Widayanti	Perempuan	50	09/12/2015
104183	Yusup, TN	Laki-laki	47	01/01/2016
056665	Supriyadi	Laki-laki	33	03/03/2016
125437	Sahar	Perempuan	60	20/02/2016
122000	Ajang Rahman	Perempuan	66	23/12/2015
116058	Nazwa_Kirana, AN	Perempuan	44	08/01/2016
123799	Nauril Pratama	Laki-laki	14	26/01/2016
013826	Kartini, NY	Perempuan	43	29/03/2016
084937	Mison.D.TN	Laki-laki	56	25/03/2016
127306	Muhammad Ikhwan	Laki-laki	30	25/03/2016
126783	Salim	Laki-laki	37	15/03/2016
125027	Muhammad Sahid	Laki-laki	45	12/02/2016
126226	Syahlajah	Perempuan	64	17/03/2016
124746	Intang	Perempuan	63	08/02/2016
126528	Suparji	Laki-laki	39	10/03/2016

Sumber : Data penelitian

Cara penanganan

Cara penanganan berisi tentang cara penanganan penyakit ginjal berdasarkan jenis penyakit ginjal tersebut.

1. N39 (Disorder Of Urinary system)

- Dokter akan meresepkan analgetik (obat penghilang nyeri akibat infeksi yang terjadi). Fenazopiridina-HCL (100mg/tablet) untuk mengurangi gejala sakit, perih atau rasa terbakar pada saat berkemih akibat infeksi pada saluran kencing bagian bawah. Merek produk yang beredar adalah Pyridium (Warner Lambert, Parke Davis) dan Urogetix (Ifars).
- Kemudian akan diberikan antibiotik untuk mengatasi kuman penginfeksi tersebut. Antibiotik yang sering diberikan adalah perfloksasina, floksasina, ofloksasina dan spirofloksasina HCL. Merek produk yang beredar mengandung perfloksasina (400 mg/tablet) adalah Abaktal (Lek, Phapros), Dexamflox (Dexa Medica), dan Perflacine (Aventis). Yang mengandung ofloksasina (400 mg/tablet) adalah Akilen (Sanbe Farma), Betaflox (Mahakam Beta Farma), Danoflox (Dankos).

2. N20 (Calculus Of Kidney)

- Disuntikan obat analgesik untuk mengurangi rasa nyeri yang meradang, karena posisi batu ginjal yang bergeser-geser sehingga terjadi luka pada ginjal atau saluran kemih Fenazopiridina – HCL (100mg/tablet) untuk mengurangi gejala sakit, perih atau rasa terbakar pada saat berkemih akibat infeksi pada saluran kencing bagian bawah. Merek produk yang beredar adalah Pyridium (Warner Lambert, Parke Davis) dan Urogetix (Ifars).

