

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Hidayat Nur Isnianto (2011) mahasiswa dari Program Diploma Teknik Elektro, Sekolah Vokasi UGM. Merancang alat dengan judul “Pengembangan Piranti Medis Perekam Laju Aliran Urin dengan Grafik Komputer Sebagai Alat Bantu Diagnosis Gejala *Benign Prostatic Hyperplasia* (BPH)” dengan metode Perputaran kincir akibat aliran air urin akan membuat piringan bercelah yang dihubungkan kekincir ikut berputar. Perputaran piringan bercelah ini akan dicacah menggunakan *optocoupler*. Dengan pengkondisi isyarat keluaran sensor disesuaikan dengan kebutuhan masukan *microcontroller* ATmega 16 yang digunakan sebagai pencacahan kemudian data hasil cacahan dikirim ke PC menggunakan komunikasi serial UART. Dapat diambil kesimpulan alat ini mampu menampilkan nilai *peak flow rate*, *time to maximal flow*, *voided volume*, *flow time*, *average flow rate*, dan mampu menampilkan grafik laju aliran urin sehingga dapat digunakan sebagai alat deteksi gejala *Benign Prostatic Hyperplasia* (BPH) dengan tiap cacahan sebanding dengan *volume* 2,17 mL dan tingkat kesalahan *volume* sebesar *error* maksimum adalah 1,78 % dan rata-rata *error* 0,94%. Kekurangan dari alat ini adalah komunikasi dengan komputer masih menggunakan kabel [3].

Irvan Jamaludin, M. Ridha Makruf dari Jurusan Teknik Elektromedik Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Surabaya. Mengembangkan alat “*Wireless Uroflowmetry* Berbasis PC”. Telah dapat dibuat alat

uroflowmetry sebagai *volume* dengan pembagian argumen *voiding time*, *flow volume* dan *flow time* yang ditampilkan pada PC melalui sistem Arduino. Pada analisis pengukuran yang dibandingkan dengan gelas ukur didapat tingkat kesalahan pada *volume* 100 mL sebesar 6.8%, pada *volume* 200 mL nilai *error* sebesar 4% dan pada *volume* 300 mL nilai *error* sebesar 8.2% dan alat ini menggunakan sensor *flexi force* yang memiliki sensitifitas tinggi akan tetapi nilai keakurasiannya kurang [2].

Dari beberapa penelitian tersebut, alat *uroflowmetry* digunakan masih menggunakan sensor *load cell* dan sensor *flexi force*. Sensor tersebut ditaruh di bawah alat untuk mengukur gaya, berat maupun tekanan yang dihasilkan dari air kencing. Jika terjadi kelemahan pada sistem pendorong air kencing yang masuk ke corong yang ditempel pada kloset mengakibatkan *volume* air kencing yang masuk pada alat tidak sesuai dengan jumlah air kencing yang dikeluarkan pasien dikarenakan tidak tepat sasaran, selain itu belum adanya pengukuran nilai debit air dan kadar kejernihan.

Akan tetapi pada penelitian ini penulis menggunakan sensor YF-S201, *photo dioda* dan sensor jarak HC-SR04 yang ditempel pada dudukan gelas ukur. Dengan kemaluan yang hanya diberi beberapa jarak dari sensor YF-S201, sehingga tekanan pada tembakan pertama saat kencing dan *volume* air kencing lebih akurat. Keuntungan menggunakan sensor *photo dioda* dapat mendeteksi kejernihan air kencing, sensor HC-SR04 guna mengukur *volume* air kencing lebih simpel dengan bantuan *timer* dari *microcontroller*.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Saluran Air Kencing

Infeksi saluran kemih (ISK) adalah infeksi akibat berkembangbiaknya mikroorganisme di dalam saluran kemih, dalam keadaan normal air kemih tidak mengandung bakteri, virus atau mikroorganisme lain. Dengan demikian air kemih di dalam sistem saluran kemih biasanya steril. Walaupun demikian ujung uretra bagian bawah (dekat dengan kandung kemih) dapat dihuni oleh bakteri. Setelah melalui uretra biasanya sudah tercemar dengan bakteri yang terdapat di *meatus uretra*, *preputium* atau *vulva*. Infeksi yang terjadi bergantung dengan *virulensi* kuman dan mekanisme pertahanan tubuh. Secara umum faktor predisposisi memudahkan terjadi ISK antara lain: adanya bendungan aliran air kemih, *refluks vesiko ureter*, air kemih sisa adanya dalam buih-buih, pemakaian instrumentasi dan kehamilan. Infeksi saluran kemih dapat terjadi baik di pria maupun wanita dari semua umur, dan dari kedua jenis kelamin ternyata wanita lebih sering menderita infeksi daripada pria.

