

SISTEM PEMANTAUAN TANAH BERASASKAN INTERNET PELBAGAI BENDA (IPB)

Mohamad Fareez Hakimi Abu Bakar¹ & Nazlia Omar²

^{1,2}*Fakulti Teknologi & Sains Maklumat, Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 UKM Bangi, Selangor Darul Ehsan, Malaysia*

Abstrak

Teknologi dalam perkebunan telah membawa kepada peningkatan hasil dan kecekapan yang lebih baik. Pekebun mempunyai akses kepada pelbagai alat dan peralatan yang boleh membantu mereka dengan tugas seperti menanam, menuai dan menternak ternakan. Sistem pemantauan tanah berasaskan Internet Pelbagai Benda (IPB) ialah satu set peranti yang boleh digunakan untuk mengukur pelbagai sifat tanah termasuk kandungan lembapan, tahap pH dan suhu. Untuk memastikan pengeluaran perkebunan yang cekap dan mampan, adalah penting untuk memantau keadaan tanah secara berkala. Walau bagaimanapun, pemantauan secara manual kawasan tanah yang luas memakan masa dan kos yang tinggi. Sistem pemantauan tanah berasaskan IPB akan membolehkan pemantauan keadaan tanah yang lebih cekap dan tepat, serta menyediakan pekebun dengan data masa nyata tentang tanaman mereka. Objektif projek ini adalah untuk membangunkan sistem pemantauan tanah berasaskan IPB yang boleh digunakan untuk mengumpul data tentang keadaan tanah dalam bidang perkebunan. Sistem ini akan menggunakan sensor untuk mengukur parameter tanah, iaitu kandungan lembapan, tahap pH dan suhu. Pekebun akan dapat menggunakan maklumat ini untuk mengoptimumkan pengeluaran perkebunan dan melindungi alam sekitar. Projek ini akan dibangunkan menggunakan metodologi tangkas (*agile*), yang sangat sesuai untuk membangunkan sistem berasaskan IPB. Metodologi ini menekankan kerjasama antara pembangun dan pengguna, serta lelaran dan penghantaran berterusan. Terdapat pelbagai sistem pemantauan tanah yang terdapat di pasaran. Sesetengah sistem lebih kompleks daripada

yang lain, dan ada yang lebih mahal. Walau bagaimanapun, semua sistem pemantauan tanah mempunyai matlamat yang sama: untuk menyediakan maklumat yang boleh digunakan untuk mengoptimalkan pengeluaran perkebunan dan melindungi alam sekitar. Jenis-jenis tanah akan dikumpul dari Taman Botani Bangi, UKM.

Kata kunci: IPB, tanah, lembap, suhu, pH

Pengenalan

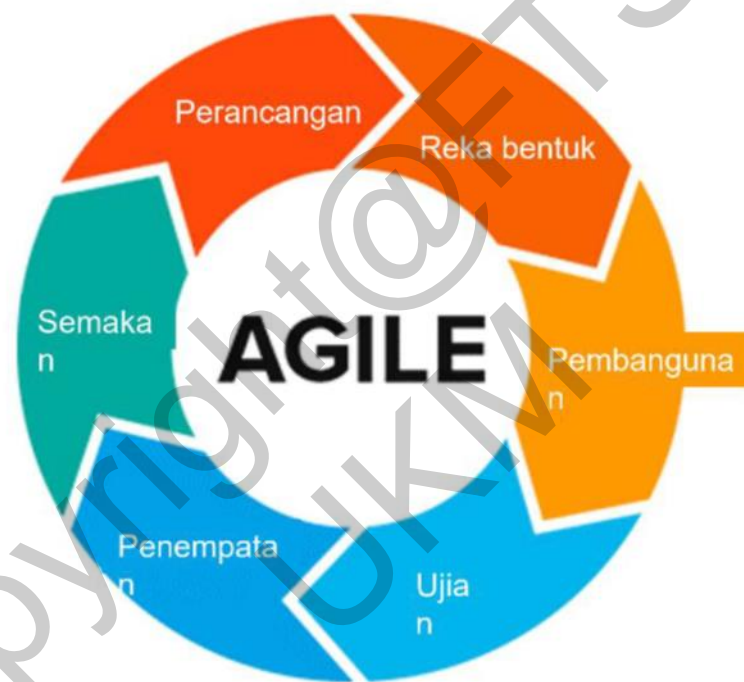
Sistem Pemantauan Tanah Berasaskan Internet Pelbagai Benda (IPB) adalah sistem moden yang digunakan untuk memantau dan menganalisis tiga parameter tanah: lembapan, pH, dan suhu. Tujuan sistem ini adalah untuk mengoptimalkan pertumbuhan dan kesihatan tanaman dengan memberikan data real-time kepada pekebun. Kekurangan data tanah yang tepat dalam amalan berkebun tradisional menyebabkan pertumbuhan tanaman yang tidak optimum dan penggunaan sumber yang tidak efisien.

