Analisa Kekuatan Rangka Jemuran Semi-otomatis pada Pembebanan Statis Berbasis *Arduino Microcontroller*

Dinda Putra Fadhlillah[1] dan Sukendro Broto Sasongko[2]
Teknik Mesin, Institut Teknologi Adhi-tama Surabaya[1,2]
e-mail: ssasongko619@gmail.com[2]

ABSTRACT

The frame structure analysis of the semi-automatic cloth hanger has been observed experimentally to the regular loading. Its procedure applies to the Arduino controller module. Thus, those results were investigated by comparing them with yield stress criteria. The method is to obtain strain-stress values. The method is to investigate the strains obtained by the Arduino microcontroller. The material of the frame is aluminum 6061 hollow. The strain-stress information is from the sensor-monitoring module Arduino BF350-3AA at the strain gauges. The investigations are to four-variation loading. Those loadings are at hinges 2 and 3, respectively. The result shows that the 30 N-load created a strain of about 0,0001980: the stress measures 13,66 MPa. The 80 N-load obtained the strain and stress to 0,0006841 and 47,21 Mpa, respectively. The 45 N-loading to train and stress are 0,0002088 and 14,41 Mpa, respectively. Thus, for 120 N, the frame supports strain 0,0016255 and stress 112,16 Mpa. The sensors show that strain stress and the structure of the frame could resist that effect. The hinges of the frame struggle with deformation. The allowable stress is 138 Mpa and it is higher than the principal strain stress.

Keywords: *frame loading system, strain-stress analysis, sensors based on arduino, allowable stress..*

ABSTRAK

Analisa kekuatan rangka jemuran semi-otomatis pada pembebanan statis berbasis *Arduino controller* dilakukan secara eksperimen dan posisi pembebanan pada lokasi pembebanan yang berbeda. Metode penelitian adalah dengan mengalisa nilai regangan pada struktur menggunakan kontroler arduino. Material rangka menggunakan aluminium 6061 model hollow. Pengukuran tegangan rangka aluminium menggunakan sensor strain gauge modul arduino BF350-3AA. Pengamatan pada 4 pembebanan di lokasi engsel no 2 dan 3 rangka. Hasil penelitian menunjukkan pembebanan 30 N menyebabkan nilai regangan 0,0001980, dan tegangan 13,66 MPa. Pada berat 80 N mendapatkan nilai regangan 0,0006841 pada variasi lipatan yang sama; tegangan teknik terbaca 47,21 MPa. Pada berat 45 N menghasilkan regangan 0,0002088 dan tegangan 14,41 MPa. Pada berat 120 N dengan variasi lipatan yang sama mendapatkan nilai regangan 0,0016255, dan tegangan 112,16 MPa. Nilai regangan-tegangan yang ditunjukkan sensor mengindikasikan rangka masih tangguh menahan beban; engsel-engsel rangka tidak mengalami deformasi yang merugikan. Dimana nilai tegangan ijin dari rangka adalah sekitar 138 MPa.

Kata kunci: sistem pembebanan rangka, analisa tegangan-regangan, sensor-sensor berbasis arduino, tegangan ijin.

