

Telemetri FLOWMETER MENGGUNAKAN RF MODUL 433MHZ BERBASIS ARDUINO

Frima Setyawan, Ahmadan Ainul Fikri, Ahmad Nur
Fuad, Rahmat Rohim, Rifky Firmansyah
Jurusan Teknik Elektro – Fakultas Teknik
Universitas Negeri Surabaya

Abstrak

Abstrak - Pada abad ke 20 ini jarak masih menjadi kendala dalam upaya mengukur dan pengambilan data. Dalam upaya efisiensi maka dibutuhkan alat pengukur jarak jauh. Salah satu metode untuk mengukur dari jarak jauh adalah menggunakan metode Telemetri. Telemetri merupakan metode untuk pengukuran suatu variabel yang dimana dalam pemantauannya dilakukan dari jarak jauh. Penggunaan telemetri dapat digunakan untuk mengirim data dari sensor flowmeter yang akan diterima oleh receiver. Penelitian ini membahas pengaruh halangan pada kerja transmitter untuk mengirim data ke receiver dan menguji keakuratan sensor flowmeter. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa jarak efektif pengiriman data bergantung pada halangan, jarak tempuh paling jauh adalah saat tanpa halangan, kemudian berkurang saat ada halangan, dan akan berkurang lagi saat salah receiver ataupun transmitter diletakkan pada ruangan tertutup. Dan untuk keakuratan sensor, persentase keakuratan yang rendah pada saat arus air yang lambat, dan sebaliknya persentase keakuratan yang tinggi diperoleh saat arus air yang cepat. Berdasarkan penelitian yang kami tuangkan pada jurnal ini, pengukuran aliran air menggunakan RF Modul 433MHz berbasis Arduino bisa mengukur aliran air pada jarak mencapai 35meter dengan rata-rata error yang hanya 4,1%.

Kata kunci: flowmeter, telemetri, RF modul 433MHz, variasi halangan, pengukuran

I. PENDAHULUAN

Flowmeter merupakan sensor arus air yang diameter lubang air masuknya ½ inchi mampu mengukur arus air maksimal 30 liter/menit. Flowmeter ini merupakan transducer tipe hall effect sensor, yaitu transducer yang menghasilkan tegangan output yang berubah – ubah sebagai respon terhadap perubahan medan magnet.

Output dari flowmeter ini termasuk digital yaitu Pulse Width Modulation (PWM).^[2]

Untuk microcontroller unit (MCU) digunakan 2 buah arduino. Arduino pertama digunakan untuk membaca output dari flowmeter. Kemudian output dari flowmeter diolah dalam satuan Liter/jam. Agar data dapat dikirim melalui RF modul data diolah lagi dengan cara data tersebut diencoder lalu dikirim. Setelah data diterima di sisi receiver RF modul data di decoder menggunakan arduino kedua kemudian hasil dari pengukuran yang dilakukan dari tempat berbeda bisa ditampilkan didalam komputer.

Dalam penelitian ini terdapat masalah, yaitu bagaimana pengaruh jarak dan halangan pada kerja transmitter untuk mengirim data ke receiver dan keakuratan sensor flowmeter.

Didalam penelitian ini terdapat batasan masalah, yaitu frekuensi yang digunakan untuk mentransmisikan data adalah 433MHz; encoder dan decoder menggunakan library virtualwire dan pengukuran keakuratan sensor flowmeter menggunakan botol 500ml.^[4]

II TEORI

1. Sensor Aliran Fluida (Flow Sensor)

Pengukuran aliran mulai dikenal sejak tahun 1732 ketika Henry Pitot mengatur jumlah fluida yang mengalir. Dalam pengukuran fluida perlu ditentukan besaran dan vektor kecepatan aliran pada suatu titik dalam fluida dan bagaimana fluida tersebut berubah dari titik ke titik. Pengukuran atau penyensoran aliran fluida dapat digolongkan sebagai berikut:

