

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Bilangan Reynold

Bilangan Reynold merupakan bilangan tak berdimensi yang digunakan untuk menganalisis jenis aliran fluida yang secara umum dibagi ke dalam tiga kategori yaitu laminar, transisi, dan turbulen (Dipta, 2012). Bilangan Reynold merupakan perbandingan antara gaya inersia dan gaya viskos yang secara sistematis dapat ditulis dalam persamaan berikut.

$$Re = \frac{\rho V D}{\mu} = \frac{V D}{\nu} \quad (2.1)$$

Dimana:

ρ = massa jenis fluida (kg/m³)

V = laju fluida (m/s)

D = diameter penampang pipa (m)

μ = viskositas dinamik fluida (kg/m/s)

ν = viskositas kinematik (m²/s)

Jumlah Reynold dapat menentukan aliran laminar atau turbulensi dari aliran dengan menghitung parameter aliran yang diketahui. Jumlah Reynolds tergantung pada laju aliran rata-rata dan nilai diameter pipa dalam perhitungan aliran internal. Terdapat 3 jenis profil aliran yang dapat ditentukan dari besarnya Bilangan Reynold. Untuk bilangan Reynold kurang dari 2000 maka aliran dalam keadaan laminar, molekul cair mengalir secara teratur dengan mengikuti garis aliran. Pada bilangan Reynold 2000 hingga 4000 merupakan profil aliran transisi adalah aliran antara kondisi laminar dan turbulensi, biasanya dalam hal ini, aliran bervariasi antara sementara dan turbulensi sebelum memasuki area turbulensi penuh. Sedangkan pada bilangan Reynold dengan besar lebih dari 4000 maka aliran masuk dalam kondisi turbulensi terjadi ketika molekul cair mengalir secara acak tanpa mengikuti garis aliran (Mahatma, 2013).

2.2. Sistem Distribusi Air Bersih

Sistem distribusi air merupakan sebuah sistem yang menyalurkan atau membagikan air dari penampungan air ke daerah konsumen. Sistem ini dibuat untuk memenuhi kebutuhan air bersih yang sesuai untuk dikonsumsi. Dalam sistem pasokan air bersih terdapat beberapa hal penting yang harus diperhatikan diantaranya yaitu kualitas air yang akan digunakan, sistem pasokan air yang akan didistribusikan, tingkat polusi air dalam sistem, laju aliran dalam pipa, kecepatan, dan tekanan air. Sistem jaringan pipa merupakan komponen utama dari sistem distribusi air bersih. Hal-hal yang terjadi pada sistem jaringan pipa seperti erusakan pipa atau komponen lainnya, kebocoran jumlah energi yang hilang dan penurunan layanan pasokan air bersih untuk konsumen merupakan permasalahan yang sering terjadi pada sistem jaringan perpipaan (Mananoma, dkk, 2016).

2.3. Pipa

Untuk terbentuknya sistem distribusi air bersih maka diperlukan adanya peralatan penyedia air bersih berupa peralatan yang dipasang untuk menyediakan air bersih dan menyalurkan air ke pemukiman. Pipa merupakan suatu peralatan penyedia air bersih yang digunakan untuk transportasi fluida. Pipa PVC merupakan salah satu jenis pipa yang digunakan pada sistem distribusi air. Pipa tersebut terbuat dari bahan gabungan material vinyl plastic sehingga menghasilkan pipa yang kuat, ringan, tidak berkarat, viskositas bagian dalamnya tinggi dan banyak digunakan untuk instalasi pipa air bersih. Terdapat beberapa faktor yang perlu diperhatikan untuk menentukan jenis dan diameter pipa yang akan digunakan diantaranya yaitu debit dan kecepatan aliran. Adapun persamaannya sebagai berikut:

$$v = \frac{Q}{A} \quad (2.2)$$

Dimana:

Q = Debit (m³/s)

A = Luas Penampang (m²)

V = Kecepatan Aliran (m/s)