PENDAHULUAN

Seiring perkembangan teknologi saat ini menuntut kreatif pada segala bidang, salah satunya untuk memudahkan pekerjaan contohnya bentuk jemuran pakaian diluar ruangan. Kemudian kondisi cuaca yang mengalami pergeseran periode akibat dampak pemanaasan global. Kondisi ini mempengaruhi kebiasaan masyarakat saat menjemur pakaian [1]. Hal tersebut menjadi masalah saat hujan dan pemilik rumah terlambat memindahkan pakaiannya dan ketika terjadi hujan di malam hari. Situasi tersebut sering dijumpai pada model-model jemuran tipe *outdoor* [1-2]. Kemudian saat pemilik jemuran berpergian, pakaian yang basah akan dijemur didalam rumah agar terhindar dari hujan. Hal ini mengakibatkan pakaian menjadi lembap dan berbau tidak sedap. Situasi tersebut meyebabkan proses penjemuran menjadi lebih lama untuk mengeringkan[3]. Oleh karena itu muncul ide sederhana dengan membuat model jemuran semi-otomatis. Dimana, pergerakan alat ini dikendalikan sensor. Sensor digunakan untuk mendeteksi air hujan. Sensor akan memberikan informasi ke mikrokontroller Arduino untuk diterjemahkan aktuator. Kemudian aktuator mengerakkan rangka jemuran memendek dan terlihat seolah-olah terlipat. Sehingga pakaian akan terlindung dari hujan. Sebaliknya saat sensor tidak mendeteksi bola-bola air hujan, aktuator akan menterjemahkan dengan memanjangkan frame kedalam proses penjemuran. Material rangka jemuran semi-otomatis menggunakan aluminium seri 6061. Material seri aluminium tersebut adalah kategori logam ringan dan banyak digunakan pada struktur frame-frame. Material ini terlihat menonjol pada tahan terhadap korosi, ringan, dan kemampuan bentuk yang hebat. Dan, jenis profil aluminium yang digunakan adalah tipe *hollow*. Material *hollow* pada struktur memiliki kelemahan karena sifat lentur lebih besar jika dibandingkan

ISSN 2775-5630

dengan tipe *solid*. Pada desain rangka jemuran otomatis ini dirancang untuk dapat menahan beban pakaian basah. Ini sangat penting untuk umur panjang alat. Peneliti-peneliti sebelumnya menggunakan *Strain Gauge* untuk mencari informasi kondisi *realtime strain-stress* [3-4]. Kemudian informasi yang didapat dari sensor-sensor bisa digunakan untuk menentukan struktur aman terhadap beban dari luar [5-6]. Kemudian metode analisa juga digunakan oleh peneliti dalam prosedur yang berbeda [7-9]. Demikian hasil dari analisa yang dilakukan dapat memberikan informasi bahwa struktur frame dapat bertahan terhadap beban dari luar [10].

TINJAUAN PUSTAKA

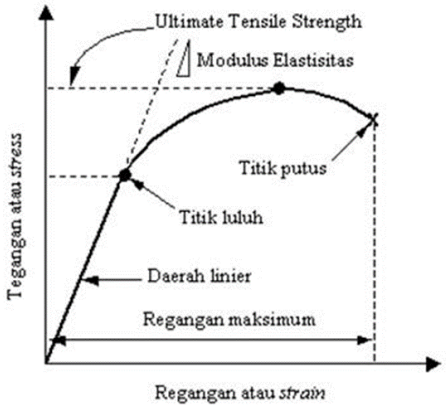
Penelitian terdahulu menawarkan penggunaan sensor berbasis *Arduino* untuk membuka dan menutup tirai [11]. Sensor tersebut ada yang memiliki kemampuan sesitif terhadap intensitas cahaya. Kemudian infomasi disajikan lewat sistem monitoring pada operasi perangkat. Aktuator diaktifkan melalui motor servo. Pengunaan sensor rintik hujan dan Sensor LDR berbasis *arduino nano* dengan model jemuran terprogram sudah pernah diteliti sebelumnya [6]. Pemanfaatan sensor rintik hujan dan sensor LDR berbasis *Arduino Nano* dapat membantu usaha bisnis *dry-cleaning clothes*. Pemakaian ini menguntunkan karena tempat yang lebih tertutup untuk menahan hujan. Selain itu, desain ini memudahkan pekerjaan pengguna saat hujan. Sistem bekerja secara otomatis berdasarkan informasi sensor. Kelemahan sistem mekanisnya adalah masih menggunakan motor driver untuk menarik tali pada jemuran sehingga memerlukan *space*/ruang yang agak luas.

