

**SISTEM MONITORING KELAYAKAN OLAH TANAH  
SAWAH MENGGUNAKAN TEKNOLOGI IOT  
BERBASIS METODE *FORWARD CHAINING***

**TESIS**

**Oleh**

**I GEDE PANDY SASTRAWAN**

**NIM 1829101015**



**UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA**

**PASCASARJANA**

**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU KOMPUTER**

**OKTOBER 2021**

**SISTEM MONITORING KELAYAKAN OLAH TANAH  
SAWAH MENGGUNAKAN TEKNOLOGI IOT  
BERBASIS METODE *FORWARD CHAINING***

**TESIS**

**Oleh**

**I GEDE PANDY SASTRAWAN**

**NIM 1829101015**



**UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA**

**PROGRAM PASCASARJANA**

**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU KOMPUTER**

**OKTOBER 2021**



**SISTEM MONITORING KELAYAKAN OLAH TANAH  
SAWAH MENGGUNAKAN TEKNOLOGI IOT  
BERBASIS METODE *FORWARD CHAINING***

**TESIS**

**Diajukan kepada Universitas Pendidikan Ganesha untuk  
Memenuhi Sebagian Persyaratan Memperoleh Gelar  
Magister Komputer di Program Studi Ilmu Komputer**



**Oleh**

**I GEDE PANDY SASTRAWAN**

**NIM 1829101015**


**PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER  
PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA  
OKTOBER 2021**

## LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tesis oleh I Gede Pandy Sastrawan ini telah diperiksa dan disetujui untuk untuk memperoleh gelar Magister Komputer di Program Studi Magister Ilmu Komputer, Program Pascasarjana, Universitas Pendidikan Ganesha.

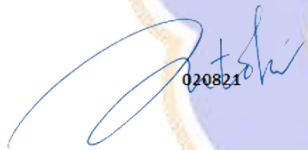
Singaraja, 13 Agustus 2021

Pembimbing I



Dr. I Gede Aris Gunadi, S.Si., M.Kom.  
NIP. 19770318 200812 1 004

Pembimbing II

  
020821

Kadek Yota Ernanda, S.Kom., M.T., Ph.D.  
NIP. 19780324 200501 1 001





## LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN PENGUJI


Tesis oleh I Gede Pandy Sastrawan ini telah dipertahankan di depan tim penguji dan dinyatakan diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Magister Komputer di Program Studi Magister Ilmu Komputer, Program Pascasarjana, Universitas Pendidikan Ganesha.

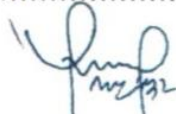
Disetujui pada tanggal: 12 Agustus 2021


Oleh Tim Penguji

.....Ketua  Dr. Gede Indrawan, S.T., M.T.  
NIP. 19760102 200312 1 001

.....Anggota  Prof. Dr. I Made Candiasa, MI. Kom.  
NIP. 196012311986011004

.....Anggota  Dr. Drs. I Nyoman Sukajaya, M.T.  
NIP. 19671115 199303 1 001

.....Anggota  Dr. I Gede Aris Gunadi, S.Si., M.Kom.  
NIP. 19770318 200812 1 004

.....Anggota  Kadek Yota Ernanda, S.Kom., M.T.,  
Ph.D.  
NIP. 19780324 200501 1 001



Mengetahui Direktur

Program Pascasarjana Undiksha

  
Prof. Dr. I Gusti Putu Suharta, M.Si.

NIP. 19621215 198803 1 002

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis yang saya susun sebagai syarat untuk memperoleh gelar Magister Komputer dari Pascasarjana Universitas Pendidikan Ganesha seluruhnya merupakan hasil karya saya sendiri. Bagian-bagian tertentu dalam penulisan tesis yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas dan sesuai dengan norma, kaidah, serta etika akademis.

Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau Sebagian tesis ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiat dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya sandang dan sanksi-sanksi lainnya sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku di wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia.

Singaraja, 13 Agustus 2021

Yang memberi pernyataan,



I Gede Pandy Sastrawan



## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadapan Tuhan Yang Maha Esa atas anugrah-Nya, sehingga tesis yang berjudul “*Sistem Monitoring Kelayakan Olah Tanah Sawah Menggunakan Teknologi IoT Berbasis Metode Forward Chaining*” dapat diselesaikan sesuai dengan yang direncanakan.