- b. Mengatasi batu ginjal dengan mencegah terjadinya kelebihan garam kalsium (hypercalciuri) diberikan diuretik (obat peluruh kencing) dan untuk menghancurkan batu ginjal yang terjadi akan diberikan diuretik dan urolitikium (obat peluruh batu ginjal). Diuretik yang bisa diberikan adalah allopurinol dan hidroklorothiazida (hydrochlorothiazide), yang biasanya disertai dengan pembatasan konsumsi garam. Merek allopurinol yang beredar antara lain Algur(Merck), Alofar (Ifars), Puricemia (Sanbe Farma) dan Isoric (Interbat). Diberikan juga kalium sitrat untuk menaikkan ph atau keasamaan darah.
 - c. Operasi/bedah untuk mengeluarkan batu yang besar.
3. C64 (Malignant Neoplasm)
 - a. Terapi radiasi, kemoterapi, dan operasi bedah untuk mengangkat sel kanker.
 - b. Immunotherapy untuk memperkuat sistem kekebalan tubuh agar mampu membunuh sel kanker. Obat yang di berikan adalah interleukin -2 dan interferon.
 - c. Diberikan cyroablation untuk membekukan sel kanker agar tidak berkembang.
 - d. Arterialembolization yaitu menyuntikkan bahan khusus ke pembuluh darah utama ginjal untuk menghambat suplay oksigen dan nutrisi ke lokasi sel kanker agar sel kanker mati kelaparan.
 - e. Tergetedtherapy, semacam kemoterapi yang langsung ke sasaran (bagian ginjal yang terkena kanker), sehingga bisa memperkecil efek samping obat, mempertahankan kualitas pasien obat Tergetedtherapy adalah sorafenib, sunitinib.
 3. N28 (Disorder Of Kidney)
 - a. Pembedahan untuk mengangkat kista tersebut bila dianggap sudah mengganggu
 - b. Terapi untuk mengontrol agar tidak terjadi gagal ginjal.
 4. N17 (Acute Renale Failure)
 - a. Diberikan obat deuretik lebih dahulu untuk meningkatkan pembuangan natrium serta air oleh ginjal, karena penyebabnya yang perlu di kontrol adalah hipertensi dan diabetes. Untuk menetralkan tekanan darah maka deuretik yang sering diberikan untuk gagal ginjal akut adalah furosemida (40mg/tablet), merk yang beredar adalah Lasix (Aventis) Hygroton (Novartis), furosemide (Kimiafarma).
 - b. Bila belum berhasil natrium keluar dari dalam tubuh maka diberikan obat golongan beta-blocker untuk menurunkan jumlah kerja jantung, sehingga terjadi penurunan tekanan darah. Atau diberikan ACE (angiotensinconvertingenzym) untuk mencegah enzim yang bekerja mengerutkan pembuluh darah, sehingga terjadi penurunan pembuluh darah. Piihan akhir adalah calcium-channelbloker yang bekerja melonggarkan pembuluh darah, sehingga aliran darah melambat.
 - c. Kadar gula dalam darah yang sudah mengkhawatirkan akan diberikan sulfonillurea untuk membantu pankreas lebih banyak insulin, dan meningkatkan jumlah reseptor (tempat bekerjanya) insulin, agar insulin dapat bekerja lebih efisien.
 - d. Diberikan suplemen kalsium dan kalsitriol untuk mengatasi osteodistrofi ginjal.
 - e. Cuci darah bila keadaan ginjal sudah sangat parah, memberikan suntikan hormon eritroprotin (EPO) untuk mempertahankan kadar HB pasien tetap stabil 9-10 g/dL. Memberikan suplemen zat besi, vitamin B12, asam folat, untuk mengatasi anemia.
 - f. Jalan terakhir adalah cangkok ginjal
 5. N18 (Chronic Kidney Disorders)
 - a. Diberikan obat deuretik lebih dahulu untuk meningkatkan pembuangan natrium serta air oleh ginjal, karena penyebabnya yang perlu di kontrol adalah hipertensi dan diabetes. Untuk menetralkan tekanan darah maka deuretik yang sering diberikan untuk gagal ginjal adalah furosemida (40mg/tablet), merk yang beredar adalah Lasix (Aventis), Hygroton (Novartis), furosemida (Kimia Farma).
 - b. Bila belum berhasil natrium keluar dari dalam tubuh maka diberikan obat golongan beta-blocker untuk menurunkan jumlah kerja jantung, sehingga terjadi penurunan tekanan darah. Atau diberikan ACE (angiotensinconvertingenzym) untuk mencegah enzim yang bekerja mengerutkan pembuluh darah, sehingga terjadi penurunan pembuluh darah. Piihan akhir adalah calcium-channelbloker yang bekerja melonggarkan pembuluh darah, sehingga aliran darah melambat.
 - c. Kadar gula dalam darah yang sudah mengkhawatirkan akan diberikan sulfonillurea untuk membantu pankreas lebih banyak insulin, dan meningkatkan jumlah reseptor (tempat bekerjanya) insulin, agar insulin dapat bekerja lebih efisien.
 - d. Diberikan suplemen kalsium dan kalsitriol untuk mengatasi osteodistrofi ginjal.
 - e. Cuci darah bila keadaan ginjal sudah sangat parah, memberikan suntikan hormon eritroprotin (EPO) untuk mempertahankan kadar HB pasien tetap stabil 9-10 g/dL. Memberikan suplemen zat besi, vitamin B12, asam folat, untuk mengatasi anemia.
 - f. Jalan terakhir adalah cangkok ginjal.

