

**RANCANG BANGUN *URINALYSIS INSTRUMENT*
UNTUK *EARLY DIAGNOSIS DISEASE*
MENGUNAKAN SENSOR WARNA TCS3200 DAN
PH E-201C BERBASIS *INTERNET OF THINGS***



**NAHDYA MAHARANI AFROE
NIM. 21034072/2021**

**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2026**

**RANCANG BANGUN *URINALYSIS INSTRUMENT*
UNTUK *EARLY DIAGNOSIS DISEASE*
MENGUNAKAN SENSOR WARNA TCS3200 DAN
PH E-201C BERBASIS *INTERNET OF THINGS***

Ace Sempu
05/03/2021

SKRIPSI

Ace Sempu
02/02/2021

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan memperoleh gelar
Sarjana Sains*

Ace Sempu
21/01/2026



Ace Sempu
penguji:
1/ Dr. Nopi Yandri Sudar, M. Sc.
2/ Dr. Nona Barlian Sari, M. Sc.
Keguruan Fisika
18/3/2021

Oleh:
NAHDYA MAHARANI AFROE
NIM. 21034072/2021

Ace Sempu
28/01/2026
Keguruan Fisika

**PROGRAM STUDI FISIKA
DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2026**

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama : Nahdya Maharani Afroe
NIM : 21034072
Program Studi : Fisika
Departemen : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

RANCANG BANGUN *URINALYSIS INSTRUMENT* UNTUK *EARLY DIAGNOSIS DISEASE* MENGUNAKAN SENSOR WARNA TCS3200 DAN PH E-201C BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

Dinyatakan Lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Departemen Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, Februari 2026

Tim Penguji

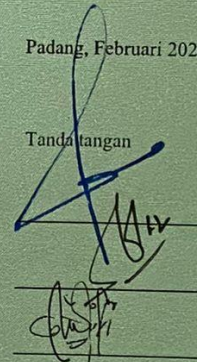
Nama

Tanda Tangan

Ketua : Prof. Dr. Yulkifli, S.Pd., M.Si

Anggota : Dr. Nofi Yendri Sudiar, M.Si

Anggota : Dr. Mona Berlian Sari, M.Si

The block contains three handwritten signatures in blue ink, each written over a horizontal line. The first signature is at the top, the second in the middle, and the third at the bottom. The signatures are stylized and difficult to read.

PERSETUJUAN SKRIPSI

RANCANG BANGUN *URINALYSIS INSTRUMENT*
UNTUK *EARLY DIAGNOSIS DISEASE*
MENGUNAKAN SENSOR WARNA TCS3200 DAN
PH E-201C BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

Nama : Nahdya Maharani Afroe
NIM : 21034072
Program Studi : Fisika
Departemen : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, Februari 2026

Mengetahui:
Ketua Departemen Fisika



Prof. Dr. Asrizal, M.Si
NIP. 196606031992031001

Disetujui Oleh:
Pembimbing



Prof. Dr. Vulkifli, S.Pd., M.Si
NIP. 197307022003121002

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nahdya Maharani Afroe
Tempat, Tanggal Lahir : Inderapura, 11 Maret 2003
NIM : 21034072
Program Studi : Fisika
Judul Penelitian / Skripsi : Rancang Bangun *Urinalysis Instrument* untuk *Early Diagnosis Disease* Menggunakan Sensor Warna TCS3200 dan pH E-201C Berbasis *Internet of Things*.

Dengan penuh kesadaran saya telah memahami sebaik-baiknya dan menyatakan bahwa penelitian dan karya ilmiah Skripsi ini bebas dari segala bentuk plagiat. Apabila dikemudian hari terbukti adanya indikasi plagiat dalam karya ilmiah ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan buku pedoman pendidikan yang berlaku di Universitas Negeri Padang.

Padang, Februari 2026

Mahasiswa



Nahdya Maharani Afroe
NIM. 21034072

RANCANG BANGUN *URINALYSIS INSTRUMENT* UNTUK *EARLY DIAGNOSIS DISEASE* MENGUNAKAN SENSOR WARNA TCS3200 DAN PH E-201C BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

Nahdya Maharani Afroe

ABSTRAK

Kesehatan merupakan salah satu hal terpenting dalam hidup manusia, hal ini menjadi dasar bahwasanya banyak ditemukannya temuan-temuan ilmiah. Meskipun kemajuan teknologi kesehatan terus berkembang, tantangan kesehatan masih tetap menjadi masalah global, khususnya yang berkaitan dengan penyakit sistem saluran kemih dan ginjal. Oleh karena itu, Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun *Urinalisis Instrument* untuk deteksi dini penyakit menggunakan sensor warna TCS3200 dan sensor pH E-201C berbasis *Internet of Things (IoT)*. Alat ini dirancang untuk menganalisis parameter warna dan pH urin yang berguna untuk mengindikasikan kondisi normal maupun adanya kemungkinan gangguan kesehatan seperti dehidrasi, batu ginjal, gagal ginjal, dan infeksi saluran kemih.