Angka kejadian kondisi dimana bakteri hadir pada urin yang seharusnya bebas dari bakteri. Angka kejadian ISK diklompok wanita yang belum menikah lebih rendah dibandingkan dengan kelompok yang sudah menikah. Lebih kurang 35% kaum wanita selama hidupnya pernah menderita ISK akut dan umur tersering adalah di kelompok umur antara 20 sampai 50 tahun. Infeksi saluran kemih dapat disebabkan oleh berbagai macam mikroorganisme, terbanyak adalah bakteri. Penyebab lain meskipun jarang ditemukan adalah jamur, virus, klamidia, parasit, mikrobakterium. Di dasari hasil pemeriksaan biakan air kemih

kebanyakan ISK disebabkan oleh bakteri *negatif gram aerob* yang biasa di temukan di saluran pencernaan (*Enterobacteriaceae*) dan jarang disebabkan oleh bakteri *anaerob*. Bakteriuri ialah air kemih yang didalamnya ada bakteri bukan cemaran *flora* normal *uretra*, atau ditemukan *flora* normal dalam jumlah yang bermakan pada pemeriksaan laboratorik, baik yang disertai gejala ataupun tanpa gejala.

Dikatakan bakteriuri bermakan bila ditemukan bakteri *patogen* lebih atau sama dengan 100.000 per mL air kemih (urin) porsi tengah (UPT). Istilah bakteriuri lebih bermakan di pakai untuk membedakan antara bakteri yang benar-benar berkembangbiak di dalam air kemih bakteri yang merupakan *cemaran*. Bakteri *cemaran* biasanya berada dalam jumlah antara 1.000 sampai dengan 100.000 koloni per mL UPT. Cruickshank mengemukakan bahwa kuman *kontaminan* yang diambil secara UPT tidak akan memberikan jumlah kuman lebih dari 100.000 per mL air kemih. Penemuan bakteriuri, merupakan diagnosis pasti ISK, walaupun tidak selalu di sertai dengan gejala klinis, sehingga hitung koloni bakteri ini di terima sebagai bakteriuri bermakan dan pola serta sensitivitas kuman di penderita ISK di dasari dari 99 penderita ISK yang terbanyak ialah perempuan yaitu 54 orang (54,5%) dan kelompok umur yang terbanyak ialah 46-60 tahun yaitu 28 orang (28,3%) [4].

2.2.2 Transmitter

Transmitter adalah alat yang digunakan untuk mengubah perubahan element dari sebuah sensor menjadi sinyal yang mampu diterjemahkan oleh *microcontroller*. Sinyal untuk men-*transmisi*-kan ini ada dua macam yaitu

pneumatic dan *electric*. Sistem *transmisi pneumatic* adalah *transmisi* menggunakan udara bertekanan untuk mengirimkan sinyal. Besar tekanan udara yang digunakan adalah sekitar 3-15 *psi*. Sistem ini adalah sistem lama sebelum kemunculan era-*elektric*. Sistem *transmisi elektronik* adalah *transmisi* menggunakan sinyal *elektric* untuk mengirimkan sinyal. *Range* yang digunakan untuk transmisi ini adalah 4-20mA dan 1-5 VDC.

Transmitter sendiri ada yang berfungsi sebagai pengirim sinyal saja, atau ada juga yang meng-*conversi* besaran yang diinginkan. Selain di-*transmisi*-kan ke *controller (control room)*, *transmitter* juga memiliki *display* di lapangan yang digunakan untuk pengecekan secara manual. Biasanya besaran yang ditunjukkan di lapangan adalah berapa persen dari tekanan. Dari situ bisa dikonversikan menjadi berapa *flowrate* (jika mengukur *flow*) atau berapa *level* (jika mengukur kedalaman) dsb. Ada juga *transmitter* yang kemunculan nilai besarnya sudah berupa besaran yang diinginkan misalkan mengukur *flow* dengan *differential pressure*. Pada *transmitter* bisa langsung menunjukkan berapa besar *flow*, bukan berapa besar *differential pressure*. Semakin baru teknologi yang digunakan maka semakin bagus juga *performa* dari *transmitter* tersebut.

