

IDENTIFIKASI PENYAKIT GAGAL GINJAL MELALUI BAU URINE MENGGUNAKAN SENSOR GAS DAN JARINGAN SARAF TIRUAN

Ahmad Muhazir¹⁾, Misbah²⁾, Rini Puji Astutik³⁾

¹⁾Jurusan Teknik Elektro– Universitas Muhammadiyah Gresik

¹⁾Ahmadmuhazir1704@gmail.com, ²⁾misbah@umg.ac.id,

³⁾Astutik_rpa@umg.ac.id

JL. Sumatra No 101, Gresik 61121,
Jawa Timur

ABSTRAK

Penyakit ginjal kronik (PGK) merupakan suatu proses patofisiologi dengan etiologi beragam, mengakibatkan penurunan fungsi ginjal yang progresif dan pada umumnya berakhir dengan gagal ginjal. Penelitian ini bertujuan untuk merancang suatu alat deteksi gagal ginjal yang handal dan ekonomis, dengan mengidentifikasi penderita ginjal kronik (gagal ginjal) melalui kadar urea menggunakan reagen diasetilmonoksim akan diserap oleh urine. Hal itu dapat menimbulkan warna kuning yang mana akan dicek kadarnya dengan spektrometer. Metode yang digunakan diawali dengan studi kepustakaan, metode perancangan, metode pengujian, dan analisa data. Penggunaan sensor gas diharapkan efektif dalam mengidentifikasi penderita penyakit gagal ginjal. Untuk pengidentifikasian bau urine sakit gagal ginjal dan non sakit gagal ginjal sebelumnya dilakukan proses training data dan identifikasi menggunakan backpropagation yang terdapat pasang data dan pola untuk mewakili karakterisasi bau urine diabetes dan non diabetes. Kepekaan sensor gas pada alat pendeteksi urine menggunakan modul sensor Gas MQ-2, MQ-4, MQ-7 dan MQ-135 yang sudah dilatihkan pada system dengan memiliki akurasi 96,80% dan sensor yang lebih mendominasi ada pada MQ-2, MQ-4 untuk orang sakit dan sehat. Sehingga sistem mampu membedakan mana jenis urine orang terkena penyakit ginjal atau urine orang yang sehat.

Kata Kunci : Penyakit Ginjal kronik , Sensor Gas MQ, Jaringan Saraf Tiruan

ABSTRACT

Chronic kidney disease (CKD) is a pathophysiological process with various etiologies, resulting in a progressive decline in kidney function and generally ending in kidney failure. At this time the identification of patients with chronic kidney disease (kidney failure) through the level of urea using diacetylmonoxime reagent will be absorbed by the urine. This can cause a yellow color which will be checked with a spectrometer. The use of gas sensors is expected to be effective in identifying patients with kidney failure. To identify the smell of urine with kidney failure and non-kidney failure, a training data and identification process was carried out using backpropagation which contained pairs of data and patterns to represent the characterization of the smell of diabetic and non-diabetic urine. The sensitivity of the gas sensor on the urine detector uses the MQ-2, MQ-4, MQ-7 and MQ-135 Gas sensor modules that have been trained in the system with an accuracy of 96.80% and the sensors that dominate are on the MQ-2, MQ -4 for sick and healthy people. So the system is able to distinguish which type of urine of people with kidney disease or urine of healthy people.

Keywords: *Chronic Kidney Disease, MQ Gas Sensor, Artificial Neural Network*

1. PENDAHULUAN

Urea merupakan produk akhir dari metabolisme asam amino. Siklus urea (siklus *ornithine*) adalah reaksi perubahan amonia () menjadi urea ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$). Reaksi kimia ini sebagian besar terjadi di hati dan sedikit terjadi di ginjal [1]. Urea bersifat racun sehingga dapat membahayakan tubuh apabila menumpuk di dalam tubuh. Meningkatnya urea dalam darah dapat menandakan adanya masalah kelainan dalam komposisi darah atau urinee pada ginjal [2]. Penyakit ginjal kronik (PGK) merupakan suatu proses patofisiologi dengan etiologi beragam, mengakibatkan penurunan fungsi ginjal yang progresif dan pada umumnya berakhir dengan gagal ginjal. Kriteria penyakit ginjal kronik yaitu kerusakan ginjal (*renal damage*) yang terjadi lebih dari 3 bulan, serta adanya tanda kelainan ginjal, termasuk atau kelainan dalam tes pencitraan (*imaging tests*) [3]. Dengan menggunakan sensor gas diharapkan efektif dalam mengidentifikasi penderita penyakit gagal ginjal. Penelitian mengenai gas hidrokarbon dengan sensor gas sudah dilakukan namun hanya terbatas pada obyek polusi udara [4]. Dan juga telah dilakukan penelitian kandungan Amonia pada kapur pertanian dengan teknologi