Tesis ini ditulis untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan studi di Program Pascasarjana Universitas Pendidikan Ganesha, Program Studi Ilmu Komputer. Kerja keras bukan satu-satunya jaminan dalam terselesaikannya tesis ini, tetapi uluran tangan dari berbagai pihak, baik secara material maupun nonmaterial, telah menjadi energi tersendiri, sehingga tesis ini dapat terwujud walaupun masih banyak terdapat kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Oleh sebab itu, pada kesempatan kali ini, izinkan penulis menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada.

- 1) Dr. I Gede Aris Gunadi, S.Si., M.Kom, sebagai pembimbing I yang telah dengan sabar memberikan bimbingan, mengarahkan, dan memberikan motivasi yang sangat bermanfaat dan membantu penulis, sehingga penulis mampu melewati berbagai kesulitan dalam penyusunan tesis ini.
- 2) Kadek Yota Ernanda Aryanto, S.Kom., M.T., Ph.D, sebagai pembimbing II, yang dengan sabar dan disiplin memotivasi dan mengarahkan penulis dalam penyusunan tesis ini, sehingga tesis ini dapat terwujud dengan baik sesuai harapan.



- 3) Bapak Rektor Universitas Pendidikan Ganesha, yang telah memberikan bantuan secara moral dan memfasilitasi berbagai kepentingan studi, selama penulis menempuh studi di Program Pascasarjana Undiksha.
- 4) Bapak Direktur Program Pascasarjana Undiksha dan staf, yang telah banyak membantu selama penulis mengikuti studi dan menyelesaikan penulisan tesis ini.
- 5) Bapak Ketua Program Studi Ilmu Komputer dan staf dosen pengajar yang telah banyak membantu dan memotivasi penulis selama masa studi dan dalam penulisan tesis ini.
- 6) Bapak I Made Astawa, yang telah membantu penulis dalam akses pengumpulan data dalam penulisan tesis ini.
- 7) Rekan-rekan seangkatan di Program Studi Ilmu Komputer yang dengan ciri khasnya masing-masing dalam memotivasi penulis dan telah banyak berkontribusi dalam penyusunan tesis selama ini.
- 8) Kedua orang tua penulis, yang telah banyak membantu secara material dan moral selama perjalanan studi yang penulis lakoni di Program Studi Ilmu Komputer, Program Pascasarjana Universitas Pendidikan Ganesha.

Semoga semua bantuan yang telah beliau berikan dalam perjalanan studi penulis, terbagikan dengan sepentasnya oleh Tuhan Yang Maha Esa, sehingga beliau diberi jalan, rejeki, dan keharmonisan dalam menjalani setiap kehidupan.

Penulis menyadari bahwa tesis ini belum dapat dikategorikan sempurna. Namun, terlepas dari semua predikat tersebut, yang jelas, kehadirannya dalam kontribusi masyarakat akademis akan ikut serta memberikan sebuah warna bagi

pembangunan dunia Pendidikan walau hanya setitik. Mudah-mudahan tesis ini bermanfaat bagi masyarakat akademisi, maupun yang nonakademisi untuk kedepan yang lebih baik.

