

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air banyak digunakan di berbagai bidang seperti industri, pertanian, peternakan, pemadam kebakaran, tempat rekreasi, transportasi dan lain-lain. Kebutuhan terhadap air semakin lama semakin meningkat sesuai dengan keperluan dan taraf kehidupan penduduk. Masalah yang banyak dihadapi adalah berkurangnya air bersih untuk penggunaan pada kehidupan sehari-hari. Hingga saat ini penggunaan air masih belum diimbangi dengan kesadaran masyarakat untuk penghematan air. Masyarakat masih kurang menyadari pentingnya sumber daya air dan tidak peduli terhadap berapa banyak air yang sudah mereka gunakan per hari.

Salah satu perusahaan yang mengelola air di Indonesia adalah PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum). Sebagaimana tercantum dalam Pasal 40 ayat (3) Undang-Undang Nomor 7 Tahun 2004 tentang Pengelolaan Sumber Daya Air. PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum) merupakan salah satu unit usaha milik daerah yang bergerak dalam pendistribusian air bersih bagi masyarakat umum. Dalam proses pendistribusian tersebut pihak PDAM membutuhkan proses pengecekan atau pemantauan jumlah penggunaan air yang dialirkan ke masing-masing pelanggan. Pelaksanaan pemantauan penggunaan air masih dilakukan secara manual yaitu dengan mengirimkan petugas secara periodik ke rumah-rumah pelanggan. Hal ini menimbulkan permasalahan yaitu sering terjadinya ketidaksesuaian antara banyaknya pemakaian air dan biaya yang harus dibayar.

Ketidaksesuaian ini dapat terjadi karena petugas tidak melakukan pencatatan dengan benar (Suardiana dkk., 2017).

Pihak PDAM memberi solusi dari masalah tersebut dengan menerapkan sistem *barcode* yang menampilkan kertas bergambar kode yang berisi identitas pelanggan, lalu petugas melakukan *scanning* pada meteran air tersebut sehingga data yang tercatat lebih akurat (Musyafa, 2015). Penggunaan sistem *barcode* ini tidak bertahan lama dikarenakan masih memiliki kelemahan seperti jika pagar rumah pelanggan terkunci sehingga petugas tidak dapat masuk untuk melakukan *scanning* meteran air atau jika kondisi meteran air dalam keadaan kotor sehingga proses *scanning* tidak dapat dilakukan. Cara ini juga tidak efisien karena menghabiskan banyak waktu dan tenaga untuk melakukan *scanning* terhadap *barcode* ke rumah- rumah pelanggan.

Risna dan Pradana (2014) merancang sistem *monitoring* penggunaan air PDAM dengan sensor *water flow* berbasis mikrokontroler Arduino. Sistem ini menggunakan LCD sebagai hasil keluarannya. Kelemahan dari sistem ini adalah hasil keluaran tidak bisa dipantau langsung oleh petugas PDAM dan tidak terdapat *database*.

Wijayanto dkk. (2016) membuat *prototipe* pengukur debit air secara *digital* untuk *monitoring* penggunaan air rumah tangga. Sistem ini menggunakan sensor *water flow* sebagai sensor masukan dan motor *servo* sebagai penggerak keran. Kekurangan dari sistem ini adalah belum terdapat pengontrol jarak jauh seperti *via internet*.

Putra dkk. (2017) membuat rancang bangun perangkat *monitoring* dan pengaturan penggunaan air PDAM berbasis Arduino dengan antarmuka *website*. Sistem ini menggunakan Arduino Mega 2560 sebagai modul pengendali utama dan menggunakan *keypad* untuk menginputkan air dan waktu hari oleh pelanggan. Kekurangan pada sistem ini tampilan pada *website* tidak menampilkan total tagihan, karena alat ini belum mampu mengkalkulasikan harga penggunaan air per meter kubik.

Berdasarkan permasalahan dan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya, maka dirancang suatu alat yang mampu memantau penggunaan air secara digital. Digital di sini dimaknai sebagai pengecekan debit air secara *online* dan dapat diakses melalui *smartphone* secara *real time* (saat itu juga). Alat ini akan memudahkan masyarakat untuk mengetahui jumlah penggunaan air setiap harinya. Alat ini dirancang menggunakan sensor *water flow* untuk mengukur debit air yang mengalir ke pipa dan data hasil pengukuran akan diolah pada Arduino, data hasil pengukuran akan tersimpan pada *database* yang sewaktu-waktu dapat dilihat jika diperlukan. Alat ini dapat mengkalkulasikan harga penggunaan air per meter kubik, dengan *output* berupa tampilan penggunaan air per meter kubik beserta total tagihan yang harus dibayar dalam rupiah pada LCD dan dapat diakses melalui aplikasi telegram secara *real time*. Dalam penelitian ini digunakan sensor YF-S201 berbasis Arduino dan dilengkapi notifikasi pada aplikasi Telegram. Aplikasi telegram memiliki pemrograman yang lebih mudah dibandingkan aplikasi lainnya, serta memiliki *bot* yang dapat

mengirim pesan secara otomatis dengan mengatur id pelanggan pada pemrograman.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat prototipe sistem *monitoring* penggunaan air yang dapat memudahkan pelanggan untuk mengetahui dan memantau penggunaan jumlah debit air dan biaya penggunaan air secara *real time* yang dapat diakses dengan menggunakan aplikasi Telegram.