sensor gas [5]. Penjabaran dari latar belakang diatas maka dihasilkan suatu penelitian dengan judul *“Identifikasi Penyakit Gagal Ginjal Melalui Bau Urinee menggunakan sensor gas dan Jaringan Saraf tiruan”*. Sistem ini menggunakan satu sensor gas hidrokarbon, dan dua sensor gas pendukung yang menambah keakuratan pendeteksian bau urinee. Jaringan saraf tiruan menjadi suatu metode untuk melatih mikrokontroler untuk mengidentifikasi bau dari Urea. Hal itu dilakukan untuk mengidentifikasi penyakit gagal ginjal melalui bau urine dengan sistem dapat dilakukan.

2. DASAR TEORI

Sensor MQ-2

Sensor MQ-2 adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi konsentrasi gas yang mudah terbakar di udara. Serta asap dan output terbaca sebagai tegangan analog.



Gambar 1. Sensor MQ -2

Spesifikasi Sensor MQ – 02

1. Dapat mendeteksi gas LPG, i-butana, propana, metana, alkohol, hidrogen dan asap.

2. Memiliki dual signal output (analog output, and TTL level output)
3. Range tegangan analog keluaran antara 0~5Vdc
4. mempunyai kestabilan pembacaan yang bagus dan stabil
5. Respon cepat dan sensitivitas tinggi
6. Output dari sensor berupa Analog dan Digital
7. Trigger Level configuration
8. Terdapat Potentiometer
9. Dimensi module 32 x 20 mm

Sensor MQ-4

Sensor MQ-4 merupakan sensor yang mampu melakukan pendeteksian kadar gas metana serta gas natural yang terdapat pada udara. Modul ini sudah dilengkapi dengan beberapa komponen pendukung seperti resistor *pull-up*, LED indikator serta *jumper* yang ditujukan untuk memudahkan proses penggunaannya.



Gambar 2. Sensor MQ – 4

Spesifikasi Sensor MQ – 04

1. Tegangan kerja : 5 VDC.
2. Target gas : metana (CH₄) dan gas natural.
3. *Range* deteksi : 200 - 10000 ppm.
4. UART TTL : 38400 bps, 8-bit data, 1-bit stop, *no parity, no flow control*.
5. I2C : dapat di-*cascade* hingga 8 buah modul dalam satu jalur komunikasi.
6. Menggunakan ADC 10-bit untuk konversi data analog dari sensor.
7. Memiliki *output* berupa data digital dengan nilai 0 - 1023 (hasil konversi ADC).
8. Terdapat 1 buah *variable resistor* untuk pengatur nilai *threshold* secara manual.
9. Disediakan beberapa *jumper* untuk konfigurasi *pull-up* I2C, resistor beban, serta *variable resistor threshold*.
10. Memiliki fitur kendali *on/off* dengan 2 (dua) mode kerja pilihan yaitu *hysteresis* dan *window*.
11. PinI/O yang kompatibel dengan *level* tegangan TTL dan CMOS.
12. Memiliki 2 buah LED sebagai indikator.
13. Dilengkapi dengan rangkaian EMI filter untuk mengurangi gangguan elektromagnetik.

Sensor Gas MQ- 07

Sensor MQ-07 ini sangat sensitif terhadap Karbon Monoksida. Material gas yang dideteksi oleh sensor gas MQ-07 adalah gas CO. Sensor ini telah diaplikasikan dalam penelitian monitoring gas CO pada lingkungan kerja.