Persamaan kontinuitas merupakan suatu persamaan yang digunakan dalam fluida dinamis dan merupakan hasil dari prinsip kekekalan massa. Persamaan kontinuitas mendefinisikan bahwa besarnya debit aliran memiliki nilai yang konstan atau sama pada semua titik. Sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai debit aliran yang mengalir pada dimensi tertentu di penampang satu sama besarnya dengan debit aliran yang mengalir pada dimensi tertentu di penampang kedua (Shidqi & Anggaryani, 2020). Secara matematis dapat dinyatakan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q = \frac{\pi(D1)^2}{4}v1 = \frac{\pi(D2)^2}{4}v2 = \dots \quad (2.3)$$

Dimana:

Q = Debit (m³/s)

D1 = Diameter Penampang 1 (m²)

V1 = Kecepatan Aliran Penampang 1 (m/s)

D2 = Diameter Penampang 2 (m²)

V2 = Kecepatan Aliran Penampang 2 (m/s)

Air yang mengalir dalam pipa dapat menyebabkan beberapa kerugian yang terjadi pada sistem distribusi air. kerugian terdiri atas kerugian gesek di dalam pipa dan kerugian di dalam belokan, reducer, katup dan sebagainya.

a. *Mayor Head Looses*

Mayor Head Looses merupakan gesekan antar fluida yang terjadi di sepnajng dinding pipa atau terjadinya perubahan kecepatan pada fluida yang mengalir dalam pipa. untuk menghitung besarnya kerugian yang diakibatkan oleh gesekan dalam pipa maka diperlukan penentuan jenis profil aliran yang mengalir berupa aliran laminar dan turbulen. Kerugian energi mekanik fluida tersebut dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$h_f = f \cdot \frac{L \cdot v^2}{D \cdot 2g} \quad (2.4)$$

Dimana:

h_f = penurunan tekanan (m)

L = panjang pipa (m)

D = diameter pipa (m)

f = koefisien gesekan pipa

V = kecepatan aliran fluida (m/s)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

b. Minor Head Looses

Selain mayor head losses terdapat pula minor head losses pada suatu jalur sistem perpipaan yang disebabkan oleh perubahan geometri pada sistem perpipaan seperti adanya perubahan ukuran pipa, banyaknya belokan-belokan, berbagai jenis sambungan yang ada pada pipa seperti reducer dan katup. Besarnya kerugian minor akibat adanya kelengkapan pipa dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$h = \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g} \quad (2.5)$$

Dimana:

h = kerugian energi karena perubahan penampang (m)

V_1 = Kecepatan Aliran Penampang 1 (m/s)

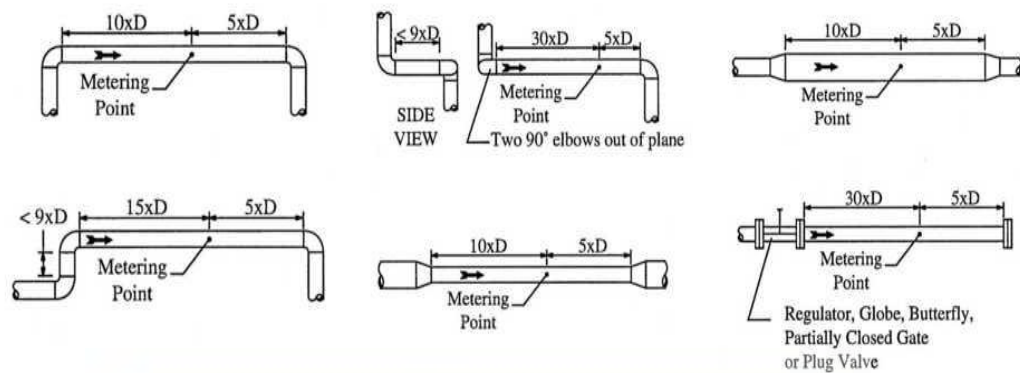
V_2 = Kecepatan Aliran Penampang 2 (m/s)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

2.4. Instalasi Pemasangan Pipa

Penggunaan instalasi panjang diameter pipa pada flow meter sebelum dan sesudahnya merupakan salah satu cara agar mendapatkan profil aliran yang sesuai sehingga dapat memperkecil faktor eror pada saat pengukuran.