6. N04 (Nephrotic Syndrome)

1. Diet rendah garam untuk mengurangi penahanan cairan tubuh oleh natrium yang menyebabkan pembengkakan di tangan dan kaki
2. Diberikan obat diuretik (pelancar air seni) untuk membantu mengurangi cairan tubuh
3. menjaga tekanan darah pada atau di bawah 130/80 mmHg. Obat anti hipertensi contohnya Angiotensin-converting enzyme (ACE) inhibitor atau angiotensin receptor blocker (ARB)
4. Tingkat kolesterol yang tinggi juga harus ditangani untuk mengurangi risiko masalah jantung dan pembuluh darah. Obat untuk mengurangi kolesterol dan trigliserida mungkin diperlukan, obat yang paling sering digunakan adalah golongan statin (misalnya simvastatin).
5. Obat ACE inhibitors juga dapat membantu mengurangi jumlah hilangnya protein ke dalam urin.
6. Kortikosteroid dan obat lain yang berguna untuk meningkatkan sistem kekebalan tubuh juga dapat digunakan.

Metode Forward Chaining

Sebelum membangun rule metode forward chaining pada kasus ini, dibuat tabel keputusan. Tabel keputusan adalah tabel yang berisi tentang hubungan antar gejala dengan penyakit

Tabel 4. Keputusan

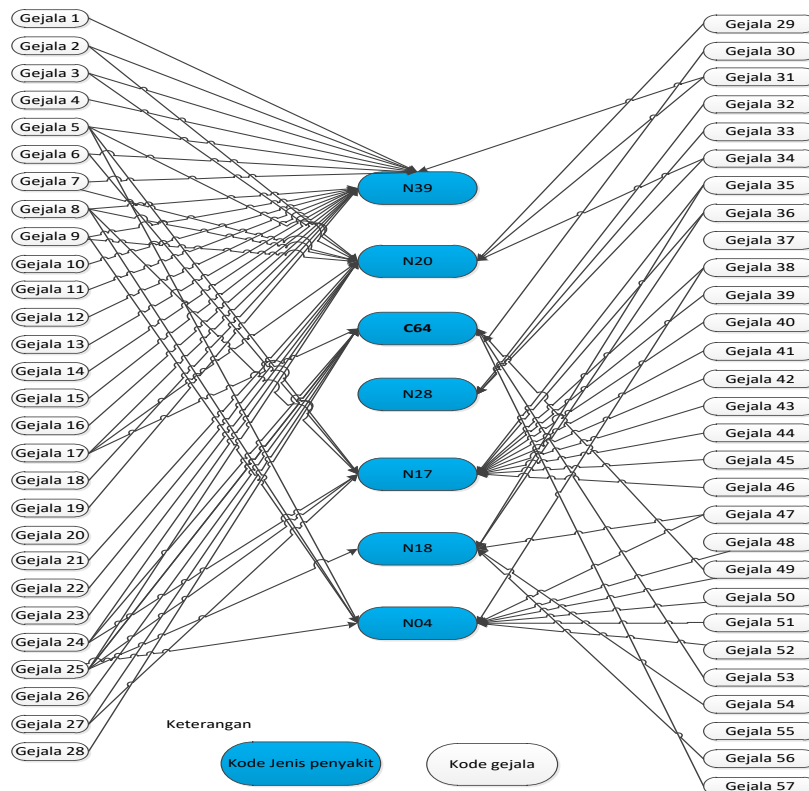
Kode Gejala	Kode Penyakit						
	N39	N20	C64	N28	N17	N18	N04
Gejala 1	Y						
Gejala 2	Y	Y					
Gejala 3	Y	Y					
Gejala 4	Y						
Gejala 5	Y	Y			Y		Y
Gejala 6	Y				Y		
Gejala 7	Y	Y					
Gejala 8	Y	Y			Y		Y
Gejala 9	Y	Y					Y
Gejala 10	Y						
Gejala 11	Y						
Gejala 12	Y						
Gejala 13	Y						
Gejala 14	Y						
Gejala 15	Y						
Gejala 16	Y						
Gejala 17	Y	Y	Y				
Gejala 18	Y						
Gejala 19	Y						
Gejala 20		Y					
Gejala 21		Y					
Gejala 22		Y					
Gejala 23		Y					
Gejala 24		Y	Y		Y		
Gejala 25		Y	Y		Y	Y	Y
Gejala 26			Y				
Gejala 27			Y		Y		
Gejala 28			Y				
Gejala 29			Y				
Gejala 30			Y				
Gejala 31	Y		Y				
Gejala 32				y			
Gejala 33				Y			
Gejala 34		Y		Y			
Gejala 35					Y		
Gejala 36					Y	Y	
Gejala 37						Y	
Gejala 38					Y		Y
Gejala 39					Y		