Gambar 3. Sensor gas MQ - 07

Spesifikasi Sensor MQ – 07

1. Sensitivitas tinggi dengan area deteksi luas
2. *Detection gas* : LPG, Iso-Butane, Propane
3. *Concentration* : 200 - 10000 ppm
4. *Circuit Voltage (Vc)* : 5V
5. *Heating Voltage (Vh)* : 1.4V-5V
6. *Heating Time Th (High)* : 60s
7. *Heating Time Th (Low)* : 90s
8. *Load Resistance (RL)* : adjustable
9. *Heater resistance (Rh)* : 33 ohm
10. *Sensing resistance* : 2K ohm - 20K ohm (pada 100 ppm CO)

Sensor Gas MQ- 135

Sensor gas MQ-135 adalah jenis sensor kimia yang sensitif terhadap

senyawa NH₃, NO_x, alkohol, bensol, asap (CO), CO₂, dan lain-lain. Berikut ini adalah spesifikasi dari sensor gas MQ- 135 [6].



Gambar 4. Sensor gas MQ – 135

Tabel 1. Spesifikasi Sensor gas MQ - 135

Parameter	Kondisi teknis	Keterangan
<i>Circuit voltage</i>	5 V ± 0,1	AC atau DC
<i>Heating voltage</i>	5 V ± 0,1	AC atau DC
<i>Load resistance</i>	Bisa menyesuaikan	
<i>Heater resistance</i>	33 Ω ± 5%	Suhu ruangan
<i>Heating consumption</i>	Kurang dari 800 mW	
<i>Jangkauan pengukuran</i>	10 – 300 ppm amonia. 10 – 1000 ppm bensol. 10 – 300 alkohol.	

Mengimplementasikan JST Pada Arduino

Setelah melakukan pelatihan dan pengujian jaringan saraf *backpropagation* terakir adalah mengimplementasikan nilai *weight* (bobot) pada mikrokontroler arduino uno, nilai bobot ini bisa didapat setelah pengujian sistem pada worksheet *network* [7]. Nilai bobot ini sangatlah penting dalam penggunaannya saat sistem ini diberi *sampling* dengan kadar gas urine. Pada tahap inilah JST *Backpropagation* bekerja. Nilai bobot (*weight*) nilai bias

serta fungsi aktivasi yang disertakan pada lembar lampiran dimasukkan ke dalam program fungsi GUI pada MATLAB dengan tampilan sebagai berikut :



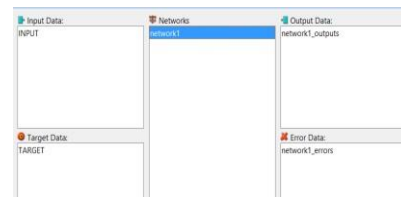
Gambar 5. Tampilan Gui Pendeteksi Gas

Jaringan Saraf Tiruan

Backpropagation

Pelatihan ini menggunakan aplikasi MATLAB 2013 dengan fitur Implementasi *nntool* (*neural network tool*)) MATLAB berikut cara mengaktifkannya.

1.) Masukkan pada *command* “*nntool*” dan *Run* maka akan keluar *nntool* manager, setelah itu masukkan (*import*) file input dan target yang telah disiapkan, dan juga buat *network* file di pilihan *new* dengan men setting jumlah *layer* dan *neuron* sesuai data yang kita inputkan, sehingga akan muncul pada *nntool* manager sebagai berikut,



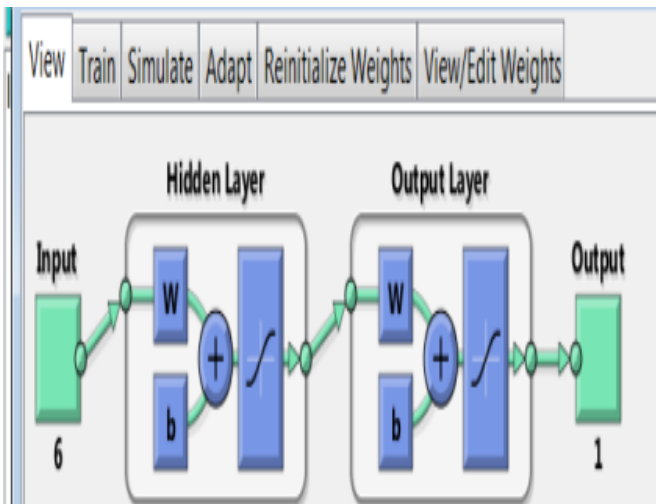
Gambar 6. Halaman *workspace nntool* manager

