

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

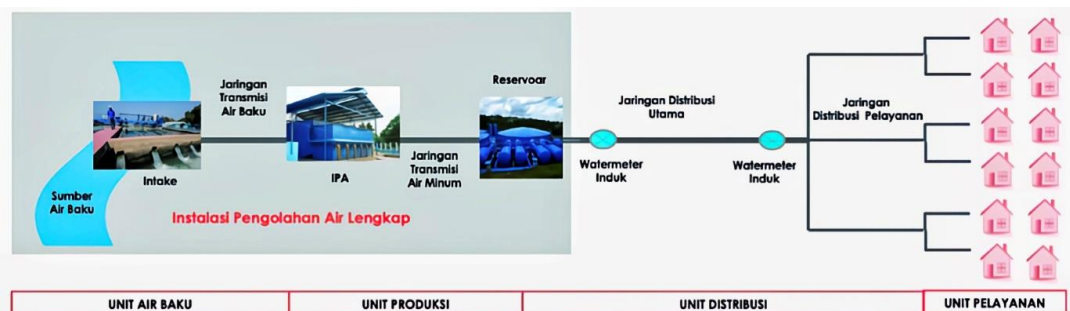
Landasan teori adalah teori yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan. Adapun landasan teori yang digunakan sebagai penunjang penelitian ini adalah sebagai berikut:

2.1.1 Hukum Bernoulli

Hukum Bernoulli adalah sebuah konsep dasar aliran fluida (zat cair dan gas). Prinsip Bernoulli menyatakan bahwa ketika terjadi peningkatan kecepatan aliran fluida, maka terjadi penurunan tekanan fluida menjadi rendah. Sebaliknya ketika kecepatan aliran fluida rendah, tekanannya menjadi tinggi. (Kurniati, 2013).

2.1.2 Sistem Penyedia Air Minum

Air minum merupakan air yang telah melalui proses pengolahan maupun tanpa proses pengolahan yang memenuhi persyaratan kesehatan dan dapat dikonsumsi. Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) merupakan satu kesatuan sarana dan prasarana penyediaan air minum (NUWSP, 2017). SPAM sendiri memiliki alur distribusi air yang secara garis besarnya terdapat pada gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Alur Distribusi Air

Berdasarkan gambar 2. 1, air didapatkan dari sumber air baku / sumur. Air akan disadap oleh bangunan *intake* yang kemudian disalurkan ke pipa transmisi. Air dari pipa transmisi akan ditampung pada Instalasi Pengelolaan Air (IPA) lalu disalurkan ke *Main Reservoir* melalui pipa primer/induk, kemudian dari *Main Reservoir* akan didistribusikan ke *Reservoir* lainnya melalui pipa sekunder. *Reservoir* distribusi air akan dilanjutkan ke konsumen air (NUWSP, 2017). Alat ini diharapkan dapat *me-monitoring* distribusi air pada pipa, khususnya pada pipa tersier yang melayani jalur distribusi ke pelanggan yang terpasang juga dikantor penyedia air minum seperti PDAM maupun Perumda.

2.1.3 Mikrokontroler

Sistem mikroprosesor terdiri dari unit pemrosesan pusat (*Central Processing Unit*), memori, dan perangkat *input/output* (I/O). Mikrokontroler adalah komputer kecil yang terintegrasi pada satu sirkuit terpadu dan sudah termasuk memori program. Adapun perbedaan mendasar antara mikrokontroler dan CPU, pada mikrokontroler komponen periferil seperti *RAM*, *ROM*, *port serial* atau *ADC* atau *DAC* berada pada *chip* yang sama. Mikrokontroler

memungkinkan untuk mewujudkan fungsi kontrol yang kompleks hanya dengan satu *chip*. *Chip* mikrokontroler dapat diprogram dengan berbagai serangkaian instruksi untuk diikuti dan akan berjalan sesuai instruksi tersebut. Mikrokontroler juga digunakan dalam banyak produk dalam kehidupan sehari-hari, seperti mobil dan peralatan rumah tangga seperti TV, oven microwave, mesin cuci, dan kontrol AC (El-saba, 2022).

