

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PERANCANGAN DAN PENGUJIAN SISTEM PENGUKURAN KINERJA POMPA AIR SENTRIFUGAL BERBASIS MIKROKONTROLER ESP32

NABIEL MAULANA YUSRI



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK PERTANIAN DAN BIOSISTEM
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Perancangan dan Pengujian Sistem Pengukuran Kinerja Pompa Air Sentrifugal Berbasis Mikrokontroler ESP32” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2026

Nabiel Maulana Yusri
F1401221125



ABSTRAK

NABIEL MAULANA YUSRI. Perancangan dan Pengujian Sistem Pengukuran Kinerja Pompa Air Sentrifugal Berbasis Mikrokontroler ESP32. Dibimbing oleh I DEWA MADE SUBRATA dan WAWAN HERMAWAN

Pemantauan kinerja pompa irigasi penting untuk mengevaluasi kinerja operasional dan pengelolaan energi. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pemantauan pompa air sentrifugal berbasis Mikrokontroler ESP32 untuk mengukur tekanan dorong, tekanan hisap, debit, torsi, dan kecepatan putar. Sistem diuji pada 18 kombinasi kecepatan putar pompa dan bukaan katup. Data kemudian dievaluasi melalui analisis stabilitas, validasi terhadap pengukuran manual, dan analisis efisiensi energi. Nilai rata-rata berada pada rentang 0,265–2,141 mH₂O untuk head dorong; -0,224 hingga -0,520 mH₂O untuk head hisap; 0,040–0,108 m³/menit untuk debit; 2,163–8,987 Nm untuk torsi; dan 1.825–3.075 RPM untuk kecepatan putar. Hasil pengukuran tekanan dorong, tekanan hisap, dan debit menghasilkan nilai coefficient of variation (CV) yang tinggi, masing-masing pada rentang 0,98–191,24%; 19,04–94,05%; dan 13,60–106,05%. Hasil validasi menunjukkan R² berada pada rentang 0,9808–1,000. Nilai efisiensi berada pada rentang 0,931–1,939% dengan nilai tertinggi didapat pada kecepatan putar 1830 RPM. Nilai tersebut relatif sangat kecil untuk pompa sentrifugal dan mengindikasikan keterbatasan sistem pengujian dan kondisi pengujian. Pengembangan selanjutnya dapat diterapkan pada berbagai pompa dan kondisi operasi yang beragam. Sistem ini berpotensi mendukung pemantauan kinerja pompa irigasi secara terpadu.

Kata kunci: akuisisi data, efisiensi pompa, ESP32, pompa sentrifugal, sistem pemantauan



ABSTRACT

NABIEL MAULANA YUSRI. Design and Testing of an ESP32 Microcontroller-Based Centrifugal Water Pump Performance Measurement System. Supervised by I DEWA MADE SUBRATA and WAWAN HERMAWAN.

Monitoring irrigation pump performance is essential for evaluating operational performance and energy management. This study aimed to develop an automatic ESP32 Microcontroller-based monitoring system to measure discharge pressure, suction pressure, flow rate, torque, and rotational speed. The system was tested under 18 combinations of *pump rotational speed* and valve-opening conditions. Data were evaluated through stability analysis, validation against conventional measurements, and energy efficiency analysis. Mean values ranged from 0,265–2,141 mH₂O for discharge head; –0,224 to –0,520 mH₂O for suction head; 0,040–0,108 m³/min for flow rate; 2,163–8,987 Nm for torque; and 1,825–3,075 RPM for rotational speed. The coefficient of variation ranged from 0,98–191,21%, 19,04–94,05%, 13,60–106,05%, 1,98–17,27%, and 0,03–0,06% respectively. Validation resulted in R² values ranged from 0,9808–1,000. Pump efficiency ranged in 0,931–1,939%, with the highest pump efficiency obtained at a rotational speed of 1830 RPM, which is very low for a centrifugal pump and indicates limitations in the experimental system and testing conditions. Further development should involve multiple pumps and diverse operating conditions. This system has potential for integrated irrigation pump performance monitoring.

Keywords: centrifugal pump, data acquisition, ESP 32, monitoring system, pump efficiency



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

PERANCANGAN DAN PENGUJIAN SISTEM PENGUKURAN KINERJA POMPA AIR SENTRIFUGAL BERBASIS MIKROKONTROLER ESP32

NABIEL MAULANA YUSRI

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem

**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK PERTANIAN DAN BIOSISTEM
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:
1 Dr. Muhamad Yulianto, ST. M.T



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Judul Skripsi : Perancangan dan Pengujian Sistem Pengukuran Kinerja Pompa
Air Berbasis Mikrokontroler ESP32

Nama : Nabiel Maulana Yusri

NIM : F1401221125

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Dr. Ir. I Dewa Made Subrata, M. Agr

NIP. 19620803 198703 1 002



Pembimbing 2:

Prof. Dr. Ir. Wawan Hermawan, M.S.

