

Prototaip Smart Water Meter Berasaskan IoT

Azimah Binti Ismail^{1*}, Suzana Binti Shafie², Syaiful Nizam Bin Ab Rahim^{3*}

1,2

Jabatan Kejuruteraan Mekanikal, Politeknik Sultan Abdul Halim Muadzam Shah (POLIMAS), 06000, Jitra, Kedah, Malaysia

*Main Corresponding author: ¹azimah@polimas.edu.my

*³rd Corresponding author: ³syaifuln@polimas.edu.my

Abstrak : Peningkatan kecekapan dalam pengurusan sumber daya air menjadi penting mengingat pertumbuhan populasi dan tekanan terhadap bekalan air bersih. Dalam konteks ini, pengembangan *Smart Water Meter (SWM)* menjadi penyelesaian yang menjanjikan. SWM menggunakan teknologi sensor dan komunikasi data untuk mengukur, memantau, dan mengelola konsumsi air secara real-time. Meter air pintar ini merupakan meter air yang canggih kerana. Data yang dikumpulkan oleh meter ini dapat diakses melalui platform digital yang terhubung ke jaringan pintar, memberikan pengguna untuk memantau dan mengelola penggunaan air mereka secara lebih berhemah. Inovasi ini mengfokuskan pemasangan dikawasan perindustrian kerana kawasan pemasanganya lebih strategik dan pendedahan terus oleh cahaya matahari. Meter air pintar yang dihasilkan menggunakan Arduino Nano adalah cip micropengawal kos rendah yang dilengkapi dengan wifi dan boleh menghubungkan pelbagai sensor untuk melakukan sesuatu kerja. Seterusnya data-data yang diperolehi dihantar oleh sim module 800L gsm ke server yang ditetapkan. Tenaga yang digunakan untuk menghidupkan litar meter air pintar ini adalah bateri dimana ianya dicas semula oleh cahaya matahari atau lebih dikenali sebagai solar sistem. Seterusnya data yang diperolehi dapat juga dilihat oleh pemilik meter air menggunakan aplikasi *ThingView* di dalam telefon pintar. Dengan adanya inovasi pada meter air ini yang berasaskan IoT ianya dapat memudahkan pekerja syarikat air malah dapat memberikan kebaikan kepada pemilik meter air. Harapan pengkaji agar inovasi terhadap meter air ini dapat sedikit sebanyak membantu dan berkembang di dalam sektor perindustrian.

Kata kunci : *Smart Water Meter (SWM), Teknologi IoT, Arduino Nano, Solar sistem*

1.0 Pengenalan

Pada era moden ini, penjimatan air menjadi semakin penting di Malaysia disebabkan oleh jurang yang semakin melebar antara bekalan air yang berkurangan akibat perubahan iklim dan peningkatan permintaan dari sektor pertanian dan penduduk. Penjimatan air bermaksud penggunaan air secara berskala serta menggunakan sumber air alternatif. Penjimatan air kini melampaui batasan penggunaan paip dengan menyekat aliran dan pancuran mandian serta mengoptimumkan pembilasan tandas dan air kencing. Aplikasi pengairan pintar dan sistem kawalan juga dapat mencapai pemanfaatan air yang jauh lebih baik. Pengoptimuman intensiti air dalam proses dan operasi menara penyejuk dapat menghasilkan peningkatan yang ketara dalam penggunaan air (Waheed Muhammad Sanya *et.al.*, 2022). Sistem pengesanan dan pemantauan kebocoran secara automatik memungkinkan pengenalpastian dan pembedahan kebocoran dengan lebih cepat, bahkan dapat memotong aliran air yang tidak diperlukan. Pengumpulan air hujan juga merupakan langkah yang berkesan dalam penjimatan air. Insentif seperti rebat dan peraturan yang lebih ketat juga merupakan komponen penting dalam usaha ini. Walau bagaimanapun, sebelum melaksanakan langkah-langkah tersebut, adalah

