

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian yang pertama dilakukan oleh Rachmatul akbar pada tahun 2015 yang melakukan pembuatan alat pemantau tekanan gas oksigen pada gas sentral. Sistem yang digunakan yaitu memantau tekanan gas oksigen menggunakan *pressure transducer* MPX5700. Apabila terjadi penurunan gas Oksigen maka secara otomatis akan di lakukan pertukaran *suplay* oksigen [3]. Kelemahan penelitian tersebut adalah hanya mengukur tekanan oksigen saja.

Penelitian kedua di lakukan oleh Handoko Rusiana Iskandar pada tahun 2017 yang melakukan penelitian tentang kontrol *suplay* Oksigen berbasis Arduino uno dengan sistem pemberi peringatan *low pressure* menggunakan SMS yang di kirim ke *Handphone* operator gas medis [14]. Penelitian ini mempunyai kekurangan karena ketergantungan oleh sinyal operator seluler. Jika sinyal kurang kuat maka peringatan yang di terima operator juga terlambat. Sehingga bisa membahayakan pasien.

Penelitian ketiga di lakukan oleh Mohammad Heshame Aref dari mesir pada tahun 2017. Yang membuat kontrol gas medis yang tersentralisasi. Penelitiannya membuat kontrol gas medis yang bisa di pantau menggunakan komputer [8]. Tetapi penelitian ini masih ada kekurangan yaitu tampilan tekanan pada instalasi pipa gas masih menggunakan manometer analog. Sehingga akan kesulitan jika di lihat langsung. Karena manometer analog kurang jelas jika di lihat dari jarak jauh.

Penelitian keempat di lakukan oleh Afif sauki pada tahun 2017 yaitu membuat sistem pertukaran gas medis secara otomatis. Ketika tekanan gas medis menurun maka alat secara otomatis akan memindahkan *header* pemasok oksigen ke tabung yang masih berisi penuh tekanan gas [15]. Penelitian ini hanya melakukan pertukaran *header suplay* gas medis tanpa adanya pemantauan tekanan gas medis.

Penelitian kelima dilakukan oleh Intivada khoirunnisa pada tahun 2018 yaitu membuat sistem *monitoring* instalasi gas medis tampilan digital beserta alarm indikator *high and low pressure*. Alat ini di gunakan untuk membantu petugas gas medis untuk mengantisipasi permasalahan tekanan pada instalasi gas medis [16]. Kelemahan dari penelitian ini, belum bisa di pantau secara terpusat menggunakan komputer pada satu ruang kendali.

2.2 Landasan Teori.

2.2.1 Instalasi pipa gas medis

Menurut peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 4 tahun 2016 tentang penggunaan gas medis dan vakum medis pada fasilitas pelayanan kesehatan, bahwa pengertian gas medis adalah gas dengan spesifikasi khusus yang dipergunakan untuk pelayanan medis pada fasilitas pelayanan kesehatan. Sedangkan vakum medis adalah alat dengan spesifikasi khusus yang dipergunakan untuk menghisap cairan tubuh pada pelayanan medis di fasilitas pelayanan kesehatan. Instalasi pipa gas medis adalah seperangkat prasarana pemipaan beserta peralatan yang menyediakan gas medis tertentu yang dibutuhkan untuk

menyalurkan gas medis ke titik *outlet* diruang tindakan dan perawatan. Tekanan gas medis standar yaitu 4–5 bar dan tekanan negatif vakum medis yaitu 40-60 cmHg.

Dalam penggunaan Gas medis dan vakum medis pada fasilitas kesehatan, gas medis dan vakum medis harus memenuhi persyaratan kualitas dan spesifikasi gas yaitu:

1. Oksigen harus mempunyai kemurnian >99,5% dengan kandungan unsur lain yaitu Karbon Dioksida (CO₂): < 5,0 ppm, Karbon Monoksida (CO): < 5,0 ppm, Nitrogen (N₂): <100,0ppm, Argon (Ar): < 0,5 ppm, *Methane* (CH₄): < 50,0 ppm, Hidrogen (H₂): < 5,0 ppm, Nitrogen Oksida (N₂O): < 5,0 ppm, *Moisture* (H₂O): < 25,0 ppm.
2. N₂O harus mempunyai kemurnian >90% dengan kandungan unsur lain yaitu Oksigen (O₂): < 0,1%, Nitrogen (N₂): < 0,9%, Karbon Monoksida (CO): < 10 ppm, *Nitric Oksida*/Nitrogen Oksida: < 1 ppm, *Moisture*: < 65 ppm, *Methane*: 0.
3. Udara tekan medis harus mempunyai unsur Oksigen (O₂): 21 % ± 1 %, Nitrogen (N₂): 78 % ± 1 %, Argon (Ar): < 1 %, Karbon dioksida (CO₂) 350 ppm, *Methane* (CH₄): < 2 ppm, Karbon monoksida (CO): < 1 ppm, *Moisture*: < 25 ppm, Kandungan oli maksimum (*Maximum oil content*): max 5 mg/m³.
4. Vakum medis dengan daya hisap tertinggi di unit pelayanan: -60 cmHg.

