

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Air Conditioning*

Pengkondisian udara atau dapat disebut penyegaran udara, yang merupakan sebuah proses mendinginkan udara sehingga dapat mencapai temperatur dan kelembaban yang sesuai dengan yang dipersyaratkan terhadap kondisi udara dari suatu ruangan tertentu serta untuk mengatur aliran udara dan kebersihannya. Manusia membutuhkan lingkungan udara yang nyaman untuk dapat beraktivitas secara optimal yaitu pada temperatur 20-25⁰ C dan kelembaban sekitar 40-60 %.

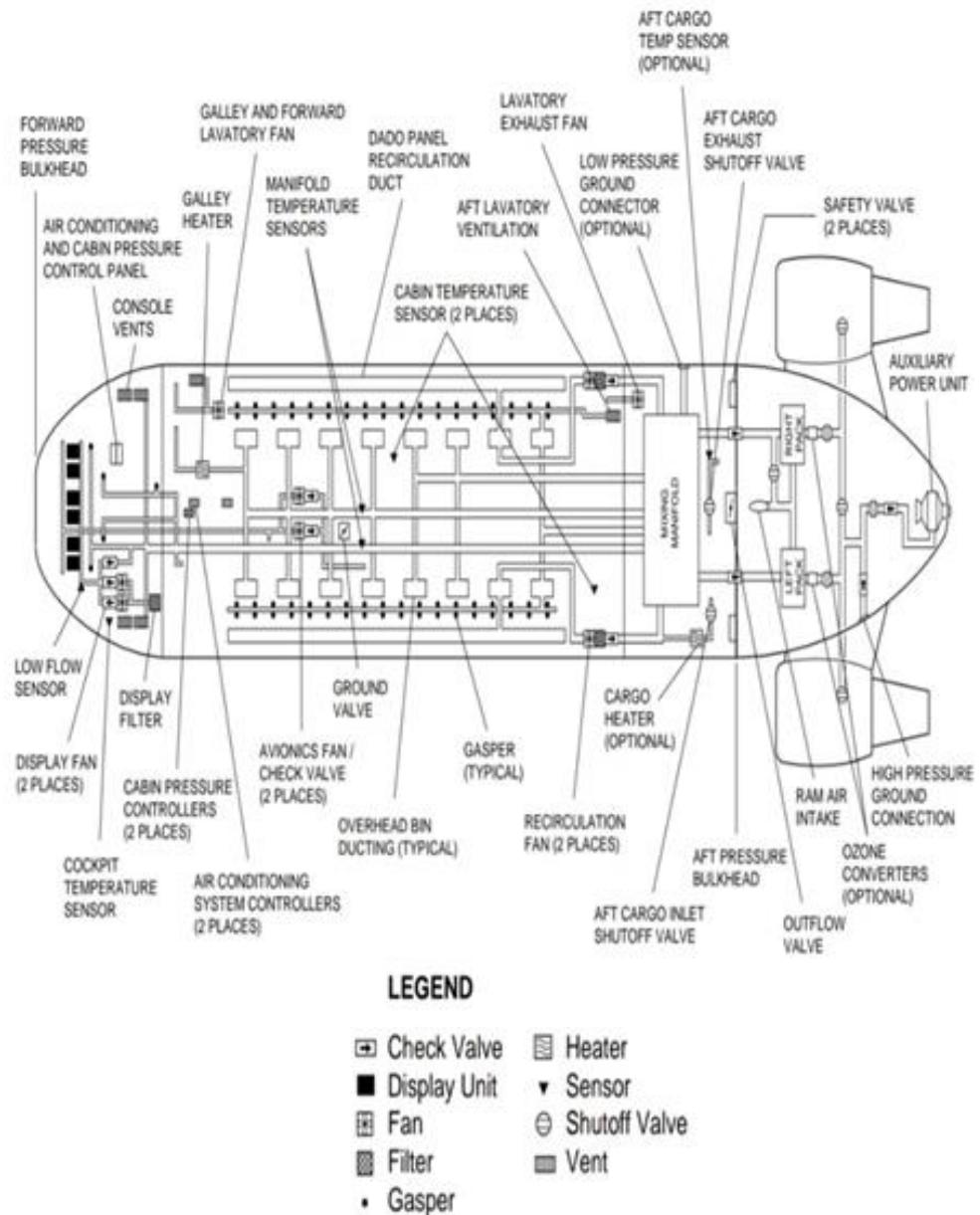
2.2 *Air Conditioning System Pesawat*

Tujuan dari *Air Conditioning System* adalah untuk mengendalikan temperatur, aliran udara, tekanan udara, dan kelembaban interior pesawat untuk penumpang, *flight crew*, kargo, dan peralatan elektronik. Pada dasarnya, pengkondisian udara (atau pendinginan) hanyalah pengangkutan panas dari daerah suhu rendah ke daerah suhu yang lebih tinggi atau kebalikan dari arah aliran alami panas. Ada dua jenis sistem pendingin yang digunakan, yaitu *Vapour Cycle System* dan *Air Cycle System*.