2.1.4 *Arduino Uno*

Arduino Uno adalah sebuah board mikrokontroler berbasis *ATmega328* yang ditujukan untuk menyediakan platform *open-source* dan berbiaya rendah bagi siswa untuk belajar elektronik dan pemrograman. *Arduino Uno* memiliki 14 pin *input* atau *output* yang mana 6 pin dapat digunakan sebagai output *PWM* (*Pulse Width Modulation*), 6 analog input, kristal osilator 16 MHz, *port* USB, jack power, pin *ICSP* (*In-Circuit Serial Programming*), dan tombol reset, untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup menghubungkan *Board Arduino Uno* ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan menggunakan adaptor-DC atau baterai untuk menghidupkannya (Pajankar, 2018). Gambar 2. 2 adalah *board Arduino Uno* yang digunakan.



Gambar 2. 2 *Board Arduino Uno*

Adapun ringkasan spesifikasi *Arduino Uno* adalah seperti yang ditunjukkan pada tabel 2. 1.

Tabel 2. 1 Spesifikasi *Board Arduino Uno*

Mikrokontroler	ATMEGA328
Tegangan Operasi	5V
Tegangan Input (rekomendasi)	7-12 V
Tegangan Input (batas)	6-20 V
Pin digital I/O	14 (6 diantaranya pin PWM (<i>Pulse Width Modulation</i>))
Pin Analog input	6
Arus DC per pin I/O	40 mA
Arus DC untuk pin 3.3 V	150 mA
Flash Memory	32 KB dengan 0.5KB digunakan untuk <i>bootloader</i>
EEPROM (<i>Electrically Erasable Programmable Read Only Memory</i>)	1 KB
SRAM (<i>Static Random Access Memory</i>)	2 KB
Clock Speed	16 Mhz

2.1.5 *Arduino Nano*

Arduino Nano adalah mikrokontroler yang masih satu basis dengan *Arduino Uno*, karena menggunakan chip yang identik yaitu Atmega 328. *Arduino Nano* memiliki 14 pin *input* atau *output* yang mana 6 pin dapat digunakan sebagai output *PWM* (*Pulse Width Modulation*), 8 analog input, dan tombol reset. *Arduino Nano* dapat aktif menggunakan koneksi USB atau pin VIN yang tersedia, dengan daya maksimal 7-12 V (Iksal, Suherman, 2018). Gambar 2. 3 adalah bentuk dari *board Arduino Nano*.

Gambar 2. 3 *Board Arduino Nano*

Adapun ringkasan spesifikasi *Arduino Nano* adalah seperti yang ditunjukkan pada tabel 2. 2.

Tabel 2. 2 Spesifikasi *Board Arduino Nano*

Mikrokontroler	Atmega328
Tegangan Operasi	5 Volt
Tegangan Disarankan	7 - 12 Volt
Batas Tegangan	6 - 20 volt
Pin Input/Output Digital	14
Pin PWM	6
Pin Input Analog	8
Arus Per Pin	40 Ma
Memori Flash	32 KB (2 KB untuk <i>bootloader</i>)
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Clock Speed	16 MHz

2.1.6 *ESP-32*

ESP-32 merupakan mikrokontroler *SoC (System on Chip)* terpadu dengan konektivitas nirkabel *WiFi* 802.11 b/g/n, *Bluetooth* versi 4.2, dan berbagai antarmuka perifer. Mikroprosesor yang digunakan 32-bit *Xtensa LX6 dual-core* yang beroperasi pada frekuensi 160 sampai 240 *Mhz*. Memori terdiri atas 448 kB ROM, 520 kB SRAM, dua 8kB *RTC memory*, dan *flash memory* 4MB. *Chip* ini mempunyai 18 pin *ADC* (12-bit), empat *SPI*, dan dua *I2C*. Kelebihan utama mikrokontroler ini yaitu, mudah diprogram, memiliki jumlah pin I/O yang memadai, serta memiliki adapter *WiFi* internal untuk mengakses jaringan internet (Wagyana, 2019). Gambar 2. 4 adalah *board ESP-32* yang digunakan.

