



Sistem Deteksi Dini Gagal Ginjal Melalui Pernafasan Mulut

Tugas Akhir

Oleh:

Alviano Ferendiaz (3232211047)

**Program Studi Teknik Instrumentasi
Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Batam
2024**

Pernyataan Keaslian Tugas Akhir

Saya yang bertandatangan dibawah ini menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya yang berjudul : Sistem Deteksi Dini Gagal Ginjal Melalui Pernafasan Mulut adalah **hasil karya sendiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan, dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.** Semua referensi yang dikutip atau dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan saya ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Batam, 26 Juli 2024

A handwritten signature in black ink is written over a yellow 10000 Indonesian postage stamp. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text '10000', 'METERAI TEMPEL', and the serial number 'GA283AMX121513991'. The signature is written in a cursive style, with the name 'Alviano Ferendiaz' clearly legible.

Alviano Ferendiaz
NIM: 3232211047

Lembar Pengesahan

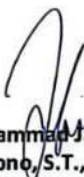
Tugas Akhir disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Ahli Madya Teknik (AMd.T.)
di
Politeknik Negeri Batam

Oleh:
Alviano Ferendiaz (3232211047)
Yogi Saputra (3232211033)

Tanggal Sidang: 26 Juli 2024

Disetujui oleh :

Penguji 1



1. Muhammad Jaka Wimbang
Wicaksono, S.T., M.T.
NIK: 122272

Pembimbing 1



1. Ir. Kamarudin, S.T., M.T., IPM
NIK: 110071

Penguji 2



2. Mut'hiana Gusnam, S. Kom., M.T.
NIK: 123293

Sistem Deteksi Dini Gagal Ginjal Melalui Pernafasan Mulut

Abstrak

Penyakit ginjal kronis adalah masalah kesehatan serius yang dapat mengancam jiwa jika tidak terdeteksi lebih awal. Deteksi penyakit ini seringkali memerlukan biaya dan waktu yang tinggi serta rendahnya kesadaran masyarakat akan pentingnya pemeriksaan dini. Untuk mengatasi masalah ini, dikembangkan sistem prediksi penyakit ginjal kronis berbasis analisis gas amonia menggunakan mikrokontroler ESP32 dan sensor gas MQ-137. Sistem ini dirancang untuk memberikan solusi pengukuran yang cepat, mudah, dan terjangkau, dengan data disimpan di kartu SD dan ditampilkan pada layar LCD TFT 3,5" ILI9488. Alat ini dapat mengukur konsentrasi amonia dari 0 ppm hingga 100 ppm secara langsung dan portabel. Meskipun hasilnya bersifat prediktif dan memerlukan verifikasi medis, sistem ini menawarkan pendekatan baru untuk deteksi dini penyakit ginjal kronis. Hasil pengujian menunjukkan alat ini memiliki tingkat akurasi moderat, dengan performa sensor yang lebih baik pada konsentrasi tinggi (80 ppm hingga 100 ppm) dan masih perlu perbaikan pada konsentrasi rendah. Kesalahan tertinggi mencapai 30%, sementara yang terendah 0%. Diharapkan sistem ini dapat meningkatkan efisiensi deteksi dini dan kesadaran masyarakat tentang kesehatan ginjal.

Kata kunci: ginjal kronis, Ammonia, ESP32, MQ-137

Early Detection System For Kidney Failure Through Oral Breath Analysis

Abstract

Chronic kidney disease is a serious health issue that can be life-threatening if not detected early. Detection of this condition often requires high costs and time, coupled with low public awareness of the importance of early screening. To address this issue, a chronic kidney disease prediction system based on ammonia gas analysis has been developed, utilizing the ESP32 microcontroller and MQ-137 gas sensor. This system is designed to provide a fast, easy, and affordable measurement solution, with data stored on an SD card and displayed on a 3.5" LCD TFT ILI9488 screen. The device can measure ammonia concentrations from 0 ppm to 100 ppm directly and portably. Although the results are predictive and require medical verification, this system offers a new approach for early detection of chronic kidney disease. Testing results show that the device has moderate accuracy, with better sensor performance at high concentrations (80 ppm to 100 ppm) and a need for improvement at low concentrations. The highest error rate reaches 30%, while the lowest is 0%. It is hoped that this system will enhance the efficiency of early detection and increase public awareness of kidney health.

Keywords: chronic kidney, ammonia, ESP32, MQ-137

Kata Pengantar

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan buku ini dengan baik dan tepat waktu. Buku ini disusun untuk memenuhi tugas mata kuliah Proyek Akhir, dengan judul " **Sistem Deteksi Dini Gagal Ginjal Melalui Pernafasan Mulut** ".

Dalam penyusunan makalah ini, penulis menyadari bahwa tidak lepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, kami ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Uuf Brajawidagda, S.T., M.T., Ph.D., selaku Direktur Politeknik Negeri Batam.
2. Bapak Dr. Budi Sugandi, S.T., M.Eng., selaku Ketua Jurusan Elektro Politeknik Negeri Batam.
3. Bapak Ir. Kamarudin, S.T., M.T., IPM, selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan, saran, dan kritik yang membangun selama proses penyusunan buku ini.
4. Seluruh Dosen Prodi Teknik Instrumentasi Politeknik Negeri Batam.
5. Orang Tua yakni Bapak Hazairin dan Ibu Diah Ambarwati serta Keluarga, yang senantiasa memberikan dukungan moral dan material sehingga kami dapat menyelesaikan tugas ini dengan baik.
6. Rekan -Rekan teman sekelas Instrumentasi B malam, Rekan Seperjuangan sesama workshop RTF 2.2 baik pagi ataupun malam.
7. Teman-teman Byakta Lokatara yang telah memberikan bantuan, dukungan, dan informasi yang sangat berguna dalam penyusunan makalah ini.

Penulis menyadari bahwa buku ini masih jauh dari sempurna, baik dari segi isi maupun penyajiannya. Oleh karena itu, kami sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari pembaca untuk perbaikan di masa yang akan datang.

Akhir kata, penulis masih jauh dari kata sempurna dan tidak ada yang sempurna. Semoga buku ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan menjadi sumbangan pemikiran yang berharga dalam perkembangan ilmu pengetahuan.