Penelitian ini dilakukan menggunakan metode penelitian rekayasa (*engineering*) yang meliputi perancangan konsep, perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, pembuatan prototipe serta pengujian pada alat. Penelitian ini juga dilakukan untuk menentukan spesifikasi performansi dan spesifikasi desain pada alat. Teknik pengumpulan data berupa pengukuran pada setiap parameter penelitian menggunakan sampel urin yang berbeda-beda. Hasil pengukuran yang sudah terbaca oleh penelitian ditampilkan melalui LCD pada alat serta melalui tampilan aplikasi *Blynk* pada tampilan *smartphone*. Kemudian, teknik analisis data digunakan untuk mengetahui tingkat ketepatan dan ketelitian dari alat penelitian yang membuktikan bahwa alat tersebut bekerja dengan baik.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa setiap parameter dapat bekerja dengan baik. Sensor warna TCS3200 mampu mengklasifikasikan warna urin dengan baik, di mana dari beberapa kali pengukuran didapatkan rata-rata ketepatan untuk nilai merah (R) sebesar 99,1%, hijau (G) sebesar 98,9%, dan biru (B) sebesar 89,0% serta rata-rata nilai ketelitian sensor TCS3200 yang tinggi yaitu nilai merah (R) sebesar 98%, hijau (G) sebesar 97%, dan biru (B) sebesar 98%. Sensor pH E-201C menghasilkan nilai yang sangat mendekati pH meter standar dengan rata-rata tingkat ketepatan sekitar ketepatan sekitar 99,8952%, dan tingkat ketelitian sekitar 99,3962%. Selain itu, dengan menggunakan NodeMCU ESP32 dan aplikasi *Blynk* memungkinkan pemantauan nilai pH, warna urin, serta indikasi penyakit melalui *smartphone*. Dengan demikian, alat urinalisis yang dikembangkan berpotensi digunakan sebagai instrumen untuk deteksi dini dehidrasi, gangguan ginjal dan saluran kemih berbasis analisis warna dan pH urin.

Kata kunci: Urinalisis, urin, warna, pH, TCS3200, penyakit, IoT, *Blynk*

ABSTRACT

Health is one of the most important things in human life, which is the basis for many scientific discoveries. Despite advances in health technology, health challenges remain a global issue, particularly those related to diseases of the urinary tract and kidneys. Therefore, this study aims to design and develop a Urinalysis Instrument for early disease detection using the TCS3200 color sensor and the E-201C pH sensor based on the Internet of Things (IoT). This device is designed to analyze urine color and pH parameters, which are useful for indicating normal conditions or the possibility of health disorders such as dehydration, kidney stones, kidney failure, and urinary tract infections.

This research was conducted using an engineering research method that included concept design, hardware and software design, prototype creation, and device testing. This research was also conducted to determine the performance specifications and design specifications of the device. The data collection technique involved measurements of each research parameter using different urine samples. The measurement results read by the research were displayed on the device's LCD screen and through the Blynk application on a smartphone display. Then, data analysis techniques were used to determine the accuracy and precision of the research device, which proved that the device worked well.

The test results show that each parameter works well. The TCS3200 color sensor is able to classify urine colors accurately, where from several measurements, a high average accuracy was obtained, namely R of 99,1%, G of 98,9%, and B of 89,0% the TCS3200 sensor also had a high average accuracy value, with red (R) at 98%, green (G) at 97%, and blue (B) at 98%. The E-201C pH sensor produced values very close to the standard pH meter with an average accuracy of around 99.8952% and a precision of around 99.3962%. Additionally, using NodeMCU ESP32 and the Blynk application enables monitoring of pH values, urine color, and disease indicators via a smartphone. Thus, the developed urinalysis device has the potential to be used as an instrument for early detection of dehydration, kidney disorders, and urinary tract disorders based on urine color and pH analysis.

Keywords: Urinalysis, urine, color, pH, TCS3200, disease, IoT, Blynk

KATA PENGANTAR



Puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat melaksanakan penelitian dan menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Rancang Bangun *Urinalysis Instrument* untuk *Early Diagnosis Disease* Menggunakan Sensor Warna TCS3200 dan pH E-201C Berbasis *Internet of Things*”. Sholawat beserta salam untuk Nabi Muhammad SAW sebagai junjungan umat seluruh alam.

Penulisan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar Sarjana Sains Departemen Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Yulkifli, S.Pd., M.Si., selaku dosen pembimbing penulis.
2. Bapak Dr. Nofi Yendri Sudiar, M.Si., selaku dosen penguji 1 penulis.
3. Ibu Dr. Mona Berlian Sari, M.Si., selaku dosen penguji 2 penulis.
4. Bapak Dr. Nofi Yendri Sudiar, M.Si., selaku dosen pembimbing akademik penulis.
5. Bapak Prof. Dr. Asrizal, M.Si., selaku Kepala Departemen Fisika.
6. Bapak Dr. Harman Amir, S.Si., M.Si., selaku Kepala Prodi Fisika.
7. Dosen-dosen penulis selama belajar di kampus tercinta ini.
8. Orang tua, abang, dan adik penulis yang selalu memberi dukungan dan do’a.

9. Teman-teman penulis selama berada di departemen fisika yang tidak dapat disebut satu-satu.

Semoga bantuan yang Bapak/Ibu serta rekan-rekan berikan, bernilai ibadah, dan mendapatkan pahala dari Allah SWT. Penulis berharap skripsi ini bisa memberikan manfaat bagi semua orang yang membacanya.

Padang, Januari 2026

Penulis

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	Halaman
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I ` PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	8
C. Tujuan Penelitian	9
D. Manfaat Penelitian	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	10
A. Urin	10
B. Sensor Warna TCS3200.....	13
C. Sensor pH E-201C	17
D. NodeMCU ESP32.....	19
E. LCD.....	21
F. <i>Internet of Things</i>	22
G. Aplikasi <i>Blynk</i>	23
H. Penyakit Ginjal.....	24
I. Infeksi Saluran Kemih (ISK)	26
BAB III METODE PENELITIAN.....	28
A. Jenis Penelitian.....	28
B. Waktu dan Tempat Penelitian.....	28
C. Instrumen Penelitian	29
D. Rancangan Penelitian.....	30
E. Prosedur Penelitian	33
F. Analisis Data	36

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	38
A. Hasil Penelitian	38
B. Pembahasan.....	57
BAB V PENUTUP.....	65
A. Kesimpulan	65
B. Saran	66
DAFTAR PUSTAKA	67
LAMPIRAN.....	70

