

# Sistem Pemantauan Deteksi Kebocoran 2 Tingkat Pipa Air Hippam Berbasis IoT

Eko wahyu santoso<sup>1</sup>, Suryani Alifah<sup>2</sup>, dan Arief Marwanto<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Universitas Islam Sultan agung

Jl. Kaligawe Raya No.KM, RW.4, Terboyo Kulon, Kec. Genuk, Kota Semarang, Jawa Tengah, 50112

e-mail: ekowahyusantoso.2707@gmail.com

**Abstrak**— Masalah kebocoran pipa air memang menjadi masalah besar bagi pengelola distribusi air masyarakat. HIPPAM desa Drajat sebagai pengelola distribusi air dalam lingkup desa sering mengalami masalah pada jaringan pipa air distribusinya. Dalam penelitian ini dirancang sebuah sistem pemantau kebocoran air 2 level dengan metode perbandingan debit air. water flow sensor digunakan untuk mengukur nilai debit air, gps module digunakan untuk mengetahui area kebocoran, solenoid digunakan untuk menutup jaringan pipa distribusi apabila terjadi kebocoran, NodeMCu digunakan sebagai controller untuk mengirim data banyaknya air yang mengalir, solar panel digunakan sebagai sumber energi untuk supply power. Hasil penelitian didapatkan apabila water flow 2 lebih kecil nilainya dari pada water flow 1 maka terdapat kebocoran pada area jaringan pipa tersebut. Web browser akan menampilkan area kebocoran dan solenoid menutup jaringan pipa air. Pada simulasi kebocoran terjadi penurunan nilai pada water flow 2 sebesar 3.28 L/min.

**Kata kunci:** *Water Flow Sensor, Gps Module, Solar Cell, IoT*

**Abstract**— The problem of water pipe leakage is indeed a big problem for community water distribution managers. HIPPAM Drajat village as the water distribution manager within the village scope often experiences problems with the water distribution pipe network. In this study, a 2-level water leakage monitoring system was designed with the water discharge comparison method. water flow sensor is used to measure the value of water discharge, gps module is used to determine the area of leakage, solenoid is used to close the distribution pipe network in the event of a leak, NodeMCu is used as a controller to send data on the amount of water flowing, solar panels are used as an energy source for supply power. The results showed that if the water flow 2 is less than the water flow 1, then there is a leak in the pipe network area. the web browser will display the leak area and the solenoid closes the water pipe network. In the simulation of leakage there is a decrease in the value of water flow 2 by 3.28 L/min..

**Keywords:** *Tuliskan maksimum 5 (lima) kata kunci atau frasa kata kunci yang dipisahkan dengan koma satu sama*

## I. PENDAHULUAN

Air adalah semua air yang terdapat pada, di atas, ataupun di bawah permukaan tanah, termasuk dalam pengertian ini air permukaan, air tanah, air hujan, dan air laut yang berada di darat.[1]–[3]. Pasal 33 ayat (3) UUD menyatakan bahwa bumi, air dan kekayaan alam yang terkandung di dalamnya dikuasai oleh negara dan dipergunakan untuk sebesar-besarnya kemakmuran rakyat. [4], [5]. Air adalah sumber daya yang terbaharui, bersifat dinamis mengikuti siklus hidrologi yang secara alamiah berpindah-pindah serta mengalami perubahan bentuk dan sifat. [6]–[10]

Desa Drajat secara administrasi masuk dalam wilayah Kecamatan Paciran Kabupaten Lamongan Provinsi Jawa Timur. Menurut data yang dirilis BPS Lamongan, Jumlah keluarga di Desa Drajat sebanyak 704 Keluarga. Secara keseluruhan Jumlah Penduduk sebesar 2043. [11] HIPPAM merupakan singkatan Himpunan Penduduk Pemakai Air Minum. Di Desa Drajat sendiri HIPPAM dibentuk pada tahun 2015 melalui Peraturan Desa Drajat nomor 7 Tahun 2015 penyediaan air minum. Dalam proses pengelolaannya HIPPAM tentunya memiliki banyak permasalahan, salah

satu masalah yang terjadi yaitu adanya kebocoran pada pipa jaringan.

