

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *The Canadian Regional Jet (CRJ) Series*

Setiap waktu pesawat jet seri *Canadian Regional Jet (CRJ)* lepas landas atau mendarat disuatu tempat didunia. Menghubungkan orang dan masyarakat tidak seperti pesawat yang lain, seri CRJ telah merevolusi penerbangan dengan efisiensi, keandalan yang terbukti dan profitabilitas.

Seri CRJ berbagi manfaat dari menjadi yang terintegrasi, memberikan fleksibilitas kepada operator dan memungkinkan setiap perusahaan untuk mengoptimalkan armada mereka sesuai permintaan pasar tertentu. Tidak ada pesawat regional lain yang dapat memberikan kemampuan seperti CRJ. Dioptimalkan untuk jarak rute regional menengah, pesawat ini menyediakan hingga 10% keuntungan biaya operasi dibandingkan pesawat jet jenis lain. Ada tiga model dalam Seri CRJ, masing-masing dengan kelebihan tersendiri.

CRJ 700 adalah pesawat paling ringan di kategorinya, memberikan kesan yang mengesankan, efisiensi kinerja, dan penghematan pembakaran bahan bakar. CRJ 900 menawarkan fleksibilitas luar biasa dan idealnya cocok untuk pasar yang berkembang.

CRJ 1000, dengan kapasitas tertinggi dalam serinya, memberikan biaya yang terendah untuk kursi-mil di pasar jet regional, menggunakan bahan bakar yang lebih sedikit hingga 13% dibandingkan pesaingnya. CRJ 1000 adalah anggota terbesar dari seri CRJ, tempat duduk hingga 104 penumpang. Memanfaatkan kesamaan dengan seri nya yang lain, CRJ 1000 telah disempurnakan dan dioptimalkan untuk memberikan biaya kursi-mil terendah dari jet regional jenis apa pun.

Sejak diluncurkan 25 tahun lalu, Seri CRJ telah membangun pasar jet regional. Secara global, Seri CRJ telah mengoperasikan lebih dari 200.000 penerbangan per bulan. Kesimpulannya Seri CRJ memiliki efisiensi, keandalan dan kinerja terbaik dalam pengoperasiannya.

Berikut adalah spesifikasi dari pesawat CRJ 1000 yang telah di bentuk dalam tabel.

Tabel 2.1 *General of CRJ 1000* (Bombardier Commercial Aircraft, 2017)

GENERAL	
Flight Crew	Cabin Crew
2	2 to 3
Same type rating across CRJ family	
Passangers	
Dual Class	97 Passangers (38/31 in.pitch)
Single Class	100 Passangers (31 in. pitch)
Maximum Capacity	104 Passangers (31 in. pitch)

Tabel 2.2 *Engine of CRJ 1000* (Bombardier Commercial Aircraft, 2017)

ENGINE
2 GE CF34-8C5A1 turbofans
Thrust
13,630 lbf. / 60.6 kN at takeoff
14,510 lbf. / 64.5 kN thrust APR
Flat Rating
ISA + 15.0°C

Tabel 2.3 *Perfomace of CRJ 1000* (Bombardier, 2017)

PERFORMANCE			
Range (225 lb. / 102 kg per pax.)			
	1,650 NM	1,900 SM	3,056 km
Speed			
Maximum Cruise Speed:			
0.82 Mach	470 kts	541 mph	541 mph
Normal Cruise Speed:			
0.78 Mach	447 kts	515 mph	829 km/h
Takeoff Field Length (ISA, SL, MTOW)**			
Base	6,155 ft.	1,876 m	
Max	6,955 ft.	2,120 m	
Landing Field Length (ISA, SL, MLW)			
	5,740 ft.	1,750 m	

** Normal Takeoff Thrust (NTO) + 5%

Tabel 2.4 *Ceiling of CRJ 1000* (Bombardier Commercial Aircraft, 2017)

CEILING	
Maximum Operating Altitude	
41.000 ft. / 12,497 m	

Tabel 2.5 *Noise Level of CRJ 1000* (Bombardier Commercial Aircraft, 2017)

NOISE LEVEL	
Flyover	Lateral
84.7 EPNdB	89.4 EPNdB
Approach	Margin to Stage 4
93.3 EPNdB	4.7 EPNdB

Tabel 2.6 *Emission of CRJ 1000* (Bombardier Commercial Aircraft, 2017)

EMISSIONS (MARGINS TO CAEP6)	
NOx	Smoke
25.6%	52.8%
UHC (Unburned Hydrocarbons)	CO
97.7%	64.8%

Tabel 2.7 *External Dimesions of CRJ 1000* (Bombardier Commercial Aircraft, 2017)

EXTERNAL DIMENSIONS	
Length	Wingspan
128 ft. 5 in. / 39.1 m	85 ft. 11 in. / 26.2 m
Wing Area (net)	Height
833 ft.2 / 77.4 m ²	24 ft. 6 in. / 7.5 m
Fuselage Max Diameter	
8 ft. 10 in. / 2.7 m	

Tabel 2.8 *Internal Dimensions of CRJ 1000* (Bombardier Commercial Aircraft, 2017)

INTERNAL DIMENSIONS	
Cabin Length	Cabin Max Width (Centreline)
77 ft. 6 in. / 23.60 m	8 ft. 4 in. / 2.55 m
Cabin Width (Floor Level)	Cabin Aisle Height
7 ft. 1 in. / 2.16 m	6 ft. 2 in. / 1.89 m
Cabin Volume	Overhead Bin Volume per Pax
3,320 ft.3 / 94.01 m ³	1.9 ft.3 / 0.05 m ³
Cargo Volume	Floor Area
683 ft.3 / 19.4 m ³	541 ft.2 / 50.3 m ²

Tabel 2.9 *Doors and Exit of CRJ 1000* (Bombardier Commercial Aircraft, 2017)

DOORS & EXITS		
Passenger Door		LH FWD
Height		5 ft. 10 in. / 1.78 m
Width		3 ft. / 0.91 m
Height to Sill		5 ft. 8 in. / 1.73 m
Cargo Door	LH AFT	LH FWD (2 Doors)
Height	2 ft. 9 in. / 0.84 m	1 ft. 8 in. / 0.51 m
Width	3 ft. 7 in. / 1.09 m	3 ft. 6 in. / 1.07 m
Height to Sill	7 ft. 7 in. / 2.31 m	4 ft. 3 in. / 1.28 m