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR	Halaman
Gambar 1. Sensor Warna TCS3200	14
Gambar 2. Pin-pin Sensor Warna TCS3200	15
Gambar 3. Daftar Kode Warna	17
Gambar 4. Sensor pH	18
Gambar 5. pH Sensor Pinouts (alldatasheet).....	19
Gambar 6. Pin ESP32 (Putri et al., 2024)	20
Gambar 7. LCD.....	21
Gambar 8. <i>Internet of Things</i>	23
Gambar 9. Sistem Komunikasi Blynk.....	24
Gambar 10. Batu Ginjal	25
Gambar 11. Gagal Ginjal Kronis	26
Gambar 12. Infeksi Saluran Kemih.....	27
Gambar 13. Desain Perangkat Keras Alat Urinalisis	31
Gambar 14. <i>flowchart</i> alat Urinalisis	32
Gambar 15. Tahapan penelitian rekayasa	34
Gambar 16. Blok Diagram Alat	35
Gambar 17. Mekanik Alat.....	39
Gambar 18. Rangkaian elektronika Alat Urinalisis	40
Gambar 19. Karakteristik sensor pH E-201C	43
Gambar 20. Tampilan <i>Blynk</i>	44

DAFTAR TABEL

TABEL	Halaman
Tabel 1. Fungsi pin sensor TCS 3200.	15
Tabel 2. Mode pemilihan photodiode pembaca warna	16
Tabel 3. Spesifikasi sensor pH E-201C	18
Tabel 4. Spesifikasi NodeMCU ESP32	20
Tabel 5. Instrumen yang digunakan	29
Tabel 6. Karakterisasi Sensor Warna	42
Tabel 7. Hasil Pengukuran Ketepatan Sensor TCS3200.....	46
Tabel 8. Hasil Pengukuran Ketepatan Sensor pH E-201C.....	49
Tabel 9. Ketelitian Sensor TCS3200.....	52
Tabel 10. Ketelitian Sensor pH E-201C.....	54
Tabel 11. Uji Pembacaan Alat	55

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN	Halaman
Lampiran 1. Program Alat Urinalisis	70
Lampiran 2. Dokumentasi Alat	81

BAB I`

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kesehatan merupakan salah satu hal terpenting dalam hidup manusia, hal ini menjadi dasar bahwasanya banyak ditemukannya temuan-temuan ilmiah baik berupa temuan obat-obatan, alat kesehatan atau penemuan-penemuan baru di bidang kesehatan (Noviriandini et al., 2019). Fisika sebagai ilmu dasar yang mempelajari hukum-hukum alam dan sifat materi telah memberikan kontribusi besar dalam transformasi ini, khususnya melalui pengembangan instrumentasi medis, teknologi sensor, dan sistem elektronika yang presisi (Kahar et al., 2019). Bidang elektronika dan instrumentasi fisika telah menjadi tulang punggung dalam menciptakan perangkat medis yang lebih akurat, portable, dan terjangkau, sehingga memperluas akses masyarakat terhadap layanan kesehatan berkualitas.

Meskipun kemajuan teknologi kesehatan terus berkembang, tantangan kesehatan masih tetap menjadi masalah global, khususnya yang berkaitan dengan penyakit sistem saluran kemih, dehidrasi, dan ginjal. Saat ini tingkat penderita dari penyakit infeksi saluran kemih dan penyakit ginjal terbilang tinggi. Menurut (Sudoyo et al., 2009), infeksi saluran kemih (ISK) adalah kondisi infeksi pada sistem saluran kemih yang ditandai dengan keberadaan mikroorganisme dalam urin. ISK dapat terjadi pada bagian ureter, ginjal, kandung kemih, dan uretra. Infeksi saluran kemih sering terjadi pada anak perempuan dan wanita. Salah satu penyebabnya adalah uretra wanita yang lebih pendek sehingga bakteri kontaminan lebih mudah memperoleh akses ke kandung kemih (Syahmardan et al., 2024). Masalah kesehatan infeksi saluran kemih (ISK) tetap

menjadi salah satu infeksi bakteri paling umum di seluruh dunia dengan dampak kesehatan yang signifikan. Data epidemiologi global menunjukkan bahwa sekitar 150 juta orang menderita ISK setiap tahunnya dengan insiden tahunan mencapai 8,3 juta kasus baru (Foxman, 2014). Angka mortalitas akibat ISK diperkirakan mencapai 13.000 kematian per tahun atau sekitar 2,3% dari total kematian terkait infeksi (Maulani & Siagian, 2022).

Permasalahan kesehatan selanjutnya adalah penyakit ginjal yang mencakup berbagai kondisi seperti batu ginjal (*nephrolithiasis*) dan gagal ginjal. Penyakit batu ginjal (*nephrolithiasis*) merupakan pembentukan materi keras pada ginjal seperti batu berasal dari mineral dan garam. Batu ginjal dapat terjadi pada ginjal, ureter, kandung kemih, serta uretra. Batu ginjal berasal dari limbah dalam darah yang mengkristal serta menumpuk di dalam ginjal. Kalsium dan asam oksalat merupakan zat kimia yang dapat membentuk batu ginjal. Seiring berjalannya waktu, materi-materi tersebut akan menjadi keras dan berbentuk seperti batu (Hadibrata et al., 2022). Pada tahun 2015 *Global Burden of Disease* (GBD) bersama *disease and injury incidence and prevalence collaborators* mencatat dengan jumlah 22,1 juta kasus *nephrolithiasis* dan mengakibatkan sekitar 16.100 kematian (Pardede et al., 2021). Sementara itu, Gagal Ginjal Kronik (GGK) adalah gangguan progresif fungsi ginjal dan dapat jangka panjang atau persisten, menyebabkan akumulasi limbah metabolik, mencegah ginjal memenuhi kebutuhan normalnya. Berdasarkan data dari *World Health Organization* (WHO), pada tahun 2019 pasien gagal ginjal kronis di dunia berjumlah 15% dari populasi dan telah menyebabkan 1,2 juta kasus kematian. Di Indonesia kejadian gagal ginjal kronis selalu mengalami peningkatan setiap tahunnya. Berdasarkan data dari

Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas), prevalensi gagal ginjal kronis sebanyak 1.885 kasus. Prevalensi ini kemudian meningkat pada tahun 2013, sehingga jumlah kasus gagal ginjal kronis sebanyak 11.689 kasus (Kemenkes, 2018).

