



Sistem Monitoring Penggunaan Air PDAM pada Rumah Tangga Menggunakan Mikrokontroler NODEMCU Berbasis Smartphone ANDROID

Dwi Putra Arief Rachman Hakim¹, Arief Budijanto², Bambang Widjanarko³

Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Widya Kartika^{1,2,3}

Jl. Sutorejo Prima Utara II/1, Surabaya 60113

INFORMASI ARTIKEL

Jurnal IPTEK – Volume 22
Nomer 2, Desember 2018

Halaman:
9 – 18
Tanggal Terbit :
20 Desember 2018

DOI:
10.31284/j.iptek.2018.v22i2
.259

EMAIL

dwiputraariefrachmanhakim@gmail.com

PENERBIT

LPPM- Institut Teknologi
Adhi Tama Surabaya
Alamat:
Jl. Arief Rachman Hakim
No.100,Surabaya 60117,
Telp/Fax: 031-5997244

*Jurnal IPTEK by LPPM-
ITATS is licensed under a
Creative Commons
Attribution-ShareAlike 4.0
International License.*

ABSTRACT

Water is one of the most important sources of life. As the population increases, the need to meet daily needs such as drinking, cooking, washing clothes, bathing washing toilet (MCK) and so on are also increasing. This is not balanced by public awareness to make water savings. One way to make water savings is to monitor the flow of water consumed per month. PDAM is a regional company that provides water supply services to all the people of Indonesia in need. PDAM checks the amount of water usage in each customer each month by sending officers to the customer's home to check and record the amount of water usage through the water meter. The water meter used by the PDAM is still analogous so that customers have difficulty in reading the amount of water usage. Because of the way that checks are still manual and tools that are still analog, the authors designed a tool that can monitor the use of water in digital and online that can be accessed via smartphone in real time. So the Community will know the amount of water use every day. This tool is designed using a flow water sensor that will measure the flow of water flowing into the pipe and the measurement results will be processed by NodeMCU microcontroller. Data will be processed and displayed on the LCD and can also be accessed via smartphone.

Keywords: *Android; Node MCU ESP8266; Water Flow Meter.*

ABSTRAK

Air merupakan salah satu sumber kehidupan yang sangat penting. Seiring meningkatnya populasi penduduk maka keperluan untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari seperti minum, memasak, mencuci pakaian, mandi cuci kakus (MCK) dan lain sebagainya juga meningkat. Hal ini tidak diimbangi oleh kesadaran masyarakat untuk melakukan penghematan air. Salah satu cara untuk melakukan penghematan air yaitu dengan memonitoring debit air yang dikonsumsi perbulannya. PDAM merupakan perusahaan daerah yang memberikan jasa penyediaan air kepada seluruh penduduk masyarakat Indonesia yang membutuhkan. PDAM mengecek jumlah penggunaan air pada masing-masing pelanggan setiap bulan dengan mengirimkan petugas ke rumah pelanggan untuk mengecek dan mencatat jumlah penggunaan air melalui meter air. Meter air yang digunakan PDAM masih bersifat analog sehingga pelanggan mengalami kesulitan dalam pembacaan jumlah penggunaan air. Karena cara pengecekan yang masih bersifat manual dan alat yang masih bersifat analog, maka penulis merancang suatu alat yang dapat memonitoring penggunaan air secara digital dan online yang dapat diakses melalui smartphone secara real time. Sehingga Masyarakat akan mengetahui jumlah penggunaan air setiap harinya. Alat ini dirancang menggunakan sensor flow water yang akan mengukur debit air yang mengalir ke pipa dan hasil pengukuran akan diolah oleh mikrokontroler NodeMCU. Data akan diolah dan ditampilkan pada LCD serta dapat diakses juga melalui smartphone.

