

RANCANG BANGUN ALAT UKUR *LEVEL CAIRAN*
MENGGUNAKAN
SENSOR STRAIN GAUGE

Diajukan untuk memenuhi Tugas Akhir Diploma 3

Program D3 Instrumentasi Industri

Oleh :

Erna Wijayanti

2303220091



PROGRAM D3 INSTRUMENTASI ELEKTRONIKA DAN INDUSTRI
JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS INDONESIA
DEPOK
2007

LEMBAR PENGESAHAN

Nama : Erna Wijayanti
NPM : 2303220091
Judul : RANCANG BANGUN ALAT UKUR LEVEL CAIRAN
MENGUNAKAN SENSOR STRAIN GAUGE
Pembimbing : Drs. Arief Sudarmaji, MT

Laporan Tugas Akhir dengan judul “RANCANG BANGUN ALAT UKUR LEVEL CAIRAN MENGGUNAKAN SENSOR STRAIN GAUGE” telah diperiksa dan disetujui sebagai bahan Tugas Akhir Diploma Program D3 Instrumentasi Elektronika dan Industri, Departemen Fisika, FMIPA UI.

Pembimbing,

(Drs. Arief Sudarmadji, MT)

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur bagi *ALLAH SWT* yang telah memberikan hikmat dan rahmat – Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan lancar.

Tugas akhir yang berjudul “**RANCANG BANGUN ALAT UKUR LEVEL CAIRAN MENGGUNAKAN *SENSOR STRAIN GAUGE***” ini diajukan untuk memenuhi persyaratan kelulusan di Program D3 Instrumentasi Elektronika dan Industri, Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.

Tugas akhir ini membahas serta mempelajari lebih lanjut tentang proses penghitungan tegangan dengan menggunakan sensor strain gage. Dalam penulisan ini akan diulas mengenai teori dasar rangkaian sensor, penguatan instrumentasi dan rangkaian operasional amplifier.

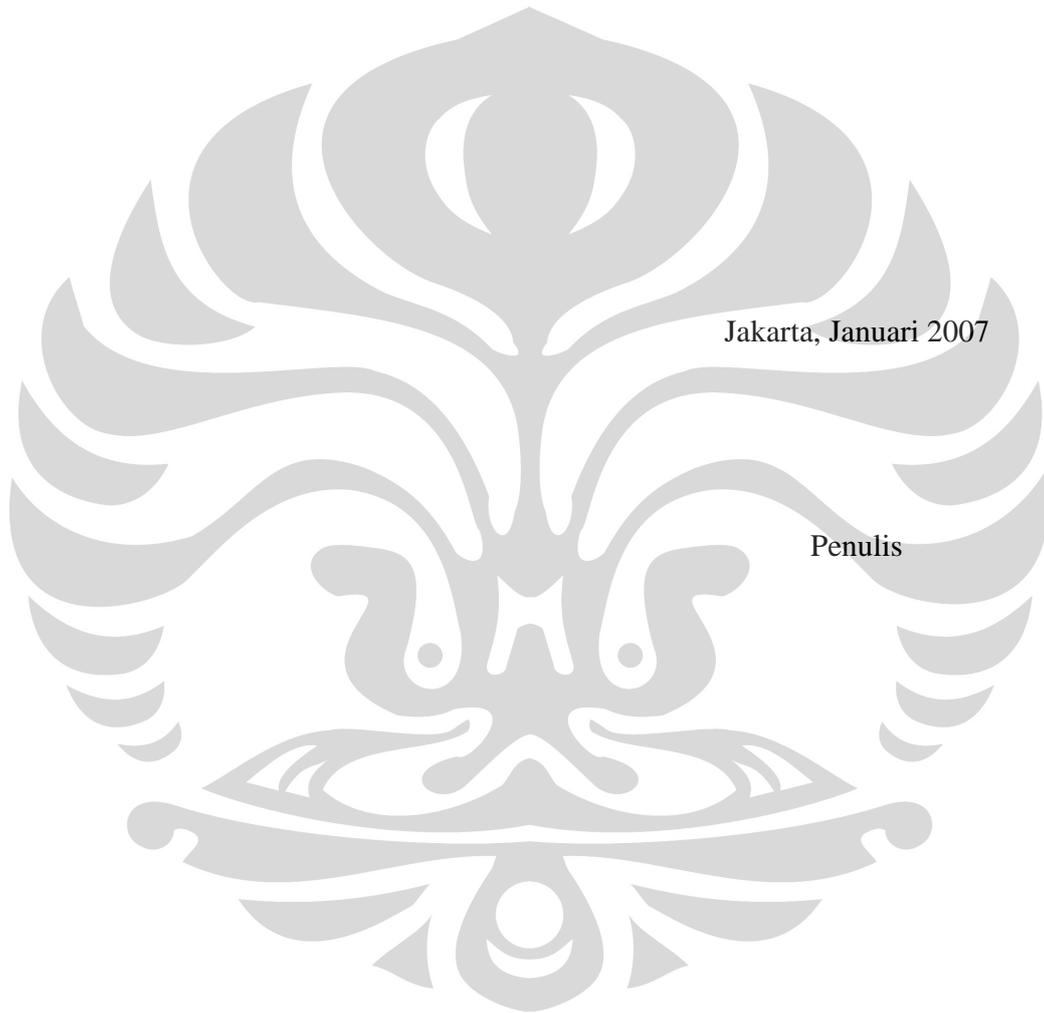
Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah memberikan dukungannya baik moral, material, maupun spiritual sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan lancar. Ucapan terima kasih tersebut penulis tujukan kepada :

1. *ALLAH SWT* yang telah memberikan hikmat dan rahmat sehingga penulis diberikan kekuatan untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Dr Prawito selaku Ketua Jurusan Program D3 Instrumentasi Elektronika dan Industri, Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.

