

# PENGUNAAN STRAIN GAUGE SEBAGAI KENDALI KURSI RODA

<sup>1</sup>Imelda U. V. Simanjuntak, <sup>2</sup>Agus D. Rochendi, <sup>3</sup>Lukman M. Silalahi, <sup>4</sup>Ketty S. Salamah

<sup>1,3,4</sup>Fakultas Teknik Elektro Universitas Mercu Buana, <sup>2</sup>Departemen Oseanografi

Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia

Jl. Meruya Selatan Kembangan Jakarta Barat 11650 DKI Jakarta

<sup>1</sup>imelda.simanjuntak@mercubuana.ac.id, <sup>2</sup>agus.dendi.rochendi@lipi.go.id,

<sup>3</sup>lukman.medriavin@mercubuana.ac.id, <sup>4</sup>kettysitisalamah@mercubuana.ac.id

## Abstrak

Perkembangan teknologi yang cukup pesat mendorong semua proses manual pada zaman sekarang ini menjadi proses otomatis. Tidak terkecuali dalam hal alat bantu berjalan seperti kursi roda. Oleh karena itu, penelitian merancang alat kursi roda elektrik cukup hangat untuk di bahas. Kursi roda elektrik yang pergerakannya dikontrol langsung oleh pengguna, menggabungkan perangkat keras dan perangkat lunak. Penelitian ini menggunakan motor penggerak yang sepenuhnya dikontrol oleh sensor strain gauge. Kemudian dipasang dengan tombol gerak pada jari pengguna kursi roda sebagai pengontrol utama. Beberapa parameter yang digunakan dalam menentukan tombol maju, mundur, kiri, kanan dan stop adalah nilai sensitivitas, linearitas, respon time, dan kalibrasi yang sesuai referensi ideal sensor. Hasil penelitian ini memberikan nilai hambatan rata – rata rentang 344.65 - 354.65 (ohm), Sensitivitas tegangan sebesar 0.0612 - 0.0617 (volt), sensitivitas tegangan terhadap indek tekuk dengan grafik yang linear, dan respon time tiap 1 (satu) detik didapatkan rata-rata perubahan voltase dari -0.0054 sampai dengan 0.3574 volt. Dan hasil ini merupakan nilai yang baik dalam rentang referensi sensor ideal. Sehingga dapat selanjutnya digunakan untuk nilai pemetaan jari-jari yang digunakan untuk mengontrol arah pada program mikrokontroler kursi roda dielektriknya.

**Kata Kunci:** kontrol, respon time, sensor, sensitivitas, strain gauge

## Abstract

The rapid development of technology has pushed all manual processes in today's era into automated processes. No exception in terms of walking aids such as wheelchairs. Therefore, research on the design of electric wheelchairs is hot enough to be discussed. An electric wheelchair whose movement is controlled directly by the user, combining hardware and software. This study uses a motor that is fully controlled by a strain gauge sensor. Then it is installed with the motion button on the wheelchair user's finger as the main controller. Some of the parameters used in determining the forward, backward, left, right and stop buttons are sensitivity, linearity, response time, and calibration values according to the ideal sensor reference. The results of this study provide an average resistance value of 344.65 - 354.65 (ohms), stress sensitivity of 0.0612 - 0.0617 (volts), stress sensitivity to bending index with a linear graph, and response time every 1 (one) second obtained the average voltage change from -0.0054 to 0.3574 volts. And this result is a good value in the ideal sensor reference range. So that it can then be used for mapping the radius value which is used to control the direction of the dielectric wheelchair microcontroller program.

