

Sistem Pemerhatian Tanaman Fertigasi Menggunakan IoT

Fertigation Crop Observation System Using Internet-of-Things

Muhammad Farith Syariffudin Adnan Halid, Mohd Najib Mohd Salleh*

Fakulti Sains Komputer dan Teknologi Maklumat, Universiti Tun Hussien Onn Malaysia, Parit Raja, 86400, MALAYSIA

DOI: <https://doi.org/10.30880/aitcs.2021.01.01.021>

Received 20 April 2021; Accepted 21 April 2021; Available online 10 May 2021

Abstrak: Kaedah fertigasi merupakan satu kaedah pertanian moden yang semakin menjadi pilihan bagi petani. Ianya mampu meningkatkan hasil pengeluaran, penjimatan air siraman dan penggunaan baja. Tanaman fertigasi mengamalkan konsep suntikan baja kimia terkawal dan siraman air kepada tanaman bagi mengelakkan risiko ketidaksuburan tanah. Beg pelbagai (Polybag) digunakan sebagai alternatif kepada tanaman tanih. Di Malaysia, dengan iklim yang sering berubah telah memberi kesan yang serius dalam konteks penghasilan produktiviti yang optimal. Pembangunan modul dalam sistem pintar berasaskan IoT ini mengambilkira bacaan iklim, kondisi kelembapan tanah dan suhu tanah yang sedia ada dalam pengawalan aktiviti tersebut. Seramai 12 peserta telah dipilih bagi kajian sistem ini dan dapatan menunjukkan keseluruhan responden berpuashati dari penerimaan sistem dalam aspek fungsian dan antaramuka sistem. Penggunaan sistem ini dengan meluas pada masa mendatang dapat memberi impak yang berterusan dan lebih baik kepada petani dalam membuat keputusan yang lebih tepat.

Kata Kunci: Sistem Pemerhatian Tanaman, Tanaman Fertigasi, Sistem IoT

Abstract: Fertigation is a modern farming method that is increasingly becoming the choice of farmers. It is able to increase production yields, save irrigation water and fertilizer use. Fertigation crops adopt the concept of controlled chemical fertilizer injection and water irrigation to crops to avoid the risk of soil infertility. Polybag is used as an alternative to soil crops. In Malaysia, the ever-changing climate has had a serious impact in the context of optimal productivity generation. The development of modules in this IoT-based system takes into account climate readings, soil moisture conditions and existing soil temperatures in controlling the activity. A total of 12 participants were selected for the study of this system and the findings showed that all respondents were satisfied with the acceptance of the system in terms of functionality and system interface. The widespread use of this system in the future can have a lasting and better impact on farmers in making more accurate decisions.

*Corresponding author: najib@uthm.edu.my

2021 UTHM Publisher. All right reserved.

publisher.uthm.edu.my/periodicals/index.php/aitcs

Keywords: *Crop Observation System, Fertigation Plant, IoT System*

1. Pengenalan

Pada masa kini, teknologi IoT (*Internet of Things*) telah banyak memberi impak yang positif dalam pelbagai bidang. Justeru itu tidak hairan pertanian berkonsepkan fertigasi semakin menjadi pilihan dikalangan petani moden dalam mengurus tanaman mereka. Bersesuaian dengan konsep “smart farming”, penggunaan sistem berasaskan IoT telah memberi nilai tambah kepada kaedah fertagsi. Ia bukan sahaja dapat mengurangkan kos dan penggunaan tenaga kerja, malah dapat mengawal aktiviti pertanian dengan lebih efektif dan efisien. Sistem Pemerhatian Tanaman Fertigasi berasaskan IoT ini dihasilkan bagi menyelesaikan permasalahan dalam penentuan keberadaan hujan, banjir, kelembapan tanah, pemaparan maklumat berkaitan tanaman serta pengurusan maklumat penting. Artikel ini juga menerangkan beberapa langkah cadangan dan tindakan antara pengguna-pengguna yang terlibat dalam pembangunan sistem ini.

Konsep asas kaedah fertigasi dan beberapa sistem pertanian IoT sedia ada di pasaran telah menjadi panduan dan kajian dalam penghasilan Sistem Pemerhatian Tanaman Fertigasi berasaskan IoT. Antara sistem sedia ada adalah *Smart System Monitoring on Soil*, *Sistem Automatic Soil Detection Using Sensors* dan *Sistem Soil Parameters in Agriculture Field Using IoT*. Berdasarkan kajian awal, terdapat sebilangan besar sistem yang sedia ada sukar diakses dan penggunaan perkakasan teknologi pengesanan dan mikrokawalan yang memakan kos yang tinggi. Oleh itu, penghasilan aplikasi terbuka dan mesra pengguna dapat memudahkan petani dalam melihat keadaan kondisi tanaman mereka daripada bergantung kepada pancarindera mereka [1].

