

# SISTEM MONITORING SUPPLY AIR PADA ALAT HEMODIALISA BERBASIS ARDUINO UNO ATMEGA 328

Indra Jaya<sup>1</sup>, Muhammad Ilham<sup>2</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknologi Elektromedis STIKes Muhammadiyah Aceh  
Email: [indra.jaya@stikesmuhaceh.ac.id](mailto:indra.jaya@stikesmuhaceh.ac.id)<sup>1</sup>

**Abstrak** – Banyak peralatan medis yang digunakan untuk menunjang pelayanan kesehatan bagi pasien, yang bertujuan untuk mewujudkan kesehatan yang optimal. Salah satu peralatan kesehatan yang digunakan adalah alat hemodialisa, yaitu berfungsi untuk melakukan pencucian darah bagi pasien yang mengalami gangguan fungsi ginjal. Saat ini alat hemodialisa masih menggunakan pengontrol air secara manual sehingga perlu dikembangkan alat monitoring supply air dengan menggunakan *water flow sensor* yang berfungsi untuk mengukur kecepatan laju air dengan satuan liter/menit. *Water flow sensor* menggunakan mikrokontroler arduino uno sebagai rangkaian pengolahan data yang berfungsi untuk mengontrol aktivitas dari alat *water flow sensor*, serta untuk menampilkan kecepatan debit air pada display. *Water flow sensor* dirancang dan dibangun sebagai sistem monitoring supply air pada alat hemodialisa berbasis arduino uno ATmega 328. Metode yang digunakan yaitu studi kepustakaan, perancangan, dan pembuatan rangkaian, serta pengujian dan analisa data pada modul rangkaian. Hasil realisasi 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.

**Kata-kata kunci:** *Water flow sensor*, RO (Reverse Osmosis), *flow rate*.

## I. PENDAHULUAN

Alat-alat kedokteran yaitu antara lain dibidang elektromedik ini terdiri dari bermacam-macam bentuk serta fungsinya. Salah satu diantaranya adalah alat *Hemodialisa*. Hemodialisa adalah proses pembersihan darah dari zat-zat sampah, melalui proses penyaringan di luar tubuh. Hemodialisa menggunakan ginjal buatan berupa *dialyzer*. Hemodialisa dikenal secara awam dengan istilah cuci darah. Hemodialisa adalah suatu prosedur dimana darah dikeluarkan dari tubuh penderita dan beredar dalam sebuah mesin melalui *dialyzer*. Prosedur ini memerlukan jalan masuk ke aliran darah. Untuk memenuhi kebutuhan ini, maka dibuat suatu hubungan buatan diantara arteri dan vena (*fistula arteriovenosa*) melalui pembedahan. Untuk mensupply air ke mesin hemodialisa dibutuhkan air baku murni yang sudah bebas kuman penyakit sehingga dapat dimanfaatkan air yang melalui proses reverse osmosis.

Saat ini untuk memonitor air murni tersebut masih menggunakan manual sehingga menyulitkan tugas operator dalam monitoringnya, sehingga diperlukan sistem digital untuk monitoring. Sistem digital yang dibangun memanfaatkan mikrokontroler berbasis arduino uno ATmega328. Dari alat ini, operator dapat memonitoring debit air baku dengan melihat pada LCD.

Alat monitoring supply air dibuat untuk mempelajari cara kerja alat *water flow sensor* dan mendesain serta membuat alat *water flow sensor* berbasis arduino uno ATmega328.

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka batasan masalah dari sensor yang digunakan adalah *water flow sensor* G1/2, display *liquid crystal display*

(LCD) 16x2, dan perhitungan hanya dilakukan dengan mengukur kecepatan laju air dengan satuan liter/menit.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

*Water flow sensor* adalah alat yang berfungsi sebagai pengukur laju kecepatan aliran air dengan satuan liter/menit pada mesin RO. *Water flow sensor* ini terdiri atas katup plastik, rotor air, dan sebuah sensor *hall-effect*. Ketika air mengalir melalui gulungan rotor-rotor, terjadi perubahan kecepatan dengan tingkat aliran yang berbeda. Sesuai sensor *hall-effect*, output sinyal adalah sinyal pulsa. Kelebihan sensor ini adalah hanya membutuhkan 1 sinyal (SIG) selain jalur 5V dc dan Ground.