**Keywords:** control, response time, sensitivity, sensor, strain gauge

## PENDAHULUAN

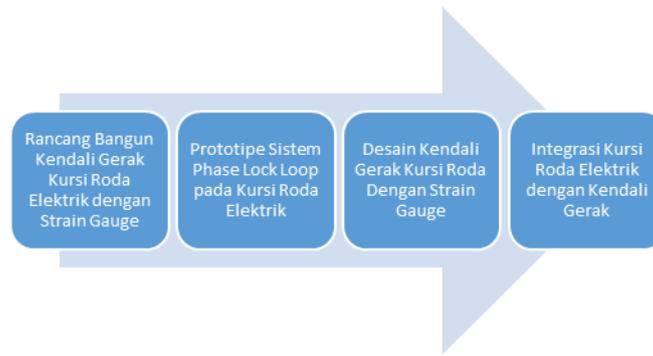
Pasien penyakit lumpuh membutuhkan kursi roda untuk memudahkan aktivitas sehari-hari. Selama ini penggunaan kursi roda dengan proses manual belum menjadi solusi terutama pada orang lumpuh pada kondisi berat. Menurut Pradita dkk. (2018) bahwa sektor kesehatan merupakan salah satu dari 10 (sepuluh) prioritas nasional. Inpres No. 6 tahun 2016. Tercatat kursi roda yang beredar didominasi oleh produk import dari China. Sampai bulan November 2018 teridentifikasi 9.935 standar dalam semua sektor, 189 SNI terkait alat kesehatan. Namun tidak ada yang diberlakukan secara wajib. Salah satunya SNI 09-4663-1998 tentang kursi roda yang telah berusia 20 tahun tanpa ada pembaruan[1]. Oleh karena itu, teknologi sensor ikut meramaikan pengembangan penelitian kontrol kursi roda otomatis pada jari tangan manusia. Dengan cara menggerakkan salah satu anggota badan (tangan) dipasang sensor strain gauge dan di sambungkan dengan mekanik motor elektrik yang terdapat kursi roda.

*Strain gauge* adalah pita tipis konduktor yang akan naik tahanan listriknya bila meregang (positive strain/ tension stress) dan turun bila mengerut (negative strain/ compressive stress)[2]. Strain gauge adalah sensor strain yang mengubah regangan menjadi hambatan kemudian dengan rangkaian Jembatan Wheatstone dikonversi menjadi Tegangan namun karena tegangan yang dihasilkan sangatlah kecil (skala mili Volt)

dibutuhkan rangkaian Penguat sehingga sensor strain gauge dapat menjadi actuator. Untuk mendukung pembaharuan produk dalam negeri dengan harga terjangkau, penelitian ini merancang kursi roda elektrik dengan kontrol gerakan tubuh menggunakan strain gauge. Sensor tubuh ditemukan memiliki fungsi yang sangat baik dalam membantu postur dan rehabilitasi pengguna[3].

Beberapa penelitian serupa juga dilakukan oleh Naresh dkk. (2019) mendesain kursi roda bentuk *joystick* kecil, dan menguraikan gerakan untuk roda bergerak ke arah yang diinginkan[4]. Akan tetapi memiliki kelemahan untuk penderita yang tidak memiliki tenaga kuat dalam menggerakkan *joystick*. Kemudian Mohammad U. dkk. (2015) mendesain kendali kursi roda dengan gerakan mata yang terdeteksi oleh kamera, kemudian ditangkap oleh sinyal yang disebut sinyal electro oculo graphic (EOG). Sinyal EOG diproses dan dihubungkan dengan mikrokontroller secara seri untuk mengendalikan gerakan kursi roda. Komunikasi serial antara matlab script dan mikrokontroler dilakukan melalui port rs232. LCD dapat ditempatkan di papan sirkuit untuk menampilkan response gerak sesuai dengan gerakan retina[5].

Akmeliawati R. dkk. (2011) mendesain kontrol kursi roda menggunakan sarung tangan. Mikrokontroler arduino yang dihubungkan secara seri dengan rangkaian sensor ke setiap jari pada sarung tangan sebagai kendali gerak yang terhubung ke langsung rangkaian penggerak roda di bawah kursi[6].