Kemudian, permasalahan kesehatan yang terakhir yaitu dehidrasi. Dehidrasi adalah kurangnya cairan di dalam tubuh karena jumlah yang dikeluarkan lebih besar dari pada jumlah yang masuk (Rismayanthi, 2012). Salah satu faktor terjadinya dehidrasi adalah kelebihan berat badan. Terjadinya penumpukan lemak tubuh pada orang obesitas dapat meningkatkan berat badan tanpa menambah kandungan air dalam tubuh. Bahaya dehidrasi diantaranya Adalah sulit berkonsentrasi, risiko infeksi saluran kemih dan terbentuknya batu ginjal (Sari & Nindya, 2018).

Deteksi dini memiliki peran yang sangat penting dan strategis dalam upaya menurunkan angka kematian akibat berbagai penyakit. Diagnosis yang dilakukan pada tahap awal perkembangan penyakit memberikan peluang yang lebih besar untuk keberhasilan pengobatan dan mencegah terjadinya komplikasi yang lebih serius. Salah satu metode pemeriksaan yang mudah dilakukan adalah urinalisis atau pemeriksaan urin. Urinalisis merupakan suatu prosedur medis yang memungkinkan penilaian terhadap kondisi kesehatan seseorang melalui analisis menyeluruh terhadap berbagai parameter yang terkandung dalam sampel urin (Dolscheid-Pommerich et al., 2016). Pemeriksaan ini tidak hanya bermanfaat untuk mendiagnosis penyakit yang berkaitan dengan dehidrasi, ginjal, dan saluran kemih, tetapi juga dapat mengindikasikan awal mengenai kondisi kesehatan sistemik lainnya, seperti diabetes melitus, gangguan fungsi hati, dan berbagai kelainan metabolisme.

Warna urin merupakan parameter fisik dalam urinalisis. Urin normal umumnya berwarna kuning jernih hingga kuning tua, yang dihasilkan oleh pigmen urokrom. Variasi warna urin dapat mengindikasikan berbagai kondisi klinis. Urin yang berwarna merah atau merah kecoklatan dapat menunjukkan adanya hematuria (darah dalam urin) yang mungkin disebabkan oleh infeksi, batu ginjal, atau penyakit glomerulus. Urin berwarna coklat tua atau seperti teh dapat mengindikasikan adanya bilirubin yang berlebihan pada penyakit hati dan adanya gangguan pada ginjal yang menyebabkan penyakit ginjal seperti penyakit gagal ginjal. Kemudian, warna putih susu disebabkan oleh pus, lemak, atau kandungan protein yang dapat menunjukkan adanya infeksi pada saluran kemih (Andrizal et al., 2018). Selain warna, pH urin juga merupakan parameter kimia yang penting. pH urin normal berkisar antara 4,5 hingga 8,0, dengan rata-rata sekitar 6,0. Pada sebuah studi menunjukkan dimana pH yang berada diatas $>5,5$ dan $<9,0$ merupakan indikator awal adanya infeksi pada saluran kemih yang disebabkan oleh bakteri (Lai et al., 2021). Urin yang terlalu asam ($\text{pH} < 5,3$) dapat mengindikasikan kondisi asidosis metabolik, dehidrasi, atau diet tinggi protein. Kemudian orang yang mengalami gangguan pada ginjal memiliki kadar pH urin yang terlalu asam sebesar $<5,5$ dan juga memiliki kadar urin yang terlalu basa sebesar $>7,5$ pada penderita batu ginjal (Febryansah et al., 2020). Kemudian, orang yang mengalami dehidrasi rentang tingkat keasaman (pH) antara 4,0 hingga 6,0 (Zulfachmi et al., 2023).

Meskipun urinalisis konvensional telah terbukti sangat bermanfaat dalam praktik klinis, metode ini memiliki beberapa keterbatasan. Pemeriksaan urinalisis lengkap umumnya hanya dapat dilakukan di laboratorium klinis yang dilengkapi dengan peralatan khusus seperti *urine analyzer* otomatis, mikroskop, dan reagen kimia. Proses

ini memerlukan tenaga ahli yang terlatih, baik untuk pengambilan sampel, pemeriksaan, maupun interpretasi hasil. Selain itu, pemeriksaan di laboratorium memerlukan waktu yang tidak sebentar, mulai dari pengambilan sampel, transportasi ke laboratorium, proses analisis, hingga pelaporan hasil. Keterlambatan dalam mendapatkan hasil pemeriksaan dapat berdampak pada penundaan diagnosis dan pengobatan, terutama pada kasus-kasus yang memerlukan penanganan segera. Dari segi biaya, pemeriksaan urinalisis lengkap di laboratorium swasta dapat mencapai ratusan ribu rupiah, yang menjadi kendala bagi masyarakat dengan keterbatasan ekonomi. Masalah akses juga menjadi kendala utama, khususnya bagi masyarakat di daerah terpencil yang jauh dari fasilitas laboratorium modern.