Kebocoran jaringan pipa dapat menyebabkan kerugian finansial yang besar bagi pihak pengguna sistem perpipaan. [12] Kebocoran yang terjadi menyebabkan kerugian finansial yang cukup besar [13] Kebocoran fisik adalah kebocoran yang disebabkan oleh bocornya pipa dan perlengkapannya.[14] Deteksi kebocoran adalah suatu metode untuk mengetahui adanya kebocoran. [15]

Internet of thing (IoT) merupakan suatu konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus menerus [16] internet of things (IoT) sebagai sebuah infrastruktur koneksi jaringan global, yang mengkoneksikan benda fisik dan virtual melalui eksploitasi data capture dan teknologi komunikasi[16] Internet of Things (IoT) adalah sebuah konsep di mana suatu objek yang memiliki kemampuan untuk mentransfer data melalui jaringan tanpa memerlukan adanya interaksi dari manusia ke manusia atau dari manusia ke komputer. [7], [10], [16]–[20]

Water flow sensor memanfaatkan fenomena hall effect, Ketika ada arus listrik mengalir pada devices 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. [3], [9], [13], [15], [21]–[25]

Solenoid Valve adalah katup yang digerakan oleh energi listrik, mempunyai kumparan sebagai penggerak yang berfungsi untuk menggerakkan piston yang dapat digerakan oleh arus AC maupun DC. [26], [27]

Modul GPS (Global Positioning System) APM2.5 NEO-6M berukuran 25x35mm untuk modul, 25x25mm untuk antenna. Modul GPS APM2.5 NEO-6M berfungsi sebagai penerima GPS (Global Positioning System Receiver) yang dapat mendeteksi lokasi dengan menangkap dan memproses sinyal dari satelit navigasi. Aplikasi dari modul ini melengkapi sistem navigasi, sistem keamanan terhadap kemalingan pada kendaraan / perangkat bergerak, akuisisi data pada sistem pemetaan medan, penjejak lokasi / location tracking, dan lainnya. [28], [29]

Selama ini pemantauan dilakukan secara manual, dalam beberapa penelitian terdahulu terdapat monitoring yang dilakukan secara otomatis tetapi hanya menggunakan 1 sensor/1 level untuk pemantauan, jika terdapat kebocoran di beberapa titik lokasi system 1 level tidak dapat mendeteksi area lokasi kebocoran, untuk mengatasi hal tersebut perlu dibuat sistem pemantauan 2 level.

Dari uraian diatas terdapat permasalahan adanya kerugian yang diakibatkan kebocoran pada jaringan pipa HIPPAM Desa Drajat. Untuk itu dirancanglah sebuah “Sistem Pemantau Deteksi Kebocoran 2 Tingkat Pipa Air HIPPAM Berbasis Iot”. Untuk dapat meminimalisir kerugian.

## II. SISTEM MODEL

Perancangan Sistem Pemantau Deteksi Kebocoran 2 Tingkat Pipa Air HIPPAM Berbasis Iot diawali dengan menentukan bagian hardware dan software yang dibutuhkan secara spesifik serta membuat model sistem. Model sistem pemantau deteksi kebocoran dirancang untuk menggambarkan sistem kerjanya. Bagian yang termasuk dari Hardware yaitu NodeMCu, Water Flow Sensor, Solenoid Valve, Gps Module, Solar panel dan Solar Charger Control. Bagian yang termasuk software yaitu aplikasi arduino IDE digunakan untuk memasukkan program kedalam nodeMCu, Aplikasi serta aplikasi android yang akan digunakan untuk pemantauan.

Selanjutnya dimendesain hardware dan software. Desain hardware dengan menentukan penyambungan (interkoneksi) atau sistem pengintegrasian beberapa hardware tersebut secara spesifik. Dalam penentuan penyambungan ini sangat terkait dengan jenis komunikasi yang digunakan oleh masing-masing bagian hardware tersebut. Mendesain software disini adalah merancang algoritma pemrograman dalam bentuk flowchart. Desain software dimulai dari algoritma pemrograman setiap sensor atau device terkait dengan kontroler, yang selanjutnya dari beberapa algoritma pemrograman tersebut dipadukan menjadi sebuah algoritma pemrograman yang akan digunakan untuk program sistem secara keseluruhan. Model pengintegrasian adalah dengan menanamkan software (program) kedalam sistem hardware (kontroler).