Singaraja, 13 Agustus 2021



I Gede Pandy Sastrawan



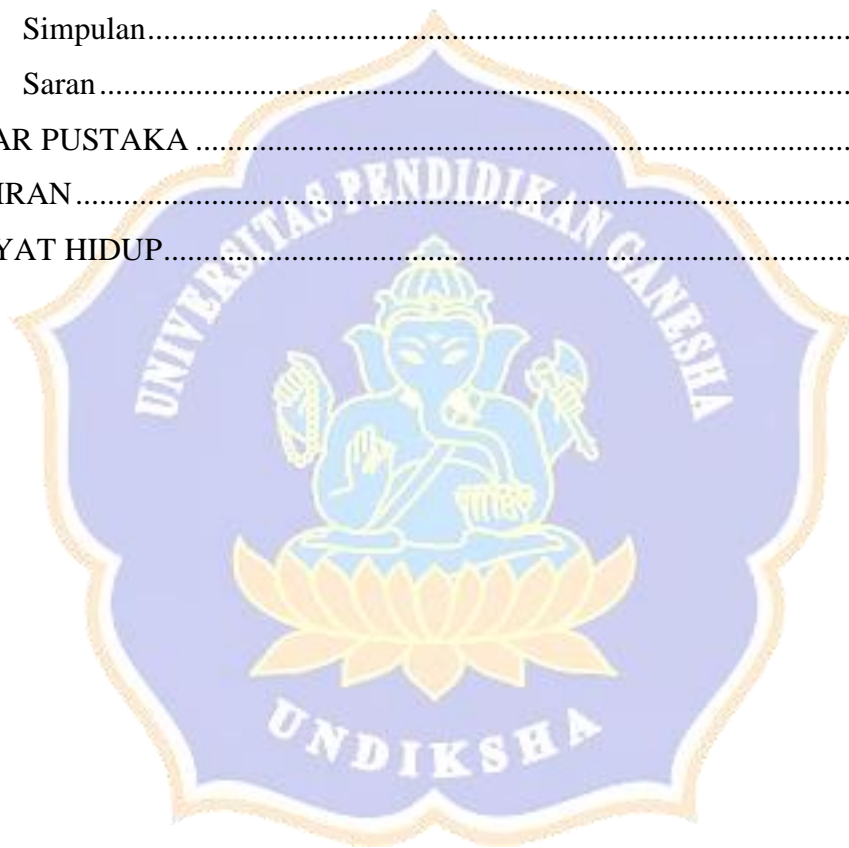
## DAFTAR ISI

(halaman)

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING .....	v
LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN PENGUJI .....	vi
LEMBAR PERNYATAAN .....	vii
PRAKATA .....	viii
ABSTRAK .....	xi
ABSTRACT .....	xii
DAFTAR ISI .....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xvi
DAFTAR GAMBAR .....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xix
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang Penelitian .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	4
1.3 Pembatasan Masalah .....	5
1.4 Rumusan Masalah .....	6
1.5 Tujuan Penelitian .....	6
1.6 Manfaat Penelitian .....	7
BAB II KAJIAN PUSTAKA .....	8
2.1 Deskripsi Teori .....	8
2.2 Sistem Pertanian di Bali .....	8
2.2.1 Irigasi .....	9
2.2.2 Subak .....	11
2.2.3 Temuku .....	14
2.3 Metode <i>forward chaining</i> .....	16
2.4 <i>Internet of Things (IoT)</i> .....	20
2.5 Pengontrol Mikro IoT dalam Pertanian .....	22
2.5.1 NodeMCU .....	23
2.5.2 Sensor Ultrasonik HC-SR04 .....	24

2.5.3	<i>Soil Moisture Sensor</i> .....	25
2.5.4	DS18B20 Sensor .....	26
2.5.5	Esp8266.....	27
2.5.6	<i>Solar cell</i> .....	28
2.5.7	<i>Solar panel controller</i> .....	30
2.6	Penentuan Kelayakan Sistem .....	31
2.7	Kajian Hasil Penelitian yang Relevan .....	32
2.8	Kerangka Konsep .....	35
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....		38
3.1	Rancangan Penelitian .....	38
3.1.1	Pengembangan <i>Rule</i> .....	40
3.1.2	Pengembangan sistem .....	44
3.2	Pengujian Sistem .....	46
3.2.1	Pengujian sistem di laboratorium.....	46
3.2.2	Pengujian sistem di lahan persawahan .....	47
3.3	Disain Sistem.....	49
3.3.1	<i>Flowchart</i> .....	49
3.3.2	<i>Blok diagram</i> .....	52
3.3.3	Skematik.....	53
3.3.4	Rangkaian sistem .....	54
3.3.5	Disain 2D sistem .....	54
3.3.6	Alat dan bahan.....	59
3.3.7	Desain <i>interface</i> .....	60
3.4	Metode Pengumpulan Data .....	62
3.4.1	Data primer.....	63
3.4.2	Data sekunder.....	64
3.5	Metode Analisis Data .....	65
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b> .....		69
4.1	Hasil Pengujian Sistem di Laboratorium.....	69
4.1.1	Data Pengujian Sistem di Laboratorium .....	69
4.1.2	Hasil Pengujian Sistem di Laboratorium .....	72

