

RANCANG BANGUN MIKROKONTROLER MONITORING PENGGUNAAN AIR PDAM BERBASIS IoT

DESIGN AND DEVELOPMENT OF MONITORING MICROCONTROLLER IN PDAM WATER BASED IoT

Ihsan Ghivena¹, Dr. Ir. Rendy Munadi, M.T.², Sussi, S.Si., M.T.³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹Ihsanghivena@student.telkomuniversity.ac.id, ²rendymunadi@telkomuniversity.ac.id,

³Sussiss@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Terkadang orang yang menggunakan air untuk keperluan sehari-hari tidak mengetahui sudah berapa banyak air yang mereka gunakan. Tanpa disadari saat keluar tagihan menghabiskan banyak biaya. Untuk mengetahui sudah berapa banyak air yang kita gunakan dan agar dapat mengurangi biaya yang harus kita keluarkan untuk penggunaan air, penulis ingin membuat alat yang dapat memonitoring penggunaan air PDAM. Jumlah air yang keluar berupa volume dan harga air. Data tersebut dapat dilihat melalui *handphone* pengguna dan terdapat LCD di alat tersebut. *Handphone* yang digunakan untuk menerima data debit air dan harga air pengguna berupa *handphone* jenis android saja karena menggunakan aplikasi *Android studio*.

Waterflow sensor akan dipasang ditengah pipa. *Waterflow* sensor akan mengirimkan data debit air yang melewatinya ke *nodeMCU* setelah itu *nodeMCU* akan mengirimkan ke *database*, *database* yang digunakan yaitu *Thingspeak*. Setelah diproses oleh *database*, dikirim ke aplikasi *android studio*. Di *android studio* debit air yang lewat akan di hitung harganya dan dapat di lihat di *handphone* pengguna. Alat ini memiliki beberapa *hardware* seperti *waterflow* sensor, *NodeMCU*, dan LCD.

Kata Kunci: *Waterflow* sensor, LCD, *nodeMCU*, *Thingspeak*, *android studio*

Abstract

Sometimes people who use water for everyday purposes do not know how much water they use. Unknowingly when out of bills spends a lot of cost. To find out how much water we use and to reduce the cost we have to spend on water use, the authors want to make a tool that can monitor the use of water TAPS. The amount of water coming out is the volume and price of water. The Data can be viewed through the user's mobile and there is an LCD in the device. Handphone used to receive water debit data and user's water price in the form of phone type Android only because using Android Studio application.

Waterflow sensor will be paired amid the pipe. The *Waterflow* sensor will transmit the water discharge data passing through it to *nodeMCU* after which *nodeMCU* will transmit to the *database*, the *database* used is *Thingspeak*. Once processed by the *database*, sent to the *Android studio* application. In *Android*, the passing water Debit studio will be calculated at the price and can be seen on the user's mobile phone. This tool has some hardware such as *waterflow* sensor, *NodeMCU*, and LCD

Keywords: *Waterflow* sensor, LCD, *nodeMCU*, *Thingspeak*, *android studio*

1. Pendahuluan

Di perkembangan zaman sekarang ini, terdapat suatu kebutuhan manusia yaitu air. Air dianggap sangat penting untuk kehidupan sekarang. Setiap bangunan yang berpenghuni selalu memiliki air. Air dialirkan ke rumah-rumah melalui PDAM atau Perusahaan Daerah Air Minum. PDAM merupakan salah satu unit usaha milik daerah, yang bergerak dalam distribusi air bersih bagi masyarakat umum.

Terkadang orang menggunakan air tidak mengetahui sudah berapa banyak mereka menghabiskan biaya tersebut tiba-tiba saat pembayaran, menghabiskan banyak biaya. Seperti kasus yang terjadi pada sejumlah pelanggan air minum di Kabupaten Nunukan, Kalimantan Utara, kaget ketika harus membayar tagihan yang besarnya di luar perkiraan rekening air yang mereka pakai. Padahal, tarif air pelanggan PDAM Nunukan sudah dinaikkan pada November tahun 2014. Adapun pelanggan bernama Dadi, warga Jalan Diponegoro, mengaku bulan ini terpaksa membayar Rp 1,3 juta. Padahal, sebelumnya kenaikan tagihan PDAM sebesar 80 persen yang diberlakukan sejak November 2014 lalu, dia hanya membayar Rp 350 ribu. Di sisi lain, Dadi mengaku yakin tak ada kenaikan konsumsi air di rumahnya [1]. Maka dari itu si penulis ingin membuat alat yang dapat memantau debit dan harga air yang di gunakan melalui LCD dan *handphone* yang berbasis IoT.