Kata kunci: *Android; Node MCU ESP8266; Water Flow Meter.*

PENDAHULUAN

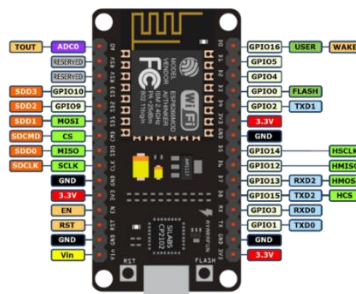
Seiring meningkatnya jumlah populasi penduduk di Indonesia, maka kebutuhan air juga semakin tinggi. Air berfungsi untuk memenuhi keperluan sehari-hari seperti mandi, mencuci, memasak dan lain sebagainya. Hal tersebut wajar karena air sebagai kebutuhan utama umat manusia di dunia. Air juga bermanfaat di berbagai industri contohnya untuk pertanian, perkebunan, peternakan, dan semuanya membutuhkan air sebagai bahan baku utama [1]. Tetapi hingga saat ini penggunaan air masih belum diimbangi dengan kesadaran masyarakat untuk penghematan air. Masyarakat masih kurang menyadari pentingnya sumber daya air dan tidak aware terhadap berapa banyak air yang sudah mereka gunakan per hari. Dalam pengecekan air oleh pihak PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum), dibutuhkan proses pengecekan jumlah penggunaan air yang disalurkan ke masing-masing pelanggan setiap bulan. Cara yang digunakan masih manual yaitu mengirimkan petugas ke rumah-rumah pelanggan dan mencatatnya satu persatu. Cara ini kurang efektif dan efisien serta membutuhkan banyak tenaga dan menghabiskan banyak waktu. Meter air yang digunakan PDAM juga masih bersifat analog sehingga data pemakaian air sulit diketahui oleh pelanggan [1].

Berawal dari latar belakang tersebut, penulis ingin merancang suatu alat yang mampu memonitor penggunaan air secara digital. Digital diasumsikan sebagai pengecekan debit air secara online dan dapat diakses melalui smartphone secara real time (saat itu juga). Sehingga nantinya alat ini akan memudahkan masyarakat untuk mengetahui jumlah penggunaan air setiap harinya. Alat ini dirancang menggunakan water flow sensor untuk mengukur debit air yang mengalir ke pipa dan data hasil pengukuran akan diolah dengan mikrokontroler NodeMCU. Data yang sudah diolah akan ditampilkan pada LCD (Liquid Crystal Display), serta dapat diakses melalui aplikasi smartphone. Tujuan dari penelitian ini adalah memudahkan sistem monitoring penggunaan air secara akurat yang bisa dilakukan oleh pelanggan, serta mengetahui jumlah debit air dan biaya penggunaan air secara real time. Keseluruhan dari sistem ini dapat diakses menggunakan aplikasi smartphone. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan kemudahan bagi seluruh pihak, tidak hanya untuk instansi seperti PDAM, tetapi juga bermanfaat bagi seluruh masyarakat.

TINJAUAN PUSTAKA

Definisi Node MCU

Node Mcu adalah *Open-source firmware* dan pengembangan kit yang membantu untuk membuat prototipe produk IOT (*Internet of Things*) dalam beberapa baris skrip Lua Node Mcu adalah sebuah *platform open source IOT (Internet Of Things)*. Node Mcu menggunakan Lua sebagai bahasa *scripting*. Hal ini didasarkan pada proyek Elua, dan dibuat di atas ESP8266 SDK 1.4. Menggunakan banyak proyek *open source*, seperti lua-cjson. Ini mencakup *firmware* yang berjalan pada Wi-Fi SoC ESP8266, dan perangkat keras yang di dasarnya pada ESP-12 modul [6]. Spesifikasi yang disediakan oleh Node Mcu adalah *Open source*, Interaktif, Telah diprogram, biaya rendah, sederhana, *Smart*, WI-FI diaktifkan.



Gambar 1. Pinout Node MCU

Definisi Arduino Nano

Arduino merupakan sebuah platform dari *physical computing* yang bersifat terbuka (*open source*). Pertama perlu diketahui bahwa kata "*platform*" yang dimaksud adalah pilihan kata yang tepat. Arduino tidak hanya sebuah alat pengembangan, namun juga kombinasi dari perangkat keras (*hardware*), bahasa pemrograman, dan IDE (*Integrated Development Environment*) yang cukup

berkembang dan canggih. Arduino Nano memiliki fungsi kurang lebih sama dengan Arduino Duemilanove, namun dengan paket berbeda. Yang membedakan yaitu, Arduino Nano tidak disertai port DC berjenis Barrel Jack, dan dihubungkan ke komputer dengan port USB Mini-B. Arduino dirancang dan diproduksi oleh perusahaan Gravitech [4].