Batam, 26 Juli 2024



Alviano Ferendiaz
3232211047

Daftar Isi

Pernyataan Keaslian Tugas Akhir	i
Lembar Pengesahan.....	ii
Abstrak	iii
<i>Abstract</i>	iv
Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vi
Daftar Gambar	viii
Daftar Tabel	ix
Bab 1. Pendahuluan	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan	2
1.4. Manfaat	2
1.5. Batasan	2
1.6. <i>Work Breakdown Structure</i>	3
Bab 2. Tinjauan Pustaka	3
2.1. Penyakit Ginjal Kronis.....	3
2.2. <i>Prediktor Biomarker</i> Penyakit Ginjal Kronis	4
2.3. Sistem <i>Interface</i>	6
2.4. Data Logging	6
Bab 3. Metode Pelaksanaan.....	6
3.1. Studi Literatur	7
3.2. Perancangan Mekanikal	7
3.3. Perancangan Elektrikal	9
3.4. Perancangan <i>Interface</i>	9
3.5. Alat dan Bahan.....	13
3.5.1. Sensor <i>MQ-137</i>	13
3.5.2. <i>Microcontroller</i>	13

3.5.3. <i>Display</i> /tampilan	14
3.5.4. Baterai Lithium 18650	14
3.6. Pengujian	15
3.6.1. Pengujian Sensor Mq-137	15
3.6.2. Pengujian Alat	17
Bab 4. Hasil dan Pembahasan	19
4.1. Data Hasil Penelitian	19
4.1.1. Hasil Data Penelitian	19
4.2. Pembahasan	22
4.2.1. Rentang Pengukuran konsentrasi (1 ppm – 20 ppm).....	22
4.2.2. Rentang Konsentrasi Menengah (30 ppm - 70 ppm)	22
4.2.3. Rentang Konsentrasi Tinggi (80 ppm - 100 ppm).....	22
Bab 5. Kesimpulan dan Saran.....	23
5.1. Kesimpulan	23
5.2. Saran.....	23
Daftar Pustaka	24
Biodata	25
Lampiran.....	26

Daftar Gambar

Gambar 1. Parameter Referensi Nafas Ammonia.....	4
Gambar 2. Diagram Alir Sistem	7
Gambar 3. Desain Mekanikal	8
Gambar 4. Desain Adaptor.....	8
Gambar 5. Desain Elektrikal	9
Gambar 6. Desain Halaman Loading	10
Gambar 7. Desain Halaman <i>Login User</i>	10
Gambar 8. Desain Halaman Pembuatan Akun	11
Gambar 9. Desain Halaman <i>Input Data Subjek</i>	12
Gambar 10. Desain Halaman Hasil Pengukuran Sensor.....	12
Gambar 11. Sensor <i>MQ-137</i>	13
Gambar 12. <i>ESP32</i>	14
Gambar 13. <i>LCD tft ILI9488</i>	14
Gambar 14. Baterai Lithium 18650	15
Gambar 15. <i>Datasheet sensor MQ-137</i>	15
Gambar 16. Persiapan Alat Pengujian	17
Gambar 17. Mengatur Konsentrasi ammonia	18
Gambar 18. Mengukur Konsentrasi Gas Ammonia	18
Gambar 19. Grafik Pengukuran tanggal 28 juli 2024	20
Gambar 20. Grafik Pengukuran tanggal 29 juli 2024	20
Gambar 21. Grafik Pengukuran tanggal 30 juli 2024	21
Gambar 22. Grafik Pengukuran tanggal 31 juli 2024	21
Gambar 23. Bentuk fisik Alat Sistem Deteksi Dini Gagal Ginjal.....	26

Daftar Tabel

Tabel 1. <i>Work breakdown structure</i>	3
Tabel 2. Tabel perbandingan produk	5
Tabel 3. Tabel Pembacaan Sensor Pada Konsentrasi Gas Ammonia.....	17

Bab 1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Menurut data terakhir kementerian kesehatan Republik Indonesia, angka kematian akibat penyakit ginjal kronis di Indonesia mencapai 42.000 lebih jiwa hal ini disampaikan dalam jumpa pers peringatan hari ginjal sedunia 2023, selain itu penyakit ginjal kronis termasuk dalam kategori pembiayaan penyakit *catastrophic* yang mampu mencapai Rp,1,93 triliun lebih menurut data terakhir hingga 30 November 2022 (kementerian kesehatan RI, 2023). Penyakit ginjal kronis berkembang secara bertahap dan sering kali tidak dapat disembuhkan, meski begitu penyakit ini sama-sama berbahaya dan wajib untuk diwaspadai (dr. Rizal Fadil, 2022). Akibat penyakit ginjal kronis tidak dapat disembuhkan, terdapat beberapa upaya yang dapat dilakukan untuk membantu menjaga fungsi ginjal agar tetap baik, akan tetapi merupakan suatu kewajiban untuk warga Indonesia yang memiliki faktor risiko penyakit ginjal untuk melakukan *Skринing* terhadap penyakit ginjal kronis sedini mungkin (dr. Rita Naya, 2022). Adapun *skринing* dini yang saat ini tersedia pada rumah sakit memiliki beberapa metode yakni tes urine, tes kreatinin, tes GFR (*glomerulus filtration rate*), serta USG urologi, salah satu metode yang sering digunakan yakni tes GFR dan tes urine, untuk tes urine masih mengharuskan dokter untuk memeriksa kembali darah guna mendapatkan nilai kadar kreatinin, dan untuk tes GFR memiliki beberapa prosedur yang mempengaruhi kenyamanan pasien , pasien diharuskan untuk berpuasa beberapa saat sebelum melakukan tes, dan dalam beberapa kasus pasien disarankan untuk berhenti mengonsumsi beberapa obat-obatan tertentu, juga sehari sebelum tes pasien disarankan untuk tidak mengonsumsi hidangan daging sebab beberapa faktor tersebut dapat mempengaruhi hasil ukur dengan meningkatkan kadar kreatinin dalam darah (Satria Aji, 2022). Oleh sebab itu maka diperlukan sebuah alat inovatif yang dapat memberikan *skринing* tingkat fungsi ginjal secara cepat dan akurat dan memiliki korelasi dengan GFR, serta dapat memberikan kenyamanan pasien dalam melakukan tes agar masyarakat tidak perlu khawatir dalam melakukan pemeriksaan secara dini, serta identifikasi penyakit diluar rumah sakit tentunya dapat dipertimbangkan guna menghemat biaya dalam melakukan pemeriksaan penyakitl ginjal.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang dan membuat alat ukur yang mampu menampung gas buangan nafas mulut ?
2. Bagaimana mekanisme pembuatan sistem agar mendapatkan hasil pembacaan sensor yang akurat ?
3. Bagaimana cara menyimpan data terukur menuju *data logging* untuk dapat ditampilkan ke dalam aplikasi sistem