Pengukuran kuantitas

Pengukuran ini memberikan petunjuk yang sebanding dengan kuantitas total yang telah mengalir dalam waktu tertentu. Fluida mengalir melewati elemen primer secara berturutan dalam kuantitas yang kurang lebih terisolasi dengan secara bergantian mengisi dan mengosongkan bejana pengukur yang diketahui kapasitasnya. Pengukuran kuantitas diklasifikasikan menurut :

- Pengukur gravimetri atau pengukuran berat
- Pengukur volumetri untuk cairan
- Pengukur volumetri untuk gas

Pengukuran laju aliran

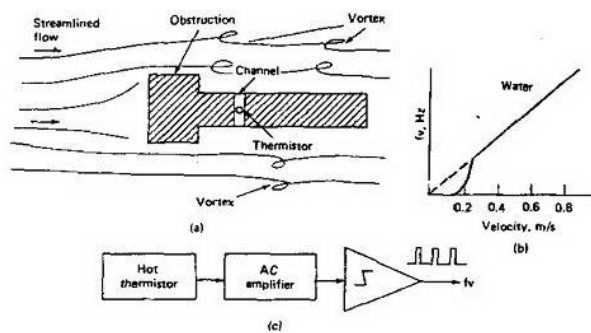
Laju aliran Q merupakan fungsi luas pipa A dan kecepatan V dari cairan yang mengalir lewat pipa, yaitu:

$$Q = A \cdot V$$

tetapi dalam praktek, kecepatan tidak merata, lebih besar di pusat. Jadi kecepatan terukur rata-rata dari cairan atau gas dapat berbeda dari kecepatan rata-rata sebenarnya. Gejala ini dapat dikoreksi sebagai berikut:

$$Q = K \cdot A \cdot V$$

di mana K adalah konstanta untuk pipa tertentu dan menggambarkan hubungan antara kecepatan rata-rata sebenarnya dan kecepatan terukur. Nilai konstanta ini bisa didapatkan melalui eksperimen.



Gambar 1 : Vortex shedding flowmeter, (a) flowmeter geometry, (b) response, (c) readout block diagram[3]

Pengukuran metoda diferensial tekanan

Jenis pengukur aliran yang paling luas digunakan adalah pengukuran tekanan diferensial. Pada prinsipnya beda luas penampang melintang dari aliran dikurangi dengan yang mengakibatkan naiknya kecepatan, sehingga menaikkan pula energi gerakan atau energi kinetis. Karena energi tidak bisa diciptakan atau dihilangkan (Hukum perpindahan energi), maka kenaikan energi kinetis ini diperoleh dari energi tekanan yang berubah.

Lebih jelasnya, apabila fluida bergerak melewati penghantar (pipa) yang seragam dengan kecepatan rendah, maka gerakan partikel masing-masing umumnya sejajar disepanjang garis dinding pipa. Kalau laju aliran meningkat, titik puncak dicapai apabila gerakan partikel menjadi lebih acak dan kompleks. Kecepatan kira-kira di mana perubahan ini terjadi dinamakan kecepatan kritis dan aliran pada tingkat kelajuan yang lebih tinggi dinamakan turbulen dan pada tingkat kelajuan lebih rendah dinamakan laminar. Kecepatan kritis dinamakan juga angka Reynold, dituliskan tanpa dimensi:

$$R_D = \frac{D \cdot \rho \cdot V}{\mu}$$

di mana :

D = dimensi penampang arus fluida, biasanya diameter

ρ = kerapatan fluida

V = kecepatan fluida

μ = kecepatan absolut fluida

Batas kecepatan kritis untuk pipa biasanya berada diantara 2000 dan 2300.

Pengukuran aliran metoda ini dapat dilakukan dengan banyak cara misalnya: menggunakan pipa venturi, pipa pitot, orifice plat (lubang sempit), turbine flow meter, rotameter, cara thermal, menggunakan bahan radio aktif, elektromagnetik, ultrasonic dan flowmeter gyro. Cara lain dapat dikembangkan sendiri sesuai dengan kebutuhan proses.