Definisi RTC (*Real Time Clock*) DS3231

RTC (*Real Time Clock*) DS3231 adalah IC yang dibuat oleh perusahaan Dallas Semiconductor. DS3231 merupakan sebuah IC yang dapat digunakan sebagai pengatur waktu yang meliputi detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan dan tahun. Pengaksesan data dilakukan dengan sistem serial sehingga hanya membutuhkan dua jalur untuk berkomunikasi yaitu jalur clock untuk membawa informasi data clock dan jalur data yang membawa data atau yang sering disebut dengan I2C (*Inter-integrated Circuit*) [9].

Definisi *Water Flow Sensor*

Water Flow Sensor merupakan sebuah perangkat sensor yang digunakan untuk mengukur debit fluida. Sebagaimana pada semua sensor, keakuratan absolut dari pengukuran membutuhkan pengkalibrasian sensor. Pada perancangan penelitian ini tipe *water flow sensor* yang digunakan merupakan mechanical *water flow sensor*. Sensor tipe ini memiliki rotor dan transducer *hall-effect* didalamnya untuk mendeteksi putaran rotor ketika fluida melewatinya. Putaran tersebut akan menghasilkan pulsa digital yang banyaknya sebanding dengan banyaknya fluida yang mengalir melewatinya [3].



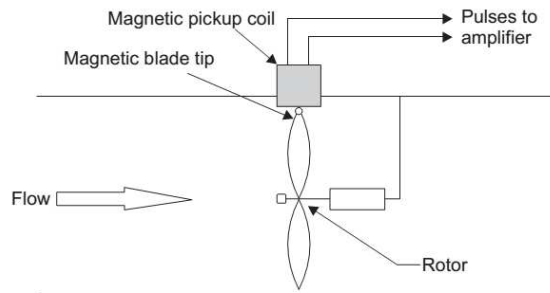
Gambar 2. *Water Flow Sensor*

Spesifikasi sensor yang digunakan adalah sebagai berikut seperti yang terdapat pada tabel 2.2 dibawah ini.

Tabel 1. Spesifikasi sensor *water flow meter*

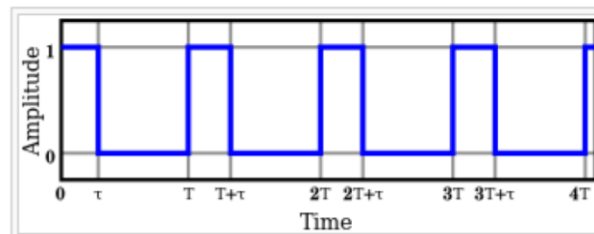
| | |
|--|---|
| Model | EGO-2 |
| Sensor Type | Hall Effect |
| Working Voltages | 5 to 18V DC (min tested working voltage 4.5V) |
| Max Current Draw | 15mA @5V |
| Output Type | 5V TTL |
| Working Flow Rate | 1 to 30 Liters/Minute |
| Working Temperature Range | -25°C to +80°C |
| Working Humidity Range | 35% - 80% RH |
| Accuracy | ±10% |
| Maximum Water Pressure | 2.0 MPa |
| Output Duty Cycle | 50% ± 10% |
| Output Rise Time | 0.04us |
| Output Fall Time | 0.18us |
| Flow Rate Pulse Characteristics | Frequency (Hz) = 7.5*Flow Rate (L/Min) |
| Pulse per Liter | 450 |
| Durability | Minimum 300.000 cycles |
| Cable Length | 15 cm |

Pada gambar 3 dibawah ini dapat dilihat prinsip kerja dari sensor *water flow meter* yang digunakan pada sistem.



Gambar 3. Prinsip kerja *water flow sensor*

Pada gambar tersebut ketika fluida mengalir melewati rotor, fluida tersebut mengakibatkan rotor tersebut bergerak dengan kecepatan yang proporsional dengan kecepatan linier fluida. Putaran rotor ini menyebabkan ujung blade rotor yang memiliki magnet menghasilkan pulsa digital on dan off yang dibaca oleh transduser *hall effect* yang ada pada rangkaian pendeteksinya. Pada gambar 4 ini adalah bentuk pulsa sinyal yang dihasilkan dari sensor [3]. *Hall-Effect* Sensor merupakan transduser yang output tegangannya berubah terhadap respon medan magnetik. *Hall effect* sensor biasanya digunakan untuk *switching* proximity, posisi, deteksi kecepatan dan aplikasi pengukuran arus listrik [3].



