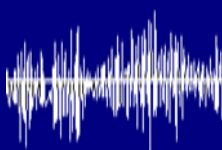
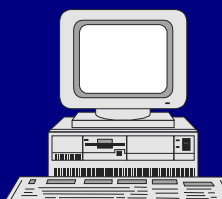
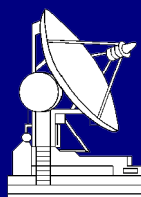
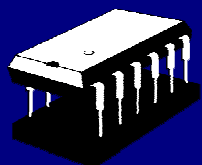


MAJALAH ILMIAH

TEKNOLOGI ELEKTRO

Vol. 19 No. 2 Juli- Desember 2020 P-ISSN:1693-2951 e-ISSN:2503-2372



Peningkatan Unjuk Kerja Pada Link Microwave Menggunakan Teknik Diversity Maximal Ratio Combining,
Debbi Irfan Mudhoep, Rukmi Sari Hartati, Yoga Divayana

Prototype Sistem Irigasi Subak berbasis Fuzzy Logic Menggunakan Wireless Sensor Network
I Wayan Kayun Wardana, I Made Oka Widyantara, NMAE Dewi Wirastuti

Audit Sistem Informasi Kesiman Kertalangu (SIKEKAL) Menggunakan COBIT 4.1
Made Dwi Mulyawan, Rukmi Sari Hartati, Yoga Divayana

Rancang Bangun Aplikasi Peringatan Dan Mitigasi Gempa Bumi Berbasis Mobile Hybrid
Purwania Ida Bagus Gede, Rukmi Sari Hartati, Yoga Divayana

Brain Tumor Segmentation Based on Magnetic Resonance Imaging Images Using the U-NET Method
Ida Bagus Leo Mahadya Suta, Made Sudarma, I Nyoman Satya Kumara

Penerapan Web Scraping Sebagai Media Pencarian dan Menyimpan Artikel Ilmiah Secara Otomatis Berdasarkan Keyword,
Veronica Ambassador Flores, Putri Agung Permatasari, Lie Jasa

Manajemen Jaringan Internet di Dinas Kesehatan Provinsi Bali Dengan Menggunakan Hierarchical Token Bucket,
I Gede Abi Yodita Utama, I Gusti Ngurah Agung Jaya Sasmita, Lie Jasa

Perancangan Sistem Penyedia File Sharing dengan Enkripsi URL menggunakan Algoritma Rijndael,
Adi Bhaskara1, Dewa Made Wiharta, Oka Saputra

Review Perkembangan PLTS di Provinsi Bali Menuju Target Kapasitas 108 MW Tahun 2025
A.A. Gede Ari Pawitra Putra, I.N.S. Kumara, W. G. Ariastina

The The Effect of Air gap to Performance Motor Brushless Direct Current 3 Phase Axial Fluks Double Stator
Bella Octavia Nurul Hidayah, Widnyono Hadi, Widya Cahyadi

Analisis Motor Brushless Direct Current Aksial Fluks 3 Fasa Menggunakan Magenet Permanen Neodymium Sebagai Prime
Mover Generator *Mayang Karlia Sari, Widnyono Hadi, Widya Cahyadi*

Analisis Penerapan Metode Scrum Pada Sistem Informasi Manajemen Proyek Dalam Industri & Organisasi Digital
Hisyam Rahmawan Suharno, Nyoman Gunantara, Made Sudarma

LANCAR Rancang Bangun Alat Sebagai Layanan Notifikasi Air conditioner Yang Rusak Pada Bagian Kompresor,
I Gede Agus Darmawan, Lie Jasa, Pratolo Rahardjo

The Analysis of the Effect and Reduction of Carrier Frequency Offset in Orthogonal Frequency Division Multiplexing
(OFDM) Multiple Input Multiple Output, *Willy Sucipto, I Nyoman Pramaita, NMAE Dewi Wirastuti*

Potensi Pemanfaatan Atap Tribun Stadion Kapten I Wayan Dipta Gianyar sebagai PLTS Rooftop,
Gallant Pradika, Ida Ayu Dwi Giriantari, I Nyoman Setiawan

Perancangan Penstock (Pipa Pesat) Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) di Banjar Dinas Mekarsari, Desa
Panji, Kecamatan Sukasada, Kabupaten Buleleng, *I Nengah Widiana, Ida Ayu Dwi Giriantari, I Nyoman Setiawan*

Redesain Turbin 175 KW Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Desa Mekar Sari Buleleng Bali,
Dewa Putu Ari Laksana, Ida Ayu Dwi Giriantari, I Nyoman Satya Kumara

Skema Pelepasan Beban Menggunakan Relai Rate of Change of Frequency dengan Supervisi Under Frequency Relay,
Adrianti, Muhammad Nasir, Adiv Rama Salvayer

Rancang Bangun Sistem Minimarket Otomatis Berbasis IoT ,
Ida Ayu Sri Sinta Anjani, Lie Jasa, IGAP Raka Agung

Kajian Ekonomi Rencana PLTMH di Desa Panji,
Richard Antony Suatan, Ida Ayu Dwi Giriantari, I Wayan Sukerayasa



Diterbitkan oleh :
**PROGRAM STUDI MAGISTER
TEKNIK ELEKTRO
Universitas Udayana Bali**

SUSUNAN DEWAN REDAKSI

MAJALAH ILMIAH TEKNOLOGI ELEKTRO

Penanggung Jawab

Prof. Ir. Ngakan Putu Gede Suardana, MT. PhD.

Advisory Board

Ir. Linawati, M.Eng, M.Eng.Sc, Ph.D.

Editor-in-Chief

Dr. Ir. Lie Jasa, MT.

