

RANCANG BANGUN METERAN AIR DIGITAL
PENDETEKSI DINI KEBOCORAN PIPAAIR RUMAHAN
BERBASIS MIKROKONTROLERARDUINO NANO

TUGASAKHIR

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin



Disusun Oleh :

Nama : Arya Bima Bramantyo

No. Mahasiswa : 16525025

NIRM : 2016040538

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

2022

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa karya tulis ilmiah ini benar-benar karya hasil kerja saya sendiri dan sepanjang sepengetahuan saya tidak terdapat karya maupun tulisan orang lain. Semua referensi dan kutipan yang saya tulis ini saya cantumkan sitasi dan sumber pustakanya. Apabila kemudian hari terbukti pernyataan ini tidak benar, maka saya bersedia menerima hukuman dan sanksi yang diberikan sesuai dengan hukum yang berlaku.

Yogyakarta, 12 Agustus 2022

Penulis



Handwritten signature of Arya Bima Bramantyo.

Arya Bima Bramantyo

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

**RANCANG BANGUN METERAN AIR DIGITAL
PENDETEKSI DINI KEBOCORAN PIPAAIR RUMAHAN
BERBASIS MIKROKONTROLERARDUINO NANO**

TUGASAKHIR

Disusun Oleh :

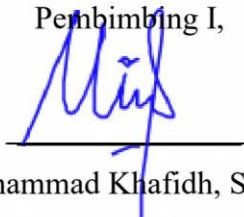
Nama : Arya Bima Bramantyo

No. Mahasiswa : 16525025

NIRM : 2016040538

Yogyakarta, 07 Juli 2022

Pembimbing I,



Dr. Muhammad Khafidh, S.T., M.T.

Pernbimbing II,



Agung Nughroho Adi, S.T., M.T.

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

**RAN CANG BANGUN METERAN AIR DIGITAL
PENDETEKSI DINI KEBOCORAN PIPAAIR RUMAHAN
BERBASIS MIKROKONTROLERARDUINO NANO**

TUGASAKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Arya Bima Bramantyo
No. Mahasiswa : 16525025
NIRM : 2016040538

Tim Penguji

Dr. Muhammad Khafidh. S.T., M.T.

Ketua

Tanggal : 06/08/2022

Faisal Arif Nurgesang, S.T.M.Se

Anggota I

Tanggal : 02/08/2022

Yustiasih Purwaningrum, S.T., M.T.

Anggota II

Tanggal : 1/e/02

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin

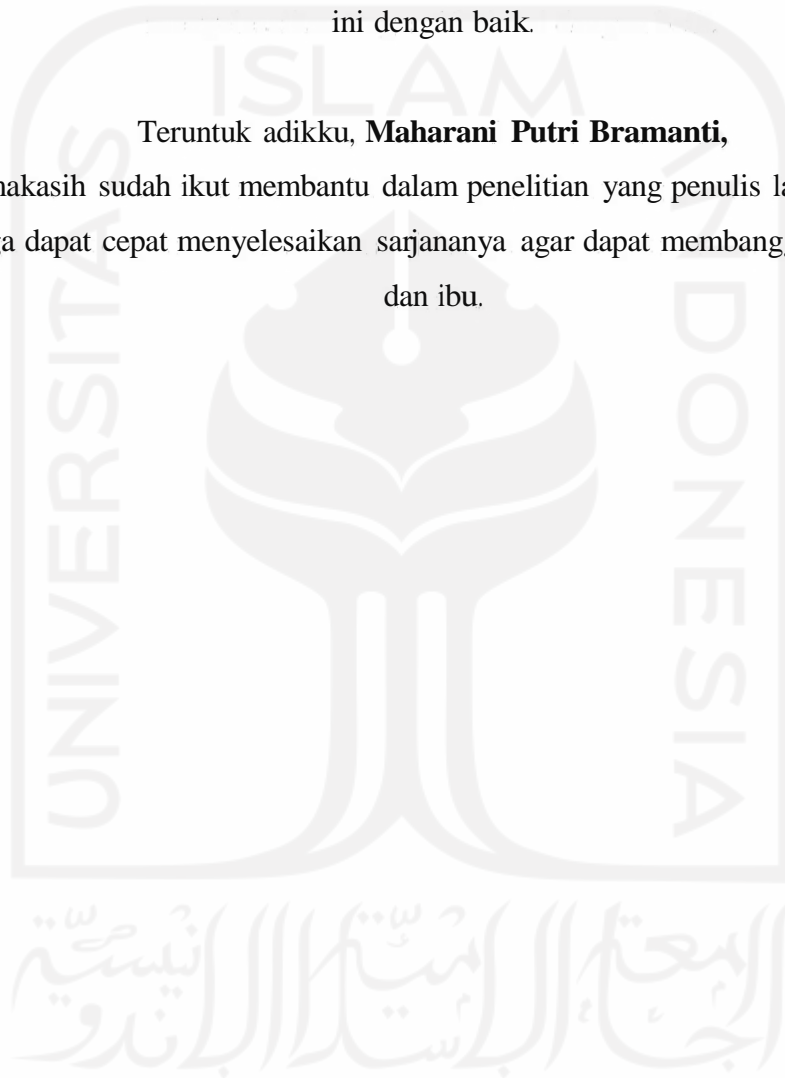


Dr. Eng. Risdiyono, S.T., M.Eng.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Teruntuk kedua orang tua penulis,
Bapak **Branatmana Wahyudi S.Sn** dan Thu **Hartati**, Terimakasih yang telah
selalu mendoakan, memberikan semangat, saran, dan banyak hal lain yang
sangat-sangat bermanfaat sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir
ini dengan baik.

Teruntuk adikku, **Maharani Putri Bramanti**,
Terimakasih sudah ikut membantu dalam penelitian yang penulis lakukan, dan
semoga dapat cepat menyelesaikan sarjananya agar dapat membanggakan bapak
dan ibu.



HALAMAN MOTTO

"You need to dream without just being a dreamer. Head in the clouds, yes, dreaming lofty dreams, but feet on the ground"

(Florence Swanson)

"Didunia ini sernua butuh proses, tidak ada yang instan. Bahkan rnie instan pun perlu proses agar dapat dihidangkan"

(Anonirn)



KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Laporan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan program Strata 1 di Jurusan Teknik Mesin FTI UII Yogyakarta. Dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini tidak lepas dari bimbingan, bantuan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan kali ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat selesai menyusun laporan tugas akhir ini.
2. Orang tua yang telah memberikan dukungan moril dan materiil serta doa sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
3. Bapak Dr. Eng. Risdiyono, S.T., M.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin FTI UII Yogyakarta.
4. Bapak Purtojo, S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing akademik penulis.
5. Bapak Dr. Muhammad Khafidh, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing satu dan Bapak Agung Nugroho Adi, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing dua tugas akhir yang telah memberikan bimbingan, arahan serta saran dalam tugas akhir ini
6. Seluruh Dosen Teknik Mesin FTI UII yang telah memberikan ilmu dan bimbingannya selama penulis kuliah di Teknik Mesin FTI UII.

Penulis menyadari dalam laporan ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bermanfaat agar kedepannya penulis dapat lebih baik lagi dalam menyusun laporan.

Wassalamualaikum Wr. Wb

Yogyakarta, 03 Maret 2022



Penulis

ABSTRAK

Air merupakan kebutuhan pokok yang dibutuhkan manusia agar tetap dapat menjalani kehidupan. Di Indonesia, air bisa didapat dari berbagai cara, salah satunya dengan berlangganan air dari PDAM. Dengan berlangganan air PDAM, masyarakat dirudahkan untuk mendapat air bersih namun masyarakat perlu membayar tagihan tiap bulannya.

Meskipun dengan berlangganan PDAM masyarakat dapat dengan mudah mendapat air bersih, tetapi masih ada kendala juga yang mengakibatkan pelanggan PDAM mengalami kerugian. Salah satunya yaitu adanya kebocoran pipa air yang tidak diketahui pelanggan. Sehingga kebocoran pipa tersebut menyebabkan banyaknya air yang terbuang namun tetap terhitung di dalam meteran air PDAM. Hal ini dapat mengakibatkan tagihan membengkak. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah alat yang dapat mendeteksi terjadinya kebocoran pipa agar tidak mengakibatkan kerugian yang dialami pelanggan PDAM.

Penelitian ini bertujuan untuk membuat sebuah alat yang dapat mendeteksi kebocoran pipa dengan membatasi penggunaan perbulan, sehingga jika penggunaan sudah melebihi batas saat belum ada satu bulan maka terdapat indikasi terjadi kebocoran pipa. Metode penelitian dan pengembangan digunakan untuk merancang alat menjadi sebuah produk. Hasil rancangan produk ini mampu menghitung debit air, menghitung total penggunaan air, membatasi penggunaan air dan tidak perlu menggunakan catu daya dari listrik rumah karena terdapat *micro-hydro* generator 12V sebagai pembangkit listrik untuk mengisi daya baterai pada alat. Alat ini juga menggunakan Arduino Nano sebagai mikrokontroler, dan YF-S201 sebagai *sensor flowmeter*,

Kata kunci: PDAM, pendeteksi kebocoran pipa, Arduino Nano, YF-S201

ABSTRACT

Water is a basic need that humans need to continue to live life. In Indonesia, water can be obtained in various ways, one of which is by subscribing to water from the PDAM. By subscribing to PDAM water, it is easier for the community to get clean water, but the community needs to pay a bill every month.

Even though by subscribing to PDAM, the community can easily get clean water, there are still obstacles that cause PDAM customers to suffer losses. One of them is a water pipe leak that is not known to the customer. So the pipe leak causes a lot of wasted water but is still counted in the PDAM water meter. This can cause the bill to swell. Therefore, we need a tool that can detect the occurrence of pipe leaks so as not to cause losses for PDAM customers.

This study aims to create a tool that can detect pipe leaks by limiting monthly use so that if the usage has exceeded the limit when there has not been a month, there is an indication of a pipe leak. Research and development methods are used to design tools into a product. The results of this product design are able to calculate water discharge, calculate total water use, limit water use, and do not need to use a power supply from home electricity because there is a 12 micro-hydro generator as a power generator to charge the battery in the device. This tool also uses the Arduino Nano as a microcontroller and the YF-S201 as a flowmeter sensor.

Keywords: PDAM, pipe leak detector, Arduino Nano, YF-S201

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Pernyataan Keaslian	ii
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing	iii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji	iv
Halaman Persembahan	v
Halaman Motto	vi
Kata Pengantar	vii
Abstrak	viii
Abstract	ix
Daftar Isi	x
Daftar Tabel	xii
Daftar Gambar	xiii
Daftar Notasi	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Perancangan	2
1.5 Manfaat Perancangan	2
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Kajian Pustaka	4
2.2 Dasar Teori	6
2.2.1 <i>Waterflow</i> sensor	6
2.2.2 Debit Air	7
2.2.3 <i>Micro-Hydro</i> Generator	7
2.2.4 Baterai	7
2.2.5 Arduino	9
BAB 3 METODE PENELITIAN	10
3.1 Alur Penelitian	10

3.1.1	Kriteria desain.....	11
3.2	Pemilihan Sensor <i>Waterjlow</i>	12
3.3	Peralatan dan Bahan.....	13
3.4	Perancangan	19
3.4.1	Perancangan perangkat lunak	19
3.4.2	Perancangan perangkat keras.....	21
3.5	Pengujian Sensor <i>Waterjlow</i> YF-S201	22
3.6	Pengujian Pengisian Daya Baterai	23
3.7	Mendata Pendapat Masyarakat Terhadap Alat Rancangan	23
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		25
4.1	Hasil Perancangan.....	25
4.2	Hasil Pengujian Sensor <i>Waterjlow</i> YF-S201	31
4.3	Hasil Pengujian Pengisian Daya Baterai	34
4.4	Hasil Pendapat Masyarakat Terhadap Alat Rancangan	37
BAB 5 PENUTUP		41
5.1	Kesimpulan	41
5.2	Saran atau Penelitian Selanjutnya.....	41
Daftar Pustaka		42