Prinsip kerja sensor ini adalah dengan memanfaatkan fenomena *hall-effect*. *Hall-effect* ini didasarkan pada efek medan magnetik terhadap partikel bermuatan yang bergerak. Ketika ada arus listrik yang mengalir pada perangkat *hall-effect* yang ditempatkan dalam medan magnet yang arahnya tegak lurus arus listrik, pergerakan pembawa muatan akan berbelok ke salah satu sisi dan menghasilkan medan listrik. Medan listrik terus membesar hingga gaya Lorentz yang bekerja pada partikel menjadi nol. Perbedaan potensial antara kedua sisi perangkat tersebut disebut potensial Hall. Potensial Hall ini sebanding dengan medan magnet dan arus listrik yang melalui perangkat[1].

Pada mesin RO terdapat dua jenis larutan yang berbeda diletakkan secara berdampingan dan diantara kedua jenis larutan itu diletakkan membran semi permeable sebagai pembatas. Pada wadah sebelah kiri disebut *concentrated solution*, yaitu larutan dengan

kadar garam tinggi. Sedangkan pada wadah sebelah kanan disebut *dilute solution*, yaitu larutan dengan kadar garam rendah. Fungsi membran *semi permeable* diletakkan ditengah kedua larutan tersebut untuk mencegah terjadinya pencampuran diantara kedua larutan tersebut. Membran *semi permeable* adalah membran yang bisa dilewati oleh molekul air tetapi tidak bisa dilewati molekul garam[2].

Proses osmosis adalah proses mengalirnya molekul air dari larutan berkadar garam rendah (*dilute solution*) menuju ke larutan berkadar garam tinggi (*concentrated solution*). Proses osmosis merupakan proses alamiah yang terjadi sebagai upaya untuk menyeimbangkan konsentrasi garam pada kedua sisi. Proses osmosis ini akan menyebabkan ketinggian permukaan air pada *concentrated solution* menjadi lebih tinggi dari pada permukaan pada *dilute solution*. Secara alamiah air akan memberikan tekanan dari permukaan air yang lebih tinggi (*concentrated solution*) menuju ke permukaan air yang lebih rendah (*dilute solution*). Tekanan yang terjadi inilah biasa kita disebut sebagai *osmotic pressure*. Pada ketinggian air tertentu di *concentrated solution*, besarnya *osmotic pressure* ini akan menyebabkan proses osmosis berhenti.

Proses RO pada prinsipnya adalah kebalikan proses osmosis. Dengan memberikan tekanan larutan dengan kadar garam tinggi supaya terjadi aliran molekul air yang menuju larutan dengan kadar garam rendah. Pada proses ini molekul garam tidak dapat menembus membran *semi permeable*, sehingga yang terjadi hanyalah aliran molekul air saja. Melalui proses ini, kita akan mendapatkan air murni yang dihasilkan dari larutan berkadar garam tinggi. Inilah prinsip dasar RO.

Berdasarkan penjelasan sederhana diatas, dalam proses RO minimal selalu membutuhkan dua komponen, yaitu adanya tekanan tinggi (*high pressure*) dan membran *semi permeable*. Itulah alasan kenapa pada mesin RO modern, membran *semi permeable* dan pompa tekanan tinggi (*high pressure pump*) menjadi komponen utama yang harus ada.

Hemodialisis adalah sebuah terapi medis. Kata ini berasal dari kata haemo yang berarti darah dan dilisis sendiri merupakan proses pemurnian suatu sistem koloid dari partikel-partikel bermuatan yang menempel pada permukaan. Pada proses digunakan selaput *semi permeable*. Proses pemisahan ini didasarkan pada perbedaan laju transport partikel. Prinsip dialisis digunakan dalam alat cuci darah bagi penderita gagal ginjal, di mana fungsi ginjal digantikan oleh dialisator. Hemodialisis merupakan salah satu dari Terapi Pengganti Ginjal, yang digunakan pada penderita dengan penurunan fungsi ginjal.