Cadangan penyelesaian adalah membangun sistem pemantauan tanah berbasis IPB untuk setiap tanaman, yang akan membantu pekebun membuat keputusan mengenai pengairan dan pengelolaan lainnya. Sistem ini akan menyediakan antarmuka pengguna yang mudah digunakan untuk mengakses data tanah seperti lembapan, pH, dan suhu, sehingga pekebun dapat mengoptimalkan penggunaan pengairan dan mengamati perubahan tanah dari waktu ke waktu.

Objektif kajian adalah untuk mendapatkan data real-time tentang lembapan, pH, dan suhu tanah untuk pemantauan keadaan tanaman dan membangun sistem yang dapat digunakan dengan aplikasi untuk pemantauan tanah jarak jauh.

Metodologi Kajian

Metodologi pembangunan sistem adalah rangka kerja yang digunakan untuk mengatur dan mengawasi proses pembangunan sistem untuk menyelesaikan masalah yang dihadapi. Sistem pemantauan tanah berbasis IPB menggunakan *Agile* sebagai kaedah metodologi. Metodologi *Agile* adalah pendekatan pengurusan projek yang fokus pada kelajuan penghantaran dan fleksibiliti. Ia membolehkan perubahan mudah dilakukan semasa pembangunan produk dan menggalakkan kerjasama rapat antara organisasi dan pelanggan. *Agile* memungkinkan produk dipasarkan lebih cepat dan memastikan produk memenuhi keperluan dan kehendak pelanggan.



Rajah 1 Metodologi Agile

Sumber: Darvin Iddo, 2019

i. Fasa 1 – Perancangan

Fasa perancangan ialah apabila dikehendaki memutuskan aspek-aspek yang akan dikerjakan dalam pecut yang akan datang. Fasa ini biasanya bermula dengan mesyuarat perancangan pecut bagi membincangkan matlamat untuk pecut dan

memutuskan aspek yang akan digunakan. Seterusnya mencipta tunggakan pecut, yang merupakan senarai semua tugas yang perlu diselesaikan untuk menyampaikan aspek.

ii. Fasa 2 – Reka Bentuk

Fasa reka bentuk ialah mereka bentuk ciri yang akan diusahakan. Fasa ini biasanya bermula dengan mesyuarat perancangan reka bentuk, di mana akan membincangkan matlamat untuk reka bentuk dan memutuskan perkara yang perlu direka bentuk.

Selepas itu, mencipta reka bentuk tunggakan, yang merupakan senarai semua tugas yang perlu diselesaikan untuk menyampaikan sistem. Seterusnya berusaha untuk mereka bentuk sistem, menulis ujian dan melakukan apa-apa kerja lain yang diperlukan untuk melengkapkan sistem.

iii. Fasa 3 – Pembangunan

Fasa pembangunan ialah berusaha membangunkan sistem. Fasa ini biasanya bermula dengan mesyuarat, merancang perkara yang perlu dibuat. Seterusnya, mula bekerja pada pengkodan sistem, menulis ujian dan melakukan apa-apa kerja lain yang diperlukan untuk melengkapkan sistem.

iv. Fasa 4 – Ujian

Fasa ujian ialah menguji sistem untuk memastikan sistem berfungsi seperti yang diharapkan. Fasa ini biasanya bermula dengan mesyuarat perancangan ujian, di mana akan memutuskan ujian yang perlu dijalankan pada sistem. Seterusnya, menulis ujian dan menjalankannya pada sistem. Jika sebarang kecelakaan ditemui, sistem akan diperbaiki dalam fasa ini.