Setelah proses penanaman software tersebut berhasil, proses selanjutnya yaitu pengujian dan analisa sistem. Dari

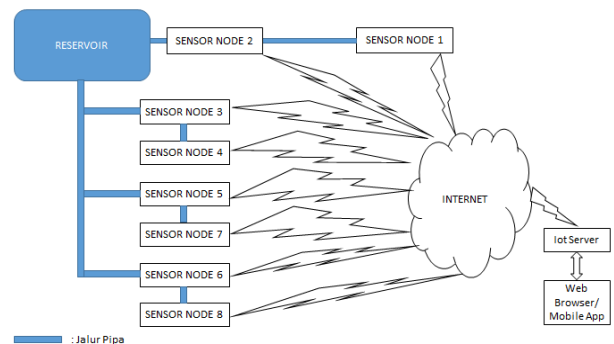
hasil analisa pengujian, apabila ada kekurangan atau kegagalan pada kerja sistem, maka yang dilakukan adalah tahap evaluasi.

Tahap evaluasi dapat dilakukan dengan memodifikasi sistem hardware maupun software, baik secara keseluruhan maupun memodifikasi bagian tertentu saja, tergantung letak kekurangan dan salahnya.

Setelah dilakukan evaluasi dan sistem sudah sesuai dengan yang diharapkan maka tahap terakhir yaitu penarikan kesimpulan.

### A. Arsitektur Sistem

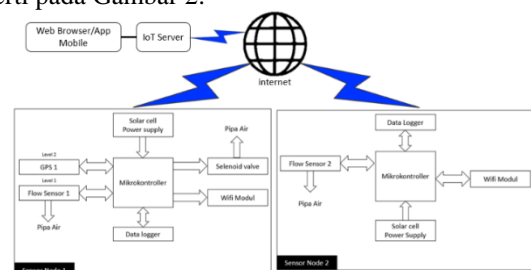
Sensor water flow mengidentifikasi banyaknya air mengalir dan dibaca oleh nodeMCU untuk selanjutnya diproses. Dirubah menjadi data digital dan dikirim ke server. Pada jaringan pipa primer. Pengiriman data dari sensor water flow ke webserver dilakukan melalui koneksi internet menggunakan NodeMCU. Data pada webserver diolah untuk menampilkan banyaknya debit air serta mengkalkulasi apakah adanya perbedaan debit air pada sistem 1 dan sistem 2 jika terdapat perbedaan maka server memerintahkan nodeMCU untuk menutup jaringan pipa Primer melalui selenoid valve. Gps Module yang terpasang pada sistem utama dan terintegrasi dengan NodeMCu mengirimkan data melalui internet kepada webserver, web server menampilkan titik kordinat jaringan pipa berada.



Gambar 1. Arsitektur Sistem

### B. Perancangan Hardware

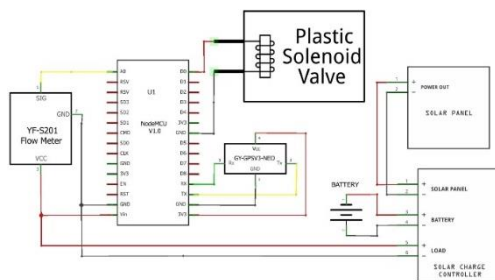
Perancangan sistem hardware yang digunakan pada sistem pembacaan terdiri dari NodeMCU dan Sensor water flow saling terhubung dan terintegrasi dalam satu sistem, sedangkan untuk sumber tenaga terdiri dari solar sel, solar charger control dan baterai, setiap monitoring mengirimkan data ke server. Untuk sistem pembanding NodeMCU, sensor waterflow dan solenoid terhubung dan terintegrasi dalam satu sistem. Solenoid berfungsi sebagai keran otomatis digambarkan dalam bentuk diagram blok seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Blok Sistem Hardware

Berikut Fungsi masing-masing komponen *Hardware*:

1. NodeMCU berfungsi untuk membaca data sensor dan diteruskan menjadi data digital melalui wifi
2. Sensor water flow sebagai pembaca air yang melewati sensor (Level 1)
3. Selenoid Valve Berfungsi sebagai penutup jalur pipa
4. Baterai berfungsi sebagai catu daya sistem.
5. Solar charger control sebagai pengatur masuk dan keluarnya daya dari solar cel ke baterai
6. Solar sebagai sumber utama tenaga. Pengkonversi dari energy surya menjadi energy listrik.
7. GPS digunakan untuk menentukan titik koordinat area jaringan pipa (Level 2)

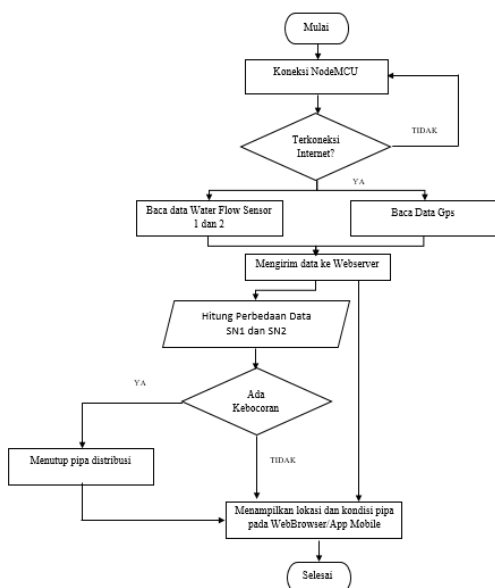


Gambar 3. Wiring Diagram Sistem

### C. Perancangan Software

Semua mode komunikasi data dari modul yang terhubung dengan kontroler harus di inisialisasi supaya dapat saling berkomunikasi dan bertukar data dengan perangkat kontroler.

Supaya setiap perangkat terdeteksi oleh kontroler, maka yang harus diperhatikan adalah pengaturan program yang terdapat pada bagian inisialisasi harus sesuai dengan aturan standar komunikasi yang digunakan oleh masing-masing perangkat kontroler.



Gambar 4. Flowchart Deteksi Kebocoran

Program diawali dengan koneksi nodeMCU dengan internet, nodemcu yang telah terhubung membaca data water flow dan gps, data water flow dikirimkan ke server untuk

dihitung apakah terdapat perbedaan nilai data yang diterima server, Jika terdapat perbedaan server mengirimkan data pada node MCu untuk menutup Selenoid. Web browser menampilkan nilai perbedaan dan lokasi berdasarkan data yang dikirim gps.

### D. Skenario Pengujian

Pengujian dilakukan dengan menyambungkan seluruh device baik pada rangkaian jaringan pipa dan juga jaringan pengkabelan antar device. Setelah seluruh device terhubung. Seluruh program diupload ke dalam masing-masing kontroler.

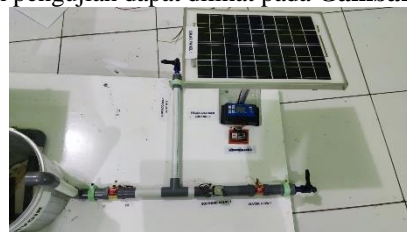
Web Browser sebagai antarmuka pengguna berfungsi sebagai tampilan pemantau. Dari tampilan yang berada pada Web Browser nantinya akan didapatkan nilai debit air dan juga lokasi area kebocoran melalui link Google Maps.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan dalam skala prototype, pengujian dilakukan dengan mengukur nilai dari aliran air dari masing-masing sistem yang telah ditanam program. Kontroler disambungkan dengan jaringan wifi. Selanjutnya jaringan pipa diberi aliran air. Pada jaringan distribusi air diberikan kran simulasi kebocoran untuk mengetahui fungsi pada masing-masing device.

### A. Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan untuk mengambil data dari GPS 1, Water Flow 1, Water Flow2 dan Selenoid Valve1. Rangkaian pengujian dapat dilihat pada **Gambar 5**.