Editorial Board

Prof. I. A. Giriantari, Ph.D.(UNUD) (Scopus ID : 6507145301)| Dr. Ingrid Nurtanio (UNHAS) (Scopus ID: 55746722900)|Yoga Divayana, Ph.D.(UNUD) (Scopus ID: 8979718500)|Dr. Made Ginarsa (UNRAM) (Scopus ID: 35795378400)|Dr. Iwan setiawan (UNDIP) (Scopus ID : 56711777600)|Linawati, Ph.D.(UNUD) (Scopus ID: 52763653600)

Reviewer

Prof. Rukmi Sari Hartati, Ph.D.(UNUD) (Scopus ID: 6508088351)| Prof. I Ketut Gede Darma Putra. (UNUD) (Scopus ID: 55847371700) | Setyawan Sakti Purnomo,Ph.D. (UB) (Scopus ID: 6507450797) | WG Ariastina, PhD. (UNUD) (Scopus ID: 6507932528) |Dr. Dian Sawitri (UDINUS) (Scopus ID: 35796192800) | Dr. Ratna Ika Putri (POLINEMA) (Scopus ID: 46461783800) | Dr. Kalvein Rantelobo (UNDANA) (Scopus ID: 35796140100) | I N Satya Kumara, Ph.D. (UNUD) (Scopus ID: 55913974900) | Dr. Moch. Arief Soeleman (UDINUS) (Scopus ID: 55598790600) | Dr. Radi (UGM) (Scopus ID: 56916103300) |Dr. Oka Widyantara (UNUD) (Scopus ID: 54897989200) |Dr. Lilik Anifah (UNESA) (Scopus ID: 55648855000) | Dr. Dewa Made Wiharta (UNUD) (Scopus ID: 57092646100) | Dr. Ruri Suko Basuki (UDINUS) (Scopus ID: 56622972000) | Dr. Nyoman Putra Sastra (UNUD) (Scopus ID: 24767212900) | Dr. Nyoman Sukajaya (GANESHA) (Scopus ID: 57200412316) | Dr. Made Sudarma (UNUD) (Scopus ID: 6506568234)|Dr. Ramadoni Syahputra (UMY) (Scopus ID: 55331465900) | N.M.A.E.D. Wirastuti, Ph.D.(UNUD) (Scopus ID: 24722146300) | Dr. Purwoharjono (UNTAN) (Scopus ID: 55001864700) | Komang Oka Saputra.Ph.D. (UNUD) (Scopus ID: 57024177000) | Dr. Alit Swamardika (UNUD) (Scopus ID: 56021560800) | Nyoman Pramaita, Ph.D.(UNUD) (Scopus ID: 57193931092) | Sukerayasa (UNUD) (Scopus ID: 56123138400) | Cahyo Durujati (NAROTAMA) (Scopus ID: 56027926800) | Nyoman Setiawan (UNUD)(Scopus IID: 57193929655)

Alamat Redaksi
PROGRAM STUDI MAGISTER
TEKNIK ELEKTRO

Universitas Udayana Bali

email :

jteudayana@gmail.com | miteudayana@gmail.com | liejasa@unud.ac.id

Telp./Fax : 0361 239599

Di Index oleh :

Google Scholar | IPI | DOAJ | EBSCO | One Search | Base | OAJI
| ARI | SHERPA/RoMEO | JournalTOCs | Sinta

Anggota dari :

Turnitin | Crossref

Peringkat Akreditasi Sinta 3

berdasarkan Surat Keputusan Direktur Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan
Kemristekdikti No. 28 / E / KPT / 2019, tanggal 26 September 2019

MAJALAH ILMIAH
TEKNOLOGI ELEKTRO

Vol. 19 No. 2 Juli – Desember 2020

P-ISSN : 1693-2951, e-ISSN : 2503-2372

Peningkatan Unjuk Kerja Pada Link Microwave Menggunakan Teknik Diversity Maximal Ratio Combining <i>Debbi Irfan Mudhoep, Rukmi Sari Hartati, Yoga Divayana</i>	127-132
Prototype Sistem Irigasi Subak berbasis Fuzzy Logic Menggunakan Wireless Sensor Network <i>I Wayan Kayun Wardana, I Made Oka Widyantara, NMAE Dewi Wirastuti</i>	133-138
Audit Sistem Informasi Kesiman Kertalangu (SIKEKAL) Menggunakan COBIT 4.1 <i>Made Dwi Mulyawan, Rukmi Sari Hartati, Yoga Divayana</i>	139-144
Rancang Bangun Aplikasi Peringatan Dan Mitigasi Gempa Bumi Berbasis Mobile Hybrid <i>Purwania Ida Bagus Gede, Rukmi Sari Hartati, Yoga Divayana</i>	145-150
Brain Tumor Segmentation Based on Magnetic Resonance Imaging Images Using the U-NET Method <i>Ida Bagus Leo Mahadya Suta, Made Sudarma, I Nyoman Satya Kumara</i>	151-156
Penerapan Web Scraping Sebagai Media Pencarian dan Menyimpan Artikel Ilmiah Secara Otomatis Berdasarkan Keyword, <i>Veronica Ambassador Flores, Putri Agung Permatasari, Lie Jasa</i>	157-162
Manajemen Jaringan Internet di Dinas Kesehatan Provinsi Bali Dengan Menggunakan Hierarchical Token Bucket, <i>I Gede Abi Yodita Utama, I Gusti Ngurah Agung Jaya Sasmita, Lie Jasa</i>	163-170
Perancangan Sistem Penyedia File Sharing dengan Enkripsi URL menggunakan Algoritma Rijndael, <i>Adi Bhaskara I, Dewa Made Wiharta, Oka Saputra</i>	171-180
Review Perkembangan PLTS di Provinsi Bali Menuju Target Kapasitas 108 MW Tahun 2025 A.A. <i>Gede Ari Pawitra Putra, I.N.S. Kumara, W. G. Ariastina</i>	181-188

The The Effect of Air gap to Performance Motor Brushless Direct Current 3 Phase Axial Fluks Double Stator <i>Bella Octavia Nurul Hidayah, Widyono Hadi, Widya Cahyadi</i>	189-194
Analisis Motor Brushless Direct Current Aksial Fluks 3 Fasa Menggunakan Magenet Permanen Neodymium Sebagai Prime Mover Generator <i>Mayang Karlia Sari, Widnyono Hadi, Widya Cahyadi</i>	195-202
Analisis Penerapan Metode Scrum Pada Sistem Informasi Manajemen Proyek Dalam Industri & Organisasi Digital <i>Hisyam Rahmawan Suharno, Nyoman Gunantara, Made Sudarma</i>	203-210
LANCAR Rancang Bangun Alat Sebagai Layanan Notifikasi Air conditioner Yang Rusak Pada Bagian Kompresor, <i>I Gede Agus Darmawan, Lie Jasa, Pratolo Rahardjo</i>	211-218
The Analysis of the Effect and Reduction of Carrier Frequency Offset in Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM) Multiple Input Multiple Output, <i>Willy Sucipto, I Nyoman Pramaita, NMAE Dewi Wirastuti</i>	219-224
Potensi Pemanfaatan Atap Tribun Stadion Kaptan I Wayan Dipta Gianyar sebagai PLTS Rooftop, <i>Gallant Pradika, Ida Ayu Dwi Giriantari, I Nyoman Setiawan</i>	225-234
Perancangan Penstock (Pipa Pesat) Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) di Banjar Dinas Mekarsari, Desa Panji, Kecamatan Sukasada, Kabupaten Buleleng, <i>I Nengah Widiانا, Ida Ayu Dwi Giriantari, I Nyoman Setiawan</i>	235-240
Redesain Turbin 175 KW Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Desa Mekar Sari Buleleng Bali, <i>Dewa Putu Ari Laksana, Ida Ayu Dwi Giriantari, I Nyoman Satya Kumara</i>	241-248
Skema Pelepasan Beban Menggunakan Relai Rate of Change of Frequency dengan Supervisi Under Frequency Relay, <i>Adrianti, Muhammad Nasir, Adiv Rama Salvayer</i>	249-254
Rancang Bangun Sistem Minimarket Otomatis Berbasis IoT , <i>Ida Ayu Sri Sinta Anjani, Lie Jasa, IGAP Raka Agung</i>	255-262

