



**PENGEMBANGAN SISTEM IOT BERBASIS ESP8266 UNTUK DETEKSI
DINI PENYAKIT SALURAN KEMIH BERBASIS PH DAN WARNA
*URINE***

TUGAS AKHIR

SUDARMA YUDHO PRAYITNO

NIM. 2210511122

S1 INFORMATIKA

FAKULTAS ILMU KOMPUTER

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAKARTA

2026



**PENGEMBANGAN SISTEM IOT BERBASIS ESP8266 UNTUK DETEKSI
DINI PENYAKIT SALURAN KEMIH BERBASIS PH DAN WARNA
*URINE***

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Komputer**

SUDARMA YUDHO PRAYITNO

NIM. 2210511122

S1 INFORMATIKA

FAKULTAS ILMU KOMPUTER

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAKARTA

2026

PENGEMBANGAN SISTEM IOT BERBASIS ESP8266 UNTUK DETEKSI DINI PENYAKIT SALURAN KEMIH BERBASIS PH DAN WARNA URINE

SUDARMA YUDHO PRAYITNO

ABSTRAK

Kesehatan saluran kemih dapat dipantau melalui analisis parameter urine seperti pH dan warna. Pemeriksaan konvensional yang mengandalkan observasi visual dan analisis laboratorium membutuhkan waktu serta berpotensi menimbulkan subjektivitas. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem *Internet of Things* (IoT) berbasis ESP8266 yang mampu mendeteksi pH dan warna *urine* secara *real-time* serta melakukan prediksi dini penyakit saluran kemih menggunakan pendekatan *machine learning*. Sistem dirancang dengan mengintegrasikan sensor pH, sensor warna, dan sensor kekeruhan yang terhubung dengan ESP8266. Data hasil pengukuran dikirimkan ke basis data berbasis *cloud* dan diproses menggunakan algoritma *Random Forest* dan *XGBoost*. Pengujian alat dilakukan terhadap 20 sampel *urine* dengan membandingkan hasil pembacaan alat terhadap hasil pemeriksaan laboratorium sebagai data acuan. Hasil uji coba menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi parameter *urine* dengan pola yang selaras dengan hasil laboratorium, dengan deviasi pengukuran pH rata-rata sebesar $\pm 0,6$, yang masih berada dalam batas toleransi untuk keperluan deteksi dini (*screening*). Evaluasi model *machine learning* dilakukan menggunakan *dataset* sebanyak 301 data, yang menunjukkan bahwa algoritma *Random Forest* menghasilkan akurasi 100% dan *F1-score* 1.000, sedangkan *XGBoost* memperoleh akurasi 98,4% dan *F1-score* 0.984. Berdasarkan hasil pengujian alat dan evaluasi model, sistem yang dikembangkan mampu berfungsi sebagai alat bantu *screening* penyakit saluran kemih secara *real-time*, namun belum dapat menggantikan pemeriksaan laboratorium klinis. Berdasarkan masukan dari dokter spesialis urologi dan patologi klinik, sistem masih memiliki keterbatasan karena hanya menggunakan parameter pH dan warna *urine*. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk menambahkan parameter klinis lain, seperti indikator bakteri, leukosit, nitrit, atau protein *urine*, guna meningkatkan akurasi dan relevansi klinis sistem.

Kata kunci: *Internet of Things*, ESP8266, pH *urine*, warna *urine*, *machine learning*, deteksi dini