2.) Tahap berikutnya adalah melatih jaringan saraf tiruan dengan memasukkan parameter

yang ditentukan pada *network* yang dibuat seperti contoh dibawah ini :

- Nilai epoch = 1000
- Nilai validation check = 10
- Nilai goals = 0,001
- Time = inf (tidak dibatasi)
- Hidden layer = 2
- Neuron = 125 (jml data)
- Jenis algoritma = Tansig

Pada *sheet train, simulate* serta *adapt* perlu ditentukan file *input* dan targetnya.



Gambar 7. Arsitektur *network*
Backpropagation

3.) Setelah parameter ditentukan maka klik tombol “*Train Network*” sehingga akan muncul tampilan yang menunjukkan *Performance, Training state* dan regresi, dengan hasil,

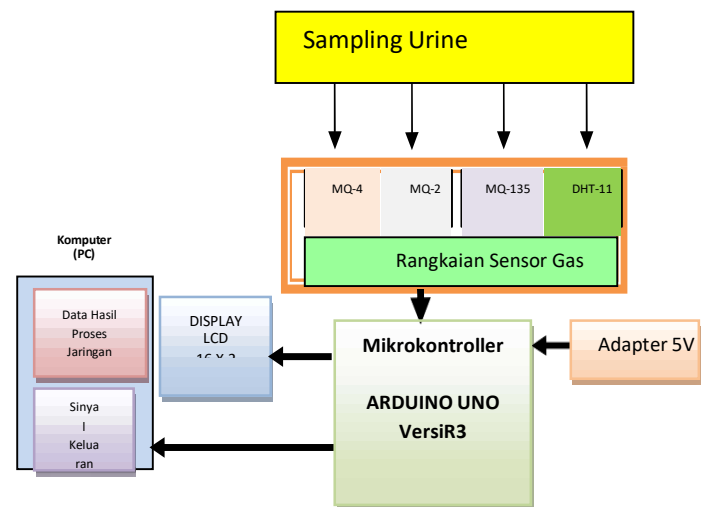
- Nilai performance = 0,00189
- best validation = 0,27275
- gradient = 1.56
- epoch = 6

4.) Selanjutnya kembali ke “*nntool manager*” dan pada kolom *output* dan *error* sudah terdapat data hasil pemrosesan jaringan saraf tiruan *Backpropagation* [8]. Untuk menentukan keakurasian hasil output terhadap nilai target maka data harus dibandingkan dengan *microsoft excel*, maka nilai bobot pada *sheet “network”* bisa dimasukkan pada *notepad* sementara untuk proses pemrograman pada

arduino. Data koding pemrograman ada pada halaman lampiran. Hasil dari pemrosesan Jaringan Saraf Tiruan.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian dengan judul “Identifikasi Penyakit Gagal Ginjal Melalui Bau Urinee menggunakan Sensor Gas dan Jaringan Saraf Tiruan”. Secara garis besar menggunakan metode penelitian diawali dengan studi kepustakaan, metode perancangan, metode pengujian, dan analisa data.



Gambar 8. Skema *Hardware*

Prinsip kerja Gambar 7 Skema *Hardware*

1. *Power Supply* berasal dari AC 220 V dirubah menggunakan adaptor dengan *output* tegangan DC 5V untuk power mikrokontroler dan sumber tegangan (VCC) untuk modul sensor gas dan modul Bluetooth.