Kajian Ekonomi Rencana PLTMH di Desa Panji, *Richard Antony Suatan, Ida Ayu Dwi Giriantari, I Wayan Sukerayasa*

263-270

oooOOOooo

Prototype Sistem Irigasi Subak berbasis *Fuzzy Logic* Menggunakan *Wireless Sensor Network*

I Wayan Kayun Wardana¹, I Made Oka Widyantara², Ni Made Ary Esta Dewi Wirastuti³

[Submission: 12-02-2020, Accepted: 17-12-2020]

Abstract— Utilization of Information Technology in local Irrigation system in Bali called ‘Subak’ is expected to be able to distribute water evenly to all agricultural needs. Later, there will be no excess or even lack of water, no arable or infertile in the agricultural land due to water and its also expected to be able to produce maximum agricultural production. This study uses sensors of Soil Moisture, Soil Temperature and Soil pH which are expected to control water requirements for agricultural land which are flowed automatically by the system from the reports received by the sensor and the server using the Wireless Sensor Network. Water distribution will be carried out by the system after receiving water demand from sensors embedded in agricultural land using fuzzy logic so that the shared water will be the same as the Subak irrigation system but more controlled, effective and efficient. This may lead to better level of soil fertility required by plants as well as increase the agricultural output. The use of the Internet of Things (IoT) in this study will produce information that is fast and can be accessed on the Internet by using SmartPhone media, PCs or other communication devices.

Intisari— Pemanfaatan Teknologi Informasi pada Irigasi Subak di Bali diharapkan mampu membagi air secara merata ke seluruh pertanian yang membutuhkannya, dengan demikian nantinya tidak ada lahan pertanian yang kelebihan air ataupun kekurangan air, tidak ada lahan pertanian yang subur atau kurang subur karena faktor air dengan hasil yang diharapkan mampu menghasilkan produksi pertanian yang maksimal. Penelitian ini menggunakan sensor Kelembaban Tanah, Suhu Tanah dan pH tanah yang diharapkan mampu mengontrol kebutuhan air untuk lahan pertanian yang dialiri secara otomatis oleh sistem dari hasil laporan yang diterima sensor dan diterima server dengan menggunakan Wireless Sensor Network. Pembagian air akan dilakukan sistem setelah menerima permintaan kebutuhan air dari sensor yang tertanam di lahan pertanian dengan menggunakan logika fuzzy sehingga pebagian air sama dengan Sistem pengairan Subak di Bali namun lebih terkontrol, efektif dan efisien sehingga tingkat kesuburan tanah yang diperlukan tanaman akan mampu meningkatkan hasil pertanian. Penggunaan Internet of Things (IoT) dalam penelitian ini akan menghasilkan informasi yang cepat dan dapat diakses dari Internet menggunakan media SmartPhone, PC atau perangkat komunikasi lainnya.

Kata Kunci— Subak, Sensor, Kelembaban, suhu, pH, Wireless Sensor Network, Internet of Things, IoT, Arduino

¹Mahasiswa, Program Studi Magister Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana, Jln. Kampus Bukit Jimbaran 80361 INDONESIA (telp: 081353360000; e-mail: yanayun@gmail.com)

^{2, 3} Dosen, Program Studi Magister Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana, Jln. Jalan Kampus Bukit Jimbaran 80361 INDONESIA (telp: 0361-703315; fax: 0361-4321; e-mail: oka.widyantara@unud.ac.id, dewi.wirastuti@ee.unud.ac.id)

I Wayan Kayun Wardana: Prototype Sistem Irigasi Subak.....

I. PENDAHULUAN

Faktor yang membuat tinggi rendahnya temperatur tanah salah satunya yaitu terdapat dari faktor luar antara lain radiasi matahari, awan, curah hujan, kecepatan angin kelembaban udara. Sedangkan untuk faktor dalam meliputi faktor tanah yang meliputi struktur tanah, kadar air tanah, kandungan bahan organik, pH tanah dan warna tanah. Makin tinggi suhu maka semakin cepat pematangan pada tanaman [1]. Kajian Kelembaban Tanah dan Kebutuhan air beberapa Varietas Hibrida DR Unpad pada kelembaban yang dipertahankan 90% kapasitas lapang, tanaman membutuhkan air paling tinggi yaitu 345.45 mm/musim dan memperlihatkan pertumbuhan dan hasil tanaman paling baik, serta efisiensi penggunaan air paling tinggi yaitu 1.83g/L. [2].

Proses masuknya aliran air ke dalam tanah dipengaruhi beberapa faktor, antara lain, tekstur dan struktur tanah, persediaan air awal (kelembaban awal), kegiatan biologi dan unsur organik, jenis dan kedalaman tanah, dan tumbuhan bawah atau tajuk penutup tanah lainnya [3]. Tanah remah akan memberikan kapasitas aliran air lebih besar dari tanah liat. Tanah dengan pori-pori jenuh air mempunyai kapasitas lebih kecil dibandingkan tanah dalam keadaan kering.