1.3. Tujuan

Adapun tujuan dari kegiatan ini adalah sebagai berikut :

1. Pengembangan alat pengumpul gas buang pernafasan mulut yang efektif dan efisien dengan memperhatikan aspek ergonomis dan fungsional.
2. Mengembangkan mekanisme kalibrasi dan pemrosesan data sensor untuk memastikan pengukuran gas buang yang dihirup melalui mulut akurat dan konsisten.
3. Rancang sistem penyimpanan data yang andal untuk mencatat hasil pengukuran dan mengembangkan antarmuka aplikasi yang mudah digunakan.

1.4. Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari kegiatan ini adalah untuk mengurangi serta pertumbuhan angka penderita penyakit ginjal kronis dan mengurangi tingkat angkat kematian yang disebabkan oleh penyakit ginjal kronis di Indonesia.

1.5. Batasan

Pada pembuatan alat ini diperlukannya pembatasan masalah yang berguna agar mendapatkan hasil yang baik. Batasan masalah pada alat ini seperti berikut ini :

1. Alat ini hanya menggunakan sensor gas
2. Pengukuran hanya berfokus pada konsentrasi gas ammonia
3. Pengambilan sampel yang membutuhkan wadah kedap udara

1.6. Work Breakdown Structure

Tabel 1. Work Breakdown Structure

No	Nama	Tugas dan Tanggung Jawab dalam Tim
1	Alviano Ferendiaz	<ul style="list-style-type: none">- Perancangan Pembuatan Sistem Mekanikal- Perancangan Sistem Elektrikal- Perancangan Pembuatan Program <i>Mikrocontroller</i>
2	Yogi Saputra	<ul style="list-style-type: none">- Perancangan Pembuatan Interface pada alat- Perancangan Pembuatan sistem <i>Data logging</i>- Perancangan Pembuatan sistem Akuisisi data

Bab 2. Tinjauan Pustaka

2.1. Penyakit Ginjal Kronis

Penyakit ginjal kronis adalah gangguan fungsi atau struktur ginjal yang berlangsung selama lebih dari tiga bulan, ditandai dengan penurunan laju filtrasi glomerulus. Untuk memantau penurunan fungsi ginjal, berbagai metode pengukuran digunakan, termasuk pengukuran laju filtrasi glomerulus, penentuan kadar urea darah, kreatinin, klirens kreatinin, elektrolit, asam urat, analisis gas darah, dan evaluasi fungsi *tubulus*. Meskipun metode lama menggunakan klirens inulin untuk mengukur laju filtrasi glomerulus, metode ini dianggap tidak praktis (Rahmawati, F, 2018).

Tanda dan gejala Ginjal Kronis dapat mempengaruhi berbagai sistem tubuh. Contoh-contoh dari dampaknya termasuk gangguan pada sistem gastrointestinal, seperti munculnya muntah (*vomitus*), hilangnya nafsu makan (*anoreksia*), mual (*nausea*), bau mulut yang berbau amonia, dan bahkan mungkin terjadi gastritis *erosive*.

2.2. Prediktor Biomarker Penyakit Ginjal Kronis

Penyakit Ginjal Kronis mengalami peningkatan dalam penyebaran dan hal ini merupakan masalah kesehatan masyarakat yang tersebar di seluruh dunia dan merupakan beban ekonomi yang besar. Karena itu mendeteksi dini sangat penting untuk mencegah dan memperlambat dampak negatif, mencari metode skrining yang cepat, murah, untuk mengidentifikasi pasien adalah hal yang penting. Telah dilaporkan oleh Ming-jen Chan, telah digunakan *biosensor* portabel waktu *real-time* untuk mengukur kadar amonia yang dikeluarkan saat pasien menghembuskan napas, dengan tujuan untuk menentukan apakah napas amonia dapat digunakan sebagai indikator sederhana secara langsung untuk menentukan fungsi ginjal. (Chan, Ming-Jen, 2020).

Dan telah dilaporkan juga bahwa terdapat korelasi yang baik antara konsentrasi nafas amoniak dan tingkat BUN pada pasien gagal ginjal stadium 3 sampai 5 .mereka melibatkan lebih banyak pasien, termasuk pasien gagal ginjal stadium 1 dan 2, serta mengonfirmasi hubungan yang baik antara nafas amonia dan BUN. Selain itu, konsentrasi nafas amonia juga berkorelasi kuat dengan tingkat kreatinin serum dan eGFR (Chan, Ming-Jen, 2020).