Hemodialisis berfungsi membuang produk-produk sisa metabolisme seperti *potassium* dan urea dari darah dengan menggunakan mesin *dialiser*. Mesin ini mampu berfungsi sebagai ginjal menggantikan ginjal penderita yang sudah rusak karena penyakitnya, dengan menggunakan mesin itu selama 24 jam perminggu, penderita dapat memperpanjang hidupnya sampai batas waktu yang tidak tertentu.

Prinsip dari Hemodialisis adalah dengan menerapkan proses osmotis dan ultrafiltrasi pada ginjal buatan, dalam membuang sisa-sisa metabolisme tubuh. Pada hemodialisis, darah dipompa keluar dari tubuh lalu masuk kedalam mesin *dializer* (yang berfungsi sebagai ginjal buatan) untuk dibersihkan dari zat-zat racun melalui proses difusi dan ultrafiltrasi oleh cairan khusus untuk dialisis (dialisat).

Tekanan di dalam ruang dialisat lebih rendah dibandingkan dengan tekanan di dalam darah, sehingga cairan, limbah metabolik dan zat-zat racun di dalam darah disaring melalui selaput dan masuk ke dalam dialisat. Proses hemodialisis melibatkan difusi solute (zat terlarut) melalui suatu membran *semi permeable*. Molekul zat terlarut (sisa metabolisme) dari kompartemen darah akan berpindah kedalam kompartemen dialisat setiap saat bila molekul zat terlarut dapat melewati membran *semipermeabel* demikian juga sebaliknya. Setelah dibersihkan, darah dialirkan kembali ke dalam tubuh[3].

Mesin hemodialisis (HD) terdiri dari pompa darah, sistem pengaturan larutan dialisat, dan sistem monitor. Pompa darah berfungsi untuk mengalirkan darah dari tempat tusukan vaskuler ke alat *dializer*. *Dializer* adalah tempat dimana proses HD berlangsung sehingga terjadi pertukaran zat-zat dan cairan dalam darah dan dialisat. Sedangkan tusukan vaskuler merupakan tempat keluarnya darah dari tubuh penderita menuju dializer dan selanjutnya kembali lagi ke tubuh penderita. Kecepatan aliran dapat di atur, biasanya diantara 300-400 ml/menit. Lokasi pompa darah biasanya terletak antara monitor tekanan arteri dan monitor larutan dialisat. Larutan dialisat harus dipanaskan antara 34-39°C sebelum dialirkan ke *dializer*. Suhu larutan dialisat yang terlalu rendah ataupun melebihi suhu tubuh dapat menimbulkan komplikasi. Sistem *monitoring* setiap mesin HD sangat penting untuk menjamin efektifitas proses dialisis dan keselamatan.

Arduino adalah sebuah platform *open source* yang digunakan untuk membuat proyek-proyek elektronika. Arduino terdiri dari dua bagian utama, yaitu sebuah papan sirkuit fisik (sering disebut juga dengan mikrokontroler) dan sebuah perangkat lunak atau IDE (*Integrated Development Environment*) yang berjalan pada komputer[4].

ATMega 328 adalah mikrokontroler keluaran dari atmel yang mempunyai arsitektur RISC (*Reduce Instruction Set Computer*) dimana setiap proses eksekusi data lebih cepat dari pada arsitektur CISC (*Completed Instruction Set Computer*). Mikrokontroler ATMega 328 memiliki arsitektur Harvard, yaitu memisahkan memori untuk kode program dan memori untuk data, sehingga dapat memaksimalkan kerja dan parallelism. Instruksi-instruksi dalam memori program dieksekusi dalam satu alur tunggal, dimana pada saat satu instruksi dikerjakan, instruksi berikutnya sudah diambil dari memori program. Konsep inilah yang memungkinkan instruksi-instruksi dapat dieksekusi dalam setiap satu siklus clock. Register serbaguna 32x8 bit digunakan untuk mendukung operasi pada ALU

(*Arithmetic Logic Unit*) yang dapat dilakukan dalam satu siklus. Enam dari register serbaguna ini dapat digunakan sebagai 3 buah register pointer 16-bit pada mode pengalamatan tak langsung, untuk mengambil data pada ruang memori data. Ketiga register pointer 16-bit ini disebut dengan register X (gabungan R26 dan R27), register Y (gabungan R28 dan R29), dan register Z (gabungan R30 dan R31)[5].