2. Kajian Literatur

Bahagian ini menerangkan tentang kajian secara mendalam aspek dan komponen terlibat dalam pembangunan sistem tersebut. Kajian literatur ini dijalankan secara teori mahupun teknikal untuk member kefahaman latar belakang sistem dan memberikan penjelasan serta manfaat kepada pengguna. Kajian ini mengulaskan tentang perkakasan teknologi *Arduino* yang digunapakai iaitu WeMos D1, pengesanan DHT22, BMP180, HC-SR04 *Ultrasonic Ranging Module* bagi pengesanan hujan dan tanah kelembapan. Ia merupakan medium perantaraan utama dalam kajian sistem pembangunan ini.

2.1 Teknologi Pengesanan

Teknologi pengesanan merupakan sebuah peranti elektronik yang berfungsi untuk melakukan transformasi fizikal. Konsep asas adalah seperti magnetik, radiasi, mekanikal dan termal. Ia juga berfungsi melakukan perubahan terhadap kimia kepada tenaga elektrik [2]. Keberkesanan setiap teknologi sensor ini juga bergantung kepada tiga elemen penting iaitu ia boleh dibahagikan kepada tiga iaitu struktur pengesanan, teknologi pembuatan yang digunakan dan juga algoritma pemprosesan isyarat yang diimplimentasikan didalam teknologi pengesanan tersebut [1]. Penyesuaian teknologi *Arduino* dalam pembangunan sistem ini adalah kritikal bagi mengukur sejauh mana kebolehfungsian sistem. Skop kajian mengambilkira teknologi pengesanan *Arduino WeMos D1 Wifi UNO ESP8266 IOT* sebagai *Microcontroller*, Pengesanan DHT22 untuk mengesan kelembapan udara dan Pengesanan HC-SR04 *Ultrasonic* bagi mengukur kelembapan Tanah Resistif.

2.2 Latarbelakang Kajian Sistem

Kajian awal kaedah fertagsi ini adalah terhadap fungsian dalam pengawalan aktiviti pertanian. Terdapat pelbagai data secara masa nyata (*real-time*) boleh diperolehi bagi menentukan kawalan aktiviti pertanian. Sistem pembajaan dan pengairan dilakukan secara serentak merupakan masalah kritikal. Justeru itu, pengukuran dan pemantauan secara digital bagi pemberian baja yang lengkap adalah keutamaan kajian ini. Begitu juga bacaan data bagi tanaman diberikan dalam bentuk larutan dan

disalurkan ke zon akar melalui sistem pengairan perlu diperolehi dengan tepat. Perbandingan antara sistem sedia ada dibuat bagi membandingkan secara terperinci berdasarkan ciri-ciri sistem. Kajian ini juga mengenalpasti kelemahan dan kekuatan sistem. Artikel ini mengambilkira 3 sistem setara yang ada berbanding dengan cadangan sistem.

Jadual 1: Perbandingan antara sistem sedia ada dengan sistem yang dibangunkan

Kriteria/Sistem	Sistem Smart System Monitoring Soil	Sistem Automatic Soil Detection Using Sensors	Sistem Soil Parameters in Agriculture Field Using IoT	Sistem Soil in Field	Sistem Pemerhatian Kondisi, Cuaca Tanaman Fertigasi IoT
Teknologi Pengesanan	Pengesan Kelembapan tanah, MQ-2 Gas, Ultrabunyi, Mq-7 Gas Testoretc	Pengesan suhu LM35, kelembapan tanah, kelembapan udara wRobot	Pengesan suhu LM35, kelembapan tanah	Pengesan suhu DHT11, kelembapan tanah	Pengesan suhu DHT22, kelembapan tanah, Ultrabunyi HC-SR04,
Mikrokawalan	Arduino UNO	Arduino UNO	Arduino UNO dan Arduino ATmega 328	Arduino UNO dan Arduino ESP8266	Arduino WeMos D1 UNO ESP8266
Modul	GSM Modem Modul	GSM Modem Modul	GSM Modem Modul dan ESP8266	GSM Modem dan ESP8266	Modul Wi-FI ESP8266
Fungsi Mesej Paparan LCD Berasaskan Web	Digunakan Digunakan Tidak Digunakan	Digunakan Digunakan Digunakan	Digunakan Digunakan Tidak Digunakan	Digunakan Digunakan Tidak Digunakan	Tidak Digunakan Tidak Digunakan Menggunakan laman Web Hibrid
Pangkalan Data Bahasa Pengaturcaraan	<i>Thingspeak</i> PHP, JSON	MySQL PHP, JSON dan MySQL	<i>Thingspeak</i> PHP	<i>Thingspeak</i> MySQL	MySQL

Jadual 1 menunjukkan persamaan dan perbezaan di antara cadangan sistem yang dibangunkan dengan sistem setara. Kelebihan pada sistem yang dibangunkan ini ialah mempunyai kemudahan laman web hibrid, perkakasan yang murah, dan pangkalan data digunakan adalah percuma.

