

**RANCANG BANGUN SISTEM PENDETEKSI KEBOCORAN PDAM
MENGUNAKAN SENSOR TEKANAN BERBASIS PID-FUZZY**



SKRIPSI

Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh :

ANANTA SATRIA BAGITA

03041381720024

**TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2019

LEMBAR PENGESAHAN

**RANCANG BANGUN SISTEM PENDETEKSI KEBOCORAN
PDAM MENGGUNAKAN SENSOR TEKANAN BERBASIS
PID-FUZZY**



SKRIPSI

Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Jurusan
Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Ananta Satria Bagita

03041381720024

Palembang, 5 Agustus 2019

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro


Menyetujui,
Pembimbing Utama



Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 197108141999031005

Dr. Eng. Suci Dwijayanti, S.T., M.S.
NIP. 198407302008122001

Saya sebagai pembimbing dengan ini menyatakan bahwa Saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan Saya skop dan kualitas skripsi ini mencukupi sebagai skripsi mahasiswa sarjana strata satu (S1).

Tanda Tangan : 

Pembimbing Utama : Dr. Eng. Suci Dwijayanti, S.T., M.S

Tanggal : 5 / Agustus / 2019

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ananta Satria Bagita
NIM : 03041381720024
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Kebocoran PDAM
Menggunakan Sensor Tekanan Berbasis PID-fuzzy.
Hasil Pengecekan : 12%
Software iThenticate/Turnitin

Menyatakan bahwa laporan hasil penelitian saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Palembang, Agustus 2019



Ananta Satria Bagita
NIM 03041381720024

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT serta sholawat dan salam kepada Nabi Muhammad Sholallahu A'laihi Wassalam. Dengan penuh rasa syukur atas rahmat dan ridho dari Allah SWT, penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Kebocoran PDAM Menggunakan Sensor Tekanan Berbasis PID-Fuzzy”.

Pembuatan skripsi ini dilakukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T.,M.Eng.,Ph.D. Selaku ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
2. Ibu Dr. Herlina, S.T., M.T. selaku sekretaris Jurusan Teknik Elektro.
3. Ibu Dr.Eng. Suci Dwijayanti, S.T.,M.S Selaku Pembimbing Utama Tugas Akhir
4. Bapak Dr.Bhakti Yudho Suprpto S.T.,M.T. selaku mentor, yang telah memberi masukan pengerjaan tugas akhir.
5. Segenap Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu selama penyusunan skripsi ini.
6. Segenap Staf dan Pegawai Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah membantu proses administrasi dan menyediakan fasilitas selama penyusunan skripsi ini.

7. Kedua orang tua yang tersayang dan selalu dihormati, ishah dan nuryati, atas segala do'a, motivasi, dan dukungan penuh yang menjadikan penulis mampu menyelesaikan skripsi ini hingga akhir.
8. Seluruh teman-temanku yang selalu memberikan semangat dan doa dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari adanya kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan agar dapat menjadi evaluasi yang baik dan berguna untuk perbaikan kedepannya.