Penulis ingin membuat alat yang dapat mempermudah pengguna maupun petugas PDAM dalam mengetahui debit dan harga air. Alat ini dipasangkan pada pipa air yang terdapat pada bangunan. Pada pipa dipasangkan *waterflow* sensor sebagai sensor untuk mengetahui jumlah debit air yang melewati sensor tersebut. Lalu data dikirim ke nodeMCU sebagai koneksi dengan internet. NodeMCU akan mengirimkan data tersebut ke *database*. *Database* yang digunakan berupa *Thingspeak*. Di nodeMCU dipasangkan juga LCD untuk mempermudah petugas PDAM mencatat data air yang melewati sensor. Pada *Thingspeak* data debit air akan dikirim ke *handphone*. Di *handphone* akan menampilkan jumlah debit dan harga air yang melewati sensor tersebut. Dengan menggunakan arduino IDE perintah tersebut dijalankan agar alat tersebut bisa jalan sesuai dengan keinginan.

Alat ini juga memiliki kelebihan yaitu pada *android studio* terdapat pilihan jenis pelanggan, jadi pelanggan dapat menyesuaikan biaya debit airnya melalui pilihan tersebut. Pelanggan juga dapat melihat jumlah biaya pada bulan sebelumnya, karena aplikasi ini menyediakan data yang dapat menyimpan setiap bulannya.

2. Dasar Teori

2.1 IoT

Internet of Things (IoT) secara umum konsep IoT diartikan sebagai sebuah kemampuan untuk menghubungkan objek-objek cerdas dan memungkinkannya untuk berinteraksi dengan objek lain, lingkungan maupun dengan peralatan komputasi cerdas lainnya melalui jaringan internet. IoT dalam berbagai bentuknya telah mulai diaplikasikan pada banyak aspek kehidupan manusia. CISCO bahkan telah menargetkan bahwa pada tahun 2020, 50 miliar objek akan terhubung dengan internet [2].

Meluasnya adopsi berbagai teknologi IoT, membuat kehidupan manusia menjadi jauh lebih nyaman. Dari sisi pengguna perorangan, IoT sangat terasa pengaruhnya dalam bidang domestik seperti pada aplikasi rumah dan mobil cerdas. Aplikasi rumah cerdas yang memungkinkan pemiliknya mengatur seluruh peralatan di rumahnya dari jarak jauh dengan menggunakan satu aplikasi [3].

Banyak teknologi yang terlibat seperti RFID sebagai alat pengenalan dan mengidentifikasi benda dan lokasi, teknologi web, komunikasi medan dekat, *Wireless Sensor Network* (WSN) atau jaringan nirkabel, dan komputasi awan. Teknologi-teknologi dalam IoT ini terhubung dengan berbagai terminal pengumpul data melalui jaringan internet maupun jaringan komunikasi lainnya. Informasi mengenai lingkungan di sekitar objek diambil secara *real time*, kemudian diubah ke dalam format data yang sesuai untuk ditransmisikan melalui jaringan, dan dikirim ke pusat data. Data tersebut kemudian diolah oleh pengolah cerdas dengan menggunakan komputasi awan dan teknologi komputasi cerdas lain yang dapat mengolah data dalam jumlah besar, untuk mencapai tujuan IoT [4].

2.2 Waterflow Sensor

Waterflow sensor terdiri dari bodi ketup plastik, rotor air dan sensor *hall effect*. Ketika air mengalir melalui rotor, maka rotor akan berputar sesuai dengan kecepatan aliran air yang mengalir melalui rotor tersebut. Prinsip kerja sensor ini adalah dengan memanfaatkan *hall effect*. *Hall effect* ini didasarkan pada efek medan magnetik terhadap partikel bermuatan yang bergerak. Ketika ada arus listrik yang mengalir pada *hall effect* yang ditempatkan pada medan magnet yang arahnya tegak lurus arus listrik, pergerakan pembawa muatan akan berbelok ke salah satu sisi dan menghasilkan medan listrik. Medan listrik terus membesar hingga gaya *Lorentz* yang bekerja pada partikel menjadi nol. Perbedaan potensial antara kedua sisi *device* tersebut disebut potensial *Hall*. Potensial *Hall* ini sebanding dengan medan magnet dan arus listrik yang melalui *device* [5].