2. Sensor gas bekerja pada tegangan DC antara 3 - 5V, dan mendeteksi udara (gas) yang akan dikonversikan menjadi sinyal digital dan dikirim ke IC mikrokontroler arduino uno yang mana harus dikalibrasi dahulu.
3. Arduino uno versi R3 berfungsi sebagai pengolah data utama (*Processor*) yang mana bekerja pada tegangan max 5 V .disini IC arduino uno merubah sinyal ADC dari sensor suara dan menghasilkan *output* berupa sinyal digital untuk dikirim ke modul mikrokontroler dan ditampilkan data setiap proses pada LCD 16 x 2.
4. LCD 16 X 2 berfungsi untuk menampilkan data setiap proses dari sinyal ADC yang masuk dan yang dikelola oleh mitrokontroller arduino uno yang bekerja pada tegangan DC 5 V.
5. Modul Bluetooth HC-05 bekerja untuk mengirim data yang dikelola arduino uno pada aplikasi penerima (receiver) pada PC yang telah dibuat.
6. Blower berfungsi sebagai menghisap atau memindahkan udara dari box 1 ke box 2 untuk pengambilan sampling.
7. Kotak panel pengendali sebagai tempat (*casing*) pelindung *mikrokontroller* dan

piranti elektronik lainnya serta tempat sampling udara.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengetahui bekerja atau tidaknya perangkat yang telah dibuat harus dilakukan suatu pengujian. Dimana suatu sistem dinyatakan bekerja dengan baik jika sistem tersebut bekerja sesuai dengan tujuan awal perancangan.

Pengujian Sensor Gas

Pengujian pada sensor gas dilakukan setelah sistem ini diprogram dengan arduino uno. Pemrograman tersebut berfungsi agar arduino mengenali sensor yang digunakan.



Gambar 9. Pengujian sensor gas

Perakitan *Hardware*

Perakitan *Hardware* dilakukan setelah semua komponen elektrik telah diuji coba dan dapat bekerja dengan baik. Perakitan *hardware* menggabungkan komponen elektrik dan mekanik

menjadi satu agar satu kesatuan sistem dapat bekerja dengan baik saat diprogram nanti. Berikut hasil perakitan *Hardware* yang telah dilakukan.



Gambar 10. Perakitan *Hardware*

Pelatihan Jaringan Saraf Tiruan

Pelatihan jaringan saraf tiruan dilakukan setelah uji coba semua komponen elektrik sistem telah diuji coba, pelatihan dilakukan dengan mengamati keluaran sinyal analog pada sensor gas satu persatu dan mencatatnya menggunakan aplikasi dari delphi yang telah dibuat. Pada pengujian jaringan saraf tiruan ini diharapkan sistem dapat mengenali bau urea pada urine untuk menentukan seseorang teridentifikasi gagal ginjal atau tidak. Sederhananya agar sistem dapat mengidentifikasi jenis gas tertentu pada setiap sensor gas. Pada pengujian ini sampling yang digunakan adalah gas yang memiliki tingkat kemurnian tinggi untuk menguji karakteristik pola sinyal *output*.

Tabel 4.1. Pelatihan Jaringan Saraf Tiruan (dalam satuan ppm)

No	kategori	MQ-2	MQ-4	MQ-7	MQ-135	TARGET	AKURASI	%
1	sakit	0,90	0,90	0,18	0,90	1,00	1	100
2	sakit	0,90	0,90	0,15	0,90	1,00	1	100
3	sakit	0,90	0,72	0,10	0,63	1,00	1	100
4	sehat	0,10	0,10	0,90	0,10	0,00	0,0017	100
5	sakit	0,70	0,67	0,90	0,90	1,00	1	100
6	sakit	0,30	0,33	0,55	0,37	1,00	1	100
7	sakit	0,90	0,90	0,41	0,90	1,00	1	100
8	sehat	0,10	0,10	0,10	0,10	0,00	0,2348	100
9	sakit	0,10	0,30	0,90	0,50	1,00	1	100
10	sakit	0,50	0,20	0,10	0,37	1,00	0,9999	99,998
11	sakit	0,10	0,10	0,42	0,10	1,00	1	100
12	sehat	0,90	0,90	0,74	0,90	0,00	0,0151	100
13	sakit	0,10	0,16	0,10	0,18	1,00	0,9999	99,999
14	sakit	0,90	0,90	0,90	0,90	1,00	1	100
15	sakit	0,30	0,28	0,56	0,26	1,00	1	100
16	sehat	0,10	0,10	0,21	0,10	0,00	0,0994	100
17	sakit	0,10	0,63	0,90	0,58	1,00	1	100
18	sakit	0,10	0,10	0,19	0,10	1,00	0,9996	99,969
19	sakit	0,10	0,23	0,10	0,10	1,00	0,9998	99,983
20	sehat	0,90	0,90	0,54	0,90	0,00	0,0054	100
21	sakit	0,90	0,90	0,90	0,90	1,00	1	100
22	sakit	0,10	0,10	0,10	0,10	1,00	0,2348	23,483
23	sakit	0,90	0,37	0,10	0,10	1,00	1	100
24	sehat	0,10	0,90	0,10	0,50	0,00	0,2269	100