Pemilihan bahan memelukan pertimbangan khusus yang disarankan peneliti sebelumnya [10]. Fungsi Komponen dan Sifat mekanis bahan adalah aspek-aspek yang menjadi syarat utama dalam suatu desain. Komponen adalah memiliki fungsi yang berbeda. Dimana fungsi yang adalah bagian perencanaan utama dan material harus relevan. Sifat mekanis struktur dapat ditentukan juga dengan mengacu pada mekanisme desain [10]. Tujuannya adalah untuk efisiensi penggunaan bahan dan memudahkan perhitungan kekuatan setiap komponen. Hal ini berhubungan dengan beban yang akan diberikan pada rangka tersebut. Sifat fisik bahan menentukan bahan apa yang akan dipakai (kekasaran, kekakuan, ketahanan terhadap korosi, tahan terhadap gesekan dan lain sebagainya) [10]. Pemilihan material yang tepat merupakan perpaduan antara kekuatan material yang digunakan dengan beban yang akan digunakan untuk menghindari kerugian yang besar [11]. Pemakaian aluminium disarankan peneliti sebelumnya[11]. Dimana, kelebihan unsur logam alunium adalah ratio terhadap beban yang tinggi (*high strength to weight ratio*), ringan (l*ight*), tahan terhadap korosi dari macam bahan kimia (*resistence to coorosion by many chemicals*), konduktifitas panas dan listrik tinggi (*high thermal and electrical conductivity*), tidak beracun (*non-toxicity*), memantulkan cahaya (*light reflectivity)*, mudah dibentuk dan dimachining (*formable and machinability*), dan tidak bersifat magnet (*no magnetic*) [11].

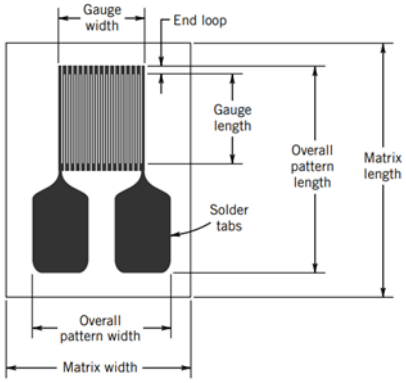
Gaya berat yang diteliti dapat dihitung dengan persamaan gaya berat ($F = m.g$). Tegangan σ (*stress*) adalah ratio gaya tarik/tekan terhadap luas penampang benda. Tegangan secara empiris dinyatakan menjadi gaya efektif pada bidang kerja ($\sigma = F/A$). Kemudian tegangan tersebut berdasarkan arah kerjanya dijabarkan menjadi tegangan tarik, tekan dan geser [10]. Tegangan akibat momen lentur benda disebut tegangan lentur [10]. Situasi tersebut ditunjukkan benda saat melentur disepanjang *centerline*. Sisi bawah benda mengalami peregangan dan ditunjukkan dengan mengalami pertambahan panjang. Sedangkan sisi atas terkompresi dan seolah-olah menyusut. Regangan ε adalah bentuk perilaku bahan saat terjadinya deformasi pada benda [9]. Perumusan nilai regangan pada benda adalah sebagai rasio pertambahan panjang dengan panjang awal dan sebagai bentuk unit non-dimensi ($\varepsilon = \delta/L$). Kemudian kontribusi bagian-bagian tersebut ditunjukkan pada gambar 1. Titik luluh menentukan kekuatan luluh (*yield strength)* dari bahan. Titik ini adalah sebagai batas dimana material akan terus mengalami deformasi tanpa adanya pembebanan beban [10]. *Strain Gauge* adalah instrumen untuk mendeteksi deformasi panjang yang disebabkan elemen gaya. *Strain Gauge* sendiri secara umum digunakan dalam pengukuran regangan [8]. Intrumen *strain-gauge* ditunjukkan pada gambar 2. Modul *arduino* berfungsi sebagai sinyal-receiver dari modul *strain-gauge* dimana *arduino uno* sendiri adalah salah satu produk berlabel *arduino* dan merupakan kit-elektronik papan elektronika *open source* yang didalamnya komponen utama chip mikrokontroller jenis AVR (*Automatic Voltage Regulator*) [9]. Kemudian *processing system* yang dilakukan pada mikrokontroler ditunjukkan pada gambar 4. Gambar 4

menunjukkan alur pemprosesan dengan diawali pemberian beban dan *Strain Gauge* bersama *modul BF350-3AA* pendeteksi tegangan dan diperkuat di *amplifier IC op-amp 3PEAK TP09*. Dimana amplifier ini diatur melalui penambahan resistor penguat [10]. Besarnya penguatan dari TP09 dapat didapatkan melalui persamaan 1, dimana penguatan sinyal *G* dan resistor penguat R_G. Fungsi dari amplifier TP09 memberikan informasi dan diperkuat dengan penguatan sensor *Strain Gauge* dan sinyal kemudian diterjemahkan mikrokontroler arduino. Unit tersebut menjadi pengolahan data dan infromasi dari sensor disajikan melalui komputer.

