

Desain Alat Ukur Tekanan Arus Air dan Material dalam Air pada Sistem Aliran Sungai dengan Metode *Image Processing*

Juli A. Prastyo, Gurum A. P, Endro P. W, Warsito

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung
Jurusan Teknik Sipil FT Universitas Lampung
Jl. Soemantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung
E-mail: warsito@fmipa.unila.ac.id

Diterima (26 Maret 2015), direvisi (6 April 2015)

Abstract. It has been designed the measure of flow pressure and material system in the river analysis system used image processing method. The designing of this measurement system used to measure the flow pressure and material velocity in the river. This research used flexiforce sensor which have a function to measure the pressure of water flow. Image processing method is used to analysis the material in the water to know the sediment of material velocity. This method was done by 3 step equalization, smoothing and thresholding. Image processing application made by Delphi 7.0. The results in this research, was a pressure measurement system better to use in a range 1 to 7 kg, with constanta gravity was 9.8 m/s^2 and percentage of error about 5.329% pressure. For measurement of the material velocity, get an error measurement was 0.08 m/s.

Keyword. Image processing, preassure, smoothing, theresholding, and velocity.

Abstrak. Telah dilakukan perancangan alat ukur tekanan arus air dan analisis laju material dalam air pada sistem aliran sungai dengan metode *image processing* menggunakan sensor *flexiforce*. Metode *image processing* digunakan untuk mengetahui laju material dalam air. Metode pengolahan citra dibuat dengan bantuan perangkat lunak Delphi 7.0 dan dilakukan dengan tiga tahapan pengolahan yaitu, ekualisasi (kontras warna), *smoothing* dan *thresholding*. Pada penelitian ini dihasilkan alat ukur tekanan yang bagus ketika digunakan pada range beban 1 kg-7 kg dengan konstanta gravitasi $9,8 \text{ m/s}^2$ dan presentase *error* tekanan sebesar 5,329%. Uji pengukuran laju material dengan laju aliran air, didapat nilai *error* pengukuran sebesar 0,08 m/s.

Kata Kunci. Image processing, laju, tekanan, smoothing, dan theresholding

PENDAHULUAN

Tekanan merupakan perbandingan gaya dengan luasan. Tekanan air merupakan tekanan yang timbul disebabkan adanya faktor gaya dorong aliran air. Material dalam air atau dikenal dengan nama sedimen yang merupakan material hasil erosi yang dibawa oleh aliran air dari daerah hulu ke daerah hilir (Rahayu, dkk, 2009).

Tekanan yang disebabkan oleh aliran air menyebabkan faktor gesekan pada dasar sungai dan dinding sungai, gesekan tersebut dapat mengakibatkan pengikisan dinding sungai. Pengikisan sungai akan menghasilkan material kikisan yang dapat terbawa arus dan dapat mengendap pada daerah hilir sungai. Pengikisan juga terjadi akibat air hujan yang jatuh mengenai dataran. Material-material yang terkikis lama kelamaan akan mengendap pada daerah hilir yang mengakibatkan pendangkalan sungai, dimana pendangkalan sungai ini akan

mengakibatkan banjir ketika musim hujan. Pada penelitian ini ingin membuat alat ukur tekanan dan arus air berdasarkan aliran air dan material yang terbawa oleh air. Penelitian ini dilakukan dengan membuat perangkat keras dan perangkat lunak sebagai akuisisi data dan analisis citra.

Pengukuran tekanan dalam air dilakukan dengan sensor *flexiforce*. Tekanan merupakan gaya persatuan luas. *Flexiforce* digunakan untuk mengubah gaya normal suatu benda menjadi resistansi. Respon resistansi sensor ini berbanding terbalik dengan gaya normal yang diberikan oleh suatu benda (Syaryadhi, dkk, 2008), dimana gaya sebanding dengan gaya yang ditimbulkan berat (massa) benda tersebut. Prinsip kerja dari sensor *flexiforce* ini mirip dengan sensor *piezoresistive force* (Tekscan, 2014) dan seperti persamaan (1), yaitu

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

Tekanan yang timbul (P) akan sebanding dengan gaya (F) yang diakibatkan oleh arus air yang menekan sensor dan berbanding terbalik dengan luas (A) daerah sensitif sensor.