Gambar 2. 4 Board *ESP-32*

Adapun ringkasan spesifikasi *ESP-32* adalah seperti yang ditunjukkan pada tabel 2. 3.

Tabel 2. 3 Spesifikasi *ESP-32*

Mikrokontroler	<i>Xtensa dual-core (or single-core) 32-bit LX6 microprocessor, operating at 160 or 240 MHz and performing at up to 600 DMIPS</i>
<i>Flash Memory</i>	4 MB
<i>SRAM</i>	520 KB
<i>Clock Speed</i>	160-240 MHz
<i>WiFi</i>	2.4 GHz Wi-Fi (802.11 b/g/n, supporting WPA/WPA2).
<i>Bluetooth</i>	4.2 BR/EDR and BLE
Tegangan Operasi	2,7 ~ 3,6V
Arus Operasi	80 - 500 mA
Tegangan Input	3,3 – 5 V
Pin GPIO	30
Pin <i>ADC (Analog to Digital Converter)</i>	15
Pin <i>DAC (Digital to Analog Converter)</i>	2 (8-bit)
<i>Interface UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter)</i>	3
<i>Interface SPI (Serial Peripheral Interface)</i>	3
<i>Interface I2C (Inter-Integrated Circuit)</i>	2
<i>PCB Antenna</i>	

2.1.7 Sensor Tekanan

Sensor tekanan digunakan untuk mengukur tekanan seperti udara, atmosfer, gas, air, cairan, sistem pneumatik dan hidrolis. Gambar 2. 5 adalah gambar sensor tekanan yang digunakan.



Gambar 2. 5. Sensor Tekanan

Sensor tekanan bergantung pada respons fisik terhadap tekanan yang diberikan. Pengukur regangan mengalami deformasi dan hal tersebut menciptakan perubahan voltase yang dihasilkan olehnya.

Berdasarkan acuan dari *ASME B40.100* ((ASME), 2006), bahwa penyimpangan keakuratan nilai tekanan air maksimal yang diizinkan pada pengukur tekanan air $\pm 1\%$ (Deniarsah, 2012). Pengukuran tekanan didasarkan pada tingkat perubahan yang terlihat pada voltase (Abacus, 2019). Spesifikasi sensor tekanan yang digunakan dijelaskan pada tabel 2. 4.

Tabel 2. 4 Spesifikasi Sensor Tekanan

<i>Power Supply</i>	<i>5VDC</i>
<i>Output Voltage</i>	<i>0.5-4.5 VDC</i>
<i>Thread Connection</i>	<i>G 1/4</i>
<i>Sensor material</i>	<i>Stainless steel alloy</i>
<i>Working Current</i>	<i>10 mA</i>
<i>Working Pressure Range</i>	<i>0-1.2 MPa / 174 PSI / 12 Bar</i>
<i>Maximum Pressure</i>	<i>2.4 MPa</i>
<i>Cable length</i>	<i>19cm</i>
<i>Destroy Pressure</i>	<i>3.0 MPa</i>
<i>Measuring Error</i>	<i>0.5 % of FS</i>
<i>Response Time</i>	<i>2.0 ms</i>
<i>Application</i>	<i>water, air compressor, or all media non-corrosive gas or liquid</i>

