

**SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN KUALITAS AIR SUMUR
MENGUNAKAN METODE TOPSIS BERBASIS IOT**

SKRIPSI

DISUSUN OLEH

BALQIS AZIIZAH POHAN
2109020116



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

MEDAN

2025

**SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN KUALITAS AIR SUMUR
MENGUNAKAN METODE TOPSIS BERBASIS IOT**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer
(S.Kom) dalam Program Studi Teknologi informasi pada Fakultas Ilmu Komputer
dan Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara**

BALQIS AZIIZAH POHAN

NPM. 2109020116

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN**

2025

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : Sistem Pendukung Keputusan Kualitas Air Sumur
Menggunakan Metode TOPSIS Berbasis Iot
Nama Mahasiswa : Balqis Aziizah Pohan
NPM : 2109020116
Program Studi : Teknologi Informasi

Menyetujui
Komisi Pembimbing



(Mahardika Abdi Prawira Tanjung, S.Kom., M.Kom)
NIDN. 0117088902

Ketua Program Studi



(Fatma Sari Hutagalung, M.Kom)
NIDN. 0117019301

Dekan



(Dr. Al-Khowarizmi, S.Kom., M.Kom.)
NIDN. 0127099201

PERNYATAAN ORISINALITAS

SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN KUALITAS AIR SUMUR MENGUNAKAN METODE TOPSIS BERBASIS IOT

SKRIPSI

Saya menyatakan bahwa karya tulis ini adalah hasil karya sendiri, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing-masing disebutkan sumbernya.

Medan, 10 Juni 2025

Yang membuat pernyataan



Balqis Aziizah Pohan

NPM. 2109020116

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN
AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, saya bertanda tangan dibawah ini:

Nama	: Balqis Aziizah Pohan
NPM	: 2109020116
Program Studi	: Teknologi Informasi
Karya Ilmiah	: Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Hak Bedas Royalti Non-Eksekutif (*Non-Exclusive Royalty free Right*) atas penelitian skripsi saya yang berjudul:

**SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN KUALITAS AIR SUMUR
MENGUNAKAN METODE TOPSIS BERBASIS IOT**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksekutif ini, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara berhak menyimpan, mengalih media, memformat, mengelola dalam bentuk database, merawat dan mempublikasikan Skripsi saya ini tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemegang dan atau sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

Medan, Juni 2025

Yang membuat pernyataan



Balqis Aziizah Pohan

NPM. 2109020116

RIWAYAT HIDUP

DATA PRIBADI

Nama Lengkap : Balqis Aziizah Pohan
Tempat dan Tanggal Lahir : Blora, 24 Februari 2003
Alamat Rumah : Jl. Brigjen Bedjo gg turi no. 29
Telepon/Faks/HP : 081233462271
E-mail : balqisazizah31@gmail.com
Instansi Tempat Kerja : -
Alamat Kantor : -

DATA PENDIDIKAN

SD : SDN SEMEMI 1 SURABAYA TAMAT: 2015
SMP : SMPT DAARUL MUTTAQIEN SURABAYA TAMAT: 2018
SMA : SMAS UNGGULAN HARAPAN UMMAT
MOJOKERTO TAMAT: 2021

KATA PENGANTAR



Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Sistem Pendukung Keputusan Kualitas Air Sumur Menggunakan Metode TOPSIS Berbasis IoT” dengan baik dan lancar.

Penulis tentunya berterima kasih kepada berbagai pihak dalam dukungan serta doa dalam penyelesaian skripsi. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Agussani, M.AP., Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU).
2. Bapak Dr. Al-Khowarizmi, S.Kom., M.Kom. Dekan Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi (FIKTI) UMSU.
3. Ibu Fatma Sari Hutagalung, M.Kom Ketua Program Studi Teknologi Informasi.
4. Bapak Mhd.Basri, S.Si, M.Kom Sekretaris Program Studi Teknologi Informasi.
5. Bapak Mahardika Abdi Prawira Tanjung, S.Kom, M.Kom, selaku dosen pembimbing yang telah dengan sabar dan penuh ketulusan membimbing penulis selama proses penyusunan skripsi ini. Terima kasih atas segala ilmu, arahan, serta motivasi yang Bapak berikan. Di tengah kesibukan Bapak, penulis tetap diberikan waktu dan perhatian yang sangat berarti. Setiap bimbingan yang Bapak sampaikan bukan hanya memperkaya pengetahuan penulis, tetapi juga menjadi dorongan untuk terus belajar dan tidak menyerah. Semoga segala kebaikan dan ketulusan Bapak menjadi amal jariyah yang terus mengalir.
6. Untuk mama tercinta, Alm Tengku Hesti Yulfira. Meski ragamu tak lagi ada untuk menyaksikan perjalanan ini, cinta dan doamu selalu hidup dalam

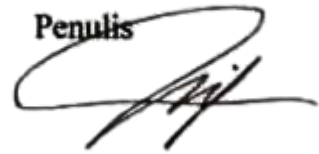
setiap langkahku. Mama mungkin tak sempat melihatku duduk di bangku perkuliahan, apalagi menyelesaikan skripsi ini. Tapi aku tahu, dari jauh dari tempat terbaik di sisi-Nya Mama terus mendoakan dan menjaga. Setiap perjuangan ini, setiap lelah yang aku rasakan, aku persembahkan untukmu, Ma. Terima kasih atas kasih sayang dan pengorbanan yang telah Mama berikan selama hidup. Semoga keberhasilan ini menjadi bagian dari amal jariyah untuk Mama, dan semoga Allah SWT senantiasa melapangkan jalan Mama di alam sana. Kau selalu hidup dalam doa dan rinduku.

7. Untuk papa tercinta, Irwansyah Pohan. Terima kasih yang tak terhingga atas segala pengorbanan dan usaha tanpa lelah yang Papa lakukan demi pendidikan anakmu ini. Di tengah kondisi ekonomi keluarga yang tidak selalu mudah, Papa tak pernah berhenti berjuang, bahkan ketika harus mengorbankan kebutuhan sendiri, hanya agar aku bisa terus melangkah di dunia pendidikan. Setiap tetes keringat dan kerja keras Papa adalah alasan aku bisa sampai pada titik ini. Kata “terima kasih” tak akan pernah cukup membalas semua yang telah Papa berikan. Doaku selalu menyertaimu, Pa semoga Allah SWT senantiasa memberikan kesehatan, kekuatan, dan keberkahan dalam setiap langkahmu. Skripsi ini aku persembahkan untukmu, sebagai bukti kecil dari perjuangan besar yang telah Papa lakukan.
8. Keluargaku tercinta, Maria Ulfa, Tengku Fitra Yufina, Bunda-bundaku, dan para sepupuku yang tak bisa disebutkan satu-persatu. Terima kasih atas segala doa, dukungan, dan semangat yang telah diberikan. Kehangatan dan kebersamaan kalian menjadi sumber kekuatan selama proses ini. Semoga kebahagiaan ini menjadi milik kita bersama.
9. Kakak dan adikku, Divara Aqilah Pohan, Nahda Ameisyah Pohan, dan Azahra Almahyra Pohan. Terima kasih atas dukungan, doa, dan semangat yang selalu kalian berikan. Kehadiran kalian menjadi penyemangat dalam setiap langkahku menuju garis akhir perjuangan ini.
10. Untuk seseorang yang selalu mendukungku dari kejauhan, Terima kasih atas doa, semangat, dan kesabaran yang tak pernah putus. Meskipun terpisah jarak, kehadiranmu selalu terasa dekat dan menguatkan.

Dukunganmu menjadi bagian penting dalam proses panjang ini, dan aku bersyukur atas semua waktu dan perhatian yang telah kau berikan.

11. Teman paling ku sayang yang sudah seperti keluarga sendiri. Syarif fudin, Vania Putri Fadhillah, Alvina Wulandari, Yarbania Stesya Sikit, dll. Terima kasih atas dukungan, doa, dan semangat yang tak pernah putus meski jarak memisahkan. Kehadiran kalian tetap terasa hangat di hati.
12. Sahabat di bangku kuliah ku, Feby Paulina, Meyssa Ayu Amelia, Nurul Anasya S.B, Cintami Arifina R, dll. Terima kasih telah menjadi bagian dari perjalanan ini. Kebersamaan, bantuan, dan semangat kalian membuat segalanya terasa lebih ringan dan bermakna.
13. Teman kelas yaitu kelas TIC1, yang namanya tidak bisa penulis ucapkan satu satu. Terima kasih atas canda, tawa, dan dukungan selama perjalanan ini. Kalian bukan hanya teman sekelas, tapi juga keluarga yang selalu menghibur dan menyemangati di saat sulit.
14. Untuk diriku sendiri, Terima kasih telah bertahan sejauh ini. Terima kasih sudah tidak menyerah, bahkan ketika rasanya ingin berhenti. Meski lelah dan ragu sering datang, kamu tetap memilih untuk terus melangkah. Semua air mata, rasa cemas, dan malam tanpa tidur akhirnya terbayar. Kamu pantas bangga bukan karena hasilnya sempurna, tapi karena kamu telah berjuang sepenuh hati.
15. Semua pihak yang terlibat langsung ataupun tidak langsung yang tidak dapat penulis ucapkan satu-persatu yang telah membantu penyelesaian skripsi ini.

Medan, 10 Juni 2025

Penulis


Balqis Aziizah Pohan

SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN KUALITAS AIR SUMUR MENGUNAKAN METODE TOPSIS BERBASIS IOT

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem penilaian kualitas air sumur gali menggunakan sensor Internet of Things (IoT) dan metode Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS). Sistem ini memanfaatkan sensor pH, TDS, suhu, dan kekeruhan yang terhubung ke mikrokontroler ESP32 untuk mengukur kualitas air secara otomatis, lalu mengirim data secara real-time ke platform ThingSpeak. Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan metode TOPSIS untuk menentukan tingkat kelayakan kualitas air sumur. Hasil penelitian menunjukkan adanya variasi kualitas air pada masing-masing sumur, di mana salah satu sumur dikategorikan baik, sementara yang lain berada pada kategori sedang dan buruk. Sistem ini terbukti dapat memberikan evaluasi kualitas air sumur secara objektif dengan mengintegrasikan beberapa parameter sekaligus, sehingga dapat menjadi acuan awal dalam pengambilan keputusan terkait pemanfaatan air sumur.

Kata Kunci: IoT, kualitas air, sensor, ThingSpeak, TOPSIS.