v. Fasa 5 – Penempatan

Fasa penempatan ialah fasa di mana sistem akan digunakan kepada pelanggan atau pengguna akhir. Fasa ini biasanya bermula dengan mesyuarat perancangan penempatan.

vi. Fasa 6 – Semakan

Fasa semakan ialah fasa sistem yang telah dibangunkan disemak. Fasa ini biasanya bermula dengan mesyuarat semakan, di mana akan membincangkan sistem dan memutuskan sama ada sistem yang dibangunkan memenuhi matlamat untuk pecut. Seterusnya menulis laporan semakan, yang merupakan dokumen. Jika sebarang perubahan perlu dibuat pada sistem, perubahan tersebut akan dibuat dalam fasa ini.

Keputusan dan Perbincangan

Proses pembangunan Sistem Pemantauan Tanah Berasaskan IPB telah menghasilkan sebuah antara muka pengguna yang dirancang dengan teliti. Antara muka pengguna merupakan platform yang memfasilitasi interaksi pengguna dengan sistem. Penggunaan antara muka yang efisien dan efektif sangat penting, kerana antara muka merupakan tanggapan pertama pengguna terhadap system dan aplikasi yang dibangun. Oleh itu, perancangan antara muka pengguna dilakukan dengan tujuan menyediakan pengalaman yang mudah dipahami dan ramah pengguna, sehingga pengguna dapat dengan lancar mengakses fungsi-fungsi pada aplikasi.

Aplikasi Greeny – aplikasi untuk Sistem Pemantauan Tanah Berasaskan IPB ini dibangun menggunakan perkakasan *Android Studio* menggunakan bahasa program Java. Sebagai pangkalan data, system ini menggunakan *Google Firebase*.

Dengan memanfaatkan kombinasi teknologi ini, aplikasi Greeny berjaya menghasilkan antara muka pengguna yang menarik dan mudah digunakan untuk memudahkan interaksi antara pengguna dengan sistem, dan juga dapat memberikan pengalaman yang optimal dalam mengakses informasi mengenai keadaan tanaman.

Rajah 2 menunjukkan reka bentuk antara muka modul utama. Reka bentuk antara muka modul utama mengandungi skrin mula yang memaparkan skrin pemuatan (*loading*) dan logo aplikasi apabila aplikasi dilancarkan.



Rajah 2 Reka bentuk antara muka modul utama

Selain itu, reka bentuk antara muka papan muka mengandungi senarai tanaman yang memaparkan senarai tanaman dari pangkalan data *Firebase*. Rajah 3 menunjukkan reka bentuk antara muka modul papan muka.



Rajah 3 Reka bentuk antara muka modul papan muka

Seterusnya, reka bentuk antara muka modul pengurusan tanaman mengandungi antara muka untuk menambah tanaman baharu dan antara muka untuk memadam tanaman sedia ada. Rajah 4 menunjukkan reka bentuk antara muka modul pengurusan tanaman untuk menambah tanaman baru manakala Rajah 5 menunjukkan reka bentuk antara muka modul pengurusan tanaman untuk memadam tanaman sedia ada.