Palembang, Agustus 2019

Penulis

ABSTRAK

Sistem pengolahan air merupakan proses pemisahan air dari zat yang berbahaya bagi tubuh melalui fase pembersihan atau penyaringan fisika, kimia, dan biologi. Tujuan utama dari pengolahan air adalah untuk mendapatkan air bersih dan sehat yang memenuhi standar mutu sehingga dapat digunakan sebagai air yang siap pakai. Pada umumnya, sistem pengendalian pengolahan air siap pakai yang ada di Indonesia menggunakan sistem SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) berbasis PLC (Programmable Logic Controllers) dimana sensor dan aktuatornya dihubungkan ke PLC dengan kabel. Permasalahan utama dalam *monitoring* sistem pengolahan air adalah sistem yang tidak fleksibel, mahal, dan kurang dapat digunakan pada *remote area*. Maka pada penelitian ini dikembangkan teknologi sistem *monitoring* yang dapat diakses melalui web dan aplikasi *smartphone* sehingga memiliki kemampuan memonitor pengukuran sensor dan pengendalian motor secara *real time*. Teknologi yang digunakan adalah *Internet of Things* (IoT) yang dapat membaca data dan mengendalikan data hanya dengan koneksi internet. Dari penelitian yang dilakukan, IoT dapat digunakan untuk mengendalikan motor pompa dari kondisi *normally open* ke *normally closed*. Berdasarkan hasil pengujian terhadap 4 sampel air yang berbeda, yang meliputi air sumur, air minum isi ulang, air teh, dan air aqua, IoT mampu menampilkan pembacaan sensor pH dan kekeruhan secara *real time*. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan IoT ini mempermudah operator untuk melakukan *monitoring*. Namun, pengembangan teknologi tersebut masih memiliki beberapa kekurangan berupa *delay* pengendalian motor ataupun penerimaan data sensor yang cukup lama. Teknologi ini dapat diterapkan dengan baik apabila kekurangan yang ada dapat di tutupi dengan cara memiliki server pribadi dan penyedia layanan internet dengan jaringan kuat dan stabil.

Kata Kunci: IoT, Internet, Server, Provider, Delay, Monitoring, Control

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Palembang, Juli 2019

Menyetujui,

Pembimbing Utama



Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T, M.Eng, Ph.D

NIP.197108141999031005

Dr. Eng. Suci Dwijayanti, S.T., M.S.

NIP.198407302008122001

ABSTRACT

The water treatment system is the process of separating water from substances that are harmful to the body through some phases of filtering such as physical, chemical, and biological process. The main purpose of water treatment is to get healthy water that meet quality standards for clean drinking water. In general, a PLC-based SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) system where the sensors and the actuators are connected to the PLC (Programmable Logic Controllers) by cable, is used as the water control system in Indonesia. However, this monitoring water treatment system is inflexible, expensive, and can not be used in remote areas. Hence, this study aims to develop a monitoring system that can be accessed through web and smartphone applications so that it can monitor sensor measurements and motor control in real-time. Such technology is called as the Internet of Things (IoT) which can read data and control data only with an internet connection. The results show that IoT can be utilized to control pump motors from normally open to normally closed conditions. Based on the results from 4 different water samples, namely well water, refill drinking water, tea water, and aqua water, IoT is capable to display the values that were read by pH and turbidity sensor in real-time. This indicates that IoT makes operator monitoring the pH and turbidity as well as controlling the motor. However, the results show time delay while controlling the motor or receiving sensor data. It may be overcome by having a private server and a stable internet service provider.

Keywords: IoT, Internet, Server, Monitoring, Control

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro



Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T, M.Eng, Ph.D

NIP. 197108141999031005

Palembang, Juli 2019

Menyetujui,
Pembimbing Utama

Dr. Eng. Suci Dwijayanti, S.T., M.S.

NIP.198407302008122001

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| LEMBAR PENGESAHAN | ii |
| LEMBAR PERSETUJUAN | iii |
| HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS | iv |
| KATA PENGANTAR | v |
| ABSTRAK | vii |
| ABSTRACT | viii |
| DAFTAR ISI..... | ix |
| DAFTAR GAMBAR | xi |
| DAFTAR TABEL | xii |
| | |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Perumusan Masalah | 3 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.4 Batasan Masalah | 4 |
| 1.5 Keaslian Penelitian | 4 |
| | |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI..... | 7 |
| 2.1 <i>State of the Art</i> | 7 |
| 2.2 Teori Pendukung | 9 |
| 2.2.1 Kontrol PID (Propotional Integral Derivative) | 9 |
| 2.2.2 Logika <i>Fuzzy</i> | 13 |
| 2.2.2.1 Operasi Himpunan <i>Fuzzy</i> | 14 |
| 2.2.2.2 Fungsi keanggotaan | 14 |
| 2.3 Peralatan..... | 16 |
| 2.3.1 Mikrokontroler Arduino..... | 17 |
| 2.3.2 Bahasa Pemograman Arduino..... | 18 |
| 2.3.3 <i>Software</i> Arduino IDE | 18 |
| 2.3.4 Pengertian Pompa | 19 |