Perkembangan teknologi digital dan *Internet of Things* (IoT) dikenal sebagai *digital health* atau kesehatan digital. IoT mengacu pada jaringan perangkat fisik yang tertanam dengan sensor, perangkat lunak, dan teknologi lainnya dengan tujuan untuk terhubung dan bertukar data dengan perangkat dan sistem lain melalui internet (Siswanto et al., 2020). Dalam konteks kesehatan, IoT memungkinkan pengembangan sistem pemantauan kesehatan yang kontinu dan terhubung. Pengguna dapat memantau parameter kesehatan tertentu secara mandiri menggunakan perangkat sensor yang terhubung ke *smartphone* dan data tersebut dapat dibagikan dengan tenaga kesehatan untuk evaluasi lebih lanjut.

Teknologi sensor telah mengalami kemajuan pesat dalam beberapa tahun terakhir, dengan pengembangan sensor yang semakin kecil, akurat, dan terjangkau. Sensor warna seperti TCS3200 mampu mendeteksi dan mengukur intensitas warna dengan presisi tinggi berdasarkan prinsip fotodiode dengan filter RGB (Pangesti et al., 2025).

Sensor ini dapat digunakan untuk menganalisis warna urin secara objektif dan kuantitatif, mengatasi keterbatasan penilaian visual yang subjektif. Sementara itu, sensor pH seperti E-201C memungkinkan pengukuran tingkat keasaman dengan akurasi yang memadai untuk aplikasi klinis (Hariyadi et al., 2020). Kombinasi kedua sensor ini, jika diintegrasikan dengan mikrokontroler seperti NodeMCU ESP32 yang mendukung konektivitas Wi-Fi, dapat membentuk sistem urinalisis portabel yang praktis.

Beberapa penelitian terdahulu telah mencoba mengembangkan sistem urinalisis berbasis sensor, namun masih memiliki berbagai keterbatasan. Penelitian yang dilakukan (Febryansah et al., 2020) merancang alat “*Urinoir Analyzer Pintar Pendeteksi Kelainan Pada Fungsi Ginjal Dengan Analisis Kadar pH Dan Warna Pada Urine*” yang dimana alat ini digunakan untuk mengidentifikasi penyakit ginjal pada seseorang menggunakan sampel berupa *urine*. Alat akan mengukur tingkat pH nya dan akan mendeteksi warna dari sampel. Namun, penelitian ini memiliki kekurangan yaitu hanya bisa mengidentifikasi satu penyakit saja dan alat penelitiannya belum didukung menggunakan IoT.

Penelitian (Budianto, 2018) merancang alat “*Prototype Urine Analyzer Telemetry Menggunakan Sensor Warna Untuk Mendeteksi Penyakit Diabetes Pada Seseorang*” yang dimana alat tersebut digunakan untuk mendeteksi penyakit diabetes yang diderita oleh seseorang menggunakan sampel *urine*. Alat tersebut akan mendeteksi warna dari sampel *urine* si penderita. Namun, alat ini memiliki kekurangan yaitu hanya bisa mendeteksi penyakit diabetes saja dan mendeteksi penyakit tersebut hanya dari warna sampel *urine* saja.

Penelitian (Pratiwi et al., 2020) merancang alat “Pembuatan Alat Ukur Kadar Gula Darah Berdasarkan Tingkat Kekeruhan Spesimen Urin Menggunakan Sensor Warna TCS230 Dan Photodiode Dengan Tampilan LCD” yang dimana alat ini digunakan untuk mengukur kadar gula pada sampel berupa *urine* untuk mengetahui penyakit diabetes pada seseorang. Namun alat ini hanya bisa mengidentifikasi penyakit diabetes saja dikarenakan pada alat ini hanya mengukur kadar gula yang terkandung dalam *urine* si penderita dengan melihat Tingkat kekeruhan spesimen *urine* menggunakan sensor warna TCS3200 serta alat hanya dapat ditampilkan lewat LCD saja belum didukung dengan tampilan menggunakan IoT.

Penelitian ini memiliki keunggulan dibandingkan penelitian-penelitian sebelumnya yaitu penelitian ini menggunakan dua sensor yaitu sensor warna dan sensor pH. Penelitian ini juga dapat mengidentifikasi lebih dari satu penyakit yaitu berupa penyakit ginjal, infeksi saluran kemih, dan dehidrasi. Kemudian, penelitian ini sudah berbasis *Internet of Things* yang dimana keluaran atau *output* dari penelitian ini dapat ditampilkan dalam bentuk aplikasi.

Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk merancang dan membangun suatu sistem *urinalysis instrument* yang lebih akurat dan terintegrasi dengan IoT untuk keperluan diagnosis dini penyakit. Sistem ini menggabungkan dua sensor utama, yaitu sensor warna TCS3200 untuk mendeteksi variasi warna urin dan sensor pH E-201C untuk mengukur tingkat keasaman, yang dikendalikan oleh mikrokontroler NodeMCU ESP32. Data dari sensor akan diproses menggunakan algoritma klasifikasi yang dikembangkan berdasarkan referensi teori-teori medis untuk mengindikasikan kemungkinan penyakit seperti ISK, gangguan ginjal (batu ginjal dan gagal ginjal

kronis), dan dehidrasi. Hasil analisis kemudian dikirim ke aplikasi *Blynk* pada *smartphone* melalui koneksi Wi-Fi, sehingga memungkinkan pengguna atau tenaga kesehatan untuk memantau kondisi dimanapun. Sistem ini juga dilengkapi dengan tampilan LCD lokal untuk menampilkan hasil di tempat.