2.2.1 *Vapour Cycle System*

Vapour Cycle System (juga dikenal *Refrigeration System* atau *Freon system*), sistem pendinginan yang dipasang di piston *engine* atau pesawat jet untuk mendinginkan kabin dan kokpit. Sistem ini menggunakan prinsip evaporasi dan kondensasi dari freon untuk menghilangkan panas di kabin dan kokpit. Metode ini terdiri dari rangkaian proses yang berulang terus menerus (dikenal sebagai *loops* atau *cycles*) yang menggunakan aliran refrigeran tertutup yang mengubah cairan ke gas (disebut "perubahan fasa") untuk mengangkut panas dari suhu yang lebih rendah ke suhu yang lebih tinggi.

2.2.2 Air Cycle System



Gambar 2.1 Air Conditioning System CRJ1000
(Aircraft SDS 21-00,2009)

Air Cycle System yang juga disebut *Boot Strap Systems*, dipasang di pesawat komersil yang berukuran besar. Istilah *Bootstrap* berasal dari *Air Cycle Machine* yang memiliki kemampuan untuk menggerakkan turbin dari keluaran kompresor sendiri, yang kemudian kompresornya didorong oleh turbin. Sistem ini menggunakan prinsip kompresi dan ekspansi dari udara dalam mengatur temperatur udara di dalam kabin dan kokpit. *Air conditioning subsystem* pada

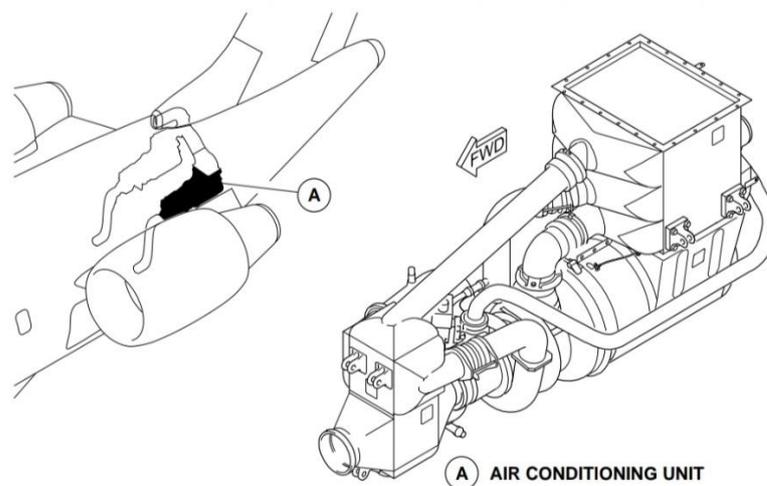
Air Cycle System terdiri dari *flow control system*, *cooling system*, *temperature control system*, *air distribution system*, dan *air recirculation system*.

2.3 *Bleed air*

Bleed air merupakan udara terkompresi yang diambil dari *compression stage* dimana terletak sebelum *combustion chamber* yang dihasilkan oleh *gas turbine engine* dengan suhu 200-250°C. *Bleed air* dapat dihasilkan oleh GTC (*Ground Turbine Compressor*), *engine*, dan APU.

2.4 *Air Conditioning Pack System (Cooling System) CRJ1000*

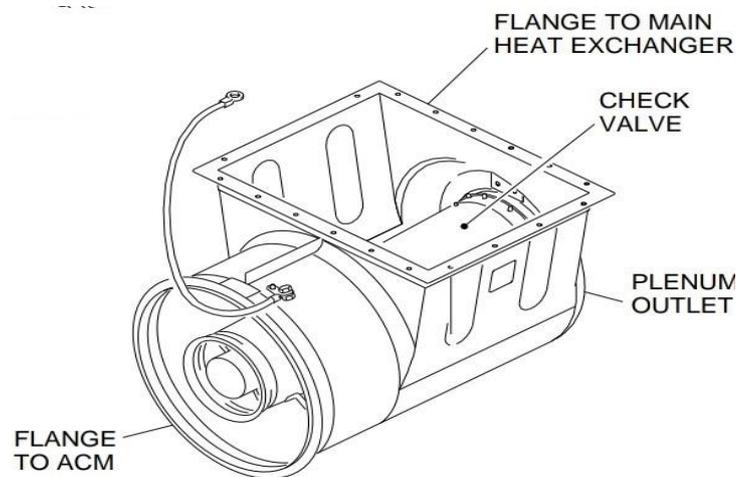
Air Conditioning Pack System (Cooling System) berfungsi mengendalikan kuantitas udara (*bleed air*) dari *pneumatic system* menuju *Air Conditioning Pack*, dan mengendalikan temperatur serta kelembaban udara yang keluar dari *Air Conditioning Pack*. *Air Conditioning Pack* menggunakan komponen dan sistem berikut untuk menghilangkan panas dari *bleed air*, yaitu *Plenum*, *Air Cycle Machine*, *Dual Heat Exchanger*, *Condenser/reheater unit*, *Water Extractor*, *Temperature Control Valve*, *Compressor Discharge Temperature Sensor*, *Pack Temperature sensor*, *Pack Discharge Ducts*, *Pack Discharge Temperature Sensor*, *Pack Discharge Pressure Sensor*.