Flow meter merupakan instrumen guna mengukur laju aliran dari fluida, sludge maupun gas baik bertemperatur rendah hingga temperatur tinggi. *Waterflow* sensor terdiri dari bodi katup berbahan kuningan, rotor air dan sensor *hall effect*. Prinsip kerja sensor ini adalah dengan memanfaatkan sensor *hall effect*. *Hall effect* ini didasarkan pada efek medan magnetik terhadap partikel bermuatan yang bergerak. Ketika ada arus listrik yang mengalir pada *hall effect* yang ditempatkan dalam medan magnet yang arahnya tegak lurus arus listrik. Pergerakan pembawa muatan akan berbelok ke salah satu sisi dan menghasilkan medan listrik [6].

2.3 NodeMCU

NodeMCU ESP8266 merupakan modul turunan pengembangan dari modul *platform Internet of Thing* (IoT) keluarga ESP8266 tipe ESP-12. Secara fungsi modul ini hampir menyerupai dengan *platform* modul *arduino*, tetapi yang membedakan dengan *arduino* yaitu dikhususkan untuk *connected on internet*. Untuk modul *NodeMCU* sudah terdapat 3 tipe versi yaitu *NodeMCU* versi 0.9, *NodeMCU* versi 1.0 (*official*), *NodeMCU* versi 1.0 (*unofficial board*) [7].

Keunikan dari *NodeMCU* ini adalah *boardnya* yang berukuran kecil dengan panjang 4.83 cm, lebar 2.54 cm, dan berat 7 gram. Walaupun kecil, *board* ini dilengkapi dengan *fitur wifi* dan *firmware*nya yang bersifat *opensource*. *NodeMCU* memiliki *spesifikasi* berupa *board* berbasis ESP8266 *Serial WiFi Single on Chips* (SoC) dengan *onboard USB to TTL*. Untuk *Wireless standar* yang digunakan adalah IEEE 802.11b/g/n [7].

NodeMCU pada dasarnya adalah pengembangan dari ESP 8266 dengan *firmware* berbasis e-Lua. Pada *NodeMcu* dilengkapi dengan *micro usb port* yang berfungsi untuk pemrograman maupun *power supply*. Selain itu juga pada *NodeMCU* di lengkapi dengan tombol *push button* yaitu tombol reset dan flash. *NodeMCU*

menggunakan bahasa pemrograman Lua yang merupakan package dari esp8266. Bahasa Lua memiliki logika dan susunan pemrograman yang sama dengan c hanya berbeda syntax. Jika menggunakan bahasa Lua maka dapat menggunakan tool Lua loader maupun Lua uploader.

2.4 Liquid Crystal Display (LCD)

LCD yaitu suatu jenis *display* yang menggunakan *Liquid Crystal* untuk media refleksinya. Dalam LCD bewarna terdapat puluhan ribu *pixel*. *Pixel-pixel* yang berjumlah puluhan ribu inilah yang membentuk suatu gambar dengan bantuan perangkat *controller* yang terdapat pada monitor.

Liquid Crystal pertama kali ditemukan pada kolesterol yang diekstrak dari wortel oleh ahli botani dan kimia asal Austria, Friedrich Reinitzer pada tahun 1888. Pada tahun 1962, seorang peneliti dari perusahaan elektronik, *Radio Corporate of America* (RCA) berhasil menemukan garis pola dalam lapisan tipis bahan *Liquid Crystal* dengan penerapan tegangan listrik. Kemudian efek di dalam *Liquid Crystal* ini dikenal sebagai *Williams Doimains* [8].

Menurut IEEE, antara tahun 1964 hingga 1968, sebuah tim peneliti asal New Jersey, Amerika Serikat berhasil merancang metode untuk mengontrol elektronik dari cahaya yang dipantulkan dari *Liquid Crystal* tersebut. Penelitian yang dipimpin oleh George Heilmeier tersebut menjadi cikal bakal LCD yang banyak dijual di pasaran saat ini. Namun, LCD Heilmeier tersebut tidak dapat bekerja dengan baik dan boros daya.

LCD Heilmeier kemudian digantikan dengan versi yang telah direvisi yang menggunakan efek medan mematik terbalik dari *Liquid Crystal* yang ditemukan oleh James Fergason pada tahun 1969 [8].