Pada *transmisi pneumatic*, *sensing element* berperan sebagai sensor untuk mendeteksi suatu besaran dengan metode tertentu. Dengan sistem udara bertekanan, *sensing element* tersebut mengatur *flapper* dan *nozzle* akan menyesuaikan posisi *flapper*. Dari tekanan *nozzle* ini bisa ditentukan posisi *transmitter* sedang *on* (1) atau *off* (0). Ada juga yang berfungsi seperti *variable* yaitu bisa mengatur seberapa persen besar kecilnya nilai tekanan. Dari tekanan

tersebut sudah bisa terlihat keluarannya memiliki tekanan berapa. Tekanan itulah yang akan dikirim melalui *tubing transmission* ke *control room*. Jika *control room* masih *pneumatic*, maka digunakan instrument-instrument *pneumatic* yang ukurannya besar dan masih kuno. Jika sistem *controll*nya sudah *elektric*, maka digunakan *converter P/I (pressure to Electric)* untuk dikirimkan ke DCS (*Distributed Control System*). Selanjutnya dari *controll* sistem, sinyal akan dikirim ke lapangan untuk mengontrol sesuatu misal *valve*. Jika menggunakan sistem *controll elektric* dan transmisi *pneumatic*, maka harus ada *converter I/P (Electric to Pressure)*. Jika sistem *controll* menggunakan *pneumatic*, tinggal diputar-putar saja *controller* maka sinyal langsung ditransmisi ke lapangan dan menggerakkan *valve*.

Pada transmisi *elektric*, cara kerjanya lebih simpel. Jalur transmisi sudah menggunakan kabel. Dari *transmitter* di kirim ke *control room* dengan kabel. *Controll* sistem yang di gunakan pada sistem *elektric* biasanya DCS. Sebelum masuk DCS, jalur transmisi tersebut masuk ke panel *box* sebagai interkoneksi antara lapangan dengan *control room*. Dengan DCS, semua bisa di*controll* melalui layar monitor. Sistemnya sudah terintegrasi dan memiliki respon yang cepat [5].

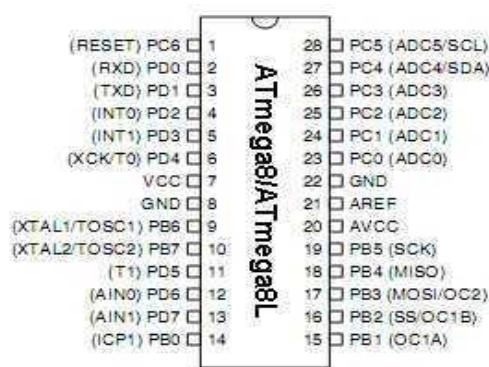
Untuk mentransmisikan sinyal dari *transmitter* ke *control room*, *transmitter* melakukan pengkondisian sinyal terlebih dahulu agar sesuai dengan spesifikasi (tegangannya dan arusnya). *Transmisi* yang digunakan untuk pengiriman sinyal, seperti yang sudah disebutkan sebelum, ada *pneumatic* dan *elektric*. Perbedaan dari kedua *transmisi* tersebut dapat terlihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Perbedaan *transmisi*.