3. Bapak Drs.Arief Sudarmaji, MT selaku sekretaris Program D3 Instrumentasi Elektronika dan Industri, Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.dan juga selaku Pembimbing yang senantiasa memberikan bantuan, dukungan, motivasi, bimbingan, dan pengarahan dengan sabar selama tugas akhir.
4. Bapak Surya Darma, M.Sc selaku Koordinator Tugas Akhir Program D3 Instrumentasi Elektronika dan Industri, Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.
5. Seluruh Staf D3 Instrumentasi Elektronika dan Industri, Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.
6. Keluarga khususnya ayah dan bunda yang selalu memberikan dukungan, semangat, kasih sayang yang tulus dan ikhlas.
7. Kepada wito”seseorang”ku yang sangat berarti didalam hati ini terimakasih untuk doa,dukungan serta bantuannya sampai selesainya penulisan ini.
8. Teman-teman seperjuangan khususnya teman-teman Rantau yang selalu setia memberikan dukungan, motivasi,dan keceriaan selama tugas akhir berlangsung, specially to tya + mario,jeperson langsing,erik,danang + andri + gede, andi,nicky trimakasih dukungan by phonenya.
9. Teman-teman Instrumentasi 2003 yang memberikan bantuannya secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa proyek tugas akhir ini jauh dari sempurna dan masih mempunyai banyak kekurangan. Akan tetapi penulis berharap tugas akhir ini dapat bermanfaat dan berguna bagi penulis khususnya dan para pembaca umumnya.

Atas segala bimbingan, kepedulian dalam tugas akhir dan pembuatan laporan tugas akhir ini, penulis mengucapkan terima kasih.



ABSTRAK

Dalam mempelajari sifat-sifat mekanik suatu bahan, proses karakterisasi bahan memegang peranan penting. Secara umum, setiap sampel yang akan diuji akan dilakukan proses mekanik dengan stress(tekan) atau tarik. Dari perubahan-perubahan besaran mekanik ini kemudian diukur dan dianalisa untuk mendapatkan besaran -besaran khusus dari bahan yang diuji. Dalam makalah ini pengembangan sistem alat pengujian dilakukan dengan menggunakan Sensor *strain gage*, yang terhubung langsung dengan penguatan instrumentasi. Hal ini akan memudahkan eksperimen dan analisis pengujian bahan. Proses mekanik dilakukan dengan menggunakan tabung cairan untuk melakukan proses tekan atau tarik pada level cairan dapat diatur dengan kecepatan tertentu dengan menggunakan valve 1/8 sehingga difokuskan pada pengambilan data dan pengolahannya.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN

ABSTRAK.....	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI.....	v
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Deskripsi Singkat.....	3
1.5 Metode Penelitian	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB 2 TEORI DASAR	7
2.1 Tekanan hidrostatik.....	7
2.2 Modulus Young.....	8
2.3 Tekanan.....	8
2.4 Strain gauge.....	9
2.5 Jembatan Wheatstone.....	11
BAB 3 PERANCANGAN DAN CARA KERJA SISTEM.....	13
3.1. Perancangan <i>Hardware</i>	13
3.2. Cara Kerja Sistem rangkaian	14
BAB 4 HASIL EKSPERIMEN DAN PEMBAHASAN	18
4.1 Penelitian Plant	18

4.2 Analisa Data.....	19
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	21
5.1 Kesimpulan	21
5.2. Saran	21

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dengan kemajuan teknologi dan perkembangan ilmu pengetahuan yang semakin pesat, maka tuntutan akan kebutuhan instrumen-instrumen atau peralatan dan perlengkapan yang lebih cepat, sederhana, akurat dan ekonomis semakin meningkat yang kemudian menghasilkan perkembangan baru dalam perencanaan dan pemakaian. Untuk menggunakan suatu instrumen-instrumen ini secara cermat, maka hendaklah mempunyai pengetahuan dan pemahaman yang mendalam tentang instrument yang akan digunakan, mengenai komponen-komponen yang menyusunnya, prinsip dasar kerja dari instrumen tersebut dan mampu memperkirakan apakah instrument tersebut sesuai dengan pemakaian yang direncanakan.

Hal ini dimaksudkan agar penggunaannya dan hasil yang ingin dicapai tepat dan teliti. Dan salah satunya yang paling sering kita gunakan adalah Tekanan air dimana pada saat memakainya kita tak pernah terpikir untuk mengetahui bagaimana tekanan air tersebut dapat terukur, dan dengan alat apa tekanan air itu dapat terukur, untuk itu melalui tugas akhir ini saya akan menjelaskan kenapa pengukuran tekanan air tersebut diperlukan? Yang diakibatkan oleh tekanan udara yang berlebih yang diberikan, karena kita belum dapat memastikan secara digital berapa besar tekanan udara tersebut. Adapun alat ukur yang digunakan agar kita dapat mengetahui berapa besar tekanan air yang terdapat dalam sebuah tabung, yaitu *Strain Gage*.

Dalam hal ini saya membahas tentang sistem Pengukuran Tekanan Air dengan Menggunakan sensor *Strain Gage*. Saya menggunakan Strain Gage adalah dimaksudkan

karena strain gage sudah berbasis listrik berbeda dengan *Strain Gage* ini bekerja berdasarkan besar tekanan yang diterimanya.

1.2 Tujuan Penelitian

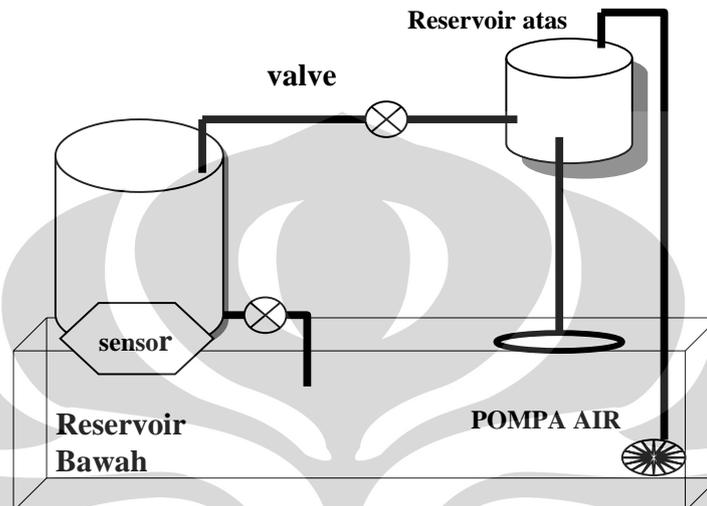
Mengetahui aplikasi dari prinsip dan cara kerja strain gage sehingga menghasilkan RANCANG BANGUN ALAT UKUR *LEVEL CAIRAN* MENGGUNAKAN *SENSOR STRAIN GAUGE*.