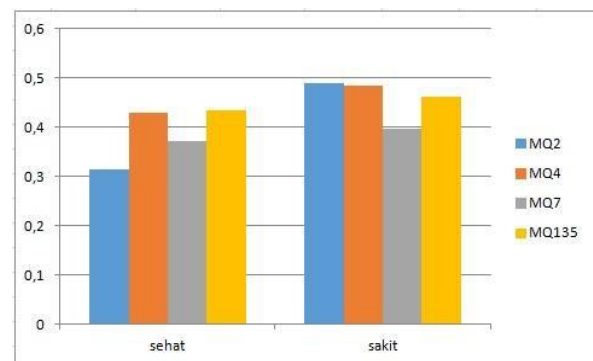
Tabel 4.2. Pengujian Keseluruhan Sistem (dalam satuan ppm)

No	kategori	MQ2	MQ4	MQ7	MQ135	TARGET	AKURASI	%	Creatinine
1	sakit	0,90	0,37	0,10	0,10	1,00	1	100	12,45
2	sakit	0,10	0,23	0,10	0,10	1,00	0,9999	99,9	8,50
3	sakit	0,30	0,28	0,56	0,26	1,00	1	100	10,70
4	sehat	0,10	0,90	0,10	0,50	0,00	0,0141	100	0,6
5	sakit	0,10	0,10	0,10	0,10	1,00	0,3345	33,4	5,45
6	sakit	0,10	0,10	0,19	0,10	1,00	0,9434	94,3	6,00
7	sakit	0,90	0,90	0,90	0,90	1,00	0,9999	99,9	18,70
8	sehat	0,90	0,90	0,54	0,90	0,00	0,0001	100	0,9

9	sakit	0,90	0,90	0,90	0,90	1,00	0,9999	99,9	19,05
10	sakit	0,10	0,63	0,90	0,58	1,00	1	100	13,60
11	sakit	0,10	0,16	0,10	0,18	1,00	1	100	8,70
12	sehat	0,10	0,10	0,21	0,10	0,00	0,5463	100	0,40
13	sakit	0,10	0,10	0,42	0,10	1,00	1	100	9,00
14	sakit	0,90	0,90	0,41	0,90	1,00	1	100	16,50
15	sakit	0,90	0,72	0,10	0,63	1,00	1	100	13,90
16	sehat	0,90	0,90	0,74	0,90	0,00	0,0233	100	1,1
17	sakit	0,50	0,20	0,10	0,37	1,00	1	100	8,50
18	sakit	0,30	0,33	0,55	0,37	1,00	1	100	4,77
19	sakit	0,90	0,90	0,15	0,90	1,00	1	100	15,80
20	sehat	0,10	0,10	0,10	0,10	0,00	0,3345	100	0,30
21	sakit	0,10	0,30	0,90	0,50	1,00	1	100	14,10
22	sakit	0,70	0,67	0,90	0,90	1,00	1	100	11,25
23	sakit	0,90	0,90	0,18	0,90	1,00	1	100	12,60
24	sehat	0,10	0,10	0,90	0,10	0,00	0,0521	100	0,5
25	sakit	0,90	0,90	0,90	0,90	1,00	0,9999	99,9	20,30
26	sakit	0,10	0,10	0,23	0,50	1,00	1	100	17,00
27	sakit	0,90	0,10	0,10	0,10	1,00	1	100	14,30
28	sehat	0,10	0,90	0,23	0,90	0,00	0,0217	100	0,7
29	sakit	0,90	0,90	0,90	0,90	1,00	0,9999	99,9	19,20
30	sakit	0,37	0,28	0,38	0,39	1,00	1	100	9,77
31	sakit	0,23	0,22	0,18	0,27	1,00	1	100	11,60
32	sehat	0,10	0,10	0,10	0,10	0,00	0,3	100	0,40
33	sakit	0,70	0,67	0,90	0,90	1,00	1	100	16,50
34	sakit	0,90	0,37	0,10	0,10	1,00	1	100	6,40
							RATA-RATA	97,88	