WELL WATER QUALITY DECISION SUPPORT SYSTEM USING IOT-BASED TOPSIS METHOD

ABSTRACT

This study aims to design a water quality assessment system for dug wells using Internet of Things (IoT) sensors and the Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) method. The system employs pH, TDS, temperature, and turbidity sensors connected to an ESP32 microcontroller to automatically measure water quality and transmit the data in real-time to the ThingSpeak platform. The collected data are then analyzed using the TOPSIS method to determine the feasibility level of the well water quality. The results showed variations in water quality among the wells, with one categorized as good, while the others fell into medium and poor categories. This system has proven capable of providing an objective assessment of well water quality by integrating multiple parameters simultaneously, serving as an initial reference for decision-making regarding the utilization of well water.

Keywords: IoT, water quality, sensor, ThingSpeak, TOPSIS.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iii
RIWAYAT HIDUP.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah.....	4
1.4. Tujuan Penelitian.....	4
1.5. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1. Sistem Pengambil Keputusan (SPK)	6
2.2. Metode TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution).....	7
2.3. Internet of Things (IoT)	11
2.4. Parameter Kualitas Air Sumur dan Dampaknya Terhadap Kesehatan	12
2.5. Penelitian Terdahulu	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	17
3.1. Metode Penelitian.....	17
3.2. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	17
3.3. Objek Penelitian	18
3.4. Desain Sistem	18
3.5. Metode Pengumpulan data	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
4.1. Hasil Pengukuran Kualitas Sumur	23
4.2. Hasil Analisis dengan Metode TOPSIS	28

4.3. Klasifikasi Kelayakan Kualitas Air Sumur	30
4.4. Pembahasan	31
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	33
5.1. Kesimpulan.....	33
5.2. Saran	34
DAFTAR PUSTAKA.....	35
LAMPIRAN	38

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Parameter Kualitas Air dari WHO dan Permenkes RI No. 2 Tahun 202314

Tabel 2.2 Nilai Preferensi Hasil Analisis TOPSIS untuk Kualitas Air Sumur29

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Flowchart TOPSIS	8
Gambar 2.2 Metode TOPSIS	11
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem	20
Gambar 3.2 Konseptual Flowchart	21
Gambar 4.1 Sumur A di Karang Berombak.....	23
Gambar 4.2 Sumur B di Karang Berombak.....	24
Gambar 4.3 Sumur C di Karang Berombak.....	24
Gambar 4.4 alat Sensor IoT Berbasis ESP32.....	26
Gambar 4.5 Sensor IoT Mengukur Sampel Air Sumur.....	26
Gambar 4.6 data mentah yang didapatkan dari ketiga sumur	27
Gambar 4.7 Grafik Nilai pH, TDS, Suhu, Turbidity Air Sumur pada Dashboard ThingSpeak	28
Gambar 4.8 Cuplikan Lembar Kerja Excel Perhitungan Metode TOPSIS pada Penelitian.....	29

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Permasalahan kualitas air sumur merupakan isu krusial di berbagai daerah di Indonesia, khususnya di kawasan dengan tingkat kepadatan penduduk yang tinggi dan sanitasi yang buruk, seperti di Kelurahan Karang Berombak, Medan Barat. Air sumur gali masih menjadi sumber air utama masyarakat, namun rentan tercemar oleh limbah domestik, pertanian, maupun limbah industri. Berdasarkan data Kementerian Kesehatan (2022), sekitar 33% air sumur tidak memenuhi standar kualitas air bersih, yang dapat berdampak langsung terhadap kesehatan masyarakat melalui penyakit seperti diare, kolera, dan hepatitis. Fenomena ini menunjukkan perlunya pendekatan baru yang mampu memantau kualitas air secara berkelanjutan dan memberdayakan masyarakat agar dapat mengambil keputusan berdasarkan data aktual. Pendekatan kualitatif dalam penelitian ini menjadi penting karena memberikan pemahaman yang mendalam mengenai persepsi masyarakat terhadap kualitas air dan pemanfaatan teknologi sebagai solusi praktis dalam konteks kehidupan sehari-hari.

Masalah utama yang ada pada saat ini meliputi beberapa aspek yaitu, bagaimana merancang sistem monitoring kualitas air sumur berbasis teknologi Internet of Things (IoT) untuk mengumpulkan data secara real-time, bagaimana mengimplementasikan metode *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS) untuk mengevaluasi data dari parameter seperti pH, suhu, kekeruhan, dan total zat terlarut (TDS), serta bagaimana sistem ini dapat memberikan rekomendasi yang akurat dan

mudah dipahami bagi pengguna. IoT berperan vital sebagai tulang punggung sistem karena memungkinkan perangkat sensor seperti pH meter, turbidity sensor, dan TDS meter untuk mengirimkan data ke platform cloud (misalnya ThingSpeak atau Blynk) secara terus menerus melalui mikrokontroler seperti ESP32 yang terhubung dengan WiFi atau jaringan LoRa. Keunggulan IoT terletak pada kemampuannya mengeliminasi kebutuhan inspeksi manual yang mahal dan lambat, serta mempercepat respon terhadap perubahan kualitas air yang dapat terjadi sewaktu-waktu.

Solusi yang ditawarkan melalui penelitian ini adalah pengembangan sistem pendukung keputusan (SPK) berbasis IoT yang dikombinasikan dengan metode TOPSIS sebagai alat analisis multi-kriteria. Data dari sensor dikumpulkan secara real-time, disimpan, lalu diolah menggunakan logika TOPSIS untuk menghasilkan skor evaluatif kualitas air sumur. Skor ini kemudian ditampilkan secara visual dalam antarmuka berbasis web atau mobile, memudahkan masyarakat maupun lembaga terkait untuk mengambil keputusan. Penelitian sebelumnya banyak yang hanya fokus pada aspek monitoring atau analisis, tetapi tidak menggabungkan keduanya secara holistik. Maka dari itu, pendekatan ini diharapkan dapat menutup kesenjangan tersebut dan memberikan kontribusi praktis dalam menyediakan solusi yang aplikatif, akurat, dan berbasis data untuk masalah kualitas air rumah tangga. Selain mendukung literatur akademik, sistem ini juga menjadi alat bantu strategis bagi pengambil kebijakan dalam menjaga kualitas air tanah dan kesehatan masyarakat.

Dalam sistem yang dikembangkan, data IoT yang dikumpulkan berasal dari berbagai sensor kualitas air yang dipasang langsung pada sumur gali. Parameter utama yang diukur meliputi: pH (untuk mengetahui tingkat keasaman atau kebasaan air), TDS (Total Dissolved Solids) yang menunjukkan jumlah zat terlarut seperti mineral dan garam, suhu air yang dapat memengaruhi reaksi kimia dan mikroorganisme di dalam air, serta kekeruhan (turbidity) yang menandakan kejernihan dan kemungkinan kontaminasi biologis. Data dari sensor ini dikirim secara real-time melalui mikrokontroler ESP32 ke platform cloud seperti ThingSpeak, di mana data tersebut disimpan, divisualisasikan, dan dapat diakses untuk dianalisis lebih lanjut. Setiap parameter memiliki bobot penilaian tersendiri dalam metode TOPSIS, sesuai dengan tingkat pengaruhnya terhadap kesehatan manusia dan standar kualitas air berdasarkan WHO serta Permenkes RI. Dengan demikian, sistem tidak hanya menampilkan data mentah, tetapi mengubahnya menjadi informasi bermakna yang membantu menentukan apakah air layak dikonsumsi atau memerlukan tindakan seperti filtrasi atau pengolahan lanjutan.

1.2. Rumusan Masalah

Untuk mengatasi permasalahan yang telah dipaparkan sebelumnya, penelitian ini merumuskan pertanyaan-pertanyaan sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem monitoring kualitas air sumur berbasis IoT yang dapat mengumpulkan data secara real-time?
2. Bagaimana menerapkan metode TOPSIS untuk menganalisis dan mengevaluasi kualitas air sumur berdasarkan data sensor?

3. Bagaimana sistem pendukung keputusan berbasis IoT dan metode TOPSIS dapat memberikan rekomendasi yang akurat terkait kualitas air sumur?

1.3.Batasan Masalah

1. Parameter kualitas air yang dianalisis meliputi pH, TDS, suhu, dan kekeruhan.
2. Penelitian hanya dilakukan pada tiga sumur gali di Kelurahan Karang Berombak, Medan Barat dengan kedalaman 7–10 meter.
3. Sistem menggunakan sensor IoT dengan koneksi lokal (WiFi) untuk mengirimkan data ke platform cloud ThingSpeak, tanpa melibatkan analisis mikrobiologi (misalnya E. coli) atau parameter logam berat karena keterbatasan alat laboratorium.

1.4.Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk

1. Merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring kualitas air sumur berbasis IoT yang dapat mengukur parameter kualitas air secara real-time.
2. Mengaplikasikan metode TOPSIS untuk mengevaluasi kualitas air sumur berdasarkan data yang diperoleh dari sensor IoT.
3. Menghasilkan sistem pendukung keputusan yang mampu memberikan rekomendasi kelayakan kualitas air sumur yang mudah dipahami dan dapat digunakan oleh masyarakat maupun pihak terkait.

1.5. Manfaat Penelitian

1. Memberikan kontribusi terhadap pengembangan sistem pendukung keputusan lingkungan berbasis IoT dan metode multi-kriteria.
2. Memperkaya literatur terkait penerapan TOPSIS dalam analisis kualitas air pada konteks sumber air rumah tangga.
3. Menjadi alternatif solusi monitoring kualitas air yang praktis dan terjangkau untuk digunakan oleh masyarakat maupun instansi kesehatan di daerah padat penduduk.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Sistem Pengambil Keputusan (SPK)

Sistem Pendukung Keputusan (SPK) atau yang lebih dikenal secara internasional dengan sebutan Decision Support System (DSS), merupakan sebuah sistem berbasis teknologi informasi yang dirancang untuk membantu proses pengambilan keputusan, terutama ketika keputusan tersebut melibatkan kondisi yang tidak sepenuhnya terstruktur. DSS tidak menggantikan peran manusia, melainkan memberikan dukungan dengan menyajikan data, melakukan analisis, dan mempermudah evaluasi alternatif yang ada.

Dalam perkembangan terkini, Power (2014) menekankan bahwa keunggulan utama DSS terletak pada kemampuannya melakukan simulasi skenario dan analisis sensitivitas, sehingga pengambil keputusan dapat memahami berbagai kemungkinan hasil sebelum menentukan pilihan. Dengan demikian, DSS berperan penting untuk meminimalkan risiko kesalahan dalam mengambil keputusan, karena sudah dilengkapi data dan perhitungan yang dapat di pertanggung jawabkan.

