PERANCANGAN ALAT UKUR TEKANAN PRESSURE TRANSMITTER TIPE PIEZOELECTRIC

OLEH :

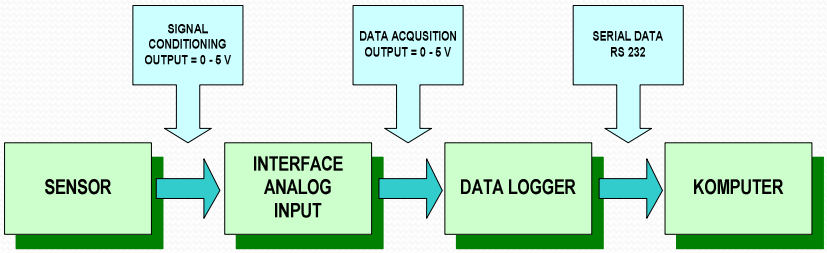
TATTO BUSTOMI

Pressure Transmitter adalah sensor tekanan yang dilengkapi rangkaian ***signal conditioning***, sehingga sinyal dari sensor tekanan dapat ditransmisikan ke komputer. .

Ada beberapa teknologi sensor tekanan, antara lain :

- Potensiometric Pressure Sensor
- Inductive Pressure Sensor
- Capasitive Pressure Sensor
- Piezoelectric Pressure Sensor
- Strain Gauge Pressure Sensor
- Piezoresistive Pressure Sensor

Secara umum prinsip kerja sistem pengukuran tekanan pada *pressure transmitter* dapat di gambarkan seperti pada gambar di bawah ini :



SENSOR

Sensor adalah suatu alat yang mengubah suatu bentuk energi ke bentuk yang lainnya untuk dapat diproses dan dianalisa.

Pada umumnya suatu sensor dilengkapi oleh suatu rangkaian yang disebut rangkaian *signal conditioning*, yang kemudian disebut dengan istilah *sensor transmitter*.

Keluaran dari *sensor transmitter* ini adalah sinyal listrik DC, yang dapat berupa tegangan atau arus listrik, untuk kemudian ditransmisikan melalui penghantar listrik dengan jangkauan jarak sesuai dengan kualitas penghantar tersebut dan kuantitas sinyal yang ditransmisikan.

Ketelitian suatu sensor ditentukan oleh beberapa hal, antara lain bahan dasar pembuatan sensor, rangkaian amplifier, rangkaian *signal conditioning* dan *packing* dari sensor tersebut.

Bahan	Konst. Piezoelectrik (x 10^{12} m/V)
Quartz	2,3
Barium titanate	100 - 149
Lead niobate	80 - 85
Lead zirconate titanate	250 - 365

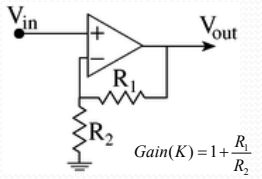
Signal Conditioning

Rangkaian *signal conditioning* adalah suatu rangkaian pengkondisian sinyal yang dapat merubah suatu sinyal menjadi sinyal lain dikehendaki.

Pada rangkaian signal conditioning ini juga dilengkapi dengan rangkaian penguat (amplifier), sehingga dapat mengubah sinyal yang berasal dari *sensor piezoelectric* (~ 10 mV) menjadi sinyal dalam orde sampai 0~5 V.

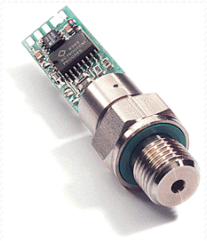
Jenis² amplifier :

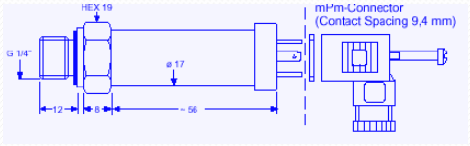
- Inverting Amplifier
- Non-Inverting Amplifier
- Summing Amplifier
- Differential Amplifier



Cashing (house)

Pressure Transmitter dipacking dan dikemas di dalam satu kapsul yang terbuat dari stainless steel.