penting untuk memahami bagaimana, bila, dan mengapa air digunakan. Selain itu, kebocoran air menyebabkan pemasangan meter dirumah pengguna menjadi lemah, paip pecah atau beberapa jenis kerosakan pada meter rumah pengguna. Di samping itu, bil yang agak mahal. Ini adalah satu punca mungkin pengguna menerima bil untuk meter yang bukan milik pengguna (Chetan S. Patel *et.al.*, 2019). Satu lagi mungkin disebabkan oleh pemasangan yang lemah, pengguna mungkin mendapati bahawa meter jiran disambungkan kepada meter anda dan anda membayar untuk kedua-duanya secara tidak sedar. Ini mengakibatkan kerugian pada pengguna. Seterusnya, terdapat juga masalah dari segi reka bentuk. Reka bentuk meter air yang sekarang digunakan mengakibatkan beberapa masalah yang timbul. Rajah 1 menunjukkan salah satu sistem kawalan SWM yang berada dipasaran semasa.



Rajah 1 : Sistem kawalan *Smart Water Meter*

Bekalan air di Malaysia telah dicirikan oleh banyak pencapaian, namun masih terdapat pelbagai cabaran yang perlu diatasi. Akses sejagat terhadap bekalan air pada tarif yang berpatutan merupakan satu pencapaian besar. Meter air turut memainkan peranan penting dalam cara penjimatan air dilakukan. Meter air adalah alat yang digunakan untuk mengukur isipadu air yang mengalir melalui paip. Meter air sangat penting untuk memantau penggunaan air dan mengira bayaran air yang perlu dibayar oleh pengguna. Dengan menggunakan meter air, pembaziran air dapat dielakkan dan kos pengambilan air dapat dikurangkan. Meter air berfungsi dengan mengukur aliran air melalui paip dan menukarkannya kepada isipadu air yang disukat dalam unit tertentu seperti gelen, liter, atau meter padu. Terdapat pelbagai jenis meter air di pasaran, setiap satu mempunyai prinsip kerja yang berbeza, termasuk meter air mekanikal, elektronik, dan ultrasonik. Faktor seperti saiz paip, tekanan air, suhu air, dan bahan paip juga boleh mempengaruhi prestasi dan ketepatan meter air. Oleh itu, adalah penting untuk memilih meter air yang sesuai untuk aplikasi yang dikehendaki dan mengambil kira faktor-faktor ini. Objektif kajian adalah untuk membangunkan sistem bacaan meter air yang menggunakan sistem IoT serta mereka bentuk alat bacaan meter air yang mesra penggunaan berdasarkan aspek perisian dan perkakas.






Kajian Literatur

Melalui kajian sorotan yang telah dibuat, didapati bahawa kebanyakan meter air menggunakan sistem analog sebagai tempat untuk mengambil bacaan contohnya pada jadual 1, menurut pengkaji meter air jet tunggal ialah meter halaju yang paling banyak digunakan pada abad kini untuk mengukur penggunaan air domestik (Szilveszter, 2017). Teknologi ini digunakan di kawasan perumahan dan bangunan komersial, atau dalam skala yang lebih besar di industri dan utilitas air (Arregui, 2016) dan di kawasan kecil sistem pengairan bertekanan. Selain itu juga, meter air ini dibina menggunakan konsep gabungan oleh gandingan mekanikal dan magnetik kepada turbin untuk menjana putaran. Ini terbukti oleh pengkaji (Arregui, 2007) kelajuan putaran adalah berkadar terus dengan kadar aliran dan isipadu yang didaftarkan. Bagaimana pun terdapat beberapa kelemahan pada meter air jet tunggal ini yang dikatan oleh pengkaji seperti pengurangan tekanan dalam rangkaian (Arregui, 2007), kualiti air yang buruk (Buck, 2012), kebocoran di tapak (Couvelis dan van Zyl, 2015), oleh itu, Kajian menunjukkan bahawa kemerosotan meter jet tunggal dari masa ke masa, terutamanya apabila dikaitkan dengan kadar aliran yang rendah, menyebabkan peningkatan ralat kurang pendaftaran yang dinyatakan oleh pengkaji (Criminisi, 2009). Komponen yang terdapat pada meter ini adalah penjumlahan, meterai magnetik, peranti pelarasan, pendesak ,rumah.