3. Metodologi

Model ADDIE (*Analysis, Design, Devolopement, Implementation and Evalution*) merupakan salah satu model yang biasa digunakan dalam pembangunan sistem, terutamanya pembangunan sistem yang mengimplementasikan IoT. Model ini digunakan bertujuan penghasilan sebuah rekabentuk atau kerangka kerja yang stabil dan juga berkesan buat pembangunan sistem [6]. Pemilihan mod ADDIE [6] melibatkan setiap fasa boleh fungsi tersendiri, ia menyebabkan aliran proses pembangunan sistem menjadi lebih teratur dan tersusun. Tambahan pula setiap fasa projek ini juga boleh dikhususkan dengan aktiviti-aktiviti dan juga teknik yang digunakan. Dengan keperincian yang terdapat pada setiap fasa dari segi aktiviti dan teknik dapat mengurangkan kepincangan dan dikesan dengan mudah. Fasa proses yang terdapat pada ADDIE model ini seperti yang boleh dilihat pada Jadual 2. Ia terdiri dari fasa analisis, fasa rekabentuk, fasa pembangunan, fasa implementasi dan juga fasa penilaian. Setiap fasa adalah berkait dan saling interaksi di antara fasa-fasa proses.

Jadual 2: Fasa ADDIE Model dan aktiviti

Aktiviti	Hasil
Fasa Analisis	
Pemilihan dan penentuan tajuk projek yang dibangunkan	Sesi temuramah, kajian daripada journal dan memperoleh tajuk system
Mengenalpasti objektif projek, pernyataan masalah dan skop system	Objektif sistem dan skop sistem dapat dikenalpasti
Membuat perancangan pembangunan sistem dan mengenalpasti masalah yang wujud	Carta Gantt Chart dihasilkan
Menganalisa maklumat yang diperolehi	Sesi temuramah
Analisa keperluan perkakasan dan perisian	Jenis perkakasan, teknologi pengesanan dan perisian yang digunakan
Kajian literatur dijalankan untuk membandingkan sistem setara	Perbandingan sistem dapat dilakukan dan penambahbaikan sistem yang akan dibuat.
Penentuan bahasa pengaturcaraan	Bahasa pengaturcaraan PHP, JSON digunakan
Pemilihan metodologi	Metodologi ADDIE model dipilih
Analisa rekabentuk logical seperti lakaran carta Alir, Rajah Aliran Data (DFD) dan Rajah Hubungan Entiti (ERD)	Rekabentuk antaramuka sistem dan rekabentuk pangkalan data dihasilkan
Fasa Rekabentuk	
Merebentuk sistem atau aplikasi, rekabentuk antaramuka dan pangkalan data	Rekabentuk antaramuka sistem dan rekabentuk pangkalan data dibina
Fasa Pembangunan	
Pengekodan aturcara serta pengujian dilakukan	Sistem yang dibangunkan
Fasa Implementasi	
Pengekodan dan mengaitkan teknologi pengesanan dengan sistem	Fungsi bersama Sistem dan teknologi pengesanan dibangunkan
Fasa Penilaian	
Pengujian sistem dilakukan bersama pengguna untuk memperoleh maklumbalas daripada pengguna berkaitan dengan sistem.	Setiap modul diuji dan kepincangan akan dibaiki
Pengujian sistem pada setiap modul dilakukan oleh pengguna menggunakan borang penilaian	Dokumen Pengujian