Sentral gas medis adalah seperangkat prasarana beserta peralatan dan atau tabung *gas/liquid* yang menyimpan beberapa gas medis tertentu yang dapat disalurkan melalui pipa instalasi gas medis. Adapun ruang gas sentral merupakan sebuah ruangan yang menjadi induk dari *supply* gas medis di suatu rumah sakit [4].

Instalasi pipa gas medis merupakan seperangkat prasarana pemipaan beserta peralatan yang menyediakan gas medis tertentu yang dibutuhkan untuk menyalurkan gas medis ke titik *outlet* diruang tindakan dan perawatan. Sentral gas medis adalah seperangkat prasarana beserta peralatan dan atau tabung *gas/liquid* yang menyimpan beberapa gas medis tertentu yang dapat disalurkan melalui pipa instalasi gas medis. Instalasi gas medis selanjutnya disingkat (IGM) adalah seperangkat sentral gas medis, instalasi pipa gas medis sampai *outlet* [17].

Dalam pembuatan instalasi pemipaan gas medis harus mengacu pada Permenkes dan standar pemipaan internasional. Dalam sistem standar pemipaan internasional terdapat dua sistem yaitu sistem *single stage* dan *double stage*. *Single stage* mengacu pada sistem standar pemipaan dari Jerman. Sedangkan *double stage* mengacu pada sistem pemipaan dari Prancis [5].

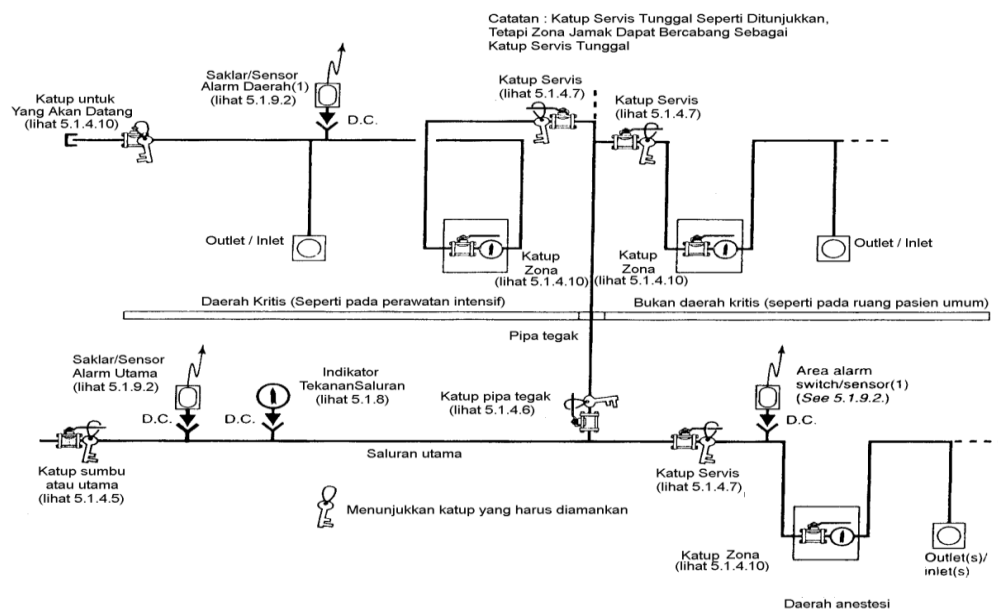
Dalam pembuatan instalasi pipa gas medis dan vakum medis, pipa yang dipergunakan harus terbuat dari tembaga dengan kadar $\pm 99\%$ (sembilan puluh sembilan persen) atau stainless steel, yang dinyatakan dengan sertifikasi bahan dari pabrik pembuat pipa. Pipa gas medis harus diberi warna sesuai dengan gas medis yang dialirkan. Oksigen dengan warna putih, N₂O dengan warna biru, udara tekan medis dengan warna hijau dan vakum medis dengan warna kuning. Pemasangan *outlet* pada ruang pelayanan medis maupun peralatan harus berfungsi secara