Dalam penelitian ini menggunakan YF-S201 Hall Effect Water Flowmeter



Gambar 2 : Sensor flowmeter YF-S201[2]

Sensor ini diletakkan pada pipa air dan terdapat kincir yang mengukur seberapa banyak air yang melaluinya. Didalamnya terdapat magnetic hall effect sensor dengan output pulsa setiap putarannya. Hall effect sensor ditempatkan diluar pipa sensor dimana agar hall effect sensor tetap aman.

Sensor ini terdapat 3 kabel : merah (5-24 VDC), hitam (ground) dan kuning (hall effect output). Dengan menghitung pulsa dari output sensor bisa didapat data arus air. Setiap pulsa sekitar 2.25 mililiter. Tetapi laju pulsa akan dipengaruhi oleh arus air, tekanan air dan orientasi sensor.

Sinyal pulsa output merupakan gelombang persegi dan bisa dikonversi menjadi liter/menit menggunakan rumus :

$$\frac{\text{frekuensi pulsa (Hz)}}{7.5} = \text{arus air (liter/menit)}$$

Tabel 1. Spesifikasi Flow Sensor YF-S201

| | |
|------------------|--------------------|
| Model | YF-S201 |
| Tipe sensor | Hall Effect |
| Tegangan kerja | 5-18V DC |
| Max arus | 15mA @ 5V |
| Tipe Output | 5V TTL |
| Laju air | 1 – 30 liter/menit |
| Range temperatur | -25 s/d +80°C |
| Range kelembapan | 35% s/d 80% RH |
| keakuratan | ±10% |
| Max tekanan air | 1.0 Mpa |
| Pulsa per liter | 450 |
| Durabilitas | 300,000 cycles |
| Penghubung pipa | ½” |

2. Arduino Uno R3

Untuk MCU (microcontroller unit) menggunakan arduino uno R3. Arduino digunakan untuk membaca outputan flowmeter kemudian mengolahnya agar bisa ditransmisikan menggunakan RF modul 433MHz.



Gambar 3 : Arduino Uno R3[1]

Arduino uno adalah microcontroller berbasis Atmega328P. Mempunyai 14 digital input/output (dimana 6 diantara bisa digunakan sebagai PWM output), 6 analog input, 16MHz crystal, koneksi usb, jack power, ICSP header dan tombol reset. Arduino uno memuat semua yang dibutuhkan untuk mendukung microcontroller; mudah dihubungkan dengan komputer menggunakan kabel USB atau untuk menhidupkannya menggunakan AC/DC adapter atau baterai.

Tabel 2. Spesifikasi Atmega328P

| | |
|------------------------------|------------|
| Mikrokontroler | Atmega328P |
| Tegangan kerja | 5V |
| Tegangan input (rekomendasi) | 7-12V |
| Tegangan input (batas) | 6-20V |
| Pin I/O digital | 14 |
| Pin I/O digital PWM | 6 |

| | |
|------------------------|------------------|
| Pin input analog | 6 |
| Arus DC per pin I/O | 20mA |
| Arus DC untuk pin 3.3V | 50mA |
| Flash memory | 32KB(Atmega328P) |
| SRAM | 2KB(Atmega328P) |
| EEPROM | 1KB(Atmega328P) |
| Clock Speed | 16MHz |

3. RF modul 433 MHz

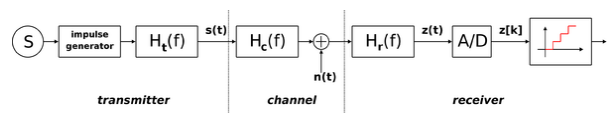
RF Modul (modul frekuensi radio) adalah perangkat elektronik yang digunakan untuk mengirim atau menerima sinyal radio antara dua perangkat. RF Modul yang paling sering digunakan untuk aplikasi pembuka garasi, sistem alarm nirkabel, remote kontrol, aplikasi sensor pintar, dan sistem otomasi rumah nirkabel.

RF modul yang digunakan adalah RF Modul 433MHz MX-FS-03V & MX-05.



