

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Berdasarkan beberapa penelitian yang telah dilakukan oleh mahasiswa lain yang berhubungan dengan penulis adalah yang pertama ditulis oleh saudara Rifsiono Muhabiddin dari Jurusan D3 Teknik Elektromedik Politeknik Kesehatan Kemenkes Surabaya dengan judul Penelitian *CALIBRATOR SUCTION PUMP*. Alat yang digunakan menggunakan ATmega 328 berbasis Arduino Uno, menggunakan sensor *MPXV4115V* sebagai sensor tekanan, menggunakan rangkaian *output filter* untuk *output* sensor tekanan dan menggunakan *LCD 16x2* sebagai *display*. Hasil yang ditulis dari saudara Rifsiono Muhabiddin tersebut sudah cukup baik untuk dijadikan alat Kalibrator (Muhabiddin, 2014).

Penelitian kedua dilakukan oleh saudara Sofan Amirul Ardhi dari Program Jurusan D3 Teknik Elektromedik Politeknik Kesehatan Kemenkes Surabaya dengan judul Alat Bekam Elektronik Berbasis Mikrokontroler Atmega8 dengan *Setting Timer*, Pengaturan Tekanan dan *Safety Sensor*. Alat yang dibuat adalah dengan cara kerja yang sama yaitu menggunakan *power supply*, menggunakan sensor *MPXV4115VC6U* sebagai sensor tekanan, menggunakan mikrokontroler ATmega 8 sebagai pengendali, dan *LCD 16x2* sebagai *display* (Amirul, 2015).

Berdasarkan penelitian tersebut, penulis tertarik untuk membuat alat serupa yaitu Kalibrator *Suction Pump* Berbasis Mikrokontroler ATmega 16.

Alat yang penulis buat menggunakan Mikrokontroler ATmega 16 sebagai pengendali, menggunakan sensor *MPXV4115VC6U* sebagai sensor tekanan, menggunakan *ICL7660* untuk mengkonversi tegangan positif menjadi negatif, rangkaian pendukung sensor untuk *output* sensor tekanan dan *LDC 16x2* sebagai *display*. Kelebihan dari alat ini yaitu portable bisa dibawa kemana-mana, untuk membuat modul ini jauh lebih ekonomis dibandingkan dengan alat sebenarnya. Untuk kekurangannya yaitu belum ada indikator baterai.

2.2 Definisi Kalibrasi

Pengertian kalibrasi menurut *ISO/IEC Guide and Vocabulary of International Metrology (VIM)* adalah serangkaian kegiatan yang membentuk hubungan antara nilai yang ditunjukkan oleh instrumen ukur atau sistem pengukuran, atau nilai yang diwakili oleh bahan ukur dengan nilai-nilai yang sudah diketahui yang berkaitan dari besaran yang diukur dalam kondisi tertentu. Dengan kata lain, kalibrasi adalah kegiatan untuk menentukan kebenaran konvensional nilai penunjukkan alat ukur dan bahan ukur dengan cara membandingkan terhadap standar ukur yang mampu menelusur ke standar nasional untuk satuan ukur. Tujuan kalibrasi adalah untuk mencapai ketertelusuran pengukuran. Hasil pengukuran dapat dikaitkan sampai ke standar yang lebih tinggi/teliti, melalui rangkaian perbandingan yang tak terputus(*Wikipedia,2005*).

2.2.1 Manfaat kalibrasi

Manfaat kalibrasi adalah sebagai berikut:

1. Untuk mendukung sistem mutu yang diterapkan diberbagai industri pada peralatan laboratorium dan produksi yang dimiliki.
2. Dengan melakukan kalibrasi, bisa diketahui seberapa jauh perbedaan (penyimpangan) antara harga benar dengan harga yang ditunjukkan oleh alat ukur.

2.2.2 Prinsip Dasar Kalibrasi

Prinsip dasar kalibrasi sebagai berikut:

1. Obyek Ukur (*UNIT Under Test*)
2. Standar Ukur (Alat standar kalibrasi, Prosedur/Metode standar (Mengacu ke standar kalibrasi internasional atau prosedur yang dikembangkan sendiri oleh laboratorium yang sudah teruji/diverifikasi)
3. Operator/teknisi (dipersyaratkan operator/teknisi yang mempunyai kemampuan teknis yang mempunyai kemampuan teknis kalibrasi(bersertifikat))
4. Lingkungan yang dikondisikan (suhu dan kelembaban selalu dikontrol, gangguan faktor lingkungan luar selalu diminimalkan sumber ketidakpastian pengukuran).

2.2.3 Hasil Kalibrasi

Hasil Kalibrasi antara lain:

1. Nilai obyek ukur
2. Nilai koreksi/penyimpangan
3. Nilai ketidakpastian pengukuran (Besarnya kesalahan yang mungkin terjadi dalam pengukuran, dievaluasi setelah ada hasil pekerjaan yang diukur). Analisis ketidakpastian yang benar dengan memperhitungkan semua sumber ketidakpastian yang ada didalam metode perbandingan yang digunakan, besarnya kesalahan yang mungkin terjadi dalam pengukuran.
4. Sifat metrologi lain faktor kalibrasi, kurva kalibrasi.