Beberapa penelitian terbaru juga menunjukkan bahwa penggunaan DSS semakin luas, tidak hanya terbatas pada bidang bisnis atau industri, tetapi telah merambah ke sektor kesehatan, pertanian, hingga pengelolaan lingkungan. Hal ini terutama didukung oleh kemajuan teknologi sensor dan Internet of Things (IoT) yang memungkinkan pengumpulan data langsung dari lapangan secara cepat dan akurat. Dengan data real-time seperti ini, sistem pendukung keputusan dapat langsung memproses informasi dan

memberikan rekomendasi tanpa perlu menunggu proses manual yang biasanya memakan waktu.

Pada dasarnya, DSS modern tersusun atas tiga komponen utama. Pertama adalah basis data yang menyimpan seluruh informasi relevan, baik yang diperoleh dari catatan sebelumnya maupun data hasil pengukuran langsung. Kedua, basis model yang berisi algoritma atau metode analitis, seperti metode penilaian multi-kriteria TOPSIS yang digunakan dalam penelitian ini. Ketiga adalah antarmuka pengguna, yang bertugas menampilkan hasil analisis dalam format yang mudah dipahami, sehingga memudahkan pihak yang akan mengambil keputusan.

Dalam penelitian ini, SPK dirancang untuk membantu menilai kualitas air sumur berdasarkan data yang dikumpulkan melalui sensor IoT. Data yang telah diperoleh kemudian dianalisis dengan metode TOPSIS agar menghasilkan rekomendasi tingkat kelayakan air, misalnya apakah air tersebut tergolong baik, sedang, atau buruk. Dengan adanya sistem ini, diharapkan proses penentuan kelayakan air dapat dilakukan lebih objektif dan cepat, serta memudahkan masyarakat maupun instansi terkait dalam mengambil langkah selanjutnya.

2.2. Metode TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution)

Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) adalah salah satu metode pengambilan keputusan multi-kriteria (MCDM) yang banyak digunakan karena sederhana, fleksibel, serta mampu menilai alternatif berdasarkan jaraknya terhadap kondisi ideal. Prinsip dasar

TOPSIS adalah memilih alternatif yang paling dekat dengan solusi ideal positif (A^+), yakni kondisi terbaik untuk seluruh kriteria, dan sekaligus paling jauh dari solusi ideal negatif (A^-), yang merupakan kondisi terburuk.

Metode ini sangat sesuai diterapkan pada penilaian kualitas air sumur yang memerlukan evaluasi beberapa parameter sekaligus, sehingga keputusan yang dihasilkan tidak bergantung hanya pada satu aspek saja, melainkan mempertimbangkan semua faktor penting secara bersamaan.

2.2.1. Langkah-langkah dalam Metode TOPSIS

Prosedur dalam metode TOPSIS mencakup beberapa tahapan utama sebagai berikut:



Gambar 2.1 Flowchart TOPSIS

Rumus perhitungan TOPSIS

Tahapan di atas dilakukan dengan bantuan beberapa persamaan matematis, yaitu:

1. Normalisasi vektor

$$r_{ij} = \frac{x}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}}$$

2. Normalisasi terbobot

$$y_{ij} = w_j \times r_{ij}$$

3. Solusi ideal A^+ dan A^-

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (y_{ij} - A_j^+)^2}, \quad D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (y_{ij} - A_j^-)^2}$$

4. Nilai prefrensi

$$V_i = \frac{D_i^-}{D_i^+ + D_i^-}$$

Nilai preferensi V_i menunjukkan seberapa dekat alternatif ke kondisi ideal. Semakin mendekati angka 1, semakin baik kualitas alternatif tersebut.

Dalam penelitian ini, metode TOPSIS digunakan untuk mengevaluasi kualitas air sumur berdasarkan empat parameter utama yang diukur dengan sensor IoT, sehingga hasil klasifikasi kelayakan air dapat diperoleh dengan mempertimbangkan keseluruhan faktor secara objektif.

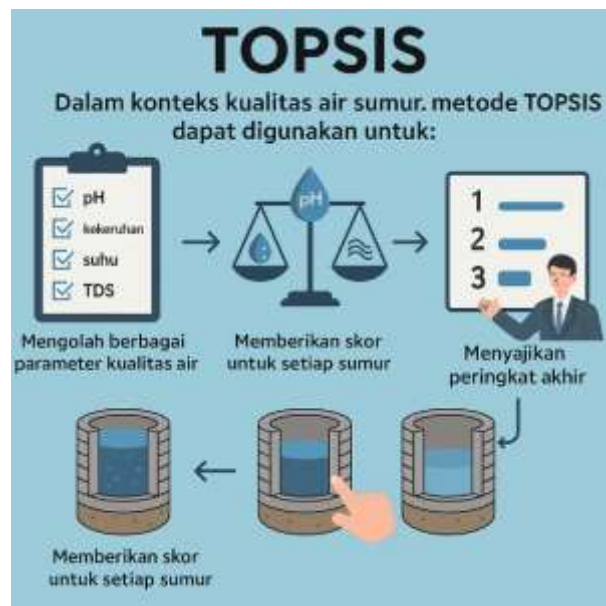
2.2.2. Keunggulan dan Aplikasi dalam Kualitas Air

Keunggulan utama dari TOPSIS adalah kesederhanaannya dan hasil perhitungan yang mudah diinterpretasikan. TOPSIS mempertimbangkan semua kriteria secara bersamaan, baik yang bersifat maksimisasi (semakin besar semakin baik, seperti pH yang mendekati netral) maupun minimisasi (semakin kecil semakin baik, seperti kadar Fe atau kekeruhan). Hal ini membuat keputusan yang diambil lebih objektif dan seimbang, karena semua aspek penting tidak diabaikan.

TOPSIS juga berbeda dengan metode lain yang hanya mengandalkan penjumlahan nilai atau skoring biasa. Dengan TOPSIS, alternatif dipilih berdasarkan seberapa dekat suatu alternatif dengan kondisi ideal secara keseluruhan, yang lebih mencerminkan kualitas secara holistik. Dalam konteks kualitas air sumur, metode TOPSIS dapat digunakan untuk:

1. Mengolah berbagai parameter kualitas air, seperti pH, kekeruhan, suhu, dan TDS (Total Dissolved Solids).
2. Memberikan bobot pada pentingnya setiap parameter (misalnya, pH lebih penting dibandingkan warna air).
3. Memberikan skor untuk setiap sumur berdasarkan seberapa dekat kondisi air sumur tersebut dengan kondisi ideal.
4. Menyajikan peringkat akhir yang mencerminkan kelayakan kualitas air sumur, yang membantu pengambil keputusan dalam menetapkan langkah selanjutnya. Sebagai contoh, hasil analisis TOPSIS dalam pengecekan kualitas air sumur dapat digunakan oleh dinas kesehatan, masyarakat, atau teknisi lingkungan untuk mengalokasikan sumber daya secara tepat,

seperti perbaikan kualitas air, filterisasi, atau pemilihan sumber alternatif yang lebih aman.



Gambar 2.2 Metode TOPSIS

Dengan demikian, TOPSIS merupakan metode yang kuat dan fleksibel dalam pengambilan keputusan berbasis multikriteria, yang sangat berguna untuk menganalisis dan mengevaluasi kualitas air sumur secara objektif dan terukur.

2.3. Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) adalah konsep yang menggambarkan bagaimana perangkat-perangkat fisik, mulai dari sensor sederhana hingga mesin industri, dapat saling terhubung melalui internet dan bertukar data tanpa memerlukan interaksi manusia secara langsung. Dengan teknologi ini, perangkat mampu bekerja secara mandiri untuk mengumpulkan, mengirim, bahkan memproses data yang diperoleh dari lingkungannya.

Dalam satu dekade terakhir, penerapan IoT berkembang pesat di berbagai bidang. Mulai dari rumah pintar, kendaraan otonom, sistem

pertanian presisi, hingga pemantauan kondisi lingkungan seperti kualitas air dan udara. Hal ini dimungkinkan karena kombinasi sensor, mikrokontroler, modul komunikasi nirkabel, dan platform cloud, yang bersama-sama membentuk jaringan untuk mengelola data secara otomatis.

Dalam konteks penelitian ini, IoT digunakan untuk memudahkan proses pengambilan data kualitas air sumur. Dengan memasang sensor pH, TDS, suhu, dan kekeruhan pada perangkat berbasis ESP32, data dapat dikumpulkan secara langsung di titik sumber air lalu dikirim ke platform seperti ThingSpeak. Dari sana, data bisa diunduh dan dianalisis lebih lanjut menggunakan metode TOPSIS. Pendekatan ini jauh lebih efisien dibanding cara manual yang biasanya memerlukan pengambilan sampel ke laboratorium satu per satu. Selain mempercepat proses, penggunaan IoT juga mengurangi potensi kesalahan pencatatan data karena prosesnya berlangsung otomatis.

Dengan demikian, IoT tidak hanya meningkatkan kecepatan dalam memperoleh data kualitas air, tetapi juga membuka peluang penerapan sistem penilaian kualitas air yang lebih objektif, berbasis data digital, dan dapat langsung diolah menggunakan algoritma analitis sesuai kebutuhan penelitian.

2.4. Parameter Kualitas Air Sumur dan Dampaknya Terhadap Kesehatan

Penilaian kualitas air sumur dilakukan dengan mengukur berbagai parameter fisik dan kimia yang memengaruhi kelayakan air untuk dikonsumsi. parameter kualitas air yang diperoleh dari pengukuran menggunakan perangkat sensor, lalu dianalisis dengan metode TOPSIS berdasarkan data dari sensor IoT.

2.4.1. Parameter Kunci Kualitas Air

Beberapa parameter utama yang digunakan dalam sistem antara lain:

1. pH (6,5–8,5)

Menunjukkan tingkat keasaman atau kebasaan air. pH di luar batas dapat menyebabkan iritasi dan merusak instalasi pipa.

2. TDS (Total Dissolved Solids)

Menunjukkan jumlah zat terlarut dalam air. Nilai yang tinggi dapat memengaruhi rasa dan kejernihan.

3. Suhu (ideal 10–25°C)

Mempengaruhi reaksi kimia dalam air dan kenyamanan pengguna.

4. Kekeruhan (maks. 5 NTU)

Menunjukkan kejernihan air. Kekeruhan tinggi bisa mengindikasikan pencemaran mikrobiologis.

Dengan mempertimbangkan parameter-parameter ini, penilaian kualitas air sumur dalam penelitian menjadi lebih komprehensif karena memperhatikan aspek kimia, fisik, dan estetika air. Semua parameter tersebut nantinya digunakan sebagai kriteria dalam metode TOPSIS untuk menentukan tingkat kelayakan air pada masing-masing sumur yang diteliti.