Gambar 4 : RF modul 433MHz MX-FS-03V & MX-05[4]

Terdapat 2 komponen yaitu transmitter modul dan receiver modul yang menggunakan modulasi ASK. Amplitudo-shift keying (ASK) merupakan bentuk modulasi amplitudo yang mewakili data digital sebagai variasi amplitudo gelombang pembawa. Dalam sebuah sistem ASK, simbol biner 1 diwakili oleh transmisi tetap amplitudo gelombang pembawa dan frekuensi tetap untuk durasi sedikit T detik. Jika nilai sinyal 1 maka sinyal pembawa akan dikirimkan; sebaliknya, nilai sinyal 0 akan dikirim.



Gambar 5 : Diagram ASK[6]

Tabel 3.1 Spesifikasi MX-05V

| | |
|---------------------|-----------|
| Receiver Modul | MX-05V |
| Tegangan kerja | 5V DC |
| Arus quiescent | 4mA |
| Frekuensi receiver | 433.92MHz |
| Sensivitas receiver | -105dB |

| | |
|-------|----------|
| Pin 1 | Ground |
| Pin 2 | RX Data |
| Pin 3 | RX Data |
| Pin 4 | VCC (5V) |

Tabel 3.2 Spesifikasi MX-FS-03V

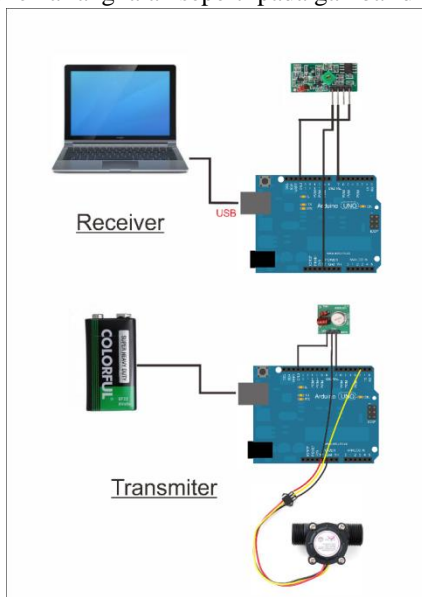
| | |
|--------------------|-------------------------------------|
| Transmitter Modul | MX-FS-03V |
| Jarak transmisi | 20-200m (tergantung tegangan input) |
| Tegangan kerja | 3.5-12V DC |
| Max laju transmisi | 4Kb/s (4000 bits per second) |
| Daya transmisi | 10mW |
| Frekuensi emisi | 433MHz |
| Pin 1 | Ground |
| Pin 2 | VCC (3.5 – 12V) |
| Pin 3 | TX Data |

III. PERANCANGAN SISTEM

a. Menyiapkan Perangkat

Menyiapkan perangkat adalah merangkai setiap bagian menjadi satu. Untuk percobaan telemetri ini dibutuhkan perangkat transmitter dan receiver. transmitter terdiri dari sensor flowmeter sebagai variabel akan akan dipantau kemudian mikrokontroller arduino uno yang pertama sebagai membaca data dari sensor dan mengolahnya untuk dikirim melalui modul transmitter MX-FS-03V. Bagian receiver terdiri dari receiver modul yang akan menerima data kemudian diolah di mikrokontroller arduino uno kedua yang kemudian akan didisplay pada laptop.

Untuk skema rangkaian seperti pada gambar di bawah



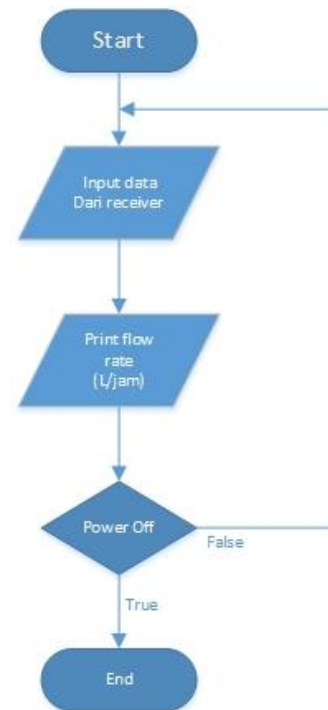
Gambar 6 : Skema Rangkaian transmitter & receiver
Sumber : Dokumen Pribadi