2.2.4 Toleransi Alat Ukur Kalibrasi

Dalam dunia industri, toleransi merupakan bagian dari spesifikasi suatu produk. Dalam konteks ini, toleransi dapat diartikan “besarnya perbedaan antara kondisi aktual dibandingkan kondisi ideal, sejauh bahwa perbedaan tersebut tidak sampai mengakibatkan kegagalan fungsi yang signifikan”. Misalkan sebuah komponen masih mempunyai spesifikasi ukuran 90 mm dengan toleransi $\pm 0,1$ mm. Ini berarti bahwa komponen tersebut masih dapat berfungsi dengan baik asalkan ukurannya diantara 89,9 mm dan 90,1 mm. Hasil pengukuran dibandingkan dengan spesifikasi tadi. Jika hasil pengukuran menunjukkan bahwa produk tersebut mempunyai ukuran sesuai dengan spesifikasi, maka produk tersebut dinyatakan “sesuai dengan

spesifikasi”. Pada proses pengukuran tadi terdapat sumber-sumber ketidakpastian pengukuran. Maka dalam paradigma terbaru, penilaian kesesuaian (*conformity assessment*) harus memperhitungkan nilai ketidakpastian dan nilai pengukuran. Suatu produk baru dapat dikatakan “sesuai dengan spesifikasi” jika memenuhi ketentuan:

$$E+U \leq T \quad (2.1)$$

Dengan:

E = penyimpangan dari spesifikasi (absolut)

U = nilai ketidakpastian pengukuran (pada tingkat kepercayaan 95 persen)

T = toleransi untuk produk tersebut (absolut)

Dengan kata lain, nilai ketidakpastian pengukuran harus lebih kecil daripada toleransi yang diberikan untuk produk yang diukur. Idealnya nilai ketidakpastian pengukuran besarnya sepersepuluh dari toleransi, atau dalam kondisi terburuk, nilai ketidakpastian pengukuran diharapkan tidak lebih dari sepertiga toleransi. Uraian diatas menunjukkan bahwa “toleransi” berkaitan dengan produk yang diukur, bukan dengan alat ukurnya.

2.3 *Suction Pump*

Suction pump adalah suatu alat yang yang dipergunakan untuk menghisap cairan yang tidak dibutuhkan pada tubuh manusia. *Suction* (Pengisapan Lendir) merupakan tindakan pengisapan yang bertujuan untuk mempertahankan jalan napas, sehingga memungkinkan terjadinya proses

pertukaran gas yang kuat dengan cara mengeluarkan *secret* dari jalan nafas, pada pasien yang tidak mampu mengeluarkannya sendiri dengan menggunakan alat via mulut, nasofaring atau trakeal(Kesehatan,2011).



Gambar 2.1 Bentuk Fisik *Suction pump*

2.3.1 Spesifikasi alat:

Nama : *Suction Pump*

Merk/type : *Gea Medical/YB-DX23B*

Setting tekanan : 0-(-760) mmHg

Nama lain dari *Suction pump* antara lain:

- *Vacum regulator*
- *Suctioncontrollers*
- *Slym zuiger*
- Alat hisap

Komponen yang ada pada *suction pump* adalah:

1. Motor
2. Botol penampung cairan
3. Selang
4. *Suction* regulator
5. Manometer
6. *Over Flow Protection*/pelampung (pengaman cairan lebih)
7. *Foot switch*

Tujuan *suction pump*:

1. Mempertahankan kepatenan jalan nafas
2. Membebaskan jalan nafas dari *secret*/lendir yang menumpuk
3. Mendapatkan sampel/sekret untuk tujuan diagnosa.

Motor *suction* adalah sebuah motor listrik, biasanya hanya bekerja pada satu tegangan, yaitu tegangan 110 V atau 220V, *Rpm* 145, 50/60 Hz, maka ketika pemilihan motor dilakukan itu harus sesuai dengan besarnya tegangan yang ada didalam rangkaianannya dapat kita temukan sebuah kapasitor yang memiliki fungsi sebagai *starting capacitor*.

2.3.2 Penghisap *Suction Pump*

Jenis Penghisap suction pada *suction pump*, antara lain:

1. Jenis *Centrifugal Rotary*, yaitu penghisap terdiri dari: beberapa kipas (pisau) yang berada dalam rumah penghisap dan dihubungkan dengan motor (bagian yang berputar pada

elektromotor). Pada rumah penghisap bagian luar terdapat dua katup (lubang hisap dan lubang tiup) serta lubang pembuangan oli. Oli merupakan pelumas dan pendingin pada bagian kipas.

2. Jenis membran, terdiri dari: Stang kedudukan, karet membran kedudukan katup, katup hisap dan katup tekan, tutup/rumah penghisap yang mempunyai katup/lubang hisap dan lubang tekan. Kekuatan daya hisapnya dikontrol dengan menggunakan regulator, ini biasanya diatur saat *suction* dipakai untuk kondisi hisapan yang berbeda-beda, ketika cairan terlalu kental maka regulator kita atur dengan kemampuan hisap yang lebih besar sedang untuk kondisi cairan yang lebih encer maka sebaliknya. Botol *vacum*, fungsi dari botol *vacum* adalah untuk memberikan kevakuman udara pada saat digunakan. Pada alat ada yang dapat berfungsi hanya dengan satu buah botol, tetapi akan lebih baik jika menggunakan dua botol, pada botol akan dilengkapi dengan tutup botol dan disan terdapat dua lubang. Selain itu asesoris lain yang digunakan adalah *suction*/slang untuk *vacum* yang besarnya disesuaikan dengan lubang *proft* dan panjangnya disesuaikan antara jarak penghisap dan botol(*kesehatan,2011*).