1.3 Manfaat Penelitian

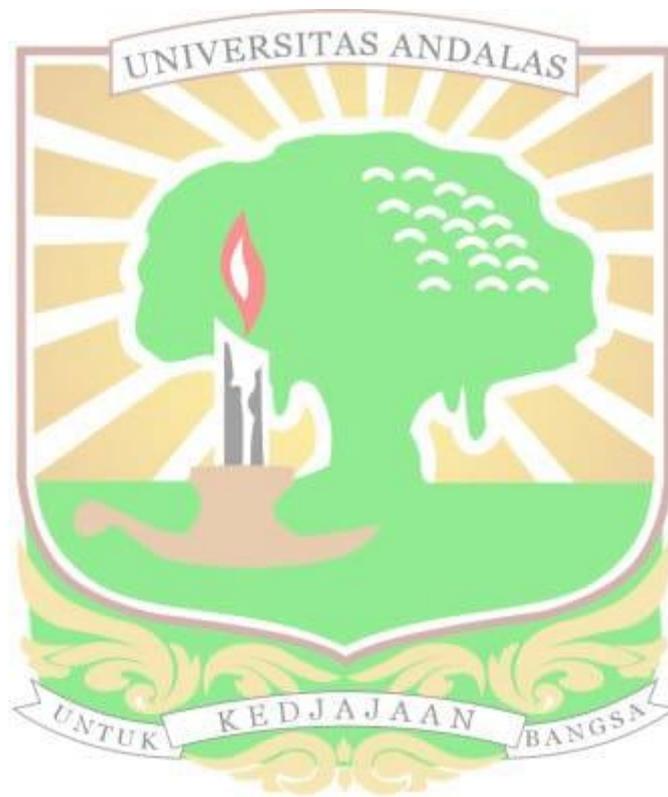
Hasil rancang bangun prototipe diharapkan dapat memudahkan pihak PDAM dalam pencatatan jumlah debit air serta memudahkan masyarakat dalam memantau penggunaan air yang digunakan dan biaya yang harus dibayarkan secara online yang dapat diakses dengan aplikasi Telegram.

1.4 Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian

Penelitian ini dibatasi oleh hal-hal berikut:

1. Alat ini dibuat dalam bentuk sederhana berupa rancangan prototipe.
2. Sensor yang digunakan adalah *water flow* untuk pengukuran debit air.
3. Parameter masukan mikrokontroler berasal dari nilai pembacaan sensor.

4. *Output* berupa tampilan pada LCD dan notifikasi di aplikasi Telegram.
5. Alat *monitoring* dijalankan dalam jaringan internet.
6. Sumber tegangan *input* berasal dari *power bank* sebesar 5V.



BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Air

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang sangat penting bagi makhluk hidup terutama manusia. Manfaat air dalam kegiatan manusia yaitu untuk minum, mandi, masak, mencuci dan lain lain.

2.1.1 Debit Air

Debit aliran merupakan jumlah volum fluida yang mengalir per satuan waktu. Aliran air dikatakan memiliki sifat ideal apabila air tidak dapat dimampatkan dan berpindah tanpa mengalami gesekan. Dengan kata lain, air mengalir dengan kecepatan yang tetap pada masing-masing titik dalam pipa. Debit air yang mengalir dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 2.1:

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

dimana:

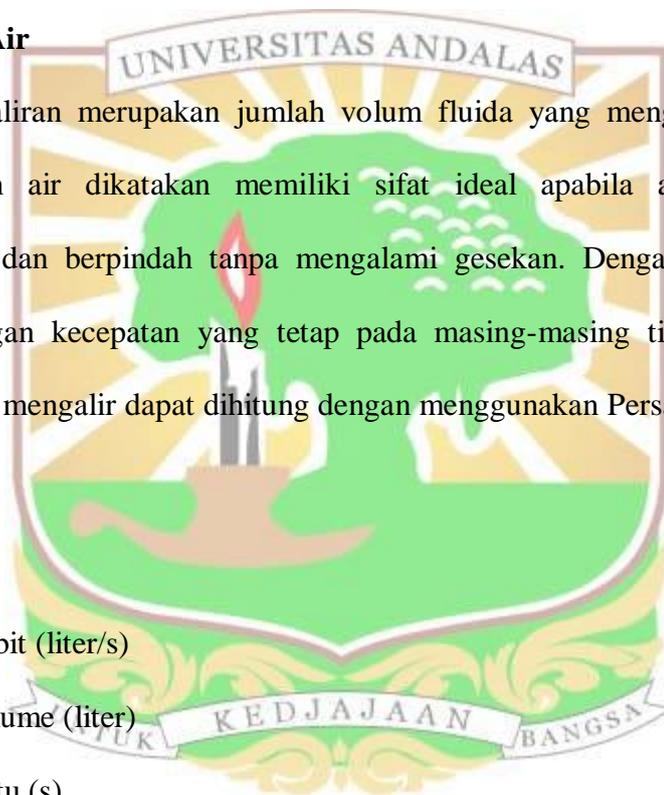
Q : Debit (liter/s)

