

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Perdahulu

Berdasarkan penelitian tentang *laminar flow biological safety cabinet* yang dilakukan sebelumnya [3]. *Output airflow* sensor akan berubah-ubah sesuai dengan kecepatan aliran udara yang melewati sensor tersebut. Semakin besar aliran udara yang melewati sensor, maka semakin besar pula *output airflow* sensor yang keluar.

Pada penelitian tersebut menggunakan *microcontroller* AT89S51 dalam pembuatan modulnya. Pada *microcontroller* ini belum terdapat pin ADC, sehingga masih membutuhkan rangkaian ADC eksternal. *Output airflow* sensor akan masuk ke rangkaian ADC eksternal, sehingga dapat diolah oleh *microcontroller* dan menampilkan nilai laju aliran udara yang melewati sensor.

Adapun untuk membuat aliran udara, dibutuhkanlah 8 buah fan. *Fan* ini terdiri dari 4 *fan inlet* dan 4 *fan outlet*. Selain itu, ukuran *fan* tentunya mempengaruhi besarnya aliran udara yang dihasilkan. Ukuran *fan* yang digunakan semuanya sama, yaitu memiliki ukuran jari-jari sebesar 5,5 cm. Dengan penggunaan *fan* ini, didapatkan nilai untuk menghasilkan *flow rate* sebesar 0,51 m/s (100 fpm) maka dibutuhkan sekitar 1035 rpm putaran fan.

2.2 Dasar Teori

Laminar flow biological safety cabinet merupakan salah satu kelengkapan dasar laboratorium di bidang biologi dan kedokteran, dimana seluruh aliran udara di dalam *laminar* bergerak dengan kecepatan yang sama sepanjang garis paralel dengan pusaran yang minimal [4]. *Laminar flow biological safety cabinet*

merupakan kabinet yang menyediakan ruang kerja yang steril dengan mengambil udara dari luar *laminar* yang disaring menggunakan filter udara khusus. Sehingga udara dari luar *laminar* tidak dapat mengkontaminasi udara yang berada di dalam ruang kerja *laminar* maupun di luar *laminar*.

Laminar flow biological safety cabinet digunakan sebagai kabinet pengaman untuk mencampur obat yang mengandung *biohazard* seperti obat untuk penderita kanker agar tidak terhirup oleh operator. Obat kanker itu sendiri merupakan virus, karena kanker merupakan penyakit yang dapat dilawan dengan virus. Oleh karena itu, operator tidak boleh menghirup obat yang di campur karena berupa virus.

Pada *laminar flow biological safety cabinet* ada yang dilengkapi dengan lampu UV, dan ada juga yang tidak. Pada *laminar flow biological safety cabinet* yang tidak di lengkapi dengan lampu UV, *fan* harus dijalankan secara terus menerus walaupun alat tersebut sedang tidak dipergunakan. Hal ini dilakukan agar menjaga kebersihan ruang kerja di dalam *laminar* tersebut.

Pada *laminar flow biological safety cabinet* yang dilengkapi dengan lampu UV, dianjurkan agar menyalakan lampu UV minimal 30 menit sebelum *laminar airflow* digunakan. Ketika *laminar airflow* akan digunakan, lampu UV harus dimatikan terlebih dahulu sedangkan *fan* tetap di jalankan.