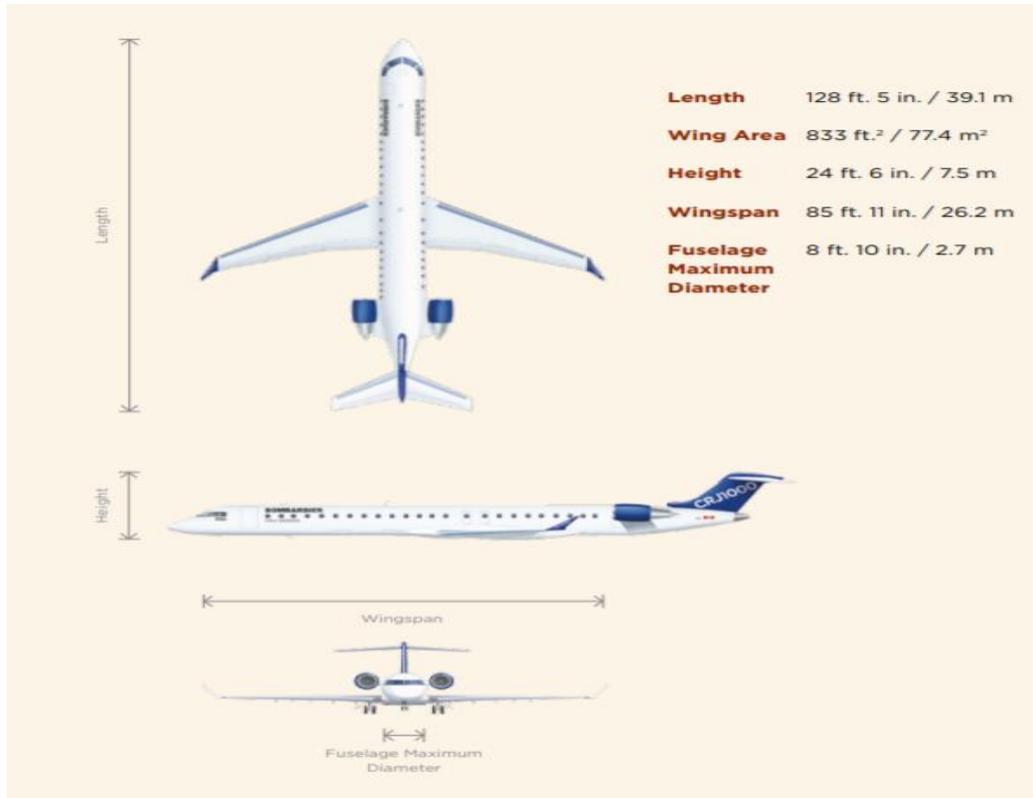
Tabel 2.10 *Weight of CRJ 1000* (Bombardier, 2017)

WEIGHT	
Maximum Ramp Weight	
Base	86,468 lb. / 39,222 kg
Max	92,300 lb. / 41,867 kg
Maximum Take Off Weight	
Base	85,968 lb. / 38,995 kg
Max	91,800 lb. / 41,640 kg
Maximum Landing Weight	
81,500 lb. / 36,968 kg	
Maximum Zero Fuel Weight	
77,500 lb. / 35,154 kg	
Maximum Payload	
26,380 lb. / 11,966 kg	
Cargo Weight	
7,180 lb. / 3,257 kg	

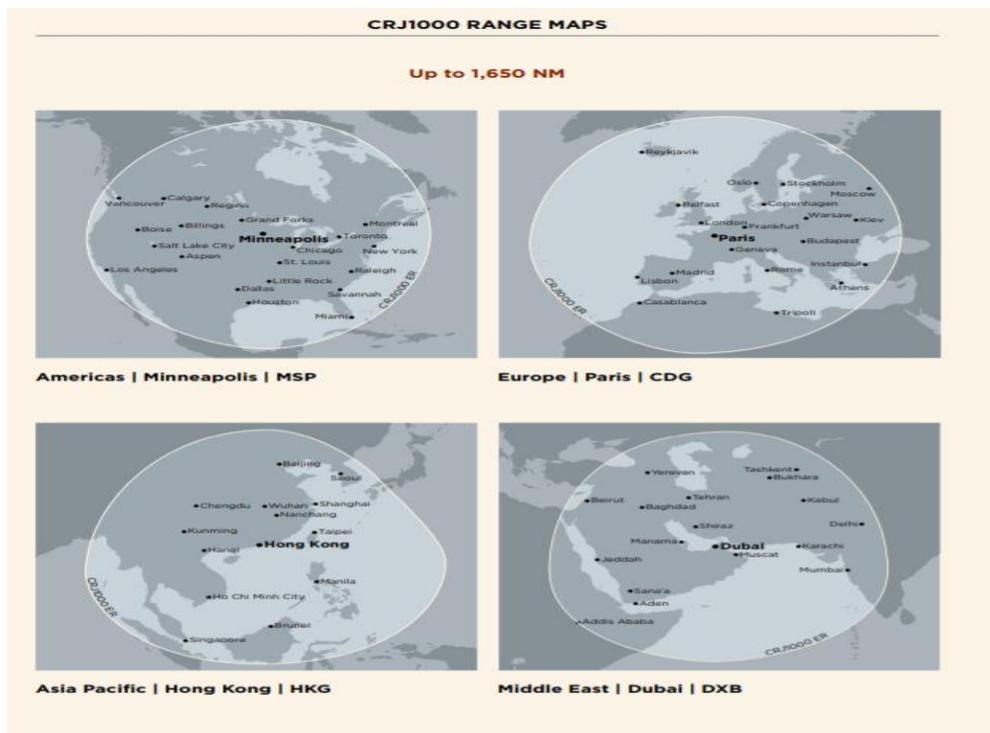
Tabel 2.11 *Avionics Info for CRJ 1000* (Bombardier Commercial Aircraft, 2017)

AVIONICS INFO*
Rockwell Collins Pro Line 4 with six-screen EFIS/EICAS
Traffic alert & collision avoidance system (TCAS) v7.1
Capabilities: Coupled VNAV, SBAS/WAAS, LPV, RNP 0.3, Link 2000+, ADS-B Out