Persyaratan pemasangan aliran yang umum digunakan adalah penggunaan panjang pipa sebesar 10D pada saat sebelum dan 5D sesudah pengukuran yang dilakukan oleh flow meter. Namun untuk kondisi seperti adanya elbow dengan panjang dimensi tertentu maka pemasangan pipa yang digunakan sebelum flow meter memiliki panjang diameter yang mencapai 30D. Untuk mendapat aliran yang seragam maka syarat pemasangan instalasi pipa dapat dijelaskan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Instalasi *flow* Meter

2.5. Jaringan Pipa Sistem *Branch* (Sistem Cabang)

Jaringan pipa digunakan untuk menyalurkan aliran air dari reservoir ke konsumen. pada jaringan distribusi ini disepanjang perpipaannya merupakan aliran pipa yang bertekanan yang digunakan dan dihubungkan menggunakan sambungan untuk sampai ke konsumen. Jaringan pipa bercabang merupakan merupakan salah satu jenis jaringan pipa yang digunakan dalam sistem distribusi air dengan aliran air yang mengalir dari satu arah ke titik akhir pada setiap ujung pipa di daerah konsumen. Sistem jaringan pipa bercabang ini dapat dikatakan sangat sederhana karena kemudahannya rekontruksi pemasangan serta menentukan dimensi pipa yang digunakan. Sistem jaringan pipa ini digunakan pada daerah perkembangan kota dengan arah memanjang, sarana jaringan jalan tidak saling berhubungan dan keadaan topografinya dengan kemiringan medan yang menuju satu arah (BPSDM, 2018).

2.6. *flow* Sensor

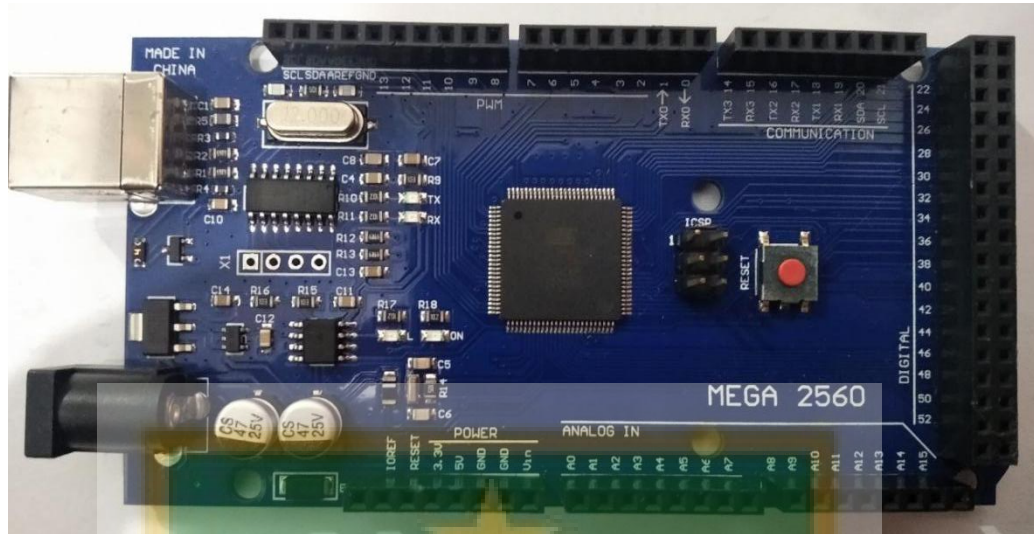
Flow aensor merupakan alat pengukur yang digunakan untuk mengukur laju aliran atau volume cairan yang mengalir pada pipa tertutup. Sensor yang digunakan pada penelitian ini terbuat dari bahan plastik berdiameter 1/2 "dan 3/4" yang bekerja pada range tegangan antara 5-15 volt dan dapat mengukur laju pada aliran mulai 0,085 L/m hingga 0,85 L/m. Adapun prinsip kerja yang digunakan pada flow sensor ini bergantung pada terdeteksi atau tidaknya medan magnet aau dapat disebut *hall effect*. Ketika melewati turbin cair, turbin akan berputar dan menghasilkan medan magnet dari magnet dalam turbin. Semakin cepat rotasi

turbin, maka akan semakin banyak medan magnet yang terdeteksi dan sinyal kotak yang dihasilkan akan semakin banyak. Begitupun sebaliknya, semakin lambat rotasi turbin, semakin sedikit sinyal kotak yang dihasilkan dari terbaca atau tidaknya medan magnet. Sinyal kotak ini nantinya akan dikonversi menjadi tegangan dan dikirim ke mikrokontroler untuk menjadi sebuah data yang dapat dibaca berupa debit dan volume fluida.