3. Indikasi

- a. Pada pasien dewasa yang tidak mampu batuk : neonatus, tracheatomi, indotracheal tube neonatus. Pasien tidak mampu batuk efektif : retensi sekret, neonatus, gagal nafas. Pasien

pada saat pelaksanaan operasi diruang bedah apabila cairan atau darah kotor yang tidak berfungsi saat melakukan operasi diruang bedah maka butuh divakum dengan suction. Pada pasien yang memiliki pembekuan darah atau cairan yang tidak berfungsi. Lama penghisapan lendir atau darah kotor 10-15detik dengan vacum pressure (-300) sampai (-600) mmHg atau 39,9966kPa sampai 79,9932kPa untuk dewasa.

- b. Pasien bayi yang baru lahir untuk penghisapan pada bkas placenta atau darah, tersumbat sistem pernafasan, pada saat ibu melahirkan apabila sulit untuk keluar maka membutuhkan vakum. Lama penghisapan 5-10detik untuk bayi dan anak dengan vakum pressure (-100) sampai (-200) mmHg atau 13,3322kPa-150,012kPa(*Sumarno,2016*).

4. Hal yang perlu diperhatikan:

- Tegangan
- Daya hisap maksimum
- Pembacaan meter
- Botol penampung
- *Over Flow Protection*
- *Seal* penutup botol
- Lakukan pemeliharaan sesuai jadwal
- Lakukan pengujian dan kalibrasi 1 tahun sekali.

2.4 Jenis-jenis tekanan

Jenis tekanan dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Tekanan Absolut

Tekanan yang diukur dengan sebuah instrumen yang mempunyai titik referensi NOL didaerah *vacuum* sempurna.

2. Tekanan Gauge (Tekanan relatif/Tekanan terukur)

Tekanan yang diukur menggunakan sebuah instrumen yang mempunyai titik referensi NOL pada daerah tekanan Atmosfer. "*Tekanan nol gauge sama dengan tekanan atmosfer*".

Hubungan tekanan absolut dan tekanan gauge adalah "*Tekanan Absolute = Tekanan Gauge + Tekanan atmosfer*" (2.2)

3. Tekanan negatif

Tekanan dibawah tekanan atmosfer yang diukur menggunakan sebuah instrumen yang mempunyai titik referensi NOL pada daerah tekanan atmosfer.

4. Tekanan Differential

Tekanan yang mempunyai titik referensi NOL tidak berada pada daerah absolut ataupun gauge.

5. Tekanan Barometer

Tekanan yang terukur oleh sebuah Barometer, dimana nilai tekanannya adalah nilai tekanan Atmosfer.

6. Tekanan *Vacuum*

Tekanan dibawah tekanan atmosfer yang diukur menggunakan instrumen yang mempunyai titik referensi NOL pada daerah *vacuum*.

2.5 Sensor Tekanan *MPXV4115VC6U*



Gambar 2.2 Sensor *MPXV4115VC6U*

Sensor *MPXV4115VC6U* adalah sensor tekanan dengan kompensasi suhu, pengondisi sinyal, dan telah terkalibrasi. Sensor tekanan ini adalah monolitik *silicon* sensor tekanan yang dirancang untuk berbagai aplikasi, terutama yang menggunakan sebuah mikrokontroler atau mikroprosesor dengan *input A/D*.

Di dalam sensor ini dipatenkan transduser elemen tunggal yang menggabungkan teknik *micromachining* canggih, film tipis *metallization*, dan bipolar pengolahan untuk memberikan analog, tingkat akurasi tinggi sinyal *output* yang sebanding dengan tekanan yang diterapkan.

Sensor *MPXV4115VC6U* mempunyai spesifikasi dan karakteristik Sebagai berikut:

Tabel 2.1 Spesifikasi dan karakteristik *MPXV4115VC6U*

Karakteristik	Simbol	<i>Min</i>	<i>Typ</i>	<i>Max</i>	<i>Unit</i>
<i>Pressure Range</i>	Pop	-115	-	0	<i>kPa</i>