Variable	Stage 1 (n = 19)	Stage 2 (n = 26)	Stage 3 (n = 38)	Stage 4 (n = 21)	Stage 5 (n = 17)	All (n = 121)	p-Value
Age (year)	49.4 ± 4.1	58.3 ± 2.3	66.4 ± 2.3	66.4 ± 3.2	66.0 ± 3.6	61.9 ± 1.4	<0.001
Male (%)	8 (42.1%)	16 (61.5%)	19 (50%)	11 (52.4%)	8 (47.1%)	62 (51.2%)	0.756
Body weight (Kg)	68.2 ± 3.4	70.1 ± 3.0	63.2 ± 1.7	64.3 ± 2.6	60.2 ± 2.0	65.3 ± 1.1	0.067
Hemoglobin (g/mL)	12.8 ± 0.7	14.9 ± 0.4	15.4 ± 1.6	13.9 ± 1.6	9.8 ± 0.3	13.8 ± 0.7	0.089
Albumin (g/dL)	4.29 ± 0.16	4.19 ± 0.11	4.19 ± 0.08	4.04 ± 0.09	3.99 ± 0.09	4.12 ± 0.04	0.251
BUN (mg/dL)	15.6 ± 1.9	17.7 ± 1.1	24.4 ± 1.6	42.6 ± 2.5	85.1 ± 7.5	38.7 ± 3.1	<0.001
Creatinine (mg/dL)	0.65 ± 0.03	0.95 ± 0.04	1.34 ± 0.04	2.87 ± 0.12	6.46 ± 0.50	2.13 ± 0.19	<0.001
eGFR (mL/min)	116 ± 5.7	75 ± 1.4	48 ± 1.3	20 ± 1.0	9 ± 0.6	54 ± 3.3	<0.001
Breath ammonia (ppb)	636 ± 94	1020 ± 120	1943 ± 326	4421 ± 1042	12781 ± 1807	3493 ± 484	<0.001
Salivary pH	6.52 ± 2.68	6.84 ± 0.50	7.13 ± 0.54	7.61 ± 0.48	8.10 ± 0.41	7.21 ± 0.68	<0.001
Comorbidity							
CHF	0 (0%)	1 (3.8%)	1 (2.6%)	1 (4.8%)	0 (0%)	3 (2.5%)	0.814
CAD	1 (5.3%)	2 (7.7%)	4 (10.5%)	0 (0%)	4 (23.5%)	11 (9.1%)	0.142
HTN	8 (42.1%)	21 (80.8%)	28 (73.7%)	19 (90.5%)	12 (70.6%)	8 (72.7%)	0.010
DM	7 (36.8%)	11 (40.7%)	13 (34.2%)	9 (42.9%)	6 (35.3%)	46 (38.0%)	0.950
Medication							
Steroids	6 (31.6%)	3 (11.5%)	5 (13.2%)	3 (14.3%)	2 (11.8%)	19 (15.7%)	0.358
ACEi/ARB	8 (42.1%)	20 (76.9%)	21 (55.3%)	10 (47.6%)	6 (35.3%)	65 (53.7%)	0.053
PPI use	0 (0%)	0 (0%)	2 (5.3%)	0 (0%)	1 (5.9%)	3 (2.5%)	0.447

Gambar 1. Parameter Referensi Nafas Ammonia

Pada gambar 1 sebagai referensi acuan parameter pengukuran menggunakan nafas ammonia yang digunakan pada alat dan memiliki tingkat yang berbeda di setiap hasilnya.

Berikut adalah tabel perbandingan sistem atau alat yang sebelumnya ada.

Tabel 2. Tabel Perbandingan Produk

No	Macam-macam Sistem Yang Telah Ada Sebelumnya	Melakukan pengukuran terhadap pasien	<i>Data logging</i> hasil ukur	Alat atau sistem portabel	Penampilan <i>Interface</i> menarik
1	Aplikasi Sistem Pakar Berbasis Android untuk Diagnosa Awal Penyakit Ginjal Manusia Dengan Metode <i>forward Channing</i>	O	✓	O	✓
2	Sistem Identifikasi Gagal Ginjal Melalui Bau Mulut , Warna Urin, Tekanan Darah Berbasis Vektor <i>Machine</i>	✓	O	✓	O
3	Sistem yang diajukan	✓	✓	✓	✓

2.3. Sistem *Interface*

Teknologi panel *LCD* terus mengalami perkembangan, terutama dengan adanya inovasi layar sentuh yang terintegrasi dengan panel *LCD*. Inovasi ini memungkinkan interaksi langsung antara manusia dan peralatan, yang juga dikenal sebagai *Human Machine Interface (HMI)*. Secara umum, terdapat dua jenis layar sentuh yang sering digunakan, yaitu layar sentuh *resistif* dan layar sentuh kapasitif. (Arifianto, 2023).

Adapun pada sistem yang akan dibuat akan menggunakan interface yakni *LCD TFT 3,5 Inch* dengan fitur layar sentuh.

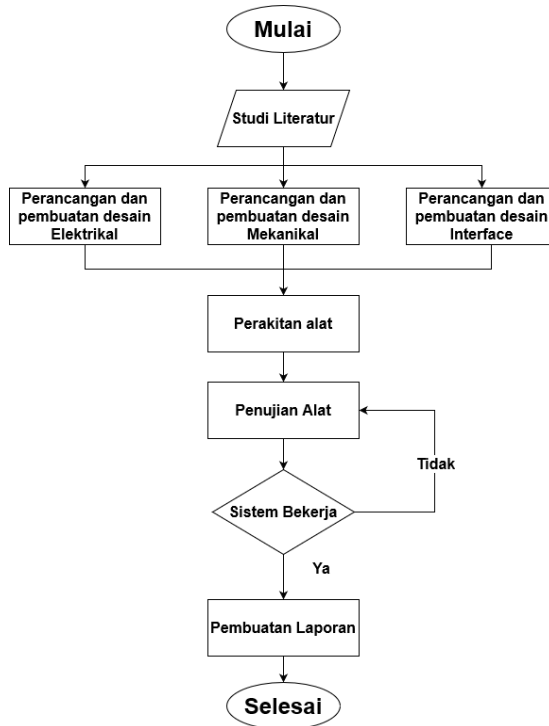
2.4. Data Logging

Data *logging* atau juga penyimpanan data adalah proses pengumpulan dan pencatatan data yang dilakukan secara terus menerus atau ditentukan dalam rentang waktu tertentu. Sumber penyimpanan bisa didapatkan melalui berbagai sumber atau sensor. Media penyimpanan data yang digunakan pada alat ini adalah *SD card*. *SD card* adalah jenis kartu *memory non-volatile* yang berfungsi sebagai penyimpanan data digital.

Dengan menggunakan penyimpanan *SD card*, ditemukan bahwa *Atmega328P* dapat diatur untuk mengukur data setiap dua detik sekali sementara juga memastikan masa pakai baterai selama satu tahun (Luke, 2020). Pada alat ini mikrokontroler yang digunakan adalah *ESP32*.