<i>Pneumatic</i>	<i>Electric</i>
<i>Transmisi</i> dengan udara bertekanan	<i>Transmisi</i> dengan sinyal listrik
Jalur <i>transmisi</i> dengan <i>tube</i>	Jalur <i>transmisi</i> dengan kabel biasa
Respon lambat	Respon cepat
Butuh <i>controll room</i> besar	Lebih <i>compact</i>
Perawatan lebih mahal	Perawatan <i>relative</i> lebih murah (jarang rusak)

2.2.3 ATmega8

ATmega 8 adalah *microcontroller* CMOS 8 bit berarsitektur AVR RISC yang memiliki 8K byte in *Syistem Programmable Flash*. *Microcontroller* dengan konsumsi daya rendah ini mampu mengeksekusi intruksi dengan kecepatan maksimum 16 MIPS pada frekuensi 16MHz dan memiliki 28 *pin*. Konfigurasi pin ATmega 8 dapat dilihat pada Gambar 2.1

Gambar 2.1 Konfigurasi *Pin*

1. VCC: *Supplay* tegangan digital. Besarnya tegangan berkisar antara 4,5-5,5V untuk ATmega8 dan 2,7-5,5V untuk ATmega8L.
2. GND: *Ground*. Referensi nol *supplay* tegangan digital.

3. PORTB (PB7-PB0): PORTB adalah *port I/O* dua-arah (*bidirectional*) 8-bit dengan resistor *pull-up internal* yang dapat dipilih. *Buffer* keluaran *port* ini memiliki karakteristik yang simetrik ketika digunakan sebagai *source* ataupun *sink*. Ketika digunakan sebagai *input*, *pin* yang di *pull-low* secara *eksternal* akan memancarkan arus jika resistor *pull-up*-nya diaktifkan. *Pin-pin* PORTB akan berada pada kondisi *tri-state* ketika *reset aktif*, meskipun *clock* tidak *running*.
4. PORTC (PC5-PC0 dan PC7): PORTC adalah *port I/O* dua arah (*bidirectional*) 7-bit dengan resistor *pull-up internal* yang dapat dipilih. *Buffer* keluaran *port* ini memiliki karakteristik yang simetrik ketika digunakan sebagai *source* ataupun *sink*. Ketika digunakan sebagai *input*, *pin* yang di *pull-low* secara *eksternal* akan memancarkan arus jika resistor *pull-up*-nya diaktifkan. *Pin-pin* PORTC akan berada pada kondisi *tri-state* ketika *reset aktif*, meskipun *clock* tidak *running*.
5. PC6/RESET: Jika *fuse* RSTDISBL diprogram, maka PC6 berfungsi sebagai *pin I/O* akan tetapi dengan karakteristik yang berbeda dengan PC5-PC0. Jika *fuse* RSTDISBL tidak diprogram, maka PC6 berfungsi sebagai masukan *reset*. Sinyal *low* pada *pin* ini dengan lebar minimum 1,5 mikrodetik akan membawa *microcontroller* ke kondisi *reset*, meskipun *clock* tidak *running*.
6. PORTD (PD7-PD0): PORTD adalah *port I/O* dua arah (*bidirectional*) 8-bit dengan resistor *pull-up internal* yang dapat dipilih. *Buffer* keluaran *port* ini memiliki karakteristik yang simetrik ketika digunakan

sebagai *source* ataupun *sink*. Ketika digunakan sebagai *input*, pin yang di *pull-low* secara *eksternal* akan memancarkan arus jika resistor *pull-up*-nya di-aktif-kan. *Pin-pin* PORTD akan berada pada kondisi *tri-state* ketika *reset aktif*, meskipun *clock* tidak *running*.