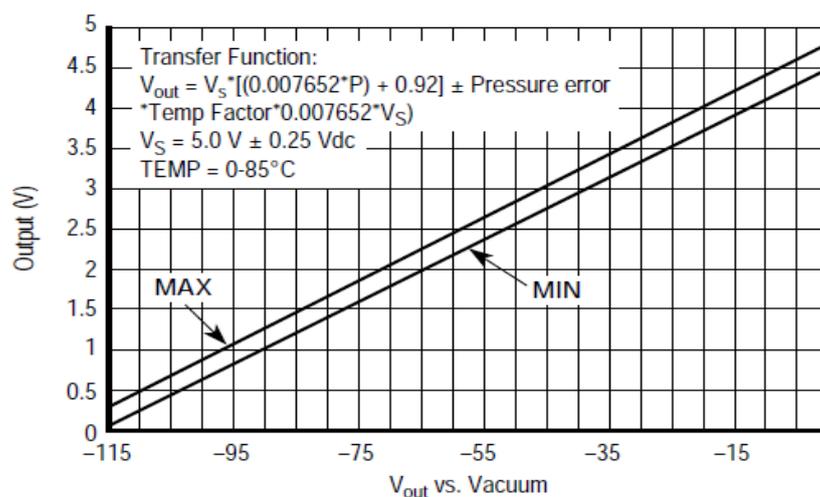
Karakteristik	Simbol	Min	Typ	Max	Unit
Supply Voltage	V _S	4.75	5.0	5.25	V _{DC}
Supply Current	I _O	-	6.0	10	mADC
Full Scale Output	V _{FSSO}	4.535	4.6	4.665	V _{DC}
Full Scale Span	V _{FSS}	-	4.4		V _{DC}
Accuracy	-	-	-	1.5%	%V _{FSS}
Sensitivity	V/P	-	38.26	-	mV/kPa
Response Time	t _R	-	1.0	-	Ms
Output Source Current at Full Scale Output	I _O	-	0.1	-	mADC
Warm-Up Time	-	-	20	-	Ms
Offset Stability	-	-	±0.5	-	%V _{FSS}

(Sumber : data sheet Sensor MPXV4115VC6U)

Fitur sensor MPXV4115VC6U:

1. Error maksimal 1,5% diatas suhu 0°-85°
2. Suhu kompensasi dari -40 + 125°C
3. Idealnya untuk mikroposeor atau mikrokontroller berbasis sistem.
4. Menggunakan permukaan termoplastik yang tahan lama.

Kurva perbandingan tegangan dan tekanan vakum:



Gambar 2.3 Kurva perbandingan tegangan dan tekanan vakum

Nilai Konversi tekanan (kPa to mmHg) :

Range sensor = -115 – 0 kPa

1 kPa = 7.5 mmHg

-110 kPa = -825 mmHg

Menampilkan hasil tekanan dari sensor tekanan *MPXV4115VC6U* melalui mikrokontroler menggunakan rumus sebagai berikut :

$$V_{out} = V_S((P \times 0.007652) + 0.92) \pm (PE \times Temp \times 0.007652 \times V_S) \quad (2.3)$$

Keterangan :

V_{out} : Tegangan *output* sensor

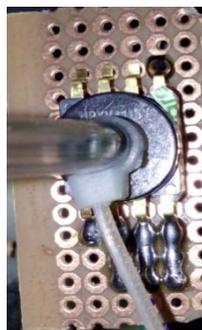
V_S : Sumber tegangan (*supply*)

PE : Tetapan nilai *error* tekanan ± 1.725 kPa

Temp : Tetapan nilai pada suhu tertentu (1 untuk suhu 20 – 85 derajat Celcius).

Aplikasi sensor *MPXV4115VC6U*:

1. Pemantauan tekanan vakum
2. Pemantauan rem booster



Gambar 2.4 Konfigurasi pin pada kaki sensor

Konfigurasi pin pada kaki sensor

1. Pin 1 : N/C
2. Pin 2 : Vs
3. Pin 3 : *GND*
4. Pin 4 : Vout
5. Pin 5 : N/C
6. Pin 6 : N/C
7. Pin 7 : N/C
8. Pin 8 : N/C

2.6 *Liquid Crystal Display (LCD)*

Liquid Crystal Display (LCD) adalah suatu jenis media tampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. *LCD* sudah digunakan diberbagai bidang misalnya alal-alat elektronik seperti televisi, kalkulator, atau pun layar komputer. Pada postingan aplikasi *LCD* yang digunakan ialah *LCD* dot matrik dengan jumlah karakter 2 x 16. *LCD* sangat berfungsi sebagai penampil yang nantinya akan digunakan untukmenampilkan status kerja alat(*Munandar,2012*).

Adapun fitur yang disajikan dalam *LCD* ini adalah :

- a. Terdiri dari 16 karakter dan 2 baris.
- b. Mempunyai 192 karakter tersimpan.
- c. Terdapat karakter generator terprogram.
- d. Dapat dialamati dengan mode 4-bit dan 8-bit.

e. Dilengkapi dengan *back light*.



Gambar 2.5 Bentuk Fisik *LCD* 16x2

Tabel 2.2 Spesifikasi Kaki *LCD* 16x2

Pin	Deskripsi
1	<i>Ground</i>
2	<i>VCC</i>
Pin	Deskripsi
3	<i>Pengatur Kontras</i>
4	<i>RS (Instructions/Register Select)</i>
5	<i>RW (Read/Write LCD Registers)</i>
6	<i>EN (Enable)</i>
7-14	<i>Data I/O Pins</i>
15	<i>VCC</i>

2.6.1 *Display* karakter pada *LCD*

Jalur *EN* dinamakan Enable. Jalur ini digunakan untuk memberi tahu *LCD* bahwa anda sedang mengirimkan sebuah data. Untuk mengirimkan data ke *LCD*, maka melalui program *EN* harus dibuat logika *low* “0” dan set pada dua jalur kontrol yang lain *RS* dan *RW*. Ketika dua jalur yang lain telah siap, set *EN* dengan logika “1” dan tunggu untuk sejumlah waktu tertentu (sesuai dengan datasheet dari *LCD* tersebut) dan berikutnya set *EN* ke logika *low* “0” lagi.