PENGEMBANGAN SISTEM IOT BERBASIS ESP8266 UNTUK DETEKSI DINI PENYAKIT SALURAN KEMIH BERBASIS PH DAN WARNA *URINE*

SUDARMA YUDHO PRAYITNO

ABSTRACT

Urinary tract health can be monitored through urine parameter analysis such as pH and color. Conventional examinations that rely on visual observation and laboratory analysis are time-consuming and potentially subjective. This study aims to develop an ESP8266-based Internet of Things (IoT) system capable of detecting urine pH and color in real-time and predicting urinary tract diseases early using a machine learning approach. The system is designed by integrating pH sensors, color sensors, and turbidity sensors connected to ESP8266. The measurement data is sent to a cloud-based database and processed using Random Forest and XGBoost algorithms. The device was tested on 20 urine samples by comparing the device readings with laboratory test results as reference data. The test results showed that the system was able to detect urine parameters with patterns consistent with laboratory results, with an average pH measurement deviation of ± 0.6 , which is still within the tolerance limit for early detection (screening) purposes. The machine learning model was evaluated using a dataset of 301 data points, which showed that the Random Forest algorithm produced 100% accuracy and an F1-score of 1.000, while XGBoost obtained 98.4% accuracy and an F1-score of 0.984. Based on the results of the device testing and model evaluation, the developed system is capable of functioning as a real-time screening tool for urinary tract diseases, but it cannot yet replace clinical laboratory tests. Based on input from urology and clinical pathology specialists, the system still has limitations because it only uses pH and urine color parameters. Therefore, further research is recommended to add other clinical parameters, such as bacterial indicators, leukocytes, nitrites, or urine protein, to improve the accuracy and clinical relevance of the system

Keywords: Internet of Things, ESP8266, urine pH, urine color, machine learning.

PERNYATAAN ORISINALITAS

PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas akhir ini adalah hasil karya sendiri dan semua sumber yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan benar.

Nama : Sudarma Yudho Prayitno
NIM : 2210511122
Tanggal : 22 Januari 2026
Judul Skripsi : **PENGEMBANGAN SISTEM IOT BERBASIS ESP8266 UNTUK
DETEKSI DINI PENYAKIT SALURAN KEMIH BERBASIS PH DAN
WARNA URINE**

Bilamana pada kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan saya ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 22 Januari 2026

Yang menyatakan,

A 10,000 Rupiah Indonesian revenue stamp (Meterai Tempel) with a signature over it. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text "10000", "METERAI TEMPEL", and "Rp. 107AMK249709001".

Sudarma Yudho Prayitno

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Sudarma Yudho Prayitno

NIM : 2210511122

Fakultas : Ilmu Komputer

Program Studi : S-1 Informatika

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan karya ilmiah saya kepada Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exchange Royalty Free Right*) untuk publikasi dengan judul:

PENGEMBANGAN SISTEM IOT BERBASIS ESP8266 UNTUK DETEKSI DINI PENYAKIT SALURAN KEMIH BERBASIS PH DAN WARNA URINE

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti ini Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta berhak menyimpan, mengalih media atau memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasi artikel ilmiah selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis atau pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Dengan pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta
Pada Tanggal : 22 Januari 2026

Yang menyatakan,



Sudarma Yudho Prayitno

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : Pengembangan Sistem Iot Berbasis Esp8266 Untuk Deteksi Dini Penyakit Saluran Kemih Berbasis Ph Dan Warna Urine.
Nama : Sudarma Yudho Prayitno
NIM : 2210511122

Disetujui oleh :

Penguji 1:
Henki Bayu Seta, S.Kom., MTI.



Penguji 2:
Kharisma Wiati Gusti, M.T.



Pembimbing 1:
Neny Rosmawarni, S.Kom., M.Kom

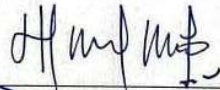


Pembimbing 2:
Nurhuda Mulana S.T., M.T



Diketahui oleh:

Koordinator Program Studi:
Ridwan Raafi'udin, S.Kom., M.Kom.
NIP. 197605082003121002



Prof. Dr. Ir. Supriyanto, S.T., M.Sc., IPM.
NIP. 197005212021212002



Tanggal Ujian : 19 Januari 2026

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas segala rahmat, hidayah serta pertolongannya-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Tugas Akhir ini dilaksanakan dalam bentuk skripsi sejak bulan Februari 2025 hingga selesai dengan judul "PENGEMBANGAN SISTEM IOT BERBASIS ESP8266 UNTUK DETEKSI PENYAKIT SALURAN KEMIH BERBASIS PH DAN WARNA *URINE*."