2.1.8 Sensor Aliran Air

Sensor Aliran Air adalah perangkat sensor yang digunakan untuk mengukur debit fluida. Sebagaimana pada sensor lainnya, keakuratan dari pengukuran membutuhkan pengkalibrasian sensor. Berdasarkan acuan dari SNI (Standar Nasional Indonesia) 2547 2008 ((BSN), 2008), bahwa penyimpangan keakuratan maksimal nilai debit air yang diizinkan pada pengukur debit air sebesar $\pm 5\%$ (Fahrurrian, 2021). Sensor menggunakan rotor sebagai *hall effect* transducer didalamnya untuk mendeteksi putaran rotor ketika fluida melewatinya. Putaran tersebut akan menghasilkan *input* pulsa digital yang banyaknya sebanding dengan jumlah fluida yang mengalir melewatinya (Hakim et al., 2019). Gambar 2. 6 adalah gambar sensor aliran air yang digunakan.



Gambar 2. 6 Sensor Aliran Air

Spesifikasi sensor aliran air yang digunakan dapat dilihat pada tabel 2. 5.

Tabel 2. 5 Spesifikasi Sensor Aliran Air

Model	Lurus (straight)
Ukuran inlet	1/2" drat luar
Ukuran outlet	1/2" drat luar
Material	Kuningan 100%
Arus kerja	10mA
Tegangan kerja	DC 3-18V (Rated 5V)
Kapasitas	1-30 L/menit
<i>Pressure</i>	max 1.75 MPa
<i>Flow characteristic</i>	$F=11*Q \pm 10\%$ (F:Hz, Q:l/min)

<i>Flow conversion</i>	1 liter air = 596 pulse
Jumlah kabel	3 (merah-hitam-abu)
Panjang kabel	34cm
Ukuran	60x28mm

2.1.9 LCD I2C 16x2

LCD (Liquid Crystal Display) merupakan rangkaian elektronika yang digunakan untuk menampilkan keterangan atau indikator yang berasal dari mikrokontroler. *I2C LCD* adalah modul *LCD* yang dikendalikan secara serial sinkron melalui protokol *I2C/IIC (Inter Integrated Circuit)* atau *TWI (Two Wire Interface)*. Modul *LCD* tanpa controller *I2C* dikendalikan secara paralel baik untuk jalur data maupun kontrolnya. Jalur paralel akan membutuhkan banyak pin pada kontroler (misal *Arduino*, komputer, dan sebagainya), setidaknya akan membutuhkan 6 atau 7 pin untuk mengendalikan sebuah modul *LCD*. Kontroler yang harus mengendalikan banyak I/O, penggunaan Modul *I2C* converter adalah solusi yang tepat untuk mengendalikan modul *LCD*, karena hanya membutuhkan 4 pin pada sebuah controller, yaitu menggunakan pin *SDA SCL* sebagai komunikasi *I2C* dan 2 pin lainnya untuk sumber daya (Suryantoro, 2019). Gambar 2. 7 adalah gambar dari modul *LCD* yang digunakan.



Gambar 2. 7 LCD 16x2 I2C

2.1.10 *Thinger.io*

Thinger.io merupakan platform *cloud internet of thing* (IoT) yang disediakan secara gratis untuk dapat digunakan oleh berbagai *prototype* sistem yang menggunakan konsep *internet of things* untuk memudahkan pemantauan setiap data. *Thinger.io* digunakan untuk memvisualisasikan hasil pembacaan sensor menggunakan tampilan dashboard (Safiroh W.P et al., 2022). Konsep sistem pada *Platform Thinger.io* dapat dilihat pada gambar 2. 8.



Gambar 2. 8 *Platform Thinger.io*

Berdasarkan gambar 2. 8, Arduino dengan *library Thinger.io* tersinkronisasi ke layanan *Cloud Thinger.io* yang memiliki fitur *Data Buckets* yang berguna sebagai *Backup Database*, *Dashboards* yang berguna untuk menampilkan perangkat yang terhubung, dan *Endpoints* sebagai fitur yang dapat digunakan untuk mengirim informasi notifikasi yang dapat berupa email maupun sebagai bot di aplikasi media sosial.