1.3 Batasan Masalah

Dalam hal ini penulis lebih sedikit banyak menitik beratkan pada batasan masalah ini pada, pembuatan mekanik pengukuran tekanan air dimana pembuatan ini merupakan proses awal dalam melakukan penelitian, selanjutnya penulis mencoba membuat rangkaian pengkondisi signal yang bertujuan memberikan signal *input* pada apa yang akan diukur, tetapi rangkaian pengkondisi signal tersebut tidak akan mampu bekerja jika didalamnya tidak terdapat sumber tegangan masuk, sehingga penulis memasukkan juga pembuatan *power supply* sebagai salah satu batasan masalah dalam penelitian kali ini. *Power supply* yang penulis buat disini bertujuan memberikan tegangan input pada rangkaian pengkondisian signal agar rangkaian tersebut dapat berjalan sesuai dengan prosedur yang ada. Dan kenapa penulis hanya membuat tiga pokok batasan masalah saja? Karena dari semua proses penelitian berjalan hanya tiga proses tersebutlah yang harus penulis perhatikan guna menyelesaikan penelitian tersebut tanpa ada kesalahan yang berarti, sehingga dapat mempengaruhi kinerja dari rancang bangun yang penulis lakukan.

1.4 Deskripsi Singkat

LEVEL CAIRAN DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR STRAIN GAGE



Gambar 1 Plant Level Cairan

Strain gauge adalah sebuah piranti yang keluarannya bergantung pada strain yakni hambatannya akan berubah pada saat dibangkitkan strain pada semikonduktor strain gauge ini didasarkan atas efek piezoresistive. Dalam material tertentu seperti Ge atau Si pengukuran perubahan hambatan ini terhadap strain gauge disebut factor gauge (GF).

Idealnya strain gauge itu hanya mengukur perubahan hambatan akibat adanya strain. Namun demikian resistivitas dan sensitivitas strain bergantung pada temperature. Dengan menggunakan rumus hambatan suatu konduktor listrik dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

R = Resistansi (Ω)

A = Luas Penampang Konduktor (m^2)

L = Panjang Konduktor (m)

P = Hambatan Jenis Bahan Konduktor ($\Omega.m$)

Dengan mendeteksi tahanan linier sehingga mengkonversikan dengan(displacement) mekanik menjadi besaran tegangan. Hal ini terjadi dengan perubahan L pada dasarnya elemen tahanan dapat dibelokkan.

Untuk lebih jelasnya lihat gambar mekanik rangkain rancang bangun sensor level cairan menggunakan perubahan strain gauge yang akan coba penulis buat di bawah ini. Rangkaian ini menggunakan sensor strain gauge sebagai pengendarinya yang disimpan dibawah permukaan tabung agar dapat mendeteksi ketinggian level cairan yang akan diukur.

1.5 Metode Penelitian

Metode yang dilakukan untuk membantu dalam pelaksanaan dan penganalisaan alat ini. :

1. Studi Literatur

Langkah awal ini dilakukan untuk memulai penganalisaan, dibangun dengan menggunakan teori dari berbagai sumber pengetahuan untuk mengetahui bentuk dari alat ini.

2. Penelusuran Literatur

Analisis ini dilakukan untuk mengetahui cara kerja alat tersebut agar dapat digunakan sesuai dengan kebutuhan. Prinsip dasar dari alat ini didapat dari berbagai teori agar mendapatkan informasi yang selengkap-lengkapya.

3. Analisa

Pada proses terakhir penganalisisan dari kegiatan penelitian yang telah dilakukan. Sesuai dengan tujuan penelitian ini untuk memahami cara kerja dari Strain Gage dan aplikasinya yang tidak hanya diperoleh dari penelitian semata, selain itu didukung dengan diperolehnya informasi baik dari pembimbing, pembacaan literatur, percobaan, pengambilan data dan semua pihak yang mengerti akan permasalahan penganalisaan ini.

I.6 SISTEMATIKA PENULISAN

Dalam pembuatan alat ini, penulis menguraikan sistematika penjelasan menjadi 5 pokok pembahasan yang disusun dalam 5 bab adalah sebagai berikut:

Bab 1 : Pendahuluan

Menjelaskan secara umum latar belakang, tujuan, pembatasan masalah, deskripsi singkat, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

Bab 2 : Teori Dasar

Menjelaskan tentang teori-teori dasar dalam pembuatan rancang bangun ini

Bab 3 : Perancangan dan Cara Kerja Sistem

Pada bab ini akan dibahas mengenai perancangan sistem beserta cara kerja dari *hardware* yang digunakan penulis dalam penyusunan alat.

Bab 4 : Hasil dan Analisa

Menjelaskan tentang pengujian sistem beserta analisa dari hasil pengujian system secara keseluruhan.

Bab 5 : Kesimpulan dan Saran

Berisi kesimpulan dari penelitian yang dilakukan serta saran-saran yang dapat membangun untuk penelitian berikutnya.

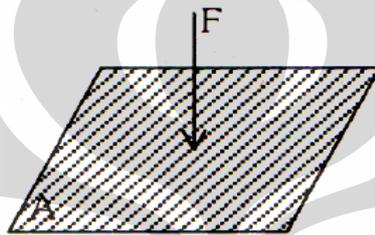


BAB 2

TEORI DASAR

2.1 Tekanan

Tekanan (p) adalah besarnya gaya (F) yang bekerja tegak lurus pada suatu permukaan tiap satuan luas (A) permukaan tersebut.

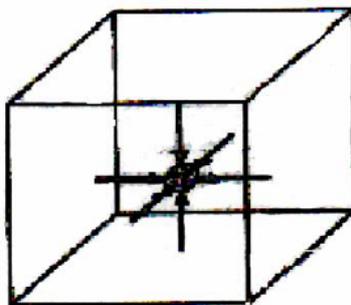


Gambar 2.1 Konsep Tekanan

Sehingga secara garis besarnya menjadi persamaan :

$$P = \frac{F}{A} \quad (1)$$

Dalam perumusan diatas, simbol F hanya menyatakan besarnya gaya, arah gaya yang diakibatkan oleh tekanan fluida haruslah tegak lurus bidang yang dikenainya.