Dengan penuh rasa syukur dan hormat, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang telah memberikan kontribusi, semangat, dan dukungan selama proses penyusunan Tugas Akhir ini, baik secara langsung maupun tidak langsung. Ucapan terima kasih ini penulis sampaikan secara khusus kepada:

1. Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, atas segala limpahan rahmat, karunia, dan kekuatan yang diberikan selama proses penulisan skripsi ini. Segala hal yang penulis capai tidak akan mungkin terwujud tanpa kehendak dan pertolongan-Nya. Dalam setiap kesulitan, Allah memberikan jalan, dalam setiap kelelahan, Allah memberikan ketabahan. Segala puji bagi-Mu, yang selalu mendengarkan setiap doa dan harapan hamba-Mu.
2. Prof. Dr. Ir. Supriyanto, ST., M.Sc., IPM, selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, yang telah memberikan fasilitas, dukungan akademik, dan suasana belajar yang kondusif bagi mahasiswa dalam berkarya dan berkembang. Terima kasih atas kepemimpinan yang bijaksana dan dorongan untuk selalu berinovasi di tengah tantangan zaman.
3. Bapak Dr. Ridwan Raafi'udin, S.Kom., M.Kom., selaku Ketua Program Studi S1 Informatika, atas segala bentuk arahan, inspirasi, dan kebijakan yang telah memudahkan mahasiswa dalam menyelesaikan studinya. Terima

kasih atas dedikasi dan komitmen Bapak dalam mengembangkan kualitas pendidikan serta perhatian Bapak terhadap kemajuan setiap mahasiswa.

4. Ibu Neny Rosmawarni, S.Kom M.Kom, selaku Dosen Pembimbing I, yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing penulis dengan penuh kesabaran dan ketelitian. Terima kasih atas kritik membangun, motivasi yang tak pernah putus, serta arahan yang telah membawa penulis untuk terus berkembang dan memperbaiki diri dalam setiap proses penyusunan skripsi ini.
5. Nurhuda Maulana S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing II, yang telah memberikan dukungan tambahan, masukan ilmiah, serta sudut pandang yang luas dalam menyempurnakan penelitian ini. Kehadiran dan kontribusi Bapak/Ibu sangat berarti dalam memperkaya hasil akhir Tugas Akhir ini.
6. Ayahanda Munasikan dan Ibunda Mindari, orang tua tercinta yang menjadi pilar hidup penulis. Terima kasih atas cinta yang tak terhingga, doa yang tak pernah terputus, dan pengorbanan tanpa pamrih yang telah mengiringi setiap langkah penulis sejak kecil hingga saat ini. Ayah dan Ibu adalah sumber kekuatan terbesar dalam hidup penulis. Segala capaian ini adalah berkat kasih sayang dan keikhlasan kalian dalam mendidik dan membesarkan penulis dengan penuh cinta dan harapan.
7. Wahyu Kurniawan & Dinda Saputri, adik yang luar biasa, terima kasih telah menjadi sosok yang selalu menghadirkan semangat dan energi positif di tengah kepenatan dan tekanan. Dukunganmu, canda tawamu, serta perhatian kecilmu sangat berarti bagi penulis. Kamu adalah pengingat bahwa dalam perjuangan ini, penulis tidak pernah sendiri.
8. Seluruh keluarga besar, yang telah menjadi rumah dalam artian yang sebenarnya tempat untuk pulang, tempat untuk mendapatkan cinta dan ketenangan. Terima kasih atas setiap doa, dukungan moral, dan kepercayaan yang diberikan kepada penulis. Semangat kalian semua adalah bahan bakar yang menggerakkan tekad penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan sebaik-baiknya.
9. dr. Vinny Verdini, Sp.U, AIFO-K, selaku dokter pakar bidang urologi yang telah memberikan penjelasan ilmiah, wawasan medis, serta validasi data

mengenai aspek klinis penyakit saluran kemih yang menjadi dasar penelitian ini. Terima kasih atas waktu dan kesediaannya memberikan arahan dalam analisis medis yang sangat membantu penyempurnaan penelitian ini.