Bab 3. Metode Pelaksanaan

Pada proses pembuatan produk ini memiliki gambaran umum berupa tahapan mulai dari studi literatur, perancangan dan pembuatan sistem elektrikal, mekanikal dan sistem *interface* yang terdapat pada diagram alir yang dapat di lihat pada gambar 1.



Gambar 2. Diagram Alir Sistem

3.1. Studi Literatur

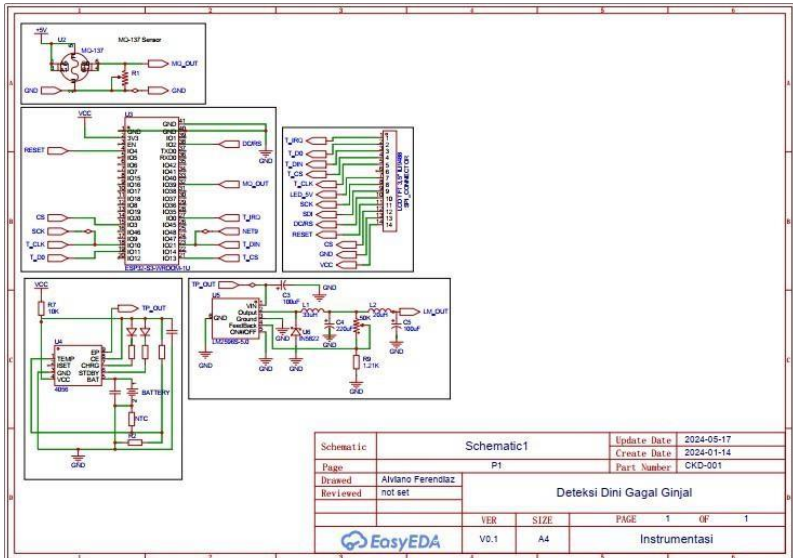
Sebelum memulai perancangan sistem ini, dilakukan mencari referensi terkait dengan produk tersebut. Referensi-referensi tersebut dapat diambil dan dilihat dari sumber-sumber yang ada seperti artikel, jurnal ilmiah, buku referensi, internet, media cetak dan berbagai sumber informasi lainnya.

3.2. Perancangan Mekanikal

Pada perancangan serta pembuatan desain mekanikal produk ini menggunakan perangkat lunak *Solidwork* 2022. Pada tahapan ini bertujuan untuk membuat desain *casing* atau penutup alat. Untuk gambaran lebih detail dapat dilihat pada gambar 2.

3.3. Perancangan Elektrikal

Pada perancangan serta pembuatan desain elektrikal produk ini menggunakan perangkat lunak *easyEDA*. Pada tahapan ini bertujuan untuk membuat rangkaian elektrikal yang mulai dari sumber tegangan yang di dapat dari baterai 5v terhubung pada *ESP32* yang kemudian dialirkan ke sensor *MQ-137*, LCD *tft ILI9488*, modul *Charger* dan tombol *detend* . Untuk gambaran lebih detail dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Desain Elektrikal

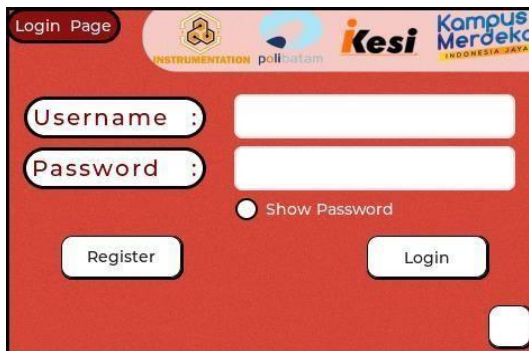
3.4. Perancangan Interface

Pada perancangan serta pembuatan desain *Interface* produk ini menggunakan perangkat lunak *Squareline studio*. Pada tahapan ini bertujuan untuk membuat desain *Interface* sebagai tampilan pada LCD *tft ILI9488* dan detail perancangan dapat dilihat dibawah ini.



Gambar 6. Halaman Loading

Pada halaman ini adalah tampilan yang digunakan untuk memasukkan akun pengguna untuk menjalankan sistem dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Halaman Login User

Pada halaman ini adalah tampilan untuk melakukan pendaftaran atau pembuatan akun untuk masuk ke dalam sistem, dapat dilihat pada gambar 8.



The image shows a registration form with a red background. At the top left, there is a 'Registration' label. The header includes logos for 'INSTRUMENTATION', 'polibatam', 'Kesi', and 'Kampus Merdeka INDONESIA JAYA'. The form contains three input fields: 'Username', 'Password', and 'RE-Password'. Below these fields are two buttons: 'Back' and 'Save'.

Gambar 8. Halaman Pembuatan Akun

Halaman berikut ini adalah tampilan untuk memasukkan data subjek yang akan digunakan sebagai acuan sebelum dilakukan pengukuran, dapat dilihat pada gambar 9.



The image shows an 'Input Data' form with a red background. At the top left, there is an 'Input Data' label. The header includes logos for 'INSTRUMENTATION', 'polibatam', 'Kesi', and 'Kampus Merdeka INDONESIA JAYA'. The form contains three input fields: 'Name', 'Address', and 'Phone Number'. Below these fields are two buttons: 'Back' and 'Next'.

Gambar 9. Halaman *Input Data* Subjek

Pada halamanan ini akan di tampilkan hasil pembacaan sensor nilai dari ammonia, tegangan sensor dan nilai digital keluaran sensor, dapat dilihat pada gambar 10.

Gambar 10. Halaman Hasil Pengukuran Sensor

3.5. Alat dan Bahan

3.5.1. Sensor MQ-137

Sensor amonia semikonduktor oksida logam / *metallic oxide semiconductor (MOX)*, MQ-137 digunakan untuk mengukur konsentrasi gas amonia di dalam nafas buangan mulut,. MQ137 dilengkapi dengan *load resistor (RL)* / resistor beban 10 kW, namun resistor tersebut telah diganti dari modul sensor karena kurva kalibrasi sensor datasheet mengacu pada nilai resistor beban $RL = 47\text{ kW}$. MQ-137 mampu mendeteksi gas amonia secara terus-menerus dengan kisaran 5-500 ppm.