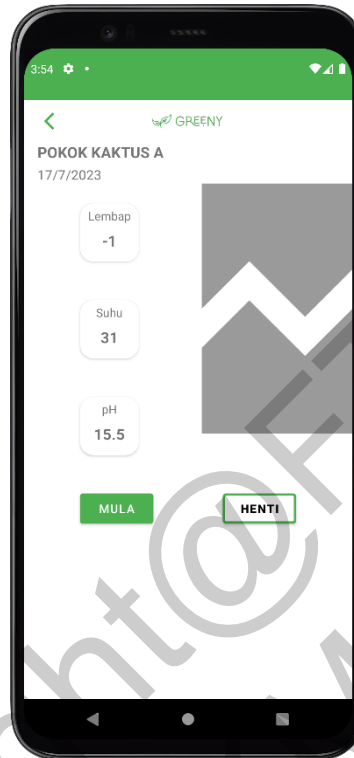


Rajah 4 Reka bentuk antara muka modul pengurusan tanaman tambah tanaman baru



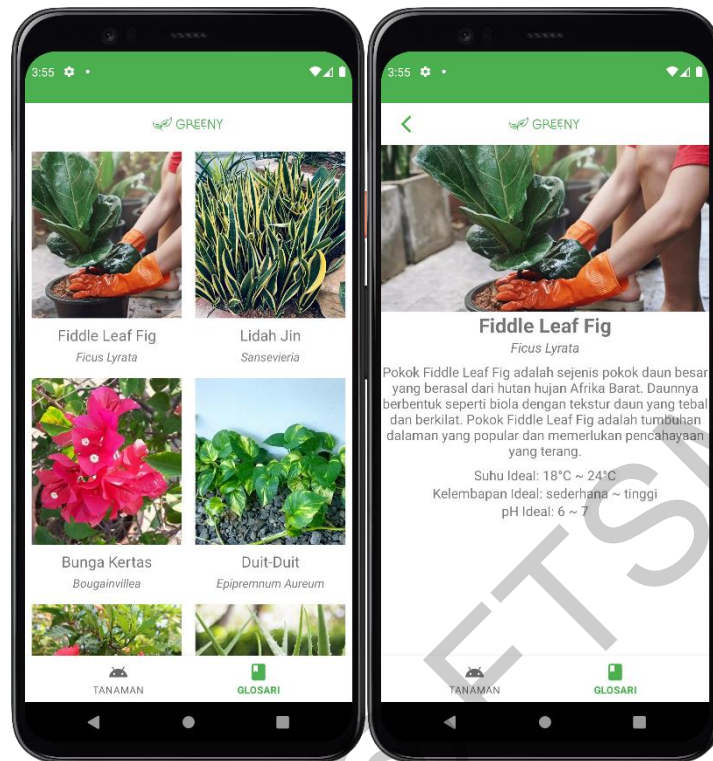
Rajah 5 Reka bentuk antara muka modul pengurusan padam tanaman

Di samping itu, reka bentuk antara muka modul data sensor mengandungi visual data sensor yang di ambil dari pangkalan data *Firebase*. Rajah 6 menunjukkan reka bentuk antara muka modul data sensor.



Rajah 6 Reka bentuk antara muka modul data sensor

Akhir sekali, reka bentuk antara muka modul glosari tanaman mengandungi modul yang memaparkan glosari tanaman yang sesuai untuk di tanam bersama maklumat tanaman seperti kelembapan, suhu, dan pH yang ideal untuk tanaman. Rajah 7 menunjukkan reka bentuk antara muka modul glosari tanaman.



Rajah 7 Reka bentuk antara muka modul glosari tanaman

Kesimpulan

Projek ini berjaya membangunkan Sistem Pemantauan Tanah berasaskan IPB yang menggabungkan fungsi bacaan sensor, pengumpulan dan tafsiran data tanah, serta fungsi pengurusan tanaman. Proses pembangunan mengikut pendekatan sistematik dengan analisis keperluan yang ketat, reka bentuk sistem, pelaksanaan dan pengujian. Melalui penyelidikan yang meluas, sistem ini telah dapat menyediakan data tanah yang dapat membantu pengguna membuat keputusan termaklum mengenai penyiraman dan pengurusan tanaman.

Kekuatan sistem ini termasuk data tanah yang tepat, pemantauan masa nyata, antara muka pengguna yang mesra dan fungsi pengurusan tanaman yang cekap. Walau bagaimanapun, terdapat beberapa batasan yang perlu diakui, seperti kerapuhan sensor pH-graviti, skalabiliti terhad, dan pergantungan pada keadaan persekitaran dan jenis tanah.

Untuk menambah baik sistem, beberapa cadangan penambahbaikan termasuk penyepaduan dengan sistem penyiraman, pengembangan bacaan parameter, sokongan berbilang bahasa dan peningkatan kebolehskalaan. Dengan penambahbaikan ini, sistem ini akan menjadi lebih cekap, berfungsi dengan lebih baik dan boleh diakses oleh lebih ramai pengguna.