### III. METODOLOGI

Metodologi yang digunakan dalam pembuatan alat sistem monitoring supply air ini antara lain :

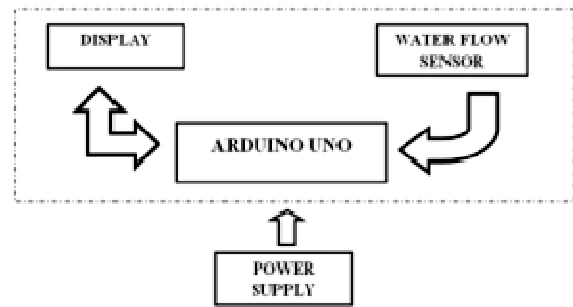
1. Studi Literatur  
Studi literatur dilakukan untuk mengumpulkan informasi sebanyak-banyaknya berdasarkan referensi yang didapat dari berbagai sumber, baik itu dari buku dan di internet. Informasi yang di kumpulkan adalah informasi yang berhubungan dengan pembuatan alat ini. Misalnya *datasheet* dari komponen yang digunakan.
2. Pemilihan Komponen  
Berdasarkan hasil studi, penulis dapat menyimpulkan komponen yang akan dipilih sebagai pembuatan modul. Komponen yang akan dipilih adalah bahan yang mempunyai kinerja yang baik tetapi banyak tersedia di pasaran.
3. Studi Lapangan  
Studi lapangan bertujuan untuk memastikan bahwa segala sesuatu yang berhubungan dengan modul bisa berjalan dengan baik. Misalnya pengecekan di lapangan, apakah semua komponen yang diperlukan tersedia di pasaran.
4. Pembuatan Modul  
Modul dibuat berdasarkan rencana semula, setelah semua bahan dan alat untuk pembuatan modul telah tersedia.

#### A. Blok Diagram Modul

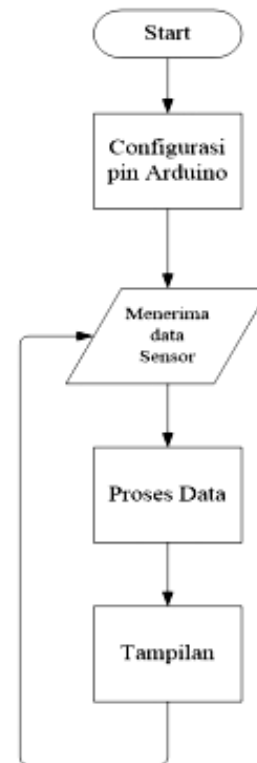
Gambar 1 adalah blok diagram dari modul sistem monitoring supply air yang dibuat. Pada gambar tersebut dapat dilihat bahwa pada saat saklar dihidupkan, *power supply* akan memberikan tegangan 5V ke rangkaian mikrokontroler, rangkaian *water flow sensor* serta rangkaian display. Kemudian pada saat *water flow sensor* dialiri air secara otomatis dia akan membaca debit air yang mengalir, dan mengirimkan perintah ke mikrokontroler untuk menampilkan berapa jumlah debit air yang mengalir ke LCD.

#### B. Diagram Alir dan Perangkat Lunak (*Software*)

Untuk memudahkan dalam pembuatan perangkat lunak (*software*) maka harus dirancang kerangka program dalam bentuk diagram alir (*flowchart*), seperti diperlihatkan pada Gambar 2.