Gambar 4. Bentuk pulsa sinyal *water flow meter*

METODE

Perancangan Sistem dan Program

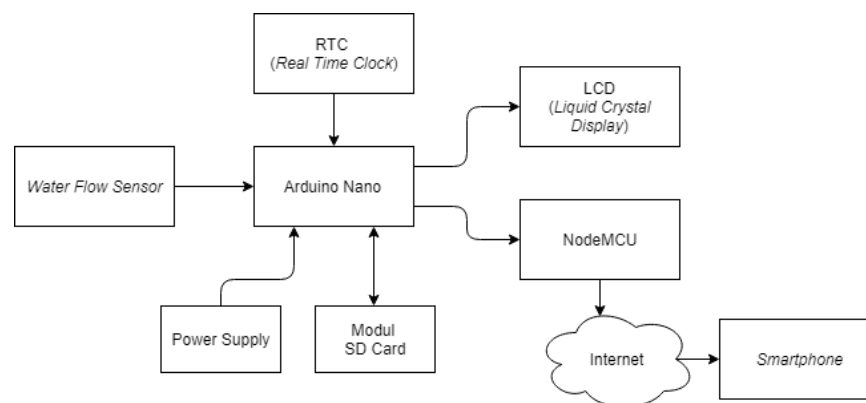
Bagian ini akan menjelaskan perancangan sistem dan program pengukuran kecepatan debit air menggunakan sensor *water flow meter* dengan *output display* jumlah pada LCD dan *web server*. Perancangan perangkat keras (*hardware*) meliputi perancangan dari sensor *water flow meter*. Pada penelitian ini menggunakan mikrokontroler Arduino Nano dan Node MCU serta LCD sebagai display. Perancangan perangkat lunak pada mikrokontroler Arduino Nano dan Node MCU dan ditampilkan melalui *output display* berupa *web server* yang dapat di akses melalui aplikasi android.

Perancangan Sistem

Perancangan sistem adalah perancangan perangkat keras dari alat atau komponen yang akan digunakan. Pada penelitian ini penulis merancang sebuah prototipe untuk monitoring perhitungan aliran air berbasis Node MCU. Debit dan volume air yang melalui *water flow sensor* dapat dipantau dari jarak jauh melalui *web browser* dan *smartphone* android. Berikut Blok Diagram sistem yang dirancang. Gambar 5, *block diagram* alat sistem monitoring air menggunakan sensor *water flow meter*. Diagram ini menjelaskan tentang bagian-bagian dari rangkaian yang tersusun menjadi satu sistem alat dengan sebuah mikrokontroler Arduino Nano dan Node MCU yang menjadi pusat pengendali. Bagian input pada *block diagram* menggunakan sensor *water flow sensor*. Bagian *output* pada *block diagram* di atas yaitu LCD dan *Smartphone*. Dari *block diagram* pada gambar terlihat bahwa alat yang akan dirancang terdiri dari beberapa bagian:

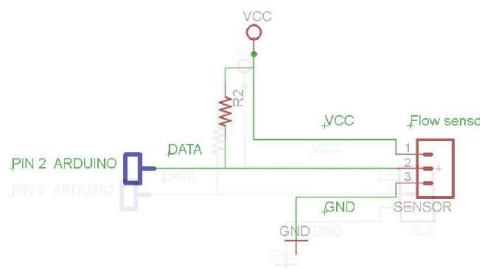
1. Bagian sensor *water flow meter* digunakan untuk mengukur debit dan biaya air yang dideteksi berdasarkan aliran air dengan kondisi logika yang tersimpan pada program Arduino Nano.

2. Bagian kontrol yaitu mikrokontroler Arduino Nano yang berfungsi untuk memproses *input* dan *output*.
3. Bagian output LCD (*Liquid Crystal Display*) berfungsi untuk menampilkan hasil pengukuran debit dan flow rate.
4. Bagian *output* PC digunakan untuk menampilkan hasil pengukuran debit dan volume air dalam bentuk grafik, serta sebagai tempat penyimpanan database pada Microsoft Excel hasil pengukuran debit dan volume air.
5. Bagian pengirim data melalui internet digunakan Node MCU sebagai media atau jaringan yang dapat mengirim data pengukuran debit dan biaya penggunaan air dari mikrokontroler Arduino Nano ke *Smartphone*.
6. Bagian penyimpanan data menggunakan modul Micro SD Card sebagai media penyimpanan atau *database* pengukuran debit air.