4 - Wire
1. +Vcc - Red
2. GND - Black
3. +Out - Green
4. Arde - Silver

Sedangkan konektornya adalah konektor *hirschmann* dengan 4 pin. *Housing* dari *Pressure Transmitter* ini harus tertutup rapat agar didapatkan hasil stabil, linear dan nilai histeresis dapat diabaikan serta tahan tekanan dan goncangan.

INTERFACE ANALOG INPUT

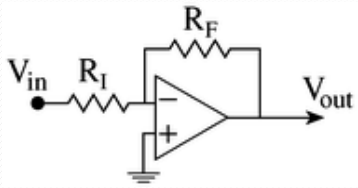
Sinyal output dari Sensor Transmitter masuk ke dalam rangkaian Interface Analog Input yang didalamnya terdapat rangkaian filter, rangkaian amplifier dan rangkaian konverter Analog to Digital (ADC) .

Rangkaian Interface Analog Input ini berfungsi mengubah sinyal listrik analog dari sensor transmitter menjadi sinyal digital.

Rangkaian Voltage to Voltage

Rangkaian ini adalah rangkaian untuk mengkondisikan sinyal dalam suatu nilai tegangan tertentu.

Rangkaian penguat ini dikenal juga dengan sebutan rangkaian *Operasional Amplifier (Op-Amp)*.



Gain = - R_F/R_I

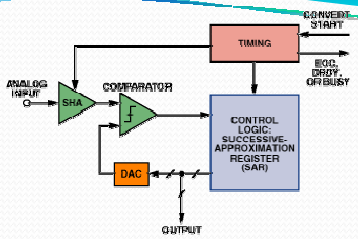
Konverter Analog to Digital

Konverter Analog to Digital adalah rangkaian yang merubah sinyal masukan analog menjadi sinyal keluaran digital. Rangkaian ADC pada penelitian ini menggunakan IC 0808.

Beberapa karakteristik penting ADC yaitu :

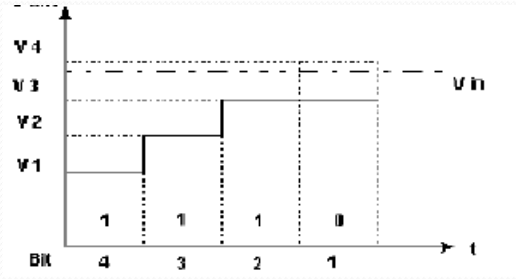
1. Waktu konversi
2. Resolusi
3. Ketidaklinieran
4. Akurasi

Jenis ADC pada perancangan ini menggunakan metode *Successive Approximation Register (SAR)* atau pendekatan bertingkat yang memiliki waktu konversi jauh lebih singkat dan tidak tergantung pada nilai masukan analognya atau sinyal yang akan diubah.



Secara umum prinsip kerja ADC adalah, saat keaadaan logika WR atau RD dalam kondisi low (0 volt), ADC ini dalam keadaan reset. Jika salah satu dari keadaan logika tersebut dalam kondisi high maka ADC mulai bekerja. SAR mengeluarkan 8 bit yang kemudian diubah menjadi tegangan analog oleh DAC. Tegangan ini dibandingkan dengan tegangan masukan analog, jika keluaran DAC lebih kecil dari tegangan masukan analog (V_{out} DAC < V_{in} , bit set = 1) maka SAR terus bekerja sampai pada kondisi dimana tegangan keluaran DAC lebih besar dari tegangan masukan analog (V_{out} DAC > V_{in} , bit set = 0).

Pada saat itu keluaran komparator akan menghentikan SAR. Data pada keluaran SAR adalah data digital hasil konversi tegangan analog. Setelah selesai konversi, ADC akan memberi tanda dengan mengaktifkan INTR. Keluaran SAR disimpan sementara oleh *latch* sehingga dapat langsung berhubungan dengan bus (jalur) mikrokontroler.