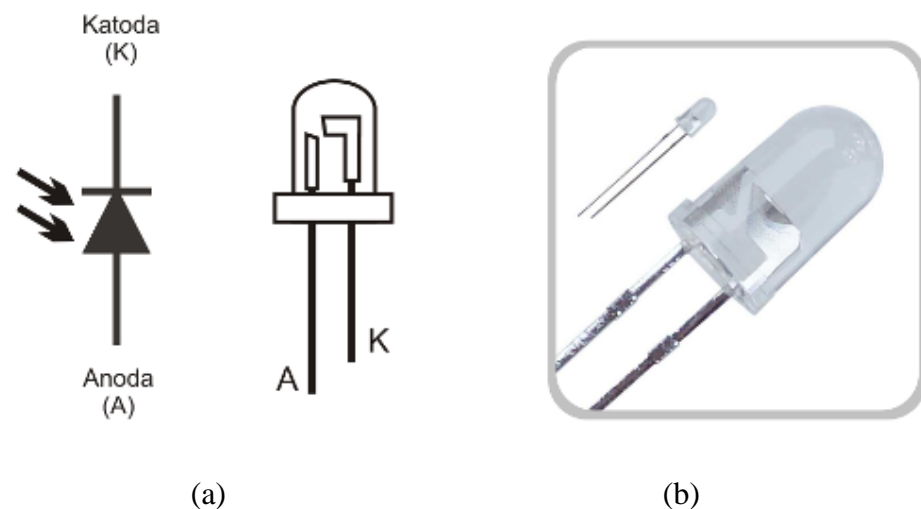
7. *Reset: Pin* masukan *reset*. Sinyal *low* pada *pin* ini dengan lebar minimum 1,5 mikrodetik akan membawa mikrocontroller ke kondisi *reset*, meskipun *clock* tidak *running*. Sinyal dengan lebar kurang dari 1,5 mikrodetik tidak menjamin terjadinya kondisi *reset*.
8. *AVCC*: *AVCC* adalah *pin supply* tegangan untuk ADC, PC3, PC0, ADC7 dan ADC6. *Pin* ini harus dihubungkan dengan VCC, meskipun ADC tidak digunakan. Jika ADC digunakan, VCC harus dihubungkan ke *AVCC* melalui *low-pass* filter untuk mengurangi *noise*.
9. *AREF*: *Pin analog reference* untuk ADC.
10. *ADC7-ADC6*: *Analog input* ADC. Hanya ada pada ATmega8 dengan *package* TQFP dan QFP/MLF [6].

2.2.4 Photo dioda

Photo dioda adalah suatu jenis *dioda* yang *resistansi*-nya berubah-ubah kalau cahaya yang jatuh pada *dioda* berubah-ubah intensitasnya. Dalam gelap nilai tahanannya sangat besar hingga praktis tidak ada arus yang mengalir. Semakin kuat cahaya yang jatuh pada *dioda* maka makin kecil nilai tahanannya, sehingga arus yang mengalir semakin besar. Jika *photo dioda* persambungan p-n bertegangan balik disinari, maka arus akan berubah secara

linier dengan kenaikan *fluks* cahaya yang dikenakan pada persambungan tersebut.

Photo dioda terbuat dari bahan semikonduktor. Biasanya yang dipakai adalah *silicon* (*Si*) atau *gallium arsenide* (*GaAs*), dan lain-lain termasuk *indium antimonide* (*InSb*), *indium arsenide* (*InAs*), *lead selenide* (*PbSe*), dan *timah sulfide* (*PBS*). Bahan-bahan ini menyerap cahaya melalui karakteristik jangkauan panjang gelombang, misalnya: 250 nm ke 1100 nm untuk *silicon*, dan 800 nm ke 2,0 μm untuk *GaAs* dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 (a) Simbol dan Kaki-kaki *Photo Dioda*, (b) Bentuk Fisik.

Photo dioda adalah jenis [dioda](#) yang berfungsi mendeteksi [cahaya](#). Berbeda dengan *dioda* biasa, komponen [elektronika](#) ini akan mengubah cahaya menjadi arus listrik. Cahaya yang dapat dideteksi oleh *photo dioda* ini mulai dari cahaya [infra merah](#), [cahaya tampak](#), [ultra ungu](#) sampai dengan [sinar-X](#). Aplikasi *photo dioda* mulai dari [penghitung](#) kendaraan di jalan umum secara otomatis, pengukur cahaya pada kamera serta beberapa peralatan di bidang medis.

Photo dioda digunakan sebagai komponen pendeteksi ada tidaknya cahaya maupun dapat digunakan untuk membentuk sebuah alat ukur akurat yang dapat mendeteksi intensitas cahaya dibawah $1\text{pW}/\text{cm}^2$ sampai intensitas diatas $10\text{mW}/\text{cm}^2$. *Photo dioda* mempunyai *resistansi* yang rendah pada kondisi *forward bias*, kita dapat memanfaatkan *photo dioda* ini pada kondisi *reverse bias* dimana *resistansi* dari *photo dioda* akan turun seiring dengan intensitas cahaya yang masuk. Komponen ini mempunyai *sensitivitas* yang lebih baik jika dibandingkan dengan *dioda* peka cahaya. Hal ini disebabkan karena *electron* yang ditimbulkan oleh *foton* cahaya pada *junction* ini di-injeksi-kan di bagian *base* dan diperkuat di bagian kolektornya.

