



## PENGUKURAN DAN ANALISA SENSOR *STRAIN GAUGE* UNTUK PENGAMATAN LONGSOR

**Djuhana, Bambang Herlambang**

Program Studi Teknik Mesin, Fak. Teknik, Univ. Pamulang  
Jl. Surya Kencana, No. 1, Pamulang, Tangerang Selatan, Banten, INDONESIA

**Abstrak** - Sensor strain gauge sebagai alat pengamatan longsor telah dibuat. Sensor strain gauge dipasang pada sebuah pelat dari bahan baja tahan karat, kemudian sensor tersebut dihubungkan dengan unit display. Satuan yang ditunjukkan pada unit display adalah satuan gaya. Rancangan percobaan yang akan dilakukan adalah sebidang tanah yang mempunyai karakteristik tertentu, kemudian sensor gaya dipasang pada tanah tersebut, lalu timbunan tanah tersebut disiram dengan intensitas curah hujan buatan setara dengan intensitas curah hujan 70 mm dan sebelum percobaan pengamatan longsor dilakukan dengan menggunakan strain gauge, sistem strain gauge perlu dilakukan pengukuran untuk mengetahui karakteristik. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa strain gauge yang dipasang menunjukkan linieritas yang baik.

**Kata Kunci:** strain gauge, pengukuran, longsor, curah hujan, baja tahan karat.

**Abstract** - Strain gauge sensors as tools observations have been made. Strain gauge sensors mounted on a plate of stainless steel material, then the sensor is connected to the display unit. The units shown on the display unit is a unit of force. The design of experiments to be performed is a plot of land that have certain characteristics, then the force sensor is mounted on the land and soil deposits tersebut disiram with rainfall intensity artificial equivalent to the intensity of the rainfall 70 mm and prior experimental observations landslide done using a strain gauge, system strain gauge measurements were taken to determine the characteristics. The measurement results show that the strain gauge mounted menunjukkan good linearity.

**Key words:** strain gauge, , pengukuran, landslides, rainfall, stainless steel.

### I. PENDAHULUAN

Longsor adalah perpindahan material pembentuk lereng berupa batuan, bahan rombakan, tanah, atau material campuran, bergerak ke bawah atau keluar lereng. Longsor merupakan perpindahan bebatuan dan material lainnya dalam jumlah besar secara tiba-tiba atau berangsur yang umumnya terjadi di daerah terjal dan tidak stabil. Dengan kondisi longsor ini mengakibatkan banyak korban.

Berbagai cara pengamatan longsor dari mulai yg sederhana maupun dengan peralatan yang rumit. Salah satu alat untuk pengamatan longsor dapat menggunakan sensor strain gauge. Strain gauge merupakan sensor yang paling banyak dipakai untuk pengukuran regangan. Operasinya berdasarkan pada prinsip bahwa tahanan listrik suatu konduktor (penghantar) berubah bila mengalami deformasi mekanik.

Dalam pemakaiannya, strain gauge dengan lem khusus disatukan dengan specimen dalam kondisi tanpa beban. Ketika specimen mendapat beban, deformasi akan terjadi baik pada specimen maupun strain gauge yang mengakibatkan perubahan tahanan strain gauge. Dengan menggunakan rangkaian jembatan Wheatstone perubahan tahanan tersebut dapat mengukur regangan specimen. Perubahan regangan yang bisa dikonversikan ke satuan gaya dan juga keluaran sensor langkah adalah besaran listrik maka memungkinkan untuk dihubungkan ke sistem kontrol atau komputerisasi.

Sensor gaya yang dibuat adalah bahan baja tahan karat. Kemudian dilakukan pengukuran gaya dengan kapasitas tertentu dan dianalisa untuk mendapatkan karakteristik dari sensor tersebut. Tulisan bertujuan rancang bangun sensor gaya yang akan digunakan untuk percobaan pengamatan tanah longsor.