Gambar 2.2 *Air Conditioning Pack System CRJ1000*
(*Aircraft SDS 21-00,2009*)

2.4.1 Plenum

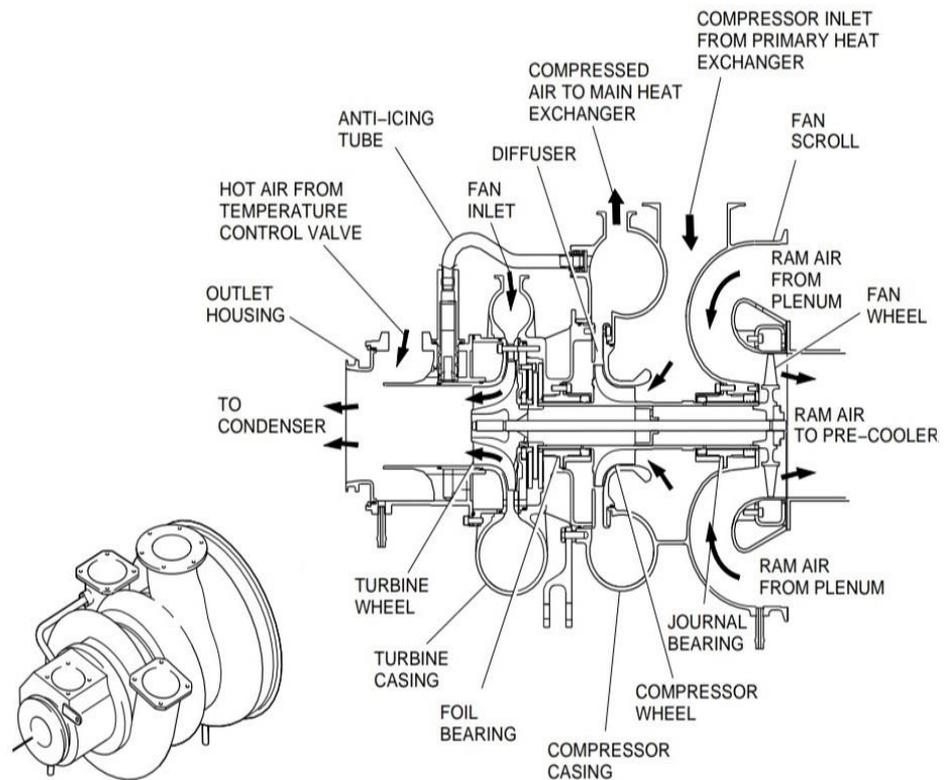
Plenum berfungsi melewati aliran *ram air* menuju *heat exchanger* dan keluar menuju *ram air exhaust*. *Plenum* mempunyai saluran bagian luar dan saluran bagian dalam. Saluran bagian luar adalah *plenum* dan saluran bagian dalam adalah *diffuser*. Saluran bagian dalam mempunyai *Spring-loaded check valve* untuk mengatur ketika *Dynamic air pressure* sudah tersedia pada *Ram air inlet*.



Gambar 2.3 *Plenum CRJ1000*
(*Aircraft SDS 21-00,2009*)