2.4 Arduino IDE

IDE merupakan kepanjangan dari *Integrated Development environment*, atau secara bahasa merupakan lingkungan terintegrasi yang digunakan untuk pengembangan. Disebut lingkungan karena melalui *software* ini *arduino* melakukan pemrograman untuk melakukan fungsi fungsi *sintaks* pemrograman.

Arduino diciptakan untuk para pemula bahkan yang tidak memiliki *basic* bahasa pemrograman sama sekali karena menggunakan bahas C++ yang dipermudah melalui *library*. *Arduino* menggunakan *software processing* yang digunakan untuk menulis program kedalam *arduino*. *Processing* sendiri merupakan penggabungan antara C++ dengan *java* [9].

Software IDE arduino terdiri dari 3 bagian yaitu:

- Editor* program, untuk menulis dan mengedit program dalam bahasa *processing*. *Listing* program pada *arduino* disebut *sketch*.
- Compiler*, modul yang digunakan untuk mengubah bahasa *processing* (kode program) kedalam kode biner, karena kode biner yang dapat dipahami oleh mikrokontroler.
- Uploader*, modul yang berfungsi memasukkan kode biner kedalam memori mikrokontroler [9].

2.5 Android Studio

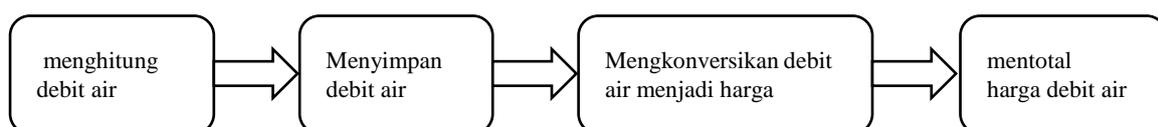
Android Studio merupakan sebuah IDE untuk pengembangan aplikasi *android*, aplikasi ini dipublikasikan oleh *google* pada tanggal 16 mei 2013 dan tersedia secara gratis dibawah lisensi *Apache 2.0*, *Android studio* ini menggantikan *software* pengembangan *android* sebelumnya yaitu *Eclipse* [10].

Android studio ini khusus untuk membangun aplikasi yang berjalan pada *platform android*. *Android studio* ini berbasis pada *intelliJ IDEA*. Sebuah IDE untuk bahas pemrograman *Java*. Bahasa pemrograman utama yang digunakan adalah *java*, sedangkan untuk membuat tampilannya digunakan bahasa XML. *Android studio* juga terintegrasi dengan *Android Software Development Kit* (SDK) untuk *deploy* ke perangkat *android* [11].

3. Perancangan Sistem

3.1 Desain Sistem

Secara garis besar, sistem alat ini dibagi menjadi 4 tahap utama, yaitu menghitung debit air yang melewati *waterflow* sensor, menyimpan data debit air di *database*, menghitung harga debit air di *android studio*, dan mengumpulkan data harga debit air selama sebulan. Desain sistem dapat dilihat pada **gambar 3.1**.



Gambar 3. 1 Diagram Blok Sistem.

3.2 Perangkat Keras

Desain perangkat keras ini digunakan untuk menentukan apa saja alat yang digunakan pada penelitian ini. Terdapat berbagai macam komponen perangkat keras seperti *waterflow* sensor, *Board*, *nodeMCU*, LCD, kabel *jumper*, dan *handphone android*.

Alat ini memiliki beberapa komponen didalamnya, seperti *Waterflow* sensor, LCD, kabel *jumper*, *project board*, *NodeMCU*, dan kabel USB untuk sumber daya. Pertama *waterflow* sensor akan dipasangkan pada *nodeMCU* menggunakan kabel *jumper* dan akan di tambahkan sambungan peralon. LCD juga akan disambungkan ke *nodeMCU*. Setelah semua sudah tersambung ke *nodeMCU* maka *nodeMCU* akan membutuhkan sumber listrik, bisa melalui USB. USB tersebut dapat disambungkan ke stopkontak, *powerbank* atau laptop.