DAFTAR TABEL

Tabel 3- 1 Spesifikasi YF-S201 & YF-B5	13
Tabel 3-2 Spesifikasi sensor YF-S201	14
Tabel 3-3 Spesifikasi <i>micro-hydro</i> generator 12 V DC	15
Tabel 3- 4 Spesifikasi Arduino Nano	15
Tabel 3-5 Spesifikasi LCD 20x4	16
Tabel 3-6 Spesifikasi <i>Step-up</i> MT3608	18
Tabel 4-1 Data pengujian sensor	31
Tabel 4-2 Data analisis regresi	32
Tabel 4-3 Hasil pengujian pengisian daya baterai	35
Tabel 4-4 Data pengujian dengan 2 rangkaian	36
Tabel 4-5 Rincian harga perancangan alat	39



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2–1 Desain <i>plotting</i> area kebocoran pipa	4
Gambar 2–2 Tampilan pada layar <i>smartphone</i>	5
Gambar 2–3 Bagian <i>waterjlow</i> sensor	6
Gambar 2–4 Perbandingan kerapatan energi & daya dari baterai sekunder	8
Gambar 3- 1 Diagram alur penelitian	10
Gambar 3–2 Jenis-jenis sensor <i>waterjlow</i>	12
Gambar 3–3 Sensor YF-S201 & YF-B5	13
Gambar 3- 4 Sensor YF-S201	14
Gambar 3–5 <i>Micro-hydro</i> generator 12 V DC	14
Gambar 3–6 Arduino Nano	15
Gambar 3–7 LCD 20x4	16
Gambar 3- 8 RTC DS1302	17
Gambar 3–9 Buzzer 5 V	17
Gambar 3- 10 <i>Push button</i>	17
Gambar 3- 11 Step-up MT3608	18
Gambar 3- 12 Modul <i>charger</i> TP4056	18
Gambar 3- 13 Regulator 7805	19
Gambar 3- 14 Logika pemrograman	20
Gambar 3- 15 Skema rangkaian alat..	21
Gambar 3- 16 Percobaan sensor YF-S201	22
Gambar 3- 17 Pengukuran 0.5 L	22
Gambar 3- 18 Hasil pembacaan sensor YF-S201	23
Gambar 3- 19 Skema rangkaian pengujian daya baterai	23
Gambar 4 - 1 Desain cover	25
Gambar 4–2 Desain <i>cover</i> tampak atas	25
Gambar 4- 3 Desain <i>cover</i> tampak belakang	26
Gambar 4- 4 Desain <i>cover</i> tampak samping	26
Gambar 4- 5 Desain sensor dan generator bagian bawah	26
Gambar 4- 6 Desain isi <i>cover</i> alat	27
Gambar 4–7 Hasil cetak <i>cover</i> alat	28

Gambar 4- 8	Cover alat	28
Gambar 4- 9	Tampilan menu utama alat	29
Gambar 4- 10	Tampilan atur batas penggunaan	29
Gambar 4- 11	Tampilan sub-menu <i>display</i> meteran	30
Gambar 4- 12	Tampilan sub-menu memilih waktu <i>reset</i>	30
Gambar 4- 13	Tampilan sub-menu <i>reset</i> otomatis	31
Gambar 4- 14	Grafik hasil pembacaan sensor YF-S201	32
Gambar 4- 15	Grafik regresi sensor YF-S201	33
Gambar 4- 16	Foto uji retakan pipa	33
Gambar 4- 17	Foto uji pipa air bocor	34
Gambar 4- 18	Pembacaan pipa air bocor	34
Gambar 4- 19	Skema 2 rangkaian baterai	36
Gambar 4- 20	Diagram respon masyarakat mengenai originalitas alat	37
Gambar 4- 21	Diagram respon masyarakat mengenai desain	38
Gambar 4- 22	Diagram respon masyarakat mengenai manfaat alat	38
Gambar 4- 23	Diagram respon masyarakat mengenai harga alat	39

DAFTARNOTASI

- Q : Debit air
 $V\%$: Volume air
t : Waktu
 v_{ec} : Kecepatan aliran
A : Luas penampang



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan elemen yang sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup, baik itu hewan, tumbuhan maupun manusia. Tanpa air, makhluk hidup tidak dapat bertahan hidup. Untuk memenuhi kebutuhan ini, manusia perlu mencari air yang bersih agar dapat digunakan, terutama air yang akan dikonsumsi. Di Negara Indonesia, masyarakatnya memiliki cara untuk mendapatkan air bersih, salah satu diantaranya yaitu dengan menggunakan air dari PDAM.

Untuk mendapat air dari PDAM, masyarakat Indonesia perlu berlangganan dan membayar setiap bulan sesuai dengan jumlah pemakaian air yang digunakan. Namun dalam penggunaan air dari PDAM ada kendala yang masih sering terjadi yakni kebocoran pipa air di dalam rumah. Bocornya pipa air yang tidak diketahui oleh pengguna akan mengakibatkan tagihan yang membengkak, sehingga akan merugikan pengguna. Tagihan air yang membengkak ini dapat sangat merugikan pengguna air PDAM, pasalnya tagihan air ini dapat membengkak hingga dua kali bahkan lebih yang disebabkan karena pipa air yang bocor. Hal ini karena air akan mengalir terus menerus melalui pipa yang bocor meskipun seluruh kran di dalam rumah sudah ditutup dan air yang mengalir tersebut akan terus terbaca pada meteran air milik PDAM.

Untuk itu perlunya sebuah alat yang dapat mencegah kerugian akibat tagihan membengkak yang disebabkan karena pipa air yang bocor. Pada penelitian ini penulis merancang sebuah alat yang dapat memberikan peringatan atau alarm saat air yang keluar melebihi batas penggunaan air tiap bulannya dan merancang alat ini agar *portable* sehingga mudah untuk dipindah-pindahkan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan latar belakang yang ada, maka didapat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sebuah alat yang dapat mencegah kerugian dari kebocoran pipa air?
2. Bagaimana merancang sebuah alat yang *portable* ?
3. Apakah terdapat rentang kesalahan pengukuran air yang keluar dari alat yang dirancang?
4. Apakah alat ini dapat bermanfaat untuk masyarakat?

1.3 Batasan Masalah

Berikut batasan-batasan masalah pada penelitian yang dilakukan:

1. Perancangan alat ini hanya untuk penggunaan pada pipa air rumah.
2. Perancangan alat ini untuk aliran air.
3. Mikrokontroler yang digunakan Arduino Nano.
4. Sensor air yang digunakan YF-S201.
5. Baterai yang digunakan jenis Li-Ion 14500.
6. Cover alat dibuat menggunakan 3D print.

1.4 Tujuan Perancangan

Setelah merumuskan masalah di atas, penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Merancang alat yang dapat memberikan sinyal atau peringatan jika total air yang keluar sudah melebihi batas penggunaan bulanan
2. Merancang sebuah alat yang dapat dipindahkan dengan mudah dan memiliki sumber daya sendiri untuk menyalakan alat tersebut
3. Mengetahui tingkat kesalahan alat (*error*) dalam menghitung total air yang keluar
4. Mengetahui alat yang dirancang dapat berfungsi, bermanfaat untuk masyarakat

1.5 Manfaat Perancangan

Dari hasil perancangan ini, diharapkan dapat memberikan manfaat kepada masyarakat dengan alat yang penulis rancang agar dalam penggunaan air PDAM dapat mengurangi terjadinya kasus tagihan yang membengkak akibat pipa yang

bocor. Dari perancangan ini diharapkan pula dapat menambah pengetahuan kepada penulis mengenai perancangan desain dan pemrograman.

1.6 Sistematika Penulisan

Pada bagian sistematika penulisan ini terdiri dari beberapa bab sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan perancangan dan manfaat perancangan. Bagian ini berisi penjelasan mengapa perancangan ini dilakukan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini dijelaskan kajian pustaka dan teori-teori yang digunakan sebagai acuan dalam perancangan.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini dijelaskan alur penelitian, alat & bahan, dan metode pengujian yang dilakukan pada perancangan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dijelaskan hasil dan pembahasan mengenai penelitian dan perancangan yang sudah dilakukan.

BAB V PENUTUP

Pada bab ini berisi kesimpulan dari hasil yang didapat dan berisi saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

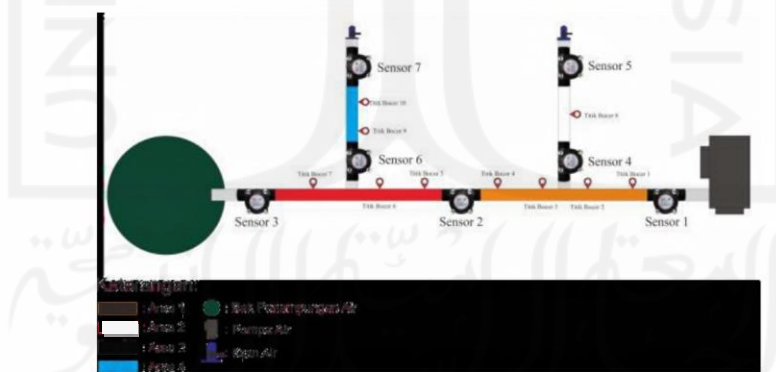
BAB2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Masyarakat yang berlangganan air PDAM untuk mendapatkan air bersih memiliki kendala terjadinya pipa air bocor yang tidak diketahui, sehingga pada waktu pembayaran bulanan, tagihan yang diterima mengalami kenaikan biaya yang signifikan, sehingga hal tersebut dapat merugikan pengguna. Alat yang akan dibuat dapat memantau pengeluaran air yang digunakan dan dapat mengidentifikasi terjadinya kebocoran pipa air dengan memantau pengeluaran air yang berlebih tidak seperti penggunaan biasa.

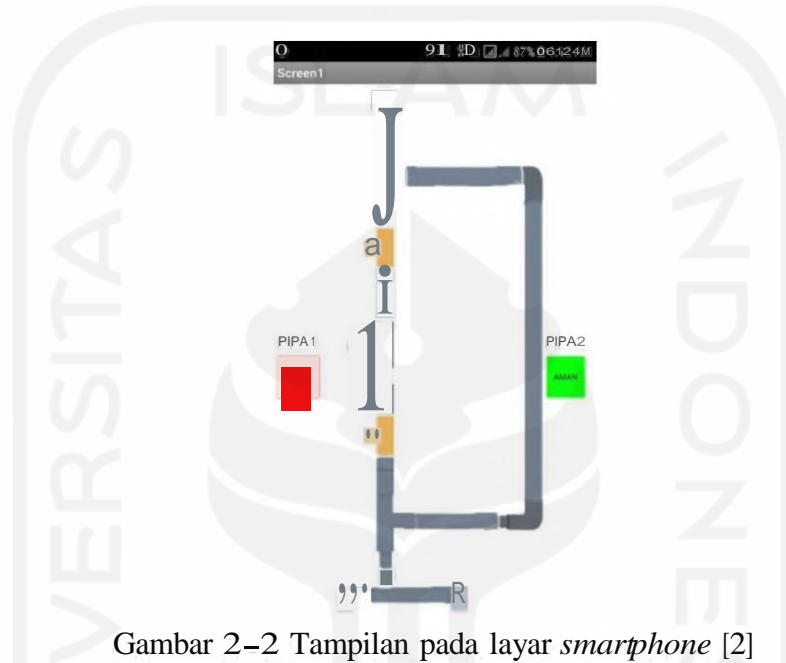
Terdapat beberapa penelitian yang sudah dilakukan untuk mendeteksi terjadinya kebocoran pipa air, dari beberapa penelitian yang sudah dilakukan tersebut memerlukan beberapa sensor *flowmeter* yang dipasang pada tiap jalur pipa, seperti penelitian yang dilakukan oleh Ardi Dwi Prasetya dkk. Pada penelitian tersebut menggunakan 7 buah sensor YF-S201 sebagai sensor pengukur debit air yang dipasang di 7 titik yang sudah ditentukan pada jalur pipa yang berbeda seperti pada Gambar 2-1 di bawah



Gambar 2-1 Desain *plotting* area kebocoran pipa [1]

Pada penelitian ini juga memanfaatkan *IoT (Internet of Things)* sebagai antar muka sehingga dapat diakses menggunakan sebuah perangkat (*android*) yang sudah terkonfigurasi pada protokol untuk memantau dengan jarak jauh secara *real-time* [1]

Terdapat pula penelitian yang dilakukan oleh Abraham Hatopan dkk, mengenai prototipe pendeteksi kebocoran pada pipa air. Pada penelitian ini menggunakan sensor YF-B5 sebagai sensor pengukur debit air dan juga memerlukan beberapa sensor yang diletakkan di titik yang sudah ditentukan pada jalur-jalur pipa air. Penelitian ini juga memanfaatkan *IoT* sebagai antar muka untuk memantau adanya kebocoran pipa seperti pada Gambar 2-2 di bawah ini [2].