Pengolahan citra pada penelitian ini bertujuan untuk mengamati pergerakan material yang terdapat di dalam air. Material tersebut dianalisis perubahan posisi dan jarak untuk mendapatkan laju pergerakannya. Laju pergerakan material tersebut dapat dicari dengan persamaan kecepatan, seperti pada persamaan (2). Kecepatan merupakan perubahan posisi benda (Δr) dibagi dengan selang waktu (Δt).

$$\bar{v} = \frac{\Delta r}{\Delta t} \quad (2)$$

Kecepatan merupakan besaran vektor sedangkan laju adalah besaran skalar atau merupakan nilai dari kecepatan itu sendiri.

Proses akuisisi tekanan dan pengolahan citra dilakukan dengan membuat program yang dibuat dengan *software* Delphi 7.0. Terdapat tiga pengolahan citra meliputi ekualisasi, *thresholding*, dan *smoothig*.

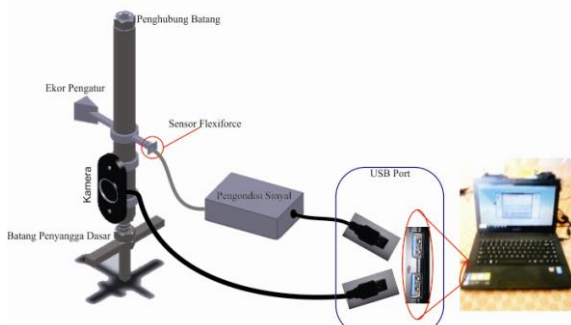
Debit merupakan volume air yang mengalir di suatu penampang pada rentang waktu tertentu (Priyanti, 2010; Priyanti & Irjan, 2009). Besar debit ditentukan dari kecepatan/laju aliran dan luas penampang sungai. Dan dirumuskan seperti persamaan 3, yaitu

$$Q = v A \quad (3)$$

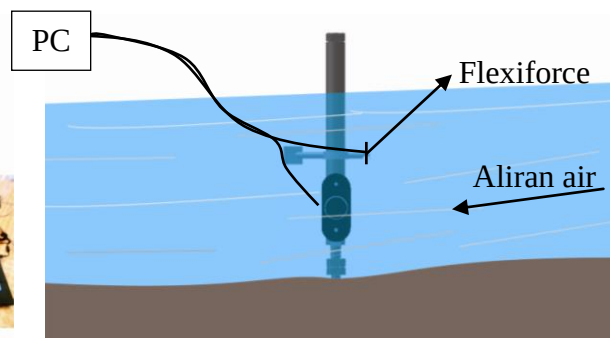
Dimana debit air (Q) akan berbanding lurus dengan kecepatan aliran (v) dan luas (A) melintang daerah aliran sungai, (Subekti, 2010).

METODE PENELITIAN

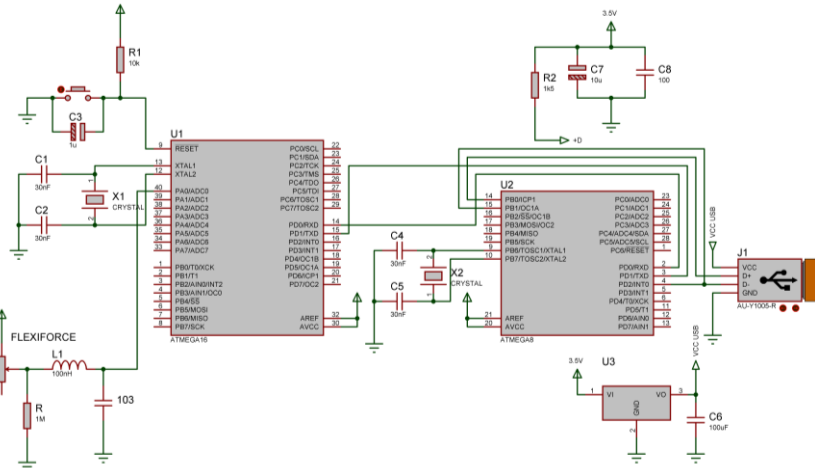
Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan data tekanan dan laju material. Gambar alat yang digunakan untuk mendapatkan data tekanan dan laju material seperti pada **Gambar 1** dan **Gambar 2**.