$$G = 4 + \frac{696K\Omega}{R_G} \quad (1)$$



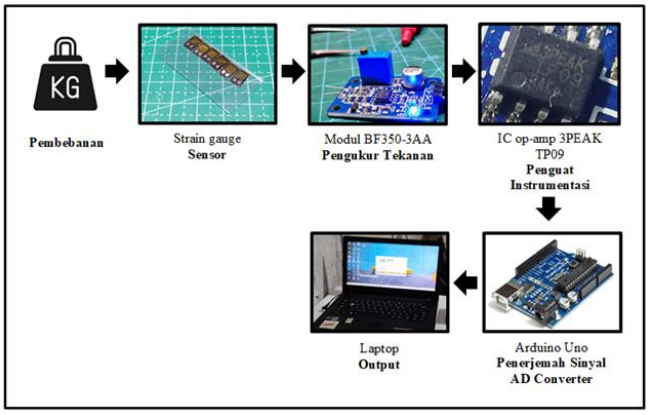
Gambar 1. Ilustrasi diagram *strain-stress* pada suatu bahan [10].



Gambar 2. Ilustrasi *strain-gauge* [6].



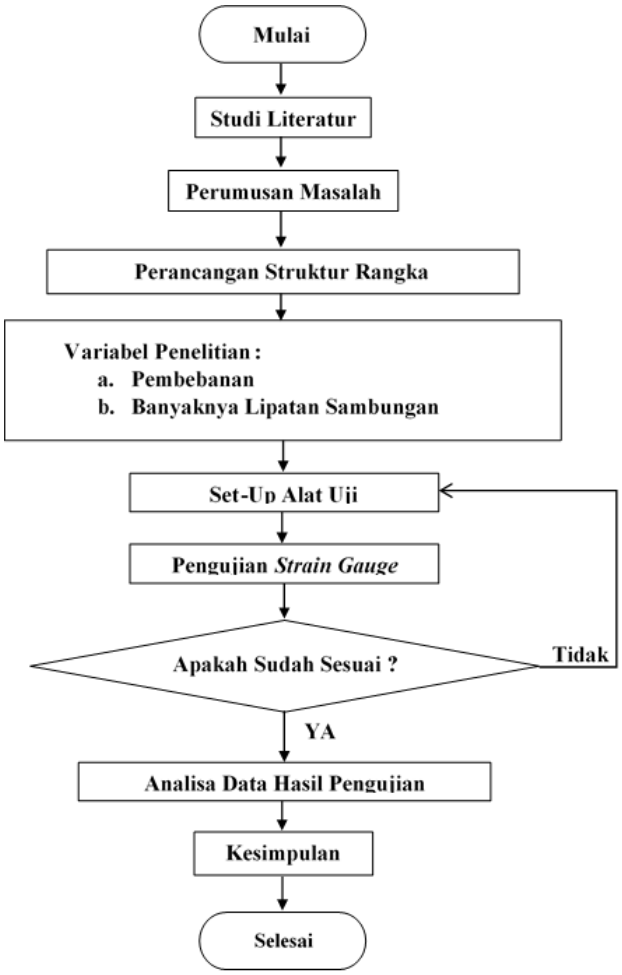
Gambar 3. Modul *Arduino Nano* [6].



Gambar 4. *Processing system* pada proses pengukuran [10].