Berdasarkan hal-hal yang telah tertera di atas maka penulis mencoba untuk membuat Rancang Bangun *Urinalysis Instrument* untuk *Early Diagnosa Disease* Berbasis *Internet of Things*. Rancang bangun alat ini diharapkan dapat melakukan pemeriksaan awal dan mengidentifikasi tingkat risiko penyakit-penyakit yang dapat diidentifikasi oleh alat penelitian sebagai pencegahan dini. Parameter pengukuran alat berupa warna urin dan tingkat pH urin dengan menggunakan sensor warna dan sensor pH yang hasilnya dapat di tampilkan dalam bentuk aplikasi.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dapat di rumuskan suatu permasalahan yaitu :

1. Bagaimana spesifikasi performansi sistem rancang bangun *Urinalysis Instrument* Untuk *Early Diagnosis Disease* Menggunakan Sensor TCS3200 dan Sensor pH E-201C Berbasis *Internet of Things*?
2. Bagaimana spesifikasi desain sistem rancang bangun *Urinalysis Instrument* Untuk *Early Diagnosis Disease* Menggunakan Sensor TCS3200 dan Sensor pH E-201C Berbasis *Internet of Things*?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Untuk menentukan spesifikasi performansi sistem rancang bangun *Urinalysis Instrument Untuk Early Diagnosis Disease* Menggunakan Sensor TCS3200 dan Sensor pH E-201C Berbasis *Internet of Things*.
2. Untuk menentukan spesifikasi desain sistem rancang bangun *Urinalysis Instrument Untuk Early Diagnosis Disease* Menggunakan Sensor TCS3200 dan Sensor pH E-201C Berbasis *Internet of Things*.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Bagi peneliti sebagai syarat untuk menyelesaikan program studi fisika S1 dan pengembangan diri dalam bidang kajian fisika Instrumentasi dan Elektronika.
2. Peneliti lain. Untuk menambah pengetahuan dan memperluas wawasan dalam bidang kajian elektronika dan instrumentasi.
3. Bagi masyarakat. Menambah informasi tentang rancang bangun alat urinalisis berbasis *Internet Of Things* menggunakan sensor warna TCS3200 dan sensor pH berbentuk aplikasi yang terjangkau.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan didapatkan kesimpulan:

1. Rancang bangun Urinalysis Instrument untuk early diagnosis disease menggunakan sensor warna TCS3200 dan sensor pH E-201C berbasis Internet of Things berhasil direalisasikan sesuai dengan spesifikasi performansi yang direncanakan. Sistem terdiri atas rangkaian sensor warna, sensor pH, NodeMCU ESP32, LCD, serta kotak akrilik sebagai housing yang disusun sedemikian rupa sehingga mendukung kondisi pengukuran yang stabil dan meminimalkan gangguan lingkungan terhadap sensor. Alur kerja sistem yang dirancang, mulai dari pembacaan sampel urine, pengolahan data oleh mikrokontroler, hingga penampilan hasil pada LCD dan aplikasi Blynk, berjalan dengan baik sesuai diagram alir dan blok diagram sistem.
2. Dari sisi spesifikasi desain, sensor warna TCS3200 menunjukkan tingkat ketepatan dan ketelitian yang tinggi dalam membaca warna urin. Pada pengujian terhadap 15 sampel, seluruh hasil pembacaan warna yang dihasilkan sensor didapatkan rata-rata ketepatan yang tinggi yaitu R sebesar 99,1%, G sebesar 98,9%, dan B sebesar 89%. serta rata-rata nilai ketelitian sensor TCS3200 yang tinggi yaitu nilai merah (R) sebesar 98%, hijau (G) sebesar 97%, dan biru (B) sebesar 98%. Sensor pH E-201C juga menunjukkan performa yang sangat baik, dengan rata-rata selisih pembacaan terhadap pH meter standar sekitar 0,006, rata-rata error sekitar 0,62607, tingkat ketepatan sekitar 99,8952 dan tingkat ketelitian sekitar 99,3962%, sehingga dapat dinyatakan akurat dan andal untuk digunakan dalam sistem ini. Uji ketelitian melalui

pengukuran berulang pada satu sampel memperlihatkan bahwa sensor mampu memberikan hasil yang konsisten, yang ditunjukkan oleh simpangan antar pengukuran yang rendah. Secara fungsional, alat urinalisis yang dikembangkan mampu mengukur parameter warna dan pH urin serta mengelompokkannya menjadi beberapa kategori kondisi, yaitu normal, dehidrasi, batu ginjal, gagal ginjal, dan infeksi saluran kemih, berdasarkan kriteria kombinasi nilai pH dan warna yang telah ditetapkan. Hasil uji pembacaan alat terhadap 15 sampel urin menunjukkan bahwa klasifikasi indikasi penyakit yang dihasilkan sistem telah sesuai dengan teori urinalisis yang digunakan sebagai acuan. Integrasi dengan platform IoT melalui NodeMCU ESP32 dan aplikasi Blynk memungkinkan hasil pengukuran dipantau melalui smartphone, sehingga meningkatkan kemudahan akses dan potensi pemanfaatan alat di lingkungan klinis maupun non-klinis sebagai sarana deteksi dini.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan keterbatasan yang masih ditemukan, terdapat beberapa saran yang dapat dipertimbangkan untuk pengembangan lebih lanjut yaitu

1. Untuk pengembangan lebih lanjut, disarankan penambahan beberapa parameter agar hasil dari alat yang dibuat dapat lebih sesuai dan mendekati kondisi nyata.
2. Sistem yang dibuat perlu dilakukan pengembangan pada sistem pengkondisian cahaya agar pembacaan sensor warna TCS3200 menjadi lebih stabil.