Jalur *RS* adalah jalur *Register Select*. Ketika *RS* berlogika *low* “0”, data akan dianggap sebagai sebuah perintah atau instruksi khusus

(seperti *clear screen*, posisi kursor dll). Ketika *RS* berlogika *high* "1", data yang dikirim adalah data *text* yang akan ditampilkan pada *displayLCD*. Sebagai contoh, untuk menampilkan huruf "T" pada layar *LCD* maka *RS* harus diset logika *high* "1".

Jalur *RW* adalah jalur kontrol *Read/Write*. Ketika *RW* berlogika *low* (0), maka informasi pada bus data akan dituliskan pada layar *LCD*. Ketika *RW* berlogika *high* "1", maka program akan melakukan pembacaan memori dari *LCD*. Sedangkan pada aplikasi umum pin *RW* selalu diberi logika *low* "0".

Pada akhirnya, bus data terdiri dari 4 atau 8 jalur (bergantung pada mode operasi yang dipilih oleh *user*). Pada kasus bus data 8 bit, jalur diacukan sebagai DB0 s/d DB7.

2.6.2 Perintah dasar pada inisialisasi *LCD character*

a. *Function (Triwiyanto,2013) Set*

Mengatur *interface* lebar data, jumlah dari baris dan ukuran font karakter

Tabel 2.3 *Function Set*

KONTROL			DATA							
RS	EN	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	pulse	0	0	0	1	DL	N	F	X	X

CATATAN:

X : *Don't care*

DL: Mengatur lebar data

DL=1, Lebar data *interface* 8 bit (DB7 s/d DB0)

DL=0, Lebar data *interface* 4 bit (DB7 s/d DB4)

Ketika menggunakan lebar data 4 bit, data harus dikirimkan dua kali

N=1, *Display* dua baris

N=0, *Display* satu baris

b. *Entry Mode Set*

Mengatur *increment/decrement* dan mode geser

Tabel 2.4 *Entry Mode Set*

KONTROL			DATA							
RS	EN	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	pulse	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S

Catatan:

I/D: *Increment/decrement* dari alamat *DDRAM* dengan 1 ketika kode karakter dituliskan ke *DDRAM*.

I/D = "0", *decrement*

I/D = "1", *increment*

S: Geser keseluruhan *display* kekanan dan kekiri

S=1, geser kekiri atau kekanan bergantung pada I/D

S=0, *display* tidak bergeser

c. *DisplayOn/ OffCursor*

Mengatur status *displayON* atau *OFF*, cursor *ON/ OFF* dan fungsi

CursorBlink

e. Geser Kursor dan *Display*

Geser posisi kursor atau *display* ke kanan atau kekiri tanpa menulis atau baca data *display*. Fungsi ini digunakan untuk koreksi atau pencarian *display*

Tabel 2.7 Geser Kursor dan *Display*

KONTROL			DATA							
RS	EN	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	pulse	0	0	0	0	1	D/C	R/L	X	X

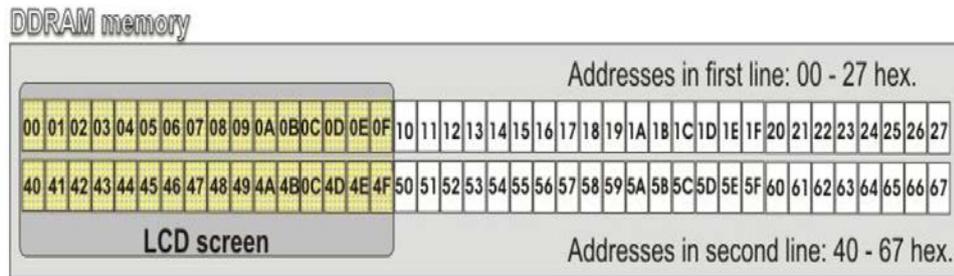
Catatan : x = Dont care

D/C	R/L	Note
0	0	Geser posisi kursor ke kiri
0	1	Geser posisi kursor ke kanan
1	0	Geser keseluruhan display ke kiri
1	1	Geser keseluruhan display ke kanan

2.6.3 Memori LCD

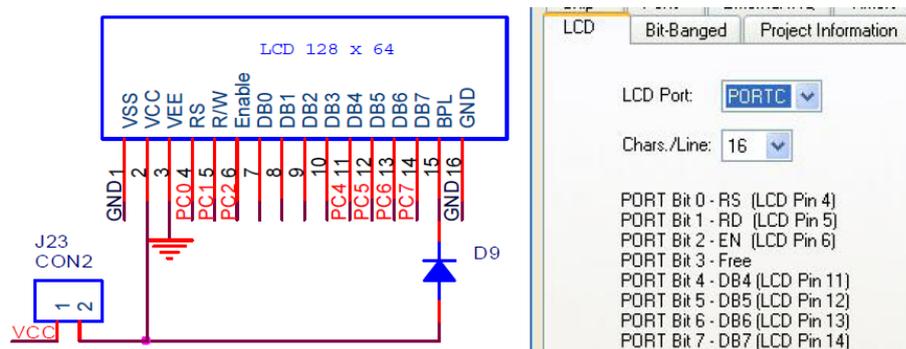
a. *Display Data RAM (DDRAM)*

Memori *DDRAM* digunakan untuk menyimpan karakter yang akan ditampilkan. Semuategs yang kita tuliskan ke modul *LCD* disimpan didalam *memory* ini, dan modul *LCD* secara berurutan membaca *memory* ini untuk menampilkan teks ke modul *LCD* itu sendiri.