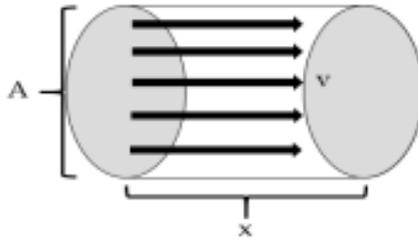
V : Volume (liter)

t : waktu (s)

Debit fluida yang mengalir dalam pipa dapat digambarkan seperti pada Gambar

2.1





Gambar 2.1 Aliran fluida dalam pipa
(Sumber: Shidqi, 2020)

Berdasarkan Gambar 2.1, volume fluida yang mengalir dinyatakan dengan Persamaan 2.2:

$$V = A x \quad (2.2)$$

A adalah luas penampang pipa dan x merupakan jarak tempuh yang dialiri oleh fluida. x juga dapat ditentukan dari kelajuan aliran fluida (v) pada waktu tertentu sehingga diperoleh Persamaan 2.3:

$$x = v t \quad (2.3)$$

Jika Persamaan (2.2) dan (2.3) disubstitusikan, maka diperoleh hubungan antara volume (V) dengan luas penampang (A) dan kelajuan fluida (v) persatuan waktu tertentu (t) sehingga didapatkan Persamaan 2.4:

$$V = A v t \quad (2.4)$$

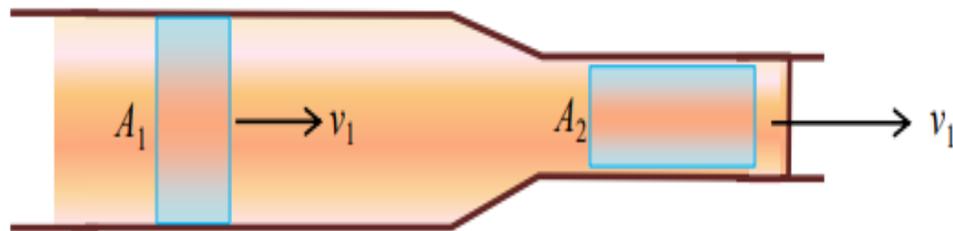
Jika Persamaan (2.4) disubstitusikan ke Persamaan (2.1), maka diperoleh hubungan antara debit fluida (Q) dengan luas penampang (A) dan kelajuan fluida (v) sehingga didapatkan Persamaan 2.5:

$$Q = \frac{A v t}{t}$$

$$Q = A v \quad (2.5)$$

2.1.2 Persamaan Kontinuitas

Persamaan kontinuitas menjelaskan bahwa debit fluida pada setiap titik memiliki nilai yang sama atau konstan. Jika fluida mengalir di sepanjang pipa yang tidak bocor sehingga tidak ada fluida yang meninggalkan pipa maupun fluida yang masuk dari luar maka berlaku hukum kekekalan massa. Jumlah massa fluida yang mengalir per satuan waktu pada berbagai penampang pipa selalu sama yang dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Aliran fluida yang mengalir pada penampang pipa
(Sumber: Abdullah, 2016)

Pada Gambar 2.2 fluida yang mengalir pada sebuah tabung dengan luas penampang berbeda. Akibat hukum kekekalan massa maka didapatkan Persamaan

2.6:

$$Q_1 = Q_2$$

atau

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \quad (2.6)$$

keterangan:

Q_1 : Debit fluida pada penampang pertama (liter/s)

Q_2 : Debit fluida pada penampang kedua (liter/s)

A_1 : Luas penampang pertama (m^2)

A_2 : Luas penampang kedua (m^2)

v_1 : Kelajuan fluida pada penampang pertama (m/s)

v_2 : Kelajuan fluida pada penampang kedua (m/s)

Berdasarkan Persamaan 2.6 didapatkan bahwa semakin sempit bagian pipa, maka fluida bergerak dengan kecepatan yang lebih cepat. Seperti pada daerah sungai yang sempit aliran air lebih kencang dibandingkan pada daerah sungai yang lebar. Air yang keluar pada keran memiliki laju yang besar karena dipengaruhi oleh gravitasi. Hal ini, memperlihatkan perubahan luas penampang yang mana semakin kecil pada posisi yang makin ke bawah. Untuk memenuhi Persamaan 2.6 maka semakin ke bawah, luas penampang harus semakin kecil.

2.2 Sensor Aliran Air

Sensor aliran air (*water flow sensor*) merupakan sensor yang berfungsi untuk mengetahui volume zat cair yang mengalir pada suatu pipa atau saluran yang melewati sensor tersebut. Sensor *water flow* bekerja dengan memanfaatkan efek Hall yang didasarkan pada efek medan magnetik terhadap partikel bermuatan (Ayubi dkk., 2015). Sensor *water flow* terdiri dari *primary device* dan *secondary*

device. *Primary device* menghasilkan suatu sinyal yang merespon terhadap aliran karena laju aliran tersebut telah terganggu, sedangkan *secondary device* menerima sinyal dari *primary device* lalu menampilkan, merekam, atau mentransmisikannya sebagai hasil dari laju aliran (Koestor, 2004). Saat air mengalir melewati rotor, rotor akan berputar. Kecepatan putaran ini akan tergantung dengan kecepatan atau besarnya aliran air yang melewati sensor tersebut. Sensor ini tidak akan menghasilkan tegangan apabila sensor belum dialiri air atau belum bekerja dan baru akan menghasilkan tegangan ketika sensor telah dialiri air. Jenis dari sensor aliran air ini sangat banyak dan memiliki prinsip kerja yang berbeda-beda. Sensor yang digunakan pada penelitian ini adalah sensor aliran air model YF-S201. Sensor ini dapat mendeteksi debit aliran air hingga 30 liter/menit (1.800 liter/jam). Bentuk sensor *water flow* dapat dilihat pada Gambar 2.3.

