PERANCANGAN SISTEM MONITORING PH DALAM PEMBUATAN GARAM DI *PROTOTYPE* RUMAH GARAM UNTUK WILAYAH PESISIR

SKRIPSI

Program Studi Sarjana Teknik Kelautan

Jurusan Teknik Kelautan

Disusun Oleh :

MUHAMMAD NABIEL PUTRA ANANTA

NIM. D1111221016

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS TANJUNGPURA

PONTIANAK

2026

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Nabiel Putra Ananta

NIM : D1111221016

Menyatakan bahwa dalam SKRIPSI yang berjudul "Perancangan Sistem Monitoring pH Dalam Pembuatan Garam di *Prototype* Rumah Garam Untuk Wilayah Pesisir" tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu perguruan tinggi manapun. Sepanjang pengetahuan Saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Rujukan.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya. Saya sanggup menerima konsekuensi akademis dan hukum di kemudian hari apabila pernyataan yang dibuat ini tidak benar.

Pontianak, 02 Juli 2026

Muhammad Nabiel Putra Ananta
D1111221016

KEMENTRIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,
DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
FAKULTAS TEKNIK
Jalan Prof. Dr. H Hadari Nawawi Pontianak 78124
Telepon (0561) 740186, WA: +6282152280907
Email : ft@untan.ac.id Website : http://teknik.untan.ac.id

HALAMAN PENGESAHAN

PERANCANGAN SISTEM MONITORING PH DALAM PEMBUATAN GARAM DI *PROTOTYPE* RUMAH GARAM UNTUK WILAYAH PESISIR

Jurusan Teknik Kelautan
Program Studi Sarjana Teknik Kelautan

Oleh :

Muhammad Nabiel Putra Ananta
NIM. D1111221016

Telah dipertahankan di depan Penguji Skripsi pada tanggal 02 Juli 2026
dan diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana

Susunan Penguji Skripsi

Dosen Pembimbing Utama	: Ir. Jasisca Meirany, S.T., M.Si NIPPPK. 198205142025212022
Dosen Pembimbing Kedua	: Ir. Marcelina, S.T., M.Sc NIP. 198601162019032011
Dosen Penguji Utama	: Ir. Arfena Deah Lestari, S.T., M.Eng NIP. 199005082015042003
Dosen Penguji Kedua	: Ir. Liany Ayu Catherine, S.T., M.T NIP. 199501022024062002

Dekan,

Pontianak, 02 Juli 2026
Pembimbing Utama

Dr.-Ing. Ir. Slamet Widodo, M.T., IPM
NIP. 196712231992031002

Ir. Jasisca Meirany, S.T., M.Si
NIPPPK. 198205142025212022

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT karena dengan rahmat dan karunia-nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul " Perancangan Sistem Monitoring PH Dalam Pembuatan Garam di *Prototype* Rumah Garam Untuk Wilayah Pesisir". Skripsi ini merupakan hasil kerja keras, dedikasi, serta bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa penyusunan ini tidak lepas dari bantuan, dukungan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak/Ibu dosen yang telah memberikan arahan dan ilmu selama proses penulisan ini.
2. Keluarga yang selalu memberikan dukungan moral dan doa.
3. Teman-teman dan semua pihak yang telah membantu selama penelitian ini berlangsung.

Penulis menyadari bahwa ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk penyempurnaan karya ini di masa yang akan datang.

Semoga ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang teknologi produksi garam.