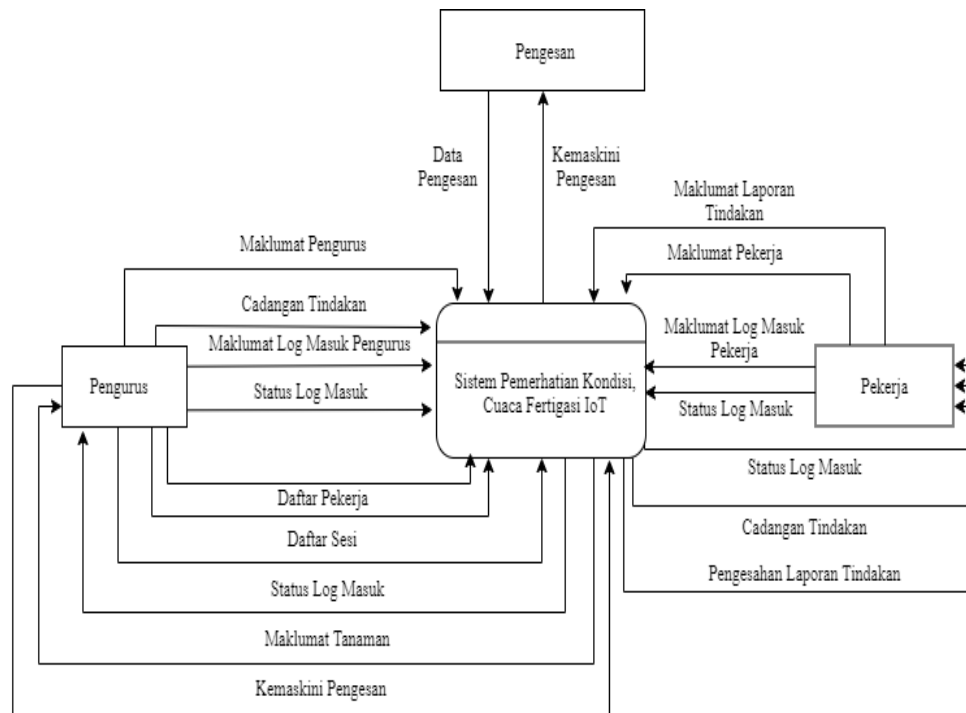
4. Analisa dan Rekabentuk Sistem

Analisa dan rekabentuk sistem merupakan suatu proses menerangkan aliran data, perancangan dan reka bentuk pembangunan Sistem Pemerhatian Kondisi, Cuaca Tanaman Fertigasi IoT. Rajah 2.0 menunjukkan gambarajah konteks dan rajah 3.0 menerangkan aliran data (DFD) dijanakan dalam fasa ini. Pendekatan sistematik digunakan dalam merekabentuk sistem.

4.1. Rekabentuk Sistem

i. Rajah Konteks

Rajah konteks adalah sebuah rajah yang digunakan sebagai suatu perwakilan yang mudah difahami. Rajah 2 menunjukkan interaksi antara aplikasi dan entiti luar yang terlibat. Rajah Konteks bertindak sebagai medium yang berguna untuk berkomunikasi dengan pihak yang berkepentingan pada pembangunan sistem ini. Rajah ini secara umumnya menerangkan berkaitan dengan fokus projek pada tahap yang menyeluruh tanpa mendedahkan secara mendalam fungsian yang terdapat pada sistem, senibina serta ciri-ciri dan fungsi tidak dikenalpasti pada rajah ini sama ada dari dalam atau selain daripada skop ini.



Rajah 2: Rajah Konteks

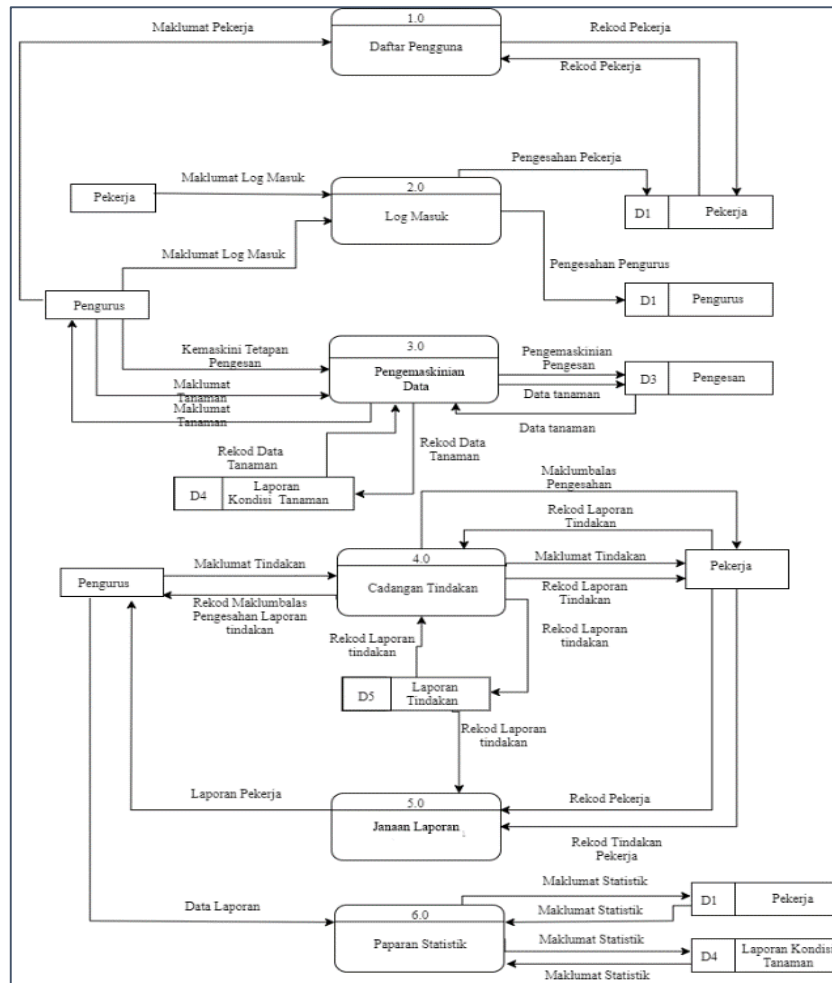
Berdasarkan pada rajah konteks tersebut, satu kotak besar Sistem Pemerhatian Kondisi, Cuaca Fertigasi IoT (*Internet of Things*) yang dihubungkan bersama tiga entiti utama iaitu entiti pengurus, entiti pekerja dan entiti pengesan. Hubungan antara entiti dan proses boleh difahami melalui perjalanan aliran data *input* dan *output* yang ditunjukkan menggunakan simbol panah. Entiti pengurus mengandungi tujuh input iaitu daftar pekerja, daftar sesi, status log masuk, cadangan tindakan, maklumat log masuk pengurus dan maklumat pengurus, outputnya pula adalah kemaskini pengesan, maklumat tanaman.