Gbr.1 Blok Diagram Modul Sistem Monitoring Supply Air



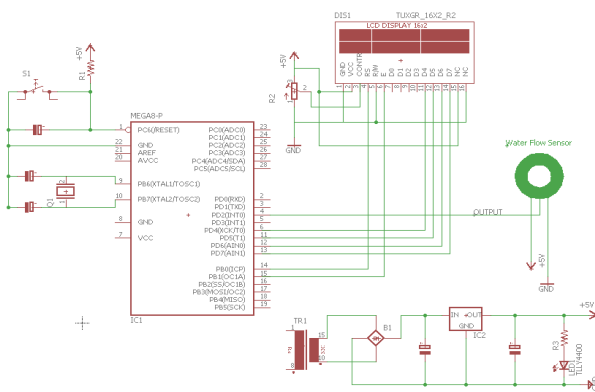
Gbr. 2 Diagram Alir Perangkat Lunak

Pada saat alat dihidupkan, maka arduino uno akan mendeklarasikan semua perintah yang digunakan, seperti konfigurasi LCD dan *water flow sensor*. Perintah pertama pada saat alat dihidupkan akan menampilkan *screen* awal pada LCD. Lalu arduino uno akan menampilkan *flow rate* dalam bentuk liter/menit. Ketika arduino uno menerima data masukan dari *water flow sensor* secara otomatis jumlah air yang dibaca akan ditampilkan pada LCD. Proses ini akan berlangsung secara berulang sampai alat dimatikan.

### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

*Wiring diagram* secara keseluruhan dari alat dapat dilihat pada Gambar 3. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa data aliran supply air ditampilkan pada LCD dalam bentuk debit air, dan frekuensi data tersebut diperoleh melalui output yang diterima *water flow sensor* pada port PD2, dan oleh arduino uno data dalam

bentuk analog tersebut dikonversi menjadi data digital dan ditampilkan pada LCD.



Gbr. 3 Wiring Diagram Alat Sistem Monitoring Supply Air

Sedangkan untuk data *power supply* diukur menggunakan multimeter dengan membandingkan output setelah trafo dengan output setelah IC regulator 7805, tegangan yang diperoleh pada output trafo yaitu 6V dan output IC regulator 7805 yaitu 5V.

Pengumpulan data dilakukan dengan cara mengukur pada titik-titik pengukuran yang telah ditentukan, sesuai dengan data pada Tabel 1.

Tabel I  
Data Hasil Pengamatan

NO.	TP	Keterangan	Tegangan (Volt)	Frek. (Hz)
1.	TP 1	Output power supply	5 V	-
2.	TP 2	Flow rate 5,5	2,48 V	24,9 Hz
3.	TP 3	Flow rate 10,4	2,49 V	46,9 Hz
4.	TP 4	Flow rate 15,5	2,48 V	69,8 Hz

Dari Tabel 1 tersebut dapat dilihat bahwa pada saat TP2 diukur, *flow rate*-nya 5,5 dan frekuensi yang terukur adalah 24,9 Hz. Kemudian kerannya dibuka lebih besar lagi, *flow rate*-nya semakin tinggi, yaitu 46,9 Hz dan setelah kerannya dibuka lebih lebar lagi, air yang mengalir lebih deras dan hasil pengukuran frekuensinya 69,8 Hz yang dibaca oleh mikrokontroler. Sedangkan tegangan yang terukur relatif sama, sehingga bisa dilihat bahwa besarnya *flow rate* akan mempengaruhi frekuensi kerja dari alat, sedangkan tegangan tetap atau tidak berpengaruh.

**V. KESIMPULAN**

Dari hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa alat monitoring aliran air ke mesin RO pada alat hemodialisa akan membaca aliran air yang melewati *water flow sensor*, yaitu besarnya aliran air berbanding lurus dengan frekuensi, dimana semakin besar volume air maka semakin besar pula frekuensi yang dibaca oleh mikrokontroller arduino uno ATmega 328.

**REFERENSI**

- [1] Admin. (2014). Arduino – Lesson 1 For New Arduino Programmers. [Online]. Available : <http://www.letsarduino.com/arduino-lesson-1/>.
- [2] Fuad, Ahlis Nur. (2015). Dasar-Dasar Elektronika. [Online]. Available : <http://ahlisblogadress.blogspot.co.id/2015/02/trans-formator.html>.
- [3] Nate. (2008). Beginning Embedded Electronics – 2. [Online]. Available : <https://www.sparkfun.com/tutorials/93>.
- [4] Patel, Vaibhav. [2014]. IC 7805. [Online]. Available : <http://www.engineersgallery.com/ic-7805/>.
- [5] Syahwil, Muhammad. (2013). Panduan Mudah Simulasi dan Praktek Mikrokotroler Arduino. Yogyakarta : ANDI.