2.4.2 *Air Cycle Machine (ACM)*

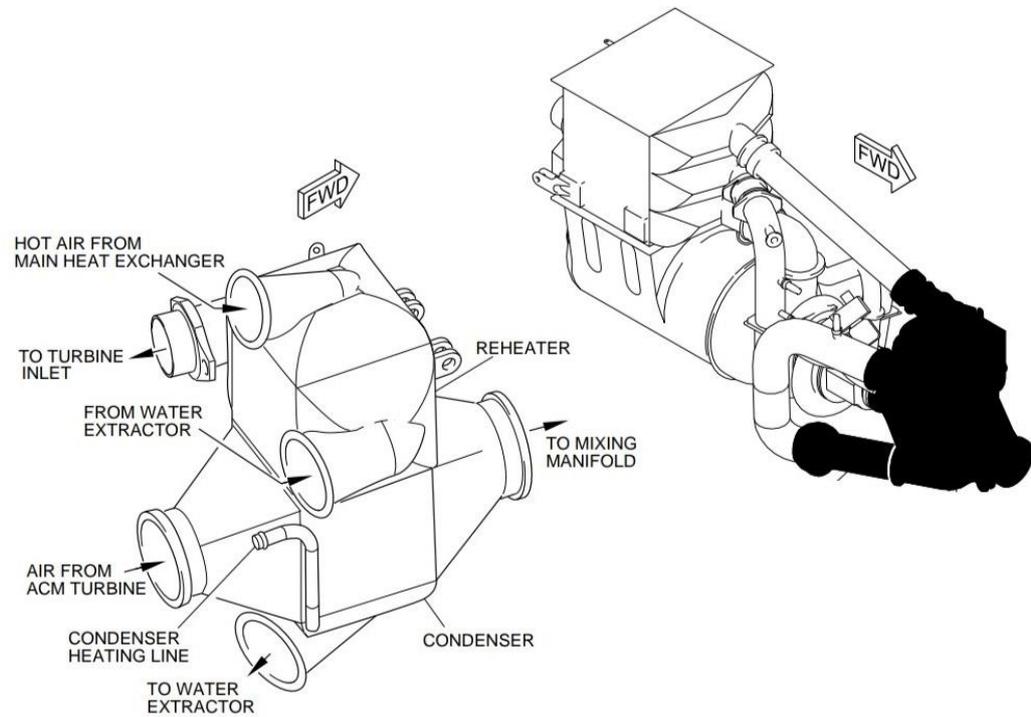
ACM adalah komponen yang digunakan dalam *Air Conditioning System* untuk mendinginkan *bleed air* ke dalam batasan temperatur yang memungkinkan pendinginan kabin pesawat. *Air Cycle Machine (ACM)* terdiri dari tiga bagian utama yaitu *compressor section*, *main housing*, dan *turbine section*.



Gambar 2.4 Air Cycle Machine CRJ1000
(Aircraft SDS 21-00,2009)

2.4.3 Dual Heat Exchanger

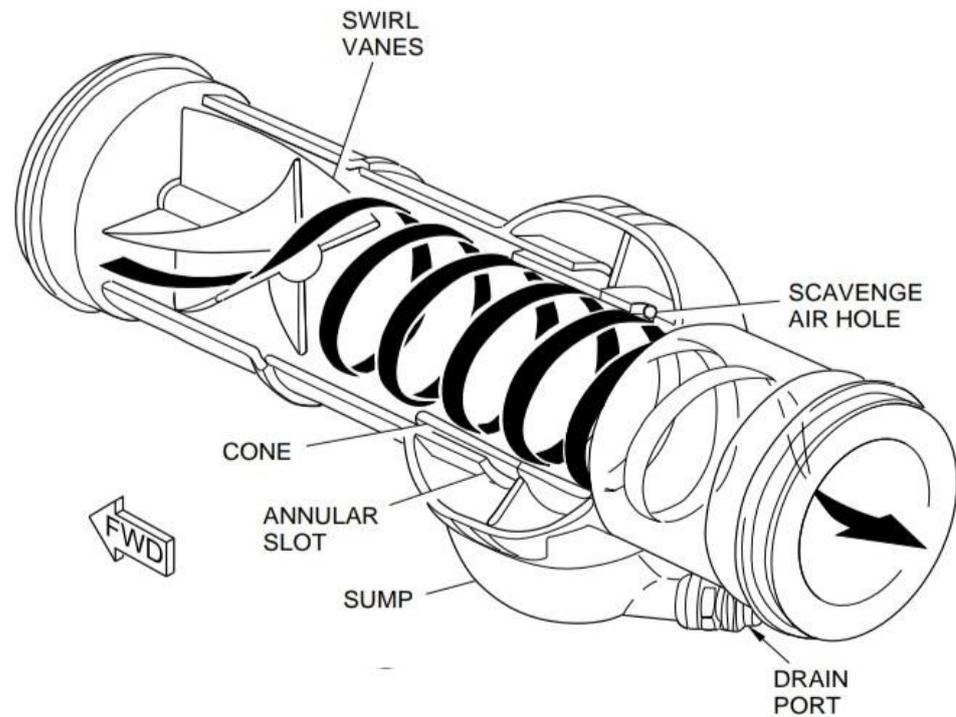
Heat Exchanger adalah komponen yang berfungsi untuk memindahkan energi panas antara dua atau lebih fluida dimana fluida tersebut ada yang bertindak sebagai fluida panas (hot fluid) dan yang lain bertindak sebagai fluida dingin (cold fluid). *Heat Exchanger* diperlukan untuk menghilangkan panas pada *Pack System* dan Terdapat dua *Heat Exchanger* pada masing-masing *Air Conditioning Pack System*, yaitu *Primary Heat Exchanger* dan *Secondary Heat Exchanger*. *Primary Heat Exchanger* berfungsi menghilangkan panas *bleed air* yang menuju *compressor section ACM*. *Secondary Heat Exchanger* berfungsi menghilangkan panas *bleed air* yang berasal dari *compressor section ACM*.