Gambar 1. Sekematik alat keseluruhan



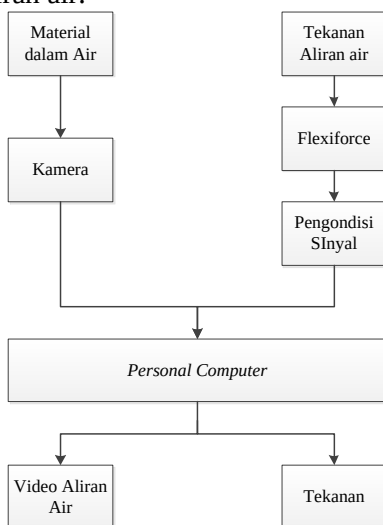
Gambar 2. Uji alat dalam air



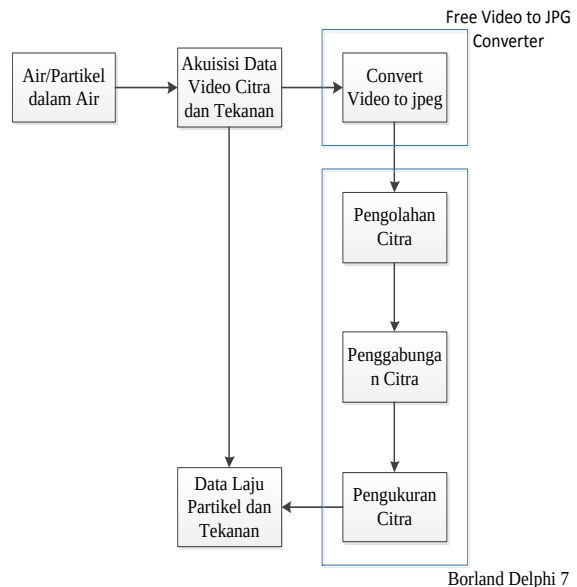
Gambar 3. Rangkaian pengondisi sinyal

Akuisisi Data

Proses akuisisi data secara garis besar dapat dijelaskan seperti **Gambar 4**. Dua besaran fisis yang diakuisisi yaitu material dalam air dan tekanan aliran air. Material dalam air diakuisisi oleh kamera yang secara langsung terintegrasi dengan PC dan perangkat lunak pendukungnya, dalam bentuk video. Tekanan aliran air diakuisisi oleh sensor dan sinyal yang dihasilkan sensor akan diteruskan oleh pengondisi sinyal ke PC/perangkat lunak pendukungnya. Pengondisi sinyal dapat dilihat pada **Gambar 3**. Pengondisi sinyal digunakan untuk merubah respon sensor terhadap besaran fisis menjadi elektrik. Besaran elektrik yang dihasilkan dikonversi ke sinyal digital agar PC mampu membaca tekanan yang diakibatkan oleh aliran air.



Gambar 4. Akuisisi data



Borland Delphi 7

Gambar 5. Alur pengolahan data keseluruhan

Pengolahan Citra

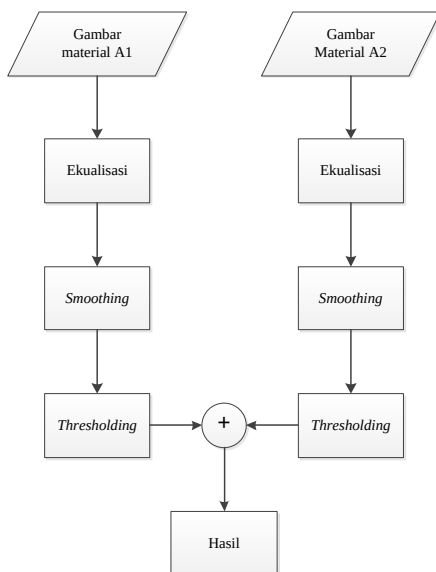
Pengolahan citra dilakukan untuk mendapatkan data jarak dari perubahan posisi material/partikel. Sebelum dilakukannya pengolahan data, video yang didapat dari proses akuisisi dikonversi ke dalam bentuk gambar menggunakan aplikasi *Convert Video to jpeg*, alur pengolahan seperti pada **Gambar 5**. Hasil konversi video tersebut akan menghasilkan sekumpulan gambar, di mana kumpulan gambar tersebut memberikan informasi seberapa cepat perekaman yang dihitung menggunakan persamaan (4),