Gambar 5. Rangkaian Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan dengan memberikan aliran air pada pipa masuk. Selanjutnya dilakukan pengamatan hasil pembacaan sistem untuk mendapatkan data yang dibutuhkan. Berikut data hasil pengamatan

Tabel 1. Hasil Pengujian Sistem

No.	DETIK KE	SIMULASI KEBOCORAN	NODE 1				NODE 2
			SELENOID VALVE 1	GPS 1	WATER FLOW 1	WATER FLOW 2	
1	5	TUTUP	OFF	-	7 L/min	7 L/min	
2	10	TUTUP	OFF	-	7 L/min	7 L/min	
3	15	TUTUP	OFF	-	7 L/min	7 L/min	
4	20	TUTUP	OFF	-	7 L/min	7 L/min	
5	25	TUTUP	OFF	-	7 L/min	7 L/min	
6	30	TUTUP	OFF	-	7 L/min	7 L/min	
7	35	TUTUP	OFF	-	7 L/min	7 L/min	
8	40	TUTUP	OFF	-	7 L/min	7 L/min	
9	45	BUKA	OFF	-	7 L/min	7 L/min	
10	50	BUKA	OFF	-	7 L/min	5 L/min	
11	55	BUKA	ON	TAMPIL	0 L/min	0 L/min	
12	60	BUKA	ON	TAMPIL	0 L/min	0 L/min	
13	65	BUKA	ON	TAMPIL	0 L/min	0 L/min	
14	70	BUKA	ON	TAMPIL	0 L/min	0 L/min	
15	75	BUKA	ON	TAMPIL	0 L/min	0 L/min	
16	80	BUKA	ON	TAMPIL	0 L/min	0 L/min	
17	85	BUKA	ON	TAMPIL	0 L/min	0 L/min	
18	90	BUKA	ON	TAMPIL	0 L/min	0 L/min	
19	95	BUKA	ON	TAMPIL	0 L/min	0 L/min	
20	100	BUKA	ON	TAMPIL	0 L/min	0 L/min	

Ketika sistem mulai dijalankan water flow 1 dan 2 memiliki nilai yang sama mulai detik pertama sampai detik ke 40 yaitu 7 L/min. Pada detik ke 45 kran simulasi kebocoran dibuka. Water flow 1 dan 2 masih memiliki nilai yang sama. Pada detik ke 50 mulai terjadi perbedaan nilai dimana water flow 1 memiliki nilai 7 L/min dan water flow 2 memiliki nilai 5 L/min. Pada detik ke 55 solenoid menutup bersamaan dengan itu tampil area lokasi kebocoran. Nilai dari water flow 1 dan 2 juga mengalami perubahan yaitu 0 L/menit. Dan tidak terdapat aliran baik pada pipa keluar maupun pipa simulasi kebocoran.

#### B. Tampilan Web Browser

Web browser menampilkan debit air dalam satuan L/min berfungsi untuk menampilkan kondisi aliran air dan menampilkan link google maps ketika terjadi kebocoran, berikut tampilan Web browser menggunakan platform Thinger.Io



Gambar 6. Simulasi Kebocoran Tertutup

**Gambar 6.** Menunjukkan kondisi water flow 1 dan 2 masih memiliki nilai yang sama, simulasi kebocoran belum dilakukan. Dashboard maps belum menunjukkan lokasi kebocoran.



Gambar 7. Simulasi Kebocoran Terbuka

Setelah dilakukan perubahan kondisi simulasi kebocoran terjadi perubahan nilai pada tampilan web browser, nilai pada water flow 2 mengalami penurunan sebesar 2 L/min. Dashboard maps belum menunjukkan area kebocoran.



Gambar 8. Dashboar Maps Menunjukkan Area Kebocoran

**Gambar 8.** Menunjukkan terjadi penurunan nilai pada ke dua sensor water flow. Kedua sensor tidak memiliki nilai dan Dashboard maps menampilkan link google maps area lokasi kebocoran.

#### IV. KESIMPULAN

Dari serangkaian pengujian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan:

1. Nilai pada water flow 2 menurun pada detik ke 50 ketika kran simulasi kebocoran dibuka
2. Pada detik ke 55 Solenoid valve bekerja menutup aliran air. Dan gps menampilkan letak area kebocoran
3. Water flow 1 mengalami penurunan nilai setelah solenoid valve menutup pada detik ke 55
4. Web browser dapat menampilkan nilai water flow 1 dan 2. Dan mengalami perubahan nilai ketika dilakukan simulasi kebocoran. Dashboard maps menampilkan area lokasi berupa link browser google maps