METODE

metode penelitian ditunjukkan pada gambar 5. *Flow chart* penelitian menerangkan *network* penelitian yang dimulai dengan pengumpulan data hingga proses verifikasi pada pengambilan keputusan. Tahaban yang digunakan meliputi studi literatur, perumusan masalah, perancangan struktur rangka, pengambilan data, analisis, dan diakhiri dengan *summary of the tools*. Desain alat jemuran ditunjukkan pada gambar 6. Kemudian sensor *strain-gauge* yang digunakan ditunjukkan pada gambar 7. Variasi beban pengujian ditunjukkan pada tabel 1. Lokasi pembebanan ditunjukkan pada gambar 8

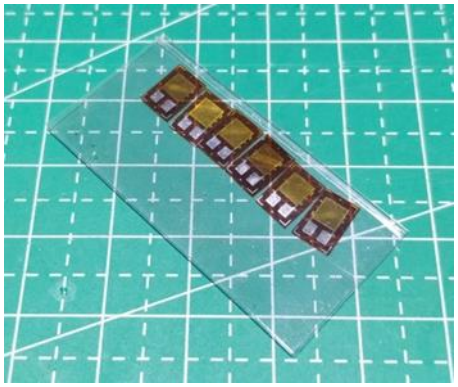


Gambar 5. *Network* alur penelitian.

ISSN 2775-5630



Gambar 6. Desain alat jemuran semi-otomatis.

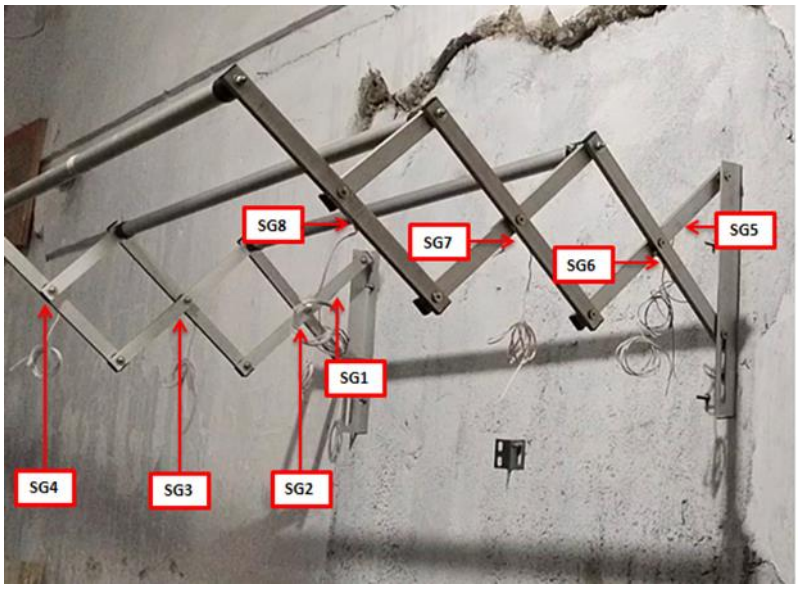


Gambar 7. Sensor *strain-gauge.*

Tabel 1. Variasi pengujian pada rangka jemuran.

Banyak Variasi Lipatan	**Massa benda (kg)**	**Berat benda (N)**
2 (tanpa gantungan baju)	3	29,4
2 (dengan gantungan baju)	8	78,4
3 (tanpa gantungan baju)	4,5	44,1
3 (dengan gantungan baju)	12	117,6

ISSN 2775-5630



Gambar 8. Lokasi pembebanan pada rangka dan *strain-gauge* yang terpasang.

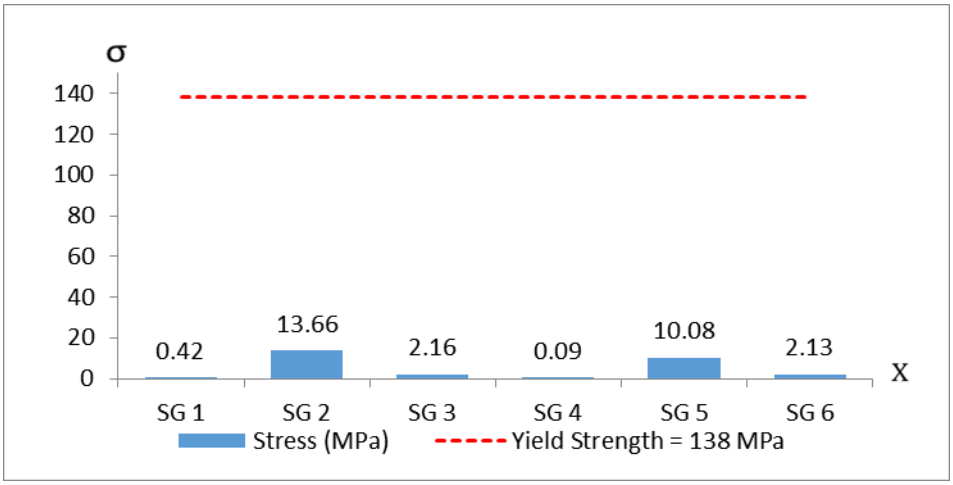
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan Data I