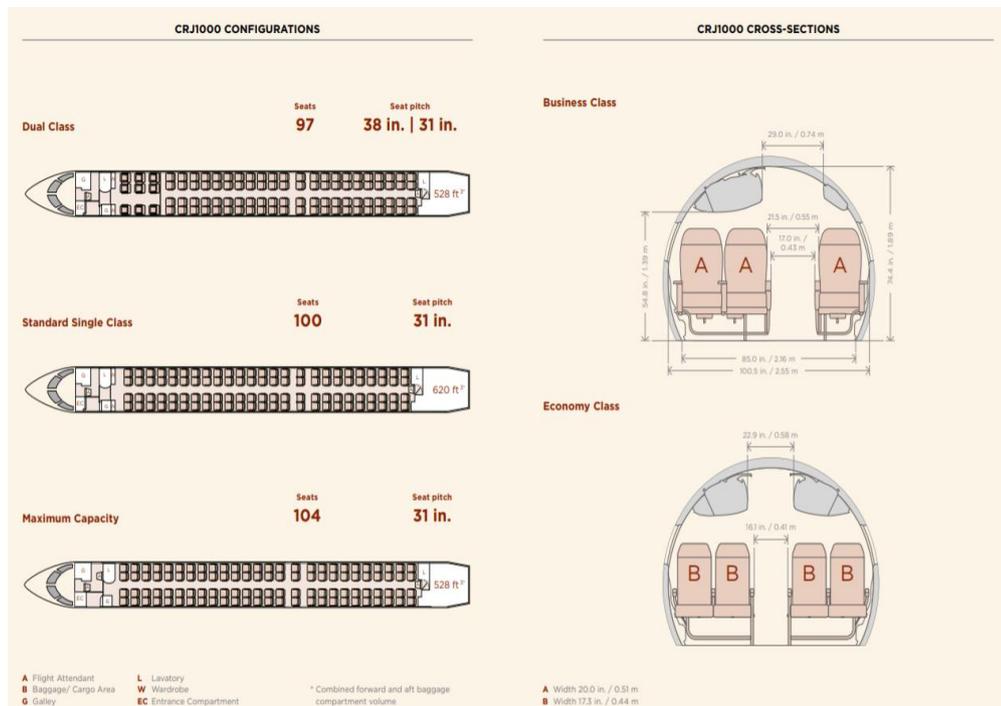
* Some features optional



Gambar 2.1 Dimensi Pesawat CRJ1000 (Bombardier, 2017)



Gambar 2.2 CRJ1000 Range Maps (Bombardier, 2017)



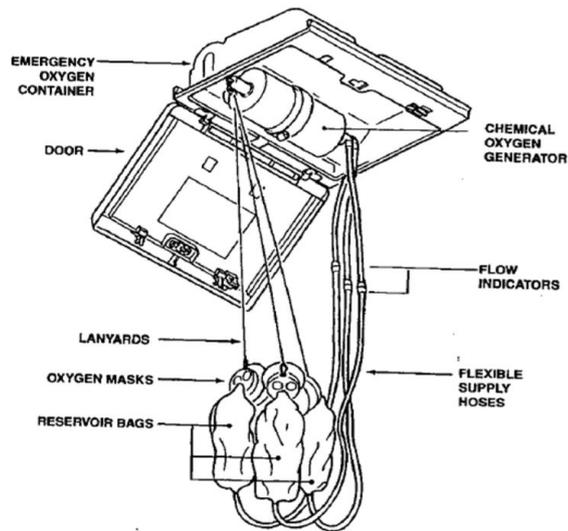
Gambar 2.3 CRJ1000 Configurations and Cross-Sections (Bombardier, 2017)

2.2 Sistem Oksigen Darurat Pada Pesawat

Sebelum *emergency oxygen system* berfungsi, terjadilah kegagalan *cabin pressurization system* yang menyebabkan turunnya tekanan dan berkurangnya kadar oksigen di dalam kabin pesawat. Hal ini sangat berbahaya mengingat pesawat terbang dengan ketinggian 30.000 *feet* – 40.000 *feet* yang sangat sedikit memiliki oksigen yang sesuai untuk manusia bernapas di dalam kabin pesawat. Kebanyakan pesawat terbang komersil memiliki batas ketinggian terbang aman sekitar 8.000 *feet*. Ketika tekanan didalam kabin mencapai kurang dari 8.000 *feet* maka kompartemen oksigen akan terbuka dan masker oksigen akan otomatis *men-deploy* dari kopartmen oksigen tersebut. Kompartmen oksigen juga dapat terbuka dalam keadaan *rough landing* maupun turbulensi yang berbahaya jika panel dari kompartemen mengalami kelonggaran.

Di setiap baris kursi penumpang, umumnya masker oksigen berjumlah lebih dari jumlah kursi pada baris tersebut ,hal ini di lakukan untuk mengantisipasi bila

ada penumpang yang sedang tidak berada di kursinya atau pun untuk penumpang yang membawa bayi dalam penerbangan sehingga jumlah penumpang dalam satu baris melebihi dua orang.



Gambar 2.4 *Passenger Deployed Mask* (Handbook, 2015)

Perlu diingat bahwa sistem oksigen darurat tidak mampu menyediakan oksigen untuk jangka waktu yang cukup lama selama penerbangan. Karena fungsinya yang hanya sebagai *back up* pada saat keadaan darurat, sistem oksigen hanya bekerja dalam waktu yang singkat untuk pilot segera menurunkan ketinggian jelajah ke ketinggian aman bagi pesawat dan seluruh manusia dalam pesawat, yaitu ketinggian 8.000 – 10.000 *feet*.