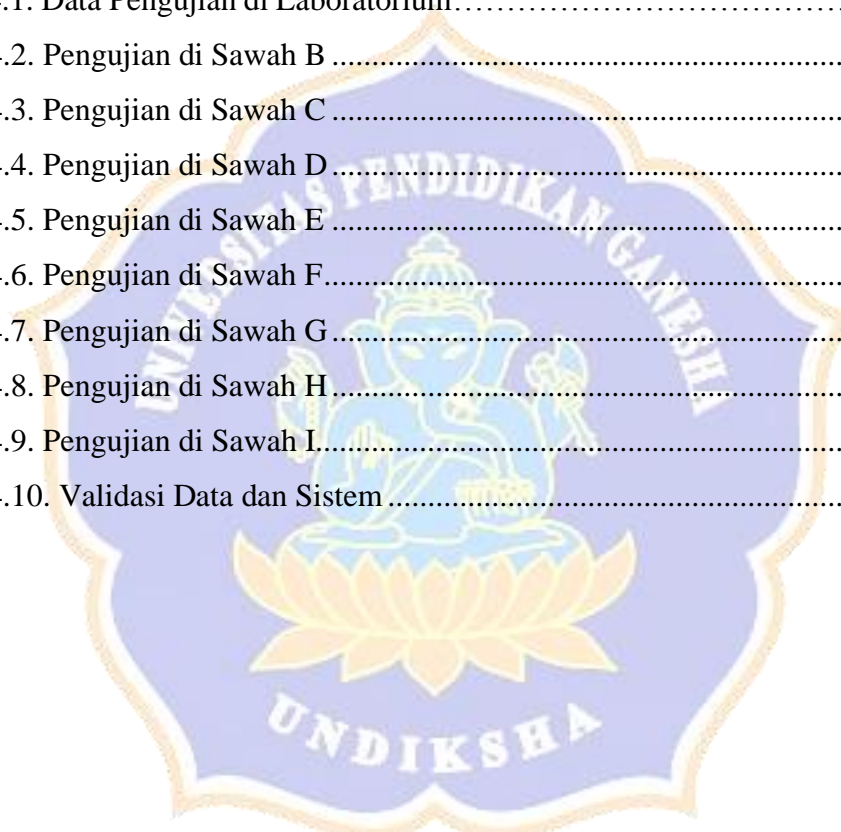
4.2	Hasil Pengujian Sistem di Lapangan.....	72
4.2.1	Hasil Pengujian Sistem di Lapangan.....	84
4.3	Pembahasan .....	86
4.3.1	Analisis Penalaran <i>Rule</i> pada Sistem.....	86
4.3.2	Analisis Rasional Petani Terhadap Sistem.....	87
4.4	Validasi Sistem.....	87
BAB V PENUTUP.....		92
5.1	Rangkuman.....	92
5.2	Simpulan.....	93
5.3	Saran .....	94
DAFTAR PUSTAKA .....		95
LAMPIRAN .....		98
RIWAYAT HIDUP.....		162



## DAFTAR TABEL

(halaman)

Tabel 2.1. Jumlah Subak di Bali pada Tahun 2017.....	13
Tabel 2.2. Kategori Kelayakan Sistem.....	31
Tabel 3.1. Penentuan Kategori Kondisi Kelembaban Tanah.....	44
Tabel 3.2. Daftar Alat dan Bahan.....	59
Tabel 3.3. Daftar Komponen Sistem.....	60
Tabel 4.1. Data Pengujian di Laboratorium.....	70
Tabel 4.2. Pengujian di Sawah B.....	73
Tabel 4.3. Pengujian di Sawah C.....	74
Tabel 4.4. Pengujian di Sawah D.....	76
Tabel 4.5. Pengujian di Sawah E.....	77
Tabel 4.6. Pengujian di Sawah F.....	79
Tabel 4.7. Pengujian di Sawah G.....	80
Tabel 4.8. Pengujian di Sawah H.....	81
Tabel 4.9. Pengujian di Sawah I.....	83
Tabel 4.10. Validasi Data dan Sistem.....	89





## DAFTAR GAMBAR

	<i>(halaman)</i>
Gambar 2.1. Irigasi.....	10
Gambar 2.2. Subak.....	14
Gambar 2.3. Temuku.....	15
Gambar 2.4. Arsitektur Sistem Pakar.....	16
Gambar 2.5. Inferensi Forward Chaining .....	19
Gambar 2.6. Konsep IoT.....	21
Gambar 2.7. Mikrokontroler .....	23
Gambar 2.8. NodeMCU .....	24
Gambar 2.9. Sensor Ultrasonik HC-SR04 .....	25
Gambar 2.10. Soil Moisture Sensor .....	26
Gambar 2.11. DS18B20 Sensor .....	27
Gambar 2.12. Modul ESP8266 .....	28
Gambar 2.13. Panel Surya.....	30
Gambar 2.14. Solar Panel Controller .....	31
Gambar 3.1. Alur Kerja Sistem.....	38
Gambar 3.2. Bagan Pengembangan Rule dan Sistem .....	40
Gambar 3.3. Pengujian di Laboratorium.....	47
Gambar 3.4. Set Data Pada Pengujian Laboratorium .....	47
Gambar 3.5. Tampilan Hasil Pembacaan Uji Laboratorium di Website.....	47
Gambar 3.6. Pengujian Sistem di Lapangan .....	48
Gambar 3.7. Sampling Kelembaban Tanah .....	48
Gambar 3.8. Tampilan Website Hasil Pengujian di Lapangan .....	49
Gambar 3.9. Flowchart Sistem.....	50
Gambar 3.10. Blok Diagram Sistem .....	52
Gambar 3.11. Skematik Sistem.....	53
Gambar 3.12. Rangkaian Sistem.....	54
Gambar 3.13. Tampilan Sistem 2D.....	55
Gambar 3.14. Disain 2D Sistem dengan Keterangan.....	56