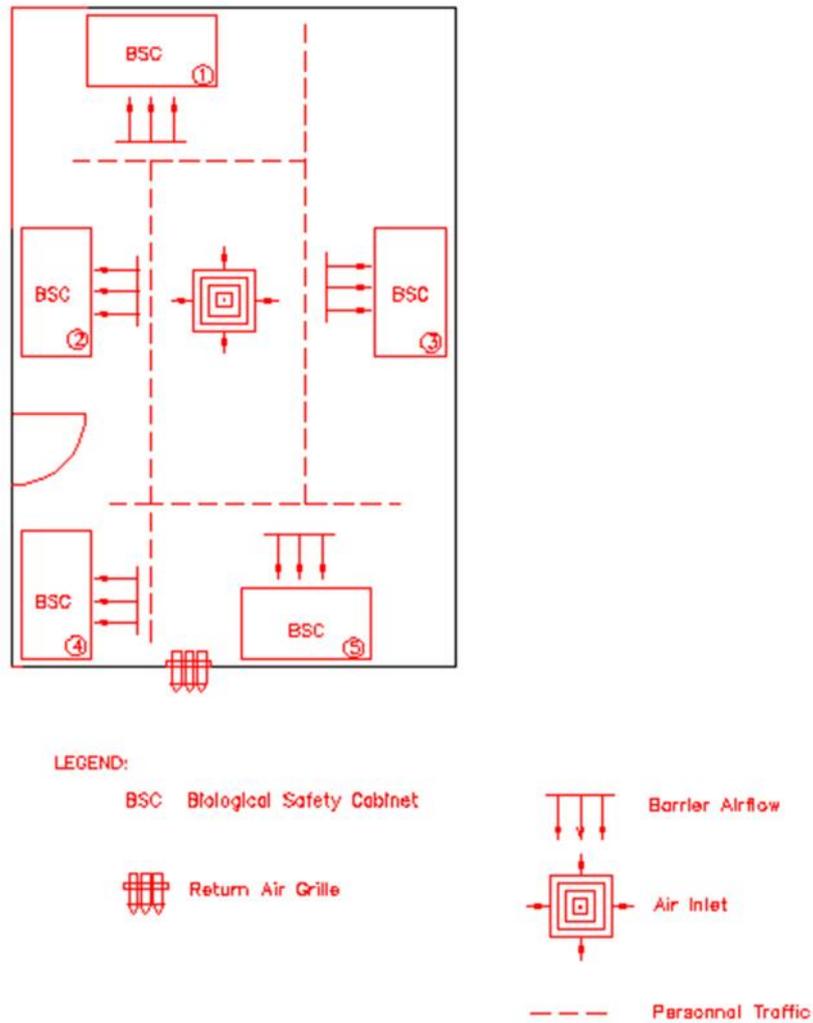


Gambar 2.1 *Laminar Flow Class II Type B3 Biological Safety Cabinet* dari
ESCO

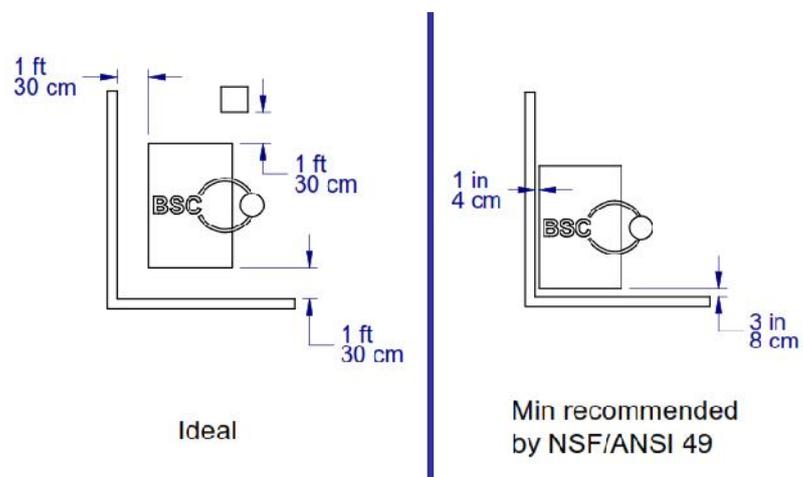
2.2.1 Penempatan *Laminar Flow*

- a. Lokasi kabinet 1 merupakan penempatan yang tepat dengan menghindari gerakan udara yang berlebihan di sekitarnya.
- b. Kabinet 2 terlalu dekat dengan pintu keluar masuk dan dapat dipengaruhi oleh saluran masuk udara
- c. Aliran udara kabinet 3 dapat dipengaruhi oleh saluran masuk udara
- d. Kabinet 4 terlalu dekat dengan pintu keluar masuk
- e. Kabinet 5 merupakan penempatan yang baik tetapi *return air grille* yang berdekatan tidak mempengaruhi kabinet aliran udara.

Agar lebih mudah memahami, Gambar 2.2 menunjukkan penempatan dari *laminar flow*.