$$v_{rekam} = \frac{\text{jumlah gambar}}{\text{durasi rekaman}} \quad (4)$$

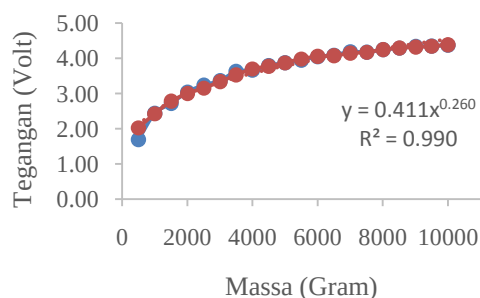
Sementara, untuk mengetahui waktu perubahan posisi gambar material A1 ke gambar material A2, dapat diketahui dengan persamaan (5),

$$t = \frac{1}{v_{rekam}}. \quad (5)$$

Setelah data waktu perubahan gambar diketahui dibutuhkan data jarak untuk mengetahui laju dari material sedimen. Sebelum mengukur jarak perubahan posisi material pada waktu perubahan gambar material A1 ke gambar material A2, dilakukannya pengolahan gambar untuk membedakan warna citra latar (air) dengan material. Tujuan pengolahan citra tersebut untuk mempermudah proses pengukuran material. Setelah proses pengolahan gambar selanjutnya adalah proses penggabungan gambar material A1 dan gambar material A2, dengan tujuan mempermudah proses pengukuran. Alur pengoprasian program dapat dilihat seperti pada **Gambar 6**.



Gambar 6. Proses pengolahan citra



Gambar 7. Massa vs tegangan

Pengukuran Jarak

Pengukuran jarak dilakukan pada gambar material yang diperoleh dari hasil penggabungan yang mengalami perubahan posisi, dimana pengukuran dilakukan dengan bantuan perangkat lunak dan persamaan (6).

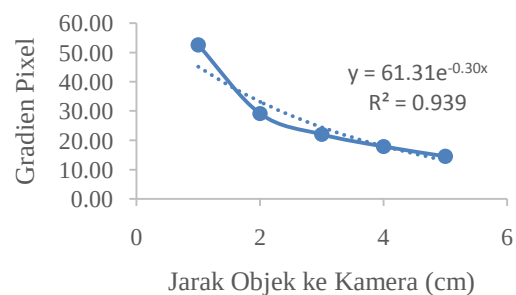
$$\text{Jarak} = \sqrt{\text{Selisih}_X^2 + \text{Selisih}_Y^2} \quad (6)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

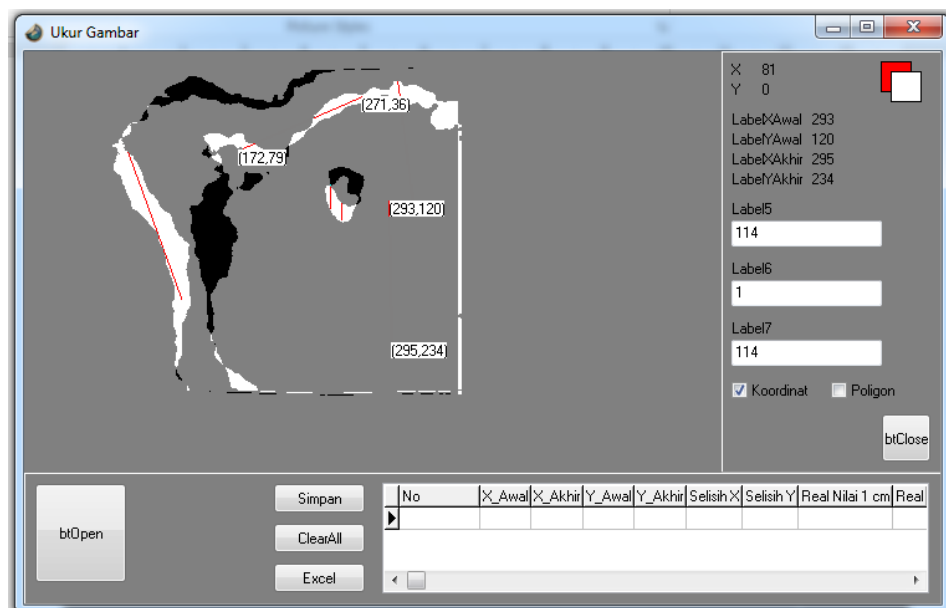
Penelitian yang telah dilakukan menghasilkan alat berupa perangkat keras dan perangkat lunak pendukungnya. Perangkat lunak tersebut seperti terlihat pada **Gambar 6**. Perangkat keras yang dihasilkan dalam penelitian ini dapat dilihat karakteristiknya pada **Gambar 7** dan **8**, kamera untuk mengukur laju material dan sensor digunakan untuk mengukur tekanan aliran air.