## II. TEORI DASAR

Kelongsoran adalah suatu proses perpindahan massa tanah atau batuan dengan arah miring dari kedudukan semula sehingga terpisah dari massa yang mantap karena pengaruh gravitasi dan rembesan (*seepage*). Faktor-faktor penyebab kelongSORAN Faktor-faktor penyebab kelongSORAN secara garis besar dibagi menjadi dua, yaitu akibat pengaruh luar (*External Effect*) dan akibat pengaruh dalam (*Internal Effect*) [1].

Analisis stabilitas lereng meliputi konsep kemantapan lereng yaitu penerapan pengetahuan mengenai kekuatan geser tanah. Keruntuhan geser pada tanah dapat terjadi akibat gerak relatif antar butirnya. Karena itu kekuatannya tergantung pada gaya yang bekerja antar butirnya, sehingga dapat disimpulkan bahwa kekuatan geser terdiri atas, bagian yang bersifat kohesif, tergantung pada macam tanah dan ikatan butirnya dan bagian yang bersifat gesekan, yang sebanding dengan tegangan efektif yang bekerja pada bidang geser.

Dalam menganalisa stabilitas lereng harus ditentukan terlebih dahulu faktor keamanan (FK) dari lereng tersebut. Secara umum faktor keamanan didefinisikan sebagai perbandingan antara gaya penahan dan gaya penggerak longSORAN [2].

$$FK = \frac{\text{Gaya penggerak}}{\text{Gaya penahan}} \quad (1)$$

dengan :

FK = Faktor keamanan (tanpa satuan)

Gaya penggerak (N)

Gaya penahan (N)

Analisis kestabilan lereng dapat dihitung dengan menghitung momen penahan dan momen penggerak pada lingkaran longSORAN.

### 2.1. Sensor Gaya

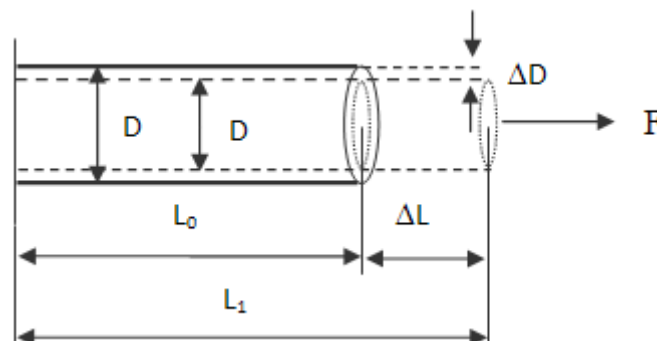
Suatu batang dengan panjang  $L_0$  menerima gaya aksial sebesar  $F$ , sedemikian hingga batang tersebut mengalami deformasi bertambah panjang sebesar  $\Delta L$ , maka dikatakan bahwa pada batang timbul regangan longitudinal atau regangan normal sebesar [ 1 ] :

$$\varepsilon_a = \frac{\Delta L}{L_0} \quad (2)$$

dengan:

$\Delta L$  = Perubahan panjang (mm)

$L_0$  = Panjang semula (mm)



Gambar 1. Regangan pada batang dengan beban tarik.



Pada saat yang sama, karena volume batang tetap, penampang batang akan berkurang dan dikatakan pada batang tersebut timbul regangan transversal sebesar :

$$\varepsilon = \frac{\Delta D}{D_0} \quad (3)$$

dengan :

$\varepsilon_t$  = Regangan transversal (tanpa satuan)

$\Delta D$  = Perubahan panjang pada penampang batang (mm)

$D_0$  = Panjang semula pada penampang batang (mm)

Perbandingan antara regangan transversal dengan regangan normal disebut Poisson's Ratio yang dinyatakan dengan :

$$\nu = \frac{\varepsilon_t}{\varepsilon_a} \quad (4)$$

Harga  $\nu$  (Poisson Ratio) selalu negatif karena nilai  $\varepsilon_t$  dan  $\varepsilon_a$  selalu berlawanan tanda. Besarnya harga  $\nu$  untuk setiap material pada umumnya 0,3.