Meter air berbilang jet ialah sejenis meter air yang direka untuk mengukur aliran air melalui berbilang jet atau muncung secara serentak. Sistem bacaan meter ini juga masih menggunakan sistem analog. Meter ini biasanya digunakan untuk mengukur penggunaan air dalam tetapan kediaman, komersial dan perindustrian. Seterusnya dalam sistem bekalan air, meter air berbilang jet, yang secara kumulatif menentukan jumlah air yang mengalir melaluinya, digunakan untuk mengukur penghantaran jumlah air kepada pelanggan. Selain itu meter air berbilang jet mempunyai pendesak di dalamnya yang ditetapkan dalam gerakan berputar oleh bilang jet air yang mengalir secara sudut terhadap pendesak. Menurut pengkaji (Arregui *et al.* 2006). Walaupun semua air mengalir melalui pendesak meter air pancutan tunggal, sesetengah air dalam meter air berbilang jet memintas pendesak melalui pintasan boleh laras. Dengan membahagikan dua aliran secara berubah-ubah, meter berbilang jet juga boleh ditentukan. Selain itu terdapat beberapa kebaikan meter air berbilang jet ini contohnya teknologi meter yang sangat boleh dipercayai, tidak sensitif terhadap halaju di pintu masuk meter dan rintangan yang baik terhadap pepejal yang bersaiz micro seperti ukuran 0.001mm.

Meter omboh berayun adalah meter yang menggunakan sistem bacaan analog yang terdapat di atas meter, pengguna akan membaca bacaan meter ini berdasarkan number yang keluar dari analog tersebut. Selain itu meter ini direka untuk mengukur aliran cecair, seperti air atau bahan api, meter ini beroperasi berdasarkan prinsip mengisi dan mengosongkan isipadu yang diketahui berulang kali, dan memberikan pengukuran aliran bendalir yang tepat.

Jadual 1 : Perbandingan kriteria terhadap kajian terdahulu

Rekabentuk	Saiz	Sistem bacaan	Kebaikan	Komponen
	Diameter (mm) :13 Qn (m3/h) : 1.5 Length (mm) :100/115/190	Menggunakan sistem bacaan analog	1) tahan kepada pepejal terampai 2) kepelbagaian dan ketersediaan yang hebat 3) kecil dan boleh dipasang di ruang yang sempit	1) penjumlahan 2) meterai magnetik 3) peranti pelarasan 4) pendesak 5) perumahan
	Diameter (mm) :20 Qn(m3/h) : 2.5 Length (mm) :190	Menggunakan sistem bacaan analog	1) teknologi pemeteran yang sangat boleh dipercayai 2) tidak sensitif terhadap profil halaju di pintu masuk 3) rintangan yang baik terhadap pepejal terampai	1) penjumlahan 2) meterai magnetik 3) peranti pelarasan 4) pendesak 5) penapis
	Diameter (mm) : 1” Actual safe max capacity (m3/h) :11.4 Length (mm)	Menggunakan sistem bacaan analog	1) teknologi yang sangat dipercayai 2) tidak terjejas oleh profil halaju 3) sensitiviti yang sangat baik pada kadar alir	1) magnet 2) penapis atas 3) cakera 4) penapis bawah 5) plat pembahagian
	Diameter (mm) :15 Maximum flowrate (m3/h) :3 Length (mm) : - Pressure loss at maximum Flowrate (bar) : 1	Menggunakan sistem bacaan analog	1) pelbagai model, metrologi dan imam 2) sensitiviti yang sangat baik pada kadar aliran 3) kurang ruang yang diperlukan untuk pemasangan mereka	1) penjumlahan 2) perumahan 3) penapis 4) set pemeteran 4.1) penutup 4.2) omboh 4.3) plat pembahagian
	Diameter (mm) :65 Nominal flowrate (m3/h) :40 Length (mm) : - Maximum flowrate (m3/h):80	Menggunakan sistem bacaan analog	1) julat pengukuran adalah sangat luas, dan nisbah antara aliran minimum dan maksimum boleh menjadi 1:100 atau bahkan 1:200. 2) modul meterin boleh diganti tanpa Menjejaskan ketepatan meter 3) boleh dipasang,	1) penjumlahan 2) pelurus aliran 3) penghantaran mekanikal 4) turbin 5) penyebar