Karakteristik Sensor

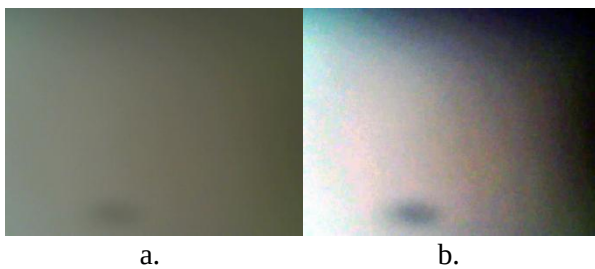
Karakteristik sensor dilakukan dengan membandingkan *output* tegangan dengan massa. Hasil yang didapat seperti pada **Gambar 7**. Pada **Gambar 7**, berat berbanding lurus dengan nilai tegangannya semakin besar massa semakin meningkat nilai tegangannya. Dilihat karakteristik histerisis sensor, nilai yang berbeda berada pada *range* pengukuran 500-1000 gram, yaitu 0,34 volt dan 3000-4000 gram, yaitu 0,1 volt, ketika sensor direspon naik dan turun dengan massa. Semakin berat massa yang diberikan semakin besar *error* yang dihasilkan, selaras dengan perbesaran massa, semakin kecil massa yang direspon sensor semakin besar pula *error*-nya. Sensor baik digunakan pada *range* pengukuran sebesar > 1 kg sampai ≤ 7 kg.



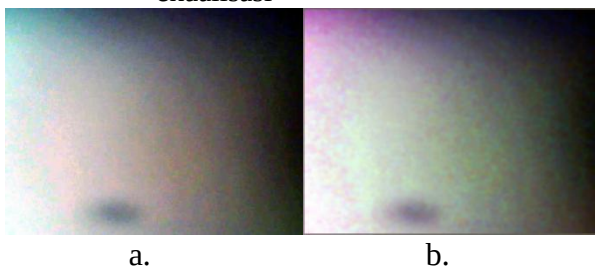
Gambar 8. Gradien pixel vs jarak objek ke kamera



Gambar 9. Tampilan perangkat lunak pengukuran gambar



Gambar 10. Pengolahan citra ekualisasi (a) Gambar asli & (b) Gambar hasil ekualisasi



Gambar 11. Pengolahan citra *smoothing* (a) citra ekualisasi & (b) citra hasil (*smoothing*)



Gambar 12. Pengolahan citra *thresholding* (a) *smoothing* & (b) *thresholding*.

Karakteristik Kamera

Kamera yang digunakan untuk proses perekaman adalah kamera *logitech c210*. Hubungan antara jarak objek ke kamera dapat dilihat pada **Gambar 8**. Semakin jauh jarak objek ke kamera nilai pixel dihasilkan akan semakin kecil. Seperti grafik **Gambar 8** semakin besar jarak maka semakin menurun nilai gradien pixel.

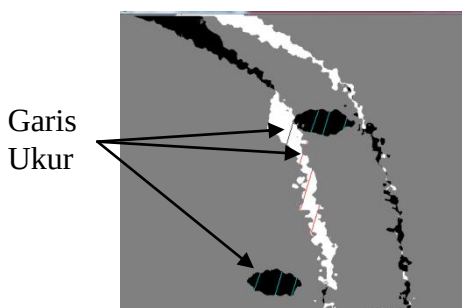
Analisis Citra

Hasil konversi video ke gambar didapatkan 5062 gambar dalam durasi 168 detik perekaman dan kecepatan perekaman dihasilkan adalah sebesar 30 *frame per second* (fps) diperoleh dengan persamaan 4. Waktu yang didapat dari persamaan 5 sebesar $1/30$ detik, yaitu waktu yang dibutuhkan setiap gambar untuk melakukan perubahan dari gambar ke-1 sampai gambar ke-5062.