Temperatur tanah dan kelembaban tanah mampu mempengaruhi nilai pH tanah di berbagai umur tanaman di perkebunan jambu biji varietas Kristal[4]. Peralatan sensor yang digunakan menggunakan energi yang sangat rendah dengan hanya menggunakan baterai 6-7Volt untuk lahan pertanian luas dan tidak ada aliran listrik. Masing-masing Sensor terhubung menggunakan Wireless Sensor Network ke pusat kendali berupa server yang akan mengolah data dan mengirimkan perintah ke peralatan untuk membuka tutup keran air sesuai dengan data yang dikirimkan ke server sampai kebutuhan air terpenuhi dari hasil sensor yang diterima server. Node sensor biasanya mampu mendeteksi parameter lingkungan seperti tingkat kelembaban, suhu, kelembaban karena kemampuan pemrosesan dan komunikasi. WSN dibentuk dengan menggunakan jenis-jenis node sensor seperti ini, WSN dapat mempertahankan untuk operasi normal, penghematan energi sangat penting dan menantang masalah untuk sensor node. Untuk jaringan berskala besar, hal ini lebih penting karena sensor dalam jenis jaringan ini berpartisipasi dalam lebih banyak lalu lintas dan karenanya, mengurangi energi sangat cepat [5].

Manfaat penelitian yang akan didapat dalam penelitian ini adalah kebutuhan air yang dialirkan ke lahan pertanian terkontrol, efektif dan efisien untuk tumbuh kembang tanaman, Sistem kontrol air otomatis tanpa campur tangan petani, pembagian air merata ke lahan pertanian yang

p-ISSN: 1693-2951; e-ISSN: 2503-2372



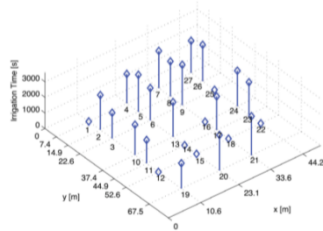
9 772503 237146

membutuhkan pengairan sesuai dengan aturan Irigasi Subak yang ada di Bali dan hasil pertanian meningkat dengan menerapkan kontrol kelembaban tanah, suhu dan pH sesuai jenis tanaman.

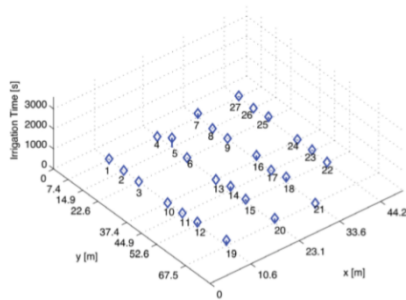
II. TINJAUAN MUTAKHIR

Subak merupakan organisasi pertanian di Bali, salah satu yang terpenting dalam Subak adalah sistem irigasi air yang terbagi secara merata, namun sering terjadi ketidakadilan di lapangan yang menyebabkan terjadinya pergesekan antara anggota Subak dengan sistem pembagian air. Melihat kondisi tersebut, maka penelitian tentang Prototype Sistem Irigasi Subak berbasis Fuzzy Logic menggunakan Wireless Sensor Network menarik untuk dijadikan objek penelitian. Adapun penelitian-penelitian yang telah dilakukan berkaitan dengan hal tersebut, antara lain:

1. Penelitian yang dilakukan Garcia Pauca, dkk tahun 2015 dengan judul Decision Support for Smart Irrigation by Means of Wireless Distributed Sensor menggunakan sumber data sensor suhu dengan metode fuzzy logic menghasilkan kesimpulan Irigasi lebih banyak terjadi pada musim panas dan lebih sedikit di musim dingin, sensor suhu memberikan hasil lebih banyak dimusim panas[6] ditunjukkan pada Gambar 1 dan Gambar 2.

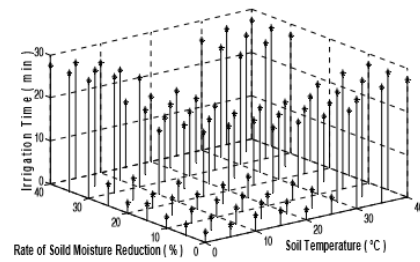


Gambar 1: Irigasi selama musim panas.



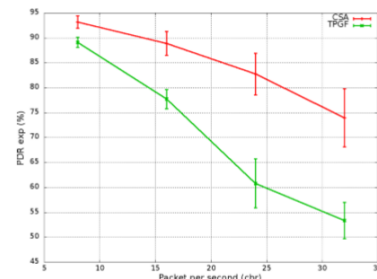
Gambar 2: Irigasi selama musim dingin.

2. Penelitian yang dilakukan Yousef E.M. Hamouda, dkk tahun 2017 dengan judul Smart Irrigation Decision support based on Fuzzy logic using wireless sensor network[7] dengan hasil penelitian adalah Waktu untuk irigasi menghasilkan waktu berbeda untuk kelembaban dan suhu seperti ditampilkan di Gambar 3.

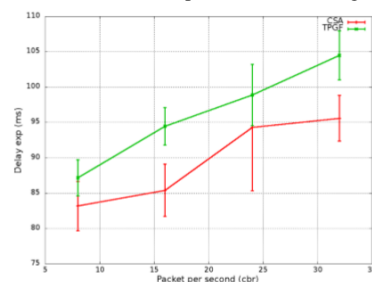


Gambar 3: Waktu untuk irigasi dengan Kelembaban dan temperature tanah.

3. Penelitian Benis, dkk tahun 2015 dengan judul Drip Irrigation sistem using wireless sensor network[8] yang menggunakan network simulator untuk mengolah data suhu, kelembaban dan tekanan menghasilkan performance yang baik dari delay, PDR untuk traffic yang diprioritaskan seperti ditampilkan Gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 4: Rata-Rata PDR dari prioritas traffic dengan packet per detik.

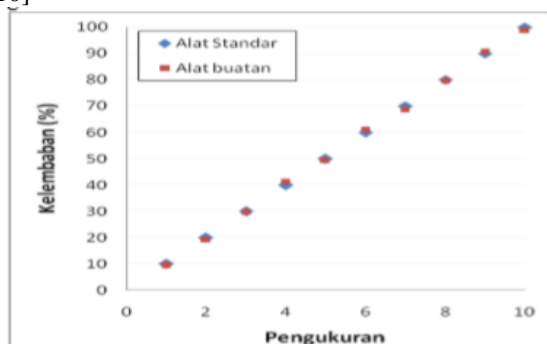


Gambar 5: Rata-Rata Delay dari prioritas traffic dengan packet per detik.