#### REFERENSI

- [1] T. Susana, "Air Sebagai Sumber Kehidupan," *Oseana*, vol. 28, no. 3, pp. 17–25, 2003, [Online]. Available: [www.oseanografi.lipi.go.id](http://www.oseanografi.lipi.go.id).
- [2] M. Wora and F. X. Ndale, "Sistem monitoring Penggunaan Air PDAM pada rumah tangga menggunakan mikrokontroller NODEMCU Berbasis Smartphone Android," *J. IPTEK*, pp. 51 – 58, 2018, doi: 10.31284/j.iptek.2018.v22i2.
- [3] A. Suharjono, L. N. Rahayu, and R. Afwah, "Aplikasi Sensor Flow Water Untuk Mengukur Penggunaan Air Pelanggan Secara Digital Serta Pengiriman Data Secara Otomatis Pada PDAM Kota Semarang," *Tek. Elektro, Politek. negeri Semarang*, vol. Vol.13, no. 1, pp. 7–12, 2015.
- [4] M. Azil Maskur, "Kebijakan Pengelolaan Air Pasca Putusan Mahkamah Konstitusi tentang Undang-Undang Sumber Daya Air," *J. Konstitusi*, vol. 16, no. 3, p. 510, 2019, doi: 10.31078/jk1634.
- [5] D. Ii, "UUD RI NOMOR 12 TAHUN 2012 TENTANG PENDIDIKAN TINGGI," 2012.
- [6] S. Rahayu, Y. Prestyaning Wanita, and M. Kobarsih, "PENYIMPANAN BENIH PADI MENGGUNAKAN BERBAGAI JENIS PENGEMAS," *grin*, vol. 15, no. 1, pp. 36–44, 2011.
- [7] D. Setiadi and M. N. Abdul Muhaemin, "PENERAPAN INTERNET OF THINGS (IoT) PADA SISTEM MONITORING IRIGASI (SMART IRIGASI)," *Infotronik J. Teknol. Inf. dan Elektron.*, vol. 3, no. 2, p. 95, 2018, doi: 10.32897/infotronik.2018.3.2.108.
- [8] D. Rita K and W. Dwi Nugraha, "Studi Kehilangan Air Akibat Kebocoran Pipa Pada Jalur Distribusi Pdam Kota Magelang (Studi Kasus: Perumahan Armada Estate Dan Depkes, Kramat Utara Kecamatan Magelang Utara )," *J. Presipitasi*, vol. 7, no. 2, pp. 71–76, 2010, doi: 10.14710/presipitasi.v7i2.71-76.
- [9] D. Hariyanto, G. Ahmad Pauzi, and A. Supriyanto, "Deteksi Letak Kebocoran Pipa Berdasarkan Analisis Debit Air Menggunakan Teknologi Sensor Flowmeter Berbasis TCP / IP," *J. Teor. Dan Apl. Fis.*, vol. 5, pp. 25–30, 2017.
- [10] U. Syafiqoh, S. Sunardi, and A. Yudhana, "Pengembangan Wireless Sensor Network Berbasis Internet of Things untuk Sistem Pemantauan Kualitas Air dan Tanah Pertanian," *J. Inform. J. Pengemb. IT*, vol. 3, no. 2, pp. 285–289, 2018, doi: 10.30591/jpit.v3i2.878.
- [11] Badan Pusat Statistik Lamongan, *Kecamatan Paciran Dalam Angka*