Gejala 40		Y	
Gejala 41		Y	
Gejala 42		Y	
Gejala 43		Y	
Gejala 44		Y	
Gejala 45		Y	
Gejala 46		Y	
Gejala 47			Y Y
Gejala 48			Y
Gejala 49	Y		Y
Gejala 50			Y
Gejala 51			Y
Gejala 52			Y
Gejala 53	Y		
Gejala 54			Y
Gejala 55			Y
Gejala 56			Y
Gejala 57	Y		

Sumber : Data penelitian

Rule Forward Chaining

Setelah membuat table keputusan, maka di buat rule Forward Chaining untuk studi kasus ini, yaitu sebagai berikut.



Gambar 3. Rule Forward Chaining Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Ginjal

Sumber : Analisa data penelitian

Certainty Factor

Skala Certainty Factor

Untuk menentukan seberapa besar tingkat kepastian seorang pasien mengalami gejala tertentu, maka digunakan skala certainty factor. Tabel skala Certainty Factor adalah sebagai berikut.

Perhitungan perancangan rangka simulator adalah sebagai berikut :

Data – data yang diketahui antara lain :

Table 5. Skala *Certainty Factor*

CF	Keterangan
0,0	Tidak
0,2	Tidak Tahu
0,4	Sedikit Yakin
0,6	Cukup yakin
0,8	Yakin
1,0	Sangat Yakin

Sumber : Data penelitian

Tabel CF pakar

Tabel CF pakar adalah tabel yang berisi daftar gejala dan certainty factor seberapa besar gejala tersebut berkontribusi terhadap penyakit ginjal tertentu. Adapun skala untuk CF gejala yaitu 0 sampai dengan 1, dengan ketentuan 0 berarti gejala tersebut tidak berkontribusi terhadap penyakit yang terkait sedangkan 1 berarti gejala tersebut sangat berkontribusi terhadap penyakit terkait. Tabel CF gejala dapat dilihat pada tabel 4.6 yang mana gejalanya telah diperoleh sebelumnya sedangkan untuk cf gejala tersebut menggunakan data Dummy dengan ketentuan total cf gejala pada satu jenis penyakit tertentu adalah 1.

Table 6. CF pakar

Kode Gejala	Kode Penyakit						
	N39	N20	C64	N28	N17	N18	N04
Gejala 1	0,05						
Gejala 2	0,03	0,08	0,09				
Gejala 3	0,02	0,08	0,07				
Gejala 4	0,07						
Gejala 5	0,02	0,06			0,05		0,08
Gejala 6	0,05				0,08		
Gejala 7	0,05	0,08					
Gejala 8	0,02	0,05			0,04		0,07
Gejala 9	0,04	0,07					0,09
Gejala 10	0,03						
Gejala 11	0,07						
Gejala 12	0,07						
Gejala 13	0,07						
Gejala 14	0,07						
Gejala 15	0,05						
Gejala 16	0,06						
Gejala 17	0,06	0,1	0,08				
Gejala 18	0,05						
Gejala 19	0,06						
Gejala 21		0,1					
Gejala 21		0,1					
Gejala 22		0,08					
Gejala 23		0,08					
Gejala 24		0,06	0,06		0,04		
Gejala 25		0,06	0,07		0,05	0,18	0,09
Gejala 26			0,08				
Gejala 27			0,07		0,08		
Gejala 28			0,08				
Gejala 29			0,07				
Gejala 30			0,07				
Gejala 31	0,06		0,08				
Gejala 32				0,33			
Gejala 33				0,33			
Gejala 34		0,09		0,34			
Gejala 35					0,07		

Gejala 36				0,07	0,17		
Gejala 37					0,17		
Gejala 38				0,04		0,07	
Gejala 39				0,05			
Gejala 40				0,05			
Gejala 41				0,05			
Gejala 42				0,07			
Gejala 43				0,06			
Gejala 44				0,06			
Gejala 45				0,07			
Gejala 46				0,07			
Gejala 47					0,17	0,1	
Gejala 48						0,08	
Gejala 49		0,06				0,07	
Gejala 50						0,1	
Gejala 51						0,1	
Gejala 52						0,08	
Gejala 53		0,07					
Gejala 54					0,14		
Gejala 55						0,07	
Gejala 56					0,17		
Gejala 57		0,06					
Total gejala	20	13	12	3	17	6	12
Total CF	1	1	1	1	1	1	1

Sumber : Analisa data penelitian

Cara perhitungan metode Certainty Factor

Untuk menentukan hasil certainty factor telah di jelaskan pada bab sebelumnya. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada tabel berikut ini.