ii. Rajah Aliran Data Aras Sifar

Aliran data paras sifar boleh ditunjukkan pada Rajah 3. Rajah ini memfokuskan kepada proses utama yang berlaku pada sistem yang dibangunkan. Pada rajah ini terdapat enam proses utama yang boleh digunakan oleh pengguna iaitu, daftar pengguna, log masuk, kemaskini, cadangan tindakan, menjana laporan dan paparan statistik. Proses-proses yang terlibat disokong oleh tiga entiti iaitu pengurus, pekerja dan pengesan. Setiap proses dihubungkan bagi menentukan aliran data dan entiti yang terlibat. Rajah aliran data ini dilengkapi dengan lima data storan iaitu, pekerja, pengguna, pengesan, data pengesan yang mencakupi maklumat kondisi tanaman dan maklumat tindakan.

Merujuk kepada aliran data aras Sifar pada Rajah 3, di mana ianya merangkumi enam proses, lima pangkalan data dan tiga pengguna. Proses 1.0 adalah proses daftar pengguna di mana pengurus bertanggungjawab dalam mendaftarkan akaun buat pekerjanya sebelum dibenarkan untuk melakukan tugas yang diagihkan oleh pengurus. Maklumat diri seperti nama, katalaluan, telefon, email dimasukkan untuk pekerja. Pekerja hanya mengakses dan melakukan fungsi di dalam sistem apabila telah didaftarkan oleh pengurus. Maklumat pendaftaran pekerja akan disimpan kepada pangkalan data pekerja.

Proses 2.0 pula adalah log masuk, di mana pengguna seperti pengurus dan pekerja untuk mengakses sistem bagi proses ini nama pengguna dan kata laluan diperlukan sebelum masuk ke sistem. Capaian kepada sistem bergantung kepada jenis pengguna, setiap pengguna mempunyai fungsi yang berbeza.



Rajah 3: Rajah aliran Data Aras Sifar

Proses 3.0 pula adalah proses kemaskini di mana proses kemaskini boleh dilakukan oleh pengurus dan pekerja dalam mengemaskini maklumat diri. Selain itu, pengurus mempunyai keupayaan untuk mengemaskini tetapan pada teknologi pengesanan seperti menetapkan tempoh dan jumlah data yang perlu direkodkan kedalam pangkalan data. Melalui tetapan yang dibuat, maklumat tersebut berserta dengan data tanaman akan disimpan kedalam pangkalan data laporan kondisi tanaman.

Proses 4.0 adalah proses cadangan tindakan, di mana proses ini diuruskan oleh pengurus dimana data statistik dan analisa yang diperoleh daripada teknologi pengesanan akan di lakukan semakan sebelum dikenalpastikan masalah yang terdapat pada tanaman. Setelah dikenalpasti pengurus akan menghantar cadangan tindakan, dan masalah yang berlaku pada tanaman kepada pekerja. Data yang dihantar ini akan disimpan di dalam pangkalan data tindakan.