10. dr. Willia Candra, Sp.PK, selaku dokter spesialis patologi klinik yang telah membimbing penulis selama proses pengambilan sampel dan analisis laboratorium. Terima kasih atas ilmu, ketelitian, dan kesediaannya memberikan masukan yang berharga dalam proses pengujian.
11. Rumah Sakit Hermina Serpong sebagai tempat penelitian, yang telah memberikan izin, fasilitas, serta lingkungan yang kondusif dalam pelaksanaan pengambilan data dan pengujian. Terima kasih atas kesempatan yang sangat berharga ini.
12. Bapak Tezar Achmad selaku pihak HRD Rumah Sakit Hermina Serpong, yang telah membantu dalam proses administrasi, perizinan, serta mengarahkan penulis melalui seluruh tahapan penelitian hingga selesai.
13. Bapak Ery Sulisty Nugroho, A.Md.AK, selaku Kepala Laboratorium, yang telah membimbing, membantu, dan menyediakan fasilitas selama proses penelitian berlangsung. Dukungan beliau sangat membantu penulis dalam memahami prosedur laboratorium dengan lebih baik.
14. Para staf laboratorium yang tidak dapat saya sebut satu persatu yang telah membantu dalam pengolahan sampel, proses pengujian, serta mendampingi penulis selama menjalankan prosedur laboratorium. Terima kasih atas ketelitian, kerja sama, dan dukungan yang sangat membantu kelancaran penelitian ini.
15. Seluruh staf dan tenaga kesehatan Rumah Sakit Hermina Serpong yang turut membantu dalam penyediaan fasilitas, koordinasi penelitian, serta memberikan arahan terkait prosedur medis yang diperlukan. Kehadiran dan bantuan mereka berperan besar dalam kelancaran penelitian ini.
16. Para dosen serta seluruh staf Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu namanya, atas ilmu, bantuan, pelayanan akademik, serta dukungan yang telah diberikan selama masa studi hingga penyelesaian Tugas Akhir ini.

17. Kepada seseorang yang tidak dapat saya sebutkan Namanya, sosok yang sangat berarti dalam kehidupan penulis, yang tidak hanya hadir sebagai teman seperjuangan, tetapi juga sebagai tempat berbagi rasa dan asa. Terima kasih atas perhatian, serta dukunganmu yang tak pernah surut sejak awal hingga akhir perjalanan ini. Kamu adalah motivasi sekaligus pelipur lara dalam setiap tantangan yang penulis hadapi. Kehadiranmu membawa kehangatan, kekuatan, dan ketenangan yang luar biasa, yang membuat segala sesuatu terasa mungkin untuk dilalui. Terima kasih telah menjadi bagian penting dari cerita ini.
18. Teman-teman seperjuangan di Informatika UPN Veteran Jakarta angkatan 2022, yang telah menjadi bagian penting dalam perjalanan akademik ini. Terima kasih atas kebersamaan, kerja sama, tawa, dan dukungan yang tak ternilai selama masa perkuliahan. Setiap diskusi larut malam, setiap revisi bareng, hingga perjuangan menghadapi deadline, semuanya akan menjadi kenangan indah yang tak tergantikan. Semoga persahabatan ini terus terjalin, bahkan setelah kita melangkah ke dunia yang lebih luas.
19. Sahabat-sahabat terdekat, yang selalu menjadi tempat berbagi keluh kesah, pelipur di saat lelah, dan penyemangat saat semangat mulai redup. Terima kasih telah hadir dengan segala keunikan dan ketulusan hati. Kebersamaan kita menjadi warna tersendiri dalam proses panjang yang penulis jalani. Kata-kata semangat, telinga yang selalu mendengar, serta waktu yang kalian berikan sangat berarti. Tanpa kalian, proses ini pasti terasa jauh lebih berat.
20. Untuk diriku sendiri, terima kasih telah bertahan sejauh ini. Terima kasih karena tidak menyerah meski jalan terasa berat, karena terus melangkah meski kadang ragu, dan karena berani menghadapi setiap tantangan yang datang. Terima kasih telah percaya bahwa segala perjuangan ini akan membuahkan hasil. Setiap malam begadang, setiap lembar revisi, dan setiap titik lelah adalah bukti bahwa aku mampu melewati masa-masa sulit dan tumbuh menjadi pribadi yang lebih kuat. Semoga pencapaian ini menjadi awal dari langkah-langkah besar berikutnya dalam hidupku.

Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan memberikan kontribusi bagi perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam penerapan teknologi IoT di bidang kesehatan.

Jakarta, 5 Januari 2026

Sudarma Yudho Prayitno

NIM 2210511122

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iv
LEMBAR PENGESAHAN	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR RUMUS	xv
DAFTAR SIMBOL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	4
1.4.1 Tujuan Penelitian	4
1.4.2 Manfaat Penelitian	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Kajian Teoritis	6
2.1.1 Penyakit Infeksi Saluran Kemih.....	6
2.1.2 Batu Ginjal	6
2.1.3 Dehidrasi	7
2.1.4 <i>Internet of Things</i>	7
2.1.5 <i>Machine learning</i>	12
2.2 Perumusan Hipotesis	16
2.3 Penelitian Terdahulu.....	17
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	24
3.1 Tahapan Penelitian	24
3.1.1 Identifikasi Masalah	24
3.1.2 Studi Literatur	25
3.1.3 Pengumpulan Data	25
3.1.4 Perancangan	25
3.1.5 Testing Alat.....	25
3.2 Pengujian Hipotesis	26
3.2.1 Pengujian Hipotesis H1	26

3.2.2	Pengujian Hipotesis H2.....	26
3.2.3	Pengujian Hipotesis H3.....	27
3.2.4	Pengujian Hipotesis H0 (Hipotesis Nol).....	28
3.3	Alat dan Bahan Penelitian	28
3.3.1	Alat.....	29
3.3.2	Bahan.....	29
3.3.3	Perangkat Keras	29
3.3.4	Perangkat Lunak.....	30
3.4	Metode Analisis.....	30
3.4.1	Persiapan Data.....	30
3.4.2	Inisialisasi Model dan Prediksi Awal.....	31
3.4.3	Menghitung <i>Residual Error (Gradient & Hessian)</i>	32
3.4.4	Membangun <i>Decision Tree</i> (Mencari Split Terbaik).....	32
3.4.5	<i>Update Leaf Values</i>	32
3.4.6	Memperbarui Prediksi.....	33
3.4.7	Prediksi Akhir	33
3.5	Jadwal Pelaksanaan	35
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		36
4.1	Analisis Sistem Berjalan	36
4.2	Rancangan Sistem Usulan	37
4.2.1	Perancangan Proses.....	37
4.2.2	Pemodelan Sistem Usulan.....	37
4.2.3	Komponen Sistem	42
4.2.4	Proses Kalibrasi Sensor.....	43
4.2.5	Pembuatan Alat	47
4.2.6	<i>Machine Learning</i>	75
4.3	Hasil dan Rekomendasi	79
4.3.1	Hasil Uji Coba Sistem.....	79
4.3.2	Analisis Hasil Uji	81
4.3.3	Evaluasi Kinerja Sistem	82
4.3.4	Analisis Faktor Kesalahan.....	84
4.3.5	Implikasi dan Potensi Pemanfaatan	86
4.3.6	Masukan dari Pihak Laboratorium dan Batasan Alat	86
4.3.7	Rekomendasi Pengembangan Sistem.....	87
BAB 5 PENUTUP.....		89
5.1	Kesimpulan.....	89
5.2	Saran	90
DAFTAR PUSTAKA		92
LAMPIRAN.....		96