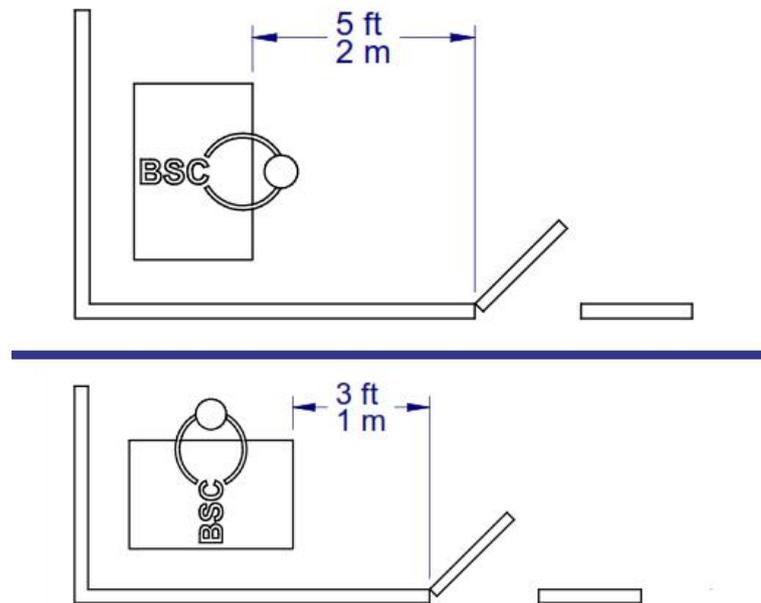


Gambar 2.2 Penempatan *Laminar Flow*



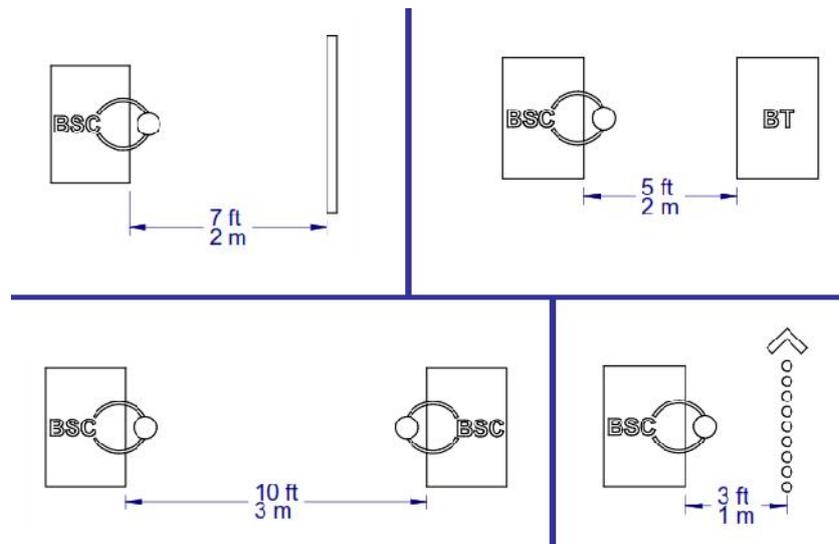
Gambar 2.3 Jarak Ideal *Laminar Flow* Dengan Dinding

Pada Gambar 2.3 *laminar flow biological safety cabinet* idealnya diletakkan dengan jarak 30cm dari dinding dan benda atau peralatan lain.



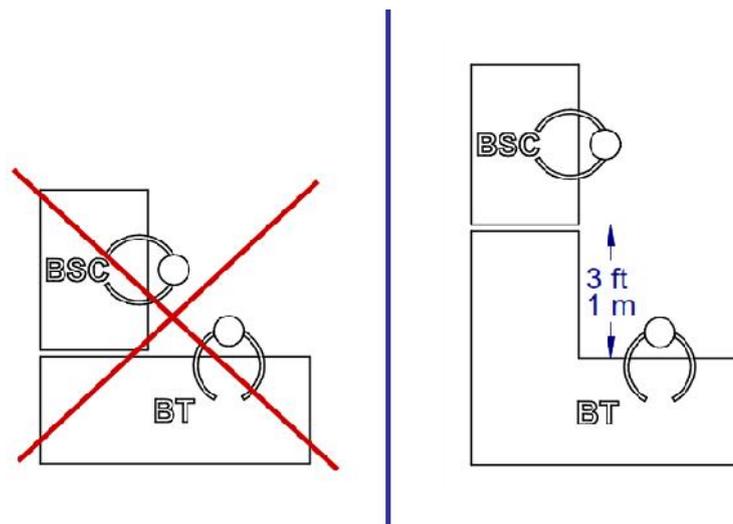
Gambar 2.4 Jarak Ideal *Laminar Flow* Dengan Pintu

Pada Gambar 2.4 dapat dijelaskan bahwa meletakkan *laminar flow biological safety cabinet* dekat pintu, maka idealnya diletakkan pada jarak 2m dari pintu jika pintu berada di depan *biological safety cabinet*. Sedangkan jika pintu berada di samping *laminar flow biological safety cabinet* maka idealnya diletakkan dengan jarak 1m dari pintu. Hal ini dilakukan agar menghindari adanya hembusan aliran udara yang terjadi ketika pintu membuka dan menutup. Sehingga menyebabkan terganggunya kinerja dari *laminar flow biological safety cabinet*.