Pada sistem ini menggunakan sensor MQ-137 sebagai alat untuk membaca kadar gas ammonia yang terdapat pada nafas buangan bau mulut yang telah diterapkan pada Sistem Pendeteksi Kadar Gas Amonia Menggunakan MQ-137 Pada Air Berbasis *Internet of Things* dengan Aplikasi Blynk di Android (Adhwa,2023).



Gambar 11. Sensor MQ-137

3.5.2. Microcontroller

ESP32 adalah *Mikrokontroler System on Chip (SoC)* berbiaya rendah dari Ekspresif Systems, yang juga sebagai pengembang dari SoC ESP8266 yang terkenal dengan *NodeMCU*. ESP32 adalah penerus SoC ESP8266 dengan menggunakan Mikroprosesor *Xtensa LX6* 32-bit *Tensilica* dengan *WIFI* dan *Bluetooth* yang terintegrasi.



Gambar 12. ESP32

3.5.3. Display/tampilan

Pada produk ini menggunakan perangkat LCD *tft ILI9488* yang berfungsi sebagai *display*. LCD *tft ILI9488* adalah perangkat HMI (*Human Machine Interface*) yang merupakan LCD yang pada tiap *pixel* dapat dikontrol oleh satu hingga empat transistor. LCD *tft ILI9488* juga terhubung pada *microcontroller ESP32* yang akan menampilkan desain *interface* melalui pin atau *port* yang tersedia pada *microcontroller*.



Gambar 13. LCD tft ILI9488

3.5.4. Baterai Lithium 18650

Pada pembuatan produk ini untuk mendapatkan sumber tegangan di dapat dari baterai. Baterai lithium 18650 memiliki tegangan sebesar 3,7 volt dan kapasitas penyimpanan arus listrik sebesar 2000mAh. Baterai yang digunakan pada produk ini sebanyak 2 baterai yang disusun secara paralel dimana tegangan yang dihasilkan 3,7 volt akan di naikkan menjadi 5 volt, dimana tegangan tersebut

adalah tegangan minimal untuk tegangan *input* dari sensor, *LCD tft ILI9488* dan *microcontroller*.

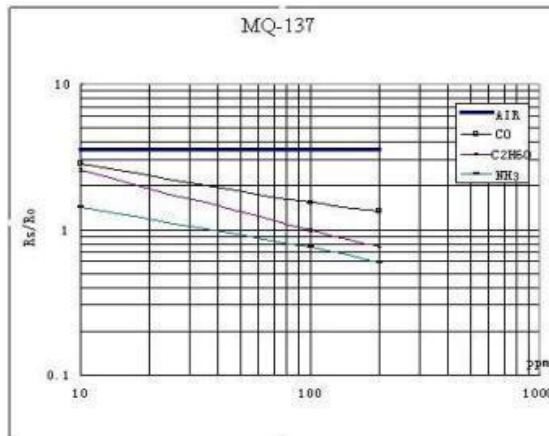


Gambar 14. Baterai Lithium 18650

3.6. Pengujian

3.6.1. Pengujian Sensor Mq-137

Dalam sistem ini, untuk menentukan nilai gas yang terukur oleh sensor memiliki beberapa tahapan perhitungan yang dapat dilihat melalui *datasheet sensor* pada gambar 15.



Gambar 15. Datasheet sensor MQ-137

Dari grafik tersebut dapat dilihat adanya beberapa informasi sebelum menggunakan sensor dan perbandingan antara satuan gas yaitu *ppm (part per million)* dan R_s/R_o . Pada grafik nilai dari udara bersih yaitu tetap. Dapat diperkirakan nilai R_s/R_o adalah 3,6 dapat diliaht pada persamaan (1).

$$R_s/R_o = 3,6 \quad (1)$$

Menurut *datasheet* sensor membutuhkan nilai R_L sebesar $47K\ ohm$ dimana nilai resistansi tersebut adalah anjuran dari *datasheet* tersebut. Tegangan input yang dibutuhkan oleh sensor sebesar $(+5V\ DC)$ dimana sensor membutuhkan pemanasan awal yang berfungsi untuk menjaga nilai presisi dari sensor selama 48 jam. Namun, pada sistem ini hanya dilakukan pemanasan awal selama 36 jam menggunakan program dari arduino untuk mendapatkan nilai R_s menggunakan persamaan (2) dibawah ini.

$$Resistansi\ Sensor\ (R_s) = \left(\frac{VREF}{VRL} - 1 \right) \times RL \quad (2)$$

Dari persamaan diatas didapatkan hasil nilai R_o sebesar $.1,19$.

Setelah nilai-nilai R_o dan R_s didapat, selanjutnya untuk menentukan nilai R_s/R_o dan nilai *ppm* dapat menggunakan persamaan logaritmik seperti pada persamaan (3).

$$ppm = 10 [\log(ratio) - b]m \quad (3)$$

Untuk menentukan nilai b dan m dapat dicari melalui grafik dengan menentukan dua titik yaitu (x_1, y_1) dan (x_2, y_2) pada grafik NH_3 . Dapat ditentukan pada titik $(40,1)$ dan $(100,0,8)$ dapat menggunakan rumus dibawah ini.

$$m = \frac{[\log(y_2) - \log(y_1)]}{[\log(x_2) - \log(x_1)]}$$

$$m = \frac{[\log(0,8) - \log(1)]}{[\log(100) - \log(40)]}$$

$$m = -0,243$$

Setelah di dapatkan nilai m , maka selanjutnya untuk mencari nilai b dapat di ambil dari titik tengah yaitu $(70,0,75)$ dapat digunakan rumus dibawah ini.

$$b = \frac{\log(y) - m \times x}{\log(x)}$$

$$b = \frac{\log(0,75) - (-0,243) \times 70}{\log(70)}$$

$$b = -0,323$$

3.6.2. Pengujian Alat

1. Persiapan Bahan Uji



Gambar 16. Persiapan Alat Pengujian

Siapkan larutan amonia berkonsentrasi tinggi,encerkan larutan untuk mendapatkan konsentrasi amonia yang lebih rendah sesuai kebutuhan, menggunakan rumus pengenceran:

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

Di mana:

C_1 adalah konsentrasi larutan awal (ppm)

V_1 adalah volume larutan awal yang digunakan (mL)

C_2 adalah konsentrasi larutan akhir yang diinginkan (ppm)

V_2 adalah volume larutan akhir (mL)

$$100 \text{ ppm} \times V_1 = 10 \text{ ppm} \times 100 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{10 \times 100}{100} = 10 \text{ mL}$$

tambahkan 10 mL larutan ammonia tinggi ke 90 mL air untuk mendapatkan larutan 100 ppm.