Gambar 2.1a Tekanan sama untuk semua arah

Fluida dalam sebuah kubus kecil yang sangat kecil sehingga kita dapat mengabaikan gaya gravitasi yang bekerja padanya. Tekanan pada salah satu sisi harus sama dengan tekanan pada sisi yang berlawanan. Jika hal ini tidak benar, gaya netto yang bekerja pada kubus ini tidak akan sama dengan nol, dan kubus ini akan bergerak hingga tekanan yang bekerja menjadi sama. Jika fluida tidak mengalir, maka tekanan harus sama.

Salah satu contoh tekanan fluida yang dialami permukaan bumi adalah tekanan oleh udara diatas permukaan bumi. Diatas permukaan laut, besarnya tekanan udara ini adalah sebesar $1,013 \times 10^5$ pa, dan tekanan ini disebut sebagai 1 atmosfer (atm).

2.2 Tekanan Hidrostatik

Umumnya, tekanan atmosfer hampir sama dengan tekanan hidrostatik yang disebabkan oleh berat udara di atas titik pengukuran. Massa udara dipengaruhi tekanan atmosfer umum di dalam massa tersebut, yang menciptakan daerah dengan tekanan tinggi (antisiklon) dan tekanan rendah (depresi). Daerah bertekanan rendah memiliki massa atmosfer yang lebih sedikit di atas lokasinya, di mana sebaliknya, daerah bertekanan tinggi memiliki massa atmosfer lebih besar di atas lokasinya.

Meningkatnya ketinggian menyebabkan berkurangnya jumlah molekul udara secara eksponensial. Karenanya, tekanan atmosfer menurun seiring meningkatnya ketinggian dengan laju yang menurun pula. Berikut adalah rumus hampiran untuk tekanan atmosfer:

$$\log_{10} P \approx 5 - \frac{h}{15500}$$

di mana P adalah tekanan dalam pascal dan h adalah ketinggian dalam meter. Persamaan ini menunjukkan bahwa tekanan pada ketinggian 31 km adalah sekitar $10^{(5-2)}$ Pa = 1000 Pa, atau 1% dari tekanan pada permukaan laut. Secara kasar, untuk beberapa kilometer di atas permukaan laut, tekanan berkurang 100 hPa per kilometer.

2.3 Strain Gauge

Ketika gaya eksternal diaplikasikan ke objek tak bergerak, maka stress (tekanan) dan strain (ketegangan) adalah hasilnya. Stress didefinisikan sebagai Resisting forces (gaya tahanan) dan strain didefinisikan sebagai banyaknya perpindahan dan perubahan panjang yang terjadi per unit pada objek ketika menggunakan beban. Strain dihitung dengan membagi perubahan dari total panjang sebenarnya dengan panjang sebenarnya.

$$\text{Strain } (\epsilon) = (\Delta L)/L$$

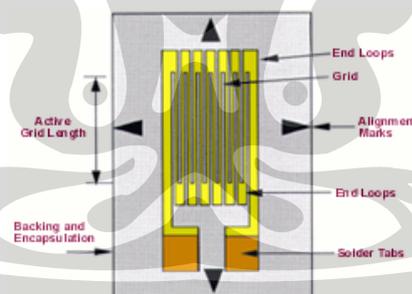
Sensor adalah alat ukur yang mengubah gaya, tekanan, *tension*, dll menjadi sinyal listrik. Strain gauge adalah peralatan yang digunakan untuk mengukur ketegangan suatu objek. Strain gauge sensitive terhadap perubahan panjang. Strain gauge paling banyak digunakan pada peralatan pengukuran pada pengukuran elektrik dari quantity mekanik. Strain gauge merupakan sensor elastic resistive dimana resistansinya adalah fungsi dari strain yang digunakan (unit deformasi).

Nilai untuk strain gauge lebih kecil dari 0,005 inch/inch dan sering dituliskan pada unit micro-strain:

$$\text{Micro-strain} = \text{strain} \times 10^6$$

Pada dasarnya semua strain gauge didesain untuk mengubah gerak menjadi sebuah sinyal listrik. Perubahan pada kapasitansi, induktansi, atau resistansi adalah proporsional untuk strain dengan sensor.

Mayoritas strain gauge adalah tipe foil (timah), tersedia bermacam-macam pilihan bentuk dan ukuran untuk variasi setelan dari aplikasinya. Strain gauge terdiri dari pola resistif foil dimana puncaknya (atasnya) pada backing material. Strain beroperasi pada prinsip bahwa foil adalah subjek untuk tekanan, resistansi dari foil berubah pada jarak yang diberikan.



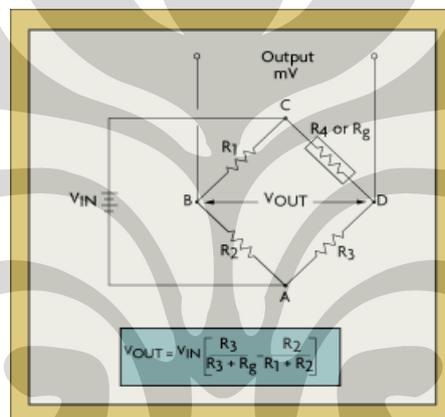
Gambar 2.4 Strain gauge

2.5 Jembatan Wheatstone

Digunakan untuk mengukur nilai suatu hambatan dengan cara *mengusahakan arus yang mengalir pada galvanometer = nol* (karena potensial di ujung-ujung galvanometer sama besar). Jadi berlaku rumus perkalian silang hambatan :

$$R_1 R_3 = R_2 R_x$$

Strain gauge dihubungkan dengan rangkaian jembatan Wheatstone dengan kombinasi dari 4 gauge aktif (full bridge), 2 gauge (half bridge), atau less commonly, single gauge (quarter bridge). Pada half dan quarter circuit, jembatan dilengkapi dengan resistor presisi.