Untuk bagian transmitter dimulai dari sensor flowmeter yang mempunyai 3 pin. Pertama pin merah sensor yaitu VCC dihubungkan dengan 5V pada arduino, kedua pin hitam yaitu ground dihubungkan ground pada arduino, dan yang terakhir pin kuning yaitu output dihubungkan dengan pin digital I/O (2) arduino dikarenakan pada arduino uno fitur external interrupt terdapat pada pin 2 dan 3. External interrupt adalah Pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu interrupt pada nilai rendah, naik(raising) atau falling edge, atau perubahan nilai. Interrupt yang digunakan untuk membaca data hasil sensor adalah naik(raising). Selanjutnya modul transmitter untuk pin VCC dan Ground masing - masing dihubungkan ke 5V dan ground arduino. Untuk pin data dihubungkan ke pin digital I/O (7).

Bagian receiver, VCC dan ground modul receiver dihubungkan ke 5V dan ground arduino kedua, dan untuk pin data RX digunakan pin 3 yang dihubungkan ke pin digital I/O (7) arduino. Dan untuk memonitor data yang telah diterima arduino dihubungkan ke komputer untuk displaynya.

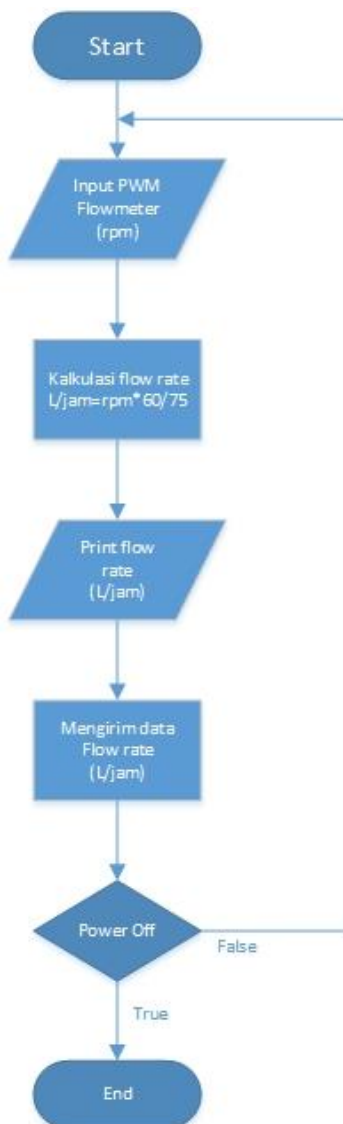
Memasang antena pada modul transmitter dan receiver berupa kabel tunggal dengan panjang 17cm.

Berikut adalah flowchart dari transmitter dan receiver :



Gambar 6 : Flowchart Receiver

Receiver :



Gambar 6 : Flowchart Transmitter

b. Prosedur Percobaan

Alat dan bahan yang akan digunakan adalah

1. Selang 1m (2 buah)
2. Kabel tie (2 buah)
3. Botol ukur 500mL
4. Stopwatch
5. Pita meter
6. Perangkat transmitter
7. Perangkat receiver

Untuk pengumpulan data perbandingan sensor dengan botol dan perbandingan jarak terhadap halangan, berikut adalah langkah – langkah untuk melakukan penelitian :

1. Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan.
2. Menghubungkan sensor ke keran menggunakan selang dan di ikat menggunakan kabel tie pada bagian sensor.
3. Menghubungkan sensor ke botol ukur 500mL menggunakan selang dan di ikat menggunakan kabel tie pada bagian sensor.
4. Menghubungkan kabel power ke arduino transmitter.
5. Mengecek kembali perangkat transmitter dan receiver sebelum pengumpulan data.
6. Untuk pengumpulan data perbandingan sensor dengan botol ukur menyiapkan stopwatch dan perangkat receiver untuk memonitor hasil sensor.
7. Membuka keran pada flow rate yang rendah.
8. Mengamati waktu yang diperlukan botol ukur tersebut penuh.
9. Mencatat waktu dan hasil pembacaan sensor dari komputer tersebut.
10. Menambah flow rate dengan membuka sedikit keran, mengulangi langkah 8 – 10 sampai pengumpulan data cukup.
11. Untuk pengumpulan data jarak terhadap halangan menyiapkan pita meter dan perangkat receiver untuk memonitor hasil sensor dan data yang diterima.
12. menjauhkan perangkat receiver tanpa halangan.
13. Mengamati perubahan yang terjadi pada data yang diterima dan mencatat hal tersebut dengan jarak yang telah ditempuh.
14. Mengulangi langkah 13 dengan halangan diantara receiver dan transmitter, selanjutnya tempatkan salah satunya didalam ruangan tertutup.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

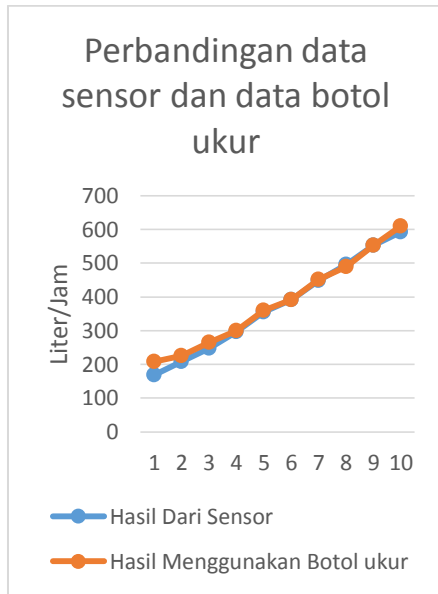
a. Hasil

Data dari hasil perbandingan sensor tanpa halangan ditabulasi dalam tabel 4 yang selanjutnya dibuatkan grafik perbandingan data sensor dengan data botol ukur, dan untuk data hasil percobaan jarak terhadap halangan ditabulasi pada tabel 5.

Tabel 4 : Data hasil perbandingan sensor dengan botol ukur (tanpa halangan)

| No. | Jarak (meter) | Hasil Dari Sensor | Waktu untuk mengisi botol 500ml (detik) | Perhitungan dalam L/jam | Error (%) |
|-----|----------------|-------------------|---|-------------------------|-----------|
| 1. | 4 | 168 | 8.65 | 208 | 19.2 |
| 2. | 8 | 208 | 8 | 225 | 7.5 |
| 3. | 12 | 248 | 6.79 | 265 | 6.4 |
| 4. | 16 | 296 | 6 | 300 | 1.33 |

| | | | | | |
|-------------------|----|-----|------|-----|------|
| 5. | 20 | 355 | 5 | 360 | 1.38 |
| 6. | 24 | 392 | 4.59 | 392 | 0 |
| 7. | 28 | 448 | 3.98 | 452 | 0.88 |
| 8. | 32 | 496 | 3.67 | 490 | 1.22 |
| 9. | 36 | 552 | 3.25 | 553 | 0.18 |
| 10. | 40 | 592 | 2.95 | 610 | 2.95 |
| Rata – rata error | | | | | 4.1 |



Grafik table 4 : Perbandingan sensor dengan botol ukur

Tabel 5.1 : Data jarak terhadap halangan diantara 2 sisi

| No. | Jarak (meter) | Perhitungan Sensor (L/jam) | Perhitungan Manual (L/jam) | Error (%) |
|-----|---------------|----------------------------|----------------------------|-----------|
| 1. | 1-6 | 354 | 370 | 4,32 |
| 2. | 7-12 | 277 | 260 | 6.5 |
| 3. | 13-18 | 407 | 399 | 2.01 |
| 4. | 19-24 | 510 | 515 | 0.97 |
| 5. | 24-30 | - | 410 | - |