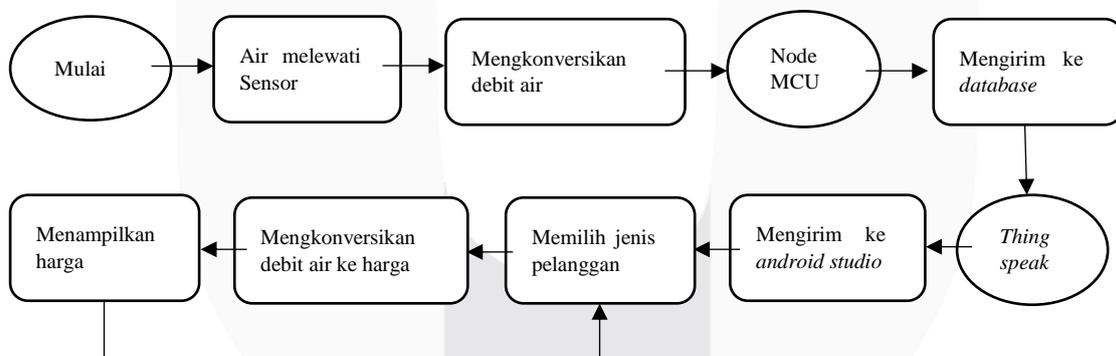
Gambar 3.2 Bentuk Alat.

3.3 Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan pada pembuatan aplikasi ini yaitu sebagai berikut:

1. Android Studio

Android studio adalah *software* yang digunakan untuk membuat sebuah aplikasi yang kita inginkan. Pada penelitian kali ini *android studio* digunakan untuk melihat hasil kiriman data debit air yang dikirim melalui *thingspeak* dan mengkonversikan debit air tersebut menjadi harga. Pada aplikasi *android studio* juga di lengkapi dengan total harga pada setiap bulannya.



Gambar 3. 3 Flowchart Android studio.

2. Arduino IDE Software

Arduino IDE Software ini merupakan aplikasi dimana kita bisa merancang sebuah alat dengan memprogram alat tersebut. *Arduino* ini digunakan untuk memprogram untuk menghitung debit air yang melewati sensor, serta mengirimkannya ke *database* menggunakan *nodeMCU*.

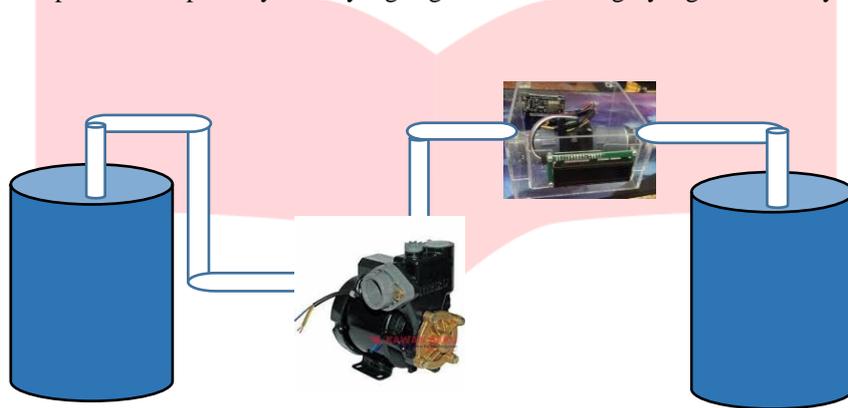
3.4 Parameter Performansi Alat

Pengukuran Ketepatan Alat

Parameter yang digunakan pada penelitian ini yaitu menguji ketepatan alat dengan membandingkan hasil *output* alat dengan air yang sudah diukur sebelumnya. Pengujian ini dilakukan pada *prototype* yang menggunakan jetpam dan dilakukan beberapa kali. Alat ini juga dapat menyimpan biaya setiap bulannya, dan memiliki beberapa pilihan jenis pelanggan. Hasil yang keluar akan dibandingkan dengan jenis pelanggan lainnya. Apakah tepat harga antar pelanggannya.

4. Analisis dan Hasil

Analisis ini merupakan data yang diuji menggunakan *prototype* yang berupa tangki air bervolume 80 liter dan menggunakan daya pendorong air berupa jetpam yang disambung dengan peralon air berdiameter $\frac{3}{4}$. Dengan pengujian ini kita dapat tau berapa banyak air yang digunakan dan harga yang harus dibayar tergantung jenis pelanggannya.



Gambar 4.1 Gambar Skenario Alat.

Jenis pelanggan terdapat beberapa macam dan setiap daerah berbeda-beda harga airnya. Pada analisis ini diambil data air pdam daerah kabupaten Sleman. Jenis-jenis pelanggan dan biaya di daerah kabupaten Sleman terdapat pada gambar berikut:

Tabel 4. 1 Jenis-jenis pelanggan beserta harganya.