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 ESP8266 (www.tokopedia.com)	9
Gambar 2. 2 Sensor pH (www.tokopedia.com)	9
Gambar 2. 3 Sensor TDS (www.tokopedia.com)	10
Gambar 2. 4 Sensor Warna (www.tokopedia.com)	10
Gambar 2. 5 <i>Male to Male</i> (https://www.arduinoindonesia.id/)	11
Gambar 2. 6 <i>Male to Female</i> (https://www.arduinoindonesia.id/)	11
Gambar 2. 7 <i>Female to Female</i> (https://www.arduinoindonesia.id/).....	12
 Gambar 3.1 Diagram Alir RAD	24
Gambar 3.2 Diagram Alur.....	34
 Gambar 4.1 Alur Arsitektur Alat IoT.....	37
Gambar 4. 2 <i>Use Case Diagram</i>	38
Gambar 4. 3 <i>Activity Diagram</i>	40
Gambar 4.4 <i>pH module</i>	44
Gambar 4. 5 Hasil Kalibrasi Probe pH <i>Module</i>	44
Gambar 4. 6 Diagram Skematik Rangkaian Elektronik Alat.....	48
Gambar 4. 7 Keterangan warna kabel dan alurnya	50
Gambar 4. 8 Alur Diagram Sistem Hardware	50
Gambar 4. 9 Desain <i>Casing</i> Alat.....	59
Gambar 4. 10 Praproses Data.....	76
Gambar 4. 11 Pembagian Data <i>Training</i> dan <i>Testing</i>	77
Gambar 4. 12 Hasil Evaluasi Kinerja Model	78
Gambar 4. 13 <i>Feature Importance</i>	79

DAFTAR TABEL

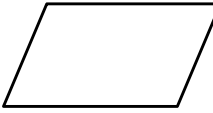
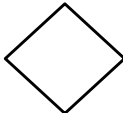
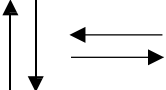
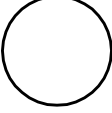
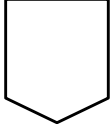
Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	17
Tabel 3.1 Contoh <i>Dataset</i>	31
Tabel 3.2 <i>Encoding</i> Data Warna	31
Tabel 3.3 <i>Dataset</i> yang telah di <i>encoding</i>	31
Tabel 3.4 Data Perhitungan.....	32
Tabel 3. 5 Jadwal Pelaksanaan	35
Tabel 4. 1 Struktur <i>dataset</i>	66
Tabel 4. 2 Hasil Uji Coba 20 Sampel.....	80

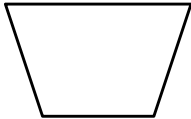
DAFTAR RUMUS

(2.1) Fungsi Objektif.....	14
(2.2) Fungsi <i>Training Loss</i>	14
(2.3) <i>Cross-entropy loss</i>	14
(2.4) Ensemble <i>Decision Tree</i>	14
(2.5) Regularisasi Model <i>Complexity</i>	15
(2.6) Optimasi dengan <i>Taylor Expansion</i>	15
(2.7) Fungsi <i>Gain</i>	15
(2.8) Penyesuaian <i>Learning Rate</i>	15
(3.1) Inisialisasi Model dan Prediksi Awal	31
(3.2) Menghitung <i>Residual Error (Gradient & Hessian)</i>	32
(3.3) Membangun <i>Decision Tree</i>	32
(3.4) Memilih <i>split</i>	32
(3.5) <i>Update Leaf Values</i>	32
(3.6) <i>Left Node</i>	33
(3.7) <i>Right Node</i>	33
(3.8) Memperbarui Prediksi	33
(3.9) Memperbarui Prediksi <i>Left Node</i>	33
(3.10) Memperbarui Prediksi <i>Right Node</i>	33
(3.11) Prediksi Akhir.....	33
(3.12) Prediksi Akhir dengan fungsi <i>sigmoid</i>	33
(4.1) Rumus Perhitungan pH.....	54
(4.2) Rumus Kalibrasi linear	64
(4.3) Rumus Nilai Tegangan Dikonversi Secara Non-Linear.....	65
(4.4) Rumus Akurasi	82