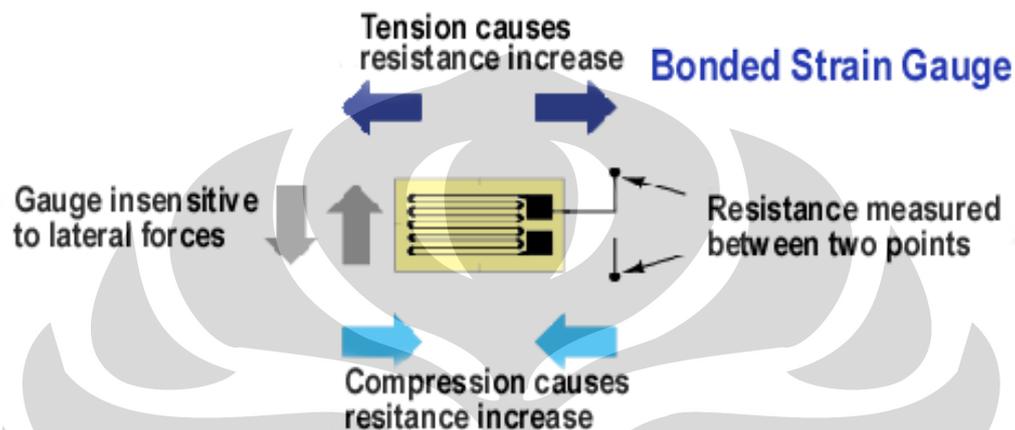


Gambar 2.5 Rangkaian jembatan wheatstone

Dari gambar 2, jika R_1 , R_2 , R_3 , dan R_4 nilainya sama, dan sebuah tegangan V_{in} diberikan antara point A dan C, kemudian output antara point B dan D akan terlihat tidak ada beda potensial. Bagaimanapun, jika R_4 diubah untuk nilai tertentu dimana nilainya tidak sama dengan R_1 , R_2 , dan R_3 , jembatan akan menjadi tidak seimbang dan tegangan akan ada pada terminal output. Juga pada konfigurasi G-bridge, variabel sensor strain memiliki resistansi R_g , seraya lengan yang lain menentukan nilai resistor. Nilai ini pada sinyal output dihubungkan dengan nilai stress (tekanan). Sebagai nilai sinyal yang kecil (dalam milivolt) sinyal kondisional elektronik memberikan penguatan untuk menambah

level sinyal 5 sampai 10 volt, sebuah sinyal yang sesuai untuk aplikasi pada data eksternal seperti recorder atau PC Akusisi Data dan Sistem Analisis.

Banyak strain gauge lebih kecil dari perangkat, dan mereka terlihat seperti gambar berikut:



Gambar 2.5a Bentuk fisik Strain gauge

Konduktor strain gauge sangat tipis : jika dibuat wire berkeliling diameternya sekitar 1/1000 inch. Alternatifnya strain gauge mungkin berupa kepingan tipis dari logam film disimpan pada substansi material non konduktif yang disebut carrier.

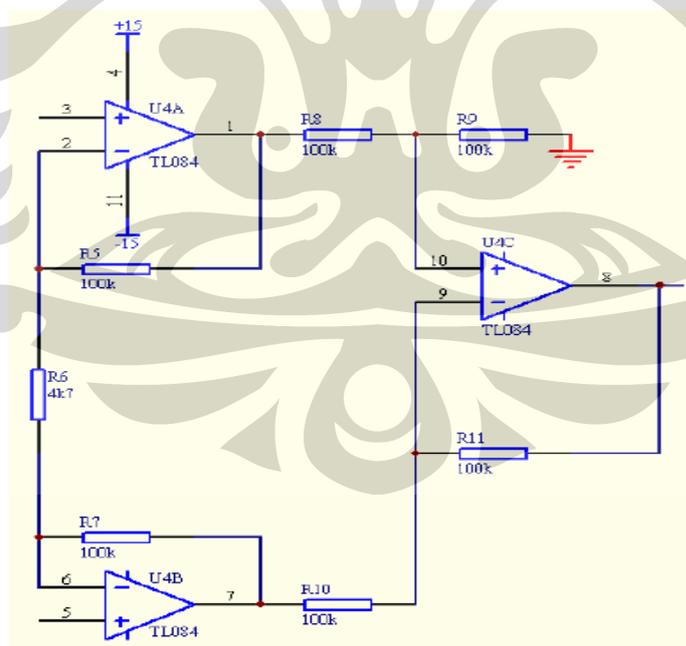
BAB 3

PERANCANGAN DAN CARA KERJA SISTEM

Pada bab ini akan dibahas mengenai perancangan sistem beserta cara kerja dari masing-masing *hardware* yang digunakan dalam penyusunan rancang bangun Sensor Tekanan menggunakan *Strain Gage*.

3.1. Perancangan *Hardware*

Rancangan sistem penelitian ini mempunyai plant sistem sebagai berikut :
Dalam rancang bangun sensor tekanan menggunakan Strain Gage ini , penulis membuat desain awal yang mana merupakan rancangan awal sebelum kita menjadikan sebuah *plant* untuk penelitian.



Gambar 3.1 Rangkaian Penguat Instrumentasi

3.2. Cara Kerja Sistem rangkaian

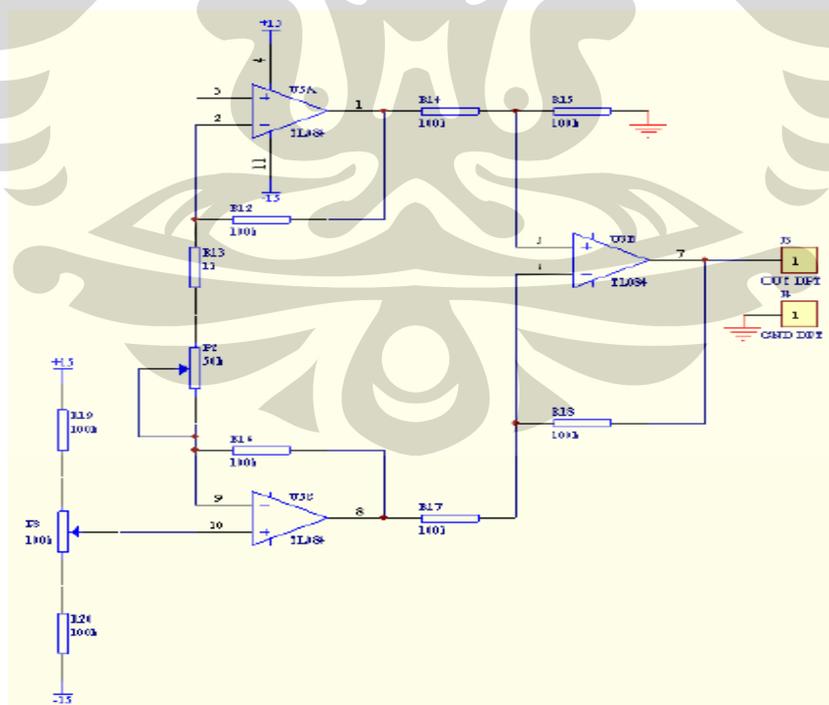
Bagian pertama dari rangkaian ini terdiri dari dua buah *input op-amp* yang berfungsi sebagai *preamplifier*. Tegangan *input* yang masuk berupa sinyal *common mode* bersiklus tegangan positif yang masuk ke masing-masing kaki *non-inverting* dari *op-amp*, maka sebagai hasilnya berupa tegangan yang sama dengan tegangan *input op-amp* tersebut. Oleh karena mempunyai tegangan yang sama sepanjang kaki-kaki *input* dan kaki-kaki *output preamplifier* yakni sepanjang R5, R6 dan R7. Sehingga pada masing-masing *input preamplifier* akan bertindak seperti *voltage follower*. Akibatnya penguatan pada *preamplifier* yaitu :