Proses 5.0 adalah menjana laporan, di mana data yang diperoleh daripada pekerja iaitu berkaitan dengan tindakan yang telah diambil bagi tugas yang telah dihantar oleh pengurus yang diperoleh daripada pangkalan data laporan tindakan dan kondisi tanaman yang diperoleh daripada pangkalan data laporan kondisi tanaman. Satu rumusan akan dibuat berdasarkan kedua pangkalan tersebut.

Proses 6.0 adalah memaparkan statistik dimana data yang diperoleh sama seperti proses 5.0 cumanya ianya akan dipaparkan kepada paparan sistem dalam bentuk jadual dan secara analitik.

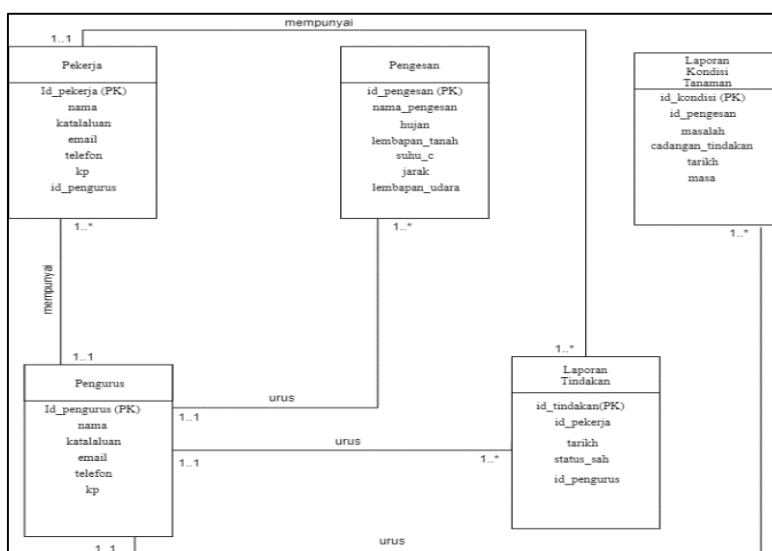
4.2. Rekabentuk Pangkalan Data

Berikut merupakan penstrukturan pangkalan data yang dihasilkan buat sistem ini. Struktur rekabentuk adalah Rajah Hubungan Entiti (ERD).

i. Rajah Hubungan Entiti

Berdasarkan Whitten [7] Rajah Hubungan Entiti ini menggambarkan pangkalan data didalam konsep entiti bersama dengan hubungan dilabelkan dengan data. ERD ini digunakan bagi memudahkan pembangun sistem dalam memahami pangkalan data melalui gambaran Rajah 4 yang melibatkan komponen dan juga proses-proses yang penting.

Sistem yang dibangunkan ini merangkumi lima entiti penting iaitu pekerja, pengurus, Pengesanan, laporan tindakan dan juga laporan kondisi tanaman. Seorang pekerja boleh membuat satu atau lebih laporan tindakan. Manakala satu pengurus boleh menguruskan satu atau lebih pengesanan, laporan tindakan dan juga laporan kondisi tanaman.



Rajah 4: Rajah Hubungan Entiti

Skema Hubungan:

1. **Pekerja:**
(id_pekerja (PK), nama, katalaluan, email, telefon, kp, id_pengurus)
2. **Pengurus:**
(id_pengurus (PK), nama, katalaluan, email, telefon, kp,)
3. **Pengesanan:**
(id_pengesan (PK), nama_pengesan, hujan, lembapan_tanah, suhu_c, jarak, lembapan_udara)
4. **Laporankondisitanaman:**
(id_kondisi (PK), id_pengesan, masalah, cadangan_tindakan, tarikh, masa)
5. **Laporantindakan:**
(id_tindakan (PK), id_pekerja, id_pengurus tarikh, status_sah)

5. Implementasi dan Pengujian

Bahagian ini terdapat dua fasa yang terlibat iaitu, fasa implementasi dan juga fasa pengujian. Fasa implementasi berperanan dalam memastikan pembangunan sistem mengikut rekabentuk sistem yang telah dirancang sebelum ini.

5.1. Implementasi

Fasa implementasi ini memfokuskan kepada proses aturcara kod, dimana setiap tugas yang melibatkan pengaturcaraan melibatkan penulisan kod aturcara terhadap modul-modul yang telah ditetapkan.