2.2 Penelitian Terkait (*State of The Art*)

Penelitian terkait adalah penelitian lain yang sebelumnya telah dilakukan dan dipublikasikan, untuk dijadikan bahan acuan dan landasan terkait penelitian yang diusulkan. Khususnya penelitian yang membahas alat monitoring air berbasis

Internet of Things, baik itu perancangan maupun sudah dilakukan penerapan yang ditujukan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet, berbagi data, melakukan pengontrolan, dan melakukan *monitoring* terhadap suatu objek. Penelitian terkait ini setidaknya telah menjawab pertanyaan terkait penerapan *Internet of Things* dan memperoleh prototipe yang sempurna dengan tolok ukur yang tepat. Adapun penelitian terkait ditunjukkan pada tabel 2. 6.

Tabel 2. 6 State of The Art

No	Penulis	Judul	Hasil
1	(Wiryadinata & Butar-butur, 2018)	Rancang Bangun Alat Meteran Air Digital Menggunakan Sensor Aliran Air <i>SEN-HZ21WA</i>	Penelitian ini merancang meteran air menggunakan sensor aliran air <i>SEN-HZ21WA</i> . Meter air digital dapat menampilkan keluaran data berupa debit air, tekanan air, dan volume air yang mengalir pada LCD I2C.
2	(Pérez-Padillo et al., 2020)	<i>Design and Implementation of A Pressure Monitoring System Based On Iot for Water Supply Networks</i>	Penelitian ini berhasil membangun sistem pemantauan tekanan berbasis <i>IoT</i> yang mampu mengirimkan peringatan dini tentang kebocoran, kerusakan, dan operasi abnormal di stasiun pompa.

No	Penulis	Judul	Hasil
3	(Kusuma et al., 2021)	<i>Design and Implementation of IoT-Based Water Pipe Pressure Monitoring Instrumen</i>	Sistem ini dibangun menggunakan mikrokontroler, sensor tekanan fluida 1,2 MPa dan sistem kontrol yang dilengkapi dengan modul GSM, Analog to Digital Converter 16-bit, periferan jam <i>real-time</i> , layar <i>OLED</i> 128 64, dan kartu <i>micro-SD</i> . Prototipe dapat digunakan secara luas di daerah PDAM untuk membantu mereka memantau tekanan di saluran pipa air.
4	(Hamdi et al., 2021)	<i>Internet of Things (IoT) Based Water Irrigation System</i>	Penelitian ini berhasil membangun proyek sistem pengelolaan air berbasis <i>IoT</i> yang dapat memberikan kontrol pengelolaan air pada pertanian dan petani dapat mengontrol irigasi dari mana saja. Selanjutnya, konsumsi air dapat dilihat pada antarmuka aplikasi

No	Penulis	Judul	Hasil
			untuk meningkatkan sistem irigasi air.
5	(Naufal, 2022)	Rancang Bangun Alat <i>Monitoring</i> Aliran Dan Jumlah Air Pada <i>Greenhouse</i> Berbasis <i>ESP 32</i>	Penelitian ini berhasil membuat sistem yang dapat bekerja <i>monitoring</i> aliran dan jumlah air menggunakan konsep <i>IoT</i> dengan menampilkan pembacaan sensor secara real time melalui pesan Telegram.
6	(Hartono, 2022)	Optimasi Penggunaan Sensor <i>Water Flow HF-S201</i> Guna Mengukur Aliran Air Mendukung Mitigasi Banjir	Penelitian ini telah membuat sistem dengan optimalisasi Pengukuran Aliran Air Menggunakan Sensor <i>Water Flow HF-S201</i> Berbasis Internet Of Things. Yang dapat di implementasikan untuk memprediksi bencana banjir.
7	(Gunawan, 2018)	Sistem <i>Monitoring</i> Distribusi Air Menggunakan <i>Android Blynk</i>	Penelitian ini berhasil membangun Sistem <i>IoT</i> yang dapat terhubung dengan smartphone. <i>Android blynk</i> dapat memonitor jumlah debit