Gambar 2–2 Tampilan pada layar *smartphone* [2]

Dari penelitian-penelitian tersebut, hasil pembacaan adanya kebocoran pipa air atau tidak, dilihat dari perubahan debit air yang terbaca pada sensor di jalur pipa yang bocor. Hasil pembacaan sensor yang mengalami penurunan debit air berarti jalur tersebut mengalami kebocoran. Sehingga pada penelitian diatas kebocoran pipa dapat diketahui secara langsung karena banyaknya sensor yang diletakkan di tiap titik jalur pipa. Namun jika penelitian tersebut diimplementasikan pada pipa air rumahan yang sebenarnya, maka perlunya instalasi yang cukup memakan biaya, dikarenakan perlunya membongkar tiap titik pada jalur pipa yang akan dipasang sensor. Sehingga perancangan ini akan mencoba untuk membuat sebuah alat yang dapat dengan mudah dipindah-pindahkan dan hanya membutuhkan sebuah sensor agar proses instalasi mudah dan tidak memakan biaya yang cukup besar.

Pada perancangan ini akan mencoba untuk menambahkan beberapa fitur dari penelitian yang sudah dilakukan oleh Dewi Lestari dan Yaddarabullah mengenai perancangan alat pembacaan meter air menggunakan arduino [3]. Penambahan fitur yang akan dilakukan pada perancangan ini yaitu memberikan batasan penggunaan air tiap bulan, sehingga jika penggunaan air sudah mencapai batas tetapi belum ada waktu sebulan, maka ada indikasi terjadinya kebocoran pipa air, dan penambahan generator agar alat dapat hidup tanpa catu daya dari listrik rumah. Output dari perancangan ini yaitu sebuah produk

2.2 Dasar Teori

2.2.1 *Waterflow* sensor

Sensor *waterflow* atau sensor aliran air merupakan sensor yang berfungsi untuk memberikan sinyal ketika adanya aliran air atau fluida yang melewati sensor tersebut dan dari sinyal tersebut dapat dikonversi untuk mengetahui volume maupun debit air atau fluida. *Waterflow* sensor terdiri dari *cover* alat, rotor air, dan sensor *hall effect*. Sensor *waterflow* ini bekerja saat terdapat aliran air yang mengalir melalui penampang rotor dan akan membuat rotor berputar dengan kecepatan sesuai dengan aliran air [4]. Pada Gambar 2-3 di bawah ini menunjukkan bagian dari *waterflow* sensor.



Gambar 2–3 Bagian *waterflow* sensor

Hall effect sensor adalah sebuah sensor yang dapat mendeteksi adanya medan magnet. *Hall effect* sensor akan menghasilkan tegangan ketika ada suatu konduktor melewati medan magnet yang diterima oleh sensor [5].

2.2.2 Debit Air

Debit adalah jumlah atau volume air yang mengalir per satuan waktu dengan satuan volume per waktu yang dapat ditulis dengan rumus sebagai berikut

$$Q = \frac{q}{t} \quad (2.1)$$

Debit juga dapat dikatakan sebagai kecepatan aliran yang melewati suatu penampang melintang yang dapat ditulis dengan rumus sebagai berikut [6]

$$Q = v_{ee} \times A \quad (2.2)$$

Beberapa konversi satuan volume

$$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ liter}$$

$$1 \text{ liter} = 1 \text{ dm}^3$$

$$1 \text{ dm}^3 = 1000 \text{ cm}^3$$

$$1 \text{ cc} = 1 \text{ cm}^3 = 1 \text{ ml}$$

2.2.3 Micro-Hydro Generator

Generator merupakan suatu alat yang dapat mengubah energi mekanik (gerak) menjadi energi listrik, sedangkan *micro-hydro* generator adalah generator yang memanfaatkan aliran air untuk memutar turbin agar menghasilkan energi listrik. Prinsip kerja dari generator ini adalah saat turbin berputar akibat adanya aliran air, rotor di dalam generator akan ikut berputar dan arus listrik akan dihasilkan selama magnet berputar di dalam *coil* (lilitan kawat) generator [7]

2.2.4 Baterai

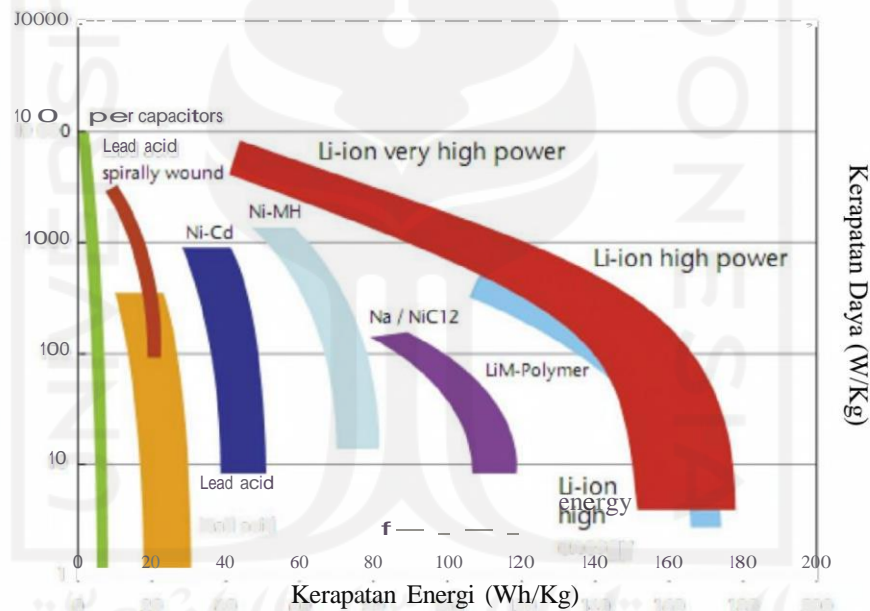
Baterai adalah komponen penyimpanan energi yang dapat mengubah energi kimia menjadi energi listrik / proses pengosongan (*discharging*) dan sebaliknya dari energi listrik menjadi energi kimia / proses pengisian (*charging*). Baterai yang digunakan untuk penyimpanan energi saat ini sudah banyak digunakan pada perangkat elektronik sehingga tidak perlu menghubungkan perangkat elektronik ke sumber listrik untuk menghidupkannya [8]. Terdapat 2 jenis baterai, diantaranya:

1. *Primary battery*

Jenis baterai ini hanya dapat digunakan untuk penggunaan sekali pakai saja dan setelah itu dibuang, karena material elektroda didalamnya tidak dapat berkebalikan arah ketika dilepaskan.

2 *Secondary battery*

Baterai jenis ini dapat diisi dan dapat digunakan kembali untuk beberapa kali penggunaan, karena proses kimia yang terjadi di dalam baterai yaitu *reversible* atau bisa dikatakan dengan pengisian sel, bahan aktif di dalam baterai ini dapat kembali ke kondisi semula [9]. Baterai sekunder sendiri terdapat beberapa jenis yang dapat ditemui di pasaran, diantaranya baterai *lithium ion (Li-ion)*, baterai *lithium polymer (Li-Po)*, baterai asam timbal (*Lead Acid*), baterai *nickel cadmium (Ni-Cd)*, baterai *nickel metal hydride (Ni-MH)*.

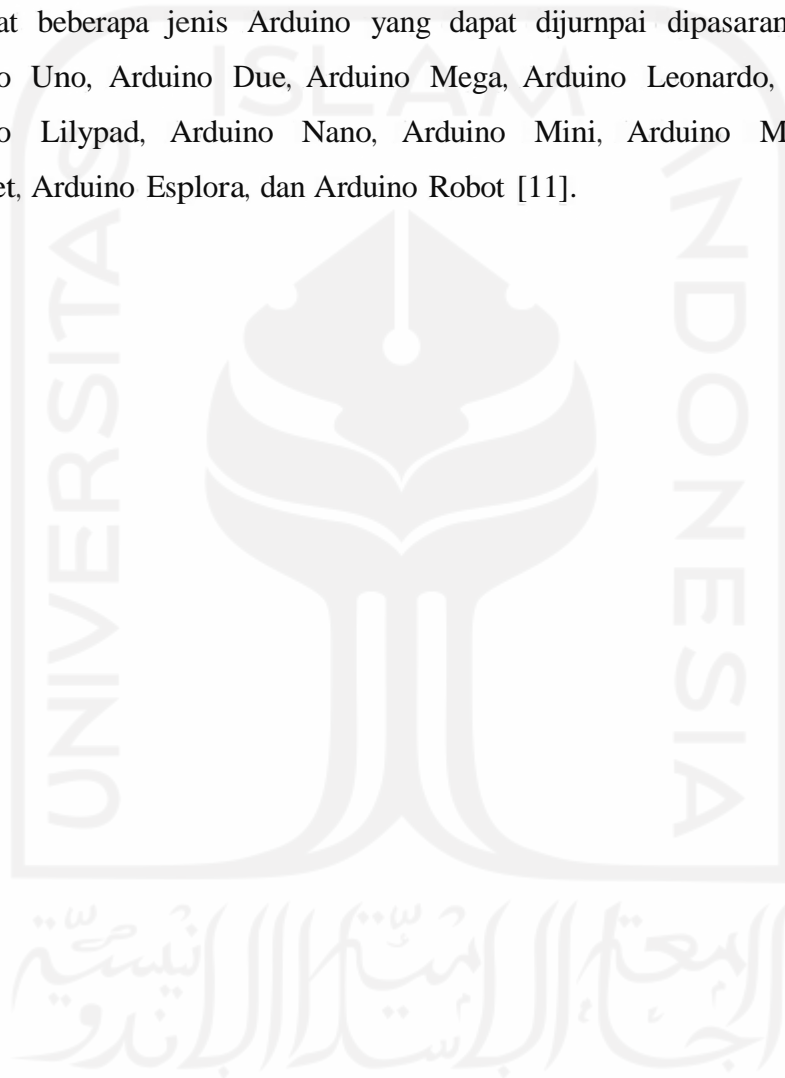


Gambar 2-4 Perbandingan kerapatan energi & daya dari baterai sekunder [10]

Gambar 2-4 di atas menunjukkan grafik perbandingan kerapatan energi dan kerapatan daya dari beberapa jenis baterai sekunder. Dan dari Gambar 2-4 dapat dilihat bahwa baterai *lithium ion (Li-ion)* memiliki hasil yang paling baik daripada beberapa jenis baterai yang lainnya [10].

2.2.5 Arduino

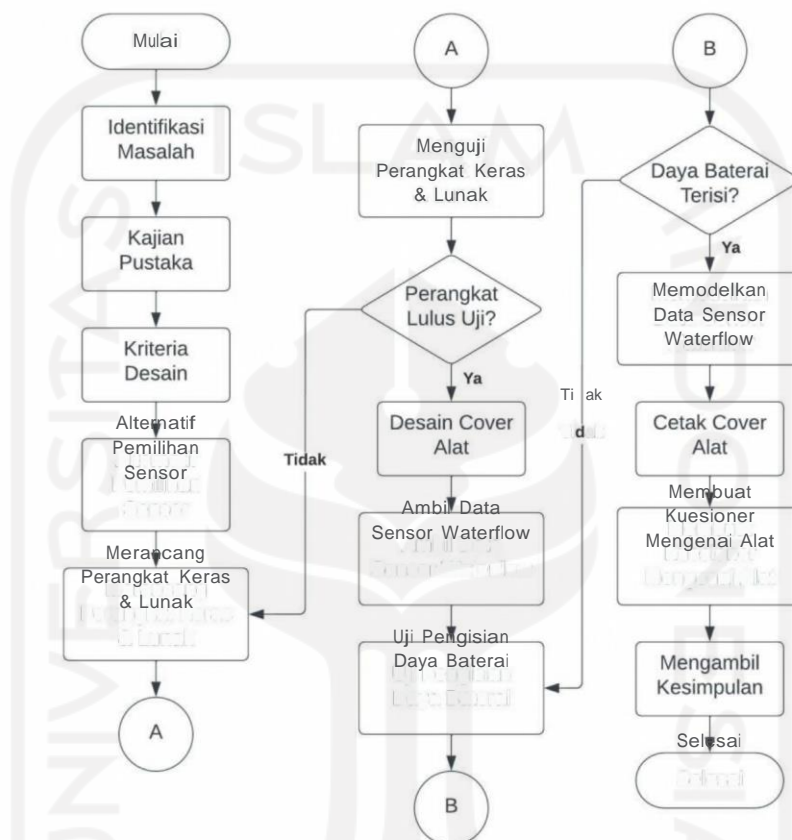
Arduino adalah papan rangkaian mikrokontroler yang dirancang agar penggunaan elektronik dapat dengan mudah karena bersifat *open-source*. Arduino memiliki prosesor Atmel AVR dan untuk perangkat lunaknya memiliki bahasa pemrograman sendiri. Bahasa pemrograman yang dipakai adalah bahasa C yang disederhanakan dengan bantuan pustaka-pustaka (*libraries*) milik Arduino. Terdapat beberapa jenis Arduino yang dapat dijumpai dipasaran, diantaranya: Arduino Uno, Arduino Due, Arduino Mega, Arduino Leonardo, Arduino Fio, Arduino Lilypad, Arduino Nano, Arduino Mini, Arduino Micro, Arduino Ethernet, Arduino Esplora, dan Arduino Robot [11].