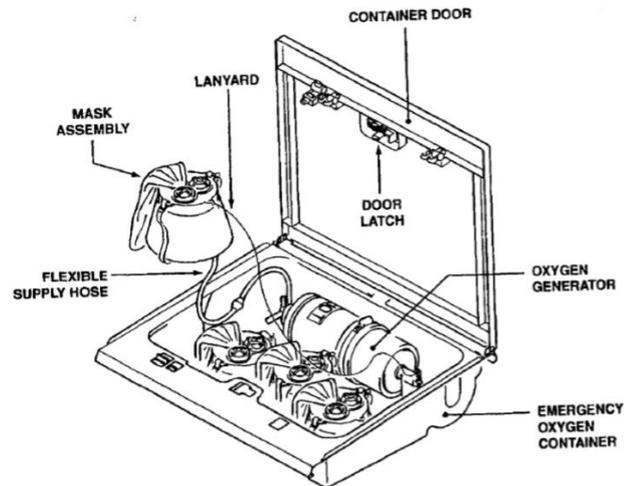
Tabel 2.12 Efek Ketinggian Terhadap Tekanan (Handbook, 2015)

Atmosphere Pressure	
Altitude (ft)	Pressure (psi)
Sea level	14,69
2.000	13,66
4.000	12,69
6.000	11,77
8.000	10,91
10.000	10,10
12.000	9,34
14.000	8,63
16.000	7,96
18.000	7,34
20.000	6,75
22.000	6,20
24.000	5,69
26.000	5,22
28.000	4,77
30.000	4,36
32.000	3,98
34.000	3,62
36.000	3,29
38.000	2,99
40.000	2,72
42.000	2,47
44.000	2,24
46.000	2,04
48.000	1,85
50.000	1,68

2.3 *Passenger Oxygen Mask Compartment Box*

Sebagian besar pesawat yang memiliki sistem oksigen darurat pasti memiliki masker yang disimpan pada kompartemen atas kepala penumpang yang disimpan dan dikemas dengan baik di belakang pintu panel yang biasanya terkunci. Dekompresi menyebabkan pintu panel untuk terbuka dan masker oksigen jatuh tepat ke posisi depan dan dalam jangkauan penumpang. Umumnya, satu kompartemen disediakan untuk setiap tiga penumpang, dengan tiga masker utama dan satu masker cadangan diposisikan di setiap kompartemen, tergantung dengan jumlah konfigurasi kursi penumpang.

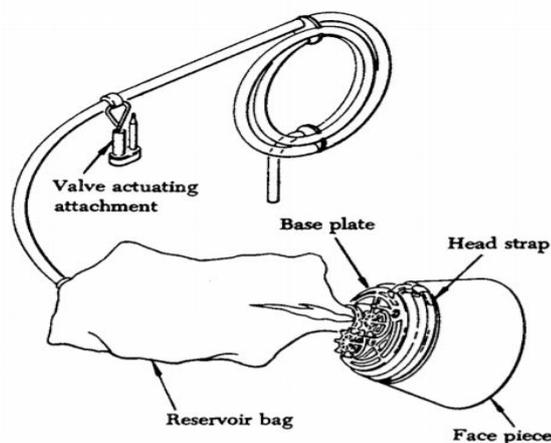
Didalam setiap kompartemen terdapat beberapa masker oksigen dan oksigen generator.



Gambar 2.5 *Passenger Oxygen Mask Compartment Box* (Handbook, 2015)

2.4 *Passenger Oxygen Mask*

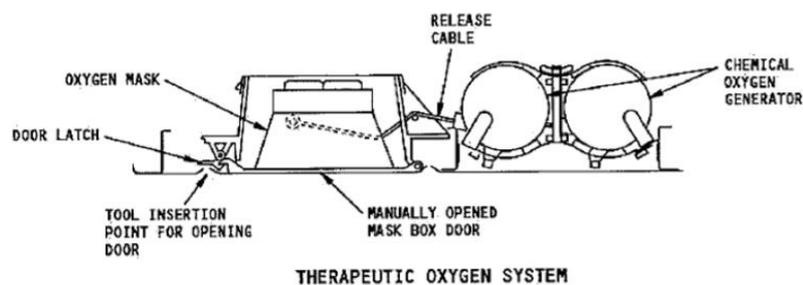
Masker oksigen bagian penting dari sistem oksigen darurat tersebut terbuat dari silikon berwarna kuning dan lembut yang dilengkapi karet elastis agar dapat menyesuaikan bentuk terhadap wajah dari pengguna, sehingga tidak melukai wajah dari pengguna masker oksigen tersebut. Masker memiliki konsentrator atau *re-breath bag* yang akan memompa saat pengguna masker bernafas menggunakan masker. Kantong tersebut terhubung ke sebuah pipa yang menghubungkan masker oksigen dengan sumber oksigen di kompartemen yang menyebabkan masker oksigen menggantung saat terbuka.



Gambar 2.6 *Passenger Oxygen Mask Lock System* (FAA, 1976)

2.5 Lock System Pada Kompartemen Oxygen

Sistem penguncian yang terdapat pada kompartemen ini disusun dengan pin yang dimuat oleh pegas dan kuat serta terkunci pada posisi yang terdapat pin pengunci sehingga masker oksigen jatuh. Pada saat pesawat mengalami dekompresi atau kehilangan tekanan udara, *lock system* pada kompartemen yang awalnya bekerja secara otomatis menahan pintu panel akan segera beralih tugas untuk melepaskan pintu panel tersebut. Dimulai dengan terdeteksinya penurunan tekanan udara pada kabin, lalu diterima oleh aktuator yang dikemas di dalam solenoid sehingga melepas tahanan langsung kepada *striker system* yang membuat striker spring langsung mendorong pin striker sehingga membuat latch terdorong dan membuka pintu panel masker oksigen darurat.



Gambar 2.7 Lock System Pada Kompartemen Oxygen (FAA, 1976)

2.6 Sensor Tekanan

Sensor tekanan adalah jenis sensor yang memanfaatkan deflaksi, deformasi, atau tegangan dari sebuah permukaan suatu objek, sehingga dapat dilakukan pengukuran. Prinsip kerja dari sensor tekanan ialah dengan mengubah tegangan mekanis menjadi sinyal listrik. Konstruksi dari sebuah sensor tekanan terdiri dari pegas terkalibrasi, kantung, pengubah sinyal, inti, dan juga sinyal keluar (output).

Tekanan (p) adalah satuan fisika untuk menyatakan gaya (F) per satuan luas (A). Satuan tekanan sering digunakan untuk mengukur kekuatan dari suatu cairan atau gas. Satuan tekanan dapat dihubungkan dengan satuan volume (isi) dan suhu. Semakin tinggi tekanan di dalam suatu tempat dengan isi yang sama, maka suhu akan semakin tinggi.