Gambar 5. Block diagram sistem

Rangkaian Water Flow Sensor



Gambar 6. Rangkaian skematik Water Flow Sensor

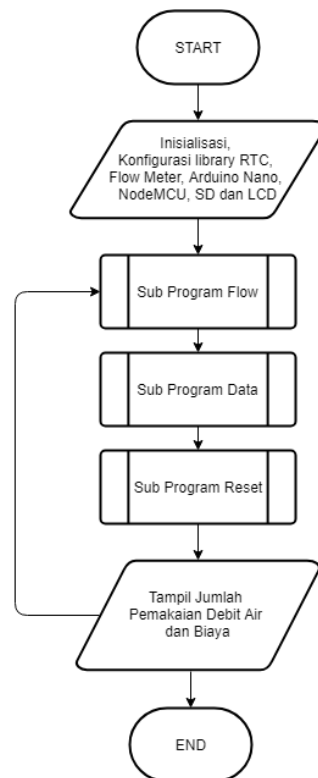
Pada gambar 6, diatas adalah skematik koneksi *water flow sensor* ke mikrokontroler Node MCU. Pin sinyal dari sensor dihubungkan dengan pin 2 Node MCU yang dikonfigurasi sebagai input yang mana pin 2 tersebut akan memberikan cacahan naik ketika terjadi perubahan nilai. Pin sinyal dari sensor tersebut juga diberikan resistor *pull-up* dari Pin 5volt Node MCU sendiri. Tujuan dari pemasangan resistor *pull-up* ini agar data yang diterima dari sensor memiliki nilai yang *valid*. Nilai pulsa yang dibaca dari sensor didapat dengan menggunakan interupsi, hal ini memungkinkan pengambilan data dari sensor secara *real-time* sekalipun sistem sedang melakukan operasi yang lain [3].

Rangkaian LCD (*Liquid Crystal Display*) dan Modul RTC (*Real Time Clock*)

Rangkaian LCD pada sistem ini dipakai sebagai penampil kinerja sistem. Dalam alat ini LCD tersebut menampilkan pembacaan sensor untuk mengetahui proses pengukuran debit dan volume air berjalan. Pada penelitian modul RTC DS3231 terhubung pada jalur komunikasi I2C. Komunikasi tersebut dilewatkan pada jalur SDA dan SCL sebagai jalur pertukaran data.