BAB3

METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian



Gambar 3 - 1 Diagram alur penelitian

Pada penelitian ini menggunakan alur penelitian seperti yang tertera pada Gambar 3-1 di atas. Pada diagram tersebut dipaparkan beberapa langkah dalam proses merancang alat yang akan dibuat. Dalam penelitian ini langkah pertama yang dilakukan ialah mengidentifikasi masalah. Langkah ini dilakukan untuk menentukan sebab penelitian ini dilakukan dan sebagai penentu arah pengembangan yang akan dilakukan sehingga mendapatkan wawasan yang baru.

Langkah selanjutnya adalah melakukan kajian pustaka. Kajian pustaka bertujuan untuk mendapatkan alternatif penyelesaian masalah dan untuk menentukan kriteria desain. Alternatif penyelesaian yang didapat bisa berupa perangkat keras maupun perangkat lunak. Ada beberapa alternatif penyelesaian

masalah untuk alat pendeteksi kebocoran pipa air yang telah dilakukan oleh Ardi Dwi Prasetya dkk [1], dan Abraham Hatopan dkk [2] yang telah merancang alat yang dapat mendeteksi adanya kebocoran pipa air.

3.1.1 Kriteria desain

Setelah melakukan kajian pustaka, langkah yang dilakukan selanjutnya adalah menentukan kriteria desain. Kriteria desain pertama yang didapat dalam perancangan ini adalah hanya menggunakan satu sensor *waterflow* agar dapat menjadi sebuah alat atau produk. Hal ini mengacu pada hasil penelitian dari Ardi Dwi Prasetya dkk [1] dan Abraham Hatopan dkk [2] yang menggunakan banyak sensor *waterflow* dalam penelitiannya.

Dikarenakan rancangan hanya menggunakan satu sensor *waterflow* agar dapat menjadi sebuah alat, maka kriteria desain kedua adalah alat yang dirancang perlu mudah untuk dipindahkan atau *portable* dan memiliki daya sendiri atau dengan kata lain tidak membutuhkan catu daya dari listrik rumah untuk menghidupkannya. Agar alat memiliki catu daya untuk menghidupkan sendiri maka perlu adanya generator sebagai sumber penghasil tegangan listrik dan tegangan listrik tersebut akan disimpan didalam baterai yang akan digunakan untuk menghidupkan alat secara mandiri.

Kriteria desain yang ketiga yaitu alat mudah untuk dilakukan perbaikan (*maintenance*), karena alat ini menggunakan baterai sebagai catu dayanya maka akan ada masa baterai rusak atau tidak dapat menyimpan daya dan tidak dapat memberikan daya untuk menyalakan alat. Sehingga alat perlu mudah dibongkar untuk mengganti baterai, dan untuk keperluan lain seperti mengganti sensor atau generator yang rusak atau bermasalah.

Kriteria desain yang terakhir adalah alat dapat tahan air hujan dan sinar matahari, dikarenakan alat ini akan dipasang di luar rumah sehingga kemungkinan besar akan terkena air hujan dan terpapar sinar matahari karena di dalam alat ini terdapat komponen-komponen elektrik yang jika terkena air dapat menyebabkan korslet pada rangkaiannya, dan melindungi layar LCD karena pada alat ini perlu adanya tampilan hasil data pembacaan sensor dari alat. Mengacu pada penelitian yang sudah dilakukan oleh Dewi Lestari & Yaddarabullah [3],

maka untuk menampilkan hasil pembacaan dari sensor perlu adanya layar LCD. Berdasarkan kriteria desain yang sudah didapatkan, maka didapat komponen-komponen yang akan digunakan dalam perancangan ini yang akan disebutkan pada sub-bab berikutnya.

3.2 Pemilihan Sensor *Waterflow*

Dalam pemilihan sensor yang akan digunakan, terdapat beberapa jenis sensor, diantaranya sensor ultrasonik, sensor elektromagnetik dan sensor turbin. Dari ketiga jenis sensor ini dapat dilihat pada Gambar 3-2 di bawah ini



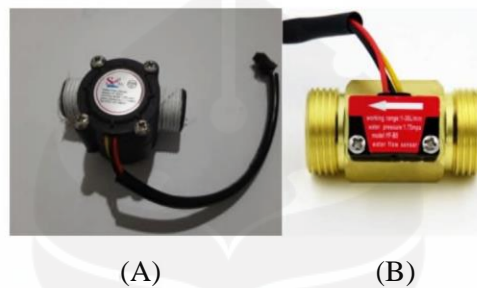
Gambar 3–2 Jenis-jenis sensor *waterflow*

Gambar 3-2 di atas menunjukkan jenis-jenis dari sensor *waterflow*, sensor (a) merupakan jenis sensor ultrasonic, sensor (b) merupakan jenis sensor elektromagnetik, dan sensor (c) merupakan jenis sensor turbin. Dalam pemilihan sensor yang akan digunakan, penulis mempertimbangkan beberapa hal untuk memilih sensor, yang pertama alat yang dirancang penggunaannya hanya untuk pipa rumah dengan kisaran diameter 0.5 inch sampai dengan 0.75 inch. Kedua media yang mengalir adalah air bersih, bukan air kotor yang bercampur lumpur ataupun sampah. Yang ketiga adalah harga yang murah atau terjangkau untuk masyarakat umum. Dari ketiga pertimbangan ini penulis memilih menggunakan jenis sensor turbin.

Dari sensor turbin, penulis mendapatkan dua jenis sensor yang keduanya memiliki spesifikasi yang mirip yaitu YF-S201 dan YF-B5, untuk gambar dan spesifikasinya ditunjukkan pada Gambar 3-3 dan Tabel 3-1 di bawah ini.

Tabel 3- 1 Spesifikasi YF-S201 & YF-B5

	YF-S201	YF-B5
<i>Working voltage</i>	DC 4.5 V–24V	DC 5 V–15 V
<i>Working current</i>	15mA (DC 5 V)	15mA (DC 5 V)
<i>Flow rate range</i>	1–30 L/min	1–30 L/min
<i>Operating Temperature</i>	<80 C	580 C
<i>Allowing pressure</i>	–1.75 Mpa	–1.75 Mpa
<i>Material</i>	PVC	Kuningan
Berat	51 Gram	131 Gram



Gambar 3–3 Sensor YF-S201 & YF-B5

Pada Gambar 3-3 (A) merupakan sensor YF-S201 dan (B) merupakan sensor YF-B5 dan dari Tabel 3-1 dapat dilihat kedua sensor memiliki spesifikasi yang mirip. Pada pemilihan sensor ini penulis memilih YF-S201 dikarenakan berat dari sensor tersebut lebih ringan. Pemilihan berat yang ringan pada sensor ini mengacu pada kriteria desain yang sudah didapat yakni alat yang dirancang perlu mudah dipindahkan (*portable*) sehingga jika alat yang dirancang dapat memiliki berat yang ringan akan memudahkan pengguna untuk membawa alat.

3.3 Peralatan dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam perancangan kali ini adalah:

1. Sensor *waterflow* YF-S201

Sensor *Waterflow* YF-S201 adalah sensor *flowmeter* yang akan digunakan pada perancangan ini. Sensor ini akan memberikan sinyal ke Arduino ketika aliran air melewati sensor ini. Gambar dan spesifikasi sensor YF-S201 ditunjukkan pada Gambar 3-4 dan Tabel 3-2 di bawah ini



Gambar 3- 4 Sensor YF-S201

Tabel 3–2 Spesifikasi sensor YF-S201

<i>Working voltage</i>	DC 4.5V-24V
<i>Max. working current</i>	15mA (DC 5V)
<i>Flow rate range</i>	1-30 L/min
<i>Operating temperature</i>	-8OC
<i>Liquid temperature</i>	<120°C
<i>Allowing pressure</i>	<1.75MPa

2. *Micro-hydro* Generator 12 V DC

Generator ini digunakan untuk menghasilkan tegangan 12 V DC ketika ada aliran air yang melalui turbin generator. Tegangan yang dihasilkan digunakan untuk mengisi daya baterai. Gambar dan spesifikasi generator ini ditunjukkan pada Gambar 3-5 dan Tabel 3-3 di bawah ini.



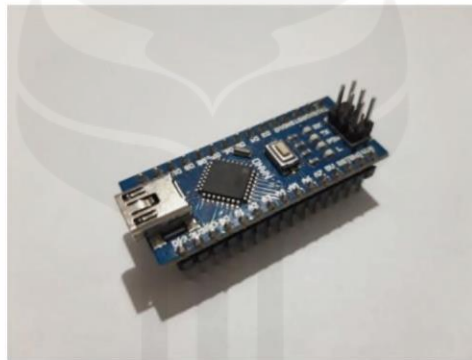
Gambar 3–5 *Micro-hydro* generator 12 V DC

Tabel 3–3 Spesifikasi *micro-hydro* generator 12 V DC

<i>Max. output voltage</i>	12V
<i>Max. output current</i>	220mA (12V)
<i>Line resistance</i>	10.5±0.5Ω
<i>Insulation resistance</i>	10MO(DC100 Tramegger)
<i>Hydraulic pressure</i>	0.05MPa

3. Arduino Nano

Arduino Nano adalah papan mikrokontroler yang berbasis ATmega328 yang hanya memiliki soket daya arus DC yang dapat dihubungkan dengan kabel konektor USB *Mini-B*, dengan 14 pin digital (6 pin output PWM) dan 8 pin analog. Gambar dan spesifikasi dari Arduino Nano ditampilkan pada Gambar 3-6 dan Tabel 3-4 di bawah ini



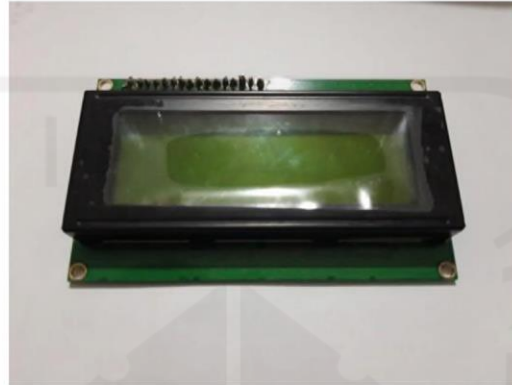
Gambar 3–6 Arduino Nano

Tabel 3- 4 Spesifikasi Arduino Nano

<i>Microcontroller</i>	ATmega328P
<i>Operating voltage</i>	5V
<i>Recommended input voltage for Vin pin</i>	7-12V
<i>Analog input pins</i>	6 (A0–A5)
<i>Digital I/O pins</i>	14 (6 provide PWM output)
<i>DC current on I/O pins</i>	40mA
<i>DC current on 3.4V pins</i>	50mA
<i>Flash memory</i>	32 KB (2 KB is used for bootloader)
<i>Frequency (clock speed)</i>	16MHz

4. LCD 20x4

LCD atau kepanjangan dari *Liquid Crystal Display* adalah sebuah layar yang menggunakan cairan dalam pengoperasiannya. Layar ini dapat menampilkan 20 karakter mendatar dan 4 karakter menurun. Untuk gambar dan spesifikasinya ditunjukkan pada Gambar 3-7 dan Tabel 3-5 di bawah ini.