$$ACM = 1$$

Tidak seperti pada bagian kedua, dimana harga hambatan R8 – R11 harus mendekati sama untuk meminimalisasi penguatan *common mode*, pada bagian *preamp* harga toleransi resistor tidak berpengaruh pada penguatan *common mode*. karena sinyal 31 tegangan *input differensial* sebagai penggerak kaki-kaki *non-inverting op-amp* berharga sama atau berbeda fase, salah satu *op-amp* akan berharga positif dan yang lainnya berharga negatif. Dengan mempunyai fase tegangan yang sama dan yang berbeda fase sepanjang jalur R5, R7 dan R6 maka titik tegangan pada R6 akan berharga nol dengan mengacu pada tegangan referensi *ground*. Dengan kata lain, pada hambatan R6 merupakan *virtual ground* bagi sinyal *differensial*. Sebagai alasannya, setiap *input opamp* merupakan rangkaian *non-inverting amplifier* dengan bagian pertama mempunyai penguatan tegangan *differensial* sebesar *Output* dari rangkaian *instrumentation amplifier* akan dikuatkan kembali oleh :

$$A_v = \frac{R_5}{R_6} + 1 \dots\dots\dots (6)$$

rangkaian penguat instrumentasi beserta *differential amplifier* untuk menghasilkan perbedaan tegangan diantara *span* dan *zero* dari sensor. Pada dasarnya rangkaian dari penguatan instrumentasi yang kedua akan sama halnya dengan rangkaian penguatan instrumentasi yang pertama. Akan tetapi terdapat perbedaan dimana terdapat pengaturan besarnya referensi penguatan tegangan pada rangkaian balans-nya serta pada pengaturan pengesetan referensi nol dari rangkaian. Pengaturan-pengaturan tersebut berupa *span* dan *zero* rangkaian yang akan mempengaruhi besarnya penguatan referensi pada *output* sensor.



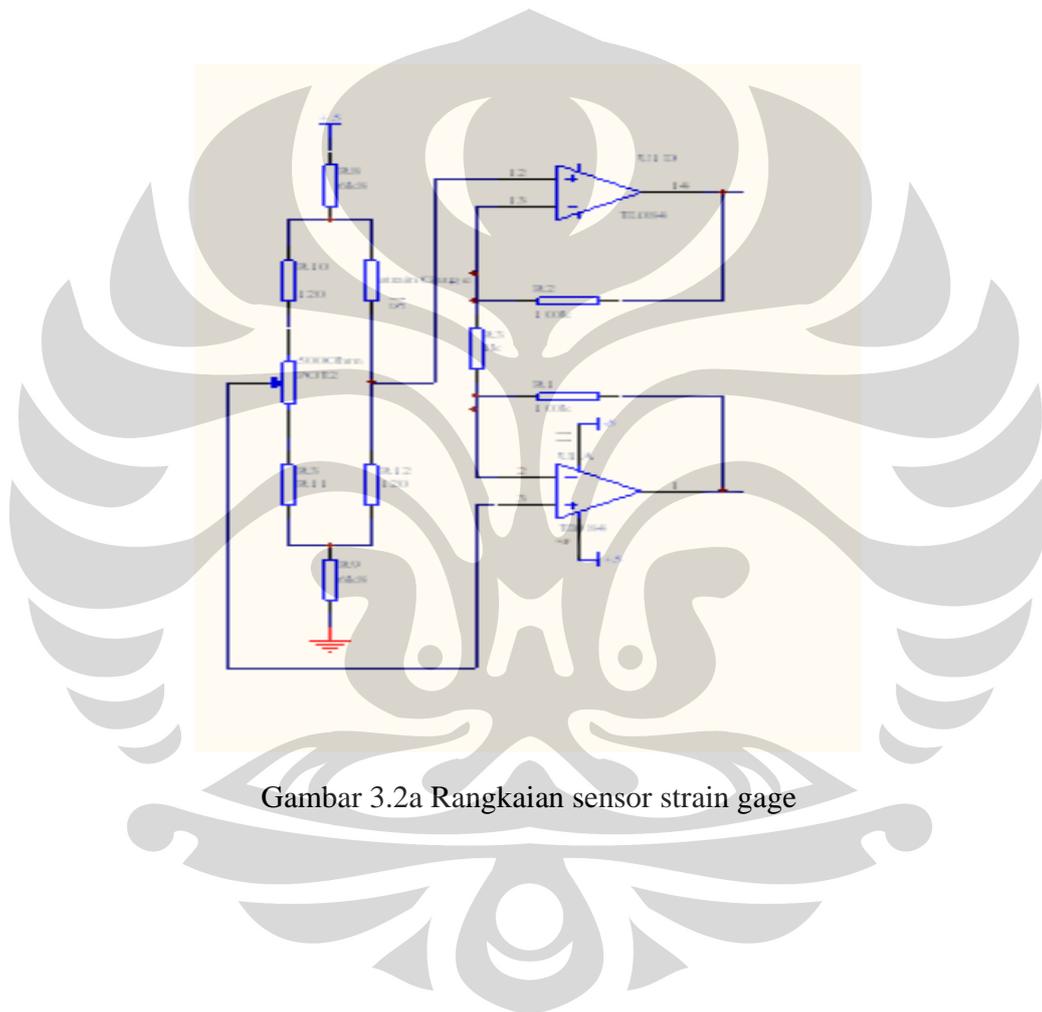
Gambar 3.2 Rangkaian Penguat Instrumentasi