Tabel 1. Data Hasil Pengukuran Tegangan Pada ADC Dengan Variasi 2 Sambungan Lipat Dan Beban 29,4 N.

Parameter	SG 1	SG 2	SG 3	SG 4	SG 5	SG 6
Vout (Volt)	0,019	0,425	0,097	0,004	0,459	0,097
Vin (Volt)	4,187	4,176	4,185	4,188	4,173	4,184
RG	0,494	0,714	0,495	0,480	0,487	0,488
GF	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
Frame		Kiri			Kanan	

Tabel 1 adalah informasi tegangan listrik yang terukur pada sensor *strain-gauge* pada pembebanan 29,4 N. Dimana masing-masing sensor memberikan informasi tentang *voltage* dari sensor setelah batang sensor mengalami ekspansi panjang. Kemudian informasi sensor mendeteksi kesetimbangan beban pada kedua sisi *frame*; informasi distribusi beban *right-hand side* and *left-hand side*. Data informasi teganngan listrik kemudian terkonversi menjadi stress yang ditunjukkan pada gambar 9.

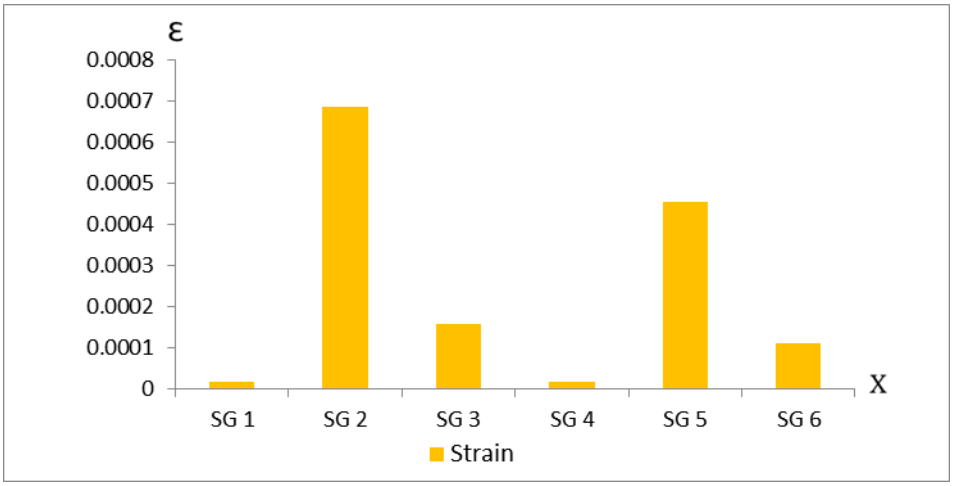


Gambar 9. Distribusi *stress* pada engsel dari struktur *frame* jemuran pada pembebanan 29,4 N.