Gambar 3-7 LCD 20x4

Tabel 3-5 Spesifikasi LCD 20x4

<i>Display format</i>	<i>20 characters x 4 line</i>
<i>Supply voltage for logic</i>	<i>2.7V –5.5V</i>
<i>Supply voltage for LCD</i>	<i>3V –10V</i>
<i>Operating temperature</i>	<i>Max. 60C</i>
<i>Interface input data</i>	<i>4-Bits or 8-Bits interface available</i>
<i>Back light</i>	<i>LED (Yellow Green)</i>

5. RTC DS1302

RTC (*Real Time Clock*) adalah komponen pewaktu atau memiliki fungsi menghitung waktu dari detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan hingga tahun dengan IC chip DS1302. Gambar 3-8 di bawah ini menunjukkan gambar dari RTC DS1302.



Gambar 3- 8 RTC DS1302

6. Buzzer 5 V

Gambar 3-9 di bawah ini menunjukkan gambar dari buzzer 5 V yang digunakan pada perancangan ini dan berfungsi sebagai alarm saat total air mencapai batas penggunaan.



Gambar 3-9 Buzzer 5 V

7. *Push button*

Push button adalah komponen elektronika yang digunakan untuk memutus dan menghubungkan rangkaian dengan cara menekannya. Gambar dari *push button* ditunjukkan pada Gambar 3-10 berikut.



Gambar 3- 10 *Push button*

8. *Step-up* MT3608

Step-up memiliki fungsi untuk menaikkan tegangan yang dihasilkan catu daya dari 2 V hingga 24 V. Gambar dan spesifikasi dari *step-up* MT3608 ditunjukkan pada gambar 3-11 dan Tabel 3-6 di bawah ini.



Gambar 3- 11 Step-up MT3608

Tabel 3–6 Spesifikasi *Step-up* MT3608

<i>Operating input voltage</i>	2V–24V
<i>Under voltage lockout</i>	1.98V
<i>Fixed switching frequency</i>	1.2MHz
<i>Efficiency</i>	>97%

9. Modul *Charger* TP4056

Modul *charger* TP4056 merupakan modul untuk pengisian daya baterai lithium dengan dilengkapi proteksi *overcharging*. Gambar 3-12 di bawah ini menunjukkan gambar dari modul *charger* TP4056.



Gambar 3- 12 Modul *charger* TP4056

10. Regulator 7805

Gambar 3-13 menunjukkan gambar regulator 7805 yang digunakan untuk menurunkan tegangan hingga stabil di tegangan 5 V.



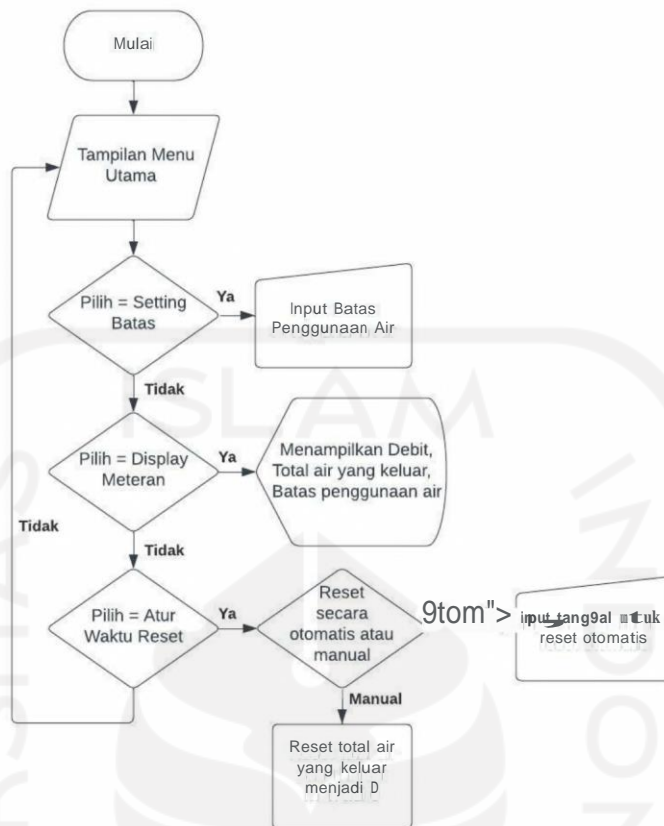
Gambar 3- 13 Regulator 7805

3.4 Perancangan

Dalam proses perancangan ini dibagi menjadi dua jenis yaitu perancangan perangkat lunak dan perancangan perangkat keras. Perancangan perangkat lunak dilakukan dengan tujuan agar alat dapat membaca dan menampilkan aliran air yang melalui sensor, dan alat dapat memberikan sinyal ketika jumlah air yang melalui sensor sudah melebihi batas penggunaan bulanan. Untuk perancangan perangkat keras dilakukan dengan menghubungkan komponen-komponen ke Arduino Nano agar dapat diproses, menghubungkan generator ke baterai agar dapat melakukan pengisian daya dan melakukan desain untuk *cover* alat yang dirancang.

3.4.1 Perancangan perangkat lunak

Pada perancangan perangkat lunak ini dilakukan dengan menggunakan Arduino IDE 1.8.5. Arduino IDE 1.8.5 digunakan untuk merancang program yang akan digunakan dan mengunggahnya dari laptop ke Arduino Nano. Untuk logika pemrograman yang dirancang ditunjukkan pada Gambar 3-14 di bawah ini.



Gambar 3- 14 Logika pemrograman

Pada Gambar 3-14 di atas pada menu utama perancang membuat tiga pilihan menu. Untuk menu pertama yaitu setting batas, pengguna dapat memasukkan batasan penggunaan air tiap bulannya dalam satuan m^3 . Pemilihan satuan ini dikarenakan PDAM dalam menghitung jumlah penggunaan air pelanggan juga menggunakan satuan m^3 [12].

Menu kedua yaitu menampilkan data hasil pembacaan sensor. Dalam menu kedua ini menampilkan debit air dalam satuan L/min (liter per menit), kemudian total air yang keluar dalam satuan m^3 menyesuaikan satuan pada batasan, yang ketiga yaitu batasan penggunaan air yang sebelumnya batasannya sudah dimasukkan pada menu pertama, dan di pojok kanan bawah terdapat tampilan tanggal.

Pada menu yang terakhir, pengguna dapat mengubah total air yang keluar menjadi nol kembali secara otomatis maupun manual saat itu juga. Untuk mengubah secara otomatis pengguna dapat memasukkan tanggal berapa saja,

3.5 Pengujian Sensor *Waterflow* YF-S201

Pengujian sensor YF-S201 dilakukan untuk melihat seberapa besar nilai deviasi dan error yang dihasilkan dari sensor ini. Untuk pengujiannya dilakukan dengan menghubungkan sensor YF-S201 ke aliran air. Kemudian aliran air dinyalakan melewati sensor, hasil pembacaan sensor ditampilkan pada LCD 20x4.

Pengujian ini dilakukan sebanyak 4 kali pengukuran yaitu 0.5 L, 1 L, 1.5 L, dan 2 L, Setiap pengukuran tersebut dilakukan 5 kali percobaan.



Gambar 3- 16 Percobaan sensor YF-S201

Gambar 3-16 merupakan salah satu percobaan yang dilakukan dengan menghubungkan sensor dengan aliran air (selang pada percobaan ini). Kemudian air dialirkan hingga batas pengukuran yang dilakukan, untuk Gambar 3-17 di bawah merupakan pengukuran untuk 0.5 L air yang keluar



Gambar 3- 17 Pengukuran 0.5 L

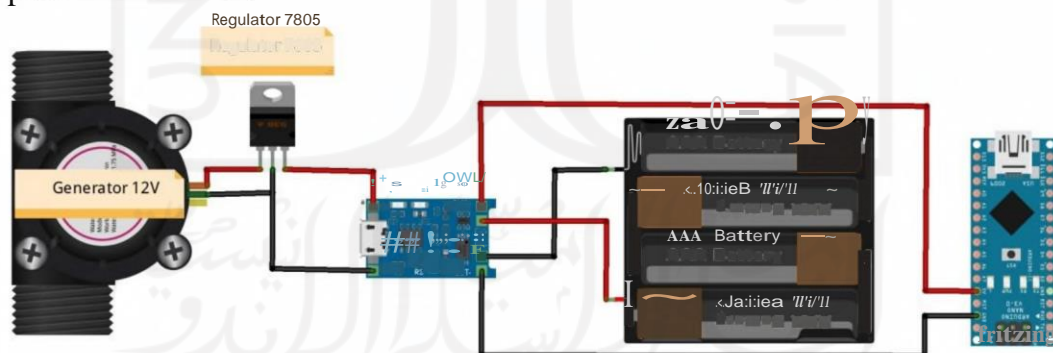
Kemudian untuk mencatat hasil dari pengukuran ini dilihat dari tampilan LCD yang menampilkan pembacaan sensor YF-S201 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3-18 di bawah ini.



Gambar 3- 18 Hasil pembacaan sensor YF-S201

3.6 Pengujian Pengisian Daya Baterai

Proses pengujian baterai dilakukan dengan merangkai baterai secara paralel, kemudian rangkaian baterai dihubungkan dengan modul *charger* TP4056. *Micro hydro* generator 12 V sebagai pembangkit listrik yang dipakai untuk perancangan ini disambungkan dengan selang sebagai media air mengalir, sehingga saat air mengalir melewati generator tersebut akan menghasilkan tegangan 12 V. Tegangan tersebut distabilkan menjadi 5 V dengan menggunakan regulator 7805, dan diteruskan menuju modul *charger* TP4056 agar baterai terisi dayanya dan terproteksi dari *overcharge*. Untuk skema rangkaian pengujian ini dapat dilihat pada Gambar 3-19.



Gambar 3- 19 Skema rangkaian pengujian daya baterai

3.7 Mendata Pendapat Masyarakat Terhadap Alat Rancangan

Proses ini dilakukan untuk mendapatkan data dari masyarakat umum apakah alat yang dirancang dapat berguna dan bermanfaat pada masalah yang

ada. Proses ini dilakukan dengan membuat sebuah kuesioner mengenai alat yang dirancang dan memberikan ke narasumber. Selama pengisian data tersebut penulis mengawasi / menunggu narasumber mengisi data serta menanyakan apakah ada penjelasan dari alat yang kurang jelas, sehingga jika terdapat penjelasan yang kurang jelas maka penulis langsung menjelaskan lebih detail mengenai alat yang dirancang agar dalam pengisian data hasilnya lebih valid.

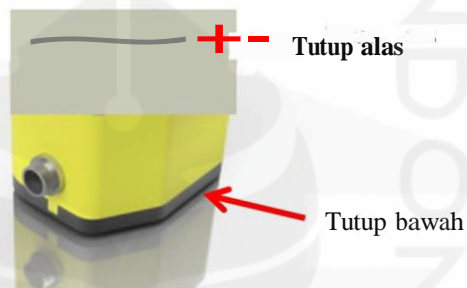


BAB4

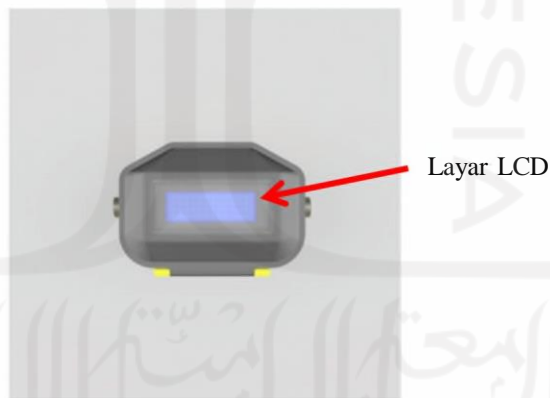
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perancangan

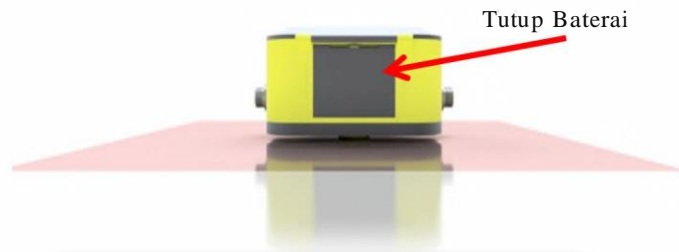
Pada hasil perancangan perangkat keras, penulis telah rnedesain *cover* alat dengan rnenggunakan *software* Autodesk Inventor Professional 2018 yang hasil desainnya dapat dilihat pada Garnbar 4-1, Garnbar 4-2, Garnbar 4-3 dan Garnbar 4-4.