Penghargaan

Bersyukur ke atas hadrat Ilahi dengan limpahan kurnia-Nya yang dianugerahkan kepada saya untuk menyiapkan tugas ini dengan penuh jayanya. Pertama sekali, saya ingin mendedikasikan ucapan penghargaan ini kepada pensyarah penyelia yang dihormati, Prof. Madya Dr. Nazlia Binti Omar kerana dengan tunjuk ajar serta bimbingan daripadanya telah membuka rang untuk saya menjayakan tugas ini.

Selain itu, saya juga mahu mengucapkan penghargaan terima kasih yang tidak terhingga kepada ibu bapa saya yang memberi saya pemudahcara untuk menyiapkan kerja kursus ini. Mereka sememangnya telah memberikan saya segala kemudahan dan sokongan moral yang tidak terhingga hingga saya berjaya menyiapkan tugas ini.

Seterusnya, saya turut ingin mengucapkan penghargaan terima kasih banyak-banyak kepada rakan-rakan saya khususnya seunit dengan saya kerana banyak memberi pendapat dan peringatan terhadap setiap apa yang saya telah alpa dan cuai sepanjang tugas kerja khusus ini disiapkan. Mereka juga telah membantu saya dengan menjawab setiap pertanyaan yang saya utarakan kepada mereka.

Akhir kata, saya juga ingin mengucapkan terima kasih kepada mereka yang terlibat secara langsung atau tidak langsung dalam pembikinan tugas ini. Terima kasih.

RUJUKAN

[Disenaraikan mengikut abjad, saiz fon 12, tajuk jurnal/buku italik]

- Portal Rasmi Jabatan pertanian.* Portal Rasmi Jabatan Pertanian. (n.d.). Retrieved from <http://www.doa.gov.my/>
- Mohammad Rahmat Ullah, Yolima Carrillo, Feike A. Dijkstra. (n.d.). Relative contributions of fungi and bacteria to litter decomposition under low and high soil moisture in an Australian grassland, *Applied Soil Ecology*. ScienceDirect.com | Science, health and medical journals, full text articles and books. from <https://www.sciencedirect.com/>
- Kai-lou Liu et al., (2020). Links between potassium of soil aggregates and pH levels in acidic soils under long-term fertilization regimes, *Soil and Tillage Research*. ScienceDirect.com | Science, health and medical journals, full text articles and books. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/>
- Saeed Ahmadi, Hosein Alizadeh, Barat Mojaradi. (2022,). Land surface temperature assimilation into a soil moisture-temperature model for retrieving farm-scale root zone soil moisture. ScienceDirect.com | Science, health and medical journals, full text articles and books. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/>
- Fariba Samaei, Hojat Emami, Amir Lakzian. (2022). Assessing soil quality of pasture and agriculture land uses in Shandiz county, northwestern Iran. ScienceDirect.com | Science, health and medical journals, full text articles and books. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/>
- Z. Yang et al., (2016) "Evaluation of assimilated SMOS Soil Moisture data for US cropland Soil Moisture monitoring," 2016 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), 2016, pp. 5244-5247, doi: 10.1109/IGARSS.2016.7730366.
- Tyagi, A., Reddy, A.A., Singh, J., & Chowdhury, S.R. (2011). A Low Cost Portable Temperature-Moisture Sensing Unit With Artificial Neural Network Based Signal Conditioning For Smart Irrigation Application.
- Nandurkar, S.R., Thool, V.R., & Thool, R.C. (2014). Design and development of Precision Agriculture System Using Wireless Sensor Network.
- Sowmiya, E., & Sivaranjani, S. (2017). Smart System Monitoring on Soil Using Internet of Things (IOT).
- Baird, C. (2019). A Primer on Cloud Computing. Medium. Retrieved from https://medium.com/@colinbaird_51123/a-primer-on-cloud-computing-9a34e90303c8