Gambar 2.5 Dual Heat Exchanger CRJ1000
(Aircraft SDS 21-00,2009)

2.4.4 Condenser/Reheater Unit

Condenser adalah *air to air Heat exchanger* yang menggunakan udara *Turbine Discharge* sebagai pendingin *bleed air* sampai cukup rendah untuk menguapkan kelembaban yang dipisahkan oleh *Water Extractor*. Sedangkan *Reheater* memiliki fungsi yang berkebalikan dengan *Condenser*.



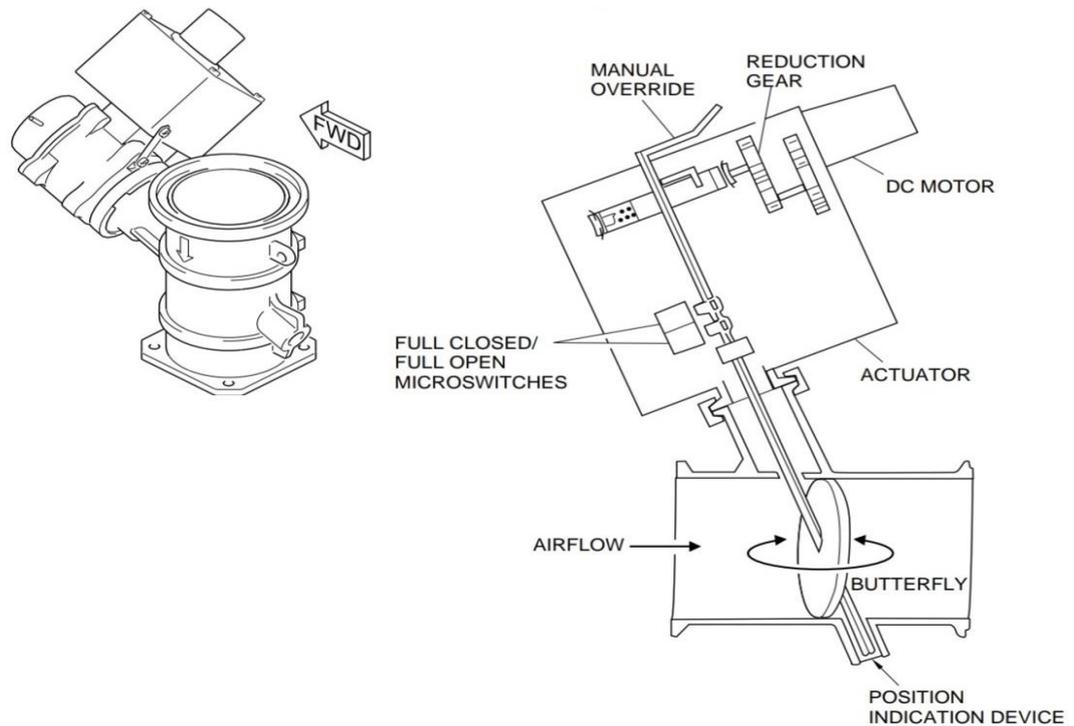
Gambar 2.6 *Water Extractor* dan *Water Extractor CRJ1000*
(*Aircraft SDS 21-00,2009*)

2.4.5 *Water Extractor*

Water Extractor digunakan untuk memisahkan, mengumpulkan dan mengeluarkan uap air yang berlebih dari udara sebelum masuk ke dalam kabin, sehingga kelembaban bisa dikendalikan. Air yang dikumpulkan kemudian disemprotkan oleh *Water Spray Nozzel*.

2.4.6 *Temperature Control Valve*

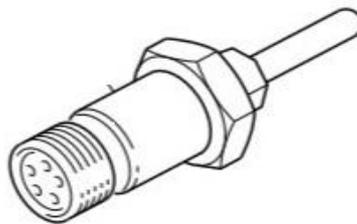
Temperature Control Valve digunakan untuk mengontrol aliran yang mana mem-*bypass* saluran ACM untuk menyediakan fungsi kontrol saluran udara panas bertujuan untuk menjadikannya sebagai *deicing* ketika terjadi pembekuan.



Gambar 2.7 *Temperature Control Valve CRJ1000*
(Aircraft SDS 21-00,2009)

2.4.7 Compressor Discharge Temperature Sensor

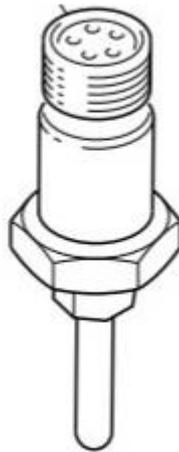
Compressor Discharge Temperature Sensor adalah sebuah tipe sensor *double-resistve* yang dapat mengukur kedua *Compressor outlet temperature* ACSC.



Gambar 2.8 *Compressor Discharge Temperature Sensor CRJ1000*
(Aircraft SDS 21-00,2009)

2.4.8 Pack Temperature Sensor

Pack Temperature Sensor dapat mengukur temperatur keluaran *Water Extractor* digunakan dengan ACSG untuk *Pack cooling* dan *Heating Control* dan mencegah pembekuan terhadap *Water Extractor*.