2.7. Arduino Mega

Arduino Mega adalah sebuah mikrokontroler yang berfungsi sebagai otak yang dapat memproses dan mempublikasikan tindakan untuk suatu proses. Arduino ini dapat digunakan sebagai panel yang mampu membaca input dan mengaktifkan sensor, mengaktifkan mesin, mengatur LED, dan mengubah sesuatu secara online. IC Mikrokontroler merupakan bagian penting dari Arduino Mega yang berfungsi seperti komputer karena memiliki CPU, RAM atau ROM. Arduino Mega tidak sama dengan tipe mega Arduino sebelumnya karena antara USB dan port serial memiliki penggunaan fitur ATmega8u2 IC. Sedangkan untuk seri sebelumnya digunakan chip FTDI USB-serial.

Arduino dapat diaktifkan menggunakan koneksi USB atau menggunakan catu daya eksternal (otomatis). Persyaratan daya yang disarankan untuk papan mega adalah 7 volt hingga 12 volt. Daya eksternal (non-USB) dapat berasal dari AC-Adapter-DC atau baterai. Adaptor ini dapat dihubungkan menggunakan jack plug positif 2,1 mm. Ujung kepala baterai dapat dimasukkan ke kepala GND dan Vin pim dari konektor daya. Jika kurang dari 7 volt diberikan, tidak memenuhi daya untuk arduino dapat beroperasi secara penuh dan ketika lebih dari 12 volt diberikan dapat menyebabkan Arduino mega panas dan rusak.

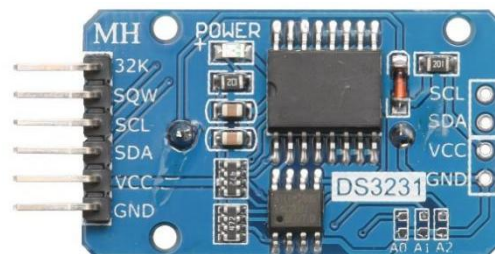


Gambar 2.2 Arduino Mega

Untuk menggunakan Arduino Mega, diperlukan Aplikasi berupa Arduino IDE (Integrated Development Environment) yang merupakan sebuah *software* yang berfungsi untuk mengembangkan aplikasi mikrokontroler mulai dari menulis program, mengunggah kompilasi, hasil kompilasi dan penunjukkan data pada *serial monitor* (Kurniawan & Etika, 2019).

2.8. Modul RTC (*Real Time Clock*) DS3231

RTC merupakan sebuah modul dengan fungsi representasi digital secara real-time. I2C atau dua antarmuka yang digunakan pada modul ini yaitu rentang input VCC antara 2.3V dan 5.5V, pin SDA dan SCL. RTC juga menggunakan EEPROM AT24C32 sebagai baterai cadangan dan chip memori yang berkapasitas 32K untuk menyimpan data yang merupakan aplikasi terbaik untuk fitur pencatatan data harian dengan sensitivitas waktu yang lebih tinggi (Faudin, 2017).



Gambar 2.3 RTC DS3231

2.9. CFD

Computational Fluid Dynamic (CFD) adalah sekumpulan metodologi yang membantu memahami dan mengimplementasikan hasil teori dan eksperimen menggunakan komputer yang dapat melakukan simulasi aliran fluida, perpindahan panas reaksi kimia dan fenomena aliran lainnya. Penggunaan CFD mampu menghasilkan prediksi kualitatif dan dalam informasi kuantitatif juga. Hasil dari simulasi yang akurat sangat berguna dalam desain yang akan dibuat. CFD dapat membuat berbagai macam prediksi dengan mengubah variable yang akan diuji. Hasil dari CFD dapat ditampilkan secara visual dalam simulasi aliran fluida maupun dalam grafik (Risman, 2021).