Jenis Pelanggan	0-10 m ³	11 m ³	12 m ³
Sosial Umum	Rp.39,000	Rp.41,650	Rp.44,300
Rumah Tangga A1	Rp.45,000	Rp.48,400	Rp.51,800
Rumah Tanga A2	Rp.46,500	Rp.50,200	Rp.53,900
Rumah Tangga A3	Rp.46,500	Rp.50,200	Rp.53,900
Rumah Tangga B	Rp.47,500	Rp.51,500	Rp.55,500

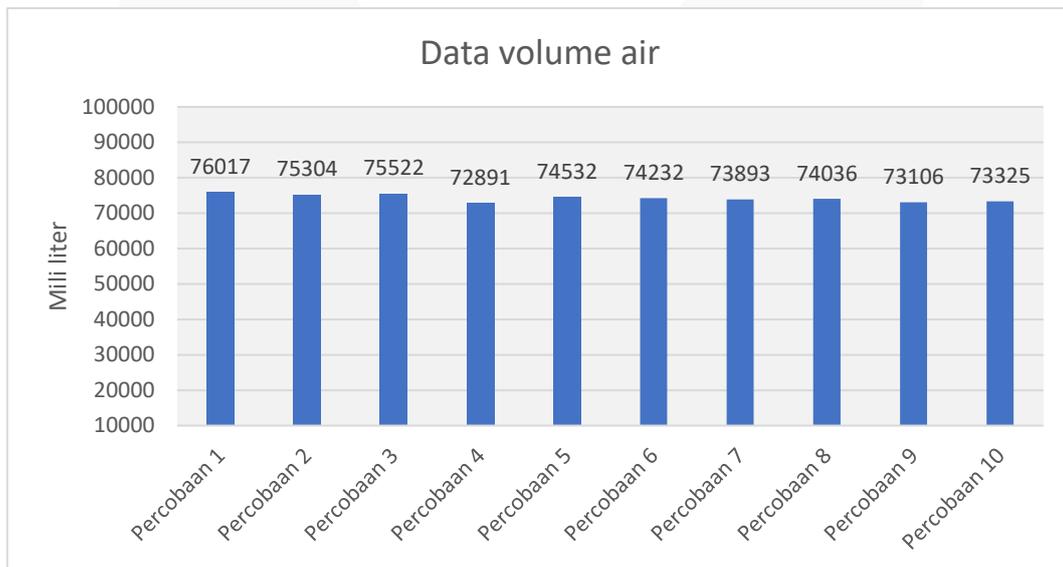
4.1 Percobaan alat

Percobaan alat ini dilakukan pada tanggal 22 Desember 2019, pada jam 19.30 atau jam setengah 8 malam. Percobaan ini dilakukan sebanyak 5 kali dan dilakukan dengan jenis pelanggan yaitu sosial umum.

Tabel 4.3 Percobaan menghitung keluaran volume air.

Percobaan ke-	Keluaran debit air (1000mL =1 L)	Keluaran pada aplikasi (m3)	Biaya	Rata- rata delay ke aplikasi (s)
1	76.017 ml	0,076017 m3	Rp.2.965	6,72
2	75.304 ml	0,075304 m3	Rp.2.937	6,52
3	75.522 ml	0,075522 m3	Rp.2.945	6,25
4	72.891 ml	0,072891 m3	Rp.2.843	5,75
5	74.532 ml	0,074532 m3	Rp.2.907	6,55

4.2 Hasil dari Percobaan



Gambar 4.2 Grafik Debit air.

Dari **Gambar 4.2** antara percobaan-percobaan berikut tidak jauh beda karena menggunakan jumlah air yang sama pada setiap percobaan yaitu 80 Liter. Dari lima percobaan diatas rata-rata memiliki 88,76 %. Jadi alat ini belum sepenuhnya sempurna masih terdapat kekurangan. Kekurangannya yaitu pada andorid studio, karena di andorid studio menampilkan biaya debit air. Pada saat *waterflow* sensor tidak mendeteksi air yang lewat data terakhir akan tersimpan pada *thingspeak* dan akan stabil diangka terakhir data terkirim. Di android studio akan menghitung harga terus menerus karena di *thingspeak* stabil dan berjalan terus diangka terakhir. Maka disarankan setelah air tidak mengalir alat ini sebaiknya dihentikan juga.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari rancangan alat, pengukuran alat, dan ketepatan bisa bisa bekerja sesuai rancangan maka dapat didapatkan kesimpulan yaitu:

1. Alat ini dapat mendeteksi air lewat dengan daya dorong air yaitu jetpam dan memiliki ketepatan 88,76%.
2. Alat ini menggunakan modul *wifi NodeMCU*, tidak dapat menggunakan *wifi* dengan sinyal yang lemah serta *database* yang memiliki *delay*.
3. Aplikasi ini menerima data debit air dari *database thingspeak* dan dapat menghitung biaya debit air tersebut.
4. Aplikasi ini dapat menyimpan biaya perbulannya.
5. Alat ini masih banyak kekurangannya.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil pengujian sistem yang telah dilakukan, bahwa sistem ini dapat dikembangkan dengan tingkat keakurasian yang lebih baik. Berikut saran untuk pengembangan selanjutnya:

1. Pada penelitian lanjutan, dapat menggunakan *database* yang tidak terdapat *delay* dan menggunakan modul *wifi* yang memiliki jangkauan jauh.
2. Selalu memperhatikan alat uji karena jika terkena air akan beresiko tinggi.
3. Tidak semua debit air terbaca oleh sensor karena terlalu cepat pendorongnya.
4. Alat ini dapat menghitung debit air dan biayaya, tetapi memiliki *delay* pada pegirimannya, semoga buat penelitian selanjutnya dapat membuat alat seperti ini yang tidak terdapat *delay*-nya.
5. Alat ini memiliki kelemahan jika tidak ada air yang mengalir harga akan menghitung data terakhir terus menerus, maka dari itu di sarankan untuk penelitian selanjutnya memberikan

Daftar Referensi

- [1] S. Kontributor Nunukan, "Tagihan Naik 10 Kali Lipat, Pelanggan PDAM Kaget," 20 Februari 2015. [Online]. Available: <https://regional.kompas.com/read/2015/02/20/13312881/Tagihan.Naik.10.Kali.Lipat.Pelanggan.PDAM.Kaget>.
- [2] "cisco ceo pegs internet of things as 19 trillion market," 08 01 2014. [Online]. Available: <http://www.bloomberg.com>. [Diakses 24 September 2018].
- [3] E. D. Meutia, "Intenet of Things - Keamanan dan Privasi," vol. I, p. 85, 2015.
- [4] C. Qiang, G. Quan, B. Yu dan L. Yang, "Research on Security Issues of the Internet of Things," *International Jurnal of Future Generation Communication and Networking*, vol. 6, no. 6, pp. 1-10, 2013.
- [5] A. Purnama, "Devinisi dan Fungsi Sensor Efek Hall," [Online]. Available: elektronika-dasar.web.id. [Diakses 24 September 2018].
- [6] F. Sirait, F. Supegina dan I. S. Herwiansya, "PENINGKATAN EFISIENSI SISTEM PENDISTRIBUSIAN AIR DENGAN MENGGUNAKAN IoT," *Jurnal Teknologi Elektro, Universitas Mercu Buana*, vol. 8, no. 3, pp. 235-239, 2017.
- [7] 2. D. T. T. A. P. E. N. SURABAYA, "MAKALAH PROJECT DASAR TELEPON CONTROLLING DEVICE USING NODEMCU ESP 8266 AND RELAY," vol. I, p. 7, 2017.
- [8] R. Setiawan, "LIQUID CRYSTAL DISPLAY," vol. I, p. 4, 2016.

- [9] J. Arifin, L. N. Zulita dan Hermawansyah, "PERANCANGAN MUROTTAL OTOMATIS MENGGUNAKAN," *Jurnal Media Infotama*, vol. 12, no. 1, pp. 89-98, 2016.
- [10] E. Maiyana, "PEMANFAATAN ANDROID DALAM PERANCANGAN APLIKASI KUMPULAN DOA," *JURNAL SAINS DAN INFORMATIKA*, vol. llll, no. 11, pp. 54-67, 2018.
- [11] I. A. Fikri, D. Herumurti dan R. R. H, "Aplikasi Navigasi Berbasis Perangkat Bergerak dengan Menggunakan Platform Wiktitude untuk Studi Kasus Lingkungan ITS," *JURNAL TEKNIK ITS*, vol. 5, no. 1, pp. A48-A51, 2016.