2.4.2. Standar Kualitas Air menurut WHO dan Permenkes RI

Tabel berikut menunjukkan batas maksimum dari parameter kualitas air menurut WHO dan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 2 Tahun 2023:

Tabel 2.1 Parameter Kualitas Air dari WHO dan Permenkes RI No. 2 Tahun 2023

No	Parameter	Satuan	Batas Maksimal WHO	Batas Maksimal Permenkes RI	Keterangan
1	pH	-	6,5 – 8,5	6,5 – 8,5	Indikator keasaman / kebasaan
2	Kekeruhan (Turbidity)	NTU	5 NTU	5 NTU	Indikator kejernihan air
3	Total Dissolved Solids (TDS)	mg/L	1000 mg/L	500 mg/L	Padatan terlarut (mineral, garam)
4	Zat Besi (Fe)	mg/L	0,3 mg/L	0,3 mg/L	Estetika dan efek pada pipa
5	Mangan (Mn)	mg/L	0,4 mg/L	0,4 mg/L	Estetika dan kesehatan
6	Timbal (Pb)	mg/L	0,01 mg/L	0,01 mg/L	Sangat beracun, bersifat neurotoksik
7	Merkuri (Hg)	mg/L	0,006 mg/L	0,001 mg/L	Beracun, memengaruhi sistem saraf

8	Arsenik (As)	mg/L	0,01 mg/L	0,01 mg/L	Pemicu kanker (karsinogenik)
9	Bau / Warna / Rasa	Sensorik	Tidak berbau/berwarna	Tidak berbau/berwarna	Parameter fisik/sensorik (kualitas umum)
10	Bakteri E. coli	CFU/100mL	0	0	Indikator pencemaran feses

2.5. Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penggunaan sensor IoT maupun metode multi-kriteria TOPSIS dalam penilaian kualitas air dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Suhaila et al. (2020) – “Design of Real-Time Water Quality Monitoring System Based on GSM”.

Penelitian ini merancang sistem pengambilan data kualitas air sungai secara langsung menggunakan sensor berbasis IoT yang dilengkapi modul GSM. Sistem mampu menampilkan data parameter kualitas air secara real-time. Namun, data yang diperoleh hanya digunakan untuk monitoring nilai numerik tanpa dianalisis lebih lanjut dengan pendekatan multi-kriteria untuk menentukan tingkat kelayakan air.

2. Rizki & Nurhayati (2022) – “Penilaian Kualitas Air Bersih Menggunakan Metode TOPSIS”.

Penelitian ini memanfaatkan metode Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) untuk mengevaluasi kualitas air bersih berdasarkan data uji laboratorium. Analisis multi-kriteria yang dilakukan membantu menentukan prioritas tingkat kelayakan air pada beberapa sampel. Akan tetapi, proses pengambilan data kualitas air pada penelitian ini masih dilakukan secara manual di laboratorium, belum menggunakan sensor IoT.

3. Lin et al. (2020) – “A Decision-Making System for Water Quality Assessment Using IoT Sensors and TOPSIS”.

Penelitian ini menunjukkan penggunaan TOPSIS dalam penilaian kualitas air permukaan dengan mengintegrasikan teknologi GIS, memperkuat validitas metode dalam konteks lingkungan.

Dari beberapa penelitian terdahulu tersebut dapat disimpulkan bahwa penelitian sebelumnya masih terbatas pada penggunaan sensor IoT tanpa analisis multi-kriteria, atau sebaliknya hanya menggunakan metode analisis multi-kriteria pada data hasil uji laboratorium. Penelitian ini hadir untuk mengisi celah tersebut dengan menggabungkan secara langsung penggunaan sensor IoT untuk pengambilan data kualitas air sumur dengan metode TOPSIS, sehingga dapat memberikan rekomendasi tingkat kelayakan air secara lebih cepat dan objektif.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian terapan dengan pendekatan kuantitatif. Penelitian terapan dipilih karena tujuan utamanya adalah menghasilkan rancangan sistem pendukung keputusan yang dapat langsung dimanfaatkan untuk mengevaluasi kualitas air sumur berdasarkan data sensor serta dianalisis dengan metode multi-kriteria TOPSIS. Pendekatan kuantitatif digunakan sebab penelitian ini mengandalkan data numerik dari hasil pengukuran parameter fisik dan kimia air, yang kemudian diolah melalui tahapan perhitungan matematis. Selain itu, penelitian ini juga bersifat studi kasus karena sistem diuji secara spesifik pada beberapa sumur gali di Kelurahan Karang Berombak, Medan Barat, untuk melihat bagaimana sistem bekerja pada kondisi lingkungan nyata. Dengan menggunakan metode ini, diharapkan dapat diperoleh hasil evaluasi yang objektif, terukur, serta relevan dengan standar kualitas air yang berlaku.

3.2. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada sumur-sumur gali yang berada di Kelurahan Karang Berombak, Kecamatan Medan Barat, Kota Medan. Lokasi ini dipilih karena sebagian besar masyarakatnya masih memanfaatkan air sumur gali sebagai sumber air utama untuk kebutuhan sehari-hari, sehingga penting untuk dilakukan evaluasi kualitas airnya guna memastikan kesesuaian dengan standar kesehatan. Penelitian ini berlangsung selama periode Februari hingga July 2025.

3.3. Objek Penelitian

Objek dalam penelitian ini adalah sistem pendukung keputusan yang dirancang untuk menilai kelayakan kualitas air sumur gali secara otomatis. Sistem ini memanfaatkan sensor untuk mengukur parameter pH, TDS, suhu, dan kekeruhan air langsung di lokasi sumur, kemudian data yang diperoleh dikirim melalui mikrokontroler ESP32 ke platform ThingSpeak agar dapat tersimpan dan divisualisasikan secara daring. Selanjutnya, data dari ThingSpeak diunduh dan diolah menggunakan metode TOPSIS untuk memperoleh nilai preferensi yang menggambarkan tingkat kelayakan air pada masing-masing sumur. Dengan pendekatan ini, sistem tidak hanya mencatat data mentah, tetapi juga menghasilkan klasifikasi kualitas air secara menyeluruh berdasarkan standar baku mutu yang berlaku. Penelitian ini diterapkan pada beberapa titik sumur gali di Kelurahan Karang Berombak, Medan Barat, sehingga dapat memastikan sistem bekerja sesuai dengan kondisi nyata di lapangan.

3.4. Desain Sistem

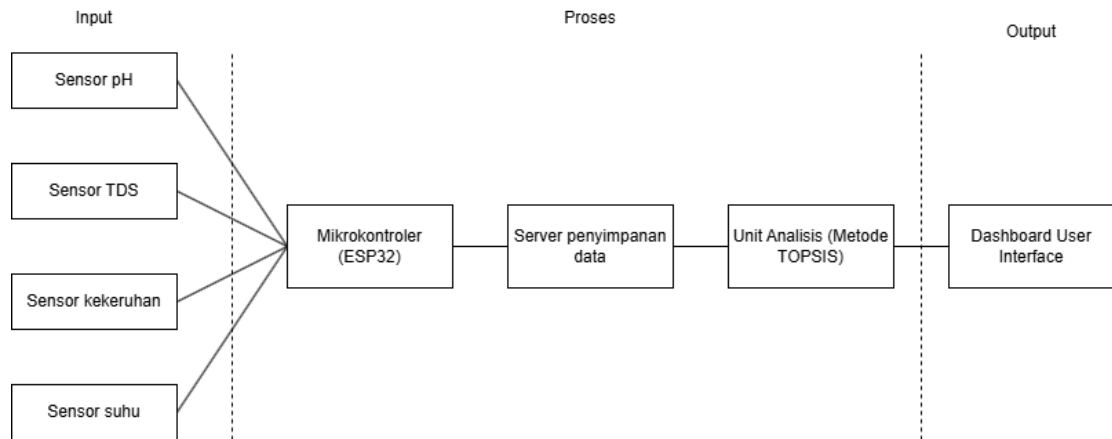
Sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini dirancang dengan mengadopsi arsitektur tiga lapisan Internet of Things (IoT), yaitu perception layer, network layer, dan application layer. Pada perception layer, digunakan sensor pH, TDS, suhu, dan kekeruhan yang berfungsi untuk mengukur langsung parameter kualitas air sumur di lokasi penelitian. Seluruh sensor ini terhubung ke mikrokontroler ESP32 yang bertugas membaca data hasil pengukuran dari masing-masing sensor.

Data yang diperoleh pada perception layer kemudian dikirim melalui network layer, yang dalam penelitian ini menggunakan koneksi WiFi pada ESP32 untuk mengunggah data ke platform ThingSpeak. ThingSpeak berperan sebagai media penyimpanan sekaligus visualisasi data secara daring. Melalui dashboard ThingSpeak, data ditampilkan dalam bentuk grafik dan tabel, sehingga memudahkan pengguna untuk memantau hasil pengukuran kualitas air sumur.

Pada application layer, data yang telah tersimpan di ThingSpeak diunduh untuk selanjutnya dianalisis menggunakan metode Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS). Tahapan analisis ini mencakup normalisasi data, pembobotan berdasarkan tingkat kepentingan masing-masing parameter, perhitungan jarak ke solusi ideal positif dan negatif, serta perhitungan nilai preferensi. Dari proses ini diperoleh hasil klasifikasi tingkat kelayakan kualitas air sumur berdasarkan gabungan seluruh parameter yang diukur.

Dengan desain seperti ini, sistem tidak hanya melakukan pengambilan data sensor secara otomatis, tetapi juga memproses data tersebut menjadi rekomendasi penilaian kualitas air yang objektif. Hal ini diharapkan dapat mempermudah masyarakat maupun pihak terkait dalam menentukan langkah selanjutnya terkait penggunaan air sumur, serta memastikan proses evaluasi berjalan lebih praktis dan sesuai standar yang berlaku.

Berikut adalah diagram blok sistem yang menggambarkan alur kerja sistem secara keseluruhan:



Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem

Diagram ini menunjukkan hubungan antar komponen utama dalam sistem, mulai dari sensor pH, TDS, suhu, dan kekeruhan yang terhubung ke mikrokontroler ESP32 sebagai pemroses awal, kemudian data dikirim ke server penyimpanan (ThingSpeak), selanjutnya dianalisis menggunakan metode TOPSIS hingga ditampilkan pada antarmuka dashboard.