5.2. Pengujian

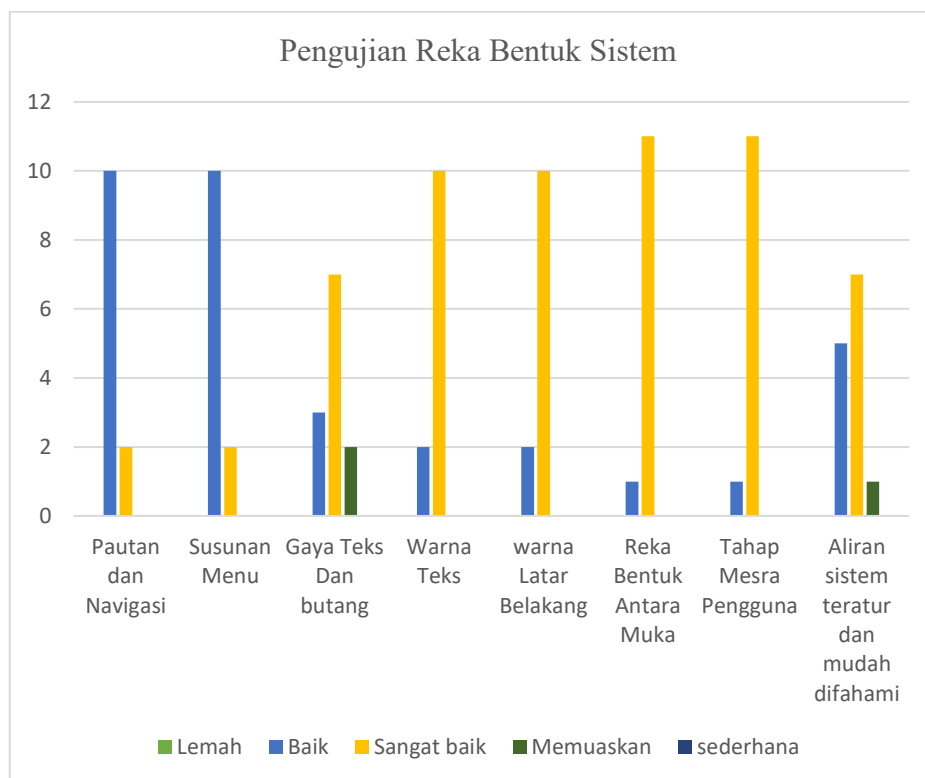
Fasa pengujian pula dibahagikan kepada dua iaitu Pengujian Penerimaan Pengguna dan juga Pengujian Fungsi Sistem.

i. Fungsi

Pengujian fungsi sistem ini dilakukan adalah bertujuan untuk memastikan sistem ini dapat berfungsi dengan baik. Pengujian dilakukan kepada semua modul yang wujud pada sistem ini.

ii. Penerimaan Pengguna

Pengujian penerimaan pengguna merupakan satu proses penilaian yang dilakukan terhadap pengguna bagi memastikan sistem yang dibangunkan memenuhi kriteria dan spesifikasi yang telah dicadangkan pada peringkat awal oleh pengguna sebenar. Seramai 12 orang terdiri dari seorang pengurus dan 11 orang petani telah memberi respon dalam kajian soalselidik ini.



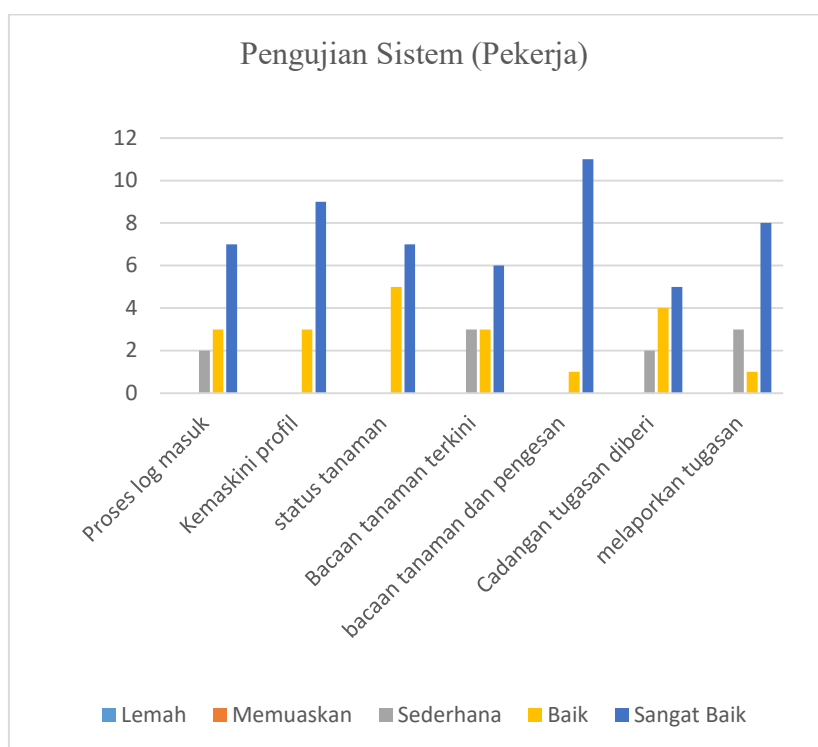
Rajah 5: Penilaian terhadap Reka Bentuk Antaramuka Sistem

Pada Rajah 5 menunjukkan dapatan respon penilaian terhadap antaramuka sistem. Pengujian berdasarkan kriteria-kriteria yang ditetapkan dan keputusan yang diperolehi daripada penilaian ini jelas menunjukkan bahawa majoriti daripada responden bersetuju bahawa reka bentuk antaramuka sistem adalah dalam keadaan yang sangat baik.