Perancangan Program

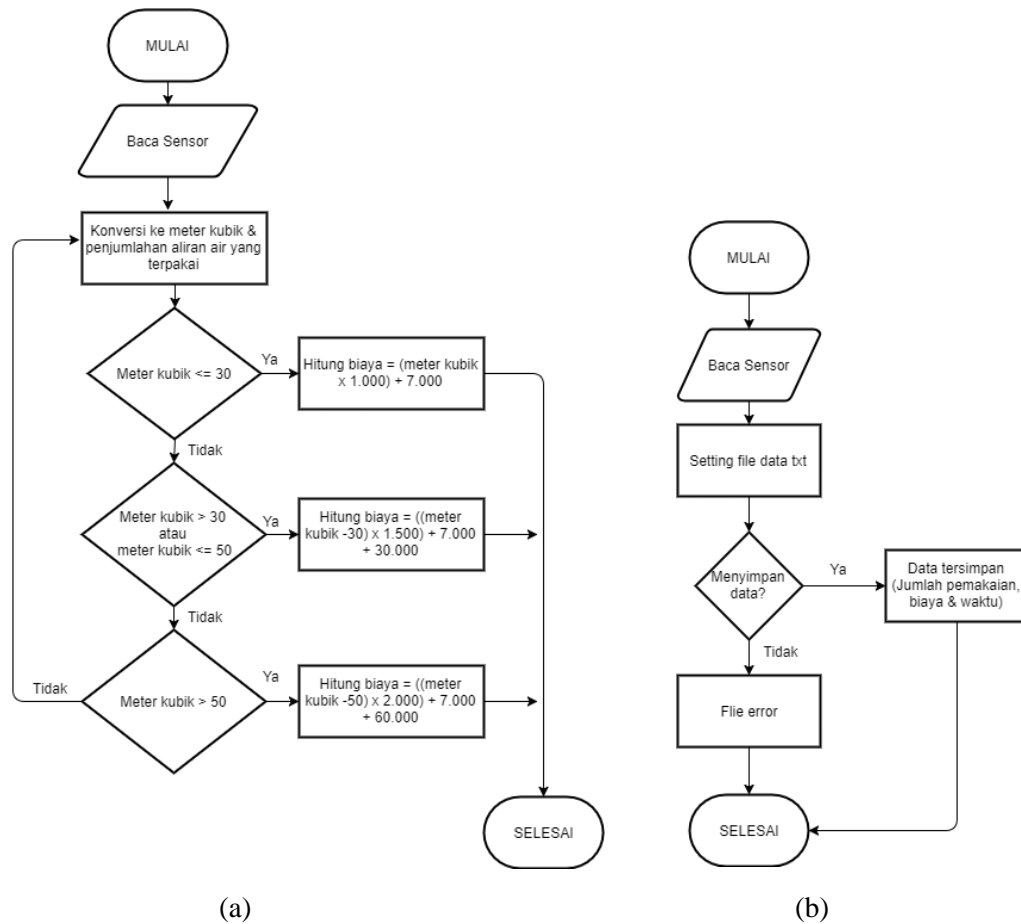
Perancangan program adalah perancangan perangkat lunak dari alat atau komponen yang akan digunakan. Inputan dari sensor akan diproses dengan program yang akan dibuat.



Gambar 7. Diagram Alir Keseluruhan

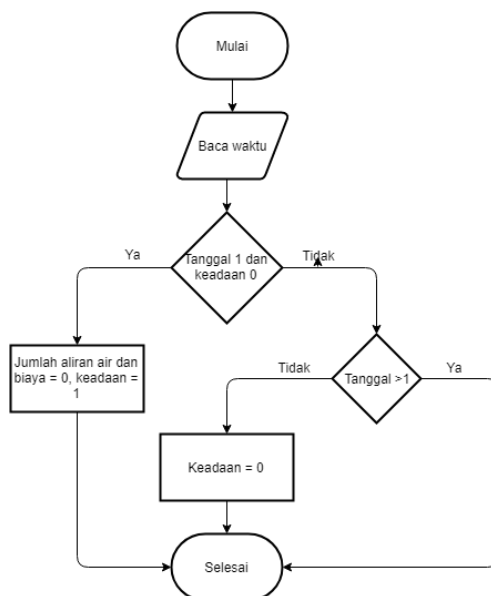
Gambar 7, menunjukkan penjabaran diagram alir secara keseluruhan, di dalam diagram alir terdapat konfigurasi *library* untuk memproses semua *library* yang digunakan. Inisialisasi *port* disini merupakan pendeklarasian *variable* diantaranya penggunaan tipe data dan inisialisasi port. Penggunaan tipe data berupa float dan int. Setelah sensor sudah dapat membaca maka diperoleh inputan pembacaan berupa pulsa frekuensi untuk menghitung kecepatan aliran air dalam satuan L/detik, karena untuk menghitung total banyaknya air yang digunakan dalam satuan m^3 maka satuan kecepatan aliran air dikonversikan menjadi m^3 /detik dengan cara kecepatan aliran air dikali 10^{-3} atau dibagi 1000 karena konversi L/detik ke m^3 /detik adalah 10^{-3} . Setelah dikonversikan nilai aliran airnya maka untuk mendapatkan jumlah aliran air yang sudah melewati sensor dengan cara hasil perhitungan aliran air pertama dijumlahkan dengan perhitungan aliran air berikutnya. Kondisi ini akan berjalan secara terus-menerus atau bisa disebut *looping*. Setelah mendapatkan total aliran air yang telah melewati sensor akan masuk ke perhitungan biaya dengan tarif biaya air per m^3 yang berbeda-beda dan program akan melakukan percabangan dengan melakukan sebuah keputusan “jika total aliran air $\leq 30 m^3$ ” maka program akan menjalankan perhitungan biaya dengan tarif per m^3 dikalikan dengan 1.000 dan dijumlahkan dengan biaya beban, apabila jumlah aliran air melebihi $30 m^3$ maka akan mengambil keputusan yang lain. Pembacaan total aliran air tersebut tidak hanya sekali, namun dilakukan secara terus-menerus selama aliran air melewati sensor.