otomatis. *Outlet* akan tertutup rapat pada saat tidak terpakai dan terbuka apabila telah disambungkan dengan alat penyalur gas medis. Urutan dalam pemasangan *outlet* gas medis harus tetap, dengan urutan pemasangannya yaitu oksigen, N₂O, udara tekan medis, dan vakum medis. Dalam pemasangan *outlet*, setiap *outlet* gas medis dan vakum medis diberi nama dan warna yang berbeda sesuai kode pewarnaan tiap gas medis dan vakum medis. Ukuran drat/sekrup *outlet* saluran gas medis dan vakum medis harus mempunyai ukuran yang berbeda agar tidak terjadi kesalahan saat di sambungkan dengan alat penyalur gas medis [17].

Instalasi gas medis dan vakum medis harus diuji dan diperiksa sebelum dioperasionalkan untuk pertama kali. Selain diuji dan diperiksa sebelum dioperasionalkan untuk pertama kali, instalasi gas medis dan vakum medis harus diuji dan diperiksa secara berkala minimal 1 (satu) kali dalam 3 (tiga) tahun. Pengujian instalasi pipa gas medis dan vakum medis harus dilakukan oleh institusi penguji yang berwenang sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan. Instalasi gas medis dan vakum medis yang dinyatakan lulus pengujian dan pemeriksaan harus diberikan sertifikat laik operasi yang dikeluarkan oleh instansi yang berwenang [4]. Pengujian dilakukan untuk menjamin keamanan dan keselamatan dalam penggunaan instalasi gas medis, serta meminimalkan resiko kebocoran gas medis.

Dalam pembuatan instalasi gas medis harus di sediakan pengatur tekanan gas atau disebut *manifold*. *Manifold* adalah seperangkat alat pengaturan tekanan gas medis dari tekan tinggi (15 bar) menjadi tekanan rendah (4 bar). *Manifold* biasanya

Dalam sistem pasokan gas medis yang tersentral, harus dilengkapi dengan regulator tekanan saluran akhir jenis ganda (*dupleks*), yang dipasang *paralel* dengan katup isolasi atau kran gas sebelum regulator tekanan. Kran harus disediakan untuk mengisolasi bagian dari sistem pemipaan. Kran tersebut digunakan saat pemeliharaan, perbaikan, atau kebutuhan lainnya, serta untuk memudahkan pengujian fasilitas. Sehingga tidak mengganggu pasokan gas medis dan vakum medis ke ruang perawatan. Pada gambar 2.2 menunjukkan Penataan komponen-komponen saluran pemipaan.



Gambar 2.2 Penataan komponen-komponen saluran pemipaan [17].

Rangkaian ini berfungsi apabila ada perbaikan pada salah satu regulator tekanan, penunjuk tekanan serta apabila terjadi kebocoran, maka tidak akan mengganggu pasokan gas medis. Sehingga pasokan gas tetap terjaga dan terpenuhi. Semua kran, kecuali kran dalam bok panel, harus ditempatkan pada lokasi yang aman, seperti misalnya dikunci terhadap pipa (*locked piped chases*), dikunci pada

posisi pengoperasian atau posisi kran terbuka, dan ditandai dengan label berisi jenis pasokan gas dan ruangan yang dikendalikan oleh kran tersebut. Kran yang dapat diakses oleh selain petugas berwenang harus dipasang dalam suatu lemari (bok panel) dengan pintu yang cukup lebar yang dapat dibuka atau dipecahkan untuk memudahkan pengoperasian katup secara manual.

2.2.2 *Pressure transducer PX2*

Pressure transducer PX2 adalah *pressure transducer* yang dikonfigurasi dengan menggunakan teknologi penginderaan *piezoresistif* dengan pengkondisian sinyal *ASIC (Application Specific Integrated Circuit)* dengan bahan *stainless steel*. Gambar 2.3 menunjukkan *pressure transducer PX2* yang digunakan untuk mengukur tekanan gas medis.



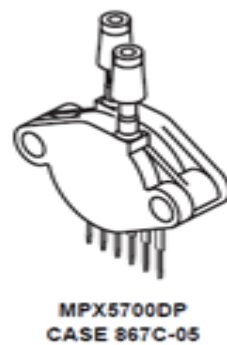
Gambar 2.3 *Pressure transducer PX2* [18].