- Söderby, K. (2022). Getting Started With Arduino: Arduino Documentation. Arduino.cc. Retrieved from <https://docs.arduino.cc/learn/starting-guide/getting-started-arduino>
- Cammalleri, C., Anderson, M.C., Gao, F., Hain, C.R., Kustas, & W.P. (2014). Mapping Daily Evapotranspiration at Field Scales Over Rainfed And Irrigated Agricultural Areas Using Remote Sensing Data Fusion.
- Staff, M. (2018). Introduction to the Arduino Ide. Digi. Retrieved from <https://www.digikey.my/en/maker/blogs/2018/introduction-to-the-arduino-ide>
- Spendlove, T. (2018). Maker Uno simplifies Arduino, costs only \$6. Engineering.com. Retrieved from <https://www.engineering.com/story/maker-uno-simplifies-arduino-costs-only-6>
- Hariz, E. (2022). Menggunakan NODEMCU untuk Pertama Kali. MatGyver. Retrieved from <https://matgyver.my/2019/07/11/menggunakan-nodemcu-untuk-pertama-kali/>
- Hareendran, T. K. (2022). DS18B20 explained. ElectroSchematics.com. Retrieved from <https://www.electroschematics.com/ds18b20/>
- Admin. (2022). DIY ph meter using ph sensor & arduino with OLED display. How To Electronics. Retrieved from <https://how2electronics.com/ph-meter-using-ph-sensor-arduino-oled/>
- Hajri, I., Stephany, T., Briand, L. C., & Goknil, A. (2019). Change Impact Analysis for Evolving Configuration Decisions in Product Line Use Case Models. IEEE Xplore.
- Costa Valentim, N. M., Rabelo, J., Oran, A. C., Conte, T., & Marczak, S. (2015). A controlled experiment with Usability Inspection Techniques applied to Use Case Specifications: comparing the MIT 1 and the UCE techniques. IEEE Xplore.
- Hutajulu, T. A., Priyadi, Y., & Gandhi, A. (2022). Text Data Processing in Requirement Specifications as a Reference for Similarities Between Use Case Diagrams and Use Case Descriptions for Smart Sleeping Lamp Application Documents. IEEE Xplore.
- Miyao, H., & Maruyama, R. (2012). On-Line Handwritten flowchart Recognition, Beautification and Editing System. IEEE Xplore.
- Flowchart Connector - Explanation & Guide. (2022). Retrieved from <https://www.zenflowchart.com/blog/flowchart-connector-explanation-guide>
- Nicholas, J. (2022, November 18). Use case specification guideline - best tips & guidance for 2022. BusinessAnalystMentor.com. Retrieved from <https://businessanalystmentor.com/use-case-specification-guidelines/>
- Al Nahian, M. S. R., Biswas, A. P., Tsou, J. C., & Rahman, M. H. (2021). IOT Based Soil Monitoring and Automatic Irrigation System. Research Square.

- Abou-Nassar, E. M., Ilyasu, A. M., & Elkafrawy, P. (2020). DITrust Chain: Towards Blockchain-Based Trust Models for Sustainable Healthcare IoT Systems. ResearchGate.
- Mohd Kassim, M. S. (2020). IoT Water Quality Monitoring for Smart City. ResearchGate.
- Huang, H., Liu, M., & Mao, Y. (2021). Research on Road Slope Compound Monitoring System Based on Internet of Things Technology. ResearchGate.
- Qinglan, S., Yujiao, S., & Xiaochen, L. (2020). A high-sensitivity multilayer soil moisture monitoring sensor based on a double high-frequency tuning detection circuit. ResearchGate.
- Mansfield, C. F., Beltman, S., Weatherby-Fell, N., & Broadley, T. (2016). Classroom Ready? Building Resilience in Teacher Education. ResearchGate.
- Shashkina, V. (2022). IOT solution architecture: Components and Design Tips. ITREx. Retrieved from <https://itrexgroup.com/blog/iot-architecture-components-design-tips/>
- Mishra, R. (2019). Effective modular design in software engineering. GeeksforGeeks. Retrieved from <https://www.geeksforgeeks.org/effective-modular-design-in-software-engineering/>
- Reynolds, I. J. H. (2020). IOT architecture: 3 layers, 4 stages explained. Custom Software Development Insights | Zibtek Blog.
- Mohanan, V. (2022). How to create your first IOT project – arduino cloud tutorial with Arduino Nano 33 IOT - Circuitstate Electronics. CIRCUITSTATE Electronics - Invent. Engineer. Learn. Retrieved from <https://circuitstate.com/tutorials/how-to-create-your-first-iot-project-arduino-cloud-tutorial-with-arduino-nano-33-iot/>
- Rodriguez, F. (2020). Modular architecture for a large-scale mobile application. Medium. Retrieved from <https://medium.com/flux-it-thoughts/modular-architecture-for-a-large-scale-mobile-application-30027b82ce08>
- DroneBot Workshop. (2021). Getting started with the Arduino IOT Cloud. DroneBot Workshop. Retrieved from <https://dronebotworkshop.com/arduino-iot-cloud/>
- John. (2011). Use case specification example. All About Requirements. Retrieved from <https://www.allaboutrequirements.com/2011/09/use-case-specification-example.html>
- Legunsen, O., Lindee, C., Lloyd, K., Matcovschi, R., Morin, B. J., Shaw, S., Smith, K., Trantham, P., & Yancey, C. (2016). Use Case Specifications.
- Magicbit. (2021). ESP32 plant monitoring with Arduino IOT Cloud Remote App. Hackster.io. Retrieved from <https://www.hackster.io/magicbit0/esp32-plant-monitoring-with-arduino-iot-cloud-remote-app-fa4b75>