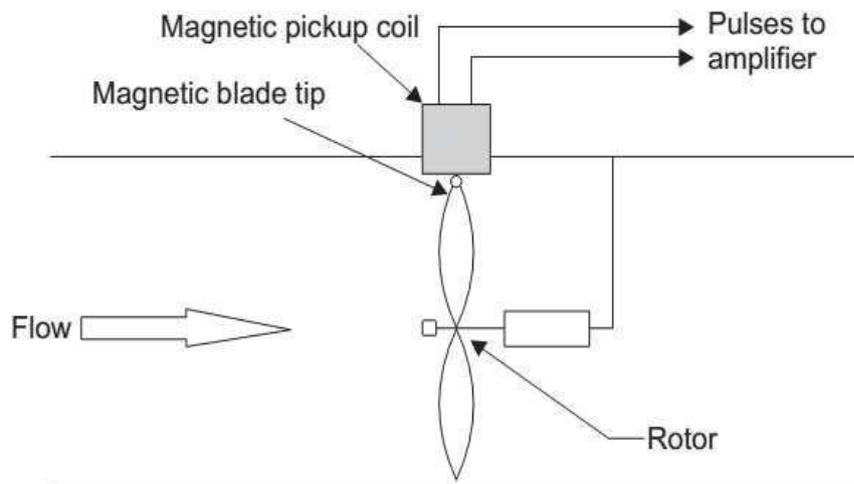


Gambar 2.3 Sensor *water flow*
(Sumber: Koestoer, 2004)

Debit air dapat diketahui dengan memanfaatkan *output* sensor yang berupa frekuensi pulsa yang akan diketahui ketika air mengalir.

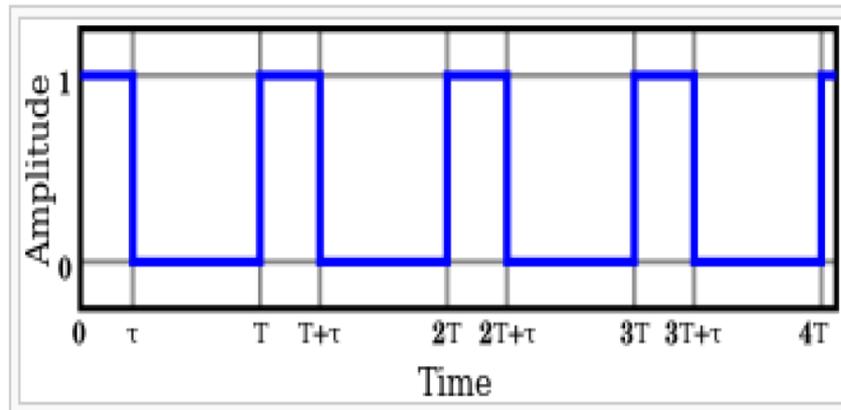
2.2.1 Prinsip Kerja Sensor *Water Flow*

Pada Gambar 2.4 dapat dilihat prinsip kerja dari sensor *water flow* yang digunakan.



Gambar 2.4 Prinsip kerja sensor *water flow*
(Sumber: Hakim dkk, 2018)

Pada Gambar 2.4 ketika fluida mengalir melewati rotor, fluida tersebut mengakibatkan rotor tersebut bergerak dengan kecepatan yang proporsional dengan kecepatan linier fluida. Putaran rotor ini menyebabkan ujung *blade* rotor yang memiliki magnet menghasilkan pulsa digital *on* dan *off* yang dibaca oleh *transduser hall effect* yang ada pada rangkaian pendeteksinya. Pada Gambar 2.5 merupakan bentuk pulsa sinyal yang dihasilkan dari sensor.



Gambar 2.5 Bentuk pulsa sinyal sensor *water flow*
(Sumber: Hakim dkk, 2018)

2.3 *Hall Effect*

Hall-Effect sensor merupakan transduser yang *output* tegangannya berubah terhadap respon medan magnetik. *Hall effect* sensor biasanya digunakan untuk *switching proximity*, posisi, deteksi kecepatan dan aplikasi pengukuran arus listrik.

Hall effect ini didasarkan pada efek medan magnetik terhadap partikel bermuatan yang bergerak. Prinsip utama *hall effect* adalah gaya Lorentz. Gaya Lorentz akan terjadi ketika sebuah bahan konduktor berbentuk pelat dan diberi medan magnet yang dialiri arus listrik. Permukaan atas pelat konduktor tersebut akan sejajar dengan muatan positif yang arahnya ke atas, sedangkan bagian bawah konduktor akan sejajar dengan muatan negatif yang mengarah ke bawah. Oleh karena itu akan timbul medan listrik dan beda potensial pada penghantar. Setiap bahan konduktor dan semi konduktor akan memiliki konstanta Hall yang berbeda. Hal ini dikarenakan jenis pembawa muatan yang berbeda.