Gambar 2.5 Pengkondisian Tempat *Laminar Flow*

Pada Gambar 2.5 dapat dijelaskan bahwa jika terdapat dinding atau peralatan dan benda lainnya di depan *laminar flow biological safety cabinet* maka idealnya berjarak 2m. Jika terdapat dua *laminar flow biological safety cabinet* yang saling berhadapan, maka idealnya berjarak 3m. Jalan untuk operator/pekerja lain yang melewati *laminar flow biological safety cabinet* minimal berjarak 1m.



Gambar 2.6 Ukuran Meja Sisi

Pada Gambar 2.6 dapat dijelaskan bahwa jarak *laminar flow biological safety cabinet* dengan meja sisi minimal 1m. Hal ini bertujuan agar operator tidak saling berdempetan dan menabrak satu sama lain.

2.2.2 Klasifikasi *Laminar Flow Biological Safety Cabinet*

Pada *laminar flow biological safety cabinet* sendiri terdiri dari beberapa klasifikasi tergantung dengan kelas atau tingkat keamanan masing masing laboratorium yang biasanya disebut dengan *biosafety level* diantaranya.

- a. *Class I* menyediakan perlindungan kepada operator dan lingkungan akan tetapi tidak melindungi produk. Seluruh udara yang masuk pada permukaan interior *laminar* tidak di saring menggunakan HEPA filter. HEPA filter hanya terdapat pada sistem *exhaust* untuk melindungi lingkungan dari pencemaran [5].
- b. *Class II* menyediakan perlindungan kepada operator, lingkungan serta produk. Udara yang ada di ruangan maupun udara yang ada di bagian dalam kabinet ditarik ke ventilasi sehingga menciptakan sebuah penghalang udara yang akan melindungi operator. Selain itu, aliran udara yang menurun akan disaring menggunakan HEPA filter yang memberikan perlindungan terhadap produk. Pembuangan udara harus melewati HEPA filter yang sudah bersertifikat standar. Udara dapat di sirkulasi kembali ke dalam laboratorium atau di keluarkan di luar gedung [5].

Untuk klasifikasi dan perbedaan dari *biological safety cabinet* yang lebih jelas dapat diperhatikan Tabel 2.1 berikut ini.

Tabel 2.1 *Class dan Tipe Biological Safety*

Tipe (Class)	Perlindungan Operator	Perlindungan Produk	Perlindungan Lingkungan	Bahan Yang Mudah Menguap	Penerapan
I	Ya	Tidak	Ya	Ya	Untuk peralatan atau penggunaan yang memiliki potensi menghasilkan aerosol seperti jaringan homogen dll.
II, A1 (menjadi A)	Ya	Ya	Ya	Tidak	Kultur sel dan penggunaan yang menggunakan bahan infeksius yang tidak termasuk dalam bahan kimia yang mudah menguap
II, A2 (menjadi B3)	Ya	Ya	Ya	Ya (tergantung waktu)	Sama seperti tipe A yang pembuangan udaranya ke luar. Waktu penggunaan tergantung pada bahan kimia berbahaya yang digunakan

Tabel 2.1 *Class dan Tipe Biological Safety (Lanjutan)*

II, B1	Ya	Ya	Ya	Ya (tergantung waktu)	Udara di salurkan dan di keluarkan melewati pembuangan udara bagian luar. Sama seperti penggunaan tipe II,A tetapi memiliki sistem invitro biologi yang dapat digunakan.
II, B2	Ya	Ya	Ya	Ya (tergantung jumlah)	Kabinet ini memiliki sistem pembuangan udara yang udaranya tidak disirkulasikan kembali. Kabinet ini memerlukan perawatan karena beberapa bahan kimia dapat merusak filter

2.2.3 Lampu Ultraviolet

Banyak *biological safety cabinet* yang dilengkapi dengan lampu *ultraviolet* (UV). Sinar UV dimanfaatkan untuk membasmi kuman dan bakteri. Sinar UV dapat langsung menghancurkan sel bakteri maupun kuman dibandingkan dengan penggunaan bahan kimia, obat, atau detergen yang dapat merusak lingkungan.