Gambar 1. Research road map

Berdasarkan penjelasan singkat beberapa penelitian serupa di atas, penelitian ini juga menawarkan pengendali roda menggunakan sensor *strain gauge* sebagai pilihan baru untuk menggerakkan jari tangan pengguna kursi untuk mengendalikan operasi gerak ke depan, belakang, kiri, kanan dan diam/rem melalui pengukuran nilai hambatan, respon time minimum, sensitivitas, dan linieritas untuk setiap sensornya. Sehingga pengguna kursi roda tidak membutuhkan waktu dan tenaga yang lama untuk fleksibilitas geraknya. Dengan sensor tersebut diharapkan lebih efisien, sehingga tidak banyak komponen yang dipakai dan mudah dalam penggunaan perancangannya.

## METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penyelesaian penelitian ini adalah :

### a. Studi Literatur

Tahap pertama dilakukan studi literatur dengan mencari referensi yang relevan dengan objek penelitian dari sumber informasi yaitu buku, hasil penelitian atau

jurnal, catatan data dan sumber-sumber informasi lainnya.

### b. Observasi

Tahap dilakukan teknik pengumpulan sumber data primer dan data sekunder yang berupa angka, tulisan, gambar atau grafik melalui pengamatan, kajian pustaka dan ditunjang melalui sumber-sumber lain dari internet terhadap obyek penelitian yang berkompeten.

### c. Studi Pustaka

Penentuan parameter, metode dan teori pendukung, dan teknik pengukuran yang diperoleh dari buku, ebook, paper, maupun data online di internet.

### d. Diskusi

Dilakukan juga diskusi dengan partner peneliti yang berkompeten penelitiannya di bidang sensor mengenai pemecahan masalah atau solusi, kajian teori penunjang, pengukuran, implementasi perancangan dan perbaikannya.

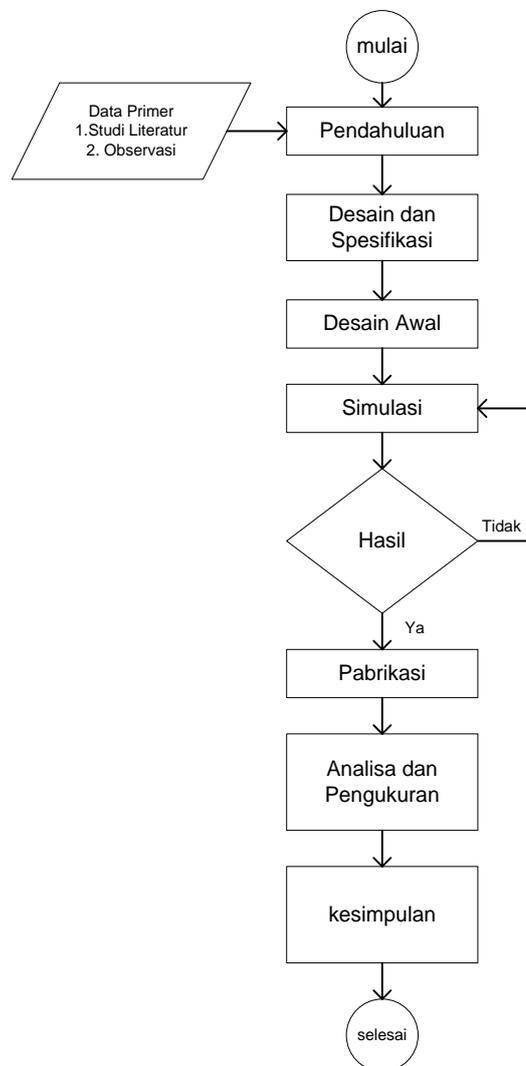
### e. Perancangan

Selanjutnya tahap perancangan dengan mendesain blok diagram kontrol strain gauge dengan integrasi jembatan wheatstone, op-amp dan alat pengukuran tekuknya.

f. Tahap Pengukuran, analisa dan Kesimpulan

Tahap akhirnya adalah dilakukan pengukuran respon hambatan tiap strain gauge setelah di integrasikan dengan jembatan wheatstone dan op-amp. Analisa dan kesimpulan dilakukan melalui pengukuran sensitivitas, kualitas dan reliabilitas jaringan, serta unjuk kerja sistem secara keseluruhan.