Gambar 3.2 Konseptual Flowchart

Flowchart ini menggambarkan alur kerja sistem secara keseluruhan, mulai dari pembacaan parameter kualitas air oleh sensor, pengiriman data ke mikrokontroler ESP32, koneksi ke cloud platform ThingSpeak untuk penyimpanan dan visualisasi data, proses analisis menggunakan metode TOPSIS, hingga diperoleh output keputusan yang dapat digunakan sebagai acuan kelayakan air sumur.

3.5. Metode Pengumpulan data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan sensor pH, TDS, suhu, dan kekeruhan yang dihubungkan ke mikrokontroler ESP32. Sensor-sensor tersebut secara langsung mengukur parameter kualitas air pada beberapa sumur gali di Kelurahan Karang Berombak. Data hasil pengukuran kemudian dikirim otomatis melalui koneksi WiFi pada ESP32 ke platform ThingSpeak, sehingga data tersimpan dan dapat divisualisasikan dalam bentuk grafik maupun tabel. Selanjutnya, data yang telah terkumpul pada ThingSpeak diunduh untuk dianalisis menggunakan metode TOPSIS guna menentukan tingkat kelayakan kualitas air. Dengan pendekatan ini, seluruh data diperoleh secara numerik dari hasil pengukuran sensor, tanpa melalui teknik wawancara maupun pengisian kuesioner.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengukuran Kualitas Sumur

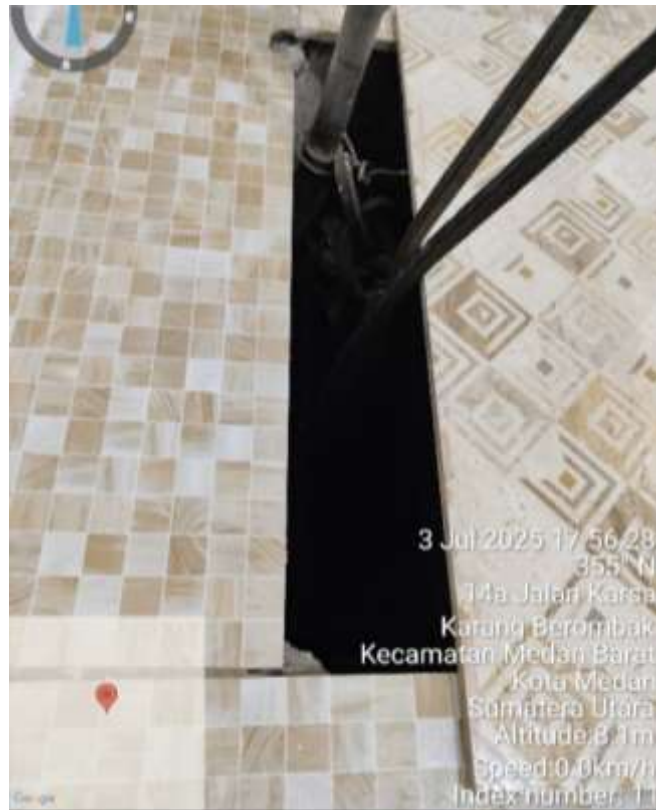
Pengambilan data kualitas air dalam penelitian ini dilakukan pada tiga titik sumur gali yang berada di Kelurahan Karang Berombak, Kecamatan Medan Barat, Kota Medan. Masing-masing sumur dijadikan lokasi untuk mengukur parameter kualitas air meliputi pH, TDS, suhu, dan kekeruhan dengan memanfaatkan sensor yang terhubung pada perangkat ESP32. Data dari hasil pengukuran ini secara otomatis dikirim melalui koneksi WiFi ke platform ThingSpeak, sehingga dapat divisualisasikan dalam bentuk grafik dan tabel yang mempermudah proses pemantauan.

Selain data numerik, dokumentasi kondisi fisik sumur juga diambil untuk memberikan gambaran awal yang dapat memengaruhi hasil kualitas air. Kondisi penutup sumur, material bibir sumur, serta lingkungan sekitar sangat mungkin menjadi salah satu faktor yang memengaruhi nilai TDS, pH, suhu, maupun kekeruhan.

Berikut ditampilkan foto dua sumur yang menjadi lokasi pengambilan data:



Gambar 4.1 Sumur A di Karang Berombak

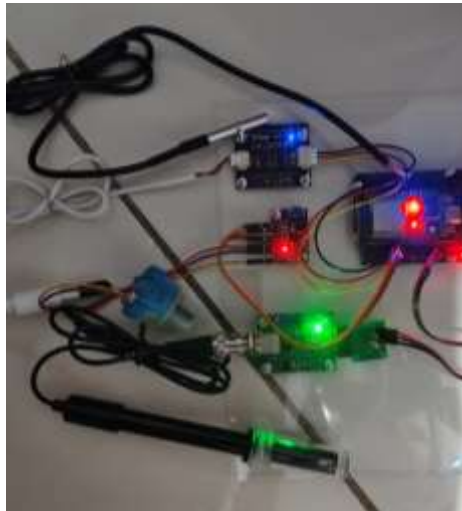


Gambar 4.2 Sumur B di Karang Berombak

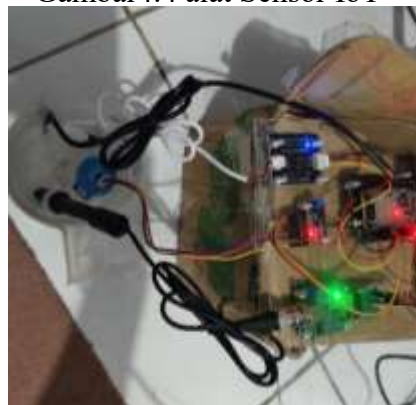


Gambar 4.3 Sumur C di Karang

Sebelum dilakukan proses analisis, sampel air diambil langsung dari sumur gali pada lokasi penelitian dan ditempatkan dalam wadah khusus untuk kemudian dilakukan pengukuran. Perangkat sensor IoT yang terdiri dari sensor pH, TDS, suhu, dan kekeruhan yang terhubung pada ESP32 digunakan untuk mengukur kualitas air dengan cara dicelupkan ke dalam wadah berisi sampel air. Proses ini memungkinkan data kualitas air diperoleh secara real-time dan dikirim ke platform ThingSpeak untuk disimpan serta divisualisasikan.



Gambar4.4 alat Sensor IoT



Gambar 7.5 Sensor IoT Mengukur Sampel Air Sumur

Selain pengukuran parameter kualitas air secara langsung melalui sensor, penelitian ini juga mencatat karakteristik fisik dari masing-masing sumur yang dijadikan objek penelitian. Kondisi fisik sumur dapat

memengaruhi kualitas air yang dihasilkan, misalnya terkait jenis penutup, material bibir sumur, serta lokasi sumur yang dekat atau jauh dari potensi sumber pencemar. Berikut ditampilkan data kondisi sumur A, B, dan C yang menjadi titik pengambilan sampel dalam penelitian ini:

Tabel 4.1 hasil identifikasi sumur di Karang Berombak

No	Sumur	Lokasi	Kedalaman	Penutup	Kondisi Sekitar
1	Sumur A	Jl. Karsa no 14a	8	Setengah tertutup, berlapis keramik	di kamar mandi, rawan terkontaminasi sabun juga rawan lembab
2	Sumur B	Jl. Karsa no 12a	7	Setengah tertutup kayu	diluar rumah, rawan terkontaminasi air hujan, debu, kotoran juga lembab
3	Sumur C	Jl. Sekata no 3	10	jaring kawat terbuka	diluar rumah, rawan terkontaminasi air hujan, debu, kotoran juga lembab

Kondisi fisik masing-masing sumur sebagaimana ditampilkan pada

Tabel 4.1 menjadi salah satu faktor yang dapat memengaruhi hasil kualitas air yang diukur. Sumur dengan penutup yang kurang rapat atau berada di lokasi yang dekat dengan potensi sumber pencemar, seperti dapur atau kamar mandi, memiliki risiko kontaminasi lebih tinggi dibandingkan sumur yang terlindungi dengan baik. Oleh karena itu, parameter kualitas air pada ketiga sumur ini kemudian diukur menggunakan sensor pH, TDS, suhu, dan

kekeruhan yang terpasang pada perangkat ESP32, dengan hasil pembacaan data ditampilkan melalui dashboard ThingSpeak sebagaimana dijelaskan pada bagian berikutnya.

Berikut ditampilkan salah satu cuplikan data mentah yang diambil langsung dari file Excel hasil ekspor ThingSpeak untuk mempermudah pemahaman terkait nilai awal sebelum dilakukan proses normalisasi dan pembobotan:

[tulisan jangan dihapus]	pH	TDS	temperature	kekeruhan
05/07/2025 12:18:20	7,4	53	28,56	0
05/07/2025 12:38:32	6,44	52	29,06	775
05/07/2025 12:58:25	6,28	53	28,62	1616

Gambar 4.6 data mentah yang didapatkan dari ketiga sumur

Seluruh data pada file Excel ini kemudian digunakan sebagai input pada proses perhitungan TOPSIS yang meliputi normalisasi data, pembobotan, hingga penentuan nilai preferensi. Dengan demikian, dapat dipastikan bahwa hasil klasifikasi kualitas air sumur benar-benar didasarkan pada data pengukuran aktual yang diperoleh secara langsung melalui sensor IoT di lapangan. Hasil grafik yang diambil dari ThingSpeak menunjukkan adanya variasi nilai pada setiap parameter kualitas air antar sumur. Grafik nilai pH tercatat berkisar antara 6,28 hingga 7,4, sedangkan nilai TDS relatif stabil pada rentang 52 hingga 53 mg/L. Suhu air berada pada kisaran 28,5°C hingga 29°C. Sementara itu, grafik kekeruhan menunjukkan variasi yang sangat signifikan antar sumur, mulai dari 0 hingga mencapai 1616 NTU. Berikut grafik hasil pembacaan sensor untuk masing-masing parameter kualitas air:



Gambar 4.7 Grafik Nilai pH, TDS, Suhu, Turbidity Air Sumur pada Data grafik ini kemudian diunduh dari ThingSpeak dalam format Excel untuk dilakukan analisis lebih lanjut menggunakan metode TOPSIS, yang akan dijelaskan pada subbab berikutnya.

4.2. Hasil Analisis dengan Metode TOPSIS

Analisis multi-kriteria dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) untuk menentukan tingkat kelayakan kualitas air pada masing-masing sumur. Metode ini dipilih karena mampu mengukur kedekatan alternatif terhadap kondisi ideal berdasarkan beberapa parameter sekaligus, sehingga penilaian kualitas air tidak hanya didasarkan pada satu aspek saja.