Gambar 8a, menunjukkan penjabaran dari diagram alir sub program flow, pada diagram alir sub program flow ini berfungsi untuk menghitung jumlah dan biaya pemakaian air. Pertama dimulai dari pembacaan nilai sensor lalu menghitung debit air, mengkonversikan dan menjumlahkan aliran air yang terpakai. Kemudian dari jumlah tersebut dihitung besar biayanya. Gambar 8b, menunjukkan penjabaran dari diagram alir sub program data. Pada diagram alir sub program data ini berfungsi untuk menyimpan data dari pembacaan sensor yang telah diolah, mendapatkan hasil jumlah dan biaya pemakaian air dengan tambahan pewaktu yang disimpan pada Micro SD dengan format .csv. Pewaktu disini berfungsi untuk memberitahukan waktu setiap data yang tersimpan.



Gambar 8. a) Diagram Alir Sub Program Flow; b) Diagram Alir Sub Program Data

Pada gambar 9, menunjukkan penjabaran dari diagram alir sub program reset. Pada diagram alir sub program reset ini berfungsi untuk mereset ulang data yang telah diambil, pada penelitian ini mereset data dilakukan setiap bulan pada tanggal 1. Pada tanggal 1 terdapat detik, menit, dan jam yang dapat mempengaruhi terjadi reset berulang, untuk mencegah terjadinya reset berulang pada tanggal 1 maka dibuat setelah melakukan reset pada tanggal 1, keadaan state akan menjadi 1 dari keadaan state 0. Keadaan state akan kembali 0 pada saat tanggal sudah berubah menjadi 1.



Gambar 9. Diagram Alir Sub Program Reset

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan Analisa Sensor

Sensor *water flow meter* merupakan alat pengukur aliran air, dengan menggunakan sensor *hall effect* yang terdapat didalam sensor *water flow meter* yang menghasilkan pulsa frekuensi dari putaran rotor yang dilewati oleh aliran air. Penelitian ini memanfaatkan *water flow meter* sebagai alat pengukuran. Data yang diperoleh dalam pengukuran ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Pengukuran Sensor *Water Flow Meter*

| No. | Sensor Water Flow Meter | | | | | | | Nilai rata-rata \bar{X} | Nilai error rata-rata |
|-----|-------------------------|------------------------------|------|------|------|------|--------|---------------------------|-----------------------|
| | Input | Output | | | | | | | |
| | Gelas ukur (ml) | Hasil pengukuran sensor (ml) | | | | | | | |
| | | X1 | X2 | X3 | X4 | X5 | | | |
| 1. | 500 | 550 | 578 | 538 | 540 | 570 | 555,2 | 11% | |
| 2. | 1000 | 1168 | 1058 | 1150 | 1100 | 1156 | 1126,4 | 12% | |
| 3. | 1500 | 1678 | 1567 | 1588 | 1576 | 1656 | 1613 | 7% | |
| 4. | 2000 | 2108 | 2156 | 2087 | 2178 | 2134 | 2132,6 | 6% | |
| 5. | 3000 | 3106 | 3099 | 3189 | 3190 | 3098 | 3136,5 | 4% | |

Pengujian sensor *water flow meter* dapat dilakukan dengan data yang diperoleh dari masukan air sebagai debit air dengan satuan (ml) dan data yang dihasilkan dari pengukuran sensor air yang keluar, data diambil sebanyak 10 kali pengamatan dari 5 kali nilai masukan yang berbeda pada sensor *water flow meter* agar dapat menentukan nilai rata-rata. Jika terdapat hal yang perlu ditentukan pada alat pengukuran dapat diperoleh dengan menganalisa hasil dari pengamatan yang telah dilakukan.