2.10. Penelitian Terdahulu

Penelitian yang telah dilakukan oleh Rega dan Edi (2017) terkait analisa pengaruh variasi diameter pipa tekan PVC pada pompa aksial untuk kecepatan gaya dorong air. Variasi diameter yang digunakan pada penelitian ini yaitu 1", 3/4" dan 1/2" untuk melihat adanya pengaruh diameter pipa terhadap aliran. Hasil dari penelitian ini yaitu terjadinya *head losses* dalam proses pengaliran di pipa pada tekanan pompa.

Pramadhony, dkk (2018) melakukan penelitian terkait Analisa CFD Pengaruh Lokasi Pemasangan *flow straightener* bersudut 45° Terhadap Pembacaan *flow* Meter. Penelitian tersebut dilakukan untuk menunjang produksi yang efisien dengan melakukan pengondisian aliran berupa pemasangan *straightener* bersudut 45° pada *flow* meter untuk mencapai profil aliran yang bebas dari adanya aliran pusar dan turbulensi sehingga dapat menjaga akurasi pembacaan *flow* meter. Hasil penelitian menunjukkan *flow straightener* bersudut 45° secara efektif mampu mereduksi aliran berpusar serta pembacaan akurasi *flow* meter terbaik pada posisi pemasangan *flow straightener* dengan jarak 3D dari elbow.

Adapun penelitian yang dilakukan Cyntia dan Laxsmana (2021) dalam Jurnal Politeknik Caltex Riau melakukan penelitian berupa perancangan untuk monitoring penggunaan air PDAM berbasis IoT. Dari penelitian tersebut

dihasilkan sistem yang dapat memonitoring kualitas dan penggunaan air PDAM menggunakan sensor turbidity dan Sensor water *flow* yang kemudian diproses oleh arduino Mega menghasilkan data dan dikonversi ke besarnya biaya penggunaan air. Data tersebut disimpan dalam SD card dan dapat diakses maelalui smartphone. Pembacaan error pada Sensor water *flow* dalam penelitian ini sebesar 1,6%.

Penelitian dengan judul Implementasi Sistem Monitoring Penggunaan Air Minum Pada Multiple Dispenser Berbasis IoT yang dilakukan oleh Ryan dan Pinrolivic (2021) menghasilkan perancangan alat menggunakan modul RFID, ESP32, sensor proximity dan servo motor MG90S sebagai penggerak buka dan tutup kran dispenser secara otomatis penelitian tersebut menghasilkan sistem dapat meningkatkan efektifitas dalam melakukan pemerataan penggunaan air minum secara real time dengan percent error 0,045%.

Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Nidar dan Imam (2020) dengan judul Sistem Monitoring Penggunaan Debit Air Konsumen Di Perusahaan Daerah Air Minum Secara Real Time Berbasis Arduino Mega yang bertujuan merancang dan membuat sistem monitoring penggunaan debit air konsumen secara real rime berbasi arduino Mega untuk memudahkan konsumen membaca penggunaan air PDAM, tarif tagihan, waktu, tanggal secara real time dan fleksibel. Pada penelitian digunakan water *flow* sensor YF-S201 dengan penyimpangan mencapai 0,84%. Data yang dihasilkan dikirim ke *Thingspeak* sehingga memudahkan petugas PDAM melakukan pemantauan penggunaan air secara *real time* dari jarak jauh.

Indra dan Ilham (2019) telah membuat alat pada penelitiannya yang berjudul “Sistem Monitoring Supply Air pada Alat Hemodialisa berbasis Arduino Mega Atmega 328”. alat pada penelitian ini berupa prototipe yang memiliki penunjukan tampilan keluaran kecepatan debit air pada LCD. Sensor yang digunakan dalam penelitian tersebut berupa *water flow sensor* G1/2 dengan mikrokontroler ATMega328. Besar debit yang dihasilkan dari pembuatan modul alat monitoring supply air pada alat hemodialisa yaitu pada saat *flow rate*-nya 5,5 ml/dt dengan frekuensi 24,9 Hz, 10,4 ml/dt dengan frekuensinya 46,9 Hz, dan

15,5 ml/dt dengan frekuensi 69,8 Hz. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin besar *flow rate* maka semakin besar pula frekuensinya.