Tabel 5.2 : Data jarak terhadap berbagai halangan

| | jarak efektif | Jarak kurang efektif | Jarak tidak efektif |
|--|---------------|----------------------|---------------------|
| Tanpa halangan | 0 – 36 m | 36 – 40 m | 40 m keatas |
| Halangan diantara dua sisi | 0 – 22.3 m | 22.3 – 23.6 m | 23.6 m keatas |
| Salah satu sisi didalam ruang tertutup | 0 – 17.4 m | 17.4 – 18.9 m | 18.9 m keatas |

b. Pembahasan

Dari tabel 4 untuk mendapatkan perhitungan dalam satuan liter/jam menggunakan botol ukur 500ml menggunakan rumus :

$$\frac{\text{Liter}}{\text{Jam}} = \frac{500}{\text{waktu untuk penuh}} \times \frac{3600}{1000}$$

Dan untuk mendapat nilai persentase error sensor menggunakan rumus persentase error relatif :

$$\text{error}(\%) = \frac{\text{pengukuran} - \text{sebenarnya}}{\text{sebenarnya}} \times 100\%$$

dapat diketahui bahwa, error diatas 5% didapat dari 3 data perbandingan pertama yaitu saat arus air dibawah 300 liter/jam ini dikarenakan air yang melewati sensor tidak memenuhi bagian dalam sensor sehingga keakuratan sensor pada saat itu menjadi rendah.

Dan dari data yang arus airnya diatas 300 liter/jam didapat nilai error dibawah 5%, disaat inilah tingkat keakuratan sensor menjadi tinggi dikarenakan air yang melewati sensor memenuhi bagian dalam sensor.

Untuk percobaan jarak transmisi data terhadap halangan menggunakan 3 variasi. Pertama, tanpa halangan. Kedua, terdapat halangan berupa tembok diantara dua sisi. Ketiga, salah satu sisi ditempatkan diruangan tertutup. Dan untuk jarak efektif terjauh didapat saat tanpa halangan mencapai 35m. Jarak kurang efektif adalah jarak dimana data diterima tidak pada frekuensi yang tetap, untuk tanpa halangan jaraknya dimulai pada 35m sampai 40m dan untuk selebihnya dari 40m data tidak diterima oleh receiver.

Untuk percobaan kedua dan ketiga jarak efektifnya dibawah penelitian kedua dikarenakan terdapat halangan berupa tembok dan ruangan tertutup yang masing - masing mencapai 22.3m dan 17.4m. untuk jarak kurang efektif masing – masing mempunyai range yang kecil yaitu 22.3m sampai 23.6m dan 17.4m sampai 18.9m dan diatas itu data sudah tidak diterima lagi atau jarak tidak efektif.

V. PENUTUP

a. Simpulan

Dari hasil perbandingan sensor dan penelitian jarak terhadap halangan dapat disimpulkan bahwa tingkat keakuratan sensor akan rendah apabila air yang melewati sensor tidak memenuhi bagian dalam sensor, begitu juga sebaliknya akan menjadi tinggi saat air yang melewati sensor memenuhi bagian dalamnya. Dan untuk jarak tempuh transmisi data, semakin banyak halangan semakin pendek jarak yang bisa ditempuh.

b. Saran

Penggunaan flowmeter untuk plant yang lebih besar bisa menggunakan kapasitas lebih besar, dan untuk transmisi data yang lebih baik dan efisien, bisa menggunakan transmitter data yang lebih baik selain RF modul sebagai contoh bluetooth atau wi-fi.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arduino, Arduino Uno Datasheet. <https://www.arduino.cc/>
- [2] YIFA the plastics Ltd, YF-S201 datasheet. <https://www.olimex.com/>
- [3] Elektronika Dasar, Sensor Aliran Fluida (Flow Sensor). <http://elektronika-dasar.web.id/>
- [4] Hobby Components, MX-FS-03V & MX-05V Datasheet. <http://forum.hobbycomponents.com/>
- [5] Electronic Projects, VirtualWire. <https://www.pjrc.com>
- [6] Wikipedia, RF module. <https://en.wikipedia.org/>
- [7] Wikipedia, Amplitude-shift keying. <https://en.wikipedia.org/>