- Teja, R. (2021). Introduction to ESP32: Specifications, ESP32 devkit board, layout. Electronics Hub. Retrieved from <https://www.electronicshub.org/getting-started-with-esp32/>
- Iddo, D. (2019). Agile development. Medium. Retrieved from <https://medium.com/moodah-pos/agile-development-95cad3573abf>
- Admin. (2022). DIY IOT water ph meter using ph sensor & ESP32. How To Electronics. <https://how2electronics.com/diy-iot-water-ph-meter-using-ph-sensor-esp32/#:~:text=This%20is%20a%20simple%20connection,with%20analog%20pins%20of%20ESP32.>
- Fahad, E. (2022). ESP32 ph sensor, IOT ph sensor code and circuit diagram. Electronic Clinic. <https://www.electronicclinic.com/esp32-ph-sensor-iot-ph-sensor-code-and-circuit-diagram/>
- ESP32 - soil moisture sensor. ESP32 Tutorial. (n.d.). <https://esp32io.com/tutorials/esp32-soil-moisture-sensor>
- Last Minute Engineers. (2023). ESP32 pinout reference. Last Minute Engineers. <https://lastminuteengineers.com/esp32-pinout-reference/>
- ESP32 pinout: How use GPIO pins ?. uPesy. (n.d.). <https://www.upesy.com/blogs/tutorials/esp32-pinout-reference-gpio-pins-ultimate-guide>
- Tech, B. on. (n.d.). Tutorial 31 - Capacitive Soil Moisture Sensor. pFQaFnqOtQ. <https://arduino-tutorials.net/tutorial/capacitive-soil-moisture-sensor-arduino>
- Digital to analog converter (DAC) □. ESP. (n.d.). <https://docs.espressif.com/projects/esp-idf/en/latest/esp32/api-reference/peripherals/dac.html>
- Kashif. (1969). ESP32 ADC – read analog values with Arduino IDE. <https://linuxhint.com/esp32-adc-read-analog-values-with-arduino-ide/>
- Edmunds, C. (2019). The brief history of Container Gardening. Kaw Valley Greenhouses - Family Grown Since 1967. <https://www.kawvalleygreenhouses.com/blog/Detail/the-brief-history-of-container-gardening>
- Lambert, T. (2023). A history of gardening. Local Histories. <https://localhistories.org/a-history-of-gardening/>
- Hadrianus. (2023). Android Studio System Requirements (2023). KindaCode. <https://www.kindacode.com/article/android-studio-system-requirements/>
- Staff, C., & Says:, D. (2022). What is ESP32, how it works and what you can do with esp32?. Circuit Schools. <https://www.circuitschools.com/what-is-esp32-how-it-works-and-what-you-can-do-with-esp32/>

Teja, R. (2021). Getting started with ESP32: Introduction to ESP32. ElectronicsHub.
<https://www.electronicshub.org/getting-started-with-esp32/>

Mohamad Fareez Hakimi Bin Abu Bakar (A180134)
Assoc. Prof. Dr. Nazlia Omar^r
Fakulti Teknologi & Sains Maklumat,
Universiti Kebangsaan Malaysia

Copyright@FTSM
UKM