Berdasarkan data hasil pengujian keseluruhan sistem seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.1. dan 4.2 untuk 24 sample urine, didapat hasil bahwa untuk setiap jenis

sampling urine memiliki kadar gas (bau) yang berbeda-beda antara satu dan lainnya, yang menunjukkan perbedaan pula bagi urine penderita gagal ginjal dan orang yang sehat. Sistem ini dapat bekerja dengan baik karena memiliki tingkat keakurasian Jaringan Saraf Tiruan rata-rata sebesar 96,80% terhadap target latih.



5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut : Mikrokontroler Arduino Uno Versi R3 mampu berfungsi sebagai pengendali utama dalam semua proses pada sistem ini dengan baik mulai dari mengendalikan LCD, komunikasi menggunakan ISP, pengambilan nilai ADC, sensor gas dan DHT-11, dan JST Sensor gas yang digunakan didalam casing mampu mendeteksi satu jenis gas tertentu melalui pelatihan dan algoritma jaringan saraf tiruan. Sensor DHT-11 hanya menjadi data penyesuaian kondisi sampling

terhadap suhu dan kelembapan udara. Data inputan tersebut akan diproses oleh hasil training JST *Backpropagation* yang sudah dilatihkan pada sistem memiliki akurasi 96,80% dan sensor yang lebih mendominasi ada pada MQ-2, MQ-4 untuk orang sakit dan sehat. Sehingga sistem mampu membedakan mana jenis urine orang terkena penyakit ginjal atau urine orang yang sehat.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Widiastono, "Biosensor Untuk Analisis Urea Berdasarkan Pada Aplikasi Enzim Urease dan Elektroda Tungsten, JKT1," *Puslitbang Kim. Terap. LIPI Bandung*, vol. 3, no. 1, 1993.
- [2] Irendem K.A. Loho, "Gambaran Kadar Ureum Pada Pasien Penyakit Ginjal Kronik Stadium 5 Non Dialisis," *J. E-Biomedik*, vol. 4, no. 2, 2016.
- [3] Suwitra K, *Penyakit Ginjal Kronik Buku Ajar Ilmu Penyakit*, 5th ed. Jakarta: Pusat Penerbitan Ilmu Penyakit Dalam, 2010.
- [4] A. Faroqi, "Perancangan Alat Pendeteksi Kadar Polusi Udara Menggunakan Sensor Gas MQ-7 Dengan Teknologi Wireless HC-05," *J. Fak. Sains Dan Teknol. Tek. Elektro. Univ. Teknol. Bandung.*, vol. 3, no. X, 2017.
- [5] Nizam M., "Rancang Bangun Sistem Deteksi Kualitas Kapur Pertanian Berbasis Fuzzy Logic Pada Mikrokontroler STM32F4 Di Unit ZA II PT.Petrokimia Gresik," *J. Tek. Elektro dan Inform.*, vol. 6, no. 1, 2018.
- [6] A. Ari, *Kimia Organik, Buku Bahan Ajar Kimia Dasar No. BAK/TBB/SBG201*. Yogyakarta: Prodi Teknik Boga UNY, 2008.
- [7] H. Santoso, *Buku Monster Arduino, Belajar Konsep Dasar Arduino*. Jakarta: Elang Sakti, 2017.
- [8] A. Sudarsono, "Jaringan Saraf Tiruan Untuk Mengendalikan Laju Pertumbuhan Penduduk Menggunakan Metode Back Propagation," *J. Media Infortama Bengkulu Fak. Ilmu Komput. Univ. Dahasen Bengkulu*, vol. 12, no. 1, 2017.