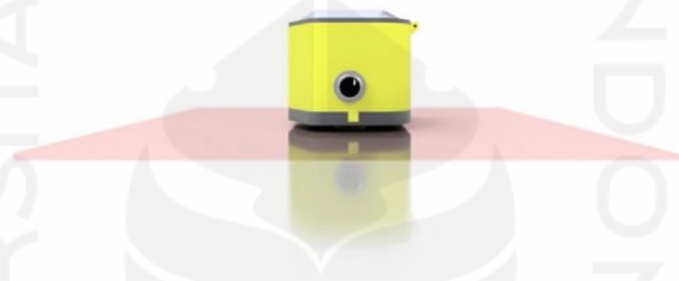
Garnbar 4 - 1 Desain *cover*



Garnbar 4-2 Desain *cover* tampak atas

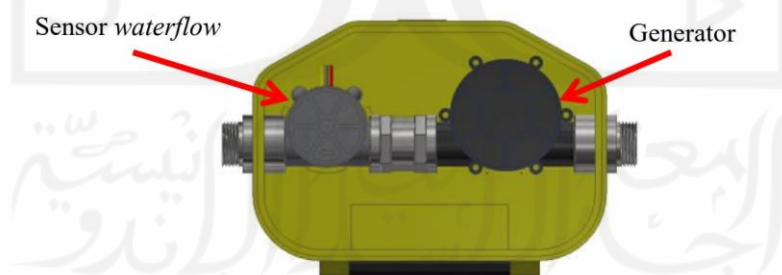


Gambar 4- 3 Desain *cover* tampak belakang



Gambar 4- 4 Desain *cover* tampak samping

Jika dilihat dari atas seperti pada Gambar 4-2 desain *cover* yang dirancang bentuknya hampir menyerupai bentuk trapezium sama kaki. Hal ini dikarenakan desain yang dirancang menyesuaikan dari sensor dan generator yang dipasang yang dapat dilihat pada Gambar 4-5 di bawah ini.

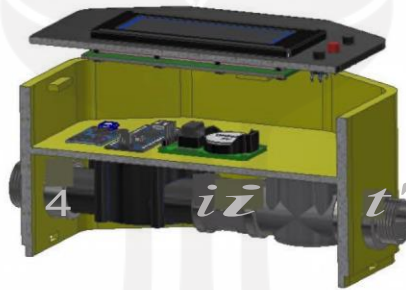


Gambar 4- 5 Desain sensor dan generator bagian bawah

Dalam merancang desain *cover* alat ini, penulis juga mengacu pada kriteria desain yang sudah ditetapkan. Kriteria pertama yaitu alat hanya menggunakan satu sensor *waterflow*, hal ini dapat dilihat pada Gambar 4-5 di atas pada bagian kiri adalah sensor *waterflow* yang digunakan. Kriteria desain kedua yaitu alat *portable* dan memiliki catu daya sendiri yang dapat dilihat juga pada

Gambar 4-5, pada bagian kanan adalah generator yang digunakan untuk mengisi daya baterai, dan baterai digunakan untuk menyalakan alat. Kriteria desain ketiga yaitu alat mudah untuk dilakukan perbaikan (*maintenance*). Untuk perbaikan sensor dan generator jika terjadi kerusakan dapat dengan membuka tutup bagian bawah alat. Untuk mengganti baterai jika mengalami kerusakan dapat dengan membuka tutup baterai yang terletak di bagian belakang alat, dapat dilihat pada Gambar 4-3. Kriteria desain yang terakhir yaitu alat dapat tahan air hujan, sehingga penulis mendesain *cover* alat ini dengan tutup dibagian atas dan dibagian bawah yang dapat dilihat pada Gambar 4-1 dan penulis menguji kriteria desain ini hanya dengan menyiram air pada alat menggunakan selang saat alat menyala dan alat masih dapat menyala.

Desain *cover* yang penulis rancang ini juga memiliki dua tingkat, pada bagian atas terdapat komponen-komponen elektronika, dan bagian bawah terdapat sensor dan generator yang dapat dilihat pada Gambar 4-6.



Gambar 4- 6 Desain isi *cover* alat

Penulis membagi seperti ini dikarenakan untuk mengantisipasi jika pada bagian sensor dan generator mengalami kebocoran atau pemasangan kurang rapat maka air yang keluar tidak langsung mengenai komponen-komponen elektronika yang dapat menyebabkan kerusakan pada komponen tersebut.



Gambar 4–7 Hasil cetak *cover* alat

Gambar 4-7 di atas ini merupakan hasil dari desain rancangan yang sudah dicetak menggunakan mesin 3D print. Pada Gambar 4-7 *cover* alat ini belum dirangkai, dan *cover* alat tersebut terbagi menjadi 10 bagian. Untuk bentuk *cover* alat yang sudah dirangkai dapat dilihat pada Gambar 4-8 berikut ini



Gambar 4- 8 *Cover* alat

Pada awal tampilan, alat ini akan menunjukkan menu utama yang terdapat tiga sub menu diantaranya *setting* batas, *display* meteran, dan atur waktu *reset*.

Untuk pengoperasian alat ini menggunakan tiga tombol yang terletak di samping kanan LCD yang dapat dilihat pada Gambar 4-9 di bawah ini.



Gambar 4- 9 Tampilan menu utama alat

Tombol warna hitam bagian atas digunakan untuk menaikkan kursor dan atau berfungsi sebagai "*next*", tombol warna merah atau tombol tengah digunakan sebagai "*oke*" dan tombol warna hitam bagian bawah digunakan untuk menurunkan kursor dan atau berfungsi sebagai "*previous*".



Gambar 4- 10 Tampilan atur batas penggunaan

Gambar 4-10 merupakan tampilan sub-menu atur batas yang digunakan untuk memberikan batasan penggunaan air tiap bulannya oleh pengguna atau pemilik rumah agar penggunaan air dapat terkontrol dan jika terjadi lonjakan

penggunaan air yang disebabkan kebocoran pipa maka saat penggunaan sudah menyentuh batasnya alarm akan berbunyi sebagai peringatan. Untuk memberikan batas dapat disamakan dengan konsumsi air yang biasa digunakan tiap bulannya dapat dilihat dari meteran air milik PDAM atau pada tagihan air tiap bulannya.



Gambar 4- 11 Tampilan sub-menu *display* meteran

Gambar 4-11 merupakan tampilan dari sub-menu *display* meteran yang menampilkan tiga informasi diantaranya debit air atau kecepatan aliran air yang lewat dalam satuan L/min, kemudian ada total penggunaan air yang sudah digunakan dalam satuan m^3 dan yang terakhir batasan penggunaan air yang sudah dimasukkan nilainya pada sub-menu atur batas sebelumnya dalam satuan m^3 .



Gambar 4- 12 Tampilan sub-menu memilih waktu *reset*

Pada Gambar 4-12 ini, sub-menu disediakan dua pilihan untuk menentukan waktu *reset* total penggunaan air yang akan dilakukan. Untuk melakukan *reset* pada waktu itu juga dapat dengan memilih pilihan "Manual", sedangkan untuk mengatur waktu *reset* secara otomatis pada tanggal yang diinginkan dapat memilih pilihan "Otomatis" yang tampilannya dapat dilihat pada Gambar 4-13 di bawah ini.



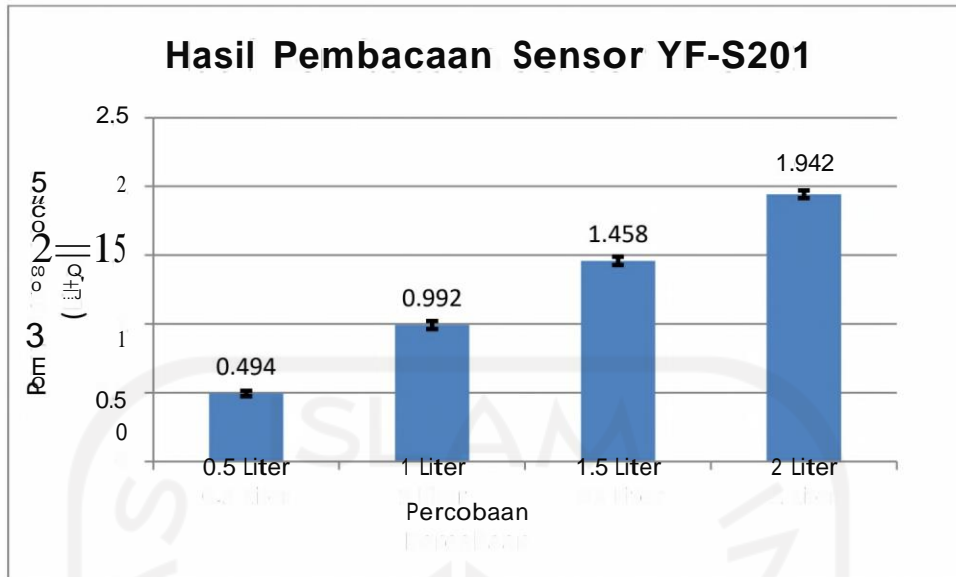
Gambar 4- 13 Tampilan sub-menu *reset* otomatis

4.2 Hasil Pengujian Sensor *Waterflow* YF-S201

Dari pengujian sensor YF-S201 didapat data yang tertera pada tabel 4-1 di bawah ini.

Tabel 4 - 1 Data pengujian sensor

Pembacaan sensor	Percobaan					Rata-Rata Pembacaan Sensor	Deviasi
	1	2	3	4	5		
0.5 Liter	0.52	0.48	0.5	0.5	0.47	0.494	0.01949359
1 Liter	1.04	1	0.97	0.98	0.97	0.992	0.02949576
1.5 Liter	1.51	1.44	1.44	1.44	1.46	1.458	0.03033150
2 Liter	1.95	1.9	1.93	1.97	1.96	1.942	0.02774887

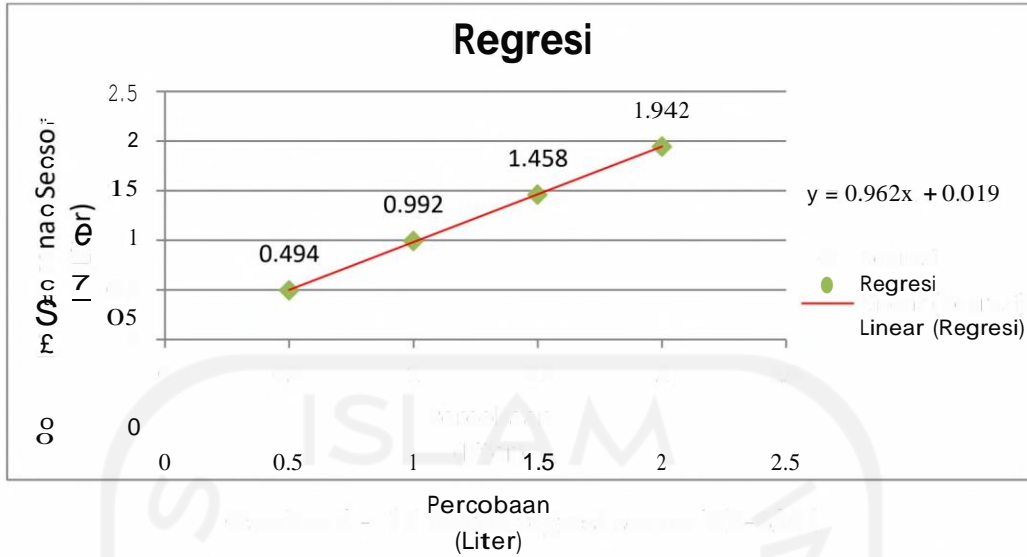


Gambar 4- 14 Grafik hasil pembacaan sensor YF-S201

Gambar 4-14 di atas menunjukkan grafik dari hasil pembacaan sensor YF-S201 yang sudah dilakukan. Dari data tersebut diketahui rata-rata hasil pembacaan sensor YF-S201 nilainya mendekati dari pembacaan sensor yang diinginkan. Penyimpangan hasil atau nilai error tersebut dapat terjadi karena beberapa faktor, diantaranya faktor kesalahan penguji (*human error*) dan faktor lain yaitu dari sensor itu sendiri. Dari data pada Tabel 4-1, penulis juga menganalisa dengan analisis regresi yang tertera pada Tabel 4-2 dan Gambar 4-15 agar didapat persamaan regresi dan mengetahui nilai *error* dari sensor tersebut.