Sensor tekanan mempunyai prinsip kerja yang sedikit rumit. Pertama, perubahan tekanan pada kantung menyebabkan perubahan posisi inti kumparan sehingga menyebabkan perubahan induksi magnetic pada kumparan. Kumparan yang digunakan adalah kumparan CT (center tap). Dengan demikian, apabila inti mengalami pergeseran, maka induktansi pada salah satu kumparan bertambah, namun menyebabkan kumparan yang lain berkurang. Untuk mengukur tekanan statis atau tinggi suatu cairan dapat ditentukan dengan rumus ($P = d \cdot g \cdot H$). Untuk keterangannya, (p) adalah tekanan statis (pascal) sementara (D) adalah kepadatan cairan (kg/m^3), lalu (G) adalah konstanta gravitasi ($9,81 \text{ m/s}^2$) dan (H) adalah tinggi cairan (M).

2.7 Tipe Sensor Tekanan

Terdapat 4 jenis sensor tekanan diantaranya sebagai berikut :

2.7.1 Tekanan Absolut (*Absolute Pressure*)

Nilai Tekanan sebenarnya dihitung relatif terhadap nol mutlak. Tekanan absolut juga dipengaruhi oleh besarnya tekanan udara luar. Tekanan atmosfer + tekanan terukur. Tekanan ambien total pada sistem yang berada diatas nol absolut dengan pembacaan tekanan relatif terhadap ruang hampa (*Vacuum*).

2.7.2 Tekanan Gauge (*Gauge Pressure*)

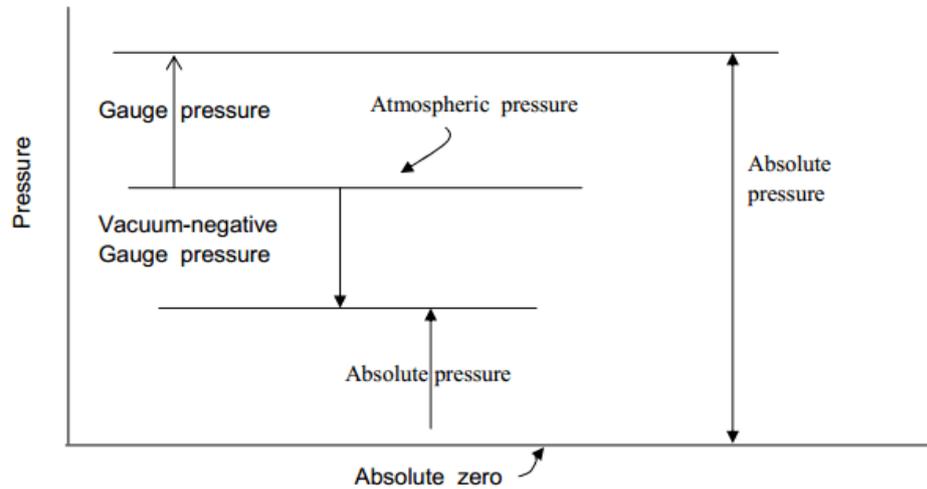
Tekanan gauge di kenal juga sebagai tekana relatif atau tekanan yang diukur terhadap tekanan atmosfer. Jadi, tekanan relatif adalah selisih antara tekanan absolut dengan tekanan atmosfer.

2.7.3 Tekanan Atmosfer (*Atmosphere Pressure*)

Tekanan atmosfer merupakan tekanan dimanapun pada atmosfer bumi. Tekanan ini tergantung dari ketinggian, semakin dekat dengan permukaan bumi maka tekanan akan semakin besar dan semakin menjauhi bumi maka tekanan nya akan semakin kecil.

Titik nol terletak pada tekanan atmosfer yang dipengaruhi oleh lingkungan sekitar. Kondisi ini, tekanan gauge berada diantara tekanan atmosfer baik itu berada diatas maupun dibawah. Seperti yang kita ketahui bahwa terdapat titik nol lainnya yang tidak tergantung oleh tekanan atmosfer atau lingkungan sekitar yaitu titik nol

mutlak, dimana pada titik terdapat tekanan absolut . Untuk mengetahui perbedaanya dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.8 Perbandingan Tekanan (Yudisaputro, 2014)

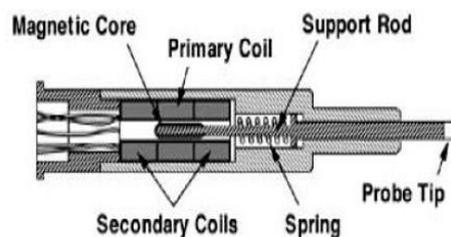
Hubungan antara tekanan atmosfer, tekanan gauge dan tekanan absolut dikaitkan sebagai berikut :

$$P_{abs} = P_{atm} + P_{gauge}$$

$$P_{abs} = P_{atm} - P_{vac}$$

2.8 LVDT (Linear Variabel Differential Transformer)

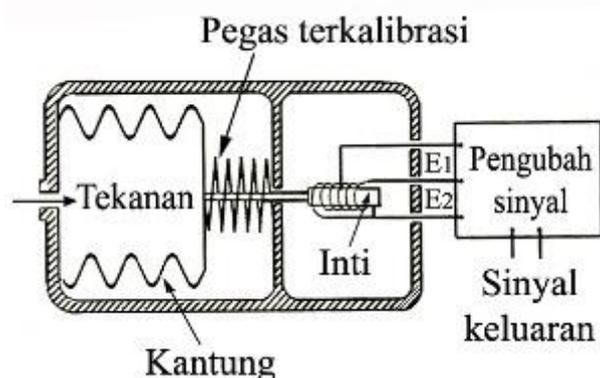
LVDT atau (Linear Variable Differential Transformer) merupakan salah satu contoh sensor yang bekerja berdasarkan pada medan magnet. LVDT pertamakali di kemukakan oleh G.B. hoadley. Pertama kali digunakan untuk kepentingan militer. Pada tahun 1950-an pengetahuan akan LVFT ini terus dikembangkan, hingga dapat digunakan dalam dunia industri.



Gambar 2.9 Skema Sensor LVDT (Katriani, 2014)

LVDT terdiri dari 2 komponen penting yaitu kumparan dan core (inti magnet). Kumparan adalah salah satu komponen penyusun LVDT. Terdapat 3 kumparan dalam LVDT, yaitu 1 kumparan primer dan 2 kumparan sekunder. Kenapa digunakan 2 buah kumparan sekunder dapat digunakan untuk menentukan seberapa besar perubahan posisi batang inti (magnet). Magnetic core atau batang inti ini biasanya berbentuk silinder atau turbular dengan komponen penyusun berupa nickel-iron alloy permalloy. Dalam proses produksinya, setelah bentuk dan ukuran dari batang inti ini di atur proses akan memasuki tahap annealing (atau penguatan dengan proses memanasi). Selama proses annealing ini biasa dilakukan reduksi aliran gas untuk mencegah terjadinya oksidasi. Gas yang biasansy digunakan dalam proses annealing ini biasanya hydrogen ataupun gas yang mengandung hidrogen.