Proses analisis diawali dengan melakukan normalisasi terhadap data hasil pengukuran parameter pH, TDS, suhu, dan kekeruhan untuk menghilangkan pengaruh satuan yang berbeda. Setelah normalisasi, dilakukan pembobotan pada masing-masing parameter sesuai tingkat

kepentingannya dalam menentukan kualitas air. Selanjutnya ditentukan solusi ideal positif (A^+) sebagai kondisi terbaik, dan solusi ideal negatif (A^-) sebagai kondisi terburuk. Dari sini dihitung jarak masing-masing sumur ke solusi ideal positif dan negatif, hingga diperoleh nilai preferensi (V) yang menunjukkan tingkat kedekatan kualitas air sumur terhadap kondisi ideal.

Berikut ditampilkan cuplikan lembar kerja Excel yang digunakan dalam proses perhitungan otomatis metode TOPSIS pada penelitian ini. Pada lembar kerja ini seluruh tahapan, mulai dari normalisasi, pembobotan, hingga penentuan jarak ke solusi ideal dan perhitungan nilai preferensi telah dilakukan secara sistematis.

Normalisasi pH	Normalisasi TDS	Normalisasi suhu	Normalisasi kekeruh	Bobot pH	Bobot TDS	Bobot Suhu	Bobot kekeruhan	A ⁺	A ⁻	Nilai preferensi	Kelayakan
0,6353113382	0,5809811125	0,5735839972	0	0,1905934015	0,1742943338	0,1147167994	0	0,1803453872	0,02903341598	0,1386645426	Buruk
0,55289257	0,5700192047	0,5836257338	0,4324226742	0,165867771	0,1710057614	0,1167251468	0,08648453485	0,09710783677	0,08660594876	0,4714178028	Sedang
0,5391561087	0,5809811125	0,5747890056	0,9016710214	0,1617468326	0,1742943338	0,1149578011	0,1803342043	0,02890065823	0,180364348	0,8618944526	Baik
Nilai				+	0,1905934015	0,1742943338	0,1167251468	0,1803342043			
				-	0,1617468326	0,1710057614	0,1147167994	0			

Gambar 4.8 Cuplikan Lembar Kerja Excel Perhitungan Metode TOPSIS pada Penelitian

Hasil akhir nilai preferensi dari masing-masing sumur ditampilkan pada tabel berikut. Nilai preferensi yang semakin mendekati angka 1 menunjukkan kualitas air sumur tersebut semakin baik berdasarkan gabungan seluruh parameter yang dianalisis.

Tabel 4.2 Nilai Preferensi Hasil Analisis TOPSIS untuk Kualitas Air Sumur

Sumur	Nilai Preferensi (V)	Kategori
A	0,13	Buruk
B	0,47	Sedang
C	0,86	Baik

Berdasarkan hasil ini, sumur C memiliki kualitas air paling mendekati kondisi ideal dengan nilai preferensi tertinggi, sedangkan sumur A memiliki nilai terendah yang menunjukkan perlunya perhatian lebih sebelum digunakan.

4.3. Klasifikasi Kelayakan Kualitas Air Sumur

Berdasarkan nilai preferensi yang telah diperoleh melalui proses analisis TOPSIS sebagaimana ditampilkan pada Tabel 4.2, kualitas air pada masing-masing sumur dapat diklasifikasikan ke dalam tiga kategori utama, yaitu baik, sedang, dan buruk. Sumur C menunjukkan hasil terbaik dengan nilai preferensi tertinggi sebesar 0,86 sehingga termasuk dalam kategori baik. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas air pada sumur C paling mendekati kondisi ideal berdasarkan keseluruhan parameter yang dianalisis, sehingga relatif aman untuk digunakan.

Sementara itu, sumur B memiliki nilai preferensi sebesar 0,47 yang menempatkannya dalam kategori sedang. Artinya, kualitas air pada sumur ini masih cukup memadai, namun sebaiknya dilakukan pemantauan berkala untuk memastikan parameter kualitas air tetap dalam batas aman. Adapun sumur A menunjukkan nilai preferensi terendah sebesar 0,13, yang mengindikasikan kualitas airnya kurang layak dan termasuk dalam kategori buruk. Dengan demikian, penggunaan air dari sumur A dianjurkan untuk didahului dengan proses pengolahan tambahan agar memenuhi standar kualitas air layak konsumsi.

Hasil klasifikasi ini sekaligus memperlihatkan kemampuan sistem penilaian yang dibangun pada penelitian ini dalam memberikan

rekomendasi objektif terkait tingkat kelayakan kualitas air sumur, dengan mempertimbangkan beberapa parameter secara bersamaan melalui pendekatan multi-kriteria.

4.4. Pembahasan

Hasil analisis dengan metode TOPSIS pada penelitian ini menunjukkan adanya variasi tingkat kelayakan kualitas air di masing-masing sumur yang menjadi objek penelitian. Berdasarkan nilai preferensi yang diperoleh, sumur C berada pada kategori baik dengan skor sebesar 0,86. Hal ini mengindikasikan bahwa kualitas air sumur C paling mendekati kondisi ideal berdasarkan parameter pH, TDS, suhu, dan kekeruhan yang telah dianalisis. Kondisi ini selaras dengan pengamatan fisik di lapangan, di mana sumur C terletak dalam area kamar mandi dengan dinding sumur tertutup keramik, sehingga lebih terlindungi dari potensi kontaminasi eksternal.

Sebaliknya, sumur A memiliki nilai preferensi terendah sebesar 0,13 dan termasuk dalam kategori buruk. Hal ini dapat disebabkan oleh konstruksi sumur yang hanya ditutup sebagian dengan kayu serta letaknya yang berada di halaman belakang, sehingga lebih rentan terhadap masuknya zat pencemar. Sementara itu, sumur B dengan nilai preferensi 0,47 berada dalam kategori sedang, yang berarti kualitas airnya cukup layak digunakan namun tetap perlu dilakukan pemantauan secara berkala.

Jika dibandingkan dengan standar kualitas air bersih menurut WHO (2017) dan Permenkes RI No. 2 Tahun 2023, maka hasil klasifikasi ini konsisten dengan ambang batas yang ditetapkan. Sumur dengan nilai TDS,

kekeruhan, serta pH yang berada dalam rentang baku mutu akan cenderung menghasilkan nilai preferensi yang lebih tinggi dalam perhitungan TOPSIS. Hal ini menunjukkan bahwa metode multi-kriteria yang diterapkan pada penelitian ini dapat mengintegrasikan seluruh parameter secara objektif untuk memberikan gambaran menyeluruh terkait kualitas air sumur.

Dengan demikian, sistem yang dibangun pada penelitian ini telah terbukti efektif dalam membantu proses penilaian tingkat kelayakan kualitas air sumur secara otomatis dan terukur. Hal ini diharapkan dapat menjadi dasar pengambilan keputusan bagi masyarakat maupun pihak terkait dalam menentukan langkah tindak lanjut terhadap pemanfaatan air sumur di wilayah penelitian.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan mengenai penilaian kualitas air sumur gali menggunakan sensor IoT serta metode analisis TOPSIS, dapat disimpulkan beberapa hal berikut:

1. Sistem yang dibangun dalam penelitian ini berhasil melakukan pengukuran parameter kualitas air berupa pH, TDS, suhu, dan kekeruhan secara otomatis menggunakan sensor yang terintegrasi dengan mikrokontroler ESP32, kemudian mengirim data ke platform ThingSpeak untuk disimpan dan divisualisasikan dalam bentuk grafik secara real-time.
2. Data hasil pengukuran tersebut selanjutnya diunduh dan dianalisis menggunakan metode TOPSIS dengan perhitungan otomatis pada lembar kerja Excel, sehingga dapat menggabungkan seluruh parameter menjadi satu nilai preferensi yang mempermudah dalam menentukan tingkat kelayakan kualitas air sumur.
3. Berdasarkan hasil analisis, diperoleh bahwa sumur C memiliki nilai preferensi tertinggi sebesar 0,86 yang termasuk dalam kategori baik, sumur B dengan nilai 0,47 termasuk dalam kategori sedang, sedangkan sumur A memiliki nilai terendah sebesar 0,13 sehingga dikategorikan buruk. Hal ini sejalan dengan kondisi fisik sumur maupun lingkungan sekitarnya yang turut memengaruhi kualitas air.
4. Sistem ini telah terbukti mampu memberikan gambaran objektif mengenai tingkat kelayakan kualitas air sumur secara multi-kriteria,

sehingga dapat dijadikan dasar pertimbangan awal oleh masyarakat maupun pihak terkait dalam memanfaatkan atau merencanakan pengolahan air sumur di wilayah penelitian.

5.2. Saran

Untuk penelitian selanjutnya maupun pengembangan sistem serupa, terdapat beberapa saran yang dapat dipertimbangkan, yaitu:

1. Penambahan parameter lain seperti kandungan logam berat atau analisis mikrobiologi agar penilaian kualitas air menjadi lebih komprehensif dan sesuai standar baku mutu secara keseluruhan.
2. Pengembangan antarmuka berbasis web atau aplikasi mobile khusus, sehingga hasil evaluasi kualitas air dapat diakses langsung oleh masyarakat atau pemangku kebijakan secara lebih praktis tanpa harus membuka dashboard ThingSpeak maupun file Excel.
3. Mengingat sistem penyimpanan data pada ThingSpeak berjalan secara real-time dan data akan terus terakumulasi, disarankan dilakukan pembersihan atau pengelolaan data secara periodik agar file Excel hasil unduhan tetap efisien dan mempermudah proses analisis TOPSIS selanjutnya.
4. Diperlukan pemantauan kualitas air secara berkala, terutama pada sumur yang berada dalam kategori sedang dan buruk, agar jika terjadi penurunan kualitas lebih lanjut dapat segera dilakukan tindakan pengolahan atau perlakuan tambahan sebelum air digunakan untuk keperluan konsumsi.