4. Penelitian yang dilakukan Putu Agus Fredy Satya Dharma, dkk tahun 2015 dengan judul Prototype Pemantauan Kadar air atau kelembaban pada tanah menggunakan Arduino dan Protokol Zigbee/IEEE 802.15.3 pada Platform M2M[11] menghasilkan informasi kekurangan air ditandai dengan penurunan nilai kelembaban air yang kurang dari 300, sedangkan kelebihan air ditandai dengan peningkatan nilai kelembaban air yang melebihi 600. Perbedaan nilai kelembaban yang dihasilkan pada jarak 5-15 meter dan 20-30 meter disebabkan karena adanya perbedaan kecepatan tanaman menyerap air yang ada pada tanah sehingga tanah pada 5-15 meter lebih cepat kering.
5. Penelitian Ananta Wijaya, dkk tahun 2016 dengan judul Design Model of Subak Smart Irrigation menggunakan

data temperature tanah sebagai model simulasi irigasi yang akan memberikan perintah ke actuator untuk membuka tutup saluran air[9].

- Penelitian Achmad Jufri, dkk tahun 2017 dengan judul Rancang Bangun Alat Ukur Suhu, Kelembaban, dan pH pada Tanah Berbasis Mikrokontroler ATmega328P menghasilkan bahwa hasil pengukuran alat standard dan alat buatan hampir sama dapat ditampilkan pada Gambar 6.[10]



Gambar .6 Hasil pengukuran alat standard an alat buatan.

Melihat hasil penelitian di atas belum ada yang membahas atau meneliti mengenai Sistem Irigasi yang berbasis pada Subak di Bali dengan menggunakan model pembagian irigasi air sesuai tata cara pembagian air dalam ketentuan Subak di Bali dengan Irigasi yang menggunakan kontrol kelembaban tanah, pH tanah dan temperature tanah.

III. METODELOGI

Rancangan penelitian ini adalah sebuah langkah dalam merealisasikan sistem irigasi subak berbasis Wireless Sensor Network. Model perancangan penelitian ini akan mengadaptasi Smart Irrigation Decision Support baed on Fuzzy Logic using Wireless Sensor Network oleh Yousef E. M. Hamouda tahun 2017. Penelitian ini menggunakan *Sensor Kelembabantanah, Sensor Suhu Tanah, Sensor PH tanah, Arduiono Uno, Raspberry Pi, dan Kran air otomatis* sebagai kontrol untuk mengendalikan peralatan yang akan digunakan untuk penelitian ini[7]

Data yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari sensor di lahan pertanian yang dikirimkan menggunakan Wireless Sensor Network melalui Router dan diproses di server. Data yang dikirim sensor setiap 5 menit ke server dan dijadikan pengambilan keputusan untuk melakukan buka tutup kran irigasi. Data yang diperoleh juga digunakan untuk membagi irigasi air kelahan pertanian yang membutuhkan melalui data yang diterima dari flow meter dan permintaan irigasi yang dikirimkan sensor di lahan pertanian, serta artikel jurnal, dan referensi buku yang menunjang analisa selama penelitian.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

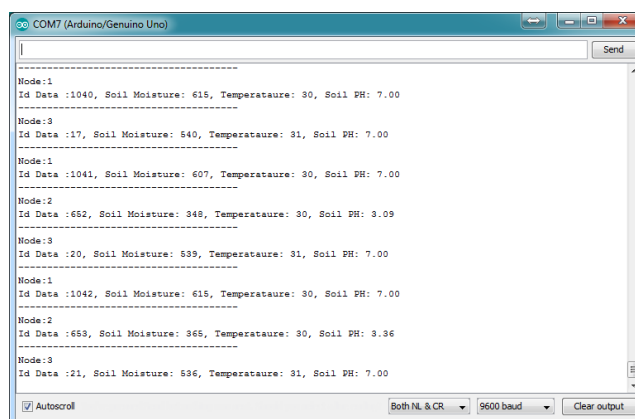
Data yang dikirimkan sensor pada Node Sensor yang dikirim tiap 15 Menit mulai jam 8 pagi sampai jam 8 malam dapat dilihat pada Tabel dibawah. Melihat data tersebut, sensor suhu mengalami peningkatan mulai jam 12 siang

sampai jam 3 sore dari suhu paling rendah 27°C sampai 35°C, sedangkan kelembaban diatas 700 disebabkan tanah masih dalam keadaan basah karena diguyur hujan semalaman. Sedangkan pH tanah tidak banyak mengalami perubahan.

TABEL I
 SENSOR NODE 3

id	tgl	node	data_id	moisture	temperature	ph	status
13541	2018-12-04 20:00:37	3	49	708	27	7.23	0
13511	2018-12-04 19:46:06	3	48	708	27	7.42	0
13482	2018-12-04 19:31:35	3	47	708	27	7.34	0
13453	2018-12-04 19:17:04	3	46	707	27	7.17	0
13424	2018-12-04 19:02:33	3	45	708	28	7.35	0
13394	2018-12-04 18:48:02	3	44	708	28	7.38	0
13365	2018-12-04 18:33:31	3	43	708	28	7.37	0
13337	2018-12-04 18:19:00	3	42	708	28	7.44	0
13308	2018-12-04 18:04:29	3	41	708	28	7.22	0
13278	2018-12-04 17:49:58	3	40	708	28	7.26	0
13249	2018-12-04 17:35:26	3	39	709	29	7.45	0
13220	2018-12-04 17:20:55	3	38	710	29	7.38	0
13191	2018-12-04 17:06:24	3	37	710	29	7.34	0
13161	2018-12-04 16:51:53	3	36	710	29	7.25	0
13132	2018-12-04 16:37:22	3	35	710	29	7.37	0
13104	2018-12-04 16:22:51	3	34	711	29	7.16	0
13075	2018-12-04 16:08:19	3	33	711	29	7.23	0
13045	2018-12-04 15:53:48	3	32	711	30	7.38	0
13016	2018-12-04 15:39:17	3	31	712	31	7.42	0
12987	2018-12-04 15:24:46	3	30	714	32	7.36	0
12958	2018-12-04 15:10:15	3	29	717	33	7.27	0
12928	2018-12-04 14:55:43	3	28	723	35	7.35	0
12899	2018-12-04 14:41:12	3	27	730	35	7.18	0
12870	2018-12-04 14:26:41	3	26	732	35	7.31	0
12842	2018-12-04 14:12:10	3	25	733	35	7.4	0
12812	2018-12-04 13:57:39	3	24	736	34	7.43	0
12783	2018-12-04 13:43:08	3	23	733	33	7.33	0
12754	2018-12-04 13:28:36	3	22	728	33	7.36	0
12725	2018-12-04 13:14:05	3	21	727	31	7.28	0
12695	2018-12-04 12:59:34	3	20	723	32	7.17	0
12666	2018-12-04 12:45:03	3	19	723	32	7.27	0
12637	2018-12-04 12:30:32	3	18	723	34	7.15	0
12609	2018-12-04 12:16:00	3	17	727	35	7.35	0
12579	2018-12-04 12:01:28	3	16	735	33	7.31	0
12550	2018-12-04 11:46:57	3	15	729	31	7.17	0
12521	2018-12-04 11:32:26	3	14	717	31	7.16	0
12492	2018-12-04 11:17:55	3	13	718	30	7.4	0
12462	2018-12-04 11:03:24	3	12	717	30	7.31	0
12433	2018-12-04 10:48:53	3	11	716	30	7.27	0
12404	2018-12-04 10:34:21	3	10	719	29	7.43	0
12375	2018-12-04 10:19:51	3	9	718	28	7.35	0
12346	2018-12-04 10:05:20	3	8	721	28	7.35	0
12317	2018-12-04 09:50:49	3	7	714	29	7.16	0
12288	2018-12-04 09:36:17	3	6	718	30	7.22	0
12259	2018-12-04 09:21:46	3	5	723	29	7.31	0
12229	2018-12-04 09:07:15	3	4	724	28	7.29	0
12200	2018-12-04 08:52:44	3	3	729	27	7.38	0