| | |
|--|-----------|
| 2.3.4.1 Pompa air tekanan tinggi 12V..... | 19 |
| 2.3.5 Sensor..... | 20 |
| 2.3.5.1 Sensor tekanan air | 20 |
| BAB III METODOLOGI..... | 21 |
| 3.1 Perancangan Elektrikal | 21 |
| 3.1.1 Board Arduino Mega 2560 | 22 |
| 3.1.2 Water Pressure Sensor | 22 |
| 3.1.3 Driver Motor L298N..... | 24 |
| 3.2 Perancangan Mekanik..... | 24 |
| 3.3 Perancangan Program | 26 |
| 3.3.1 Perancangan Program Untuk PID | 26 |
| 3.3.1.1 Kontrol Proporsional..... | 26 |
| 3.3.1.2 Kontrol Integral..... | 26 |
| 3.3.1.3 Kontrol Derivatif (Turunan)..... | 27 |
| 3.3.2 Perancangan Logika Fuzzy | 2 |
| BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA | 31 |
| 4.1 Pengujian Pembacaan Sensor Tekanan..... | 31 |
| 4.2 Pengujian Motor DC dengan driver Motor L298 | 35 |
| 4.3 Pengujian Sistem dengan Tuning PID | 36 |
| 4.4 Pengujian Sistem dengan Algoritma PID-Fuzzy(Mamdani) | 38 |
| 4.5 Perbandingan Antara Tanpa PID-Fuzzy dengan PID-Fuzzu | 43 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | 45 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 46 |
| LAMPIRAN | |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|-------------|--|----|
| Gambar 2.1 | Desain sistem alat..... | 7 |
| Gambar 2.2 | Diagram Blok Sistem | 8 |
| Gambar 2.3 | Diagram blok kontroler proporsional..... | 10 |
| Gambar 2.4 | Diagram blok kontroler diferensial | 11 |
| Gambar 2.5 | Hubungan kontroler PID | 11 |
| Gambar 2.6 | Daerah Bahu pada variabel temperatur | 16 |
| Gambar 2.7 | Arduino Uno | 17 |
| Gambar 2.8 | Susunan pin Atmega328 pada arduino uno..... | 17 |
| Gambar 2.9 | Sensor tekanan air | 27 |
| Gambar 3.1 | Blok Diagram Sistem | 21 |
| Gambar 3.2 | Skema Rangkaian Arduino | 22 |
| Gambar 3.2 | Skema Rangkaian Arduino | 22 |
| Gambar 3.3 | Skema Rangkaian Arduino mega 2560 dan water pressure sensor | 23 |
| Gambar 3.4 | Skema Driver motor L298N terhubung ke arduino | 24 |
| Gambar 3.5 | Rancang Bangun Simulasi Mini PDAM <i>water plant</i> | 25 |
| Gambar 3.6 | Posisi Water pressure sensor pada simulasi mini PDAM..... | 25 |
| Gambar 3.7 | Diagram blok kontrol proposional | 26 |
| Gambar 3.8 | Diagram blok kontrol integral | 27 |
| Gambar 3.9 | Diagram blok kontrol derivatif | 27 |
| Gambar 3.10 | Diagram blok control PID..... | 28 |
| Gambar 3.11 | Flowchart perancangan kontroler fuzzy..... | 30 |
| Gambar 4.1 | Rumus konversi ADC ke Nilai Tegangan..... | 32 |
| Gambar 4.2 | Pembacaan Sensor Tekanan Saat terjadi Kebocoran Besar | 33 |
| Gambar 4.3 | Pembacaan Sensor Tekanan Saat terjadi Kebocoran Kecil..... | 34 |
| Gambar 4.4 | Grafik Pembacaan Sensor Tekanan Air | 34 |
| Gambar 4.5 | Variabel Tekanan | 39 |
| Gambar 4.6 | Membership function kebocoran | 39 |
| Gambar 4.7 | Membership function output Kp | 40 |

| | | |
|-------------|---|----|
| Gambar 4.8 | <i>Rule base</i> yang digunakan..... | 40 |
| Gambar 4.9 | Percobaan dengan setpoint 127 | 41 |
| Gambar 4.10 | Percobaan dengan setpoint 134..... | 41 |
| Gambar 4.11 | Percobaan dengan <i>setpoint</i> 148..... | 42 |