Rangkaian ini terdiri dari sebuah penguat instrumentasi serta penguat *differential*. Letak perbedaan utama dengan rangkaian yang pertama yaitu adanya pengaturan tinggi rendahnya suatu penguatan tegangan hasil *output* dari rangkaian yang pertama. Pengaturan tersebut dinamakan pengaturan *span*. Salah satu perbedaannya yaitu pada pengaturan *zero*. Dimana, pada pengaturan *zero* ini dilakukan untuk membuat kondisi *output* rangkaian pengkondisian sinyal menjadi nol. Pengaturan *zero* ini dilakukan untuk proses pengkalibrasian dari sensor. Pengaturan *span* dan *zero* tersebut terletak pada rangkaian penguat instrumentasi. Sedangkan rangkaian penguat *differential* berguna untuk menguatkan kembali tegangan *differential*. Karena pada rangkaian ini mempunyai karakteristik tegangan *input* sinyal yang kecil sedangkan sinyal *input common mode* yang besar, akibatnya CMRR dari rangkaian menjadi parameter kritis perhitungan. Adapun penguatan tegangan pada rangkaian penguatan *differential* yaitu :

$$A_v = -\frac{R_{15}}{R_{14}} = -\frac{R_{18}}{R_{17}} \dots \dots \dots (7)$$

$$V_{out} = A_v \cdot V_{in} \dots \dots \dots (8)$$

Pada gambar 3.2a terlihat bahwa rangkaian sensor strain gage dihubungkan dengan rangkaian penguatan instrumentasi sehingga titik 1 kaki strain gage dihubungkan ke kaki 3 op-amp kaki 2 strain gage dihubungkan ke kaki 12 op-amp sehingga dikuatkan oleh penguatan dan dihasilkan dengan perubahan tegangan yang dihasilkan dan dapat terlihat di dalam *DMM*(*Digital MultiMeter*) dengan satuan milivolt.



Gambar 3.2a Rangkaian sensor strain gage

BAB 4

HASIL EKSPERIMEN DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan penelitian keseluruhan sistem, maka perlu dilakukan pengujian alat serta penganalisaan terhadap alat, apakah sistem sudah bekerja dengan baik atau tidak.

4.1 Penelitian Plant

Penelitian plant disini menggunakan sebuah *Strain Gage* dengan ditempelkan pada sebuah membran acrylic dan outputan yang dihasilkan berupa tegangan. Dari hasilnya dapat kita lihat apakah data yang diambil linier atau tidak. Adapun data yang dihasilkan dari sistem pengujian adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1 data percobaan

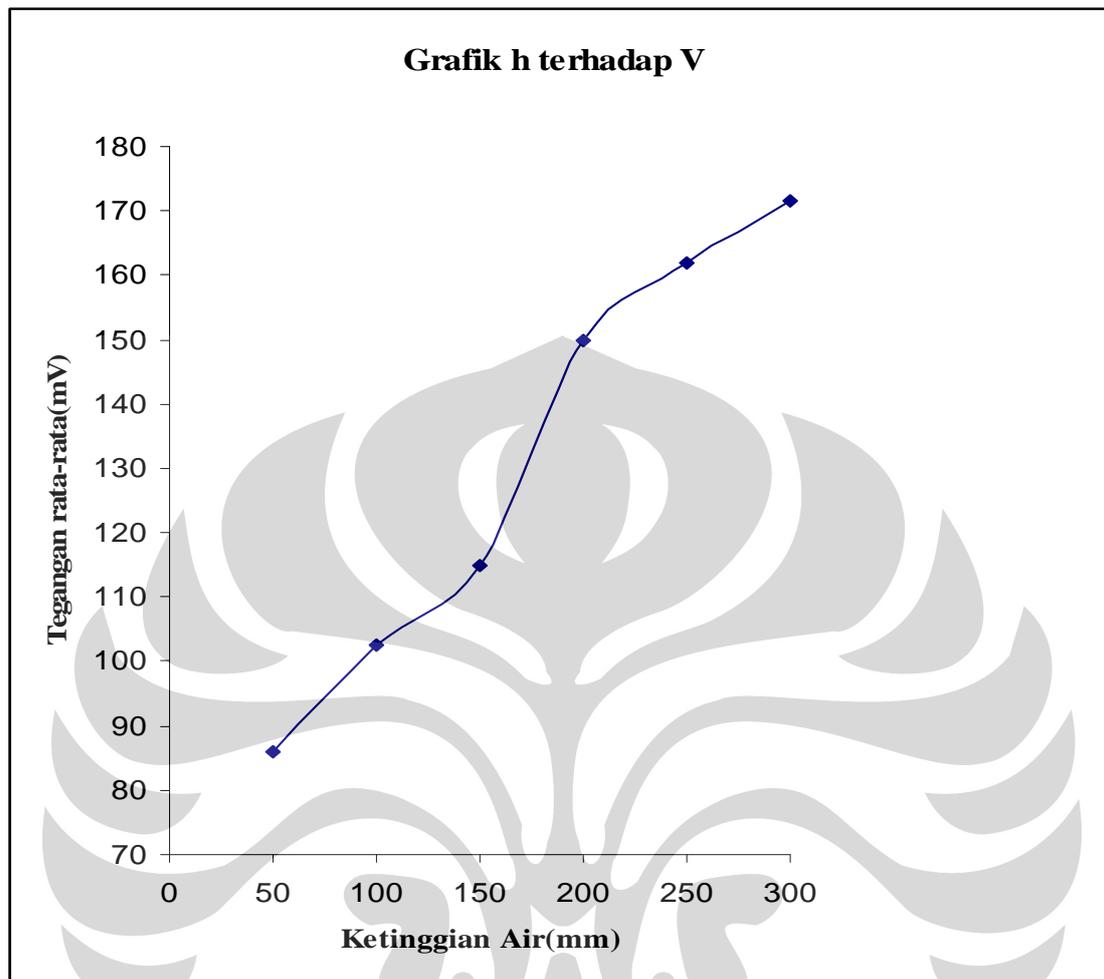
No.	h(mm)	V ₁ (mV)	V ₂ (mV)	V ₃ (mV)	V ₄ (mV)	V ₅ (mV)	V _{rata-rata} (mV)
1	50	87	90	83	85	85	86
2	100	103	107	97	101	105	102.6
3	150	116	119	111	111	117	114.8
4	200	153	148	149	149	150	149.8
5	250	163	160	161	161	164	161.8
6	300	171	172	170	172	173	171.6

Dari penelitian plant yang dilakukan dapat dilihat data yang didapatkan yaitu pada tabel yang diatas. sehingga data-data tersebut diolah untuk dibuat grafiknya, dapat dilihat diatas.