DAFTAR PUSTAKA

- Adliana, R., & Wahid, R. S. A. (2023). Pemeriksaan Urin Lengkap dengan Alat Dirui FUS-2000 di Laboratorium Patologi Klinik RSUD Abdoel Wahab Sjahranie Samarinda. *Jurnal Sains Natural*, 1(3), 56–63.
- Andrizal, A., Hidayat, A., Angraini, T., Yefriadi, Y., Rusfandi, R., & Chadry, R. (2018). Pembuatan Histogram Dan Pola Data Warna Urin Berdasarkan Urinalisis Menggunakan Mini PC. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, 2(3), 722–727.
- Budianto, R. (2018). *Prototype Urine Analyzer Telemetry Menggunakan Sensor Warna Untuk a Penyakit Diabetes Pada Seseorang Prototype Urine Analyzer Telemetry Using Color Sensor To Detect Diabetes Disease In Someone*.
- Dolscheid-Pommerich, R. C., Klarmann-Schulz, U., Conrad, R., Stoffel-Wagner, B., & Zur, B. (2016). Evaluation of the appropriate time period between sampling and analyzing for automated urinalysis. *Biochemia Medica*, 26(1), 82–89.
- Dwika Nove Rahmanto, N., Joko Prasajo, J., & Trie Handayani, T. (2022). Alat Pendeteksi Warna RGB. *Alat Pendeteksi Warna RGB*, 664-672.
- Febryansah, M. I., Yudhana, A., & Ma'arif, A. (2020). Urinoir Analyzer Pintar Pendeteksi Kelainan Pada Fungsi Ginjal Dengan Analisis Kadar Ph Dan Warna Pada Urin. *Mobile and Forensics*, 2(1), 32–40.
- Foxman, B. (2014). Urinary tract infection syndromes: occurrence, recurrence, bacteriology, risk factors, and disease burden. *Infectious Disease Clinics*, 28(1), 1–13.
- Hadibrata, E., Kedokteran, F., Ir Sumantri Brojonegoro No, J., Meneng, G., Rajabasa, K., & Bandar Lampung, K. (2022). Faktor-faktor yang Berhubungan dengan Terjadinya Batu Ginjal. *Jurnal Penelitian Perawat Profesional*, 4(3), 1041–1046.
- Hariyadi, H., Kamil, M., & Ananda, P. (2020). Sistem Pengecekan pH Air Otomatis Menggunakan Sensor pH Probe Berbasis Arduino Pada Sumur Bor. *Rang Teknik Journal*, 3(2), 340–346.
- Haryono, R. (2013). *Keperawatan medikal bedah: sistem perkemihan*. Penerbit Andi.
- Kahar, P., Ramli, R., Etika, S. B., & Imawan, C. (2019). Development of color detector using colorimetry system with photodiode sensor for food dye determination application. *Journal of Physics: Conference Series*, 1185(1), 012031.
- Kemenkes, R. I. (2018). Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kementerian RI tahun 2018. *Retrieved from: Http://Repository. Bkpk. Kemkes. Go. Id/3514/1/Laporan% 20Riskesdas, 202018*.
- Kinnasih, I. W., & Dzulkiflih, D. (2022). Rancang Bangun Alat Pengontrol Suhu Dan Kelembapan Pada Tempat Penetasan Telur Menggunakan Sensor Dht22 Dan Motor Swing Berbasis IoT: Kata Kunci: Penetas Telur, Suhu, DHT22, IoT. *Inovasi Fisika Indonesia*, 11(3), 57–72.
- Krisdianti, R., Puspitasari, P., & Aliviameita, A. (2023). The Effect Of Delay Time And Storage Temperature On The Results Of Urine Leukocyte Examination In Patients Of Urinary Tract Infection (UTI). *Medicra (Journal of Medical Laboratory Science/Technology)*, 6(1), 1–5.

- Kurniawan, F. B. (2015). *Analisis kesehatan*. Penerbit: Jakarta: Buku Kedokteran EGC.
- Lai, H.-C., Chang, S.-N., Lin, H.-C., Hsu, Y.-L., Wei, H.-M., Kuo, C.-C., Hwang, K.-P., & Chiang, H.-Y. (2021). Association between urine pH and common uropathogens in children with urinary tract infections. *Journal of Microbiology, Immunology and Infection*, 54(2), 290–298.
- Maalouf, N. M. (2012). Approach to the adult kidney stone former. *Clinical Reviews in Bone and Mineral Metabolism*, 10(1), 38–49.
- Mansjoer, A., Triyanti, K., Savitri, R., Wardhani, W. I., & Setiowulan, W. (2000). Kapita selekta kedokteran Jilid 1. *Jakarta: Media Aesculapius*, 370.
- Maulani, D., & Siagian, E. (2022). Hubungan Pengetahuan Dan Kebersihan Urogenital Dengan Infeksi Saluran Kemih. *Jurnal Penelitian Perawat Profesional*, 4(4), 153–158.
- Mindasari, S., As'ad, M., & Meilantika, D. (2022). Sistem Keamanan Kotak Amal di Musala Sabilul Khasanah Berbasis Arduino UNO. *Jurnal Teknik Informatika Mahakarya (JTIM)*, 5(2), 7–13.
- Ningsih, N. (2020). Pengaruh Latihan Fisik Aerobik Terhadap Warna Dan Kejernihan Urin Pada Penderita Hipertensi. *JPP (Jurnal Kesehatan Poltekkes Palembang)*, 15(1), 1–6.
- Noviriandini, A., Handayani, P., & Syahriani, S. (2019). Prediksi Penyakit Liver Dengan Menggunakan Metode Naïve Bayes Dan K-Nearest Neighbour (KNN). *Prosiding TAU SNARS-TEK Seminar Nasional Rekayasa Dan Teknologi*, 1(1), 75–80.
- Nyayu, L. H., Rasyad, S., Putra, M. S., Hasan, Y., & Al Rasyid, J. (2019). Pengaplikasian sensor warna pada navigasi line tracking robot sampah berbasis mikrokontroler. *Jurnal Ampere*, 4(2), 297–306.
- Pangesti, H. P., Nasbey, H., & Suhendar, H. (2025). Optimization Of TCS3200 Color Sensor Utilization In The Development Of An Automated System For Coffee Bean Sorting Based On Distance Differences: Optimisasi Pemanfaatan Sensor Warna TCS3200 Dalam Pengembangan Sistem Otomatis Untuk Pemilahan Biji Kopi Berdasarkan Perbedaan Jarak. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal)*, 13.
- Pardede, C., Darmayanti, D., & Sakurawati, A. (2021). Gambaran Hasil Ultrasonografi Urologi Pada Pasien Dengan Klinis Nefrolitiasis. *Kieraha Medical Jurnal*, 3(1).
- Patimah, I., & Kep, M. (2021). *Konsep relaksasi zikir dan implikasinya terhadap penderita gagal ginjal kronis (kajian teoritik dan praktik)*. Penerbit Adab.
- Prabowo, D. A., Abdullah, D., & Manik, A. (2018). Deteksi dan perhitungan objek berdasarkan warna menggunakan Color Object Tracking. *Jurnal Pseudocode*, 5(2), 85-91.
- Pratiwi, Z., Jurusan Fisika, M., Negeri Padang, U., & Pengajar Jurusan Fisika, S. (2020). Pembuatan Alat Ukur Kadar Gula Darah Berdasarkan Tingkat Kekeruhan Spesimen Urin Menggunakan Sensor Warna TCS230 Dan Photodiode Dengan Tampilan Lcd. In *Pillar of Physics* (Vol. 13).
- Putri, A. O., Tohir, T., & Putra, F. A. S. (2024). Rancang Bangun Sistem Monitoring Daya Listrik Rumah 900VA Berbasis Arduino Uno dan Node MCU ESP32