Tabel 4-2 Data analisis regresi

x	y	f(x)	ϵ	c^2
0.5	0.494	0.5	-0.006	3.6E-05
1	0.992	0.981	0.011	0.000121
1.5	1.458	1.462	-0.004	0.000016
2	1.942	1.943	-0.001	1E-06
		5	1.11022E-16	0.000174



Gambar 4- 15 Grafik regresi sensor YF-S201

Pada Gambar 4-15 di atas dapat dilihat bahwa dari analisis regresi didapat persamaan

$$y = 0.962x + 0.019 \quad (4.1)$$

Sehingga persamaan 4.1 di atas dapat digunakan untuk mencari nilai yang akan terbaca sensor dengan memasukkan angka yang dicari kedalam x, misalkan ingin mengetahui berapa yang akan terbaca sensor jika mengukur 3 Liter.

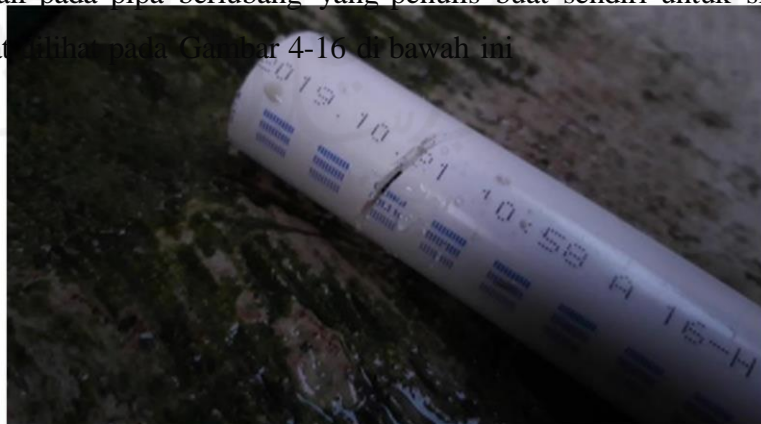
$$y = 0.962(3) + 0.019$$

$$y = 2.886 + 0.019$$

$$y = 2.905$$

Maka yang akan terbaca pada sensor YF-S201 adalah 2.905 Liter.

Pada pengujian ini penulis juga melakukan pengujian pada sensor dengan mengalir air pada pipa berlubang yang penulis buat sendiri untuk simulasi pipa bocor dapat dilihat pada Gambar 4-16 di bawah ini



Gambar 4- 16 Foto uji retakan pipa

Setelah itu pipa tersebut dialiri air dengan membuka kran $\pm 25\%$ sehingga air akan keluar melalui celah pada pipa karena pada ujung pipa tersebut ditutup yang dapat dilihat pada Gambar 4-17



Gambar 4- 17 Foto uji pipa air bocor

Aliran air yang melalui celah pada pipa tersebut dibaca oleh sensor dan ditampilkan pada LCD seperti pada Gambar 4-18



Gambar 4- 18 Pembacaan pipa air bocor

Gambar 4-18 dapat dilihat bahwa air yang mengalir terbaca 0.93 L/min, dan untuk kebocoran pipa yang hanya menetes kecil tidak dapat terbaca pada sensor YF-S201, hal ini juga dikarenakan spesifikasi dari sensor ini memiliki *flow rate range* 1-30 L/min yang dapat dilihat pada Tabel 3-2.

4.3 Hasil Pengujian Pengisian Daya Baterai

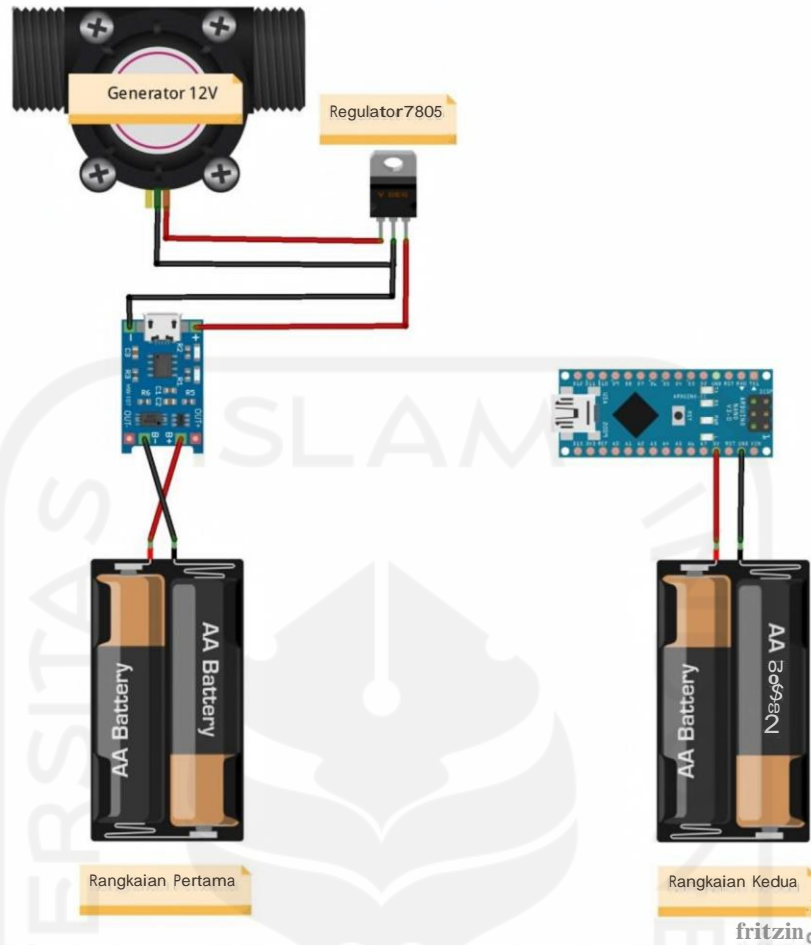
Untuk hasil dari pengujian pengisian daya baterai dengan rangkaian pada Gambar 3-19, baterai yang akan digunakan untuk menyalakan alat tidak dapat terisi daya. Untuk data hasil pengukuran ini dapat dilihat pada Tabel 4-3.

Tabel 4-3 Hasil pengujian pengisian daya baterai

Percobaan 1	
Tegangan sebelum	3,47V
Tegangan sesudah	3,44 V
Percobaan 2	
Tegangan sebelum	3,45 V
Tegangan Sesudah	3,42 V

Pada Tabel 4-3 percobaan pengujian dilakukan dua kali, untuk percobaan pertama tegangan pada baterai 4 buah yang disusun paralel 3.47 V, setelah 5 menit dilakukan pengujian, tegangan baterai turun menjadi 3.44 V. Hal ini tidak sesuai dengan apa yang diharapkan yaitu seharusnya baterai terisi dayanya. Kemudian dilakukan kembali percobaan kedua yang mendapatkan hasil yang sama yakni tegangan baterai turun dari 3.45 V menjadi 3.42 V setelah dilakukan pengujian. Pengujian pengisian daya baterai menggunakan generator ini juga sudah dilakukan oleh Abdul Haris Safa'adi [13]. Dari penelitiannya, didapat hasil bahwa data baterai mengisi daya dan diberi beban maka baterai tidak terisi dayanya, sedangkan saat baterai tidak diberi beban maka baterai dapat terisi dayanya ketika proses pengisian daya (*charging*).

Dikarenakan pada penelitian yang dilakukan penulis tidak hanya terfokus pada masalah ini, maka penulis mengambil alternatif lain yaitu membaginya menjadi dua rangkaian. Rangkaian pertama digunakan untuk mengisi daya dua buah baterai dengan menggunakan generator saja, dan rangkaian kedua digunakan untuk menghidupkan alat dengan menggunakan dua buah baterai yang lain. Untuk kedua rangkaian tersebut dapat dilihat pada Gambar 4-16 berikut.



Gambar 4- 19 Skema 2 rangkaian baterai

Dari rangkaian seperti pada Gambar 4-19, didapat hasil pengujian yang dapat dilihat pada Tabel 4-4 berikut.

Tabel 4-4 Data pengujian dengan 2 rangkaian

	2 Baterai untuk menghidupkan alat	2 Baterai diisi daya
Kondisi awal	3,70V	3,45 V
Kondisi 10 menit pertama	3,66 V	3,49V
Kondisi 10 menit kedua	3,62 V	3,53 V

Dari data pada Tabel 4-4 dapat diketahui bahwa dua baterai yang digunakan untuk menghidupkan alat mengalami penurunan tegangan tiap 10 menit sebesar 0.04 V dan untuk dua baterai yang diisi dayanya mengalami kenaikan tegangan tiap 10 menit sebesar 0.04 V. Maka dengan menggunakan rangkaian ini dapat diasumsikan alat ini dapat hidup secara terus menerus. Tetapi untuk penelitian saat ini penggantian baterai masih perlu dilakukan secara manual

dengan menukar baterai yang habis dayanya dengan baterai yang dayanya sudah terisi.

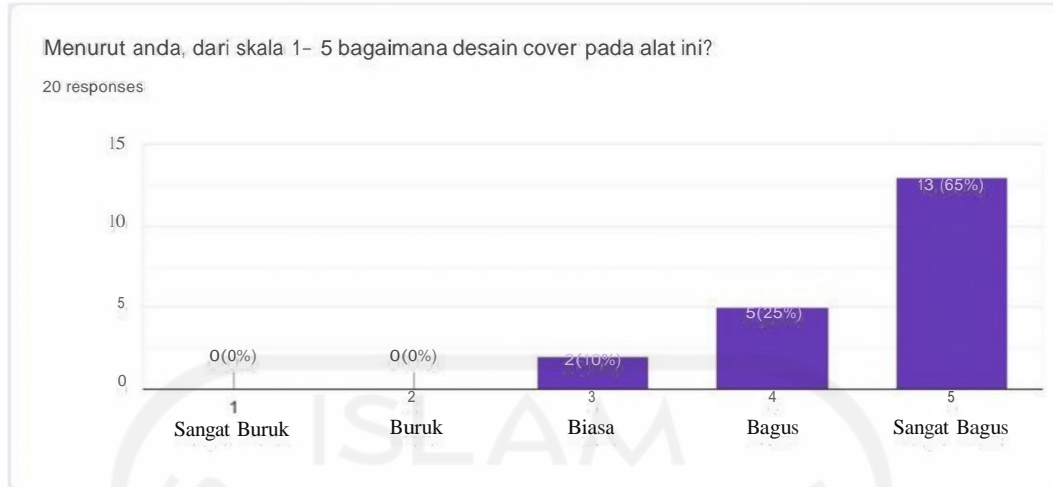
4.4 Hasil Pendapat Masyarakat Terhadap Alat Rancangan

Setelah memberikan kuesioner mengenai alat rancangan kepada 20 narasumber pengguna PDAM dan dulu pernah berlangganan PDAM, diantara 20 narasumber tersebut dikonfirmasi 2 narasumber pernah mengalami kerugian akibat tagihan membengkak yang disebabkan karena pipa bocor yang tidak diketahui, maka didapat hasil dari jawaban para narasumber sebagai berikut.