DAFTAR TABEL

| | | |
|-----------|--|----|
| Tabel 2.1 | Spesifikasi Arduino Uno..... | 17 |
| Tabel 2.2 | Spesifikasi Arduino Uno..... | 20 |
| Tabel 3.1 | Spesifikasi Water Pressure Sensor..... | 22 |
| Tabel 3.2 | Spesifikasi Driver Motor L298N | 24 |
| Tabel 4.1 | Data Percobaan dengan pembacaan tekanan air tanpa algoirtma PID-Fuzyy..... | 32 |
| Tabel 4.2 | Hasil Pengujian Motor DC dengan driver Motor L298..... | 35 |
| Tabel 4.3 | Pengujian Kendali Proporsional | 36 |
| Tabel 4.4 | Pengujian Kendali Proporsional dan Integral | 36 |
| Tabel 4.5 | Pengujian kendali proporsional, integral dan diferensial..... | 36 |
| Tabel 4.6 | Data auto tuning parameter..... | 43 |
| Tabel 4.7 | Pembacaan PWM tanpa fuzzy dengan PWM PID-fuzzy..... | 43 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sumber mata air yang tersebar di seluruh wilayah Indonesia terletak di daerah pegunungan yang jauh dari perkotaan dan pemukiman penduduk sehingga akan sangat sulit jika warga akan kesulitan jika harus langsung mengambil air dari sumber tersebut. Oleh karena itu, pemerintah Indonesia melalui Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) melakukan pendistribusian dan pengelolaan air kepada masyarakat, sehingga masyarakat dapat mengkonsumsi dan menggunakan air dengan mudah. PDAM menggunakan pipa-pipa untuk melakukan pendistribusian tersebut. Pipa-pipa tersebut ditanam di dalam tanah dan dihubungkan ke rumah-rumah konsumen sehingga, pipa-pipa saling terkoneksi dan membentuk suatu jaringan distribusi. Untuk memberikan jaminan bahwa air dapat sampai ke pelanggan sesuai dengan kebutuhannya maka bidang distribusi juga bertanggung jawab atas perbaikan jaringan yang rusak. Informasi kerusakan jaringan dapat berasal dari laporan pelanggan masyarakat dan petugas yang melakukan pencarian kerusakan. Kegiatan pencarian kerusakan jaringan seringkali hanya dapat dilakukan di malam hari karena pada jam-jam tersebut tekanan air dalam pipa sangat tinggi sehingga kebocoran menjadi lebih mudah dideteksi.

Deteksi kebocoran pipa saluran distribusi pada proses pendistribusian air ke konsumen sangat penting. Pada saat ini, banyak penelitian yang telah membahas cara mendeteksi kebocoran dan mengendalikan debit air. Adityo Wibowo dalam penelitiannya membahas tentang pengendali distribusi air pada jaringan pipa rumah secara otomatis menggunakan metode fuzzy logic[1]. Namun, penelitian ini memiliki kelemahan karena kebocoran di deteksi berdasarkan debit aliran air sehingga sulit menentukan kebocoran yang berada disambungan pipa.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Samuel Christian Tjahyadi dkk membahas masalah sistem katup pintar yang menggunakan katup *solenoid* dan

water flow sensor untuk pengendali kebocoran dan notifikasi melalui modul gsm untuk pemakaian air yang berlebihan pada pelanggan[2]. Tetapi penelitian ini memiliki kekurangan karena sistem ini hanya bisa digunakan pada aliran pipa yang berada di rumah konsumen.

Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Indera Surya Satria membahas tentang *monitoring* dan pendeteksian lokasi kebocoran pipa saluran air bersih yang didasarkan pada debit aliran air menggunakan *flow liquid* meter sensor pada *sensor network* [3]. Tetapi, penelitian ini hanya memonitor laju debit air dan lokasi kebocoran. Penelitian tidak mengendalikan debit air ketika terjadi kebocoran.

Sedangkan Kevin Rosanda dalam penelitiannya membahas pengontrolan pompa air menggunakan kontroler PID untuk menjaga distribusi air dengan mengkarakterisasi perubahan tekanan air pada pipa agar tetap stabil pada tingkatan tertentu[4]. Namun, penelitian ini belum bisa mengontrol kecepatan aliran air yang rendah.

Penelitian lain yang mendeteksi kebocoran pipa distribusi dilakukan oleh Maria Mercedes dan Luisa Fernanda. Pada penelitian tersebut pendeteksian kebocoran pipa pada pendistribusian air dilakukan dengan metode memaksimalkan posisi penempatan dan menganalisis jumlah pemasangan sensor tekanan[5]. Namun, penelitian ini tidak mengendalikan aliran debit air apabila terjadi kebocoran. Penelitian ini hanya memonitor titik kebocoran pada pipa bawah tanah.

Berdasarkan penelitian-penelitian yang dilakukan sebelumnya, pendeteksian dan pengontrolan kebocoran air merupakan faktor penting dalam proses distribusi air. Pemilihan sensor yang sesuai juga berperan dalam mendeteksi kebocoran. Pada penelitian ini, penulis menggunakan sensor tekanan air yang terintegrasi untuk mengetahui posisi kebocoran berdasarkan besar tekanan air yang diukur didalam pipa. Sensor tekanan air ini memiliki kelebihan dibandingkan *water flow sensor* yang telah digunakan pada penelitian sebelumnya. Selain dapat mengetahui posisi kebocoran, sensor tekanan air dapat mengetahui apabila ada kebocoran pada sambungan pipa di daerah saluran air

PDAM secara otomatis dan berkala. Selanjutnya, keluaran sebagai indikator mempermudah operator mengetahui terjadinya kebocoran pada pipa dan memberikan tindakan pencegahan terjadinya kehilangan air yang berlebih saat terjadi kebocoran dengan cara mematikan pompa utama. Pengendalian tekanan air pada saat terjadi kebocoran dapat dilakukan dengan menggunakan pengendali seperti PID[4]. Namun, beberapa penelitian menggunakan metode *trial and error* untuk menentukan parameter (PID). Pada penelitian ini penulis menggunakan metode fuzzy-PID *controller*. Metode fuzzy digunakan untuk menentukan nilai parameter PID yang meliputi *proportional gain* (Kp), *integral gain* (Ki), dan *derivative gain* (Kd) berdasarkan nilai *error* yang di dapatkan dari pembacaan sensor.

Dengan demikian, melalui penelitian ini sistem pendeteksian kebocoran air pada saluran pipa PDAM dapat dilakukan secara efisien dan otomatis karena ketika terjadi kebocoran, kecepatan motor akan diatur sehingga tekanan air antara pipa yang bocor dan yang normal tidak akan sama besar.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, permasalahan utama dalam mendeteksi kebocoran pipa adalah pengendalian tekanan air pada saat terjadi kebocoran. Pada penelitian ini pipa pada pendistribusian saluran air menggunakan sensor tekanan dan pengendali PID digunakan untuk mengatur kecepatan motor sehingga tekanan air dapat dikontrol pada saat terjadi kebocoran. Apabila terjadi kebocoran yang terlalu besar maka pompa air akan dimatikan untuk mencegah kehilangan air yang terlalu besar. Namun, penentuan parameter PID masih memiliki kelemahan karena dilakukan dengan metode *trial error* sehingga dibutuhkan *fuzzy logic* sebagai penentuan parameter Kp, Ki, dan Kd.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu mengontrol tekanan air melalui pengaturan kecepatan motor pada saat terjadi kebocoran dengan menggunakan pengendali PID dan menerapkan *fuzzy logic* untuk penentuan parameter PID.