- Melalui Aplikasi Blynk. *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*, 15(1), 514–520.
- Rinawati, W., & Aulia, D. (2022). Update in laboratory diagnosis of urinary tract infection. *Jurnal Penyakit Dalam Indonesia*, 9(2), 8.
- Rismayanthi, C. (2012). Persepsi Atlet terhadap Macam, Fungsi Cairan, dan Kadar Hidrasi Tubuh di Unit Kegiatan Mahasiswa Olahraga Universitas Negeri Yogyakarta. *Medikora*, 9(1), 155904.
- Rustan, M. R. (2019). Rancang Bangun Sistem Absensi Mahasiswa Menggunakan Sensor RFID Berbasis Website. *Repos. Univ. Islam Negeri Alauddin Makassar*, 86.
- Santosa, S. P., & Wijayanto, F. (2022). Rancang Bangun Akses Pintu Dengan Sensor Suhu Dan Handsanitizer Otomatis Berbasis Arduino. *Jurnal Elektro*, 10(1), 20-31
- Sapti, M. (2019). Kemampuan koneksi matematis (tinjauan terhadap pendekatan pembelajaran SAVI). *Limit*, 11, 499980.
- Sari, N. A., & Nindya, T. S. (2018). Hubungan asupan cairan, status gizi dengan status hidrasi pada pekerja di Bengkel Divisi General Engineering PT PAL Indonesia. *Media Gizi Indonesia*, 12(1), 47.
- Siswanto, S., Nurhadiyan, T., & Junaedi, M. (2020). Prototype Smart Home Dengan Konsep Iot (Internet of Thing) Berbasis Nodemcu Dan Telegram. *Jurnal Sistem Informasi Dan Informatika*, 3(1), 85–93.
- Smeltzer, S. C., & Bare, B. G. (2002). Buku ajar keperawatan medikal bedah brunner dan suddarth. *Alih Bahasa Oleh Agung Waluyo...(Dkk)*, EGC, Jakarta.
- Sudoyo, A. W., Setiyohadi, B., Alwi, I., Kolopaking, M. S., & Setiati, S. (2009). Buku Ajar Ilmu Penyakit Dalam: Edisi Kelima Jilid I. *Jakarta: Interna Publishing*. Hal, 851–857.
- Syahmardan, S., Tahir, M., & Asnuddin, A. (2024). Faktor Yang Mempengaruhi Terjadinya Infeksi Saluran Kemih Terhadap Penggunaan Kateter Menetap Pada Pasien Rawat Inap Di Rsud Dr. H. Jusuf Sk Tarakan. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Pencerah Yupedumenu: Institut Teknologi Kesehatan Dan Sains Muhammadiyah Sidrap*, 13(2), 43–62.
- Syukhron, I. (2021). Penggunaan Aplikasi Blynk untuk Sistem Monitoring dan Kontrol Jarak Jauh pada Sistem Kompos Pintar berbasis IoT. *Electrician: Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Elektro*, 15(1), 1–11.
- Wahidi, W., & Sopari, O. (2015). Konsep Urin Menurut Ibnu Sina: Kajian atas Kitab al-Qanuun fith-Thibb. *Jurnal Pendidikan Islam*, 4(2), 339–372.
- Yaqin, A. (2015). Analisis tahap pemeriksaan pra analitik sebagai upaya peningkatan mutu hasil laboratorium di RS. Muji Rahayu Surabaya. *Jurnal Sains*, 5(10).
- Yulkifli, Yohandri, Murtiani, & Nofrianto, A. (2018). Development of Digital Archimedes Experiment System Based on Microcontroller for Physics Education. *Journal of Physics: Conference Series*, 1120(1).
- Zulfachmi, Z., Syahputra, A. F., Prasetyo, B. I., & Shafira, A. E. (2023). Klasifikasi Tingkat Dehidrasi Berdasarkan Warna Urin Menggunakan Metode KNN. *Jurnal Bangkit Indonesia*, 12(1), 43–48.