Diagram alir metode penelitian ini



Gambar 2. Diagram alir penelitian

adalah secara berurut tertuang pada gambar 2 (dua) dibawah ini.

Pada Gambar 2 ditunjukkan diagram alir sistem yang menjelaskan metode penelitian tentang alur kerja kontrol sensor gerak yang akan di petakan di program mikrokontollernya. Sensor kendali membaca tekanan yang masuk ke setiap *strain gauge* sebagai perintah untuk kendali geraknya.

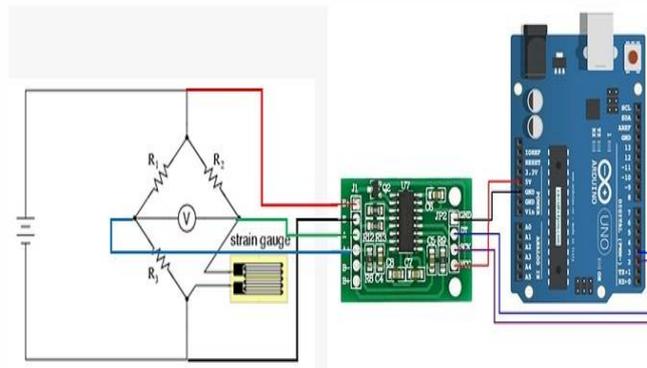
### Diagram Blok Kontrol

Hasil nilai sensor sangat kecil sehingga diperlukan penguat yaitu modul op-amp HX711. Definisi HX711 adalah modul timbangan dengan mengkonversi nilai perubahan yang terukur dari hambatan ke dalam besaran tegangan[7]. Kemudian diproses disesuaikan dengan pengelompokan motornya ke roda. Melalui perubahan hambatan pada setiap strain gauge pada saat tertekan menjadi acuan untuk membuat kendali gerak kursi roda.

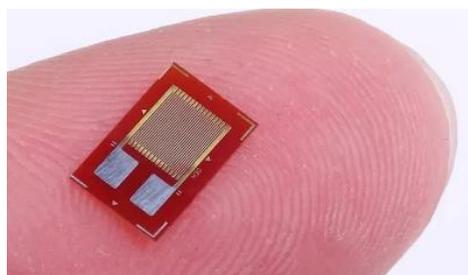
Perangkat keras yang terdapat pada Gambar 3 adalah strain gauge dengan formasi jembatan wheatstone. Diintegrasikan dengan Op-amp *strain gauge* HX711 sebagai penguat agar keluaran nilai hambatan yang dikeluarkan dapat terbaca di alat ukur. Hal ini karena hasil

keluaran hambatan dari strain gauge sangatlah kecil. Berikut penjelasan komponen perangkat keras yang digunakan, yaitu :

- 1) BF350 Pressure Sensor Timbangan Resistance *Strain Gauge* High Precision yang ditunjukkan pada Gambar 4 adalah komponen elektronika yang dipakai untuk mengukur tekanan (deformasi atau strain). Perubahan tahanan listrik yang terjadi akibat perbedaan tekanan dimasukkan ke dalam rangkaian Jembatan Wheatstone[8]. Sensor ini biasa digunakan di timbangan kecil / timbangan emas. Bisa sistem single cell (misal dengan op amp LM358) atau sistem Full Bridge dengan op-amp HX711. Untuk formasi full bridge di butuhkan minimal 4 (empat) buah.