Gambar 2.6 Lokasi memori *display LCD* Karakter

Pada peta memori tersebut, daerah yang berwarna kuning (00 s/d 0F dan 40 s/d 4F) adalah *display* yang tampak. Angka pada setiap kotak adalah alamat memori yang bersesuaian dengan posisi dari layar. Karakter pertama di sudut kiri atas menempati alamat 00h. Posisi karakter berikutnya adalah alamat 01h dan seterusnya.



Gambar 2.7 Konfigurasi *Codevision* dan koneksi *hardware*

2.6.4 Fungsi *LCD*

Fungsi *LCD* terletak pada header **LCD.h** yang harus di-include-kan sebelum digunakan. Sebelum melakukan *include* terlebih dahulu sebutkan port mikrokontroler yang akan dihubungkan ke *LCD*. Hal ini juga dapat dengan mudah dilakukan dengan menggunakan CodeWizardAVR

/* modul *LCD* dihubungkan dengan PORTC */

```
#asm
```

```
.equ __LCD_port=0x15
```

```
#endasm
```

```
/* sekarang fungsi LCD dapat di-include*/
```

```
#include <LCD.h>
```

Fungsi-fungsi untuk mengakses *LCD* diantaranya adalah :

a. unsigned char *LCD_init*(unsigned char *LCD_columns*)

Untuk menginisialisasi modul *LCD*, menghapus layar dan meletakkan posisi karakter pada baris ke-0 kolom ke-0. Jumlah kolom pada *LCD* harus disebutkan (misal, 16). Cursor tidak ditampilkan. Nilai yang dikembalikan adalah 1 bila modul *LCD* terdeteksi, dan bernilai 0 bila tidak terdapat modul *LCD*. Fungsi ini harus dipanggil pertama kali sebelum menggunakan fungsi yang lain.

b. void *LCD_clear*(void)

Menghapus layar *LCD* dan meletakkan posisi karakter pada baris ke-0 kolom ke-0.

c. void *LCD_gotoxy*(unsigned char x, unsigned char y)

Meletakkan posisi karakter pada kolom ke-x baris ke-y. Nomor baris dan kolom dimulai dari nol

d. void *LCD_putchar*(char c)

Menampilkan karakter c pada *LCD*.

e. void *LCD_puts*(char *str)

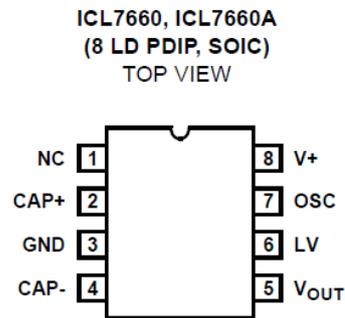
Menampilkan *string* yang disimpan pada *SRAM* pada *LCD*.

2.7 Minimum Sistem

Sistem minimum mikrokontroler adalah sistem elektronika yang terdiri dari komponen-komponen dasar yang dibutuhkan oleh suatu mikrokontroler untuk dapat berfungsi dengan baik. Pada umumnya, suatu mikrokontroler membutuhkan dua elemen (selain sumber tegangan) dan Rangkaian *RESET*. Fungsi rangkaian *RESET* adalah untuk membuat mikrokontroler memulai kembali pembacaan program, hal tersebut dibutuhkan pada saat mikrokontroler mengalami gangguan dalam mengeksekusi program. Pada sistem minimum *AVR* terdapat elemen tambahan (optional), yaitu rangkaian pengendalian *ADC*: *AGND* (= *GND ADC*), *AVCC* (*VCC ADC*), dan *AREF* (*Tegangan Referensi ADC*) dan konektor *ISP* untuk mengunduh (*download*) program ke mikrokontroler (Ikhsan, 2013).

2.8 IC L7660

Intersil *ICL7660* dan *ICL7660A* adalah *CMOS* monolitik sirkuit listrik yang menawarkan kinerja yang unik keunggulan dibandingkan perangkat sebelumnya tersedia. *ICL7660* melakukan konversi tegangan suplai dari positif ke negatif untuk berbagai masukan dari +1.5V untuk +10.0V mengakibatkan tegangan *output* komplementer -1.5V untuk -10.0V dan *ICL7660A* melakukan konversi sama dengan berbagai masukan dari +1.5V untuk + 12.0V menghasilkan tegangan *output* komplementer dari -1.5V untuk -12.0V. Hanya 2 kapasitor eksternal *non critical*.



