

TINJAUAN SINGKAT TENTANG TEKNOLOGI STRAIN GAGES

*Drs.A.Kamaludin,
Dosen Fisika Fakultas Teknik Universitas Nurtanio*

PENDAHULUAN

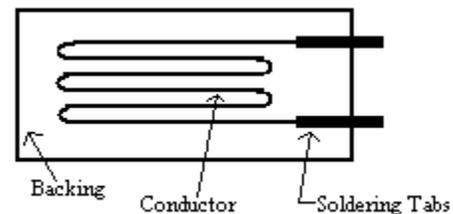
Dengan diketahuinya nilai-nilai strain/stress secara akurat pada komponen-komponen suatu benda kerja dibawah pengaruh kondisi beban kerjanya merupakan suatu kebutuhan penting dalam suatu perencanaan rekayasa. Lokalisasi stress, stress maximum, konsentrasi stress, teknik reduksi stress atau pemindahan stress. Dengan perencanaan yang tepat mempunyai banyak aplikasi dalam berbagai bidang rekayasa.

Strain gage (SG) hambatan listrik mulai diperkenalkan di Amerika sejak tahun 1939 oleh Ruge dan Simmon. Setelah itu, SG banyak digunakan dalam berbagai rekayasa, terutama dalam industry pesawat terbang. Teknologi pengukuran SG telah menyumbang banyak dalam teknik pembuatan pesawat terbang yang mempunyai tingkat keselamatan yang tinggi. Namun sekarang penggunaan teknologi dengan SG ini tidak terbatas pada industry pesawat terbang saja, tetapi teknik ukur dengan SG telah dipakai dalam “stress analysis” pada hamper semua cabang rekayasa. Strain Gage telah digunakan untuk mengukur berbagai obyek perencanaan pembuatan, misalnya “turbin blades”, “vehiele engines”, dan “ehassis”, serta kulit dan tulang manusia sampai kebatu-batuan.

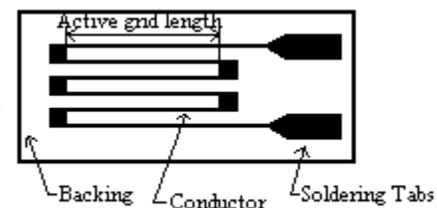
Setelah dilaksanakan “litbang” secara intensif selama 30 tahun strain gage dapat dikelompokkan kedalam 4 kelas utama, yaitu :

- Bonded wire gage
- Bonded foil gage
- Unbonded wire gage
- Semi-conductor gage

Bentuk Fisik SG.



Gbr. 1. *Typical wire strain gauge*



Gbr. 2. *Typical foil strain gauge*

- Gambar Gbr.1 adalah SG tipe “wire strain gage”, konduktornya berbentuk kawat logam yang berbentuk kisi-kisi

untuk memperpanjang panjang kawatnya, kemudian dilekatkan pada isolator sebagai “backing material” dengan lem khusus, kedua ujung kawat konduktor dipasangi “soldering tabs” agar dapat disambungkan ke kawat konduktor lainnya dengan cara disolder. Besarnya hambatan listrik dalam SG itu mengikuti rumus : $R = \frac{\rho l}{A}$. Hambatan total dari SG = R, hambatan jenis bahan kawat konduktor = ρ , l = panjang total kawat konduktor, dan A = luas penampang kawat konduktor.

- b. Gambar Gbr.2 adalah SG tipe “foil strain gage”, konduktornya berbentuk pita logam (lempengan) yang berbentuk kisi-kisi untuk memperpanjang panjang pita, kemudian selanjutnya sama dengan butir a) di atas untuk SG tipe wire SG.

Pemasangan SG pada Titik benda uji.

Pada Gbr.3 terlihat secara sketsa bagaimana cara memasang SG pada titik benda uji yang diinginkan. Jika titik ukur pada benda uji telah ditentukan, maka permukaan benda uji disekitar permukaan benda itu harus bersih dari semua bentuk kontaminasi seperti debu, grease dan uap air. Cara menyiapkan permukaan yang dipasangi SG antara lain :

- 1) Bersihkan permukaan dengan ampelas
- 2) Bersihkan permukaan tadi dengan cairan aseton dan sejenisnya
- 3) Keringkan permukaan dengan lap khusus : “clean tissue”
- 4) Dst.