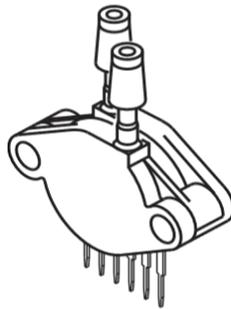
Prinsip kerja LVDT Perubahan tekanan dalam kantung akan mengakibatkan perubahan posisi inti magnet pada kumparan LVDT, sehingga mengakibatkan perubahan induksi magnetik pada kumparan sekunder 1 dan 2. Dengan perubahan induksi magnetik pada kumparan sekunder 1 dan 2 tersebut maka output kumparan 1 dan 2 akan menghasilkan tegangan induksi magnetik yang besarnya sebanding perseseran inti magnet LVDT akibat perubahan tekanan pada kantung. Pergeseran inti magnet (batangmagnet) di tengah kumparan tersebut akan menimbulkan output pada kumparan yang mendapat induksi dari inti magnet tersebut.



Gambar 2.10 Prinsip Kerja LVDT (Katriani, 2014)

2.9 Sensor Tekanan MPX5700DP

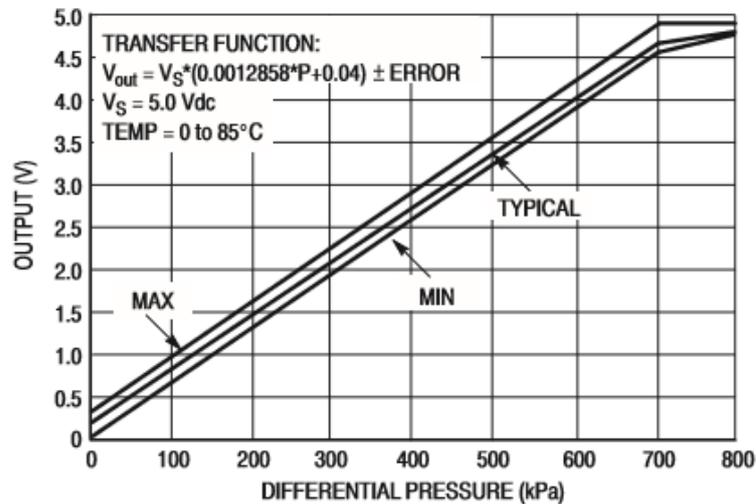
MPX5700DP merupakan transducer pendeteksi tekanan hambatan-piezo (*piezoresistive pressure sensor*) yang dirancang untuk berbagai aplikasi, terutama yang menggunakan mikrokontroler atau mikroprosesor dengan input ADC (*Analog-to-Digital Converter*) seperti AVR MCU yang digunakan di Arduino. MPX5700DP dapat mengukur tekanan udara dengan batas tekanan maksimum sebesar 700 kPa.



Gambar 2.11 Sensor Pressure MPX5700DP (Freescale Semiconductor, 2012)

Konfigurasi pin sensor MPX5700DP memiliki 6 pin yang mempunyai fungsi dan kegunaan yang berbeda. Pin 1 sebagai *output*, pin 2 sebagai *ground*, dan pin 3 sebagai masukan dari tegangan suplai sebesar 5 v, sedangkan 3 pin yang lain NC (*Not Connects*). Dari spesifikasi, sensor MPX5700DP bekerja pada tegangan 5 v. Tingkat sensitivitas dari sensor sebesar 6,4 mV/kPa dengan tegangan *output* dari 0,2 volt hingga maksimum 4,7 v. Di bawah ini grafik perbandingan tegangan *output* dengan tekanan dalam satuan kPa.

Tabel 2.13 Grafik Perbandingan Tegangan Output. (Freescale Semiconductor, 2012)



2.10 Mikrokontroler

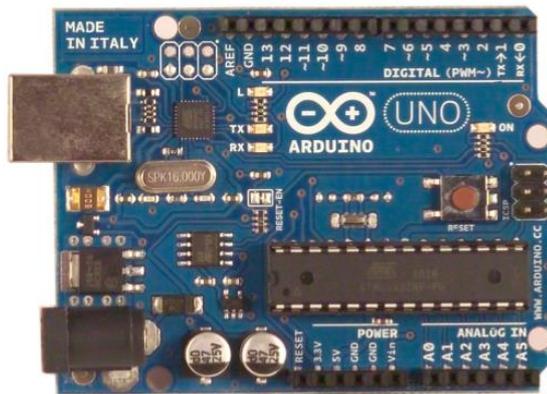
Mikrokontroler adalah sebuah *chip* yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umumnya dapat menyimpan program di dalamnya. Mikrokontroler terdiri dari CPU (*Central Processing Unit*), memori, I/O tertentu dan unit pendukung seperti *Analog-to-Digital Converter* (ADC) yang sudah terintegrasi di dalamnya. Kelebihan utama dari mikrokontroler ialah tersedianya RAM dan peralatan I/O pendukung sehingga ukuran *board* mikrokontroler menjadi sangat ringkas.

Mikrokontroler tersusun dalam satu *chip* dimana prosesor, memori, dan I/O terintegrasi menjadi satu kesatuan kontrol sistem sehingga mikrokontroler dapat dikatakan sebagai komputer mini yang dapat bekerja secara inovatif sesuai dengan kebutuhan sistem.

2.11 Arduino Uno

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328. Memiliki 14 pin *input* dari *output* digital dimana 6 pin *input* tersebut dapat digunakan sebagai *output* PWM dan 6 pin *input* analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, *jack power*, *ICSP header*, dan tombol reset. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan *Board* Arduino Uno ke komputer

dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC-to-DC adapter atau baterai untuk menjalankannya. Uno berbeda dengan semua board sebelumnya dalam hal koneksi *USB-to-serial* yaitu menggunakan fitur Atmega8U2 yang diprogram sebagai konverter *USB-to-serial* berbeda dengan board sebelumnya yang menggunakan chip FTDI driver *USB-to-serial*.