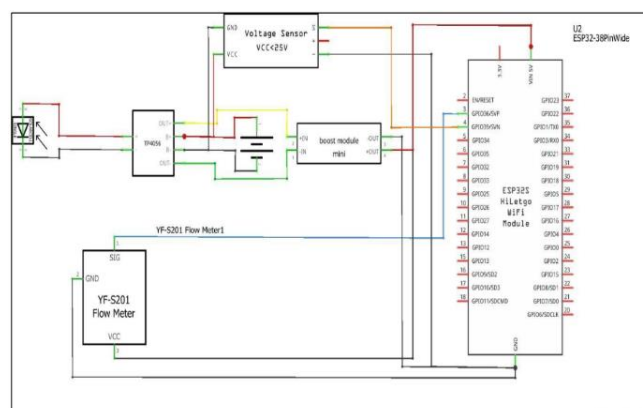
3.0 Metodologi

Metodologi dapat dilaksanakan melalui tindakan-tindakan berikut :

i) Rekabentuk Sistem

- Keperluan Sistem : Tentukan keperluan fungsional dan bukan fungsional untuk prototaip.
- Pemilihan Komponen: Pilih komponen perkakasan seperti sensor aliran air, modul komunikasi (contohnya, Wi-Fi, LoRa), mikrokontroler (contohnya, Arduino, Raspberry Pi), dan sumber kuasa.
- Rekabentuk Litar: Lukis serta penerangan litar elektrik yang diperlukan untuk menghubungkan semua komponen.
- Rekabentuk Perisian: Reka bentuk perisian untuk mengawal dan memantau meter air menggunakan bahasa pengaturcaraan yang sesuai.

Meter air pintar merupakan satu meter air yang seharusnya ada di setiap Kawasan perindustrian. Inovasi ini dapat memudahkan pengguna dan syarikat air contohnya SADA untuk memahami bacaan dan memudahkan pekerja dengan mereka tidak perlu lagi pergi kesetiap kawasan untuk mengambil bacaan meter air. Apabila menggunakan meter air pintar ini, ia akan menjimatkan masa dan meringankan beban seseorang pekerja malah dapat memudahkan pemilik meter air jika belaku mana-mana kebocoran atau kecurian di saluran paip. Meter air yang diguna pakai sekarang ianya mempunyai banyak kelemahan berbanding meter air pintar dari segi mudah rosak bagi sistem bacaan meter yang sekarang (Muhammad Azfar Shazmi Mohd Adnan *et.al.*, 2021). Oleh itu, meter air ini diciptakan adalah untuk memudahkan kerja dan menjimatkan masa pada pengguna serta tidak merugikan bagi mana-mana belah pihak mahupun pemilik ataupun syarikat air seperti SADA.