Seri PX2 dikalibrasi dan dikompensasi untuk perubahan sensitivitas, efek suhu, dan *non-linearitas* menggunakan *ASIC on-board*. *Pressure Transducer PX2* mengukur tekanan *gauge absolut*, tertutup, atau berventilasi. *Versi absolut* memiliki referensi vakum *internal* dan nilai *output* sebanding dengan tekanan

absolut, versi pengukur tertutup memiliki referensi tekanan *internal* dari satu atmosfer di permukaan laut, dan versi pengukur ventilasi mengukur tekanan berdasarkan dengan tekanan udara sekitar. Seri PX2 dapat beroperasi di lingkungan keras yang biasa ditemukan di aplikasi HVAC/R dan kompresor udara. Sensor dapat bertahan setidaknya 10 juta siklus tekanan [18].

2.2.3 *Pressure transducer MPX 5700*

Pressure transducer MPX 5700 merupakan *transducer* yang dapat mengukur hingga tekanan maksimum yaitu 7 bar. Terdapat 3 macam tipe pengukuran yang bisa dilakukan oleh sensor ini yaitu *type gauge*, *differentials*, dan *absolute*. Pada gambar 2.4 menunjukkan *pressure transducer MPX5700* yang digunakan untuk mengukur tekanan vakum medis.



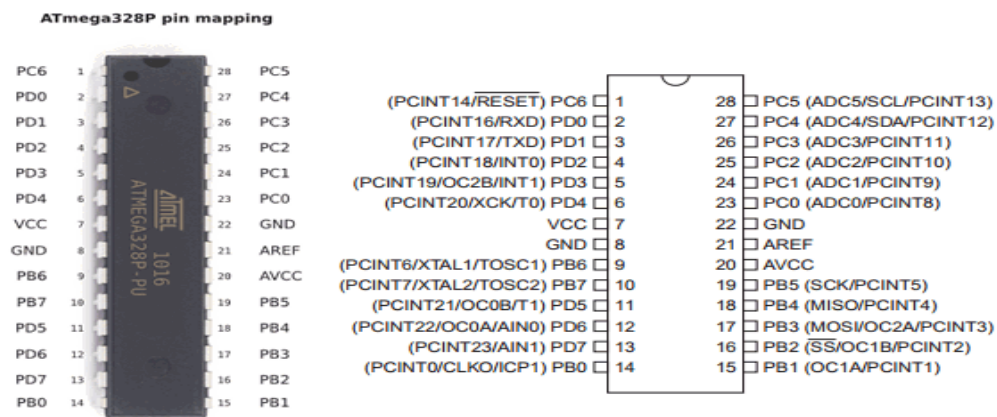
Gambar 2.4 *Pressure transducer MPX5700* [19]

Pressure transducer MPX5700 Piezoresistive transducer adalah *pressure transducer* silikon monolitik yang dirancang untuk berbagai aplikasi, khususnya yang menggunakan mikrokontroler atau mikroprosesor dengan A/D masukan. Sensor MPX 5700 ini menggabungkan teknik *micromachining*, metalisasi film

tipis, dan pemrosesan bipolar memberikan sinyal keluaran analog tingkat tinggi yang akurat yang sebanding dengan tekanan yang diterapkan [19].

2.2.4 Mikrokontroler Atmega 328.

Gambar 2.5 menunjukkan mikrokontroler Atmega 328 yang digunakan sebagai pengolah sinyal dari *pressure transducer* agar bisa di kirim dan di terima oleh NRF24L01.



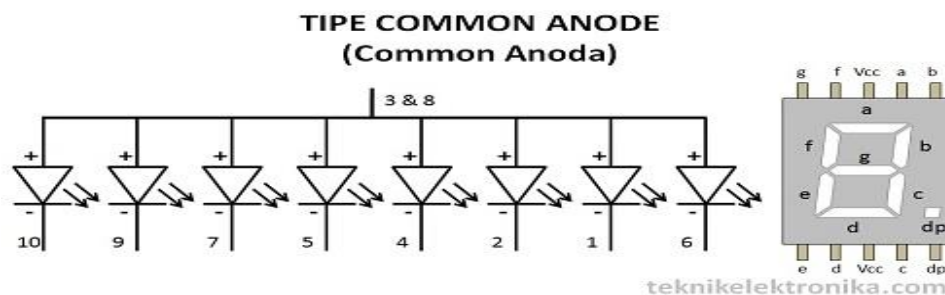
Gambar 2.5 Mikrokontroler Atmega 328 [20]

Atmega328 adalah mikrokontroler keluaran Atmel yang merupakan anggota dari keluarga AVR 8-bit. Mikrokontroler ini memiliki kapasitas *flash* (*program memory*) sebesar 32 Kb (32.768 bytes), memori (*static RAM*) 2 Kb (2.048 bytes), dan EEPROM (*Electrically erasable programmable read only memory*) sebesar 1024 bytes (1KB) sebagai tempat penyimpanan data semi permanen karena tetap dapat menyimpan data meskipun catu daya di matikan. Kecepatan maksimum yang dapat dicapai adalah 20 MHz.