Node Sensor penerima akan menentukan tindakan apakah akan membuka keran Air atau menutupnya dari data-data yang diterima dari Node Sensor pengirim dan mengolahnya menggunakan Fuzzy Logic, Data yang diterima Node Sensor Penerima dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7: Hasil penerimaan sensor dari masing-masing Node di Node Sensor penerima.

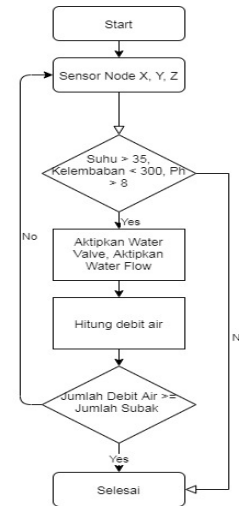
Penghitungan prosentasi pembagian air untuk petani disesuaikan dengan jumlah bibit yang ditanam dari masing-masing petani dapat dilihat pada tabel II.

TABEL II
PENGHITUNGAN PROSENTASE PEMBAGIAN AIR
SESUAI DENGAN JUMLAH BIBIT SETIAP KILOGRAM
DARI PETANI

Petani	Jumlah Bibit /kg	3 Node Sensor Aktip	2 Node Sensor A & B Aktip	2 Node Sensor B & C Aktip	2 Node Sensor A & C Aktip
Petani A	25	12.50%	25.00%		20.00%
Petani B	75	37.50%	75.00%	42.86%	
Petani C	100	50.00%		57.14%	80.00%
	Jumlah Prosentase	100%	100%	100%	100%

Air yang disalurkan dalam penelitian ini sebesar 1 Liter (1000mL) yang dibagi ke masing-masing Petani dan disesuaikan dengan aturan Subak. Sensor akan berhenti mengalirkan air bila air yang dialirkan ke semua lahan telah mencapai 1000mL dan memeriksa kembali kondisi pengiriman data dari masing-masing Node Sensor, bila Node Sensor masih memerlukan air maka akan kembali dialirkan air ke Lahan yang memerlukan dengan jumlah 1000mL.

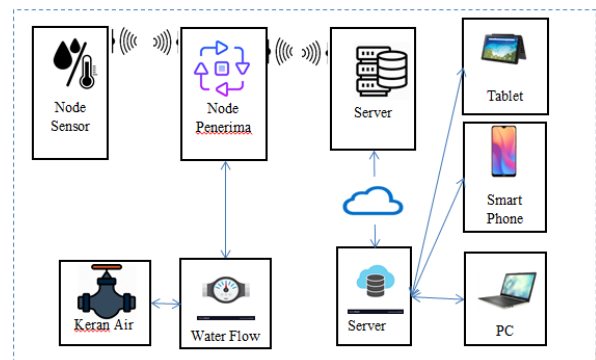
Semua sensor yang ada di masing-masing node bekerja terus menerus. Apabila lebih dari satu node memenuhi kriteria seperti Suhu Naik, Kelembaban Turun atau pH naik maka secara otomatis membuka keran air dan waterflow menghitung debit air yang dikeluarkan, Akan tetapi bila hanya 1 node memenuhi kriteria maka waterflow mengabaikan penghitungan debit air sampai lahan tidak memerlukan lagi air dan water valve dimatikan secara otomatis. Pada penelitian ini untuk mengalir lahan seluas 2x2 Meter diperlukan pengisian air antara 1-2 menit sampai sensor suhu mendeteksi penurunan suhu, mendeteksi kelembaban naik atau pH turun sesuai dengan nilai yang ditentukan. Gambar dari Flowchart pembagian air sesuai dengan aturan Subak dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8: Flowchart pembagian air berdasarkan aturan Subak.

Cara kerja Wireless Sensor Network mulai pemeriksaan keadaan tanah sampai menghasilkan informasi yang dapat diakses dari Internet melalui cloud dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Node Sensor akan memeriksa kelembaban, Suhu dan pH tanah dan dikirimkan ke Node Penerima.
2. Node penerima mengolah data dan memberikan keputusan untuk membuka atau menutup kran air apabila Suhu naik, Kelembaban turun atau pH naik.
3. Kran air akan otomatis terbuka bila memenuhi salah satu dari ketiga kriteria yang ditentukan.
4. Water Flow akan mengukur seberapa banyak air yang sudah disalurkan sesuai dengan prosentase air yang diperbolehkan dari aturan Subak.
5. Node Penerima akan mengirimkan data ke Server database secara berkala dan memberikan informasi ke internet melalui cloud.
6. Status dari kondisi Tanah dan status kran air dapat dimonitor secara langsung dari internet melalui cloud dengan media web browser baik dari PC ataupun Smartphone. Penjelasan secara detail dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9: Diagram Cara kerja Sensor dan Monitoring sistem