Pengecekan SG Setelah terpasang di benda uji.

Yang perlu dilakukan antara lain :

- 1) Periksa secara visual apakah SG menempel baik pada benda uji.
- 2) Ukur hambatan listrik SG apakah sama dengan hambatan dalam spesifikasinya.
- 3) Ukurlah hambatan isolasi antara SG dengan logam benda uji, apakah harganya sesuai dengan ketentuan.
- 4) Dst.

Kompensasi Temperatur

Dalam pengukuran *strain* dengan menggunakan SG harus dipasang SG *dummy* yang bertujuan untuk menghilangkan pengaruh temperature terhadap SG *aktif*. Kita ketahui bahwa strain yang terjadi pada benda uji bukan saja dapat ditimbulkan karena adanya gaya luar yang bekerja pada benda uji, tetapi juga karena adanya perubahan temperature lingkungan pada saat sedang dilakukan pengukuran.

Untuk menghilangkan pengaruh strain karena adanya perubahan temperature lingkungan, perlu dipasang SG *dummy* yang dipasang pada bahan yang sama dengan bahan benda uji tetapi tidak dipengaruhi oleh gaya luar yang bekerja pada SG *aktif*. Strain yang terjadi akibat pengaruh perubahan temperature lingkungan timbul pada kedua SG aktif dan dummy, dengan bantuan proses kerja dalam rangkaian listrik “jembatan wheastone” kedua strain yang timbul saling meng-eliminasi ; yang ditunjukkan oleh *Strain Meter* hanya strain yang ditimbulkan oleh gaya luar yang bekerja pada benda uji, yaitu strain yang dicari.

Proteksi Strain Gage.

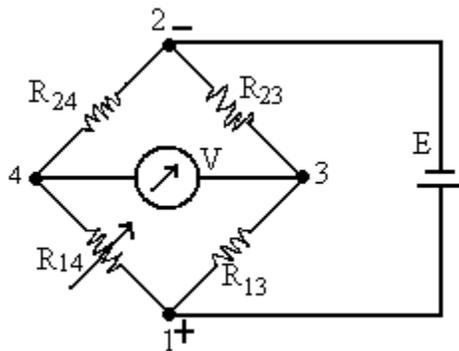
Setelah strai diinstalasi pada benda uji harus diproteksi dari pengaruh lingkungan agar tidak rusak atau deteriorasi. Biasanya yang mempengaruhi adalah factor-faktor :

- 1) Air; Termasuk uap air, dan kelembaban.

- 2) Kerusakan mekanikal.
- 3) Lingkungan yang membahayakan; dikenak oli, minyak dan asam.

System Pengukuran dasar.

Rangkaian dasar dari pengukuran dengan SG adalah rangkaian *Jembatan Wheatstone* yang secara praktis dinamakan “Bridge Head” BH. Rangkaian Jembatan Wheatstone, gambar Gb.4 :



Gb.4 Jembatan Wheatstone

Perhatikan Gb.4. Pada rangkaian Jembatan Wheatstone terdapat 4 buah resistor R13, R14, R23 dan R24 yang dirangkai seperti pada gambar, salah satu resistor R14 dapat diatur yang berfungsi menyetimbang rangkaian jembatan wheatstone. Dalam keadaan setimbang $V = 0$, dan berlaku rumus : $R13.R24 = R14.R23$. dengan menggunakan rumus terakhir, salah satu resistor akan dapat dicari jika ketiga resistor yang lainnya diketahui.