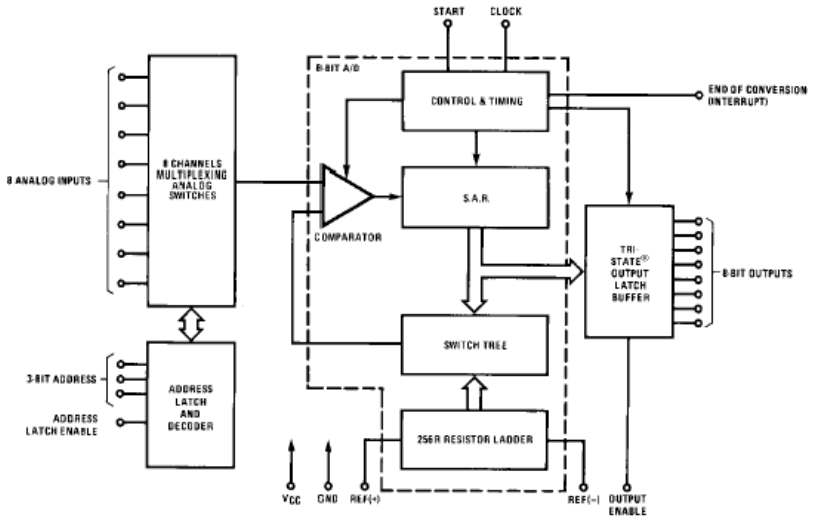


Spesifikasi ADC

ADC yang digunakan adalah ADC 8 bit 8 chanel tipe 0808, dengan waktu konversi 100 mikrosecond untuk clock 640 kHz. Pemilihan tipe ADC ini selain mudah didapat dipasaran juga karena faktor kesalahan kecil, sehingga cukup akurat untuk dipakai sebagai konverter analog to digital.

Spesifikasi teknis :

1. Resolusion = 8 bit
2. Total error = ± ½ LSB
3. Supply = 5 Vdc
4. Power consumtion = 15 mW
5. Conversion time = 100 µs
6. Clock frekuensi = 640 kHz
7. Input range = 0 volt ~ Vcc



Sampling sinyal analog :
Saat pengambilan sampling sinyal analog ini sering terjadi kesalahan pengambilan sampling sinyal sehingga akan mengakibatkan kesalahan waktu mengkonversi sinyal analog tsb, ke dalam sinyal digital. Untuk itu perlu rangkaian filter yang menyaring sinyal pengganggu (noise).

Sample and hold
Waktu ambil dan tahan sinyal sampling tidak konstan.
Saat sinyal masuk analog off, masih ada sinyal yang tertahan.
Saat pelepasan tegangan hold yang cukup lambat, menghambat waktu pengambilan sampling. Untuk itu perlu sampling rate yang cukup tinggi dari ADC dan periode Sample and hold yang cukup singkat (cepat).

DATA LOGGER

Data Logger adalah rangkaian yang menampung, menyimpan dan memproses sinyal dari rangkaian ADC untuk dapat ditampilkan atau disimpan di komputer.

Didalam rangkaian *Data Logger* ada mikroprosessor yang akan membaca dan mengolah sinyal masukan yang masuk sehingga akan lebih mudah menganalisa sinyal tersebut.

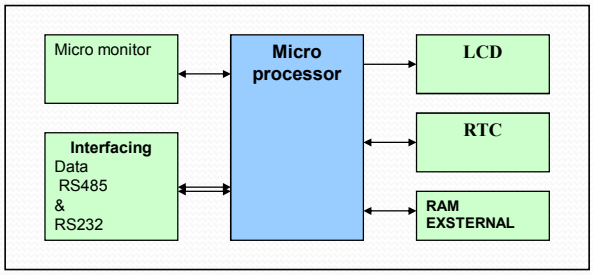
Data di dalam Data Logger tidak akan hilang bila power supply mati, karena data logger tersebut mempunyai RAM internal, sehingga datanya tetap tersimpan dan dapat diambil kembali oleh komputer.