No	Penulis	Judul	Hasil
			<p>air yang dibaca oleh sensor flow meter. Apabila nilai maksimal sudah tercapai maka solenoid valve akan de-energized dan untuk pengisian ulang air tidak bisa dilakukan melalui aplikasi blynk. Dilakukan dengan cara me-reset microcontroller.</p>
8	(Dharmadi & Sri Arsa, 2020)	<p>Studi Pustaka Sistem Pemantauan Jaringan Distribusi Air Publik berbasis Internet of Things (IoT)</p>	<p>Penelitian ini berhasil menemukan bahwa ada 2 masalah utama pada sistem jaringan distribusi air publik yang menjadi fokus dalam penelitian ini, yaitu masalah kebocoran pipa dan masalah kualitas air di waduk. Upaya untuk memecahkan masalah ini dengan merancang sistem sensor dengan baterai isi ulang otomatis dan robot <i>Smartboat</i>. Dilihat dari pengenalan tersebut, terdapat beberapa permasalahan yang</p>

No	Penulis	Judul	Hasil
			<p>dapat diselesaikan dalam penelitian lanjutan, antara lain pendeteksian kebocoran pada seluruh pipa, penentuan rute secara otomatis oleh robot SmartBoat, dan penyediaan layanan informasi <i>real-time</i> kepada pelanggan.</p>
9	(Reyzaldi Avivi et al., 2020)	<p>Sistem <i>Monitoring</i> Debit Dan Kualitas Air Serta Pemeliharaan Layanan Penyedia Air Bersih di Perumahan Tirtasari Berbasis Iot</p>	<p>Penelitian ini telah berhasil melakukan perancangan sistem <i>monitoring</i> debit dan kualitas air serta pemeliharaan layanan penyedia air bersih di perumahan tirtasari berbasis iot, sistem dirancang dan dibangun menggunakan bantuan perangkat lunak <i>Android Studio</i>. Pada aplikasi <i>monitoring</i> ini dapat memantau debit dan kualitas air secara <i>real-time</i>.</p>
10	(Amin Suharjono,	<p>Aplikasi Sensor Flow Water Untuk</p>	<p>Penelitian ini telah berhasil membuat alat yang dapat</p>

No	Penulis	Judul	Hasil
	Listya Nurina Rahayu, 2015)	Mengukur Penggunaan Air Pelanggan Secara Digital Serta Pengiriman Data Secara Otomatis Pada PDAM Kota Semarang	mengukur penggunaan air secara digital dan dapat mengirimkan data jumlah penggunaan air secara otomatis ke PDAM.

Tabel 2. 7 Matriks Penelitian

No	Penelitian	Ruang Lingkup									
		Komponen Mikrokontroler				Komponen Komunikasi			Sensor		
		Arduino	Raspberry	Node MCU/ ESP-32	Wemos	ESP-8266/ ESP-32	LoRa WAN	GSM	ZigBee	Tekanan Air	Aliran Air
1	(Wiryadinata & Butar-butur, 2018)	✓									✓
2	(Pérez-Padillo et al., 2020)	✓					✓			✓	
3	(Kusuma et al., 2021)	✓						✓		✓	
4	(Hamdi et al., 2021)		✓						✓		✓
5	(Naufal, 2022)			✓		✓					✓
6	(Hartono, 2022)			✓		✓					✓
7	(Gunawan, 2018)				✓	✓					✓
8	(Dharmadi & Sri Arsa, 2020)		✓						✓	✓	
9	(Reyzaldi Avivi et al., 2020)	✓				✓					✓
10	(Amin Suharjono, Listya Nurina Rahayu, 2015)	✓						✓			✓
11	(Galih Tegar Supriatna, 2023)	✓		✓		✓				✓	✓