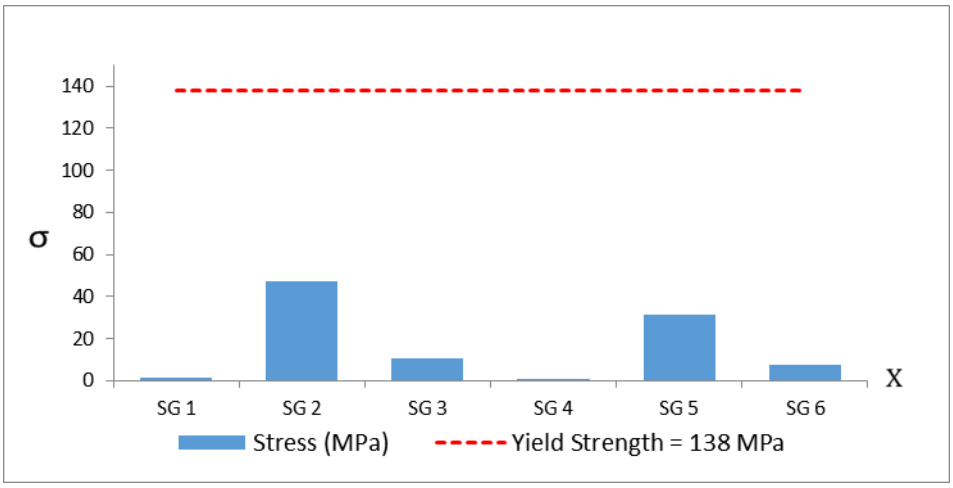
ISSN 2775-5630

Pembahasan Data II

Gambar 10 menjelaskan data tegangan-tengangan listrik yang terukur pada masing-masing sensor saat pembebanan 78,6 N. Masing-masing sensor menginformasikan kesetimbangan beban pada kedua sisi frame; informasi distribusi beban *right-hand side* and *left-hand side*. Kemudian data informasi tersebut terkonversi menjadi *stress* yang ditunjukkan pada gambar 11.



Gambar 10. Data informasi tegangan listrik dari masing-masing sensor pada pembebanan frame 78,6 N.



Gambar 11. Distribusi *stress* pada engsel dari struktur frame jemuran pada pembebanan 78,6 N.

KESIMPULAN

Dari pembacaan tengangan teknik pada strain gauge dapat disimpulkan bahwa tegangan-tegangan dapat diukur. Regangan teknik yang terjadi pada batang masih dibawah regangan dan tegangan ijin sehingga struktur *frame* jemuran aman terhadap tegangan teknik tanpa menyebabkan terjadinya deformasi.

DAFTAR PUSTAKA

[1]. Fahmi, R. Z. (2018). Penerapan Alat Pembaca Sensor Load Cell Pada Universal Testing Machine (Utm).
[2]. Gustomo, G., & Anis, S. (2020). Analisis kekuatan rangka bodi bus listrik MD12E Perseroan Terbatas Mobil Anak Bangsa dengan metode elemen hingga. JMEL: Journal of Mechanical Engineering Learning, 9(1).
[3]. Hendaryati, R. H., & Sewoyo, T. (2019). Design of Stress Measurement System using Arduino Uno Microcontroller.
[4]. Limbong, E. (2018). Pengontrol Tirai Jendela Menggunakan Sensor Bh1750 Berbasis Arduino Uno.

[5]. Mott, R. L. (2004). Machine elements in mechanical design. Pearson Educación.
[6]. Muhardi, M., Sari, W., & Irawan, Y. (2021). Prototype Jemuran Otomatis Menggunakan Sensor Raindrop Dan Sensor Ldr Berbasis Arduino Nano. Jurnal Ilmu Komputer, 10(2), 102–106. https://doi.org/10.33060/JIK/2021/Vol10.Iss2.222.
[7]. Popov, E., & Astamar, Z. (1984). Mekanika Teknik (terjemahan). Penerbit Erlangga, Jakarta.
[8]. Widyantoro, E. K. (2018). Pengaruh Variasi Temperatur Aging Pada Aluminium 6061 Terhadap Uji Impak, Kekerasan, Dan Struktur Mikro.
[9]. Zuhaimi, Z., & Husaini, H. (2006). Perilaku Retak Aluminium Paduan A6061-T6 pada Pembebanan Mixed Mode. Jurnal Teknik Mesin, 8(1), 26–32.
[10]. Sukendro B.S., Hery I., & Hanif F. Z. (2023). Simulasi Pembebanan Pada Rangka Mesin Fungsi Hybrid Pengupas Bijih Jagung Berbasis Elemen Hingga. J. Otopro Unesa, 17(2), 23-33.
[11].Muhammad D.F., & Sukendro S. (2023). Perancangan Economical Balance Dongkrak Ulir Elektrik Dwi Hasta. J. Otopro Unesa. 18(2), 67-71.