Rancangan khusus dari keluarga prosesor ini memungkinkan tercapainya kecepatan eksekusi hingga 1 *cycle* per instruksi untuk sebagian besar instruksinya, sehingga dapat dicapai kecepatan mendekati 20 juta instruksi/detik. Dalam *chip* yang dipaketkan dalam bentuk DIP-28 ini terdapat 20 pin *Input/Output* (21 pin bila pin reset tidak digunakan, 23 pin bila tidak menggunakan oskilator eksternal), dengan 6 di antaranya dapat berfungsi sebagai pin ADC (*analog-to-digital converter*), dan 6 lainnya memiliki fungsi PWM (*Pulse width modulation*). *Chip* ini juga memiliki modul USART (*Universal Synchronous and Asynchronous serial Receiver and Transmitter*) terintegrasi, *hardware* SPI (*Serial Peripheral Interface*), *hardware* TWI (*Two Wire Interface*, kompatibel dengan protokol I2C dari Phillips, 2x pencacah (*timer*) 8-bit, 1x pencacah 16-bit, RTC (*Real Time Counter*) dengan oskilator terpisah, *watchdog timer*, komparator analog terintegrasi, pendeteksi tegangan turun (*brown-out detector*), sumber interupsi *internal* dan *external*, dan oskilator *internal* yang terkalibrasi (8 MHz) [20].

2.2.5 Seven Segment.

Gambar 2.6 menunjukkan *seven segment common anode* yang digunakan sebagai penampil tekanan dari gas medis dan vakum medis.



Gambar 2.6 *Seven Segment common anode* [21]

Seven segment display dalam bahasa Indonesia disebut dengan layar tujuh segmen. *Seven segment display* memiliki tujuh segmen dimana setiap segmen dikendalikan secara *ON* dan *OFF* untuk menampilkan angka yang diinginkan. Angka-angka dari 0 (nol) sampai 9 (Sembilan) dapat ditampilkan dengan menggunakan beberapa kombinasi segmen. Selain 0–9, *seven segment display* juga dapat menampilkan huruf *Hexadecimal* dari A sampai F. Segmen atau elemen-elemen pada *seven segment display* diatur menjadi bentuk angka “8” yang agak miring ke kanan dengan tujuan untuk mempermudah pembacaan. Pada beberapa jenis *seven segment display*, terdapat juga penambahan “titik” yang menunjukkan angka koma desimal [21].

Pada LED *seven segment* jenis *Common Anode* (Anoda), kaki *anode* pada semua segmen LED terhubung menjadi 1 Pin, sedangkan kaki *katoda* akan menjadi *input* untuk masing-masing segmen LED. Kaki *anoda* yang terhubung menjadi 1 Pin ini akan diberikan tegangan Positif (+) dan *signal* kendali (*control signal*) akan diberikan kepada masing-masing kaki *katoda* [21].

2.2.6 Module Wireless NRF24L01.

NRF24L01 adalah sebuah modul komunikasi jarak jauh yang memanfaatkan pita gelombang radio frekwensi 2.4 GHz ISM (*Industrial, Scientific and Medical*). Modul ini menggunakan antarmuka SPI (*Serial Pararel Interface*) untuk berkomunikasi. Pada gambar 2.7 menunjukkan NRF24L01 yang di gunakan sebagai pengirim dan penerima sinyal.