2020. 2020.
- [12] M. Nizal, *Implementasi metode support vector machine dalam memprediksi titik kebocoran pipa air berdasarkan perubahan tekanan*. 2019.
  - [13] N. M. Ibrahim, H. A. Widodo, and E. Setiawan, "Prototipe Sistem Kontrol dengan Menggunakan Metode Fuzzy Logic dan Pemantauan Sumber Air Berbasis IOT ( Internet Of Thing ) serta Pendeteksi Kebocoran pada Pipa," *Pros. Semin. Nas. MASTER*, vol. 1509, pp. 211–216, 2018.
  - [14] R. Rijal Syah, "Rancang Bangun Alat Deteksi Kebocoran Pipa Distribusi Air Berbasis Sensor Tekanan dan Mikrokontroler," 2018.
  - [15] F. Fadilah, *TELEMETERING KEBOCORAN PIPA PADA DISTRIBUSI AIR DENGAN KOMUNIKASI ETHERNET*. Departemen Teknik Elektro Otomasi Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2018.
  - [16] Y. Efendi, "Internet Of Things (Iot) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile," *J. Ilm. Ilmu Komput.*, vol. 4, no. 2, pp. 21–27, 2018, doi: 10.35329/jiik.v4i2.41.
  - [17] M. Fajar Wicaksono, "Implementasi Modul Wifi Nodemcu Esp8266 Untuk Smart Home," *J. Tek. Komput. Unikom-Komputika*, vol. 6, no. 1, pp. 9–14, 2017.
  - [18] A. Muzakky, A. Nurhadi, A. Nurdiansyah, and G. Wicaksana, "Perancangan Sistem Deteksi Banjir Berbasis IoT," *Conf. Innov. Appl. Sci. Technol. (CIASTECH 2018)*, no. September, pp. 660–667, 2018, [Online]. Available: <http://publishing-widyagama.ac.id/ejournal-v2/index.php/ciastech/article/viewFile/678/629>.
  - [19] F. Sirait, I. Septian Herwiyanah, and F. Supegni, "PENINGKATAN EFISIENSI SISTEM PENDISTRIBUSIAN AIR DENGAN MENGGUNAKAN IoT ( Internet of Things )," *J. Elektro*, vol. 8, no. 3, pp. 234–239, 2017.
  - [20] A. Marwanto and S. Alifah, "Temperature and Humidity Monitoring on IoT Based Shipment Tracking Temperature and Humidity Monitoring on IoT Based Shipment Tracking," no. June, 2018, doi: 10.12928/jti.v6i1.CITATIONS.
  - [21] S. Jejer, "Pembuatan Datalogger Berbasis Mikrokontroler Atmega 16 untuk Monitoring Volume Air yang Masuk Melalui Saluran Meteran Air Rumah Tangga Menggunakan Water Flow Sensor," 2018.
  - [22] U. S. Utara, "Water Flow Sensor Yf-S201," pp. 4–16, 2003.
  - [23] M. Kautsar, R. R. Isnanto, and E. D. Widiyanto, "Sistem Monitoring Digital Penggunaan dan Kualitas Kekeruhan Air PDAM Berbasis Mikrokontroler ATmega328 Menggunakan Sensor Aliran Air dan Sensor Fotodiode," *J. Teknol. dan Sist. Komput.*, vol. 3, no. 1, pp. 79–86, 2015, doi: 10.14710/jtsiskom.3.1.2015.79-86.
  - [24] Y. R. Putra, D. Triyanto, and Suhardi, "Rancang Bangun Perangkat Monitoring Dan Pengaturan Penggunaan Air Pdam ( Perusahaan Daerah Air Minum ) Berbasis Arduino Dengan Antarmuka Website," *J. Coding Sist. Komput. Untan ISSN 2338-493X*, vol. 05, no. 1, pp. 33–34, 2017, [Online]. Available: <http://jurnal.untan.ac.id/index.php/jcskommipa/article/download/19172/16025>.
  - [25] E. Dewanto and J. Yoseph, "Tandon Air Otomatis Dengan Sistem Monitoring Melalui Android Berbasis Arduino Uno," *Autocracy*, vol. 5, no. 1, pp. 8–16, 2018, doi: 10.21009/autocracy.05.1.2.
  - [26] J. Livet, "Solenoid valves.," 1985, doi: 10.1016/s0026-0576(99)80269-4.
  - [27] R. S. R. Sirait and M. Aulia, "Rancang Bangun Sistem Proteksi Kebocoran Pada Prototipe Mesin Reverse Osmosis Berbasis Mikrokontroler," *Techno.Com*, vol. 20, no. 2, pp. 280–289, 2021, doi: 10.33633/tc.v20i2.4373.
  - [28] F. Firdaus and I. Ismail, "Komparasi Akurasi Global Positioning System (GPS) Receiver U-blox Neo-6M dan U-blox Neo-M8N pada Navigasi Quadcopter," *Elektron J. Ilm.*, vol. 12, no. 1, pp. 12–15, 2020, doi: 10.30630/eji.12.1.137.
  - [29] I. Eka, A. Wakhyuni, V. K. Bakti, I. P. Hardjana, and A. Nano, "Sistem informasi keamanan sepeda dengan gps dan maps secara realtime."