Rajah 2 : Litar Skematik Aturcara

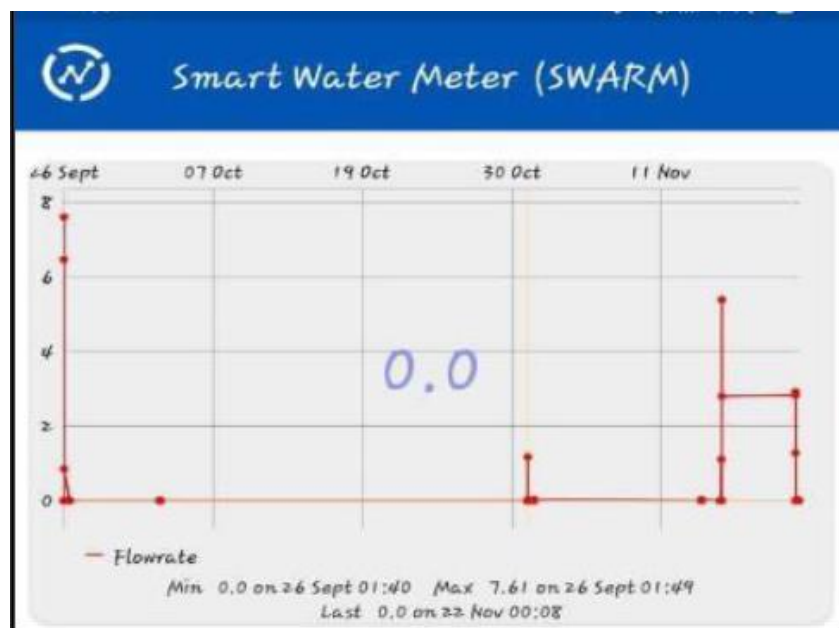
4.0 Analisis Data dan Keputusan

Analisa Sistem Meter Air

Meter air adalah salah satu meter yang paling banyak digunakan dikawasan perumahan dan kawasan perindustrian malah iainya sangat penting dalam ekonomi negara kerana dapat menjanakan pendapatan negara.

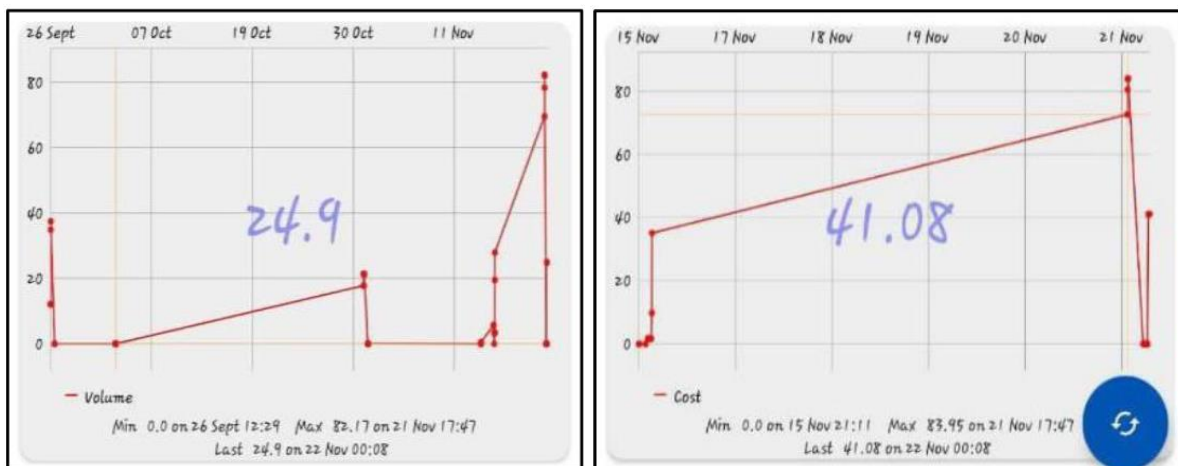
Analisa Tarif Penggunaan Air

Tarif bacaan meter Bukan Domestik yang diguna pakai oleh pekerja syarikat air untuk diberikan kepada pemilik meter air untuk diguna pakai sebagai rujukan untuk membuat pembayaran di syarikat air. Bacaan dikira dalam unit m^3 . Tarif baaan meter air ini hanya dilihat melalui kertas yang dicetak dan terdapat data-data bacaan meter air yang digunakan pemilik meter air hanya dapat melihat bacaan meter air yang tetap secara sebulan sekali. Terdapat juga beberapa keburukan tarif bacaan meter air ini contohnya jika kertas tersebut hilang atau rosak pemilik harus pergi ke pejabat syarikat air hanya untuk meminta bacaan meter air yang baru. Selain itu, jika berlaku sebarang kecacatan pencetakan ianya akan menyukarkan pemilik meter air untuk merujuk bacaan meter air yang digunakan seharian.



Rajah 3 : Takrif kadar alir air

Pada rajah 3 menunjukkan tarif bacaan meter air yang diguna pakai dalam projek Meter Air Pintar ini tarif bacaan meter air ini menggunakan aplikasi *Thing View* ianya berfungsi dengan cara data-data yang diperolehi di hantar ke server yang telah ditetapkan. Dalam masa yang sama juga pemilik meter air turut memperolehi data-data ini sebagai bahan rujukan kadar alir air miliknya, ini akan memberi kebaikan kepada kedua-dua belah pihak sama ada syarikat air mahupun pemilik meter air. Seperti yang dapat dilihat sistem ini sangat la canggih berbanding dengan sistem yang wujud sekarang ianya sangat sesuai dengan teknolgi IR4.0, ini akan memberi kesan kepada kemajuan sesebuah negara dan ianya juga akan membangkitkan nama negara tersebut kepada mata negara lain. Pengguna dapat memantau penggunaan air secara masa nyata melalui aplikasi seperti ThingView. Ini membolehkan mereka melihat jumlah air yang digunakan dan kadar harga air dengan mudah melalui telefon pintar.