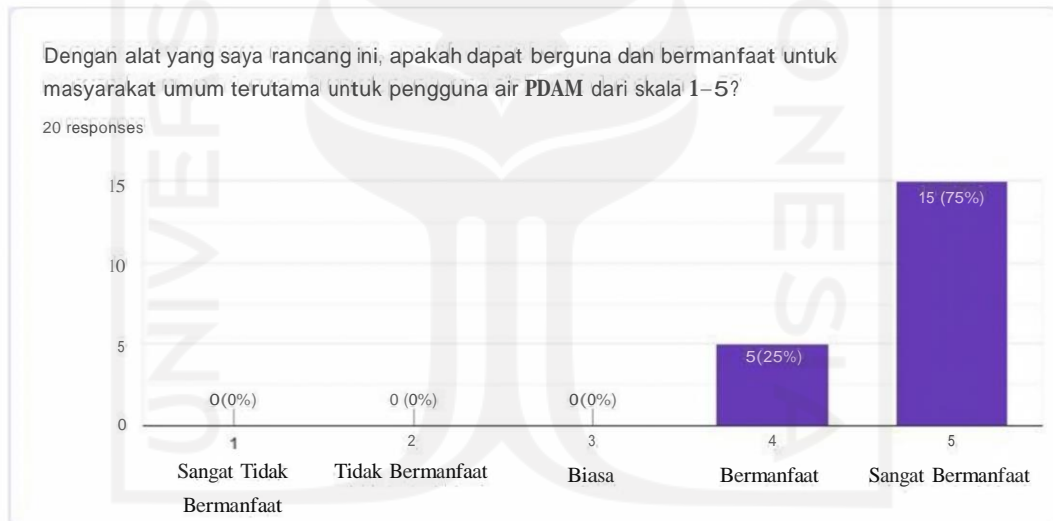
Gambar 4- 20 Diagram respon masyarakat mengenai originalitas alat

Gambar 4-20 merupakan hasil jawaban dari narasumber mengenai alat yang dirancang apakah sebelumnya pernah melihat atau mengetahui alat yang mirip dengan alat yang penulis rancang. Dan dari jawaban diatas hampir semua menjawab belum pernah melihat, hanya satu narasumber yang pernah mengetahui alat yang mirip dengan alat yang penulis rancang.



Gambar 4–21 Diagram respon masyarakat mengenai desain

Gambar 4-21 merupakan diagram kedua dari pertanyaan mengenai desain alat yang penulis rancang. Pada pertanyaan ini diperlihatkan kepada narasumber desain seperti pada Gambar 4-1 , Gambar 4-2, Gambar 4-3, dan Gambar 4-4.



Gambar 4–22 Diagram respon masyarakat mengenai manfaat alat

Gambar 4-22 merupakan diagram dari pertanyaan selanjutnya mengenai apakah alat yang dirancang dapat bermanfaat untuk masyarakat umum. Dari diagram tersebut mayoritas jawaban dari narasumber menjawab pada skala 5 dari 5 sehingga alat ini dapat bermanfaat untuk kepentingan masyarakat umum.



Gambar 4–23 Diagram respon masyarakat mengenai harga alat

Diagram pada Gambar 4-23 merupakan hasil dari pertanyaan terakhir mengenai harga maksimal yang tetap akan dibeli sesuai dengan desain dan fitur yang diberikan pada alat oleh narasumber. Pada diagram ini dapat dilihat 60% narasumber tetap akan membeli dengan harga maksimal Rp 300.000, 35% narasumber tetap akan membeli dengan harga maksimal Rp 500.000, dan sisanya tetap akan membeli dengan harga maksimal Rp 800.000.

Sedangkan untuk harga dari pembuatan alat yang penulis rancang, untuk seluruh komponen dari alat dan bahan yang digunakan untuk merancang alat ini menghabiskan total sebesar Rp 427.250 dan untuk mencetak *cover* alat menggunakan 3D print menghabiskan 704 *gramfilament* PLA dengan total harga Rp 140.800. Sehingga untuk total alat yang penulis rancang menghabiskan dana sebesar Rp 708.850. Untuk rincian harga dari perancangan alat ini dapat dilihat pada Tabel 4 - 5 di bawah ini

Tabel 4–5 Rincian harga perancangan alat

Komponen	Jumlah	Harga
Arduino Nano	1 buah	Rp 58.000
Baterai Li-Ion 14500	4 buah	Rp 48.000
<i>Double</i> sok drat dalam	1 buah	Rp 12.750
<i>Micro-hydro</i> generator	1 buah	Rp 170.000
Modul charger TP-4056	2 buah	Rp 9.000
Regulator 7805	1 buah	Rp 1.500
MOSFET IRF20N	1 buah	Rp 4.000

Kabel 0.6 mm pejal	1m	Rp 2.000
Sensor YF-S201	1 buah	Rp 40.000
Buzzer 5 V	1 buah	Rp 2.000
I2C LCD 20x4	1 buah	Rp 55.000
<i>Tactile push-button</i>	3 buah	Rp 1.500
RTC DS1302	1 buah	Rp 6.000
PCB lubang	1 buah	Rp 6.500
Kabel jumper M-F 20cm	22 buah	Rp 11.000
FilamenPLA	704 gram	Rp 140.800
TOTAL		Rp 708.800



BABS

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

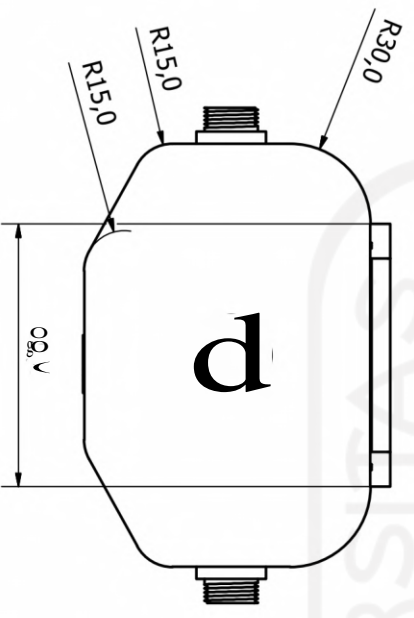
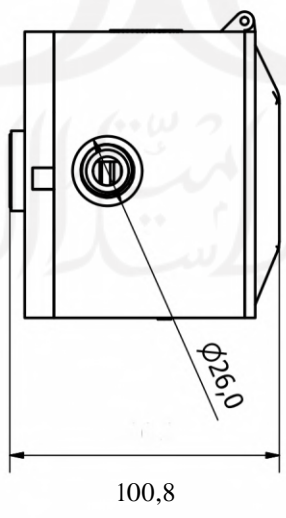
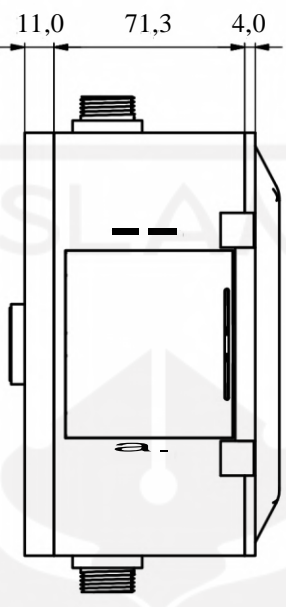
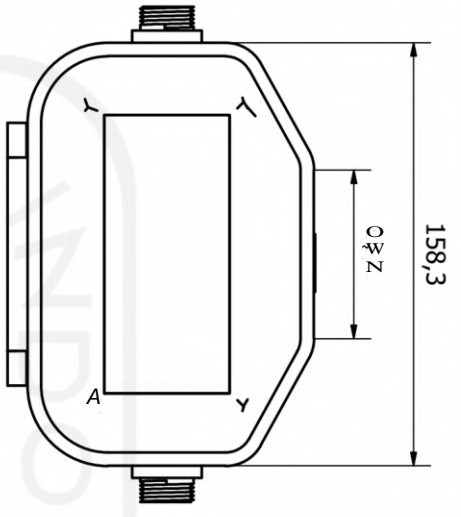
1. Setelah merangkai seluruh komponen, alat yang dirancang dapat memberikan sinyal berupa alarm ketika total penggunaan air > batasan penggunaan bulanan.
2. Alat yang dirancang dapat dengan mudah dipindahkan karena sensor yang digunakan hanya 1 yaitu YF-S201 sehingga cukup mudah untuk melepas dan memasang ke jalur pipa air, dan alat ini tidak perlu catu daya listrik rumah karena untuk menghidupkannya menggunakan baterai serta terdapat *micro•hydro* generator 12 V untuk mengisi daya baterai tersebut.
3. Alat ini memiliki error -0.006 L pada pengujian 0.5 L, 0.011 L pada pengujian 1 L, -0.004 pada pengujian 1.5 L dan -0.001 L pada pengujian 2 L.
4. Dari jawaban para responden mengenai alat ini, dapat disimpulkan bahwa alat ini dapat bermanfaat untuk masyarakat.

5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya

1. Untuk penelitian selanjutnya dapat menambahkan beberapa fitur yang dapat menunjang performa dari alat yang dirancang seperti alat dapat otomatis mengubah baterai yang penuh dengan baterai yang sudah terpakai, dapat memantau penggunaan dengan menggunakan gawai (*android*) maupun laptop.
2. Untuk desain alat dapat diberi lubang-lubang kecil seperti halnya *speaker* agar suara alarm dapat lebih terdengar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. D. Prasetya, H. Haryanto, dan K. A. Wibisono, "Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Pendeteksi Lokasi Kebocoran Pipa Berdasarkan Analisis Debit Air Berbasis IoT," *Elektrika*, vol. 12, no. 1, hlm. 39, Jun 2020, doi: 10.26623/elektrika.v12i1.2338.
- [2] A. Hatopan dan N. Ayu, "PROTOTIPE PENDETEKSI KEBOCORAN PADA PIPA AIR," vol. 4, hlm. 5, 2019.
- [3] D. Lestari, "Perancangan Alat Pembacaan Meter Air PDAM Menggunakan Arduino Uno," no. 2, hlm. 7, 2018.
- [4] D. Yendri, "Pengendali Pompa Pengisi Galon Air Berbasis Sensor Waterflow Dan Mini PC," *Vol.*, no. 2, hlm. 8, 2017.
- [5] P. Bressan, "Application of Hall Effect Sensor in temperature control valve of automotive Internal Combustion Engine," *Int. J. Adv. Eng. Res. Sci.*, vol. 6, no. 12, hlm. 6.
- [6] S. Rahayu, R. H. Widodo, M. van Noordwijk, I. Suryadi, dan B. Verbist, *Monitoring Air di Daerah Aliran Sungai*. Bogor: World Agroforestry Centre, 2019.
- [7] S. O. Anaza, M. S. Abdulazeez, Y. A. Yisah, Y. O. Yusuf, B. U. Salawu, dan S. U. Momoh, "Micro Hydro-Electric Energy Generation- An Overview," *Am. J. Eng. Res.*, hlm. 9, 2017.
- [8] M. Otono, "Perancangan Modular Baterai Lithium Ion (Li-Ion) untuk Beban Lampu LED," *Setrum Sist. Kendali-Tenaga-Elektron.-Telekomun.-Komput.*, vol. 8, no. 2, hlm. 260, Des 2019, doi: 10.36055/setrum.v8i2.6808.
- [9] M. Thowil Afif dan I. Ayu Putri Pratiwi, "Analisis Perbandingan Baterai Lithium-Ion, Lithium-Polymer, Lead Acid dan Nickel-Metal Hydride pada Penggunaan Mobil Listrik - Review," *J Rekayasa Mesin*, vol. 6, no. 2, hlm. 95-99, Agu 2015, doi: 10.21776/ub.jrm.2015.006.02.1.
- [10] "Peranan Riset Baterai Sekunder dalam Mendukung Penyediaan Energi Bersih Di Indonesia 2025."
- [11] S. Suhaeb, Y. A. Djawad, H. Jaya, Ridwansyah, Sabran, dan A. Risal, *Mikrokontroler dan Interface*. Makassar, 2017. [Daring]. Tersedia pada: <http://eprints.unm.ac.id/4523/>
- [12] R. N. Fauziah, "ANALISIS FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PERMINTAAN AIR PADA PERUSAHAAN DAERAH AIR MINUM (PDAM) DI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA (DIY) PERIODE 2004-2013, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, 2016. [Daring]. Tersedia pada: <https://dspace.uin.ac.id/handle/123456789/1932>
- [13] A. H. Safa'adi, "DESAIN DAN IMPLEMENTASI GENERATOR MIKRO HIDRO BERPENGERAK ALIRAN AIR," Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, 2021.



Do: 12 Di: 10 H: 10 • NZ 69022		AN/ON/VO 1 NN NN 022022 d0=H00 :	Ket:	A4
TERN: NBNN 00 0		5		

n

o