Data logger berfungsi mengumpulkan, membaca dan menyimpan data dari rangkaian Interface Analog Input secara *realtime (online)*. Data-data tersebut, diproses untuk kemudian dikirimkan ke PC melalui kabel RS-232. Data Logger ini mempunyai RAM eksternal ,sehingga dapat menyimpan data yang masuk dan tidak akan hilang meskipun power supply mati.

Komunikasi data antara *Interface Analog Input* dengan *Data logger* adalah komunikasi serial dengan kabel RS-485. Sedangkan komunikasi data antara Data Logger dan komputer (PC) adalah komunikasi serial dengan kabel RS-232.

Pada data logger ini dilengkapi display LCD untuk menampilkan angka hasil pengukuran (4½) digit, untuk menguji apakah tampilan hasil pengukuran di komputer sama dengan yang di data logger.

Blok Diagram Data Logger



Spesifikasi Teknis :

- Mikroprosessor ATMEL 8031
  Programmable Setting & konfiguration logger
  RTC (Internal Battery)
  RAM (static memory) 32 Kbyte
  LCD display 2 x 16 karakter
  Baud rate : 9600 Bps
  Komunikasi data RS-232 to RS-485

SISTEM INTEGRASI

Sistem integrasi adalah suatu sistem yang menggabungkan beberapa sistem menjadi satu kesatuan fungsi yang akan menghasilkan nilai tambah yang lebih. Dalam hal ini ada beberapa sistem yaitu : sistem sensor, sistem analog to digital, sistem data logger dan sistem software. Semua sistem tersebut harus diintegrasikan secara benar dan tepat sehingga akan dihasilkan suatu sistem integrasi yang digunakan untuk mengukur karakteristik pressure transmitter dan sistem monitoring.

Hardware

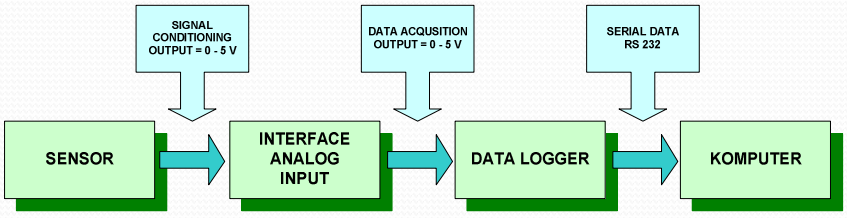


Diagram Instalasi Hardware

Software

Software Sistem Monitoring Karakteristik Pressure Transmitter ini adalah software yang diinstal di komputer sehingga komputer dapat membaca dan menyimpan data yang ada di Data Logger. Proses pembacaan dilakukan secara realtime atau memanggil data yang ada didalam memory Data Logger

Dengan adanya software ini data yang diterima dari Data Logger dapat disimpan di Hardisk, sehingga data yang disimpan jumlahnya jauh lebih banyak, serta data tsb, dapat ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik agar lebih mudah dianalisa.

ANALISA RESPON SISTEM

PRESSURE TRANSMITTER

Karakteristik Dinamik Pressure Transmitter

Karakteristik dinamik *pressure transmitter* dapat dinyatakan sebagai respon sistem pada saat transien pada masukan konstan dan pada saat diberikan masukan yang berubah terhadap waktu.

Pressure transmitter dengan sensor piezoelectric merupakan instrumen ukur dengan orde satu tipe satu yang dikarakteristik oleh sensitivitas (K) dan konstanta waktu (τ).

Untuk masukan konstan, respon instrumen pada saat transien perlu waktu untuk mencapai keadaan tunak (steady state).

Efek dinamik untuk instrumen ukur ini memberikan harga respon keluaran yang konstan, dimana harga respon (*eo*) sama dengan perkalian antara sensitivitas (*K*) dan masukan (*ei*).