Potensial hall inilah yang dibaca oleh perangkat sensor. Dalam prakteknya ada 2 tipe sensor *hall-effect* yaitu tipe digital dan tipe analog. Dibawah ini adalah keuntungan *Hall effect* sensor.

1. Dapat dioperasikan sebagai saklar.
2. Dapat beroperasi sampai 100 kHz.
3. Tidak mengalami *bouncing* karena memiliki sejumlah titik kontak tidak seperti pada saklar.
4. Dapat digunakan sebagai sensor posisi dan *proximity*.

2.4 *Ethernet Shield*

Ethernet Shield adalah modul yang digunakan untuk mengkoneksikan Arduino dengan internet menggunakan kabel (*Wired*). Arduino *Ethernet Shield* dibuat berdasarkan pada *Wiznet W5100 ethernet chip*. *Wiznet W5100* menyediakan IP untuk TCP dan UDP, yang mendukung hingga 4 *socket* secara simultan. Untuk menggunakannya dibutuhkan *library Ethernet* dan SPI. *Ethernet Shield* ini menggunakan kabel RJ-45 untuk mengkoneksikanya ke internet, dengan *integrated line transformer* dan juga *Power over Ethernet*.

Ethernet Shield bekerja dengan cara memberikan layanan IP pada arduino dan pc agar dapat terhubung ke internet. Untuk menggunakannya, IP diatur terlebih dahulu pada modul *Ethernet Shield* dan pc, kemudian memasukkan modul *Ethernet Shield* ke *board* Arduino dengan menggunakan kabel RJ-45, maka Arduino akan terkoneksi langsung ke internet.

Selain itu modul ini juga terdapat sebuah *onboard micro-SD slot*, yang dapat digunakan untuk menyimpan *file* dan data. Modul *Ethernet Shield* bisa digunakan dengan *board* Arduino Uno dan Mega serta dapat bekerja dengan baik pada kedua Arduino tersebut. Untuk menggunakan akses *microSD card reader onboard* ini dapat menggunakan *library SD card*. Saat menggunakan *library* ini, SS ditempatkan pada Pin 4. Pada modul *Ethernet* juga terdapat *reset controller*, untuk memastikan bahwa modul W5100 *Ethernet* dapat *reset on power-up*.

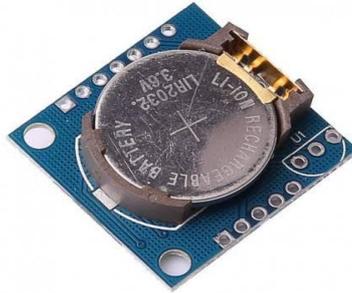
Agar *board* Arduino dapat berkomunikasi baik dengan modul W5100 dan SD *card* menggunakan SPI bus melalui ICSP *header*, pemasangan pin digital pada Arduino Uno yaitu pada pin 10, 11, 12, dan 13, sedangkan pada *board* Arduino Mega pemasangan pin digital pada pin 50, 51, dan 52. Di kedua *board* Arduino tersebut, pin digital 10 digunakan untuk memilih mode W5100 dan pin digital 4 untuk SD *card*, dimana pin tersebut tidak dapat digunakan untuk pin I/O biasa. Dalam *board* Arduino Mega, pin digital 53 (SS) tidak digunakan sama sekali, baik untuk memilih antara modul W5100 atau SD *card*, namun harus tetap ditetapkan sebagai *output* agar *interface* SPI dapat bekerja dengan baik. Modul *Ethernet Shield* dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Modul ethernet shield
(Sumber: Nugraha, 2017)

2.5 *Real Time Clock (RTC) DS1307*

Real Time Clock merupakan suatu *chip* (IC) yang memiliki fungsi sebagai penyimpan waktu dan tanggal. RTC DS1307 merupakan *Real Time Clock* (RTC) yang dapat menyimpan data-data detik, menit, jam, tanggal, bulan, hari dalam seminggu, dan tahun valid hingga 2100. 56-byte, *battery-backed*, RAM *nonvolatile* (NV) RAM untuk penyimpanan. RTC DS1307 merupakan *Real Time Clock* (RTC) dengan jalur data paralel yang memiliki antarmuka serial *Two-wire* (I2C), sinyal luaran gelombang-kotak terprogram (*Programmable squarewave*), deteksi otomatis kegagalan-daya (*power-fail*) dan rangkaian *switch*, konsumsi daya kurang dari 500 nA menggunakan mode baterai cadangan dengan operasional *osilator*. Tersedia fitur industri dengan ketahanan temperatur: -40 °C hingga +85 °C. Tersedia dalam kemasan 8-pin DIP atau SOIC. Bentuk *Real Time Clock* (RTC) dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Real time clock (RTC) DS1307
(Sumber: Abdullah, 2018)

2.6 *Liquid Crystal Display (LCD)*

Liquid Crystal Display (LCD) merupakan sebuah komponen elektronika yang digunakan untuk menampilkan sebuah hasil keluaran dalam bentuk tampilan data karakter. Agar terhubung dengan mikrokontroler, LCD dilengkapi dengan 8bit data bus (DB0-DB7) yang digunakan untuk menyalurkan data ASCII (*American Standard Code for Information Interchange*). Modul LCD sendiri terdiri dari *display* dan *chipshet*. *Chipset* ini berfungsi untuk mengatur tampilan informasi, mengatur komunikasi dengan mikrokontroler yang menggunakan LCD sebagai tampilan. Bentuk *Liquid Crystal Display (LCD)* 16X2 dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Liquid crystal display (LCD) 16X2
(Sumber: Fitriandi, 2016)