Selain merusak lingkungan, bahan tersebut hanya mampu merusak kulit sel tetapi tidak dapat menghancurkan inti sel dari bakteri maupun kuman tersebut.

Sinar UV mempunyai panjang gelombang ± 400 nm. Matahari adalah sumber sinar UV, namun sebelum mengenai permukaan bumi sinar UV tersebut diserap oleh molekul ozon (O_3) yang terdapat di atmosfer sehingga tidak membahayakan kehidupan bumi.

Efek yang di timbulkan dari paparan sinar UV dapat merugikan kesehatan tubuh seperti mata, kulit, dan sistem kekebalan tubuh [6]. Mata yang terkena paparan sinar UV dapat mengalami *photokeratitis*, *photoconjunctivitis*, efek terbakar pada retina, kanker, serta katarak. Kulit yang terkena paparan UV dapat mengalami *eritema* dan meningkatkan penuaan kulit. Selain itu, sinar UV dapat menyebabkan perubahan distribusi dan fungsi sel darah putih untuk melawan penyakit yang menyebabkan kerusakan sistem kekebalan tubuh. Gambar 2.7 menunjukkan bentuk fisik dari lampu UV.



Gambar 2.7 Lampu UV

Lampu UV terbagi menjadi 3 yaitu UV A, UV B, dan UV C. UV A memiliki panjang gelombang 320-400 nm, UV B memiliki panjang gelombang 260-320 nm, serta UV C memiliki panjang gelombang 200-260 nm. Lampu UV yang biasa

digunakan pada *laminar flow biological safety cabinet* adalah lampu UV tipe C, UV tipe ini dapat mematikan organisme seperti bakteri dan kuman untuk proses sterilisasi.

2.2.4 Lampu TL

Lampu TL atau lampu neon adalah salah satu jenis lampu lucutan gas yang mempergunakan daya listrik untuk mengeksitasi uap raksa sehingga mampu mengeluarkan cahaya yang terang. Uap raksa yang berada di dalam lampu neon akan tereksitasi saat arus listrik di alirkan sehingga menghasilkan gelombang cahaya UV yang menyebabkan lapisan fosfor berpendar dan menghasilkan cahaya.

Lampu neon ini disebut juga dengan nama lain yaitu lampu pendar, hal ini disebabkan adanya lapisan fosfor yang berpendar di dalam tabung neon. Dengan menggunakan sistem lampu neon tersebut maka dapat dihasilkan cahaya lampu yang lebih terang dan efisien.

Bentuk lampu neon memiliki beragam model namun pada umumnya dikenal di pasaran dengan bentuk tabung panjang, tabung melingkar, dan tabung spiral. Lampu neon yang biasa di pakai untuk *laminar flow* adalah lampu neon berbentuk tabung panjang. Gambar 2.8 menunjukkan bentuk fisik dari lampu TL.



Gambar 2.8 Lampu TL

Kelebihan lampu neon adalah menghasilkan cahaya yang lebih terang, umur pemakaiannya panjang, dan bentuk yang variatif. Sedangkan kekurangan lampu neon adalah harganya yang relatif lebih mahal daripada lampu pijar dan instalasi pembuatan lampu neon agak terasa rumit.

2.2.5 Fan

Fan adalah suatu perangkat yang berfungsi untuk menciptakan aliran udara berkelanjutan secara mekanis. Kegunaan ini biasanya diaplikasikan pada *laminar flow biological safety cabinet* sebagai sumber penghasil aliran udara. Gambar 2.9 menunjukkan bentuk fisik dari *fan*.