Table 7. Cara perhitungan *Certainty Factor*

kode gejala	cf pakar[H]	cf pasien[E]	cf combine[H,E]	variable	Rumus
gejala1	H1	E1	H1*E1	old 1	old 1 = cf[H,E]1 + cf[H,E]2 * (1 - cf[H,E]1)
gejala2	H2	E2	H2*E2	old 2	old 2 = cf[old,1] + cf[H,E]3 * (1 - cf[old,1])
gejala3	H3	E3	H3*E3	old 3	old 3 = cf[old,2] + cf[H,E]4 * (1 - cf[old,2])
gejala4	H4	E4	H4*E4	old 4	old 4 = cf[old,3] + cf[H,E]5 * (1 - cf[old,3])
gejala5	H5	E5	H5*E6	old 5	old 5 = cf[old,4] + cf[H,E]6 * (1 - cf[old,4])
gejala6	H6	E6	H6*E6	old 6	old 6 = cf[old,5] + cf[H,E]7* (1 - cf[old,5])
gejala7	H7	E7	H7*E7	old 7	old 7 = cf[old,6] + cf[H,E]8* (1 - cf[old,6])
gejala8	H8	E8	H8*E8	old n-2	Old n-2= cf[old,7] + cf[H,E]9* (1 - cf[old,7])
gejala9	H9	E9	H9*E9		
Gejala n	Hn	En	Hn*En		
				combine	combine = cf[old n-2] + cf[H,E]n
				minimum	1- min[old,7 old,n-2]
				hasil	minimum / combine
				persentase	Hasil * 100%

Sumber : Analisa data penelitian

Penanganan

Setelah menghitung certainty factor tiap jenis penyakit ginjal yang terindikasi diderita oleh pasien, kemudian menentukan penanganan dengan cara memilih cara penanganan jenis penyakit ginjal yang nilai cf nya terbesar. Adapun cara penanganan dari tiap jenis penyakit ginjal yang telah didapatkan dari jurnal yang berkaitan dengan penelitian ini adalah sebagai berikut.

Contoh Kasus

Pada tahap ini akan dilakukan pengujian kedua metode, dengan data pasien yang telah didapatkan sebelumnya.
 Id_pasien : 125437

Tanggal masuk : 20/02/2016
 Nama : SAHAR
 Jenis Kelamin : PEREMPUAN
 Usia : 60 Tahun

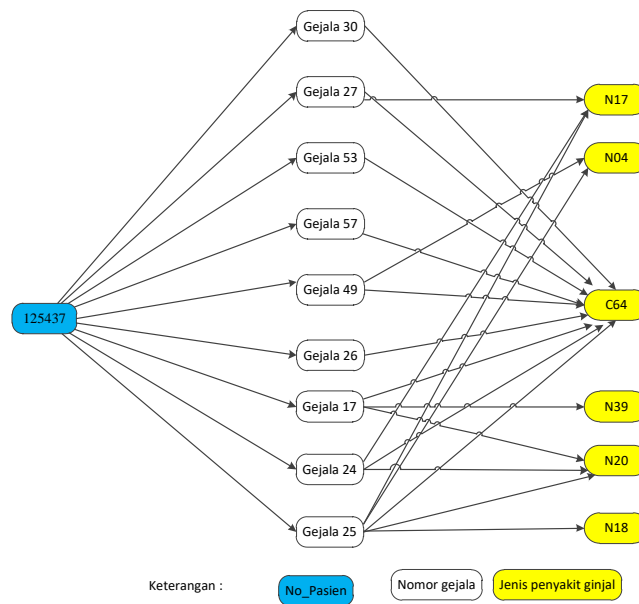
Gejala dan cf pasien : sesak nafas(0,5), demam naik turun (0,5), Jarang buang air besar, 1 x 2 hari(1), Batuk(1), Keringat malam(0,5), Berat badan turun(0,5), Terdapat darah pada urin(0,5), Rasa sakit pada bagian pinggang(0,5), Nafsu makan berkurang(0,5)

Tabel 8. Gejala id_pasien 125437

No	Kode Gejala	CF_pasien
1	Gejala 25	0,5
2	Gejala 30	0,5
3	Gejala 53	1,0
4	gejala 49	1
5	Gejala 57	0,5
6	Gejala 27	0,5
7	Gejala 17	0,5
8	Gejala 24	0,5
9	Gejala 26	0,5

Sumber : Analisa data penelitian

Jika menggunakan metode forward chaining maka di peroleh hasil sebagai berikut.