Jika *photo dioda* tidak terkena cahaya, maka tidak ada arus yang mengalir ke rangkaian pembanding, jika *photo dioda* terkena cahaya maka *photo dioda* akan bersifat sebagai tegangan, sehingga V_{cc} dan *photo dioda* tersusun seri, akibatnya terdapat arus yang mengalir ke rangkaian pembanding [7].

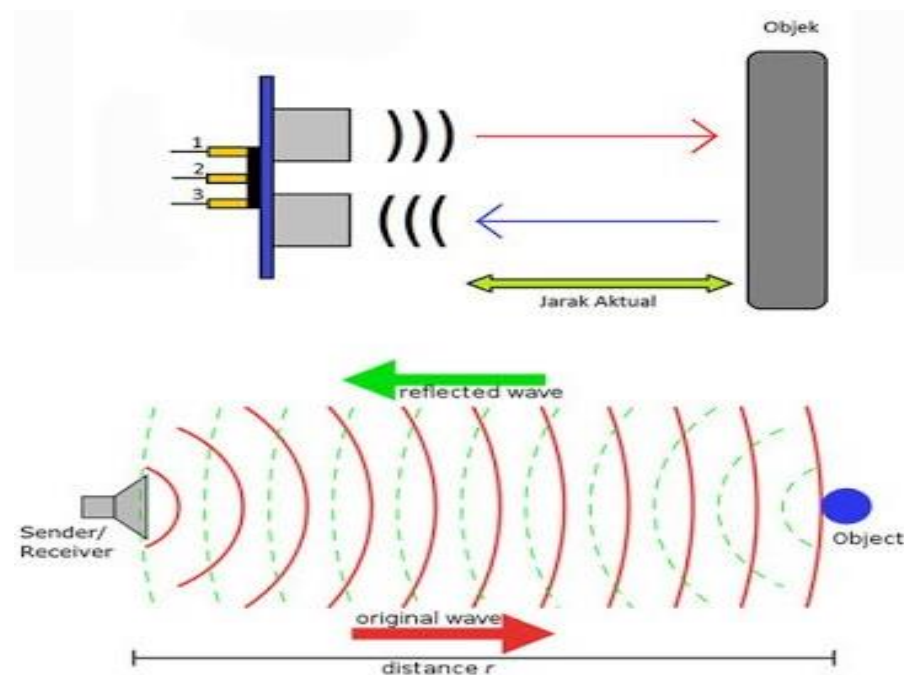
2.2.5 HC-SR04

Sensor ultrasonik adalah sensor yang berfungsi mengubah besaran *fisis* (bunyi) menjadi besaran listrik atau sebaliknya. Sensor HC SR04 memiliki dua elemen, yaitu: elemen pembangkit gelombang frekuensi dan elemen pendeteksi gelombang frekuensi. Sensor HC SR04 mempunyai 4 pin *Gnd* untuk 0VDC, *Echo* untuk mendeteksi sinyal pantulan ultrasonic, *Trigger* untuk pembangkit snyal ultrasonic dan V_{cc} untuk *supplay* tegangan 5VDC. Tampilan sensor HC SR04 dapat dilihat seperti Gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Tampilan HC-SR04

Cara kerja sensor ini didasarkan pada prinsip pemantulan gelombang. Hasil pantulan gelombang suara digunakan untuk menafsirkan *eksistensi* (jarak) suatu benda dengan frekuensi tertentu dapat dilihat seperti Gambar 2.4.



Gambar 2. 4 Cara Kerja sensor HC SR04

Gelombang ultrasonic adalah gelombang bunyi yang mempunyai frekuensi sangat tinggi yaitu kisaran 20.000 Hz. Bunyi *ultrasonic* tidak dapat didengar oleh telinga manusia akan tetapi, bunyi *ultrasonic* dapat didengar oleh

hewan seperti: anjing, kucing, kelelawar, dan lumba-lumba. Bunyi *ultrasonic* bisa merambat melalui medium zat padat, cair maupun gas. *Reflektivitas* bunyi *ultrasonic* di permukaan zat padat hampir samadengan *reflektivitas* bunyi *ultrasonic* di permukaan zat.