Setelah rangkaian terhubung lengkap, maka jembatan wheatstone dibalancing dengan cara mengatur harga R14 dan voltmeter V atau Galvanometer menunjuk skala 0 (nol). Jika R13 = R strain gage (Rsg) diberi gaya luar, harga hambatan Rsg berubah sehingga voltmeter v menyimpang (defleksi). Besar perubahan tegangan ini dikalibrasi terhadap “strain” ;

harga strain yang terjadi dapat ditentukan. Output yang keluar dari jembatan wheatstone masih relative kecil sehingga perlu diperkuat di dalam amplifier “ Strain Meter”. Nilai strain yang dapat dibaca pada Strain Meter defleksinya mudah dibaca.

Diagram block system pengukuran.



SG dipasang pada benda uji , SG dirangkai ke Bridge Head dirangkai ke Strain Meter. Jika benda uji diberi gaya luar maka strain yang terjadi pada benda uji dapat dibaca di Strain Meter sebagai output hasil pengukuran.

Hal-hal lain yang berkaitan dengan Strain Gage.

- 1) Beberapa tipe/jenis SG sudah diproduksi sesuai dengan kebutuhan teknis.
- 2) Sudah diproduksi “transduser” yang berbasis strain gages, misalnya transduser : Load Cell Tekan, Load Cell Tarik, Load Cell Tekan/Tarik , Pressure Gage, Displacement Gage, Accelerometer, Torque-meter, dst.
- 3) Ada dua macam alat ukur strain (Strain Meter) : Static Strain Indicator untuk mengukur strain yang statis, Dynamic Strain Amplifier untuk mengukur strain yang dinamis (getaran). , Recorder Data, Telemetry Strain Measuring System, dsb.
- 4) Lem atau adhesive yang biasa digunakan adalah lem khusus yang penggunaannya bergantung kepada

tipe SG, bahan benda uji temperatur, dsb.

5) Dst .

Penggunaan teknologi Strain Gages.

Teknologi pengukuran dengan sensor strain gages atau transdusernya telah banyak dipraktekkan dalam bidang-bidang antaralain :

- 1) *Bidang Industri.* Industri Pesawat terbang, Perkapalan, Kendaraan darat, Konstruksi teknik sipil, Jembatan jalan raya dan jembatan rel kereta api, dsb.
- 2) *Bidang Penelitian dan Pengembangan.* Umumnya untuk meneliti dan uji fungsi sesuatu model atau prototype benda kerja yang baru selesai dibuat dengan cara diberikan *beban simulasi* , atau mengetahui gaya/stress/strain pada saat uji fungsi di lapangan sebenarnya. Misalnya “thrust motor roket”, “ thrust engine pesawat terbang dengan menggunakan transduser Load Cell, dsb.
- 3) *Pendidikan.* Untuk modul praktikum/percobaan di labotarium bagi mahasiswa teknik atau siswa SMK teknik yang memperdalam mekanika teknik konstruksi antara lain :
 - a) Menentukan modulus elastisitas dari berbagai bahan teknik ; grafik antara stress dan strain berkaitan dengan hukum Hooke.
 - b) Menentukan kekuatan dari bahan ; stress maximum, daerah fatigue, dsb.
 - c) Mengukur gaya lift pada model pesawat jika diuji fungsi dalam “terowongan angin”.

Kesimpulan. Teknolgi strain gages erat sekali hubungannya dengan masalah gaya, stress, strain dari bahan benda konstruksi, khususnya teknologi pesawat terbang yang mempunyai tingkat keselamatan yang tinggi serta pesawat harus *ringan, kuat dan aman*. Jadi bahan untuk pesawat itu harus ringan , kuat, aman. Dengan teknologi SG, akan dapat dipilih bahan yang tepat dan setelah jadi benda konstruksi dapat diuji fungsi dengan SG apakah memenuhi criteria teknis yang diharapkan rekayasa sebelumnya.

Demikian uraian singkat tentang teknologi strain gages, semoga ada manfaatnya.

Bandung, Oktober 2011

REFERENSI :

1. Strain Measurements, by John Vaughan, Bruel & Kjaer.
2. Kyowa Measurements & Instrumentations, Kyowa Japan.
3. Strain Gauges, E.J.Hearn, Bsc(Eng), M.I.Mech.E.Merrow Technical library.