Gambar 4. Rule Forward Chaining id_pasien 125437

Sumber : Analisa data penelitian

Dari digram tersebut, dinyatakan bahwa pasien dengan id_pasien 125437 terindikasi mendertia 6 jenis penyakit ginjal yaitu N17 (acute renal failure), N04 (Nephrotic Syndrome), C64 (Malignant neoplasm), N39 (Disorder of urinary system), N20 (Calculus of kidney), dan N18 (Chronic Kidney Disease).

Menggunakan Metode Certainty Factor

Setelah ditentukan pasien terindikasi jenis penyakit ginjal tertentu,tahap selanjutnya adalah menghitung nilai cf dari tiap-tiap jenis penyakit ginjal yang terindikasi dialami oleh pasien dalam bentuk persentase.

Tabel 9. Perhitungan Cf Pasien 125437 untuk Jenis Penyakit Ginjal N04

Kode Gejala	Cf_pakar [H]	Cf_Pasien [E]	Cf_combine [H,E]	variable	Perhitungan
Gejala 5	0,08	0	0	old 1	0,000000
Gejala 8	0,07	0	0	old 2	0,000000
Gejala 9	0,09	0	0	old 3	0,045000
Gejala 25	0,09	0,5	0,045	old 4	0,045000
Gejala 38	0,07	0	0	old 5	0,045000
Gejala 47	0,10	0	0	old 6	0,045000
Gejala 48	0,08	0	0	old 7	0,111850
Gejala 49	0,07	1	0,07	old 8	0,111850
Gejala 50	0,1	0	0	old 9	0,111850
Gejala 51	0,1	0	0	old 10	0,111850
Gejala 52	0,08	0	0		
gejala55	0,07	0	0		
				combine	0,111850
				minimum	1,000000
				hasil	0,11185
				persentase	11%

Sumber : Analisa data penelitian

Tabel 10. Perhitungan Cf Pasien 125437 untuk Jenis Penyakit Ginjal C64

kode gejala	Cf_pakar [H]	Cf_Pasien [E]	Cf_combine [H,E]	variable	Perhitungan
Gejala 2	0,08	0	0	old 1	0,000000
Gejala 3	0,07	0	0	old 2	0,040000
Gejala 17	0,08	0,5	0,04	old 3	0,068800
Gejala 24	0,06	0,5	0,03	old 4	0,101392
Gejala 25	0,07	0,5	0,035	old 5	0,137336
Gejala 26	0,08	0,5	0,04	old 6	0,167530
Gejala 27	0,07	0,5	0,035	old 7	0,167530
Gejala 28	0,08	0	0	old 8	0,167530
Gejala 29	0,07	0	0	old 9	0,196666
Gejala 30	0,07	0,5	0,035	old 10	0,196666
Gejala 31	0,08	0	0	old 11	0,244866
Gejala 49	0,06	1	0,06	old 12	0,297725
Gejala 53	0,07	1	0,07		
Gejala 57	0,06	0,5	0,03		
				combine	0,327725
				minimum	0,702275
				hasil	0,466662818
				persentase	47%