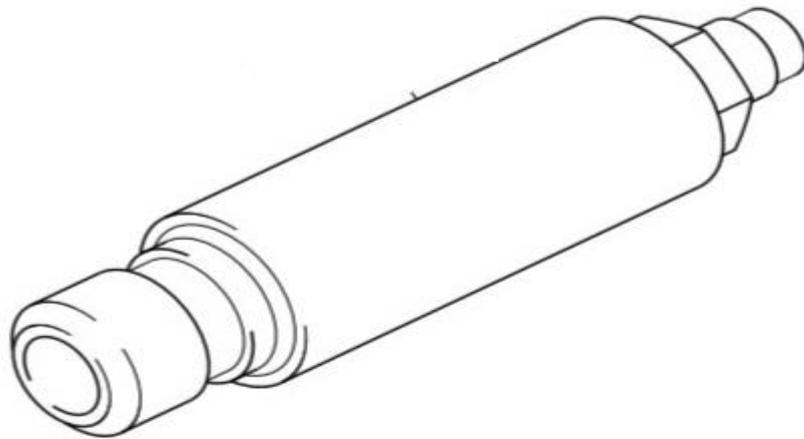
Gambar 2.9 *Pack Temperature Sensor CRJ1000*
(Aircraft SDS 21-00,2009)

2.4.9 Pack Discharge Ducts

Pack Discharge Ducts berfungsi mengarahkan *conditioned air* dari unit kiri dan kanan melalui *Check Valve* yang ada pada *Mixing Manifold*.

2.4.10 Pack Discharge Pressure Sensor

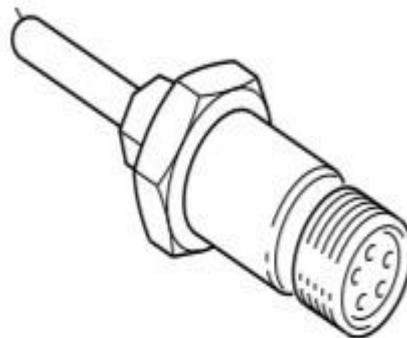
Pack Discharge Pressure Sensor digunakan untuk mencegah penumpukan es dibawah bagian turbin ACM. Sensor ini dapat memberikan pembacaan pendinginan *Turbine Outlet* yang relatif terhadap tekanan kabin.



Gambar 2.10 *Pack Discharge Pressure Sensor CRJ1000*
(Aircraft SDS 21-00,2009)

2.4.11 *Pack Discharge Temperature Sensor*

Pack Discharge Temperature Sensor mengukur temperatur suplai udara yang masuk ke dalam sistem distribusi. Sebuah *Pack Discharge Temperature Sensor* dipasang pada tiap *Discharge Duct* dari unit *Air Conditioning*.



Gambar 2.11 *Pack Discharge Temperature Sensor CRJ1000*
(Aircraft SDS 21-00,2009)

2.6 Arduino UNO

Arduino UNO adalah papan mikrokontroler yang dikembangkan oleh Arduino.cc yang merupakan platform elektronik *open-source* berbasis mikrokontroler AVR Atmega328. Proyek Arduino pertama dimulai di Interaction Design Institute Ivrea pada tahun 2003 oleh David Cuartielles dan Massimo Banzi dengan tujuan menyediakan cara yang murah dan fleksibel bagi siswa dan profesional untuk mengendalikan sejumlah perangkat di dunia nyata.

Versi Arduino UNO saat ini hadir dengan antarmuka USB, 6 pin input analog, 14 port digital I / O yang digunakan untuk terhubung dengan sirkuit elektronik eksternal. Dari 14 port I / O, 6 pin dapat digunakan untuk *output* PWM. Ini memungkinkan para desainer untuk mengontrol dan merasakan perangkat elektronik eksternal di dunia nyata. Arduino Uno adalah versi paling resmi yang datang dengan mikrokontroler Atmega328 8-bit Atmel di mana memori RAM 32KB.



Gambar 2.13 Arduino UNO R3 (TheEngineeringProjects,2018)

2.6.1 Spesifikasi Arduino UNO R3

Adapun spesifikasi data teknis yang terdapat pada board Arduino UNO R3 adalah sebagai berikut:

- Mikrokontroler: ATmega328
- Tegangan Operasi: 5V
- Tegangan *Input (recommended)*: 7 - 12 V
- Tegangan *Input (limit)*: 6-20 V
- Pin digital I/O: 14 (6 diantaranya pin PWM)
- Pin *Analog input*: 6 input pin 21
- Arus DC per pin I/O: 40 mA
- Arus DC untuk pin 3.3 V: 150 mA
- *Flash Memory*: 32 KB dengan 0.5 KB digunakan sebagai *bootloader*
- SRAM: 2 KB
- EEPROM: 1 KB
- *Clock Speed*: 16 Mhz