Gambar 3. Blok diagram komponen kendali gerak strain gauge



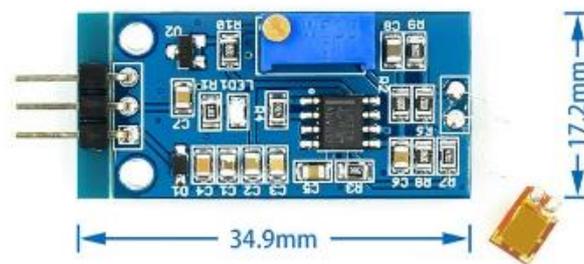
Gambar 4. *strain gauge* BF350

- 2) *Strain Gauge* Bending Sensor Module Y3 Weighing Amplifier Module VER 2 yang ditunjukkan pada Gambar 5 adalah modul driver untuk om-amp HX711.
- 3) HX711 Dual-Channel Weighing Sensor Dedicated AD Module AI99 yang ditunjukkan Gambar 6 adalah modul timbangan, yang memiliki prinsip kerja

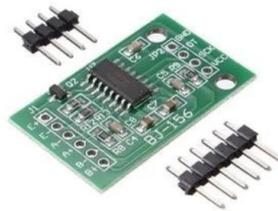
mengkonversi perubahan yang terukur dalam perubahan resistansi dan mengkonversinya ke dalam besaran tegangan.

### Desain Diagram Skematik

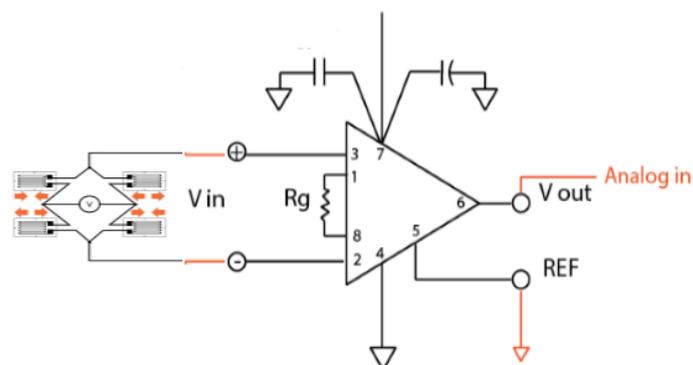
Perancangan merupakan rangkaian kegiatan untuk menciptakan prototype yang akan dirancang.



Gambar 5. modul driver strain gauge



Gambar 6. Op-amp *strain gauge* HX711



Gambar 7. Diagram skematik perancangan

Diagram skematik pada Gambar 7 diatas berisikan 4 (empat) buah strain gauge dalam formasi jembatan wheatstone yang di integrasikan dengan modul op-amp dan modul drivernya. Dalam pemakaian praktis, perubahan resistansi strain gauge jarang diukur, namun lebih kepada pengukuran efek perubahannya pada besaran fisik yang ingin diukur. Prinsip kerja pengukuran gaya seperti di atas dapat diukur dengan memakai jembatan Wheatstone[9]. Jika rangkaian jembatan Wheatstone diberi beban, maka nilai R pada rangkaian akan berubah tidak dalam kondisi yang seimbang dan membuat beda potensial[10]. Kemudian dihubungkan dengan modul HX711. Prinsip kerja dari HX711 adalah mengkonversi perubahan yang terukur dalam perubahan resistansi dan mengkonversinya ke dalam besaran tegangan melalui rangkaian yang ada. Strain gauge memerlukan arus atau tegangan eksitasi dan rentan terhadap suhu drift, regangan, dan aksial regangan lentur, hal ini dapat memberikan pembacaan palsu jika tanpa menggunakan tambahan strain gauge resistif[11].