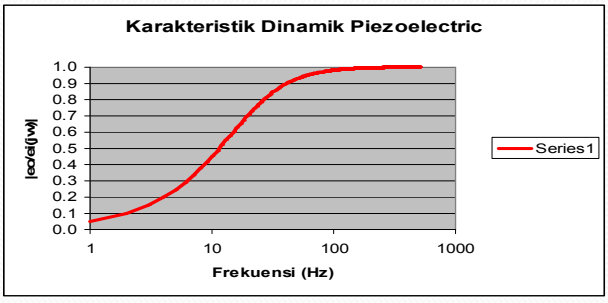
Parameter yang terkait pada sistem dinamis, antara lain :

- Waktu settling (setting time)
- Waktu mati (dead time)
- Konstanta waktu (time constant)
- Waktu naik (rise time

Frekuensi (Hz)	$\left\|\frac{e_o}{e_i}(j\omega)\right\|$
1	0.050202
2	0.100027
3	0.149111
4	0.197117
5	0.243747
6	0.288747
7	0.331912
8	0.373089
9	0.412174
10	0.449110

Frekuensi (Hz)	$\left\|\frac{e_o}{e_i}(j\omega)\right\|$
10	0.449110
20	0.708977
30	0.833402
40	0.895371
50	0.929152
60	0.949183
70	0.961906
80	0.970443
90	0.976429
100	0.980779

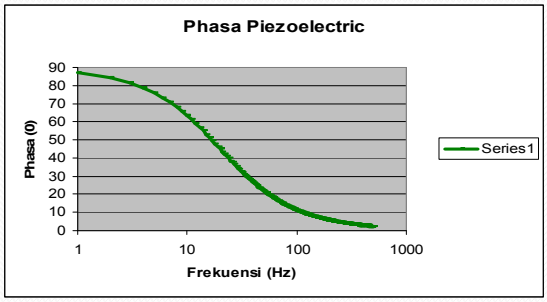
Frekuensi (Hz)	$\left\|\frac{e_o}{e_i}(j\omega)\right\|$
100	0.980779
200	0.995089
300	0.997808
400	0.998765
500	0.999209
600	0.999451
700	0.999596
800	0.999691
900	0.999756
1000	0.999802



Frekuensi (Hz)	Beda Phasa (θ)
1	87.1
2	84.3
3	81.4
4	78.6
5	75.9
6	73.2
7	70.6
8	68.1
9	65.7
10	63.3

Frekuensi (Hz)	Beda Phasa (θ)
10	63.3
20	44.8
30	33.6
40	26.4
50	21.7
60	18.3
70	15.9
80	14.0
90	12.5
100	11.3

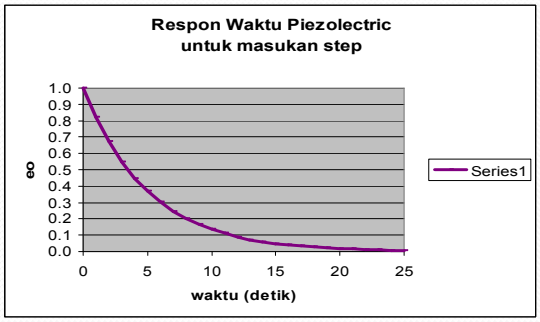
Frekuensi (Hz)	Beda Phasa (θ)
100	11.3
200	5.7
300	3.8
400	2.8
500	2.3
600	1.9
700	1.6
800	1.4
900	1.3
1000	1.1



Waktu (detik)	e_o
0	1.000
1	0.819
2	0.670
3	0.549
4	0.449
5	0.368
6	0.301
7	0.247
8	0.202

Waktu (detik)	e_o
9	0.165
10	0.135
11	0.111
12	0.091
13	0.074
14	0.061
15	0.050
16	0.041
17	0.033

Waktu (detik)	e_o
18	0.027
19	0.022
20	0.018
21	0.015
22	0.012
23	0.010
24	0.008
25	0.007
26	0.006



Terima kasih