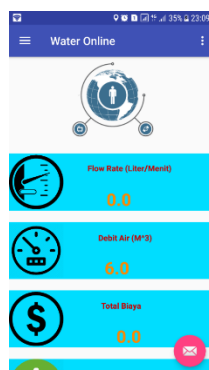
Pada tabel 2 dari hasil pembacaan sensor dapat dilihat bahwa semakin besar volume air yang diukur maka semakin kecil persen *error* data yang didapat. Hal ini dikarenakan gesekan yang terjadi pada bearing rotor sensor dan momen inersia setelah air melewati sensor. Pada pengukuran volume kecil *error* semakin besar dikarenakan momen inersia tersebut, sedangkan pada volume yang lebih besar momen tersebut dapat dikompensasi oleh lamanya waktu yang dibutuhkan oleh air untuk sepenuhnya melewati sensor.

Hasil dan Analisa Modul SD Card

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui hasil apakah modul sd card ini dapat membaca dan menulis (*read and write*). Pengujian dilakukan dengan menggunakan Arduino nano sebagai alat untuk memerintah modul sd card untuk membaca dan menulis (*read and write*). Pada pengujian modul sd card ini Arduino nano diberi program untuk membaca dan menulis data berupa waktu, *flow rate* dan debit air yang tersimpan dalam file berekstensi .csv. File dengan ekstensi .cvs dapat dibuka menggunakan perangkat lunak microsoft Excel.

Hasil dan Analisa Aplikasi Android

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui hasil apakah hasil pembacaan dari mikrokontroler nodemcu dapat terkoneksi dengan aplikasi android dan aplikasi android dapat membaca data yang diterima oleh sensor *water flow meter*. Berikut adalah gambar hasil dari tampilan aplikasi android.



Gambar 10. Tampilan Aplikasi Android

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembuatan prototype alat pemantau jumlah dan biaya pemakaian air berbasis website ini dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Telah diimplementasikan dengan baik sesuai perancangan sistem prototype alat pemantau jumlah dan biaya pemakaian air berbasis android menggunakan sensor *water flow meter*, LCD, Arduino Nano dan Node MCU yang dapat menampilkan data melalui LCD dan android.
2. Pengaksesan dengan cara menghubungkan jaringan internet dari database firebase ke android dengan satu jaringan.
3. Alat mampu mengirimkan data pengukuran debit air, flowrate dan biaya ke database firebase dan ditampilkan ke android melalui modul wifi.
4. Water flow meter sensor berfungsi dengan baik sebagai penghitung jumlah air yang lewat atau terpakai dengan tingkat kesalahan yang minim pada sensor water flow meter.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Risna, 2014. Rancang Bangun Aplikasi Monitoring Penggunaan Air PDAM Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno, Teknik Informatika STMIK Atma Luhur, Kepulauan Bangka Belitung
- [2] Hutahean, 2015. Konsep Sistem Informasi, Yogyakarta
- [3] Azhari, Arif. 2015. Perancangan Sistem Informasi Debit Air Berbasis Arduino Uno, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Sumatera Utara, Medan
- [4] Pinem, Siti Malinda. 2016. Sistem Pengukuran Kadar Aseton Dengan Nafas Berbasis Arduino Nano Dengan Tampilan Android, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Sumatera Utara, Medan
- [5] Suharjon, 2015. Aplikasi Sensor Water Flow Meter untuk Mengukur Penggunaan Air Pelanggan Secara Digital Serta Pengiriman Data Secara Otomatis pada PDAM Semarang, Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang
- [6] Sambudi, A. 2014. Purwarupa Pemantau Debit Air PDAM Menggunakan Sensor Aliran Air G1/2 Berbasis Arduino Uno, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Elektronika dan Instrumentasi Fakultas Sekolah Vokasi UGM, Yogyakarta
- [7] Rafik, Dkk. 2014. Aplikasi Smart Card pada Meteran Air Digital Prabayar Berbasis Arduino Uno Mega 2560, Jurnal, Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang
- [8] Rohman, F. 2009. Prototype Alat pengukur kecepatan aliran dan debit air dengan tampilan digital, tugas akhir, jurusan Teknik elektro fakultas teknologi industri universitas gunadarham depok
- [9] Putra, P, Rancang Bangun Jam Digital Menggunakan RTC, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Elektro UPN Yogyakarta
- [10] Rosaline, 2016. Prototipe Alat Pemantau Jumlah Dan Biaya Pemakaian Air Berbasis Website, Tugas Akhir, Jurusan Elektronika Dan Instrumentasi UGM

Halaman ini sengaja dikosongkan