#### **Tahap pengukuran strain gauge**

Sesuai teori Sharon and William (1982) bahwa karakteristik sensor yang baik adalah yang memiliki sensitivitas, linearitas, respon time, dan kalibrasi yang sesuai referensi. Oleh karena itu, tahap paramater uji yang dilakukan adalah untuk mencari nilai

hambatan (R) di setiap *strain gauge* dalam 3 kali pengambilan data.

Tahap 1 : Pengambilan data nilai hambatan *strain gauge*.

Tahap 2 : Pengambilan data nilai sensitivitas *strain gauge*.

Masing-masing percobaan di lakukan sebanyak 100 x percobaan dengan perubahan indeks tekuk sebesar 0,01 mm

Tahap 3 : Pengukuran sensitifitas sensor dimaksudkan untuk mendapatkan nilai optimal dari sensing sensor terhadap obyek. Hasil sensitivitasnya apakah menunjukkan grafik linearitas atau tidak[12].

Tahap 4 : Pengambilan data nilai *respon time* setiap 1 detik terhadap voltase yang dihasilkan

Kesemua pengukuran di atas digunakan sebagai bahan analisa uji kelayakan bahwa dengan komponen sederhana dan terjangkau, teknologi ini bisa digunakan untuk teknologi serupa untuk kebutuhan otomasi kendali gerak kursi roda menggunakan strain gauge. Adapun skenario pengukurannya ialah melihat besaran voltase yang dihasilkan sesuai perubahan indeks tekuk yang di lakukan untuk memastikan bahwa telah berjalan sesuai dengan yang diinginkan.

### **Pengukuran Strain Gauge full bridge**

Pengukuran strain gauge untuk ke empat parameter yang diuji seperti pada Gambar 8 adalah sebagai berikut:

Pada Gambar 9, kemudian diletakkan di pcb pengukuran yang terhubung ke jarum display hasil pengukuran dan alat uji tekuk

strain gauge.

Setelah mendapat respon tekuk di dapatkan dan nilainya yang kecil di berikan penguatan agar nilai yang muncul di layar pengukuran berupa jarum bisa bergerak dan terbaca nilainya (Gambar 10), sebagai berikut:



Gambar 8. Strain gauge dihubungkan dengan modul hx711 dengan prinsip jembatan wheatsone



Gambar 9. Input berubah respon tekuk yang diberikan pada strain gauge, kemudian diukur pada alat tekuk



Gambar 10. Hasil pengukuran terlihat pada jarum ukur di atas

Pada Gambar 8,9,dan 10 di atas terlihat proses pengukuran strain gauge dengan prinsip jembatan wheatstone, pengukuran yang di lakukan terhadap ke lima strain gauge untuk mendapatkan nilai respon pada 4 (empat) parameter yaitu nilai hambatan, sensitivitas, linearitas dan respon time rata-rata. Pengukuran sebanyak dilakukan 100 (seratus) kali, untuk mendapatkan rata-rata yang bisa dikatakan mewakili.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

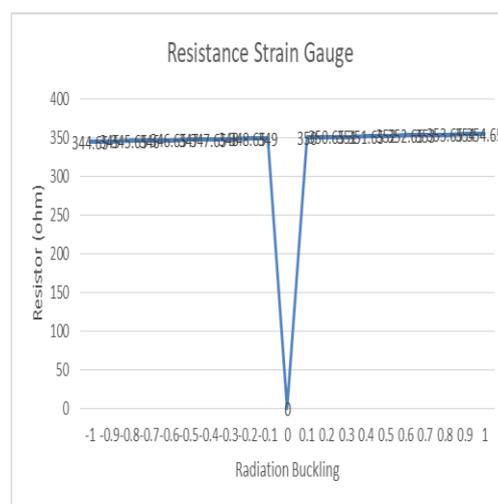
### Pengukuran Hambatan Setiap Strain Gauge

Pengukuran perubahan hambatan yang dihasilkan sangat kecil. Oleh karena itu, untuk pengukuran strain sebuah jembatan wheatstone untuk mengkonversi perubahan impedansi menjadi perubahan tegangan, terutama untuk fraksi perubahan yang kecil. Keluarannya dapat dibuat berubah di sekitar

nol, sehingga penguatan dapat digunakan untuk memperbesar level sinyal (guna meningkatkan sensitivitas terhadap perubahan impedansi).