Pontianak, 2 Juli 2026

Muhammad Nabiel Putra Ananta
D1111221016

ABSTRAK

Kalimantan Barat memiliki potensi sumber daya air laut yang besar, namun belum dimanfaatkan secara optimal sebagai sentra produksi garam. Penelitian ini bertujuan merancang dan menguji sistem monitoring pH air laut berbasis sensor pH-4502C dengan mikrokontroler ESP32 pada *prototype* rumah garam di wilayah pesisir Kalimantan Barat. Sistem terdiri atas sensor pH-4502C, mikrokontroler ESP32, LCD 16×2, dan modul SD Card. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif eksperimental dengan pengambilan data selama lima hari pada interval satu jam, serta interval tiga puluh menit pada sesi kalibrasi. Hasil kalibrasi menunjukkan akurasi rata-rata sensor sebesar 97,81% dengan tingkat kesalahan 2,19%. Pemantauan selama proses evaporasi menunjukkan kenaikan nilai pH dari rata-rata 7,18 pada hari pertama menjadi 8,84 pada hari kelima, sebagai akibat peningkatan konsentrasi ion terlarut dan pengendapan mineral. Analisis korelasi Pearson menghasilkan $r = 0{,}9626$ dan $R^2 = 0{,}9267$, yang membuktikan hubungan positif yang sangat kuat antara kenaikan salinitas dan peningkatan pH. Sistem monitoring berbasis ESP32 terbukti mampu mendeteksi dan mencatat dinamika pH air laut selama proses evaporasi secara akurat dan ekonomis.

Kata kunci: monitoring pH, sensor pH-4502C, ESP32, evaporasi, korelasi Pearson.

ABSTRACT

West Kalimantan possesses substantial marine water resources that have not yet been optimally utilized as a center for salt production. This study aims to design and test a seawater pH monitoring system based on a pH-4502C sensor and an ESP32 microcontroller in a salt-house prototype located in the coastal region of West Kalimantan. The system consists of a pH-4502C sensor, an ESP32 microcontroller, a 16×2 LCD, and an SD Card module. The research employed a quantitative experimental approach, with data collected over five days at one-hour intervals, and at thirty-minute intervals during the calibration sessions. The calibration results showed an average accuracy of 97.81%, with an error rate of 2.19%. Monitoring during the evaporation process revealed an increase in pH value from an average of 7.18 on the first day to 8.84 on the fifth day, attributed to rising ion concentration and mineral precipitation. Pearson correlation analysis yielded $r = 0.9626$ and $R^2 = 0.9267$, demonstrating a very strong positive relationship between increasing salinity and rising pH. The ESP32-based monitoring system was shown to accurately and economically detect and record the dynamics of seawater pH during the evaporation process.

***Keywords**: pH monitoring, pH-4502C sensor, ESP32, evaporation, Pearson correlation.*

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR ..... **i**
ABSTRAK ..... **ii**
ABSTRACT ..... **iii**
DAFTAR ISI ..... **iv**
DAFTAR GAMBAR ..... **vi**
DAFTAR TABEL ..... **vii**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 4
1.4 Manfaat Penelitian 4
1.5 Batasan Masalah 4
1.6 Sistematika Penulisan 5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **6**
2.1 Konsep Dasar Sensor 6
2.2 Sensor pH-4502C 6
2.3 Mikrokontroler ESP32 7
2.4 Proses Garam 7
2.5 Proses Evaporasi 8
2.6 Korelasi Pearson 9
2.7 Penelitian Terdahulu 11
BAB III METODE PENELITIAN **15**
3.1 Lokasi Penelitian 15
3.2 Jenis Penelitian 15
3.3 Jenis Data 16
3.4 Metode Pengumpulan Data 16
3.5 Prosedur Penelitian 17
3.6 Alat Dan Bahan 17
3.6.1 Wadah Rumah Kaca 17
3.6.2 ESP 32 19
3.6.3 Sensor pH-4502C 20