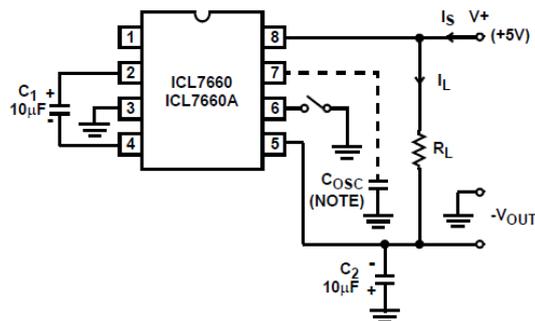
Gambar 2.8 Pin *ICL7660*

2.8.1 Fitur *ICL7660*

- Konversi Sederhana + 5V Logika Pasokan $\pm 5V$ Supplies
- *Simple Voltage Multiplication* ($V_{OUT} = (-) nV_{IN}$)
- *Typical Open Circuit Voltage Konversi Efisiensi 99,9%*
- *Typical Efisiensi Daya 98%*
- Lebar Tegangan operasi *Range*
 - *ICL7660*. 1.5V ke 10.0V
 - *ICL7660A*. 1.5V ke 12.0V
- *ICL7660A* 100% Diuji di 3V
- Mudah Digunakan - Hanya Membutuhkan 2 Eksternal Non-Kritis
Komponen pasif
- Tidak ada Diode Eksternal Suhu terlalu penuh. dan Rentang
Tegangan
- *Pb-Free* Ditambah anil Tersedia (*RoHS Compliant*)

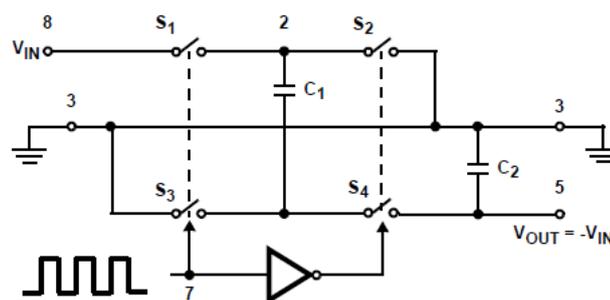
2.8.2 Aplikasi

- *On Board* Pasokan Negatif *Dynamic RAM*
- *Localized μ Processor (8080 Type) Supply* Negatif
- *Akuisisi Data Systems*



Gambar 2.9 Rangkaian ICL7660

ICL7660 dan ICL7660A berisi semua yang diperlukan sirkuit untuk menyelesaikan konverter tegangan negatif, dengan pengecualian 2 kapasitor eksternal 10 μ F terpolarisasi jenis elektrolit.



Gambar 2.10 Konverter Tegangan Negatif

Kapasitor C1 dibebankan tegangan, $V +$, untuk setengah siklus ketika *switch* S1 dan S3 ditutup. (Catatan: *Switch* S2 dan S4 terbuka selama setengah siklus ini.) Selama kedua setengah siklus operasi,

switch S2 dan S4 ditutup, dengan S1 dan S3 terbuka, sehingga menggeser kapasitor C1 negatif oleh $V + \text{volt}$. Kemudian ditransfer dari C1 ke C2 sehingga tegangan pada C2 adalah persis $V +$, dengan asumsi *switch* yang ideal dan tidak ada beban pada C2. *ICL7660* mendekati situasi yang ideal ini lebih erat dari sirkuit non-mekanik yang ada (*datasheet : ICL7660*).

2.9 Mikrokontroler AVR ATmega 16

AVR merupakan seri mikrokontroler *CMOS* 8 bit buatan Atmel, berbasis arsitektur *RISC* (*Reduced Instruction Set Computer*) yang ditingkatkan. Hampir semua instruksi dieksekusi dalam satu siklus *clock*. AVR mempunyai 32 register generalpurpose, *timer/counter* fleksibel dengan *mode compare*, *interrupt* internal dan eksternal, serial *USART*, *programmable Watchdog Timer*, dan *mode power saving*. Mempunyai *ADC* dan *PWM* internal. AVR juga mempunyai *In-System Programmable Flash on-chip* yang memungkinkan memori program untuk diprogram ulang dalam sistem menggunakan hubungan serial *SPI*. ATmega 16 adalah mikrokontroler *CMOS* 8 bit daya rendah berbasis arsitektur *RISC* yang ditingkatkan (Ikhsan, 2013).

Beberapa keistimewaan dari AVR ATmega 16 antara lain (Iswanto, 2015):

Advanced RISC Architecture

- *130 Powerful Instructions – Most Single Clock Cycle Execution*
- *32x8 generalpurpose Fully Static Operation*
- *Up to 16 MIPS Throughput at 16 MHz*

- *On-Chip 2-cycle Multiplier*

Nonvolatile Program and Data Memories

- *8K Bytes of In-System Self-Programmable Flash*
- *Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits*
- *512 Bytes EEPROM*
- *512 Bytes Internal SRAM*
- *Programming Lock For Software Security*

Peripheral Features

- *Two 8 bit Timer/Counters with Separate Prescalers and Compare Mode*
- *Two 8 bit Timer/Counters with Separate Prescalers and Compare Modes*
- *One 16 bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode*
- *Real Time Counter with Separate Oscillator*
- *Four PWM Channels*
- *8 channel, 10 bit ADC*
- *Byte oriented Two wire Serial Interface*
- *Programmable Serial USART*