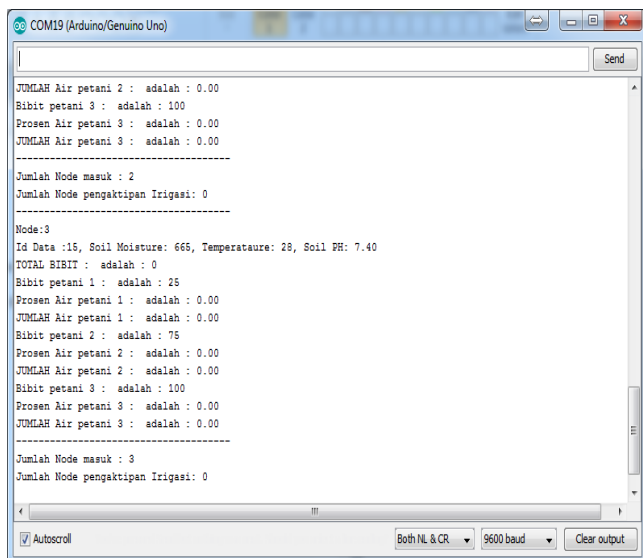
Hasil Monitoring dari node sensor di masing-masing lahan menghasilkan data yang akurat yang tersimpan di server database.. Terjadi kenaikan suhu dan penurunan

kelembaban tanah pada siang hari dengan hasil yang berbeda di masing-masing lahan. Kenaikan suhu tertinggi terjadi mulai jam 13:00WITA sampai jam 15:00WITA yang memicu pengaktifkan aliran air ke lahan pada sensor yang ditempatkan.

Pengaktifkan aliran air pada Selenoid Valve terjadi pada jam yang berbeda-beda di masing-masing hari sangat tergantung dari sinar matahari yang memanasi lahan dan kelembaban tanah. Dalam penelitian ini suhu yang dibutuhkan untuk mengaktifkan aliran air mulai suhu 36 Derajat Celcius keatas, sedangkan kelembaban tanah akan dipicu mulai dibawah 300, namun khusus untuk pH tanah yang tidak mengalami perubahan tidak memicu pengaktifkan Selenoid Valve.

Perubahan Suhu di Node 3 yang memicu pengaktifkan Selenoid Valve ketiga dalam kondisi ON bagitu juga Selenoid Valve pertama dan kedua masih dalam kondisi ON yang sedang mengalirkan air ke lahan.

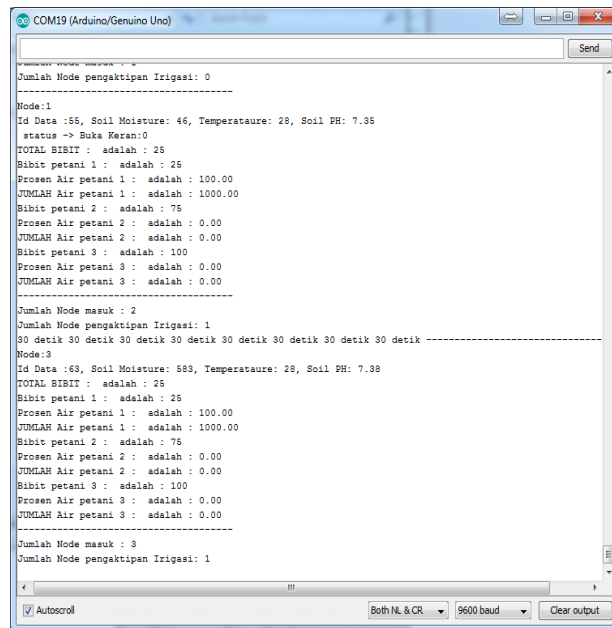
Pada saat Node penerima hanya menerima node yang masuk dan Node Sensor tidak ada mengaktifkan keran air maka tidak ada pembagian air yang dilakukan, pada saat ini Node penerima akan terus menerus menunggu sinyal pengaktifan air dari Node sensor. Kondisi Node Sensor pada saat diterima Node Penerima dapat dilihat pada Gambar 9. Pada kondisi ini Sensor hanya menerima sinyal dari Node Sensor saja, dimulai dari 1 buah Node Sensor, 2 buah Node Sensor dan 3 buah Node Sensor tanpa pengaktifan keran.



Gambar 10: Kondisi 3 buah node diterima dan tidak mengaktifkan keran

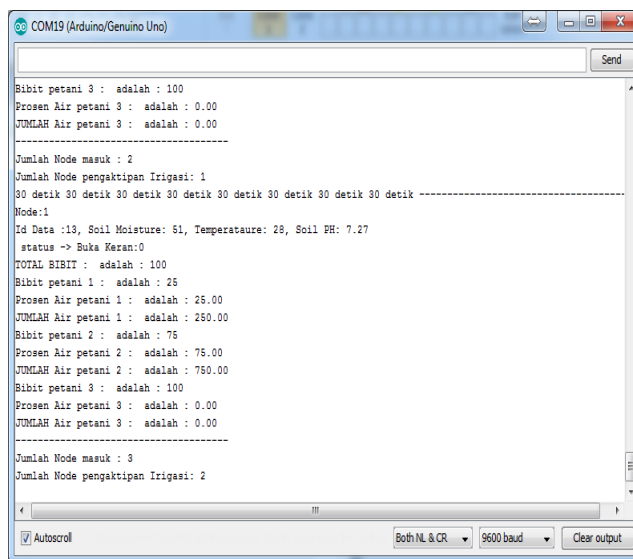
Pada saat kondisi hanya satu Sensor meminta pengaktifan keran, maka hanya 1 lahan yang dialiri air sampai sensor mengirimkan data air sudah cukup dan menghentikan aliran air secara otomatis. Permintaan pengaktifan keran secara berturut-turut hanya 1 pentai meminta pengaktifan keran irigasi dapat dilihat pada Gambar 11 terlihat petani A kondisi meminta pengaktifkan keran.

I Wayan Kayun Wardana: Prototype Sistem Irigasi Subak.....