Gambar 2.12 Arduino Uno (Rocketry, 2014)

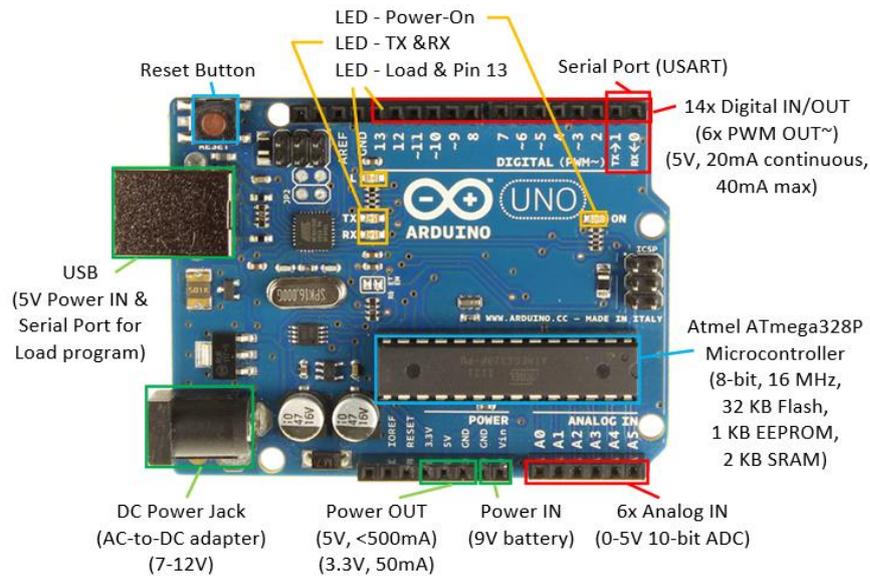
Spesifikasi Arduino UNO dapat dilihat sebagai berikut.

Tabel 2.14 Spesifikasi Arduino Uno (Rocketry, 2014)

Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommend)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 Ma
Flash Memory	32 KB of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Clock Speed	16 MHz

2.11.1 Konfigurasi pin Arduino UNO Rev 3

Pada gambar terlihat konfigurasi pin pada board Arduino Uno R3. Pin-pin tersebut terdiri dari:



Gambar 2.13 Konfigurasi pin Arduino UNO Rev 3 (Rocketry, 2014)

Pin 0 – pin 13

Pin ini dapat digunakan sebagai pin input dan output digital. Artinya pin-pin ini hanya dapat digunakan untuk keluar data digital. Bila pin – pin ini diatur sebagai pin output, maka pin – pin hanya dapat mengeluarkan tegangan 0V untuk kondisi *OFF* dan mengeluarkan tegangan 5V untuk kondisi *ON*. Dalam penulisan program sketch, 0V dinyatakan dengan kondisi *LOW* dan 5V dinyatakan dengan kondisi *HIGH*.

Jika pin-pin digital ini diatur sebagai pin input, maka pin-pin ini hanya dapat menerima data digital. Bila pin diberi tegangan 0V, maka pin mendapat logika rendah (*LOW*) dan jika pin mendapat tegangan 5V, maka pin mendapat logika tinggi (*HIGH*).

Pin A0 – pin A5.

Pin A0 – pin A5 adalah pin analog, artinya pin ini dapat menerima dan mengeluarkan data data analog. Pin A0 – pin A5 terhubung ke ADC (*analog to digital converter*). Board Arduino UNO menggunakan mikrokontroler ATmega 328 yang mempunyai 2 macam konfigurasi ADC yaitu ADC 8 bit dan ADC 12 bit. Pin analog ini dapat mengolah tegangan analog dari tegangan 0 V hingga 5 V.

Selain dapat digunakan untuk data analog, pin ini juga dapat difungsikan sebagai pin input/output digital.

2.11.2 Pin Utilitas

Pin utilitas terdiri dari:

- Pin V input: untuk input tegangan DC 5 V
- Pin V output 5V: pin ini mengeluarkan tegangan 5V
- Pin V output 3,3 V: pin ini mengeluarkan tegangan 3,3 V
- Pin Ground (-)
- Pin Aref: pin ini untuk memberikan tegangan referensi eksternal pada ADC.
- Pin reset: pin ini untuk reset mikrokontroler.

2.11.3 Terminal USB

Terminal USB digunakan untuk menghubungkan *board* arduino dengan arduino, terminal ini digunakan untuk memprogram mikrokontroler dan juga dapat digunakan untuk komunikasi mikrokontroler dengan arduino (*serial komunikasi*).

2.11.4 Terminal Catudaya Eksternal.

Board arduino selain dapat menggunakan catudaya dari USB arduino, juga dapat diberi catudaya eksternal melalui terminal catudaya ini. Pada board arduino telah dilengkapi dengan regulator tegangan 5V, sehingga board arduino ini dapat diberikan tegangan eksternal berkisar dari 5 V hingga 12 VDC.

2.11.5 Tombol Reset

Tombol reset digunakan untuk mereset mikrokontroler apabila arduino yang digunakan terjadi *error*. Dengan menekan tombol reset maka system arduino akan *me-restart*.

2.11.6 Terminal Header ISP

Terminal *Header ISP* digunakan untuk pemograman *bootloader* mikrokontroler. Supaya mikrokontroler atmega328 dapat bekerja pada *board* arduino, maka atmega328 harus diisi dengan program *bootloader* terlebih dahulu. Pada saat kita membeli board arduino, board telah dilengkapi dengan sebuah IC atmega328 yang telah diisi dengan program *bootloader*, tetapi jika kita hendak mengganti IC atmega 328 dengan yang baru, maka IC tersebut terlebih dahulu harus

diisi dengan program *boatloader* dengan menggunakan terminal *header ISP* yang dihubungkan ke pengguna lain.