Sumber : Analisa data penelitian

Tabel 11. Perhitungan Cf Pasien 125437 untuk Jenis Penyakit Ginjal N39

Kode Gejala	Cf_pakar [H]	Cf_Pasien [E]	Cf_combine [H,E]	variable	Perhitungan
Gejala 1	0,05	0	0	old 1	0,000000
Gejala 2	0,03	0	0	old 2	0,000000
Gejala 3	0,02	0	0	old 3	0,000000
Gejala 4	0,07	0	0	old 4	0,000000
Gejala 5	0,02	0	0	old 5	0,000000
Gejala 6	0,05	0	0	old 6	0,000000
Gejala 7	0,05	0	0	old 7	0,000000
Gejala 8	0,02	0	0	old 8	0,000000
Gejala 9	0,04	0	0	old 9	0,000000
Gejala 10	0,03	0	0	old 10	0,000000
Gejala 11	0,07	0	0	old 11	0,000000
Gejala 12	0,07	0	0	old 12	0,000000
Gejala 13	0,07	0	0	old 13	0,000000
Gejala 14	0,07	0	0	old 14	0,000000
Gejala 15	0,05	0	0	old 15	0,000000
Gejala 16	0,06	0	0	old 16	0,003000
Gejala 17	0,06	0,05	0,003	old 17	0,003000
Gejala 18	0,05	0	0	old 18	0,003000
Gejala 19	0,06	0	0		
Gejala 31	0,06	0	0		
				combine	0,003000
				minimum	1,000000
				hasil	0,003
				persentase	0,3%

Sumber : Analisa data penelitian

Tabel 12. Perhitungan Cf Pasien 125437 untuk Jenis Penyakit Ginjal N20

kode gejala	Cf_pakar [H]	Cf_Pasien [E]	Cf_combine [H,E]	variable	Perhitungan
Gejala 2	0,09	0	0	old 1	0,000000
Gejala 3	0,08	0	0	old 2	0,000000
Gejala 5	0,06	0	0	old 3	0,000000
Gejala 7	0,08	0	0	old 4	0,000000
Gejala 8	0,05	0	0	old 5	0,000000
Gejala 9	0,07	0	0	old 6	0,050000
Gejala 17	0,1	0,5	0,05	old 7	0,050000
Gejala 21	0,1	0	0	old 8	0,050000
Gejala 22	0,08	0	0	old 9	0,050000
Gejala 23	0,08	0	0	old 10	0,078500
Gejala 24	0,06	0,5	0,03	old 11	0,081265
Gejala 25	0,06	0,05	0,003		
Gejala 34	0,09	0	0		
				combine	0,081265
				minimum	1,000000
				hasil	0,0812645
				persentase	8,1%

Sumber : Analisa data penelitian

Tabel 13. Perhitungan Cf Pasien 125437 untuk Jenis Penyakit Ginjal N18

kode gejala	Cf_pakar [H]	Cf_Pasien [E]	Cf_combine [H,E]	variable	Perhitungan
Gejala 25	0,18	0,5	0,09	old 1	0,090000
Gejala 36	0,17	0	0	old 2	0,090000
Gejala 37	0,17	0	0	old 3	0,090000
Gejala 47	0,17	0	0	old 4	0,090000
Gejala 54	0,14	0	0		
Gejala 56	0,17	0	0		
				combine	0,090000
				minimum	1,000000
				hasil	0,09
				persentase	9,0%

Sumber : Analisa data penelitian

Dari tabel-tabel diatas maka di buat kesimpulan bahwa pasien dengan id 125437 terindikasi menderita jenis penyakit dengan persentase terbesar yaitu malignant neoplasm dengan persentase 47%. Adapun cara penanganannya yaitu sebagai berikut.

1. Terapi radiasi, kemoterapi, dan operasi bedah untuk mengangkat sel kanker.
2. Immunotherapy untuk memperkuat sistem kekebalan tubuh agar mampu membunuh sel kanker. Obat yang di berikan adalah interleukin -2 dan interferon.
3. Diberikan cyroablation untuk membekukan sel kanker agar tidak berkembang.
4. Arterialembolization yaitu menyuntikkan bahan khusus ke pembuluh darah utama ginjal untuk menghambat suplay oksigen dan nutrisi ke lokasi sel kanker agar sel kanker mati kelaparan.
5. Targetedtherapy, semacam kemoterapi yang langsung ke sasaran (bagian ginjal yang terkena kanker), sehingga bisa memperkecil efek samping obat, mempertahankan kualitas pasien obat Targetedtherapy adalah sorafenib, sunitinib.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan uji coba yang telah dilakukan dan dijabarkan di dalam penelitian ini, penulis dapat mengambil kesimpulan bahwa penelitian ini memberikan hasil keputusan seorang pasien mengidap penyakit ginjal tertentu dalam bentuk persentase. Data yang digunakan adalah data semi-dummy. Cara perhitungan yang telah dilakukan dapat dijadikan sebagai pedoman untuk membangun sebuah sistem pakar diagnosa penyakit ginjal. Pada penelitian ini metode forward chaining digunakan untuk menentukan pasien terindikasi mengalami suatu jenis penyakit ginjal tertentu berdasarkan gejala dan metode certainty factor untuk menentukan seberapa persen pasien tersebut mengalami penyakit ginjal tertentu