2. Mengatur Konsentrasi Ammonia



Gambar 17. Mengatur Konsentrasi ammonia

- Masukkan sejumlah tetes larutan amonia ke dalam wadah tertutup menggunakan pipet tetes.
 - Tambahkan air bersih sesuai dengan volume yang dibutuhkan untuk mencapai konsentrasi yang diinginkan.
 - Tambahkan ammonia remover ke dalam larutan untuk menurunkan konsentrasi amonia ke nilai yang lebih rendah, dan aduk hingga merata.
4. Mengukur Konsentrasi Gas Ammonia



Gambar 18. Mengukur Konsentrasi Gas Ammonia

- Tempatkan sensor gas MQ-137 di dalam wadah tertutup dengan larutan amonia.
- Catat pembacaan konsentrasi amonia yang ditampilkan pada layar LCD TFT.
- Gunakan ammonia meter yang terkalibrasi untuk mengukur konsentrasi amonia dalam wadah yang sama.

Bab 4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Data Hasil Penelitian

Pada tahap ini, kami akan menampilkan data hasil dari alat sistem deteksi dini gagal ginjal melalui nafas buangan gas ammonia yang dapat di lihat di bawah ini.

4.1.1. Hasil Data Penelitian

Berikut adalah table pembacaan sensor dan alat pembanding pada nilai 1 ppm – 100 ppm yang dilakukan pada hari yang berbeda.

Tabel 3. Tabel Pembacaan Sensor Pada Konsentrasi Gas Ammonia

Tabel Pengukuran Tingkat Akurasi Sensor													
No	Sample Pengukuran	28/07/24			29/07/24			30/07/2024			31/07/2024		
		Pengukuran Ke-n	A. meter	Sensor	Error %	A. meter	Sensor	Error	A. meter	Sensor	Error	A. meter	Sensor
1	Pengukuran 1 ppm	1.1	1.3	18%	1.7	1.29	24%	1.1	0.79	28%	1	0.75	25%
2	Pengukuran 10 ppm	10.7	12	12%	10.9	7.7	29%	10.1	10.7	6%	10	12.1	21%
3	Pengukuran 20 ppm	20.1	25.72	28%	26.5	29.6	12%	20	20.7	4%	20.1	25.4	26%
4	Pengukuran 30 ppm	30.2	29.06	4%	29.8	25.4	15%	30.6	22.5	26%	30.2	23.1	24%
5	Pengukuran 40 ppm	40.1	38.7	3%	40.8	30.7	25%	40.3	44.4	8%	40	38.2	4%
6	Pengukuran 50 ppm	50.3	40.55	19%	49.1	59.9	22%	50.2	57.6	15%	50.1	64.4	28%
7	Pengukuran 60 ppm	61	43.74	28%	60.7	78.3	29%	60.3	45	25%	60.9	56.3	8%
8	Pengukuran 70 ppm	71.1	49.7	30%	71.5	90.5	27%	70.1	74.9	7%	71.6	50.6	29%
9	Pengukuran 80 ppm	81.3	75.32	7%	82.4	70.1	15%	79.6	59.3	25%	81	77.3	5%
10	Pengukuran 90 ppm	90.8	100	10%	90.1	93.5	10%	90.4	95.2	5%	90.5	80.3	11%
11	Pengukuran 100 ppm	100	100	0%	100	100	0%	100	100	0%	100	100	0%

Berdasarkan tabel di atas menunjukkan data pengukuran konsentrasi amonia (NH_3) dalam satuan ppm (*parts per Million*) pada empat hari berbeda, membandingkan nilai sebenarnya (Amonia meter) dan hasil pengukuran sensor, serta dengan menghitung rasio persentase kesalahan (Error%) antara dua nilai.

Pada gambar 19 adalah grafik perbandingan antara ammonia meter dan sensor dari pengukuran pada tanggal 28 juli 2024.



Gambar 19. Grafik Pengukuran tanggal 28 juli 2024

Pada gambar 20 adalah grafik perbandingan antara ammonia meter dan sensor dari pengukuran pada tanggal 29 juli 2024.



Gambar 20. Grafik Pengukuran tanggal 29 juli 2024

Pada gambar 21 adalah grafik perbandingan antara ammonia meter dan sensor dari pengukuran pada tanggal 30 juli 2024.



Gambar 21. Grafik Pengukuran tanggal 30 juli 2024

Pada gambar 22 adalah grafik perbandingan antara ammonia meter dan sensor dari pengukuran pada tanggal 31 juli 2024.



Gambar 22. Grafik Pengukuran tanggal 31 juli 2024

4.2. Pembahasan

4.2.1. Rentang Pengukuran konsentrasi (1 ppm – 20 ppm)

1. 1 ppm :

Pada tanggal 28/07/24, pembacaan sensor menunjukkan *error* sebesar 18%, dengan pembacaan 1.3 ppm dibandingkan dengan nilai ammonia meter sebesar 1,1 ppm. Error ini konsisten tinggi selama empat hari, berkisar antara 18% hingga 29%. Hal ini menunjukkan bahwa sensor kurang akurat pada rentang konsentrasi yang sangat rendah.

2. 10 ppm :

Error berkisar antara 5% hingga 21% dengan pembacaan sensor yang cukup bervariasi. Pada hari keempat, error mencapai 25%, menunjukkan adanya variabilitas dan ketidakstabilan dalam pengukuran.

3. 20 ppm :

Error terpantau antara 3% hingga 25%. Terjadi perbaikan di hari kedua dan ketiga, tetapi konsistensi tetap menjadi masalah dengan peningkatan error di hari keempat.

4.2.2. Rentang Konsentrasi Menengah (30 ppm - 70 ppm):

1. 30 ppm :

Pada rentang ini, error berkurang menjadi 1% hingga 7%, menunjukkan peningkatan akurasi pengukuran sensor. Namun, terdapat sedikit peningkatan error hingga 24% pada hari keempat yang perlu diwaspadai.