2.12 Motor Servo



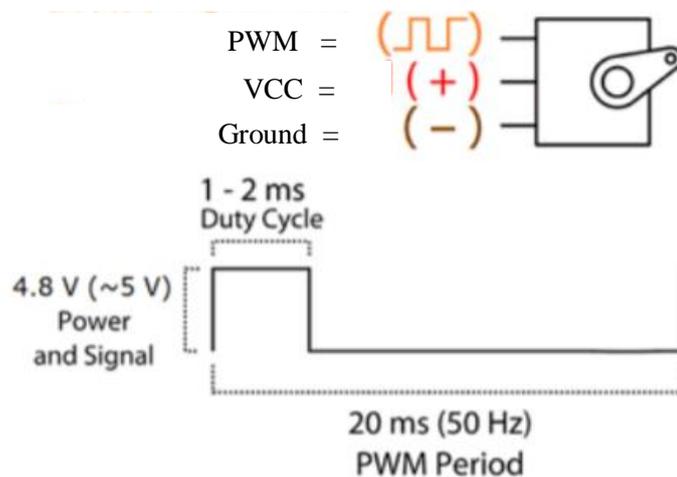
Gambar 2.14 Motor Servo tipe SG90 (Latifa & Saputro, 2018)

Motor servo adalah sebuah perangkat atau aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik loop tertutup (servo), sehingga dapat di-set-up atau diatur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros output motor. Motor servo merupakan perangkat yang terdiri dari motor DC, serangkaian gear, rangkaian kontrol dan potensiometer. Serangkaian gear yang melekat pada poros motor DC akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi motor servo, sedangkan potensiometer dengan perubahan resistansinya saat motor berputar berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros motor servo.

Penggunaan sistem kontrol loop tertutup pada motor servo berguna untuk mengontrol gerakan dan posisi akhir dari poros motor servo. Penjelasan sederhananya adalah posisi poros outputkan disensor untuk mengetahui posisi poros sudah tepat seperti yang diinginkan atau belum, dan jika belum maka kontrol input akan mengirim sinyal kendali untuk membuat posisi poros tersebut tepat pada posisi yang diinginkan. Adapun motor servo yang digunakan pada penelitian ini ialah motor servo dengan tipe SG90, dengan spesifikasi sebagai berikut:

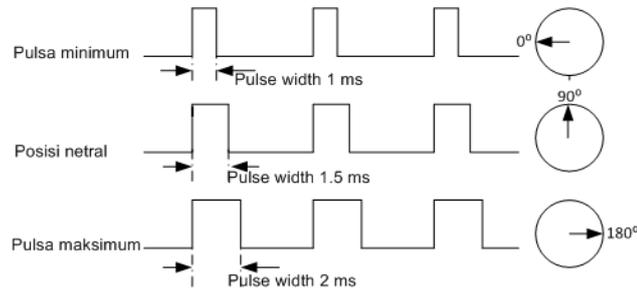
Tabel 2.15 Spesifikasi Motor Servo (Latifa & Saputro, 2018)

Dimensi	23 x 29 x 12,2 mm
Berat	9 gram
Kecepatan reaksi	0,12 detik / 60 derajat (4,8Vdc tanpa beban)
Stall torque	1,8 kg/cm
Suhu kerja	0-55 C
Dead band width	10 μ s (mikro detik)
Tegangan kerja	4,8 Vdc
Material gear	Nilon
Mode	Analog
Panjang kabel	150 mm



Gambar 2.15 Motor Servo tipe SG90 (2) (Servo, 2018)

Motor servo dikendalikan dengan memberikan sinyal modulasi lebar pulsa (*Pulse Wide Modulation / PWM*) melalui kabel kontrol. Lebar pulsa sinyal kontrol yang diberikan akan menentukan posisi sudut putaran dari poros motor servo. Sebagai contoh, lebar pulsa dengan waktu 1,5 ms (*mili second*) akan memutar poros motor servo ke posisi sudut 90°. Bila pulsa lebih pendek dari 1,5 ms maka akan berputar ke arah posisi 0° atau ke kiri (berlawanan dengan arah jarum jam), sedangkan bila pulsa yang diberikan lebih lama dari 1,5 ms maka poros motor servo akan berputar ke arah posisi 180° atau ke kanan (searah jarum jam). Lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.13.



Gambar 2.16 *Pulse Wide Modulation* Motor Servo (Servo, 2018)

2.13 LCD 16x2 Dengan I2C Module

Display elektronik adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. LCD (*Liquid Cristal Display*) adalah salah satu jenis *display* elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS *logic* yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap *front-lit* atau mentransmisikan cahaya *dari back-lit*. LCD (*Liquid Cristal Display*) berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik.

I2C LCD adalah modul LCD yang dikendalikan secara serial sinkron dengan protokol I2C/IIC (*Inter Intergrated Circuit*) atau TWI (*Two Wire Interface*). Normalnya, modul LCD dikendalikan secara paralel baik untuk jalur data maupun kontrolnya. Namun, jalur paralel akan memakan banyak pin di sisi kontroler (seperti arduino, android, komputer dll). Membutuhkan 6 atau 7 pin untuk mengendalikan sebuah modul LCD. Dengan demikian untuk sebuah *controller* yang banyak mengendalikan I/O, menggunakan jalur paralel adalah solusi yang kurang tepat.

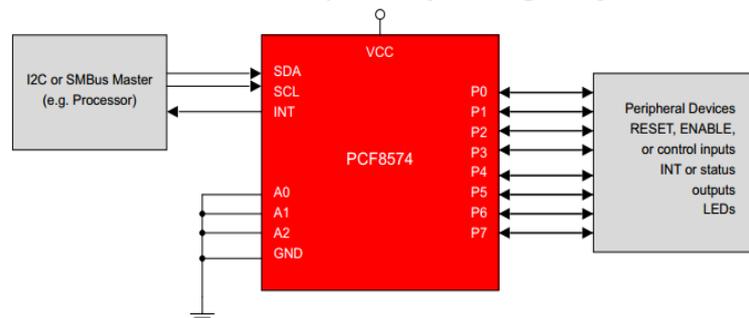
Untuk mengubah jalur kendali LCD dari paralel ke serial dapat menggunakan I2C konverter sehingga hanya membutuhkan 4 pin jalur kabel untuk menghubungkan LCD. Pada papan arduino, *port* I2C terletak pada pin A4 untuk jalur SDA (*Serial Data*) dan pin A5 untuk jalur SCL (*Serial Clock*).



Gambar 2.17 LCD 16x2 dengan I2C Module (Ajie, 2016)

Modul I2C konverter ini menggunakan *chip* IC PCF8574 produk dari NXP sebagai kontroler-nya. IC ini adalah sebuah *8 bit I/O for I2C bus* yang pada dasarnya adalah sebuah *shift register*.

Untuk alur komunikasi datanya ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.18 Alur Komunikasi I2C (Ajie, 2016)