NIP. 19630329 1989703 1 018



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Prof. Dr. Ir. Edy Hartulistiyoso, M.Sc. Agr

NIP. 19630425 198903 1 001

Tanggal Ujian:
21 Agustus 2026

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Februari 2026 sampai bulan Juli 2026 ini ialah “Perancangan dan Pengujian Sistem Pengukuran Kinerja Pompa Air Berbasis Mikrokontroler ESP32”. Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa kelancaran penyusunannya tidak lain berkat dukungan, bantuan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. I Dewa Made Subrata dan Prof. Dr. Ir. Wawan Hermawan, M.S. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan saran selama proses penelitian serta penyusunan skripsi.
2. Dr. Muhamad Yulianto, ST. M.T selaku dosen penguji atas saran dan masukan yang diberikan untuk perbaikan skripsi ini.
3. Seluruh dosen dan staf Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknik dan Teknologi, Institut Pertanian Bogor atas ilmu dan bantuan yang diberikan selama masa studi.
4. Teknisi Alat Mesin dan Prasarana Pertanian (LAMPP) atas bantuan teknis selama perancangan, fabrikasi, dan pengambilan data penelitian.
5. Kedua orang tua serta seluruh keluarga atas doa, dukungan, nasihat, dan kasih sayang yang tidak pernah putus.
6. Teman satu bimbingan serta teman seangkatan Program Studi Sarjana Teknik Pertanian dan Biosistem atas dukungan dan bantuan selama penelitian berlangsung.
7. M.Fakhri Erman selaku teman sejawat penulis yang menjadi teman penulis dikala perkuliahan selama 4 tahun perkuliahan.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2026

Nabiel Maulana Yusri

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	x
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Ruang Lingkup	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Sistem Perpompaan	4
2.2 Efisiensi dan Kinerja Pompa	5
2.3 Sistem Pengukuran Kinerja Pompa	5
2.4 Sistem Pengukuran Kinerja Pompa	6
2.5 Mikrokontroler ESP32	7
2.6 Sensor dan Sistem Akuisisi Data	8
III METODE	10
3.1 Waktu dan Tempat	10
3.2 Alat dan Bahan	10
3.3 Prosedur Penelitian	11
3.4 Kriteria Desain	12
3.5 Konsep Desain Perangkat Uji Kinerja Pompa	13
3.6 Identifikasi Spesifikasi Alat	18
3.7 Pengujian Alat	19
3.8 Analisis Data	20
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Implementasi Sistem Instrumentasi	23
4.2 Pengujian Fungsi Sistem	27
4.3 Analisis Stabilitas Hasil Pengukuran	28
4.4 Validasi Hasil Pengukuran Sensor	34
4.5 Analisis Karakteristik Kinerja Pompa	41
4.6 Kurva Karakteristik Pompa	47
V KESIMPULAN DAN SARAN	53
5.1 Kesimpulan	53
5.2 Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	56
DAFTAR LAMPIRAN	65
RIWAYAT HIDUP	79

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR TABEL

1	Spesifikasi utama alat dan komponen pendukung	18
2	Spesifikasi sensor	19
3	Hasil analisis stabilitas	29
4	Perbandingan hasil pengukuran head dorong prediksi dan aktual	35
5	Perbandingan hasil pengukuran head hisap prediksi dan aktual	37
6	Perbandingan hasil pengukuran debit prediksi dan aktual	38
7	Perbandingan hasil pengukuran kecepatan putar prediksi dan aktual	40
8	Hasil pengukuran parameter performa pompa	42

DAFTAR GAMBAR

1	Diagram alir penelitian	11
2	Rancangan sistem pengujian kinerja pompa air	14
3	Desain <i>wiring diagram</i>	16
4	Tampilan dashboard pemantauan kinerja pompa	16
5	Arsitektur sistem akuisisi data	17
6	Hasil fabrikasi instalasi pengujian pompa sentrifugal	23
7	Hasil implementasi sensor	24
8	Hasil implementasi panel kontrol	26
9	Grafik hubungan hasil pengukuran head dorong prediksi dan aktual	36
10	Grafik hubungan hasil pengukuran head hisap prediksi dan aktual	38
11	Grafik hubungan hasil pengukuran debit prediksi dan aktual	39
12	Grafik hubungan hasil pengukuran kecepatan putar prediksi dan aktual	41
13	Grafik hubungan antara pengukuran daya poros prediksi dan aktual	45
14	Hubungan <i>head</i> total terhadap debit	48
15	Hubungan daya poros terhadap debit	49
16	Hubungan efisiensi pompa terhadap debit	50

DAFTAR LAMPIRAN

1	Data Hasil Pengukuran	65
2	Hasil Koding Program Arduino IDE	71
3	Hasil Koding Pembuatan <i>Dashboard</i> UI	74
4	Dokumentasi Proses Pengujian	78