DAFTAR PUSTAKA

- Husaini, A., & Sary, Y. (2024). Smart monitoring system of water tank based on internet of things. *Hanif Journal of Information Systems*, 2(1), 22–30. <https://doi.org/10.56211/hanif.v2i1.25>
- Chandra B. 2006. *Pengantar Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: EGC
- Ahmad, R., et al. (2019). Smart Water Management using IoT Technology. *Journal of Sustainable Development*.
- Al-Fuqaha, A., et al. (2015). Internet of Things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 17(4), 2347–2376.
- Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The Internet of Things: A survey. *Computer Networks*, 54(15), 2787–2805. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2010.05.010>
- Benyon, D. (2014). *Designing Interactive Systems: A Comprehensive Guide to HCI, UX and Interaction Design* (3rd ed.). Pearson Education.
- Creswell, J. W. (2014). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (4th ed.). Thousand Oaks: Sage.
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2018). *Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing Among Five Approaches* (4th ed.). Sage.
- Dinas Lingkungan Hidup Kota Medan. (2023). *Laporan Tahunan Kualitas Lingkungan Hidup Kota Medan*. Medan: DLH.
- Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, 29(7), 1645–1660. <https://doi.org/10.1016/j.future.2013.01.010>
- Hwang, C. L., & Yoon, K. (1981). *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*. Berlin: Springer-Verlag.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2023). *Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum*. Jakarta: Kemenkes RI.
- Lin, K. P., Chang, J. H., & Yang, Y. L. (2020). A decision-making system for water quality monitoring using TOPSIS and IoT technology. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(12), 4347.
- Majeed, A., Aziz, H., Khan, A., & Ahmad, M. (2021). Decision support system for water quality assessment using TOPSIS method. *Environmental Monitoring and Assessment*, 193(7), 412. <https://doi.org/10.1007/s10661-021-09272-4>

- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2014). *Qualitative Data Analysis: A Methods Sourcebook* (3rd ed.). SAGE Publications.
- Moleong, L. J. (2017). *Metodologi Penelitian Kualitatif* (Edisi Revisi). Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Munfiah, S. & Setiani, O. Kualitas Fisik dan Kimia Air Sumur Gali dan Sumur Bor di Wilayah Kerja Puskesmas Guntur II Kabupaten Demak. *J. Kesehat. Lingkung. Indones.* 12, 154–159 (2015)
- Patton, M. Q. (2015). *Qualitative Research & Evaluation Methods* (4th ed.). Thousand Oaks: Sage.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene dan Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan Pemandian Umum.
- Permenkes No. 492/Th.2010. Persyaratan Kualitas Air Minum. Peraturan Mentri Kesehatan Republik Indonesia (2010).
- Pressman, R. S., & Maxim, B. R. (2014). *Software Engineering: A Practitioner's Approach* (8th ed.). New York: McGraw-Hill Education.
- Sprague, R. H., & Carlson, E. D. (1982). *Building Effective Decision Support Systems*. Prentice Hall.
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Suhaila, N., Ali, A. S., & Zaini, N. (2020). Development of IoT-Based Water Quality Monitoring System. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 11(4), 125–131. <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2020.0110417>
- Thingspeak. (2024). IoT Platform for Data Collection and Analysis. Retrieved from <https://thingspeak.com>
- Turban, E., Volonino, L., & Wood, G. R. (2018). *Information Technology for Management: Transforming Organizations in the Digital Economy* (10th ed.). Wiley.
- World Health Organization. (2017). *Guidelines for Drinking-water Quality: Fourth edition incorporating the first addendum*. Geneva: WHO.
- Yin, R. K. (2018). *Case Study Research and Applications: Design and Methods* (6th ed.). Sage Publications.
- Zhang, H., Yang, Z., & Zhao, J. (2019). Evaluation of Surface Water Quality Using a Multicriteria Decision-Making Method: TOPSIS Approach with GIS. *Water Resources Management*, 33(4), 1413–1430. <https://doi.org/10.1007/s11269-019-02205-9>

- Badan Standardisasi Nasional. (2017). SNI 6989.57:2017 tentang kualitas air – Penentuan kekeruhan dengan metode nephelometri. BSN.
- Djaeni, M., & Wahyudi, S. (2020). Internet of Things (IoT) untuk monitoring kualitas air: Implementasi dan tantangan di Indonesia. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 8(4), 627–634. <https://doi.org/10.14710/jtsiskom.8.4.627-634>
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2023). Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 tentang Standar Kualitas Air Minum. Kemenkes RI.
- Nugroho, R. A., & Mulyono, H. (2022). Perancangan sistem IoT untuk pemantauan parameter kualitas air berbasis ESP32 dan ThingSpeak. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sistem*, 10(3), 211–219.
- Purba, J. T., Harahap, N. A., & Lubis, A. R. (2021). Implementasi metode TOPSIS untuk penilaian kualitas air bersih. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer*, 7(1), 45–52.
- Supriyadi, A., & Fitriyani, D. (2020). Penentuan kelayakan air minum menggunakan pendekatan TOPSIS. *Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi*, 12(2), 77–84.
- World Health Organization. (2017). Guidelines for drinking-water quality: Fourth edition incorporating the first addendum. World Health Organization. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241549950>
- Abubakar, I. R. (2019). Assessing urban water quality using IoT and MCDM approaches: A review. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191, Article 694. <https://doi.org/10.1007/s10661-019-7845-9>

LAMPIRAN

Penetapan Dosen Pembimbing



UMSU
Linggit | Cerdas | Terpercaya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI

UMSU Terakreditasi A Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 89/SK/BAN-PT/Akred/PT/III/2019
Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003
Website: www.umsu.ac.id Email: info@umsu.ac.id umsu@umsu.ac.id umsu@umsu.ac.id umsu@umsu.ac.id

**PENETAPAN DOSEN PEMBIMBING
PROPOSAL/SKRIPSI MAHASISWA
NOMOR : 483/IL3-AU/UMSU-09/F/2025**

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Dekan Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan Persetujuan permohonan judul penelitian Proposal / Skripsi dari Ketua / Sekretaris,

Program Studi : Teknologi Informasi
Pada tanggal : 12 Maret 2025

Dengan ini menetapkan Dosen Pembimbing Proposal / Skripsi Mahasiswa.

Nama : Balqis Aziizah Pohan
NPM : 2109020116
Semester : VIII (Delapan)
Program studi : Teknologi Informasi
Judul Proposal / Skripsi : Implementasi Internet Of Things dalam Monitoring Dan Evaluasi Kualitas Air Sumur Dengan Pendekatan Sistem Pendukung Keputusan Menggunakan Metode Topsis

Dosen Pembimbing : Mahardika Abdi Prawira, S.Kom.,M.Kom.

Dengan demikian di izinkan menulis Proposal / Skripsi dengan ketentuan

1. Penulisan berpedoman pada buku panduan penulisan Proposal / Skripsi Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi UMSU
2. Pelaksanaan Sidang Skripsi harus berjarak 3 bulan setelah dikeluarkannya Surat Penetapan Dosen Pembimbing Skripsi.
3. **Proyek Proposal / Skripsi dinyatakan " BATAL " bila tidak selesai sebelum Masa Kadaluaarsa tanggal : 12 Maret 2026**
4. Revisi judul.....

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Ditetapkan di : Medan
Pada Tanggal : 12 Ramadhan 1446 H
12 Maret 2025M





Dekan
Dr. Al-Khowarizmi, M.Kom.
NIDN : 0127099201

Cc. File



Berita Acara Pembimbingan Skripsi



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PESAT MUHAMMADIYAH

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI

UMSU Terakreditasi A Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 0856/BAK-PT/2019
 Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6651803
 Email: info@umsu.ac.id Web: www.umsu.ac.id #umsuMedan @umsuMedan CumsuMedan UumsuMedan

Berita Acara Pembimbingan Skripsi

Nama Mahasiswa : Balqis Azizah Pohan Program Studi : Teknologi Informasi
 NPM : 2109020116 Konsentrasi :
 Nama Dosen Pembimbing : Mahardika Abdi Prawira Judul Penelitian : Sistem Pendukung Keputusan Kualitas Air Sungai menggunakan metode TOPSIS berbasis IS 101

Item	Hasil Evaluasi	Tanggal	Paraf Dosen
	Revisi Bab III	6/07/25	H
	Revisi Bab IV	7/07/25	H
	Revisi Subbab IV	9/07/25	H
	Revisi daftar pustaka	11/07/25	H
	Revisi halaman	12/07/25	H
	Revisi Penomoran	13/07/25	H
	Revisi penulisan	14/07/25	H
	Acc sidang	16/07/25	H

Diketahui oleh :

Ketua Program Studi
Teknologi Informasi



(Fatma Sari Hutagalung)

Medan, 16 Juli 2025

Disetujui oleh :

Dosen Pembimbing



(Mahardika Abdi Prawira)





Turnitin

SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN KUALITAS AIR SUMUR MENGUNAKAN METODE TOPSIS BERBASIS IOT

ORIGINALITY REPORT

27%	24%	15%	18%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	Submitted to Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Student Paper	4%
2	repository.umsu.ac.id Internet Source	1%
3	Submitted to UM Surabaya Student Paper	1%
4	text-id.123dok.com Internet Source	1%
5	repositori.usu.ac.id Internet Source	1%
6	Febry Putra Rochim, Vera Noviana Sulistyawan, Bagaskoro Saputro, Arlinto Arlinto et al. "Peningkatan Produksi Budidaya Ikan Bandeng Masyarakat Kadilangu Melalui Implementasi Sistem Monitoring Kualitas Air Berbasis Internet of Things", Jurnal Pengabdian Masyarakat Terapan, 2025 Publication	1%

Program Codingan

Program Upload ke Thingspeak

```

#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
#include <WiFiManager.h>
#include <WiFi.h>
#include "ThingSpeak.h"
#include <HTTPClient.h>

WiFiClient client;

String myStatus = "";
const int led_indikator = 2;
bool online = false;
bool kedip = false;

const char* serverName = "https://script.google.com/macros/s/AkfyobyAzbiI_lFFDleNQy2GgUQqBMAAsRUsyf_livQnt9YkQx8Mp8i576ZrCV6_EFDEwd4w/exec";
// === THINGSPEAK ===

#define SECRET_CH_ID 2992631 // replace 0000000 with your channel number
#define SECRET_WRITE_APIKEY "ASMBZZYK2NDCQPH" // replace XYZ with your channel write API Key
unsigned long myChannelNumber = SECRET_CH_ID;
const char * myWriteAPIKey = SECRET_WRITE_APIKEY;
unsigned long update_ke_thingspeak = 0;

// === TURBIDITY ===
const int turbidityPin = 32; // ADC pin untuk turbidity
float turbidityVoltageCal = 0;

// === TDS & TEMPERATURE ===
#define TdsPin 35
#define ONE_WIRE_BUS 5

OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
DallasTemperature sensors(&oneWire);