2. 40 ppm dan 50 ppm :

Sensor menunjukkan hasil yang lebih akurat dengan error rendah antara 1% dan 5% pada kebanyakan hari. Konsistensi hasil yang lebih baik menunjukkan bahwa sensor berfungsi lebih optimal pada rentang ini.

3. 60 ppm dan 70 ppm :

Hasil yang didapatkan sangat akurat dengan error yang hampir mendekati 0% pada beberapa hari, namun pada hari terakhir error kembali meningkat sedikit. Rentang konsentrasi menengah tampaknya merupakan area optimal bagi sensor, kecuali pada hari tertentu yang menunjukkan variabilitas.

4.2.3. Rentang Konsentrasi Tinggi (80 ppm - 100 ppm):

1. 80 ppm dan 90 ppm :

Pada rentang ini, error umumnya rendah, antara 0% hingga 7%. Pada hari terakhir, terdapat sedikit peningkatan error hingga 11%, menunjukkan ada beberapa kondisi yang mempengaruhi akurasi.

2. 100 ppm :

Sensor menunjukkan akurasi yang sangat baik dengan error 0% di semua hari, menunjukkan kemampuan sensor dalam mendeteksi konsentrasi tinggi dengan sangat baik.

Bab 5. Kesimpulan dan Saran

Pada bab kesimpulan ini Proyek akhir penulis akan memberikan beberapa kesimpulan dan saran yang didasarkan pada hasil pengujian yang telah dilakukan.

5.1. Kesimpulan

1. Efektivitas dan Efisiensi Alat: Alat prediksi eGFR yang dikembangkan telah memenuhi aspek ergonomis dan fungsional. Meskipun memiliki tingkat akurasi moderat, alat ini cukup andal dalam mendeteksi kondisi ginjal normal, menunjukkan potensi untuk digunakan dalam aplikasi klinis dengan penyempurnaan lebih lanjut.
2. Akurasi Pengukuran: Sensor amonia yang digunakan dalam alat menunjukkan performa yang lebih baik pada konsentrasi tinggi (80 ppm hingga 100 ppm), namun mengalami tantangan dalam akurasi pada konsentrasi rendah. Dimana persentase error tertinggi sebesar 30% persentase terendah sebesar 0%. Hal ini menunjukkan bahwa mekanisme kalibrasi dan pemrosesan data yang lebih canggih diperlukan untuk meningkatkan konsistensi hasil.
3. Penyimpanan dan Antarmuka Aplikasi: Sistem Penyimpanan Data: Sistem penyimpanan data yang dirancang telah menunjukkan keandalan dalam mencatat hasil pengukuran. Namun, pengembangan lebih lanjut diperlukan untuk meningkatkan keamanan dan efisiensi pengelolaan data.

5.2. Saran

1. saran untuk penelitian selanjutnya untuk pemilihan modul sensor dilakukan terlebih dahulu agar kinerja dari sensor lebih maksimal sehingga hasil pengukuran bisa lebih akurat.
2. Pengambilan sampel yang cermat sangat diperlukan mengingat sampel percobaan berbahan gas, dimana gas cepat terjadi penguapan sehingga harus menyediakan wadah atau tempat pengujian yang kedap udara.
3. Dalam pendeteksian penyakit gagal ginjal selain dibutuhkan pengukuran kadar ammonia guna memprediksi tingkat EGFR, tetap dibutuhkan parameter lain yakni tingkat albuminuria.

Daftar Pustaka

- Adhwa, A., 2023. Sistem Pendeteksi Kadar Gas Amonia Menggunakan MQ-137 Pada Air Berbasis *Internet of Things* Dengan Aplikasi *Blynk* di *Android*.
- Arifianto, M. J., 2023. View of Perancangan Pengendali Gerakan stepper motormenggunakan Mikrokontroler STM32 dengan Mockup Grafis TouchGFX. *Jurnal Fokus Elektroda Energi Listrik, Telekomunikasi, Komputer, Elektronika dan Kendali*.
- Chan, M., 2020. Breath ammonia is a useful biomarker predicting kidney function in chronic kidney disease patients. *Biomedicine*, 8(11), 468.
- Fadli, R., 2022. Perbedaan Gagal Ginjal Akut Dan Kronis, mana Yang Lebih Berbahaya? *halodoc*.
- Keluarga, M., 2022. 7 Penyebab Gagal Ginjal Yang Harus Dihindari. *Mitra Keluarga*.
- Purwoko, S. A., 2022. Pemeriksaan GFR: Tujuan, Prosedur, Hasil, dll. *HelloSehat*.
- Rahmawati, F., 2017. Aspek Laboratorium Gagal Ginjal Kronik. *Jurnal Ilmiah Kedokteran Wijaya Kusuma*, 6(1), 14.
- Bhaskar, N., & Manikandan, S. (2019). A deep-learning-Based system for automated sensing of chronic kidney disease. *IEEE Sensors Letters*, 3(10), 1-4.
- Bhaskar, N., & Suchetha, M. (2021). A Computationally efficient correlational neural network for automated prediction of chronic kidney disease. *IRBM*, 42(4), 268-276.
- Jayasree, T., & Bobby, M. (2016). Sensors for detecting ammonia from the exhaled breath of renal disorder patients. *Sensor Letters*, 14(10), 1003-1008.
- Saidi, T., & Zaim, O. (2018). Exhaled breath analysis using electronic nose and gas chromatography–mass spectrometry for non-invasive diagnosis of chronic kidney disease, diabetes mellitus and healthy subjects. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 257, 178-188.

Biodata



Nama : Alviano Ferendiaz
TTL : Kebumen, 8 Februari 1998
Agama : Islam
Alamat : Perum Ricci 3 blok k1 no 3A
Tanjung riau sekupang
Email : alviano.ferendiaz@gmail.com
Riwayat SMA/SMK : SMK N 1 Batam
Pendidikan SMP : SMP N 21 Batam

Lampiran

Lampiran 1



Gambar 23. Bentuk fisik Alat Sistem Deteksi Dini Gagal Ginjal