2.6.2 Power

Arduino UNO dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catu daya eksternal (otomatis). Daya eksternal (non-USB) dapat berasal dari AC ke adaptor DC atau baterai. Kisaran daya yang disarankan untuk *board* Arduino UNO adalah 7-12 volt, jika diberi daya kurang dari 7 volt kemungkinan pin 5v Arduino UNO tetap dapat beroperasi tetapi tidak stabil. Kemudian jika diberi daya lebih dari 12V, *regulator* tegangan bisa panas dan dapat merusak *board* Arduino UNO. Pin listrik adalah sebagai berikut:

- VIN. Tegangan masukan kepada *board* Arduino ketika itu menggunakan sumber daya eksternal (sebagai pengganti dari 5 volt koneksi USB atau sumber daya lainnya).
- 5V. Catu daya digunakan untuk daya mikrokontroler dan komponen lainnya.
- 3v3. Sebuah pasokan 3,3 volt dihasilkan oleh regulator *on-board*.
- GND. *Ground* pin.

2.6.3 Deskripsi Pin

Ada beberapa I / O pin digital dan analog ditempatkan di papan yang beroperasi pada 5V. Pin ini dilengkapi dengan peringkat operasi standar yang berkisar antara 20mA hingga 40mA. Resistor *pull-up* internal digunakan di papan yang membatasi arus yang melebihi kondisi operasi yang diberikan. Namun, terlalu banyak peningkatan arus membuat resistor ini tidak berguna dan merusak perangkat.

- **LED.** Arduino Uno hadir dengan LED bawaan yang dihubungkan melalui pin 13. Memberikan nilai *HIGH* pada pin akan menyalakannya dan *LOW* akan memamatkannya.
- **Vin.** Ini adalah tegangan input yang disediakan untuk *Board* Arduino. Ini berbeda dari 5 V yang disediakan melalui port USB. Pin ini digunakan untuk memasok tegangan. Jika tegangan diberikan melalui colokan listrik, itu dapat diakses melalui pin ini.
- **5V.** Papan ini dilengkapi dengan kemampuan untuk memberikan pengaturan tegangan. Pin 5V digunakan untuk memberikan tegangan yang diatur keluarannya. Papan diberi daya menggunakan tiga cara yaitu USB, pin Vin dari papan atau colokan listrik DC.
- **USB.** mendukung tegangan sekitar 5V sementara Vin dan Power Jack mendukung rentang tegangan antara 7V hingga 20V. Disarankan untuk mengoperasikan papan pada 5V. Penting untuk dicatat bahwa, jika tegangan dipasok melalui pin 5V atau 3.3V, hal itu mengakibatkan tegangan melewati regulasi yang dapat merusak papan jika tegangan melampaui batasnya.
- **GND.** Ini adalah pin ground. Lebih dari satu pin *ground* disediakan di papan yang dapat digunakan sesuai kebutuhan.
- **RESET.** Pin ini dimasukkan pada papan yang dapat mengatur ulang program yang berjalan di papan.
- **IOREF.** Pin ini sangat berguna untuk memberikan referensi tegangan ke papan. Pelindung digunakan untuk membaca tegangan pada pin ini yang kemudian memilih sumber daya yang tepat.

- **PWM.** PWM disediakan oleh pin 3,5,6,9,10, 11. Pin ini dikonfigurasi untuk memberikan PWM *output* 8-bit.
- **SPI.** Ini dikenal sebagai *Serial Peripheral Interface*. Empat pin 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK) menyediakan komunikasi SPI dengan bantuan dari *SPI Library*.
- **AREF.** Ini disebut Referensi Analog. Pin ini digunakan untuk memberikan tegangan referensi ke input analog.
- **TWI.** Ini disebut *Two-wire Interface*. Komunikasi TWI diakses melalui *Wire Library*. Pin A4 dan A5 digunakan untuk tujuan ini.
- **Serial Communication.** *Serial communication* dilakukan melalui dua pin yang disebut Pin 0 (Rx) dan Pin 1 (Tx).
- **Rx Pin** digunakan untuk menerima data sedangkan **Tx Pin** digunakan untuk mengirimkan data.
- **External Interrupts.** Pin 2 dan 3 digunakan untuk menyediakan interupsi eksternal. Interupsi dipanggil dengan memberikan *LOW* atau mengubah nilai.

2.6.4 Komunikasi dan Programing

Arduino UNO hadir dengan kemampuan berinteraksi dengan papan Arduino lainnya, mikrokontroler, dan komputer. Atmega328 yang diletakkan di papan menyediakan *Serial communication* menggunakan pin seperti Rx dan Tx. Atmega16U2 yang tergabung dalam board menyediakan jalur untuk *Serial communication* menggunakan *driver* USB com. Monitor serial disediakan pada perangkat lunak IDE yang digunakan untuk mengirim atau menerima data teks dari board. Jika LED yang ditempatkan pada pin Rx dan Tx akan berkedip, mereka menunjukkan transmisi data.