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Damawati, "Perancangan Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Penyakit Kulit Dengan Metode Forward Chaining Berbasis Android," ... *Karya Ilmiah Mahasiswa Fakultas sains dan ...* 2021.
- [2] M. A. Hamzani, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Jeruk Menggunakan Metode Forward Chaining," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 1, no. 1. 2017.
- [3] A. Wijianto, "Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Pencernaan Pada Manusia Menggunakan Metode Forward Chaining dan Certainty Factor," *J. Tek. Juara Aktif Glob. Optimis*, vol. 1, no. 2, pp. 1–10, 2021, doi: 10.53620/jtg.v1i2.26.
- [4] L. Wahyuni and S. Darma, "Sistem pakar mendiagnosa penyakit tanaman kelapa sawit dengan metode certainty factor," *Informatika*, pp. 122–127, 2014.
- [5] J. P. Sembiring and J. Manurung, "Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Bawang Merah Dengan Metode Depthfirst Search Backward Chaining," *J. Nas. Komputasi dan Teknol. Inf.*, vol. 4, no. 5, pp. 356–362, 2021, doi: 10.32672/jnkti.v4i5.3420.
- [6] M. D. Irawan, H. F. Siregar, M. Y. Simargolang, and T. Liana, "Expert System for Areca Plant Disease Detection Using Forward Chaining Method," *PIKSEL Penelit. Ilmu Komput. Sist. Embed. Log.*, vol. 8, no. 2, pp. 115–122, 2020, doi: 10.33558/piksel.v8i2.2291.
- [7] M. D. Irawan, A. Widarma, Y. H. Siregar, and R. Rudi, "Penerapan Metode Forward-Backward Chaining pada Sistem Pakar Pencegahan dan Pengobatan Penyakit Sapi," *Jurnal Teknologi dan Informasi*, vol. 11, no. 1. pp. 14–25, 2021, doi: 10.34010/jati.v11i1.3286.

-
- [8] A. M. Novita Andriyani, Doni Irawan, "The Implementation of Web-Based Forward Chaining as An Expert System for Diagnosis of Cattle Disease In Central Lampung (Case Study: Cattle Farm in Banjar Sari)," *Int. J. Artif. Intell. Robot. Technol.*, vol. 1, no. 2, pp. 45–58, 2021.
- [9] P. H. and J. Tremblay, "Artificial intelligence in medicine - ScienceDirect," *Elsevier*. 2017.
- [10] C. Jacob, "Introduction to Artificial Intelligence What is Artificial Intelligence," *Medium*, pp. 1–15, 2019.
- [11] S. Kurniawan and N. Merlina, "Sistem Pakar Berbasis Web Dengan Menggunakan Metode Forward Chaining Untuk Mendiagnosa Kerusakan Mobil Daihatsu Ayla," *Pilar Nusa Mandiri*, vol. XI, no. 2. pp. 197–202, 2015.
- [12] H. Pratiwi, "Buku Ajar: Sistem Pakar - Google Buku." Goresan Pena Publishing, Bandung, 2018.
- [13] I. Akil, "Analisa Efektifitas Metode Forward Chaining Dan Backward Chaining Pada Sistem Pakar," *Jurnal Pilar Nusa Mandiri*, vol. 13, no. 1. pp. 35–42, 2017.
- [14] W. D. Prasetyo and R. Wahyudi, "Sistem pakar diagnosis penyakit ternak sapi menggunakan metode forward chaining berbasis website responsif," *Jurnal Teknologi dan Terapan Bisnis (JTTB)*, vol. 2, no. 1. pp. 13–21, 2019.
- [15] F. R. B. Putra, A. Fadlil, and R. Umar, "Analisis Metode Forward Chaining Pada Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Hewan Sapi Berbasis Android," *Jurnal Sains Komputer & Informatika (J-SAKTI)*, vol. 5, no. 2. pp. 1034–1044, 2021.
- [16] D. T. Satya and N. Hidayat, "Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Sapi Ternak Potong Menggunakan Metode Naïve Bayes - Certainty Factor," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 2, no. 10, pp. 3406–3410, 2018.