Untuk mendapatkan data jarak dilakukan pengolahan gambar. Dari 5062 gambar, dipilih gambar yang mengandung citra material sedimen. Pengolahan citra dilakukan dengan tiga tahapan yaitu ekualisasi seperti pada **Gambar 10**, *smoothing* seperti pada **Gambar 11**, *thresholding* seperti pada **Gambar 12**.

Tabel 1. Hasil pengukuran laju partikel

Kecepatan Metode <i>Image Processing</i> (m/s)					Kecepatan Metode Apung (m/s)	Tekanan (N/m ²)
1cm	2cm	3cm	4cm	5cm		
0,111	0,094	0,297	0,575	0,631	0,483	3689,33
0,110	0,093	0,300	0,583	0,639	0,493	3301,59
0,110	0,092	0,298	0,577	0,633	0,469	2955,20
0,108	0,092	0,294	0,570	0,625	0,500	2362,80
0,109	0,090	0,295	0,572	0,627	0,503	2670,40
0,109	0,091	0,288	0,558	0,612	0,515	2595,00
0,107	0,091	0,291	0,564	0,618	0,478	2163,90
0,108	0,089	0,291	0,564	0,618	0,457	2579,80
0,123	0,090	0,286	0,554	0,608	0,508	3690,90

**Gambar 13.** Hasil penggabungan dua buah citra**Gambar 14.** Garis pengukuran

Untuk mengukur jarak perubahan partikel dibutuhkan dua buah gambar material yang mengalami perubahan posisi dan dua buah gambar tersebut digabung menjadi satu gambar dengan dua material di dalamnya. **Gambar 13**, merupakan hasil penggabungan tersebut.

Gambar 14 merupakan gambar pada saat proses pengukuran. Hasil pengukuran dapat dilihat pada **Tabel 1**. Hasil pengukuran dibagi menjadi lima kategori pengukuran berdasarkan hasil kalibrasi kamera. Kalibrasi kamera menggunakan lima variabel berdasarkan objek yang dipotret, yaitu pada jarak 1 cm sampai 5

cm. Pengukuran laju material didapat berdasarkan **Tabel 1**, memiliki *error* terkecil pengukuran dari laju aliran air sebesar 0,08 m/s dengan permisalan jarak material ke kamera sejauh 4 cm.

KESIMPULAN

Adapun kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan adalah tekanan pada sensor *flexiforce* baik digunakan dalam *range* pengukuran > 1 kg sampai ≤ 7 kg, tingkat keberhasilan sensor rata-rata mencapai 94,671%, dan hasil pengukuran kecepatan material dalam air dengan metode *image processing* yaitu 0,44 m/s pada objek berjarak 5 cm dan 0,56 m/s pada objek berjarak 4 cm.

DAFTAR PUSTAKA

- Priyantini, N. Y., & Irjan. (2009). Pengukuran Kecepatan Arus Air Sungai Berbasis Mikrokontroler AT89S8252. *Jurnal Neutrino*, Vol. 2, No. 1, 74.
- Priyantini, N. Y. (2010). Sistem Pengukuran Kecepatan Arus Air Sungai Berbasis Mikrokontroler At89S8252. *Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi* (pp. 9-10). Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik.
- Rahayu, S., Widodo, R. H., Noordwijk, M. v., Suryadi, I., & Verbist, B. (2009). *Monitoring Air di Daerah Aliran Sungai*. Bogor: World Agroforestry Centre.

- Subekti, R. A. (2010). Survey Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro di Kuta Malaka Kabupaten Aceh Besar Provinsi Nangroe Aceh Darussalam. *Journal of Mechatronics, Electrical Power, and Vehicular Technology*, Vol. 01, No. 1, 5 - 12.
- Syaryadhi, M., Adria, A., & Abidin, N. (2008). Aplikasi Sensor Flexi Force pada Alat Ukur Berat Badan Bayi Berbasis Mikrokontroler AT89C51. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, Vol. 7, No. 2, 9-17.
- Tekscan,(2014).<http://www.tekscan.com/flexible-force-sensors>