Konfigurasi pin dari LCD ditunjukkan pada Gambar 2.8 memiliki karakteristik sebagai berikut:

1. Terdapat 16 x 2 karakter huruf yang bisa ditampilkan.
2. Terdapat 192 macam karakter.
3. Memiliki kemampuan penulisan dengan 8 bit maupun dengan 4 bit.
4. Dibangun dengan osilator local.
5. Satu sumber tegangan 5 Volt.
6. Bekerja pada suhu 0 °C sampai 55 °C.

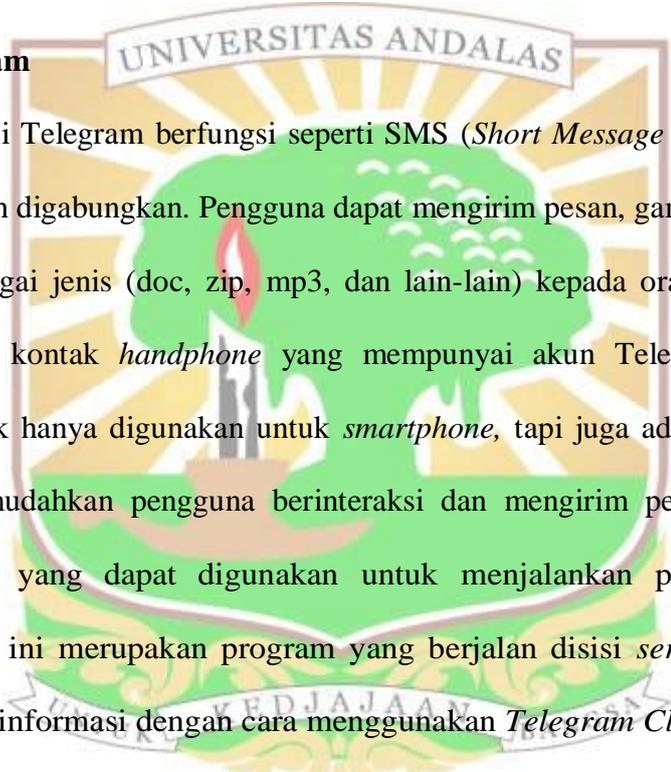
Fungsi dari masing-masing pin pada LCD adalah pin 1 dan 2 merupakan pin untuk tegangan *supply* sebesar 5 volt, pin 3 sebagai pengatur kontras tampilan yang diinginkan. Pin 4 berfungsi untuk memasukkan *input command* atau input data. Fungsi pin 5 untuk *read* atau *write*, jika diinginkan untuk membaca karakter data atau status informasi dari *register* (*read*) maka harus diberi masukan *high* (1), untuk menuliskan karakter data (*write*) maka harus diberi masukan *low* (0). Pin 5 dapat dihubungkan ke *ground* bila tidak diinginkan pembacaan dari LCD dan hanya dapat digunakan untuk mentransfer data ke LCD. Pin enam berfungsi sebagai *enable*, yaitu sebagai pengatur *transfer command* atau karakter data ke dalam LCD. Pin 7 sampai 14 berfungsi sebagai *input/output*. Untuk pin nomor 15-16 berfungsi sebagai *backlight*.

2.7 Node-RED

Node-RED adalah sebuah *tool* (alat) yang ampuh untuk membangun aplikasi *Internet of Things* (IoT) dengan fokus pada penyederhanaan *wiring*

together dari blok kode untuk melakukan tugas. Node-RED menggunakan pendekatan pemrograman visual yang memungkinkan pengembang untuk menghubungkan blok kode yang telah ditetapkan, yang dikenal sebagai node, bersama-sama untuk melakukan tugas. Node yang terhubung biasanya terdiri dari kombinasi node input, node pemrosesan dan *output* node yang terhubung membentuk *flow*.

2.8 Telegram



Aplikasi Telegram berfungsi seperti SMS (*Short Message Service*) dan *e-mail* yang telah digabungkan. Pengguna dapat mengirim pesan, gambar, video dan *file* dari berbagai jenis (doc, zip, mp3, dan lain-lain) kepada orang-orang yang berada dalam kontak *handphone* yang mempunyai akun Telegram. Aplikasi Telegram tidak hanya digunakan untuk *smartphone*, tapi juga ada versi desktop sehingga memudahkan pengguna berinteraksi dan mengirim pesan. Telegram memiliki *bot* yang dapat digunakan untuk menjalankan perintah secara otomatis. *Bot* ini merupakan program yang berjalan disisi *server* dan untuk mendapatkan informasi dengan cara menggunakan *Telegram Client* yang telah terpasang pada perangkat *mobile* admin *server*. Penggunaan *Telegram Client* berfungsi sebagai antarmuka yang menampilkan informasi tertentu.