3.6.4 Modul SD Card 21
3.6.5 RTC DS3231 21
3.6.6 Kabel Jumper 22
3.7 Sistematika Diagram Alat 23
3.8 Diagram Alir 24
3.9 Jadwal Penelitian 25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 26
4.1 Kondisi Awal Sampel Sebelum Pengukuran 26
4.2 Hasil Perancangan 26
4.3 Hasil Perancangan Sistem Monitoring pH 28
4.4 Hasil Kalibrasi Sensor pH-4502C 29
4.5 Hasil Pengambilan Data Sensor pH-4502C 31
4.6 Analisis Korelasi pH dan Salinitas dalam Proses Evaporasi Terhadap Mutu Kristal Garam 34
4.7 Pengaruh pH terhadap Standar Mutu Garam 38
4.8 Kinerja Sensor dan Sistem Monitoring 39
4.9 Pembahasan Umum 40
4.10 Analisis Stabilitas Pembacaan 40
4.11 Kelebihan dan Kekurangan Sistem 40
4.12 Implikasi terhadap Proses Produksi Garam 41
BAB V PENUTUP 42
5.1 Kesimpulan 42
5.2 Saran 42
DAFTAR PUSTAKA 44
LAMPIRAN 48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Lokasi penelitian 15
Gambar 3.2 Wadah rumah kaca 18
Gambar 3.3 ESP 32 19
Gambar 3.4 Sensor pH-4502C 20
Gambar 3.5 Modul SD Card 21
Gambar 3.6 RTC DS3231 22
Gambar 3.7 Kabel Jumper 23
Gambar 3.8 Perancangan Rangkaian Sensor 23
Gambar 3.9 Diagram alir 24
Gambar 3.10 Time schedule penelitian 25
Gambar 4.1 Kondisi Nilai pH Awal Sebelum Proses Evaporasi 26
Gambar 4.2 Rancangan Sensor pH-4502C 27
Gambar 4.3 Hasil Pengujian Alat dengan Software Arduino IDE 28
Gambar 4.4 Pengambilan Data di Lapangan Menggunakan Sensor pH-4502C dan Alat Manual *Digital Water Quality Tester* model EZ-9909 29
Gambar 4.5 Kalibrasi Sensor pH-4502C menggunakan larutan pH *buffer powder* 30
Gambar 4.6 Kondisi Sensor dan *Prototype* Rumah Garam Dari Tampak Atas dan Tampak Samping 33

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tinjauan Pustaka Penelitian 12
Tabel 4.1 Pembacaan Sensor pH-4502C dan Alat Multimeter *Digital Water Quality Tester* 30
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Data Pada Tanggal 22 Hingga 26 April 2026 32
Tabel 4.3 Rekap Hasil Pengambilan Data Minimal, Maksimal, dan Rata-rata 34
Tabel 4.4 Data Pengukuran pH dan Salinitas 35
Tabel 4.5 Analisis Statistik Korelasi pH dan Salinitas 35
Tabel 4.6 Analisis Korelasi Metode Pearson 36

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kalimantan Barat yang memiliki garis pantai panjang dan potensi sumber daya air laut yang besar, namun belum berkembang sebagai sentra utama produksi garam rakyat seperti Jawa dan Nusa Tenggara. Beberapa studi menunjukkan bahwa wilayah utara khatulistiwa Kalimantan Barat, khususnya Kabupaten Sambas, sebenarnya mempunyai salinitas dan karakteristik tanah yang layak untuk tambak garam, tetapi terkendala faktor curah hujan tinggi sehingga membutuhkan inovasi teknologi seperti rumah prisma atau rumah garam untuk menstabilkan proses evaporasi. Situasi ini menegaskan perlunya pengembangan teknologi monitoring dan kontrol proses penguapan air laut agar potensi garam di Kalimantan Barat dapat dimanfaatkan secara lebih optimal dan berkelanjutan.

Pulau Lemukutan, yang terletak di Kabupaten Bengkayang dan termasuk kawasan perairan Selat Karimata, dengan titik koordinat geografis Pulau Lemukutan berada sekitar 0,75944 LU dan 108,71333 BT. Tempat ini dipilih sebagai lokasi penelitian karena merupakan wilayah pesisir dengan perairan laut dangkal yang langsung berhadapan dengan Laut Cina Selatan dan Laut Jawa. Perairan di sekitar Pulau Lemukutan memiliki karakter oseanografi yang dipengaruhi sirkulasi arus pasang surut dan sistem angin monsun, yang menyebabkan variasi parameter lingkungan seperti salinitas, suhu, dan pH sepanjang musim. Kondisi ini menjadikan Pulau Lemukutan sebagai laboratorium alam yang menarik untuk mengkaji proses evaporasi air laut dan perubahan pH pada tahap-tahap pembentukan garam secara terukur[1].