1.4 Batasan Masalah

Batasan-batasan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Alat ini hanya digunakan untuk mendeteksi tekanan air pada pipa menggunakan sensor tekanan.
2. Sensor yang digunakan adalah sensor tekanan air.
3. Rancang bangun sistem kebocoran air pada pipa PDAM menggunakan arduino uno sebagai mikrokontroler.
4. Menggunakan pompa air elektrik dengan tegangan DC 12 Volt.

1.5 Keaslian Penelitian

Pada penelitian ini penulis menganalisis beberapa penelitian sebelumnya yang dapat dijadikan bahan referensi untuk pembuatan pendeteksi kebocoran air pada pipa. Aditya Wibowo membahas tentang pengendali distribusi air otomatis pada jaringan pipa rumah[1]. Penelitian ini bertujuan menerapkan sistem pengendalian debit air otomatis pada proses pendistribusian air, agar debit air yang didistribusikan diharapkan selalu stabil. Proses kerja alat ini menggunakan *fuzzy logic*. Pada saat keran user keadaan tertutup, keran utama hanya membuka sebesar 7,50 karena pada jaringan tidak membutuhkan debit yang besar. Saat kran user terbuka setengah kran utama membuka sebesar 33,70 karena pada jaringan membutuhkan debit yang sedang. Saat kran user terbuka penuh kran utama membuka sebesar 56,20. Hasil dari pembukaan kran utama ini adalah debit yang mengalir dalam jaringan pipa menjadi stabil dan efisien. Sehingga debit yang mengalir dalam jaringan pipa sesuai dengan kondisi yang dibutuhkan. Namun, penelitian ini tidak dapat mendeteksi apabila terjadi kebocoran pada sambungan pipa karena debit aliran air tetap stabil.

Pada penelitian yang dilakukan samuel christian tjahyadi dkk dibahas masalah pengendali kebocoran dan pemakaian air menggunakan katup pintar[2]. Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi kebocoran dan konsumsi air berlebih untuk menghemat penggunaan air menggunakan katup *solenoid*, *water flow sensor* dan modul gsm. Pendeteksian kebocoran menggunakan *water flow sensor* dengan mengukur debit air yang mengalir konstan pada waktu tertentu, sedangkan

pemakaian air berlebihan ditentukan oleh pengguna apabila air yang digunakan terdeteksi berlebihan maka modul gsm akan mengirimkan notifikasi kepada pengguna kemudian katup *solenoid* akan menutup aliran air. Kelebihan penelitian ini mengatur aliran air agar tetap stabil dan memberikan notifikasi pada pelanggan apabila terjadi kelebihan air. Kekurangan penelitian ini adalah hanya diperuntukan bagi pelanggan PDAM sehingga tidak bisa diaplikasikan ke sistem jaringan distribusi PDAM.

Selanjutnya, penelitian yang dilakukan oleh Indera Surya Satria membahas *monitoring* dan pendeteksian lokasi kebocoran pipa saluran air bersih menggunakan *flow liquid* meter sensor pada *sensor network*[3]. Pada penelitian ini pendeteksian kebocoran sama seperti dua penelitian di atas menggunakan debit aliran air. Jika terjadi penurunan debit yang cukup drastis dari debit normal, data debit ini akan disimpan sementara hingga diperoleh debit yang stabil dengan cara membandingkan tiap data debit dan jika data debit belum stabil maka waktu akan bertambah. Setelah data debit air stabil, data debit normal dan debit setelah terjadinya kebocoran akan diolah sehingga dapat diketahui data kecepatan air normal dan kecepatan air setelah kebocoran. Kelebihan pada penelitian ini yaitu membandingkan data aliran debit air normal dan debit air setelah terjadi kebocoran. Namun, pada penelitian ini tidak ada tindak lanjut ketika terjadi kebocoran dengan skala besar.