```

```

int tdsBuf[10], tdsTemp;
unsigned long int tdsAvg;

// === PH SENSOR ===
#define pHPin 33
int phBuf[10], phTemp;
unsigned long int phAvg;

// === MAP FLOAT FUNCTION ===
float mapfloat(float x, float in_min, float in_max, float out_min, float out_max) {
  return (x - in_min) * (out_max - out_min) / (in_max - in_min) + out_min;
}

void setup() {
  Serial.begin(115200);

  // Inisialisasi pin dan sensor
  pinMode(turbidityPin, INPUT);
  pinMode(TdsPin, INPUT);
  pinMode(pHPin, INPUT);
  pinMode(led_indikator, OUTPUT);
  WiFi.mode(WIFI_STA);
  ThingSpeak.begin(client); // Initialize ThingSpeak
  WiFiManager wif;
  wif.autoConnect("Monitoring ke Thingspeak");
  analogReadResolution(12);
  sensors.begin();

  // Kalibrasi awal turbidity
  int rawADC = analogRead(turbidityPin);
  turbidityVoltageCal = rawADC * (3.3 / 4095.0); // tegangan pada kondisi 0 NTU (air bersih)

```

```

    Serial.println("Semua sensor siap digunakan!");
    delay(1000);
}

void pos_googleSheet(){
}

void loop() {
    // === TURBIDITY ===
    int turbidityRaw = analogRead(turbidityPin);
    float turbidityVoltage = turbidityRaw * (3.3 / 4095.0);
    int NTU = mapFloat(turbidityVoltage, 0.0, turbidityVoltageCal, 3000.0, 0.0);
    NTU = constrain(NTU, 0, 3000);

    // === TEMPERATURE from DS18B20 ===
    sensors.requestTemperatures();
    float temperature = sensors.getTempCByIndex(0);

    // === TDS SENSOR ===
    for (int i = 0; i < 10; i++) {
        tdsBuf[i] = analogRead(TdsPin);
        delay(2);
    }
    for (int i = 0; i < 9; i++) {
        for (int j = i + 1; j < 10; j++) {
            if (tdsBuf[i] > tdsBuf[j]) {
                tdsTemp = tdsBuf[i];
                tdsBuf[i] = tdsBuf[j];
                tdsBuf[j] = tdsTemp;
            }
        }
    }

    tdsAvg = 0;
    for (int i = 2; i < 8; i++) tdsAvg += tdsBuf[i];
    float tdsVoltage = tdsAvg * 3.3 / 4095.0 / 6.0;
    float tdsRaw = 273.48 * tdsVoltage + 56.86;
    int tdsCompensated = tdsRaw / (1.0 + 0.02 * (temperature - 25.0));

    // === PH SENSOR ===
    for (int i = 0; i < 10; i++) {
        phBuf[i] = analogRead(pHPin);
        delay(2);
    }
    for (int i = 0; i < 9; i++) {
        for (int j = i + 1; j < 10; j++) {
            if (phBuf[i] > phBuf[j]) {
                phTemp = phBuf[i];
                phBuf[i] = phBuf[j];
                phBuf[j] = phTemp;
            }
        }
    }
    phAvg = 0;
    for (int i = 2; i < 8; i++) phAvg += phBuf[i];
    float phVoltage = phAvg * 3.3 / 4095.0 / 6.0;

    // Kalibrasi pH berdasarkan hasil percobaanmu (ubah jika perlu)
    float slope = -11.44;
    float intercept = 34.38;
    float pHValue = slope * phVoltage + intercept;

    // === OUTPUT ===
    Serial.println("=====");
    Serial.print("Suhu: ");
    Serial.print(temperature, 2);
    Serial.println(" °C");
}

```

```

Serial.print("Turbidity Voltage: ");
Serial.print(turbidityVoltage, 3);
Serial.print(" V | NTU: ");
Serial.println(NTU, 1);

Serial.print("TDS Voltage: ");
Serial.print(tdsVoltage, 3);
Serial.print(" V | TDS: ");
Serial.print(tdsCompensated, 1);
Serial.println(" ppm");

Serial.print("pH Voltage: ");
Serial.print(phVoltage, 3);
Serial.print(" V | pH: ");
Serial.println(phValue, 2);
if(millis() - update_ke_thingspeak >= 20000){
  update_ke_thingspeak = millis();
  // set the fields with the values
  if(WiFi.status() == WL_CONNECTED){
    ThingSpeak.setField(1, phValue);
    ThingSpeak.setField(2, tdsCompensated);
    ThingSpeak.setField(3, temperature);
    ThingSpeak.setField(4, NTU);
    // write to the ThingSpeak channel
    int x = ThingSpeak.writeFields(myChannelNumber, myWriteAPIKey);
    if(x == 200){
      Serial.println("Channel update successful.");
    }
    else{
      Serial.println("Problem updating channel. HTTP error code " + String(x));
    }
  }
  HTTPClient http;
  http.begin(serverName);
  http.addHeader("Content-Type", "application/json");

```

```

// Buat JSON secara manual
String jsonData = "{";
jsonData += "\"pH\":" + String(phValue) + ",";
jsonData += "\"TDS\":" + String(tdsCompensated) + ",";
jsonData += "\"temperature\":" + String(temperature) + ",";
jsonData += "\"kekeruhan\":" + String(NTU) + "\"";
jsonData += "}";
Serial.println(jsonData);
// Kirim POST ke Google Apps Script
int httpResponseCode = http.POST(jsonData);
Serial.print("Kode respons: ");
Serial.println(httpResponseCode);

if (httpResponseCode > 0) {
  String response = http.getString();
  Serial.println("Respons dari server:");
  Serial.println(response);
} else {
  Serial.println("Gagal kirim data.");
}

http.end();
online = true;
} else {
  online = false;
}
}
if(online){
  kedip = !kedip;
} else {
  kedip = false;
}
digitalWrite(led_indikator,kedip);
delay(1000);
}

```

Codingan untuk Sensor pH

```
#define SensorPin 33
int buf[10], temp;
unsigned long int avgValue;

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  Serial.println("pH Sensor Ready");
  pinMode(SensorPin, INPUT);
}

void loop() {
  for (int i = 0; i < 10; i++) {
    buf[i] = analogRead(SensorPin);
    delay(10);
  }

  // Sort array
  for (int i = 0; i < 9; i++) {
    for (int j = i + 1; j < 10; j++) {
      if (buf[i] > buf[j]) {
        temp = buf[i];
        buf[i] = buf[j];
        buf[j] = temp;
      }
    }
  }

  avgValue = 0;
  for (int i = 2; i < 8; i++) avgValue += buf[i];

  float voltage = avgValue * 3.3 / 4095.0 / 6.0;

  // Kalibrasi berdasarkan 2 titik
  float voltage7 = 2.50; // ganti dengan hasil aslimu
  float voltage4 = 3.00; // ganti dengan hasil aslimu
  float slope = -11.44;
  float intercept = 34.38;
  float pHValue = slope * voltage + intercept;

  Serial.print("Voltage: ");
  Serial.print(voltage, 3);
  Serial.print(" V | pH: ");
  Serial.println(pHValue, 2);
}
```

Codingan untuk Sensor Turbidity

```
const int sensorPin = 32; // pin ADC ESP32
float voltage_cal = 0;

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  analogReadResolution(12); // resolusi ADC ESP32 0-4095
  int rawADC = analogRead(sensorPin);
  voltage_cal = rawADC * (3.3 / 4095.0); // konversi ke voltase
  delay(500);
}

void loop() {
  int rawADC = analogRead(sensorPin);
  float voltage = rawADC * (3.3 / 4095.0); // konversi ke voltase

  // Hitung nilai NTU (asumsi linear: 3.3V = 0 NTU, 0V = 1000 NTU)
  float NTU = mapFloat(voltage, 0.0, voltage_cal, 1000.0, 0.0);
  NTU = constrain(NTU, 0, 3000); // pastikan nilai tetap dalam rentang

  Serial.print("Voltage: ");
  Serial.print(voltage, 3);
  Serial.print(" V | NTU: ");
  Serial.println(NTU, 1);

  delay(1000);
}

// Fungsi map untuk float
float mapFloat(float x, float in_min, float in_max, float out_min, float out_max) {
  return (x - in_min) * (out_max - out_min) / (in_max - in_min) + out_min;
}
```

Codingan untuk Sensor TDS dan Suhu

```
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>

#define TdsPin 35 // Pin TDS sensor
#define ONE_WIRE_BUS 5 // Pin data DS18B20

OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
DallasTemperature sensors(&oneWire);

int buf[10], temp;
unsigned long int avgValue;

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  sensors.begin();
  pinMode(TdsPin, INPUT);
  Serial.println("TDS Sensor with Temperature Compensation Ready");
}

void loop() {
  // Baca suhu dari DS18B20
  sensors.requestTemperatures();
  float temperature = sensors.getTempCByIndex(0);

  // Baca TDS analog dan olah jadi rata-rata
  for (int i = 0; i < 10; i++) {
    buf[i] = analogRead(TdsPin);
    delay(10);
  }

  // Sorting data ADC
  for (int i = 0; i < 9; i++) {
    for (int j = i + 1; j < 10; j++) {
      if (buf[i] > buf[j]) {
        temp = buf[i];
        buf[i] = buf[j];
        buf[j] = temp;
      }
    }
  }
}
```

```

avgValue = 0;
for (int i = 2; i < 8; i++) avgValue += buf[i];
float voltage = avgValue * 3.3 / 4095.0 / 6.0;

// Kalibrasi berdasarkan eksperimenmu
float tdsRaw = 273.48 * voltage + 56.86;

// Kompensasi suhu
float compensationCoefficient = 1.0 + 0.02 * (temperature - 25.0);
float tdsCompensated = tdsRaw / compensationCoefficient;

// Output ke Serial Monitor
Serial.print("Suhu: ");
Serial.print(temperature, 2);
Serial.print(" °C | Tegangan: ");
Serial.print(voltage, 3);
Serial.print(" V | TDS: ");
Serial.print(tdsCompensated, 1);
Serial.println(" ppm");

delay(1000);
}

```

Thingspeak

Chanel Private Thinspeak

The screenshot shows the Thingspeak website interface. At the top is a navigation bar with links for Channels, Apps, Devices, and Support. Below this is the 'My Channels' section, which includes a 'New Channel' button and a search bar. A table lists the user's channels, with one channel named 'Cek Ph,tds,suhu dan turbidity' shown. To the right of the table are buttons for 'Private', 'Public', 'Settings', 'Sharing', 'API Keys', and 'Data Import / Export'. Further right is a 'Help' section with instructions on how to collect data and create channels. Below the help section are 'Examples' (listing Arduino, ESP8266, Raspberry Pi, and Netduino Plus) and an 'Upgrade' section with a button to upgrade the account.

Name ↕	Created ↕	Updated ↕
🔒 Cek Ph,tds,suhu dan turbidity	2025 06 18	2025 08 19 06:31

Grafik Sensor dari Thingspeak