Pulau Lemukutan memiliki kualitas perairan yang relatif baik. Wilayah perairannya yang dangkal, keberadaan terumbu karang, serta variasi arus dan kualitas air memberikan indikasi bahwa area ini juga berpotensi dikembangkan untuk kegiatan pemanfaatan air laut lainnya, termasuk percobaan atau pengembangan teknologi pembuatan garam skala kecil. Kombinasi antara potensi sumber daya laut, dinamika parameter kualitas air, dan belum banyaknya kajian spesifik tentang proses

evaporasi garam di kawasan ini menjadi alasan kuat untuk melakukan penelitian pengendalian pH pada proses pembuatan garam di Pulau Lemukutan[2].

Beberapa tahun terakhir, berbagai penelitian teknologi garam di Indonesia telah banyak dilakukan. Salah satunya adalah penerapan sistem rumah garam model rumah prisma yang digunakan untuk mengatasi keterbatasan cuaca dan meningkatkan efisiensi penguapan air laut[3][4][5]. Penerapan teknologi monitoring kualitas air telah banyak dikembangkan untuk mendukung efisiensi pengamatan parameter lingkungan perairan. Dzulfikar dan Masitoh (2024) mengembangkan alat monitoring kualitas air berbasis Internet of Things (IoT) pada pemeliharaan ikan gurami Padang dengan parameter suhu, salinitas, dan pH. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa sistem mampu menampilkan data kualitas air secara baik dan akurat melalui media web, sehingga dapat mengurangi ketergantungan terhadap pengamatan manual serta membuktikan bahwa integrasi sensor dan komunikasi data jarak jauh layak diterapkan pada sistem monitoring perairan[6].

Penelitian terkait teknologi pH dalam proses pembuatan garam sendiri mulai berkembang melalui pemanfaatan sensor pH seperti pH-4502C yang diintegrasikan dengan mikrokontroler untuk memantau keasaman atau kebasaan air laut selama proses penguapan[7]. Beberapa studi pada tambak garam menunjukkan bahwa pengendalian parameter kimia seperti salinitas dan pH dapat meningkatkan kualitas dan kemurnian garam, serta membantu petambak menyesuaikan pengisian dan pengeringan meja kristalisasi secara lebih presisi[8]. Namun, penerapan sistem monitoring pH yang terfokus pada tahapan evaporasi dan kristalisasi garam di wilayah dengan karakter oseanografi khas seperti Pulau Lemukutan masih sangat terbatas, sehingga penelitian ini penting untuk mengisi kekosongan tersebut dan menguji sejauh mana pemantauan pH dapat dioptimalkan sebagai alat kontrol mutu proses pembuatan garam di kawasan pesisir Kalimantan Barat.

Penelitian tentang monitoring parameter menggunakan sensor pH-4502C telah banyak dilakukan pada berbagai aplikasi seperti akuakultur, pengolahan air limbah, dan budidaya perikanan, namun penelitian yang spesifik membahas aplikasi pH-4502C untuk monitoring dan kontrol proses evaporasi pembuatan garam, khususnya di wilayah Kalimantan Barat, masih sangat terbatas. Sebagian

besar penelitian terdahulu lebih fokus pada aspek monitoring kualitas air tambak udang, toren air tawar, atau sistem pemantauan untuk kolam ikan, dengan penekanan pada kalibrasi sensor di lingkungan netral hingga sedikit asam.