Rajah 4 : Tarif jumlah air vs tarif harga air

Pada rajah 4 menunjukkan tarif jumlah air SWM yang diguna pakai dalam aplikasi *ThingView*, pengguna dapat melihat jumlah meter air hanya melalui telefon pintar. Kini tiada lagi masalah bagi pemilik meter air untuk melihat bacaan jumlah air yang dipakainya. Pada rajah 4 menunjukkan tarif jumlah air SWM yang diguna pakai dalam aplikasi *ThingView*, pengguna dapat melihat kadar harga air hanya melalui telefon pintar. Dengan pemantauan yang tepat, pengguna dapat mengesan dan memperbaiki kebocoran atau pembaziran air dengan cepat, seterusnya mengurangkan penggunaan air yang tidak perlu (Sk Ibrar Ahmed *et.al.*, 2022). Pengguna dapat melihat kadar harga air secara langsung melalui aplikasi, yang membantu

mereka menguruskan penggunaan air dengan lebih bijak dan menjimatkan kos.

5.0 Hasil dan Perbincangan

Sistem dalam projek Meter Air Pintar ini sangat penting untuk memastikan alat tersebut dapat berfungsi dengan baik dan mudah digunakan. Sistem yang baik juga dapat menambah nilai kefungsiannya pada meter air, sehingga membuatnya lebih menarik dan ianya juga dapat menarik perhatian pengguna. Dalam perancangan meter air, pertama sekali pengkaji harus pertimbangkan sistem yang akan akan diguna pakai untuk mendapatkan bacaan meter air. Hal ini akan membantu pengkaji menentukan sistem yang tepat untuk diguna pakai. Selain itu, matlamat projek ini adalah untuk mendapatkan bacaan meter air dengan menggunakan konsep IoT, contohnya pengguna hanya perlu melihat melalui telefon bimbit untuk mendapatkan bacaan meter air. Selain itu, dengan sistem yang dibangunkan ini iya nya akan membuka mata negara luar dengan melihat kemajuan yang terdapat di negara ini dan bukan itu sahaja, sistem yang wujud sekarang ianya sangat sesuai dengan teknologi IR4.0, selaku perkembangan yang terdapat di negara ini ia nya akan lebih memudahkan pengguna untuk mengawal segala kerja-kerja yang dilakukan seharian.

Meter Air Pintar yang menggunakan sistem arduino sebagai sumber bacaan meter air. Arduino, Meter Air Pintar dapat diinovasikan dengan lebih moden kerana mempunyai sistem bacaan dari jarak jauh iaitu dengan menggunakan telefon pintar. Secara tidak langsung memberikan lebih banyak masa kepada pekerja serta pemilik meter air untuk melakukan tugas yang lain. Seperti yang pengkaji ketahui, kebanyakan meter air menggunakan sistem analog sebagai sumber bacaan meter air contohnya meter air jet tunggal, meter air jet pelbagai dan meter air Woltman mendatar. Maka dengan adanya meter air yang boleh menghantar data ke server ini akan memudahkan kerja-kerja yang memakai tenaga kerja manusia. Melalui inovasi ini, pengkaji didapati bahawa ianya mengembangkan kreativiti dalam penghasilan projek atau mengubahsuai projek sedia ada dalam pasaran kepada projek yang lebih kreatif dan berteknologi canggih. Dengan projek ini juga pengkaji dapat memahami bahawa idea baru sesuatu produk itu perlu dicetus dan dikembangkan agar menjadi sesuatu yang lebih menarik. SWM menyokong pengurusan sumber air yang lebih mampan dengan mengurangkan pembaziran dan meningkatkan kecekapan penggunaan air (Saw Di Wen *et.al.*, 2024). Secara keseluruhan, penggunaan Smart Water Meter berasaskan IoT mempunyai pelbagai

kesan positif yang bukan sahaja memberi manfaat kepada pengguna individu tetapi juga kepada pihak berkuasa air dan masyarakat secara keseluruhan.