Agar *bot* dapat bekerja dengan maksimal, diperlukan akses internet yang baik untuk menghubungkan semua komponen sampai pada *server* *Telegram*. Terdapat *BotFather* yang tersedia pada *Telegram* untuk menciptakan bot sendiri yang dijadikan sebagai akun penerima informasi. Jika

bot telah berhasil dipasang, maka *bot* akan mengirimkan *token API* pada Telegram. *Token* akan dihubungkan menggunakan pemrograman PHP dan dimanfaatkan untuk menghubungkan *Telegram* dengan *App Interface* untuk dapat menerima informasi apabila terdapat instruksi.

2.9 Konsep Dasar Mikrokontroler

2.9.1 Definisi Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan sebuah sistem komputer fungsional dalam sebuah *chip*. Mikrokontroler umumnya terdiri dari *Central Processing Unit* (CPU), memori, I/O dan *Analog-to-Digital Converter* (ADC) sebagai unit pendukung yang sudah terintegrasi di dalamnya. Mikrokontroler merupakan suatu sistem komputer yang dikemas dalam IC, sebelum digunakan harus diisi suatu program atau perintah terlebih dahulu sehingga mikrokontroler hanya dapat berjalan bila telah diisi suatu perintah atau program terlebih dahulu.

Mikroprosesor adalah suatu *chip* (rangkaian terintegrasi yang sangat kompleks) yang berfungsi sebagai pemroses data dari *input* yang diterima pada suatu sistem digital. Mikroprosesor banyak ditemukan pada komputer khususnya *Central Processing Unit* (CPU) yang berfungsi untuk memproses data dan mengkoordinasikan kerja sebuah komputer. Secara fisik mikroprosesor tidak dapat bekerja sendiri tanpa didukung oleh perangkat tambahan lainnya seperti, RAM, ROM atau I/O.

Adapun mikrokontroler sering disebut sebagai komputer mikro (*microcomputer*) karena dapat bekerja layaknya komputer namun secara fisik

ukurannya kecil. Mikrokontroler merupakan komputer yang terdapat *chip* di dalamnya digunakan untuk mengontrol peralatan elektronik.

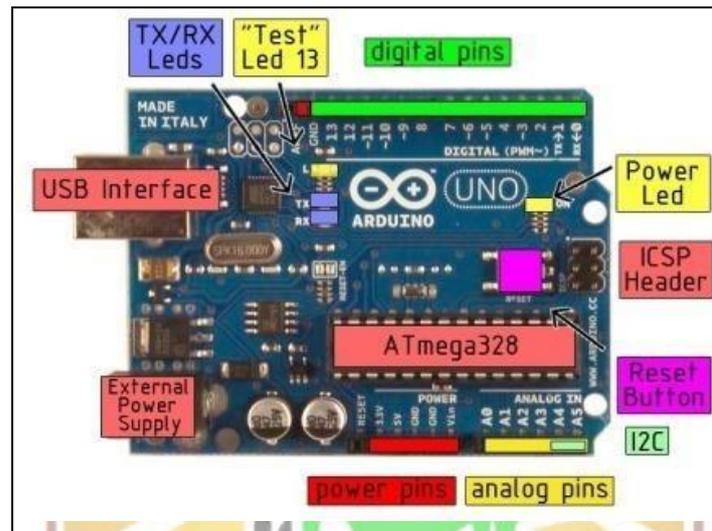
2.10 Mikrokontroler Arduino Uno R3

Mikrokontroler adalah suatu sistem mikrokomputer yang berbentuk sekeping silikon tunggal (*a single silicon chip*) yang berkerja sebagai aplikasi pengendali dan bagian dalamnya telah terintegrasi dengan bagian-bagian utama pembangun dari sebuah komputer. Bagian-bagian tersebut adalah mikroprosesor (*Central Processing Unit, CPU*), memori data (*Read Only Memory, ROM*), memori program (*Random Access Memory, RAM*), port masukan/keluaran (*I/O port*), dan rangkaian pengendali (*the control unit*) (Ibrahim, 1999).

Mikrokontroler sangat sering digunakan untuk pusat kendali atau basis dalam suatu sistem elektronik digital. Cara kerja mikrokontroler melalui tiga tahapan, yang pertama menerima data/sinyal masukkan digital melalui *port* masukan (*input port*), yang kedua memproses data lalu menyimpan hasilnya di dalam memory internal, yang terakhir mengeluarkan data hasil proses melalui *port* keluaran (*output port*).

Arduino Uno R3 adalah sebuah single-board mikrokontroler berbasis Atmega328 yang memiliki 14 pin input / output, yang terdiri dari 6 pin yang digunakan untuk output berupa PWM dan 6 input yang bersifat analog, *crystal* osilator 16 MHz, koneksi USB, *jack power*, kepala ICSP dan tombol *reset*. Arduino bersifat *open source*, turunan dari *wiring platform*, dan dirancang untuk mempermudah pengguna elektronik di berbagai bidang. Perangkat kerasnya

memiliki prosesor AtmelAVR dan perangkat lunaknya memiliki bahasa pemrograman sendiri yang memiliki kemiripan Syntax dengan Bahasa Pemrograman C. Bentuk fisik arduino dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Arduino Uno
(Sumber: Arduino Uno, 2018)