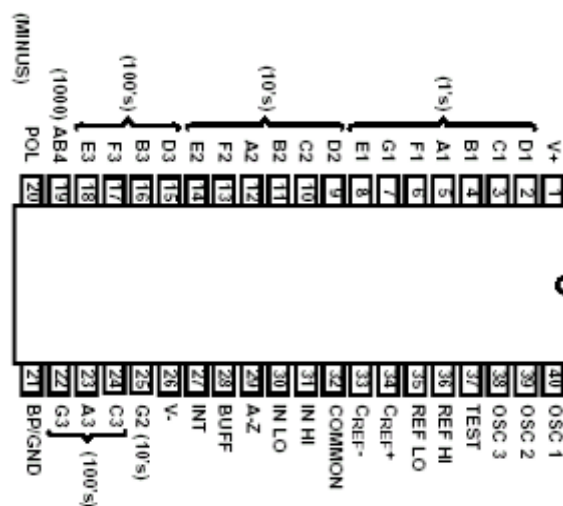
Gambar 2.7 NRF24L01 [22]

Module Wireless NRF24L01 merupakan modul yang mempunyai fungsi untuk komunikasi jarak jauh atau nirkabel yang memanfaatkan gelombang RF 2,4 GHz yang biasanya diaplikasikan untuk *Scientific* , *Industrial*, maupun *Medical*. Pada modul ini menggunakan antarmuka SPI (*Serial Parallel Interface*) untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler. Tegangan operasional untuk mengakses NRF24L01 adalah 3,3 VDC, biasanya dibantu dengan regulator AMS1117. Regulator AMS1117 digunakan untuk menurunkan tegangan dari 5 VDC menjadi 3,3 VDC. Untuk komunikasi antara mikrokontroler dengan NRF24L01, CE dan CSN terhubung dengan pin PB 0, PB 1, atau PB 2 mikrokontroler. MISO dari NRF24L01 terhubung dengan MISO mikrokontroler, MOSI dari NRF24L01 terhubung dengan MOSI mikrokontroler, SCK dari NRF24L01 terhubung dengan SCK mikrokontroler. Sedangkan pin IRQ tidak digunakan karena pin IRQ digunakan untuk *signal low*. Untuk pin *ground* terhubung dengan *ground* dari sumber arus, Sedangkan VCC terhubung dengan 3,3 VDC dari AMS1117. Modul NRF24L01 memiliki perangkat keras yang berupa *baseband logic Enhanced*

ShockBurst dan *protocol accelerator* yang memungkinkan untuk berkomunikasi dalam kecepatan tinggi [22].

2.2.7 Dekoder ICL7107.

ICL7107 merupakan komponen elektronik yang memiliki sistem ADC (*analog to digital converter*). Komponen ini dapat merubah sinyal analog menjadi digital yang bisa di tampilkan dengan *seven segment*. Pada gambar 2.8 menunjukkan ICL7107 yang di gunakan untuk mengolah sinyal dari *pressure transducer* agar bisa tampil dengan menggunakan *seven segment*.



Gambar 2.8 ICL7107 [23]

ICL7107 adalah IC *decoder* yang memiliki performa yang tinggi, dengan *power* yang rendah, *konverter* 3½ digit analog digital. Termasuk *seven segment decoders*, *display drivers*, satu referensi, dan satu *clock*. ICL7107 akan secara langsung mengendalikan *seven segment*. ICL7107 adalah suatu kombinasi dari ketelitian yang tinggi, dengan kemampuan yang beragam, dan harga yang ekonomis. Juga memiliki keistimewaan *autozero*-nya bisa kurang dari 10µV, *zero*

drift-nya kurang dari $1\mu\text{V}/\text{OC}$, masukan bias *current*-nya sebesar 10pA (Max), dan *rollover* kesalahan kurang dari satu *count*. Masukan *differential* dan referensinya bermanfaat untuk semua sistem, memberikan keuntungan yang luar biasa ketika mengukur sensor, mengukur tegangan dan jembatan *transducers* jenis lainnya [23].

2.3 Teknik analisa data.

a. Rata-rata

Rata-rata adalah nilai atau hasil pembagian dari jumlah data yang diambil atau diukur dengan banyaknya pengambilan data atau banyaknya pengukuran.

$$\text{Rata - Rata } (\bar{X}) = \frac{\sum X_i}{n}$$

.....[2-1]

Dimana : \bar{X} = rata-rata

$\sum X_i$ = Jumlah nilai data

n = Banyak data (1,2,3,...,n)

b. Simpangan

Simpangan adalah selisih dari rata-rata nilai yang dikehendaki dengan nilai yang diukur. Berikut rumus dari simpangan :

$$\text{Simpangan} = Y - \bar{X}$$

.....[2-2]

Dimana : Y = tekanan *setting*

\bar{X} = rata-rata

c. *Error* (%)

Error (kesalahan) adalah selisih antara *mean* terhadap masing-masing data. Rumus *error* adalah:

$$\text{Error \%} = \left(\frac{\text{DataSetting} - \text{Rerata}}{\text{Datasetting}} \right) \times 100\% \dots\dots\dots [2-3]$$