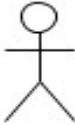
DAFTAR SIMBOL

Simbol 1. Simbol-Simbol *Flowchart*

No.	Simbol	Nama Simbol	Fungsi
1.		Terminator	Untuk menyatakan awal atau akhir dalam suatu proses.
2.		<i>Input/Output</i>	Untuk mewakili proses menerima <i>input</i> atau menghasilkan <i>output</i> .
3.		<i>Process</i>	Untuk menunjukkan langkah atau operasi yang dilakukan oleh sistem atau komputer untuk menjalankan suatu proses.
4.		<i>Decision</i>	Untuk menggambarkan titik pengambilan keputusan, di mana proses dapat bercabang berdasarkan jawaban "ya" atau "tidak."
5.		<i>Predefine Process</i>	Untuk menggambarkan bagian dari proses yang lebih rinci atau sub-prosedur yang sudah ditetapkan.
6.		<i>Flow</i>	Untuk menghubungkan atau mengarahkan antar simbol dalam sebuah diagram.
7.		<i>On-Page Reference</i>	Untuk menunjukkan proses masuk atau keluar di dalam satu lembar kerja yang sama.
8.		<i>Off-Page Reference</i>	Untuk menghubungkan proses yang terjadi di antara lembar kerja yang berbeda dan menunjukkan penyambungan proses yang berlanjut di halaman lain.

9.		<i>Manual Operation</i>	Untuk menandakan adanya proses yang dilakukan secara manual, tidak otomatis oleh komputer.
10.		<i>Document</i>	Untuk menunjukkan bahwa proses <i>input</i> atau <i>output</i> terkait dengan dokumen.
11.		<i>Preparation</i>	Untuk menunjukkan tempat penyimpanan atau persiapan data sebelum digunakan dalam pengolahan lebih lanjut.

Simbol 2. Simbol-Simbol *Unified Modeling Language*

No.	Simbol	Nama Simbol	Fungsi
1		<i>Actor</i>	Menspesifikasikan himpunan peran yang pengguna mainkan ketika berinteraksi dengan <i>use case</i> .
2		<i>Dependency</i>	Hubungan dimana perubahan yang terjadi pada suatu elemen mandiri (<i>independent</i>) akan mempengaruhi elemen yang bergantung padanya elemen yang tidak mandiri (<i>independent</i>).
3		<i>Generalization</i>	Hubungan dimana objek anak (<i>descendent</i>) berbagi perilaku dan struktur data dari objek yang ada di atasnya objek induk (<i>ancestor</i>).
6		<i>Association</i>	Apa yang menghubungkan antara objek satu dengan objek lainnya.

7	Class + field: type + field: type + field: type	<i>Class</i>	Simbol <i>class</i> digunakan untuk merepresentasikan struktur dan perilaku dari sebuah objek.
---	--	--------------	--

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Wawancara Pakar	96
Lampiran 2. Surat Keterangan Validasi Penelitian dari Wawancara Pakar.....	97
Lampiran 3. Dokumentasi Perancangan/Pembuatan Alat.....	98
Lampiran 4. Dokumentasi Laboratorium dan Uji Coba.....	99
Lampiran 5. Validasi Alat Dapat Berjalan Dengan Baik	100
Lampiran 6. Surat Etik	101
Lampiran 7. Surat Jawaban Penelitian di Rumah Sakit Hermina Serpong.....	102
Lampiran 8. Surat Riset.....	104
Lampiran 9. <i>Code</i> Pemrograman Mikrokontroler.....	105
Lampiran 10. Tampilan Dashboard Hasil dari Data Alat	115