## 2.2. Hubungan Tegangan – Regangan

Hubungan antara tegangan dan regangan dapat diperoleh dari hasil uji tarik material yang diplot dalam bentuk grafik dan biasa disebut Diagram Tegangan – Regangan. Diagram Tegangan – Regangan menjelaskan karakteristik / sifat mekanis material. Ditunjukkan bahwa pada awalnya terjadi hubungan tegangan – regangan yang linier disebut daerah elastisitas sampai titik tertentu yang disebut titik batas elastisitas atau batas proporsional, pada daerah inilah berlaku hukum Hooke.

Hukum Hooke dituliskan [3]:

$$\sigma = \varepsilon \times E \quad [\text{N/m}^2] \quad (5)$$

dengan :

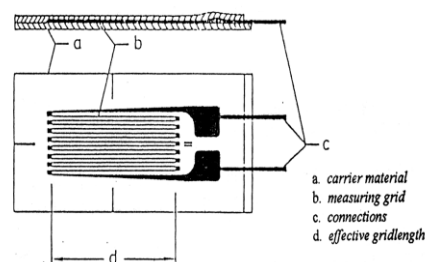
$\sigma$  = Tegangan ( $\text{N/m}^2$ )

$\varepsilon$  = Regangan (m/m) atau (%)

$E$  = Modulus elastisitas ( $\text{N/m}^2$ )

## 2.3. Sensor Regangan Resistif.

Sensor ini bekerja berdasarkan perubahan nilai resistansi akibat adanya perubahan mekanik. Sensor ini disebut sensor regangan tahanan listrik (*Electrical Resistance Strain Gauge*).



Gambar 2. Sensor regangan resistif



Prinsip dasar cara kerjanya adalah berdasarkan perubahan bentuk / dimensi dari suatu kawat logam akan mengakibatkan perubahan tahanan listrik kawat tersebut berdasarkan persamaan :

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (6)$$

R = Tahanan listrik ( $\Omega$ )

$\rho$  = Tahanan jenis kawat ( $\Omega / m$ )

L = Panjang kawat (m)

A = Luas penampang kawat ( $m^2$ )

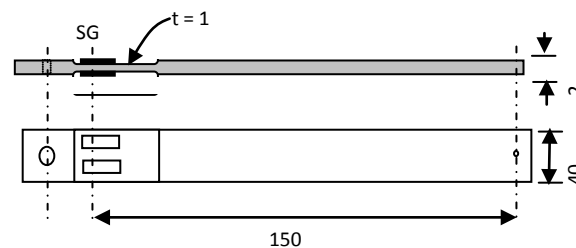
### III. METODE PENELITIAN

Material untuk tempat sensor menggunakan baja tahan karat 3016 L dengan pertimbangan bahan tersebut mempunyai tahanan terhadap korosi lebih baik. Bahan tersebut dirancang berbentuk pelat dan dibentuk dengan menggunakan proses mesin frais. Kemudian setelah pelat dibentuk lalu strain gauge dipasang pada pelat tersebut.

Strain Gauge yang dipilih adalah bentuk satu arah (single) dengan ukuran sedang (Grid length 3 mm) dalam hal ini digunakan produk TML tipe FLA-3-350-11

- Gauge length 2 mm
- Untuk Steel
- Tahanan 350 Ohm
- Lem jenis CN (cyanoacrylate)

Dimensi pelat dudukan sensor strain gauge seperti berikut :



Gambar 3. Sensor strain gauge

### Peralatan Pengukuran

Peralatan yang digunakan untuk pengukuran adalah sebagai berikut:

1. Anak timbangan 0,025 kg s.d 0,250 kg
2. Amplifier tipe DS-24 Full Bridge.

### Cara Pengukuran

1. Pasang penjepit pada rangka.
2. Pasang sensor strain gauge pada penjepit.
3. Hubungkan amplifier dengan sensor strain gauge.
4. Tempatkan anak timbangan pada sensor strain gauge.
5. Pembebanan strain gauge secara bertahap dari mulai 0,025 kg s.d 0,25 kg.