6.0 Kesimpulan

SWM meningkatkan kesedaran pengguna tentang jumlah air yang mereka gunakan, membantu mereka untuk lebih bertanggungjawab dalam penggunaan sumber yang terhad ini. Pengguna dapat belajar tentang corak penggunaan air mereka sendiri dan bagaimana untuk mengurangkannya, yang boleh diterjemahkan kepada kesedaran yang lebih luas tentang pentingnya pengurusan air yang berkesan. Pengguna dapat melihat bacaan meter air dan kadar harga air melalui telefon pintar mereka pada bila-bila masa dan di mana-mana sahaja, tanpa perlu melihat meter fizikal. Bagi pemilik hartanah yang mempunyai beberapa premis, mereka boleh memantau penggunaan air di semua lokasi dari satu tempat melalui aplikasi. Bacaan meter automatik mengurangkan keperluan untuk pembaca meter manual, mengurangkan beban kerja dan kos operasi bagi pihak berkuasa air.

Rujukan

Waheed Muhammad Sanya, Mahmoud A.Alawi, Issah Eugenio (2022), Design and development of Smart Water Quality Monitoring System Using IoT, International Journal of Advances in Scientific Research and Engineering (ijasre)E-ISSN : 2454-8006.

Chetan S. Patel, Jitendra A. Gaikwad (2019), Design and Development of IOT Based SMART water distribution networkfor Residential areas, Conference: 2019 International Conference on Communication and Electronics Systems (ICCES)

Muhammad Azfar Shazmi Mohd Adnan, Mohd Hanif Mohd Ramli, Nurul Syuhadah Khusaini, Wan Sulaiman Wan Mohamad, Zulkifli Mohamed (2021), Design and Development of IoT Based Water Leakage Monitoring System, International Journal of Nanoelectronics and Materials Volume 14 (Special Issue) December 2021 [219-226]

Raad AL-Madhrahi, Jiwa Abdullah (2021), An Efficient IoT-based Smart Water Meter System of Smart City Environment, (IJACSA) International Journal of Advanced Computer Science and Applications, Vol. 12, No. 8, 2021



Sk Ibrar Ahmed, Quazi Mohmmad Alfred (2022), Design Of Smart Water Metering, Flow Control And Quality Measurement Using Iot Communication, Computer Science & Engineering: An International Journal (CSEIJ), Vol 12, No 1, February 2022

Saw Di Wen, Hazry Desa, Muhammad Azizi Azizan (2024), Development of IoT-Enabled Smart Water Metering System, The 2024 International Conference on Artificial Life and Robotics (ICAROB2024), J:COM HorutoHall, Oita, Japan, 2024

Approval, P. (1884). Water Meters. *Scientific American*, 18(456supp), 7280–7281.

Hauber-Davidson, G., & Idris, E. (2006). Smart water metering. *Water*, 33(3), 56–59.

Loftus, A. (2006). Reification and the dictatorship of the water meter. *Antipode*, 38(5), 1023–1045.

Arregui, F. J., Gavara, F. J., Soriano, J., & Pastor-Jabaloyes, L. (2018). Performance analysis of ageing single-jet water meters for measuring residential water consumption.

Mantilla-Peña, C. F., Widdowson, M. A., & Boardman, G. D. (2019). Evaluation of in-service residential nutating disc water meter performance. *AWWA Water Science*, 1(1), e1113.

Palau, C. V., Balbastre, I., Manzano, J., Azevedo, B. M., & Bomfim, G. V. (2019). Numerical analysis of woltman meter accuracy under flow perturbations. *Water*, 11(12), 2622-47

Thomas, W. H. (1879). On Barton and West's Piston Water Meter. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers*, 30(1), 444-456.

Arregui, F., Cabrera Jr, E., & Cobacho, R. (2007). Integrated water meter management