Arduino UNO diprogram menggunakan Arduino Software yang merupakan aplikasi *cross-platform* yang disebut IDE ditulis dalam Java. Mikrokontroler AVR Atmega328 yang diletakkan di pangkalan dilengkapi dengan bootloader

bawaan yang membebaskan Anda dari menggunakan burner terpisah untuk mengunggah di papan program.

2.7 LCD

LCD merupakan singkatan dari *Liquid Crystal Display* yang dapat digunakan untuk menampilkan berbagai hal berkaitan dengan aktivitas mikrokontroler, salah satunya adalah menampilkan teks yang terdiri dari berbagai karakter. *LCD* banyak digunakan karena fungsinya yang bervariasi, dan juga pemrogramannya yang mudah.

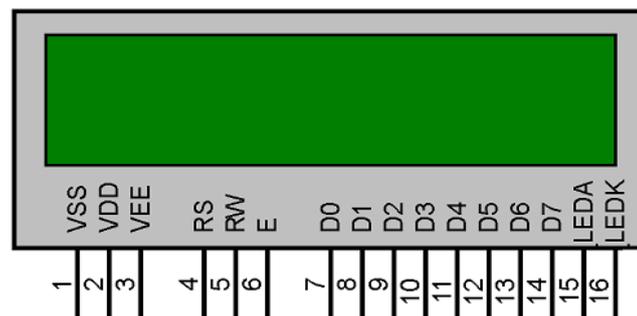
Untuk dapat menghubungkan *LCD* dengan mikrokontroler, *PORT* pada *LCD* perlu dihubungkan dengan *PORT* yang sesuai dengan *PORT* pada mikrokontroler. *PORT* pada mikrokontroler ini tidak dapat digunakan untuk fungsi yang lain (e.g. fungsi I/O), tetapi didekasikan khusus untuk fungsi *LCD*. Pada *LCD* dengan 16 pin, fungsi-fungsi setiap pin dijelaskan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Deskripsi pin *LCD* 16 pin

Pin	Simbol	I/O	Deskripsi
1	V_{ss}	--	<i>Ground</i>
2	V_{cc}	--	<i>Power supply +5V</i>
3	V_{EE}	--	<i>Power supply</i> untuk mengatur kontras
4	RS	I	RS = 0 untuk memilih <i>register command</i> RS = 1 untuk memilih <i>register data</i>
5	R/W	I	R/W = 0 untuk melakukan <i>write</i> R/W = 1 untuk melakukan <i>read</i>
6	E	I/O	<i>Enable</i>
7	DB0	I/O	<i>Data bus 8-bit</i>
8	DB1	I/O	<i>Data bus 8-bit</i>
9	DB2	I/O	<i>Data bus 8-bit</i>
10	DB3	I/O	<i>Data bus 8-bit</i>
11	DB4	I/O	<i>Data bus 8-bit</i>
12	DB5	I/O	<i>Data bus 8-bit</i>

13	DB6	I/O	<i>Data bus 8-bit</i>
14	DB7	I/O	<i>Data bus 8-bit</i>
15	LED+	--	+5V
16	LED-	--	<i>GND</i>

Berikut ini adalah gambar pin dan deskripsinya pada *LCD 16x2* :



Gambar 2.14 Spesifikasi pin pada *LCD* (Aswinth Raj,2015)

2.8 Solenoid Valve 12VDC

Mengontrol aliran cairan menggunakan aliran listrik yang memiliki dua *outlet* $\frac{1}{2}$. Biasanya, dalam keadaan normal katup tertutup. Ketika 12VDC disambungkan ke dua terminal, katup terbuka dan cairan dapat mengalir. Katup memiliki pengaturan gasket di dalam, jadi ada persyaratan tekanan minimum 0,02 Mpa (3 PSI) dan juga cairan hanya bisa mengalir satu arah.

2.9 Motor Servo SG90

Servo ini dapat berputar sekitar 180 derajat (90 di setiap arah), dan bekerja seperti jenis standar tetapi lebih kecil. Pengaturan dapat menggunakan kode servo, perangkat keras atau pustaka untuk mengontrol servo ini.



Gambar 2.15 Motor Servo Micro SG90 (Arduinoprojecttutorial,2017)

2.10 Water Pump 12VDC

Salah satu komponen pada sistem pendingin adalah water pump atau pompa air, suplai tegangan yang dibutuhkan untuk pompa ini ialah 12Vdc. Tanpa adanya water pump maka air pendingin tidak dapat mengalir sehingga tidak akan mungkin terjadi pendinginan pada mesin/permukaan panas lainnya. Jika tidak ada pendinginan tentu saja akan menyebabkan terjadinya *overheating* pada sistem.