Jadual 3: Tahap kepuasan pengurus terhadap Sistem

Pengukuran Tahap Kepuasan Pengurus berdasarkan Kriteria Penilaian Sistem					
	Lemah	Memuaskan	Sederhana	Baik	Sangat baik
Log Masuk	0	0	0		1
Kemaskini Profil	0	0	0	1	
Status Limitasi tanaman	0	0	0	1	
Status tanaman	0	0	0	0	1
Log bacaan tanaman & pengesan	0	0	0	0	1
Cadangan Tugas Pekerja	0	0	0	0	1
Laporan Tugas Pekerja					1

Jadual 3 menunjukkan keputusan penerimaan sistem oleh pengurus. Pemerhatian ini adalah bahawa pengurus bersetuju konteks sistem secara keseluruhan adalah dalam keadaan yang sangat baik.

**Rajah 9: Pengujian Sistem (Pekerja)**

Satu rumusan pada Rajah 9, menunjukkan tahap kepuasan pekerja terhadap semua modul yang berfungsi dengan baik. satu rumusan boleh dibuat yang membuktikan bahawa Pekerja bersetuju bahawa segala modul fungsi yang digunakan pada sistem ini adalah berfungsi dengan sangat baik.

6. Hasil Keputusan Sistem

Sistem Pemerhatian Kondisi Tanaman Fertigasi IoT telah berjaya dibangunkan dan mencapai objektif yang telah ditetapkan di awal pembangunan sistem ini. Sistem ini dibangunkan bertujuan untuk mengatasi kekangan yang terdapat pada sistem tenaga manusia atau manual yang telah digunakan. Pelaksanaan dan pengujian telah digerakkan bagi membuktikan kecapaian objektif sistem ini. Tambahan lagi, cadangan bagi menaikkan taraf serta penambahbaikan turut dinyatakan bagi membuka peluang untuk meningkatkan lagi taraf sistem ini, bagi kemudahan pengguna.

7. Kesimpulan

Kemudahan seperti IoT (*internet of Thing*) dan penerapan teknologi maklumat ianya terbukti mampu menyelesaikan masalah dalam sektor pertanian dengan lebih efektif. Sistem Pemerhatian Kondisi Cuaca Fertigasi IoT Berjaya memenuhi objektif yang telah ditetapkan serta memenuhi skop sistem yang telah dibincangkan pada peringkat awal dalam pembangunan sistem.

Penghargaan

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Fakulti Sains Komputer dan Teknologi Maklumat, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia atas sokongan dan dorongan sepanjang proses mengendalikan kajian ini.

Rujukan

- [1] R. B. R. Firdaus, M. S. Samsurijan, P. Singh, J. Singh, and M. Haizzan, "Impak perubahan iklim ke atas pertanian berdasarkan Model Simulasi Pertumbuhan Tanaman (CGS) Impact of Climate Change on Agriculture Based on the Crop Growth Simulation (CGS) Model," vol. 3, no. 3, pp. 53–66, 2018.
- [2] Y. S. Chin and L. Audah, "Vertical farming monitoring system using the internet of things (IoT)," AIP Conference Proceedings, vol. 1883, no. November, 2017.
- [3] A. Fareed and A. Devi, "IOT a Dynamic Approach for Smart System Monitoring on Soil," International Journal of Trend in Scientific Research and Development, vol. Volume-2, no. Issue-5, pp. 2373–2376, 2018.
- [4] S. Kamble, P. Gottiparthi, A. Thool, P. Ghadge, and P. Mhaiske, "Automatic Soil Detection Using Sensors," pp. 467–470.
- [5] K. E. Nalina and R. Kaliwal, "Analysis of Soil Parameters in Agriculture Field Using IoT," International Research Journal of Engineering and Technology(IRJET), vol. 4, no. 7, pp. 2977–2980, 2017.
- [6] N. Aldoobie "ADDIE Model" American International Journal of Contemporary Research, vol. 5, no. 6, pp. 68–72, 2015.
- [7] Whitten & Bentley (2007) System Analysis and Design Methods - 7th Edition.