Gambar 2.9 *Fan*

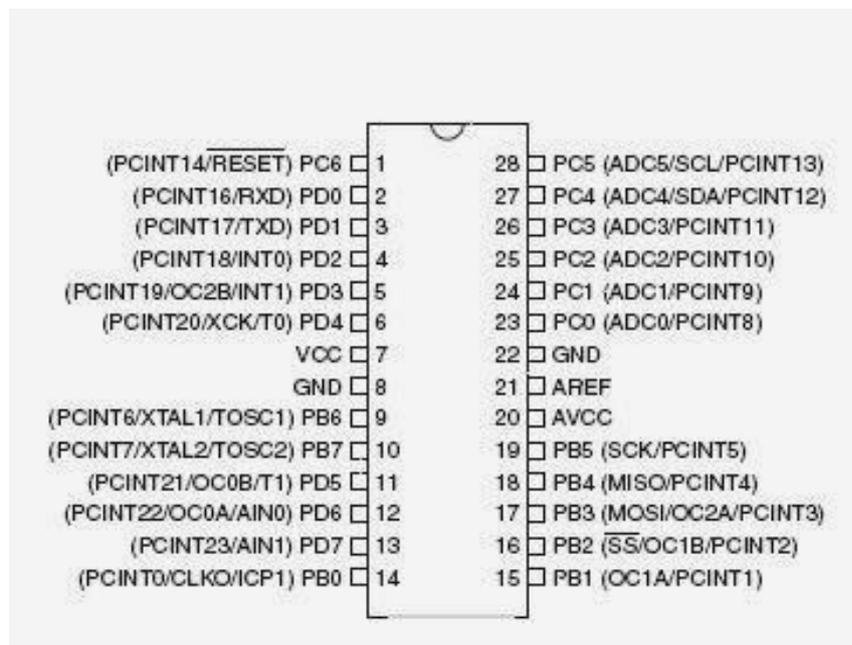
Struktur *fan* terdiri atas baling-baling, *impeller*, dan motor. Beberapa *fan* juga memungkinkan mekanisme pergerakan fan dapat diatur untuk menghasilkan aliran udara sentrifugal atau aksial.

2.2.6 *Microcontroller* ATmega 328P

ATmega 328P merupakan *microcontroller* keluarga AVR 8 bit. Beberapa tipe *microcontroller* yang sama dengan ATmega 8 ini antara lain ATmega 8535, ATmega 16, ATmega 32, ATmega 328, yang membedakan antara *microcontroller*

antara lain adalah, ukuran memori, banyaknya GPIO (pin *input/output*), *peripheral* (USART, *timer*, *counter*, dll).

Dari segi ukuran fisik, ATmega 328P memiliki ukuran fisik lebih kecil dibandingkan dengan beberapa *microcontroller* diatas. Namun untuk segi memori dan periperial lainnya ATmega 328P tidak kalah dengan yang lainnya karena ukuran memori dan *peripheral* -nya relatif sama dengan ATmega 8535, ATmega 32, hanya saja jumlah GPIO lebih sedikit dibandingkan *microcontroller* diatas. Gambar 2.7 menunjukkan konfigurasi dari pin microcontroller ATmega 328P.



Gambar 2.10 Pin *Microcontroller* ATmega 328P

Pada Gambar 2.10 dapat dijelaskan bahwa ATmega 328P memiliki 3 buah *port* utama yaitu *port* B, *port* C, dan *port* D dengan total pin *input/output* sebanyak 23 pin. *Port* tersebut dapat difungsikan sebagai *input/output* digital atau difungsikan sebagai *peripheral* lainnya.

1. Port B

Port B merupakan jalur data 8 bit yang dapat difungsikan sebagai *input/output*. Selain itu *port B* juga dapat memiliki fungsi alternatif seperti di bawah ini.

- a. ICP1 (PB0), berfungsi sebagai *timer counter 1 input capture* pin.
- b. OC1A (PB1), OC1B (PB2) dan OC2 (PB3) dapat difungsikan sebagai keluaran *Pulse Width Modulation (PWM)*.
- c. MOSI (PB3), MISO (PB4), SCK (PB5), SS (PB2) merupakan jalur komunikasi SPI.
- d. Selain itu pin ini juga berfungsi sebagai jalur pemrograman serial (ISP).
- e. TOSC1 (PB6) dan TOSC2 (PB7) dapat difungsikan sebagai sumber *clock* eksternal untuk *timer*.
- f. XTAL1 (PB6) dan XTAL2 (PB7) merupakan sumber *clock* utama *microcontroller*.

2. Port C

Port C merupakan jalur data 7 bit yang dapat difungsikan sebagai *input/output* digital. Fungsi alternatif *port C* antara lain sebagai berikut.