Gambar 11: Kondisi 3 buah node diterima dan 1 node mengaktifkan keran pada petani A

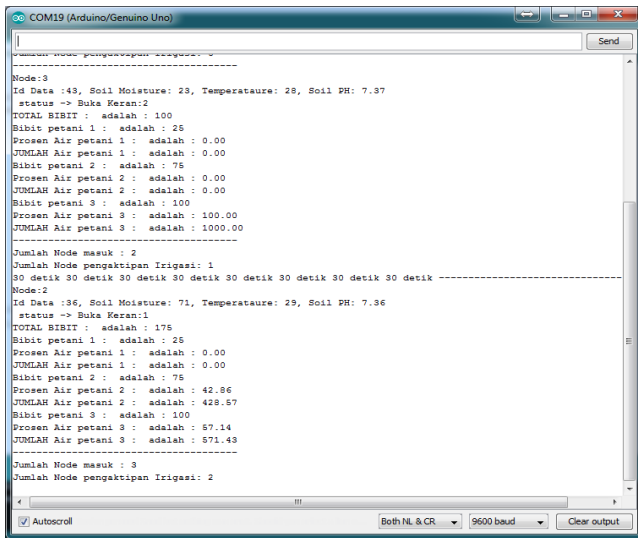
Pada saat kondisi 2 buah Node Sensor aktif seperti Node Sensor A dan Node Sensor B Aktip, Petani A mendapatkan prosentase air sebesar 25% dengan jumlah air sebesar 250mL dan Petani B mendapatkan prosentase air 75% dengan jumlah air 750mL dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12: Kondisi 3 buah node diterima dan 2 buah Node mengaktifkan keran

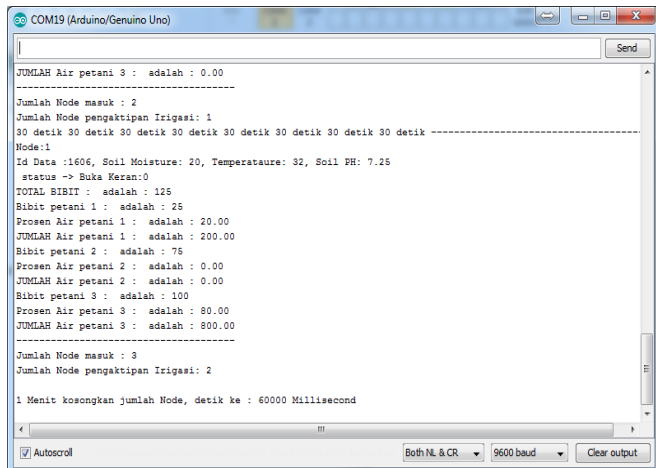
Pada kondisi Node Sensor B dan C aktif maka prosentase air yang diperoleh sebesar 25% untuk petani B dengan jumlah air sebesar 428.6mL sedangkan petani C mendapatkan prosentasi air 57.14% dengan jumlah air sebesar 571.4mL dapat dilihat pada Gambar 13.





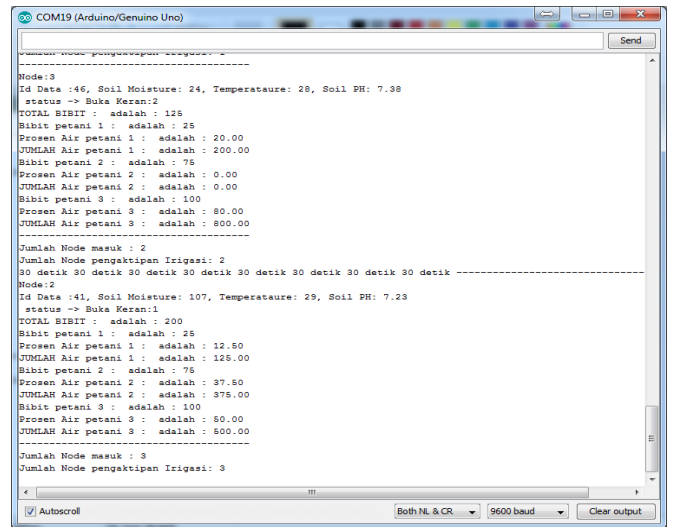
Gambar 13: Kondisi 2 buah node diterima dan 2 buah Node mengaktifkan keran

Pada saat kondisi 2 buah Node Sensor Aktip seperti Node Sensor A dan Node Sensor C aktif maka Petani A mendapatkan prosentase air sebesar 20% dengan jumlah air sebesar 200mL dan Petani C mendapatkan prosentase air sebesar 80% dengan jumlah air 800mL dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14: Kondisi 3 buah node diterima dan 2 node mengaktifkan keran

Pada kondisi 3 buah sensor aktif maka akan menghasilkan pembagian 3 aliran air dengan pembagian masing-masing ke petani A dengan prosentase sebesar 12.50% dengan jumlah air sebesar 125mL, Petani B mendapatkan air sebesar 37.50% dengan jumlah air sebesar 375mL dan Petani C mendapatkan air sebesar 50% dengan jumlah air sebesar 500mL dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15: Kondisi 3 buah node diterima dan 3 Node meminta pengaktifan keran

V. KESIMPULAN

Pemanfaatan Teknologi informasi dalam Penerapan penelitian ini sangat tepat dengan pembagian air yang adil dengan prosentase jumlah bibit dari masing-masing petani dan jumlah air yang diperoleh masing-masing petani sesuai dengan aturan Subak di Bali. Penerapan penelitian ini di pengairan Subak di Bali dapat dilakukan dengan melakukan pengembangan ke alat yang lebih besar sehingga dapat digunakan di pengairan dengan debit air yang lebih besar.

REFERENSI

- [1] Ardhana dan IP. Gede, Ekologi Tumbuhan, Udayana University Press, Bali, 2012.
- [2] Amaru, Kharistya dkk, Kajian Kelembaban Tanah dan Kebutuhan air beberapa Varietas Hibrida DR UNPAD, 2013
- [3] Asdak, Chay. (2010). Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Air Sungai: Edisi Revisi Kelima. Yogyakarta: Gajah Mada University Press Yogyakarta.
- [4] Karamina, dkk, Kompleksitas pengaruh temperature dan kelembaban tanah terhadap nilai pH tanah di perkebunan jambu biji varietas Kristal (psidium guajaval.) Bumiaji, Kota Batu, 2017
- [5] Zaenal Abidin, Piscataway, NJ: Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), 2017. p. 75-81
- [6] Paucar, L. Garcia Paucar dkk, 2015. Decision support for smart Irrigation by Means of Wireless Distribution Sensor.
- [7] Youseft dkk, 2017. Smart Irrigation Decision Support based on fuzzy Logic using Wireless Sensor Network.
- [8] Bennis, dkk 2015. Drip Irrigation System using wireless Sensor Network
- [9] Ananta Wijaya, dkk, 2016. Design Model of Subak Smart Irrigation menggunakan data temperature tanah sebagai model irigasi
- [10] Jupri, Ahmad dkk, 2017. Rancang Bangun alat ukur suhu, kelembaban dan pH pada tanah berbasis Mikrokontroler ATmega328P