4.2 Analisa Data

Dari hasil diatas yang dilakukan dengan melakukan close – open pada valve 1 dan 2 dengan melalui tabung penyangga pengatur besar aliran air yang kita alirkan. Air yang di masukan ke dalam tabungpenyangga akan berbeda-beda, karena dipengaruhi oleh tabung penyangga itu sendiri. Semakin besar tekanan air yang masuk kedalam tabung penyangga, maka *output* yang dihasilkan semakin besar.

Pengambilan data dilakukan satu per satu terhadap tabung penyangga, dimana tabung penyangga tersebut kita isikan air terlebih dahulu, kemudian jika air dalam tabung tersebut sudah cukup terisi (dengan melihat nilai yang tertera pada voltmeter), maka kita membuka Valve 1, kemudian kita matikan pompa air tersebut, lalu udara yang mengalir kedalam tabung penyangga , maka valve 1 di tutup kemudian membuka valve 2 , begitu valve 2 dibuka maka air dalam tabung penyangga akan masuk seluruhnya kedalam tabung penyangga setelah itu, kita akan dapatkan nilai yang tertera pada DMM (*Digital MultiMeter*) dan besar tekanan pada strain Gage, dan begitu seterusnya hingga tekanan yang dihasilkan pada tabung penyangga menunjukan nilai sebesar pada voltmeter, maka yang terjadi selaput membran dimana tempat menempelnya Strain Gage mengalami ketidak seimbangan ,karena tekanan yang diberikan cukup tinggi. Karena dari data sheet yang penulis punya tidak disebutkan seberapa besar kemampuan Strain Gage dalam menerima tekanan, dan factor lain terjadinya ledakan selain karena tekanan tinggi yang diberikan juga karena selaput membrane yang tipis yang penulis gunakan.Data yang dihasilkan diatas merupakan data langsung yang penulis lakukan , dan grafik yang tertera juga merupakan grafik langsung dari data yang dihasilkan.



Gambar 4.2 grafik percobaan

Pada grafik hubungan antara ketinggian air terhadap tegangan output dapat dilihat adanya peningkatan tegangan output yang cukup tinggi pada saat kenaikan dari ketinggian 150mm sampai 300mm. Ketika ketinggian air 150mm, tegangan output sebesar 114.8mV dan pada ketinggian 300mm, tegangan output sebesar 171,6mV.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Sesudah menyelesaikan perancangan sistem serta pengujian terhadap sistem tersebut, maka penulis dapat mengambil suatu kesimpulan bahwa :

- Idealnya strain gauge itu hanya mengukur perubahan hambatan akibat adanya strain.
- Mengetahui metoda pengukuran tekanan air dalam tabung menggunakan *Valve 1/8*
- Bahwa semakin tinggi level cairan yang terdapat pada tabung maka semakin tinggi pula tegangan yang terdapat pada multimeter
- Sehingga didapat bahwa ketinggian air berbanding lurus dengan tegangan maka disebut linier
- Mengetahui pemakaian alat ukur tekanan dengan sensor *Strain Gage* yang dikombinasikan dengan menggunakan alat ukur analog.

5.2. Saran

Saya menyadari bahwa masih banyak kekurangan yang terdapat pada sistem yang telah dibuat. Oleh karena itu penulis menyarankan beberapa hal yang kiranya dapat lebih menyempurnakan sistem yang telah dibuat tersebut, yaitu :

- Desain sistem mekanikanya dibuat lebih baik lagi sehingga kerja sistem lebih akurat.

- Rangkaian yang lebih bagus lagi sehingga dapat terlihat sensitivitas dari rangkaian strain gage.



DAFTAR PUSTAKA

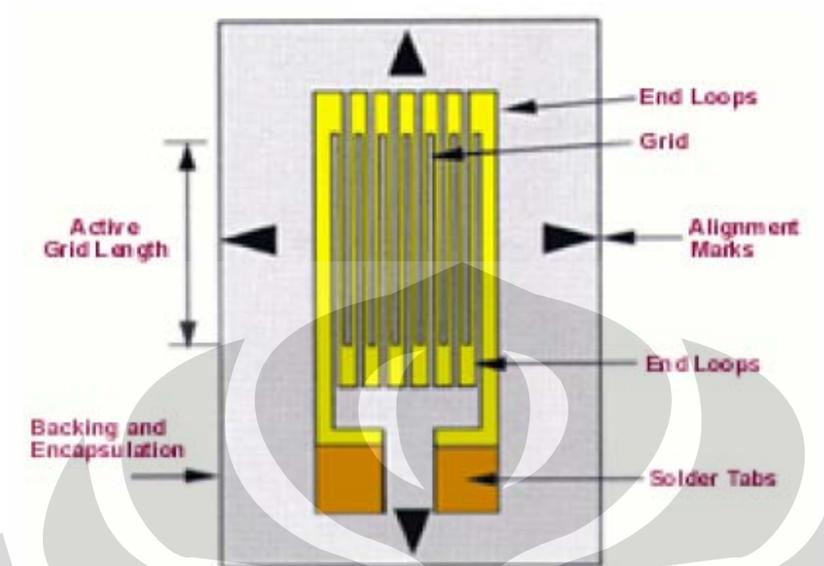
[www.google.com/ strain gage.co.id](http://www.google.com/strain_gage.co.id)

www.alldatasheet.com

Aston, Richard, 1990, *Principles of Biomedical Instrumentation and Measurement*,

Maxwell Macmillan Canada, Inc





Strain Gage : FLA-2-11

: Seri : A510411

r Resistaansi : 120 Ω