- a. ADC 6 *channel* (PC0, PC1, PC2, PC3, PC4, PC5) dengan resolusi sebesar 10 bit. ADC dapat kita gunakan untuk mengubah *input* yang berupa tegangan analog menjadi data digital.
- b. I2C (SDA dan SDL) merupakan salah satu fitur yang terdapat pada *PORTC*. I2C digunakan untuk komunikasi dengan sensor atau *device* lain

yang memiliki komunikasi data tipe I2C seperti sensor kompas, *accelerometer nunchuck*.

3. Port D

Port D merupakan jalur data 8 bit yang masing-masing pinnya juga dapat difungsikan sebagai *input/output*. Sama seperti *Port B* dan *Port C*, *Port D* juga memiliki fungsi alternatif dibawah ini.

- a. USART (TXD dan RXD) merupakan jalur data komunikasi serial dengan level sinyal TTL. Pin TXD berfungsi untuk mengirimkan data serial, sedangkan RXD kebalikannya yaitu sebagai pin yang berfungsi untuk menerima data serial.
- b. *Interrupt* (INT0 dan INT1) merupakan pin dengan fungsi khusus sebagai interupsi *hardware*. Interupsi biasanya digunakan sebagai selaan dari program, misalkan pada saat program berjalan kemudian terjadi interupsi *hardware/software* maka program utama akan berhenti dan akan menjalankan program interupsi.
- c. XCK dapat difungsikan sebagai sumber *clock external* untuk USART, namun kita juga dapat memanfaatkan *clock* dari CPU, sehingga tidak perlu membutuhkan *external clock*.
- d. T0 dan T1 berfungsi sebagai masukan *counter external* untuk *timer 1* dan *timer 0*.
- e. AIN0 dan AIN1 keduanya merupakan masukan *input* untuk *analog comparator*.

ATMega 328P adalah *microcontroller* keluaran dari atmel yang mempunyai arsitektur *Reduce Instruction Set Computer* (RISC) yang mana setiap proses eksekusi data lebih cepat dari pada arsitektur *Completed Instruction Set Computer* (CISC). *Microcontroller* ini memiliki beberapa fitur antara lain.

- a. Memiliki *Electrically Erasable Programmable Read Only Memory* (EEPROM) sebesar 1KB sebagai tempat penyimpanan data semi permanen karena EEPROM tetap dapat menyimpan data meskipun catu daya dimatikan.
- b. Memiliki *Static Random Access Memory* (SRAM) sebesar 2KB
- c. Memiliki pin I/O digital sebanyak 14 pin 6 diantaranya *Pulse Width Modulation* (PWM) output.
- d. 32 x 8-bit register serbaguna.
- e. Dengan *clock* 16 MHz kecepatan mencapai 16 MIPS.
- f. 32 KB *Flash memory* dan pada arduino memiliki *bootloader* yang menggunakan 2 KB dari *flash* memori sebagai *bootloader*.
- g. 130 macam instruksi yang hampir semuanya dieksekusi dalam satu siklus *clock*.

2.2.7 Liquid Crystal Display

Display elektronik adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. *Liquid Cristal Display* (LCD) adalah salah satu jenis *display* elektronik yang dibuat dengan teknologi *Complementary Metal Oxide Semiconductor* (CMOS) yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di

sekelilingnya terhadap *frontlit* atau mentransmisikan cahaya dari *backlit*. LCD berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik. Gambar 2.11 menunjukkan bentuk fisik dari LCD 16x2.



Gambar 2.11 LCD 16x2

Dalam LCD terdapat *microcontroller* yang berfungsi sebagai pengendali tampilan karakter LCD. *Microcontroller* pada suatu LCD dilengkapi dengan memori dan register. Memori yang digunakan *microcontroller* internal LCD adalah.

- a. *Display Data Random Access Memory* (DDRAM) merupakan memori tempat karakter yang akan ditampilkan berada
- b. *Character Generator Random Access Memory* (CGRAM) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana bentuk dari karakter dapat diubah-ubah sesuai dengan keinginan
- c. *Character Generator Read Only Memory* (CGROM) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana pola tersebut merupakan karakter dasar yang sudah ditentukan secara permanen oleh pabrikan pembuat LCD (*Liquid Cristal Display*) tersebut sehingga pengguna tinggal mengambilnya sesuai alamat memorinya dan tidak dapat merubah karakter dasar yang ada dalam CGROM

Register control yang terdapat dalam suatu LCD diantaranya adalah.