Hambatan yang terjadi berbanding lurus dengan regangan induksi beban. Gaya yang dihasilkan pada tahap uji menunjukkan fakta bahwasanya resistansi dari perubahan yang terjadi pada kawat logam strain gauge berfungsi untuk menunjukkan nilai tegangan apakah meningkat menurun dengan adanya gaya. Sehingga setiap strain gauge nya bisa di pisahkan berdasarkan hambatan yang menjadi ciri khas nya untuk membedakan nilai kendali kiri, kanan, atas, bawah dan rem (berhenti).

Dari grafik hasil pengukuran yang terlihat pada Gambar 11 di dapatkan nilai radius tekuk dari -1 (minus satu) sampai dengan 1 (positif satu) dengan dan nilai hambatan terukur dari 344.65 - 354.65 (ohm). Dari kelima strain gauge, di dapatkan hasil pengukuran hambatan rata –rata dengan sebagai berikut.



Gambar 11. Grafik hasil pengukuran hambatan pada strain gauge

Tabel 1. Pengukuran hambatan berdasarkan radius tekuk

Radius Press	Resistor (Ohm)
-1	344.65
-0.8	345.65
-0.6	346.65
-0.4	347.65
-0.2	348.65
0	349.65
0.2	350.65
0.4	351.65
0.6	352.65
0.8	353.65
1	354.65

Berdasarkan hasil pengukuran di atas di dapatkan rata-rata hambatan dari 344,65 sampai 354,65 ohm yang selanjutnya dijadikan parameter penentuan gerak gaya yang di inginkan untuk kelima strain gauge.yang di ukur pada pemrograman kalibrasinya.

### Pengukuran Sensitivitas

Penelitian tegangan dengan metode Strain gage dilakukan Asep Saefurrohman (2007) pada plat dimana sensitivitas tegangan tergantung letak beban, Erinofiardi (2007) . Menguji koefisien gesek material rem dengan strain gage serta Abdullah M (2010) menguji tegangan pada batang selindris menggunakan strain gage Rossette Delta[13].

Dengan teori pendukung diatas, pengukuran sensitivitas tegangan pada strain gauge menunjukkan posisi beban, oleh karena itu pengukuran selanjutnya adalah menguji sensitivitas tegangannya pada radius tekuk. Hasil pengukuran sensitivitas terhadap radius tekuk yang terlihat pada gambar 12 dibawah ini, yang menunjukkan bahwa semakin besar

radius tekuk atau input tekanan pada strain gauge juga semakin sensitif. Sehingga dari nilai-nilai yang di dihasilkan kita bisa menyimpulkan bahwa sesitivitasnya bekerja dengan tegangan sebesar 0.0612 - 0.0617 (volt). Dengan raduis tekuk sebesar -1 sampai dengan 1.