Pada sensor *ultrasonic*, gelombang *ultrasonic* dibangkitkan melalui sebuah alat yang disebut dengan *piezoelektrik* dengan frekuensi tertentu. *Piezoelektrik* ini akan menghasilkan gelombang *ultrasonic* (umumnya berfrekuensi 40kHz) ketika sebuah osilator diterapkan pada benda tersebut.

Secara umum, alat ini akan menembakkan gelombang *ultrasonic* menuju suatu area atau suatu target. Setelah gelombang menyentuh permukaan target, maka target akan memantulkan kembali gelombang tersebut. Gelombang pantulan dari target akan ditangkap oleh sensor, kemudian sensor menghitung selisih antara waktu pengiriman gelombang dan waktu gelombang pantul diterima [8].

2.2.6 YF-S201 Hall Effect Water Flow Meter / Sensor

Sensor dilengkapi dengan tiga kabel: merah (daya 5-24VDC), hitam (tanah) dan kuning (*output* pulsa *efek Hall*). Dengan menghitung pulsa dari *output* sensor, akan dapat dengan mudah menghitung aliran air. Setiap pulsa kira-kira 2,25 mililiter. Sinyal pulsa adalah gelombang persegi sederhana sehingga cukup mudah untuk *login* dan diubah menjadi liter per menit menggunakan rumus berikut: frekuensi pulsa (Hz) / 7,5 = laju aliran dalam L / menit. Pulsa bervariasi sedikit tergantung pada laju aliran, tekanan *fluida* dan *orientasi* sensor, tampilan modul YF-S201 dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2. 5 Sensor YF-S201 Transparan

Fitur:

1. Model: YF-S201
2. Tipe Sensor: *Efek Hall*
3. Tegangan Kerja: 5 hingga 18V DC
4. Maksimum saat ini: 15mA @ 5V
5. Tipe Keluaran: 5V TTL
6. Laju Aliran Kerja: 1 hingga 30 Liter / Menit
7. Rentang Suhu kerja: -25 hingga + 80 °C
8. Kisaran Kelembaban Kerja: 35% -80% RH
9. Akurasi: $\pm 10\%$
10. Tekanan air maksimum: 2,0 MPa
11. Siklus tugas *output*: 50% + -10%
12. Waktu kenaikan *output*: 0,04us
13. Waktu jatuh *output*: 0.18us

14. Karakteristik pulsa laju aliran: Frekuensi (Hz) = 7,5 * Tingkat aliran (L / min)
15. Pulsa per Liter: 450
16. Daya tahan: minimum 300.000 siklus
17. Panjang kabel: 15cm
18. 1/2 "koneksi pipa nominal, 0,78" diameter luar, 1/2 "dari benang
19. Ukuran: 2,5 "x 1,4" x 1,4 "[9].

2.2.7 *Liquid Crystal Display (LCD)*

Layar LCD merupakan suatu media penampilan data yang sangat efektif dan efisien dalam penggunaannya. Untuk menampilkan sebuah karakter pada layar LCD diperlukan beberapa rangkaian tambahan. Untuk lebih memudahkan para pengguna, maka beberapa perusahaan elektronik menciptakan modul LCD.

LCD dibagi menjadi dua bagian yaitu bagian depan panel LCD yang terdiri dari banyak dot atau titik LCD dan *microcontroller* yang menempel pada bagian belakang panel LCD yang berfungsi untuk mengatur titik-titik LCD sehingga dapat menampilkan huruf, angka, dan simbol khusus yang dapat terbaca. Adapun bentuk fisik LCD 16 x 2 seperti pada Gambar 2.6.



Gambar 2. 6 Bentuk Fisik LCD 16 x 2

Fungsi *pin-pin* LCD modul LCD berukuran 16 karakter x 2 baris dengan fasilitas backlighting memiliki 16 pin yang terdiri dari 8 jalur data, 3 jalur *controll* dan jalur-jalur catu daya, dengan fasilitas pin yang tersedia maka LCD 16 x 2 dapat digunakan secara maksimal untuk menampilkan data yang dikeluarkan oleh *microcontroller*, Sedangkan secara umum *pin-pin* LCD diterangkan sebagai berikut:

1. *Pin* 1 dan 2: Merupakan sambungan catu daya, *Vss* dan *Vdd*. *Pin Vdd* dihubungkan dengan tegangan *positif* catu daya, dan *Vss* pada 0V atau *ground*. Meskipun data menentukan catu 5 Vdc (hanya pada beberapa mA), menyediakan 6V dan 4.5V yang keduanya bekerja dengan baik, bahkan 3V cukup untuk beberapa modul.
2. *Pin* 3: *Pin* 3 merupakan *pin controll Vee*, yang digunakan untuk mengatur kontras *display*. Idealnya pin ini dihubungkan dengan tegangan yang bisa dirubah untuk memungkinkan pengaturan terhadap tingkatan kontras *display* sesuai dengan kebutuhan, pin ini dapat dihubungkan dengan *variable resistor* sebagai pengatur kontras.
3. *Pin* 4: *Pin* 4 merupakan *Register Select (RS)*, masukan yang pertama dari tiga *command control input*. Dengan membuat RS menjadi *high*, data karakter dapat ditransfer dari dan menuju modulnya.
4. *Pin* 5: *Read/Write (R/W)*, untuk memfungsikan sebagai perintah *write* maka R/W *low* atau menulis karakter ke modul. R/W *high* untuk membaca data karakter atau informasi status dari *register*-nya.

5. Pin 6: *Enable* (E), input ini digunakan untuk transfer aktual dari perintah-perintah atau karakter antara modul dengan hubungan data. Ketika menulis ke *display*, data ditransfer hanya pada perpindahan *high* atau *low*. Tetapi ketika membaca dari *display*, data akan menjadi lebih cepat tersedia setelah perpindahan dari *low* ke *high* dan tetap tersedia hingga sinyal *low* lagi.
6. Pin 7-14: Pin 7 sampai 14 adalah delapan jalur data/data bus (D0 sampai D7) dimana data dapat dikirim ke *display*.
7. Pin 16: Pin 16 dihubungkan kedalam tegangan 5 Volt untuk memberi tegangan dan menghidupkan lampu latar/ *back light* LCD [10]

2.2.8 Rumus Stastik

2.2.8.1 Flow Water Sensor

Flow Water Sensor adalah sensor untuk mengukur debit aliran kencing dimana hasil keluaran sensor berupa pulsa frekuensi sehingga harus dirubah ke nilai debit dengan rumus dibawah

$$\text{flow} = (T1 + t * (\text{resolusi} + 1) / i) * C \quad \dots\dots\dots[2-1]$$

Dimana:

Flow = Debit air kencing

T1 = Kaki 11 pada ATmega 8

t = Variable pengaturan di INT

Resolusi = 65535 (*datasheet* ATmega)

i = *datasheet* modul

C = Convert L/menit ke mL/detik

2.2.8.2 HC SR04

S adalah nilai atau hasil dari perkalian kecepatan gelombang bunyi dengan waktu kemudian di bagi 2

$$S = 340 * t / 2 \dots\dots\dots[2-2]$$

Dimana:

S = Jarak (meter)

340 = kecepatan gelombang bunyi (m/detik)

t = waktu (detik)

2.2.8.3 Rata-rata

Rata-rata adalah nilai atau hasil pembagian dari jumlah data yang diambil atau diukur dengan banyaknya pengambilan data atau banyaknya pengukuran.

$$\text{Rata - Rata } (\bar{x}) = \sum Xi / N \dots\dots\dots[2-3]$$

Dimana:

X = rata-rata

$\sum Xi$ = Jumlah nilai data

N = Banyak data (1,2,3,...,n)

2.2.8.4 Simpangan %

Simpangan adalah selisih dari rata-rata nilai harga yang dikehendaki dengan nilai yang diukur. Berikut rumus dari simpangan:

$$\text{Simpangan} = Xn - \bar{x} \dots\dots\dots [2-4]$$

Dimana:

Xn = rata-rata alat

\bar{x} = Rata-rata Pemandangan.

2.2.8.5 Error (%)

Error (kesalahan) adalah selisih antara *mean* terhadap masing-masing data. Rumus *error* adalah:

$$Error \% = \frac{\text{Rerata pembanding-modul}}{\text{Rerata pembanding}} \times 100\% \dots\dots\dots[2-5]$$