Penelitian yang masih kurang juga teridentifikasi pada belum adanya kajian komprehensif yang mengintegrasikan data pH dengan tahapan proses evaporasi garam untuk menghasilkan rekomendasi operasional yang aplikatif pada proses kristalisasi garam, termasuk pengaruh fluktuasi pH terhadap kemurnian NaCl dan mutu fisik garam. Kekosongan ini menghambat penyusunan rekomendasi teknis yang aplikatif bagi petambak garam lokal di Kalimantan Barat. Selain itu, penelitian-penelitian sebelumnya umumnya dilakukan di wilayah dengan karakteristik geografis dan iklim yang berbeda dengan kondisi kepulauan tropis seperti Lemukutan, sehingga perlu dilakukan kajian terkait yang sesuai dengan dinamika oseanografi lokal yang memengaruhi keasaman air laut.

Pengukuran pH selama proses produksi garam penting karena pH memengaruhi kelarutan ion-ion terlarut dan urutan presipitasi mineral saat evaporasi. Perubahan pH dapat meningkatkan presipitasi ion pengotor seperti Ca^{2+}, Mg^{2+}, dan SO_4^{2-} bersama NaCl, sehingga menurunkan kemurnian dan mutu fisik produk akhir. Pemantauan pH secara kontinu memungkinkan identifikasi fluktuasi akibat curah hujan, limpasan darat, atau proses biokimiawi, serta mendukung intervensi operasional untuk meminimalkan pengotor dan memperbaiki kualitas kristal. Penelitian ini juga akan mengisi kekosongan literatur mengenai nilai ambang batas pH optimal untuk setiap tahapan proses evaporasi garam di wilayah pesisir Kalimantan Barat, seperti saat pengisian kolam hingga pengeringan akhir. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah sekaligus solusi praktis untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas garam rakyat melalui penerapan teknologi monitoring berbasis sensor pH-4502C dan mikrokontroler yang ekonomis, mudah dioperasikan, dan sesuai dengan kondisi sosial-ekonomi masyarakat di Lemukutan[9].

1.2 Rumusan masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem pemantauan pH air menggunakan sensor pH-4502C?

2. Bagaimana tingkat akurasi pembacaan pH oleh sensor pH-4502C?

1.3 Tujuan penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang perangkat keras sistem pemantauan pH air menggunakan sensor pH-4502C yang terintegrasi dengan mikrokontroler ESP32 pada proses pembuatan garam.
2. Menguji dan menganalisis kinerja sensor pH-4502C dalam mengukur pH air

1.4 Manfaat penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan efisiensi dan kualitas produksi garam melalui pengendalian pH yang lebih baik.
2. Memberikan solusi sistem pemantauan pH air berbasis sensor dan mikrokontroler yang mampu mencatat data secara otomatis selama proses evaporasi.

1.5 Batasan Masalah

Berikut ini merupakan Batasan-batasan yang diterapkan agar penelitian yang di lakukan bisa berfokus dalam memenuhi tujuanya, yaitu :

1. Penelitian difokuskan pada pemantauan tingkat pH air selama proses penguapan pada skala laboratorium yang merepresentasikan tahap evaporasi pembuatan garam.
2. Parameter yang diukur hanya pH air menggunakan sensor pH-4502C yang dikonfigurasi sebagai sensor pH, parameter lain seperti suhu dan kekeruhan tidak diteliti kecuali salinitas yang menggunakan *salinity meter* karena sebagai data pendukung korelasi.
3. Sistem yang dikembangkan dibatasi pada pembacaan sensor pH4502C oleh mikrokontroler ESP32 dan penyimpanan data ke media penyimpanan (misalnya modul SD Card), tanpa pengiriman data melalui jaringan internet.
4. Uji coba sistem dilakukan di Laboratorium Teknik Kelautan dengan kondisi simulasi kadar pH yang disesuaikan dengan rentang proses pembuatan garam menggunakan air yang di ambil dari pesisir pulau lemukutan.

5. Penelitian ini tidak mencakup keseluruhan rantai produksi garam, tetapi hanya meninjau tahap penguapan atau kristalisasi yang dipengaruhi oleh pH air.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bab I Pendahuluan

Bab ini berisikan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian,batasan penelitian dan sistematika penulisan.