2.11 Bahasa Pemrograman C

Bahasa C dikembangkan oleh Dennis Ritchie di Laboratorium Bell (USA) sekitar tahun 1972. Bahasa C merupakan bahasa tingkat menengah yang sering digunakan untuk pembuatan aplikasi *interfacing* mikrokontroler maupun komputer. Bahasa ini disebut bahasa tingkat menengah karena di beberapa pemrograman yang berhubungan dengan perangkat keras atau peralatan komputer terlebih dahulu harus mengetahui bahasa *Assembly* terlebih dahulu. Beberapa kelebihan bahasa C adalah sebagai berikut:

1. Bahasa C termasuk sebagai bahasa yang terstruktur sehingga program dapat lebih mudah dipahami dan dikembangkan.
2. Bahasa C lebih mudah dimengerti karena lebih mirip dengan bahasa manusia.
3. Kecepatan eksekusi tinggi.
4. Mengenal data *pointer*

Kelemahan bahasa C adalah sebagai berikut (Ary dan Wisnu, 2008):

1. Banyaknya operator atau cara penulisan program yang menimbulkan kebingungan terhadap pengguna nya.
2. Perlunya ketelitian dalam penulisan program karena perintah (*statement*) dalam Bahasa C bersifat *care sensitive* (huruf kapital dan huruf kecil dibedakan)

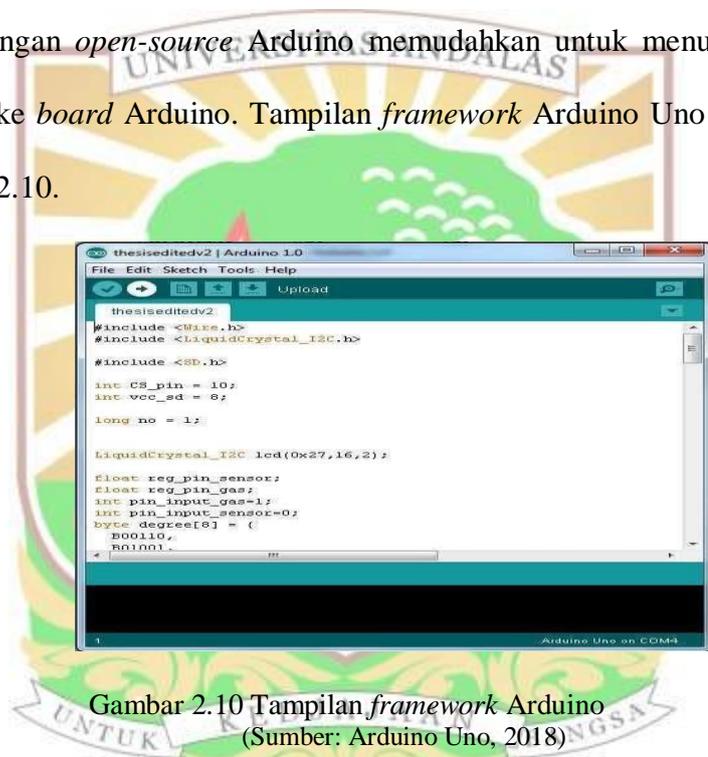
Pembuatan bahasa pemrograman untuk Arduino Uno R3 dapat dilakukan melalui *software* Arduino IDE 1.6.6. *Software* berfungsi menetik kode-kode program, meng-*compile* program dan meng-*upload* program. Tiga proses dalam membentuk sebuah program yaitu menulis kode program, mengkomplikasi kode program dan proses *linking*. Proses ini dilakukan secara internal setelah selesai proses komplikasi. Contoh penggunaan bahasa C yaitu:

1. *Operating system*, seperti Linux.
2. Mikrokontroler, seperti *automobile* atau pesawat.
3. *Embedded processor*, seperti HP, *portable electronic*.
4. *DSP processor*, seperti audio digital dan TV *systems*.

2.12 Perangkat Lunak (Arduino IDE)

Arduino Uno dapat diprogram dengan perangkat lunak Arduino. Pilih Arduino Uno dari *tool* lalu sesuaikan dengan mikrokontroler yang digunakan. Pada Arduino Uno memiliki *bootloader* untuk meng-*upload* program baru tanpa menggunakan *hardware* eksternal. Komunikasi pada Arduino IDE menggunakan protokol Bahasa C.

Lingkungan *open-source* Arduino memudahkan untuk menulis kode dan meng-*upload* ke *board* Arduino. Tampilan *framework* Arduino Uno dapat dilihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10 Tampilan *framework* Arduino
(Sumber: Arduino Uno, 2018)

2.13 Perhitungan Pembayaran Air di PDAM Kota Padang

Implementasi alat untuk pembacaan jumlah konsumsi air PDAM mengacu pada pelanggan PDAM di Kota Padang dengan Golongan Non Niaga (NA) untuk Rumah Tangga A. Pada golongan Rumah Tangga A digunakan instalasi pipa ukuran diameter $\frac{1}{2}$ inch dengan biaya beban setiap bulan sebesar Rp. 7.000. Tarif

air PDAM untuk golongan Non Niaga (NA) untuk Rumah Tangga A ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Tarif air PDAM untuk rumah tangga A

No.	Pemakaian (m ³)	Harga
1.	0-10	Rp. 1.900
2.	11-20	Rp. 2.800
3.	21-30	Rp. 3.400
4.	>30	Rp. 4.100

(Sumber: PDAM Kota Padang, 2020)