Special Microcontroller Features

- *Power on Reset and Programmable Brown out Detection*
- *Internal Calibrated RC Oscillator*
- *External and Internal Interrupt Sources*

- *Six Sleep Modes : Idle, ADC Noise Reduction, Power save, Power down, Standby and Extended Standby*
- *5.I/O and Package*
- *40 pin PDIP, 44 lead TQFP, 44 lead PLCC, and 44 pad MLF.*

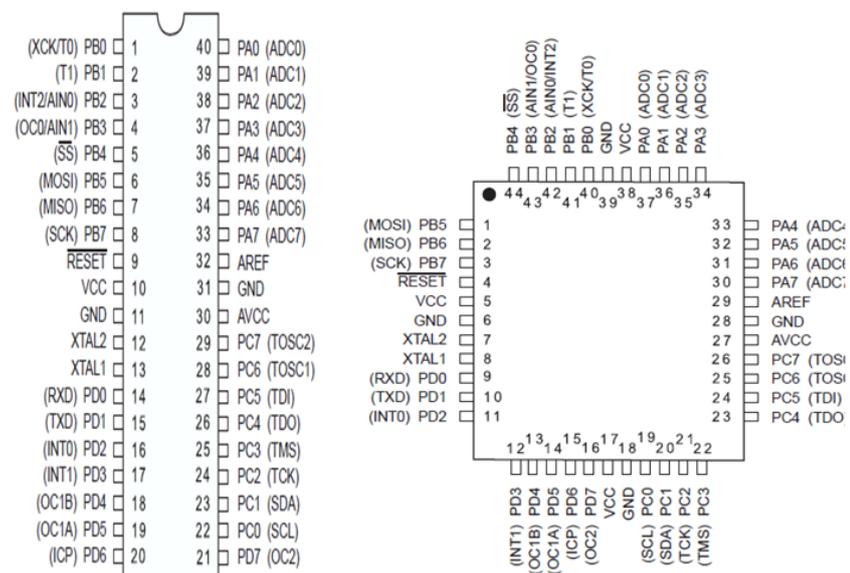
Operating Voltage

- 2.7 – 5.5V for ATmega 16L
- 4.5 – 5.5V for ATmega 16

2.9.1 Konfigurasi Pin AVR ATmega 16

Untuk penjelasan *pin* dari AVR ATmega 16 ditunjukkan dalam

Gambar :



Gambar 2.11 Konfigurasi Pin ATmega 16

(datasheet:ATmega16)

Konfigurasi pin ATmega 16 dengan kemasan 40 pin *DIP (Dual Inline Package)* dapat dilihat pada Gambar 2.12. Dari gambar diatas dapat dijelaskan fungsi dari masing-masing pin ATmega 16 sebagai berikut :

1. *VCC* merupakan pin yang berfungsi sebagai masukan catu daya.
2. *GND* merupakan pin *Ground*.
3. *Port A (PA.0...PA.7)* merupakan pin *input/output* dua arah dan pin masukan *ADC*.
4. *Port B (PB.0...PB.7)* merupakan pin *input/output* dua arah dan pin fungsi khusus.
5. *Port C (PC.0...PC.7)* merupakan pin *input/output* dua arah dan pin fungsi khusus.
6. *Port D (PD.0...PD.7)* merupakan pin *input/output* dua arah dan pin fungsi khusus.
7. *RESET* merupakan pin yang digunakan untuk me-*reset* mikrokontroler.
8. *XTAL1* dan *XTAL2* merupakan pin masukan *clock eksternal*.
9. *AVCC* merupakan pin masukan tegangan untuk *ADC*.
10. *AREF* merupakan pin masukan tegangan referensi *ADC (Ikhsan,2013)*.

2.10 Pemrograman AVR

Salah satu mikrokontroler yang banyak digunakan pada saat ini adalah Mikrokontroler *AVR*. *AVR* adalah mikrokontroler 8 bit berdasarkan arsitektur Harvard, yang dibuat oleh Atmel pada tahun 1996. *AVR* memiliki keunggulan dibandingkan dengan mikokontroler lain, yaitu *AVR* memiliki kecepatan eksekusi program yang lebih cepat karena sebagian besar

instruksi dalam 1 siklus *clock*. Lebih cepat dibandingkan dengan mikrokontroler *MCS51* yang memiliki arsitektur *CISC*, di mana mikrokontroler *MCS51* membutuhkan 12 siklus *clock* untuk mengeksekusi 1 instruksi. Selain itu mikrokontroler *AVR* memiliki fitur yang lengkap (*ADC* internal, *EEPROM* internal, *Timer/Counter*, *Watchdog Timer*, *PWM*, *Port I/O*, komunikasi serial dan paralel, Komparator, *I2C*, dan lain-lain), sehingga dengan fasilitas yang lengkap ini, programmer dan desainer dapat menggunakannya untuk berbagai aplikasi sistem elektronika seperti, robot, otomasi industri, peralatan telekomunikasi, dan berbagai keperluan lain. Secara umum mikrokontroler *AVR* di kelompokkan menjadi 3 kelompok, yaitu, *AT90Sxx*, *ATMega* dan *Attiny* (Ikhsan,2013).