Gambar 3.15. Ukuran Sistem.....	56
Gambar 3.16. Ukuran Battery dan Penyangga.....	57
Gambar 3.17. Ukuran Kotak Komponen Sistem .....	57
Gambar 3.18. Ukuran Panel Surya.....	57
Gambar 3.19. Ukuran Penyangga Panel Surya .....	58
Gambar 3.20. Ukuran Switch dan Charger Panel Controller.....	58
Gambar 3.21. Ilustrasi Penempatan Sistem di Lahan Persawahan .....	58
Gambar 3.22. Ilustrasi Penempatan Sistem di Sawah Tampak Samping .....	59
Gambar 3.23. Desain Interface Bagian Menu .....	61
Gambar 3.24. Disain Interface Bagian Processing.....	61
Gambar 3.25. Disain Interface Bagian Dashboard.....	62
Gambar 3.26. Alur Perhitungan Metode Forward Chaining.....	66
Gambar 3.27. Proses Perhitungan Forward Chaining Sistem.....	68
Gambar 4.1. Grafik Persentase Uji Lab Ketiga Sensor.....	69
Gambar 4.2. Grafik Data Sawah B.....	73
Gambar 4.3. Grafik Data Sawah C.....	75
Gambar 4.4. Grafik Data Sawah D .....	76
Gambar 4.5. Grafik Data Sawah E.....	78
Gambar 4.6. Grafik Data Sawah F.....	79
Gambar 4.7. Grafik Data Sawah G .....	80
Gambar 4.8. Grafik Data Sawah H .....	82
Gambar 4.9. Grafik Data Sawah I.....	83
Gambar 4.10. Lobang pada Irigasi Sawah .....	85

## DAFTAR LAMPIRAN

(halaman)

Lampiran 1. Hasil Wawancara dengan Petani .....	98
Lampiran 2. Hasil Wawancara dengan Penyuluh Pertanian .....	99
Lampiran 3. Foto Perakitan Hardware .....	100
Lampiran 4. Tampilan Alat .....	101
Lampiran 5. Tampilan Website Sistem .....	102
Lampiran 6. Ijin Penelitian .....	103
Lampiran 7. Tabel Dokumentasi Pengujian di Laboratorium .....	104
Lampiran 8. Tabel Data Pengujian di Laboratorium .....	106
Lampiran 9. Dokumentasi Pengujian di Sawah B .....	112
Lampiran 10. Dokumentasi Pengujian di Sawah C .....	113
Lampiran 11. Dokumentasi Pengujian di Sawah D .....	114
Lampiran 12. Dokumentasi Pengujian di Sawah E .....	115
Lampiran 13. Dokumentasi Pengujian di Sawah F .....	116
Lampiran 14. Dokumentasi Pengujian di Sawah G .....	117
Lampiran 15. Dokumentasi Pengujian di Sawah H .....	118
Lampiran 16. Dokumentasi Pengujian di Sawah I .....	119
Lampiran 17. Hasil Validasi dari Penyuluh Pertanian .....	120
Lampiran 18. Hasil Validasi dari Petani Inisial K .....	125
Lampiran 19. Hasil Validasi dari Petani Inisial J .....	130
Lampiran 20. Hasil Validasi dari Prajuru Subak Inisial D .....	135
Lampiran 21. Hasil Validasi dari Petani Inisial S .....	140
Lampiran 22. Hasil Validasi dari Petani Inisial SU .....	145
Lampiran 23. Data Sheet NodeMCU .....	150
Lampiran 24. Data Sheet Sensor Ultrasonik .....	153
Lampiran 25. Data Sheet Sensor Soil Moisture .....	156
Lampiran 26. Data Sheet Sensor DS18B20 .....	159