### IV. HASIL PENGUKURAN DAN ANALISA

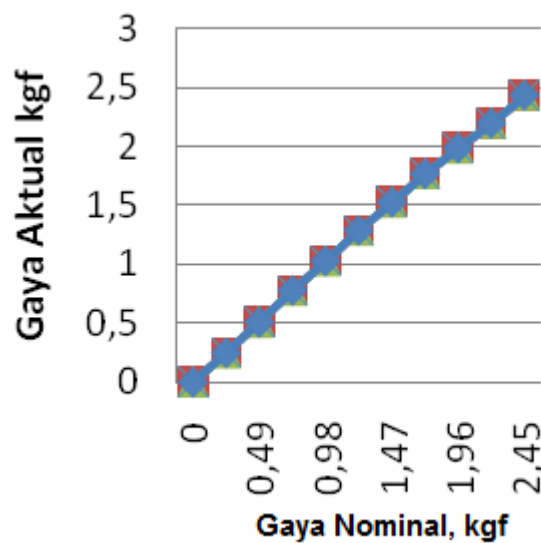
Hasil pengukuran strain gauge dengan variasi masa dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini.



Tabel 1. Hasil Pengukuran

Gaya Nominal Kgf	Gaya Sebenarnya		KetidakPastian	
	kgf	N	Kgf	N
0,00	0,00	0,00	0,06	0,57
0,24	0,25	2,48	0,06	0,57
0,49	0,51	5,00	0,06	0,57
0,73	0,78	7,68	0,06	0,57
0,98	1,03	10,13	0,06	0,57
1,22	1,29	12,68	0,06	0,57
1,47	1,53	15,04	0,06	0,57
1,71	1,77	17,33	0,06	0,57
1,96	1,99	19,52	0,06	0,57
2,20	2,20	21,61	0,06	0,57
2,45	2,44	23,90	0,06	0,57

Hubungan antara gaya aktual dengan gaya nominal diperlihatkan pada gambar 4 sebagai berikut.



Gambar 4. Hubungan antara Gaya Aktual terhadap gaya Nominal

Dari tabel 1 dan gambar 4 menunjukkan bahwa hasil pengukuran strain gauge yang dipasang dan dudukannya menunjukkan kekuatan gaya aktual sampai 2,44 kgf. Sedangkan penekanan lebih dari gaya tersebut tidak menunjukkan linier. Kemudian dari hasil evaluasi perhitungan nilai ketidakpastian yang diperoleh adalah 0,57 N.



## V. KESIMPULAN

Hasil pengukuran dan analisa yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan adalah sebagai berikut:

1. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa strain gauge yang dipasang adalah linier
2. Perolehan ketidakpastian adalah 0,57 N.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Karl Hoffmann, An Introduction to Measurement using Strain Gauge, Hottinger, 1994.
- [2]. Thomas G.Beckwith, N.Lewis Buck, Roy D.Marangoni, Univercity of Pittsburgh, Pengukuran Mekanis, Edisi Ketiga Jilid I, Alih Bahasa : Ir. Kusnul Hadi, Penerbit Erlangga 1987.
- [3]. Howard, Metal Handbook,American Society for Metals, Ohio,1995.
- [4]. Steven C. Chapra, Metode Numerik Untuk Teknik Dengan Penerapan Pada Komputer Pribadi, Penterjemah S. Sardy, Pendamping Lamyarni I.S, Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press), 1991.
- [5]. J.P.Holman, Professor of Mechanical Engineering Southern Methodist University, Terjamahan dalam Bahasa Indonesia, Erlangga, 1987.
- [6]. W.J.Gajda,Jr, Associate Professor of Electrical Engineering University of Notre Dame, Metode Pengukuran Teknik Edisi ke empat, Penterjemah Ir.E.Jasjfi, M.Sc, Lembaga Minyak dan Gas Bumi, Penerbit Erlangga 1985.