Kevin Rosanda membahas pengontrolan pompa air menggunakan kontroler PID untuk menjaga distribusi air dengan mengkarakterisasi perubahan tekanan air pada pipa agar tetap stabil pada tingkatan. Kontroler PID pada penelitian ini menggunakan pendekatan *Ziegler-nichols* dan metode *trial and error* untuk mencari parameternya. Sistem ini menggunakan sensor MPX5100GP untuk mengukur tekanan air pada pipa dan kontroler PID sebagai kontrol sistemnya. Pada sistem ini digunakan tekanan air pada pipa sebagai parameter untuk mengatur kecepatan putaran pompa air untuk mendapatkan debit air keluaran yang stabil. Namun, pada penelitian ini belum bisa mengontrol kecepatan putaran motor pada tekanan air yang rendah

Penelitian lain dilakukan oleh Maria Mercedes & Luisa Fernanda membahas tentang deteksi kebocoran pipa pada pendistribusian air dengan cara memaksimalkan posisi penempatan dan menganalisis jumlah pemasangan sensor tekanan. Jumlah sensor yang digunakan untuk keseluruhan jaringan pendistribusian air berjumlah sembilan, karena pemasangan sensor lebih dari 9 mengalami penurunan sensitivitas. Pendeteksian dari sensor 1 ke sensor 4 mendapatkan kenaikan sensitivitas dari sensor 4 ke sensor 9 juga mengalami kenaikan dan saat pemasangan ke sensor ke 10 mengalami penurunan sensitivitas. Kelebihan penelitian ini adalah dapat memperoleh letak kebocoran secara presisi dengan menggunakan 10 sensor di setiap daerah pipa saluran air. Namun, penelitian ini memiliki kekurangan yaitu penggunaan sensor menyebabkan biaya lebih tinggi dan kurang efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wibowo, Adityo, 2016."Protoype Pengendali Distribusi Air Otomatis Dengan Metode Fuzzylogic pada Jaringan Pipa Rumah". Skripsi Fakultas Teknik Elektro. <http://repository.unej.ac.id/handle/123456789/82791> (diakses tanggal 5 januari 2019)
- [2] Tjahyadi, S. C., Tjahyadi, H., & Aribowo, A. (2018). Sistem Katup Pintar Untuk Pengendali Kebocoran dan Pemakaian Air. *Konferensi Nasional Sistem Informasi (KNSI) 2018*.
- [3] Satria, I. S. (2016). Monitoring dan Pendeteksian Lokasi Kebocoran Pipa Saluran Air Bersih Menggunakan Flow Liquid Meter Sensor pada Sensor Network.
- [4] Santoso, Dhiky Wahyu; SURATMAN, Fiky Y.; Nugraha, Ramdhan, 2017 "Kontrol Posisi Kedalaman Robot Kapal Selam Dengan Menggunakan Metode Pid". *eProceedings of Engineering*.
- [5] Gamboa-Medina, M. M., & Reis, L. F. R, 2017. "Sampling design for leak detection in water distribution networks". *Procedia Engineering*, 186, 460-469.
- [6] Vendamawan, R. (2012). RANCANGAN SISTEM MONITORING DAN KENDALI SUHU REAKTOR DI LABORATORIUM. *METANA*, 8(02).
- [7] Gunterus, F. (1994). *Falsafah Dasar: Sistem Pengendalian Proses*. Elex Media Komputindo.
- [8] Rusli, Mohammad: 1997, Sistem Kontrol kedua, Malang: Teknik Elektro - Universitas Brawijaya
- [9] Kusumadewi, Sri. "Analisis Desain Sistem Fuzzy Menggunakan Tool Box Matlab." *Yogyakarta: Graha Ilmu* (2002).
- [10] Kadir, Abdul. 2013. "Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya Menggunakan Arduino". Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- [11] B. Gustomo. 2015. "Pengenalan Arduino dan Pemrogramannya". Bandung : Informatika Bandung".
- [12] Sularso,MSME.Ir.,Haruo Tahara Dr.prof, 2006. "Pompa dan Kompresor ",Jakarta : PT Pradnya Paramitha.
- [13] <https://learn.sparkfun.com/tutorials/analog-to-digital-conversion/relating-adc-value-to-voltage>.