- a. *Register* perintah yaitu *register* yang berisi perintah-perintah dari *microcontroller* ke panel *liquid Cristal Display* (LCD) pada saat proses penulisan data atau tempat status dari panel LCD dapat dibaca pada saat pembacaan data.
- b. *Register* data yaitu *register* untuk menuliskan atau membaca data dari atau ke DDRAM. Penulisan data pada register akan menempatkan data tersebut ke DDRAM sesuai dengan alamat yang telah diatur sebelumnya.

Pin, kaki atau jalur *input* dan kontrol dalam suatu LCD diantaranya adalah.

- a. Pin data adalah jalur untuk memberikan data karakter yang ingin ditampilkan menggunakan LCD dapat dihubungkan dengan bus data dari rangkaian lain seperti *microcontroller* dengan lebar data 8 bit
- b. Pin *Register Select* (RS) berfungsi sebagai indikator atau yang menentukan jenis data yang masuk, apakah data atau perintah. Logika *low* menunjukkan yang masuk adalah perintah, sedangkan logika *high* menunjukkan data
- c. Pin *Read Write* (R/W) berfungsi sebagai instruksi pada modul jika *low* tulis data, sedangkan *high* baca data
- d. Pin *Enable* (E) digunakan untuk memegang data baik masuk atau keluar
- e. Pin VLCD berfungsi mengatur kecerahan tampilan (kontras) dimana pin ini dihubungkan dengan trimpot 5 Kohm, jika tidak digunakan dihubungkan ke *ground*, sedangkan tegangan catu daya ke LCD sebesar 5 Volt.

2.2.8 Sensor Airflow

Sensor merupakan komponen penting yang terdapat pada *laminar airflow biological safety cabinet* ini. Sensor yang digunakan adalah *airflow* sensor, yaitu sensor yang berfungsi untuk mendeteksi kecepatan/percepatan aliran udara. Gambar 2.7 menunjukkan bentuk fisik dari *airflow* sensor OMRON tipe D6F-W04A1.



Gambar 2.12 Airflow Sensor Omron D6F-W04A1

Airflow sensor yang akan digunakan pada alat ini adalah *airflow* sensor dari OMRON tipe D6F-W04A1. Sensor ini mempunyai fitur yang banyak seperti berikut ini.

- a. Tingkat akurasi tinggi ($\pm 5\%$)
- b. Di dalamnya sudah terdapat *Dust Segregation System* (DSS) untuk pelindung agar komponen sensor tidak terkontaminasi.
- c. Penguatan sinyal *output* & suhu yang telah terkompensasi, sehingga tidak membutuhkan rangkaian pengkondisi sinyal analog. Sensor dapat langsung

masuk ke pin ADC *microcontroller* karena *output* sensor berkisar 0 - 5 VDC.

- d. Mudah digunakan serta tidak memerlukan pengatur

2.2.9 Analisis Regresi Linear Sederhana

Analisis regresi linear sederhana adalah metode statistik yang berfungsi untuk menguji sejauh mana hubungan sebab akibat antara variabel faktor penyebab (X) terhadap variabel akibatnya. Faktor penyebab pada umumnya dilambangkan dengan X atau disebut juga dengan *predictor* sedangkan variabel akibat dilambangkan dengan Y atau disebut juga dengan *response*. Regresi linear sederhana atau *Simple Linear Regression* (SLR) juga merupakan salah satu metode statistik yang dipergunakan dalam produksi untuk melakukan peramalan ataupun prediksi tentang karakteristik kualitas maupun kuantitas.

Berikut ini adalah model persamaan dari regresi linear sederhana.

$$Y = a + b \tag{2-1}$$

dengan,

Y = Variabel *response* atau variabel akibat (*Dependent*)

X = Variabel *predictor* atau variabel faktor penyebab (*Independent*)

a = Konstanta

b = Koefisien regresi (kemiringan) atau besaran *response* yang ditimbulkan oleh *Predictor*.

Nilai-nilai a dan b dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$a = \frac{(\sum y \cdot \sum x^2) - (\sum x \cdot \sum x \cdot y)}{(n \cdot \sum x^2) - (\sum x)^2} \quad (2-2)$$

$$b = \frac{(n \cdot \sum x \cdot y) - (\sum x \cdot \sum y)}{(n \cdot \sum x^2) - (\sum x)^2} \quad (2-3)$$