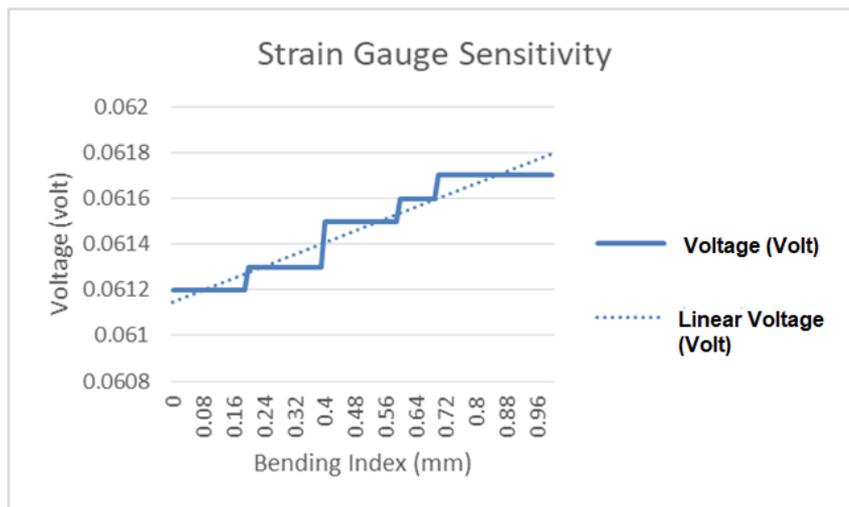
Grafik pada Gambar 12 menunjukkan bahwa dengan bertambahnya voltase atau bertambahnya gaya tekan pada radius tekuk memberikan rekaman nilai tegangan keluaran jembatan Weatstone yang juga bertambah besar tingkat konfiden sebesar  $R^2 = 0,9995$  hal ini berarti keyakinan terhadap persamaan tersebut sebesar 0,9995 % atau dengan kata lain tingkat kesalahan dari persamaan tersebut adalah hanya sebesar 0,05 % saja. Grafik diatas juga menunjukan bahwa tingkat sensitifitas pembacaan dari peralatan pengukuran tegangan terhadap radius tekuk strain gauge cukup besar yaitu sebesar 0,01 V/mm. Hal ini menunjukkan bahwa setiap radius tekuk 0,01 mm perubahan tegangan sebesar 0,0612 V. Apabila dari hasil

pengukuran diketahui tegangan keluaran sensor naik untuk setiap 0.001V/mm, maka sensor telah bekerja dengan baik[14].

Selanjutnya, data inilah yang akan dimasukkan ke dalam program sebagai kalibrasi untuk mengukur tegangan eksperimental dalam perancangan peralatan pengukur tegangan untuk menunjukkan bahwa tingkat sensitifitas strain gauge untuk setiap perubahan voltase keluaran jembatan Wheatstone sebesar.

Pada Tabel 2 di dapatkan hasil perubahan dari sentifitas tegangan dengan percobaan 1-20 dan indeks tekuk 0 – 0,9 mm

didapatkan besaran tegangans sebesar 0,0612 volt. Percobaan selanjutnya dengan indeks tekuk 0,2 – 0,39 mm dan besaran tegangan 0,0613 volt. Percobaan 41-60 dengan indeks tekuk sebesar 0,4 – 0,59 mm didapatkan tegangan sebesar 0,0615 volt. Percobaan 61-70 dengan indeks tekuk 0.6 – 0.69 mm besaran tegangan 0,0616 volt. Terakhir percobaan ke 71-100 dengan indeks tekuk 0,7-1 mm didapatkan besaran tegangan sebesar 0,0617 volt. Hasil sensitivitas pada percobaan di atas menunjukkan hasil yang cukup linier (bagus).



Gambar 12. Sensitivitas tegangan terhadap radius tekuk strain gauge

Tabel 2. Sensitivitas tegangan terhadap radius tekuk strain gauge

No	Indeks Tekuk	Tegangan (Volt)
1 – 20	0-0.19	0.0612
21 – 40	0.2-0.39	0.0613
41 – 60	0.4-0.59	0.0615
61 – 70	0.6-0.69	0.0616
71 - 100	0.7-0.9	0.0617

### Pengukuran Linearitas

Sensitivitas menunjukkan seberapa jauh kepekaan sensor terhadap kuantitas yang diukur dengan “satu volt per derajat”, yang berarti perubahan indeks tekuk satu mm (milimeter) pada masukan akan menghasilkan perubahan beda potensial beberapa volt pada keluarannya. Apabila tanggapannya linier, maka sensitivitasnya juga akan sama untuk jangkauan pengukuran keseluruhan.

Linearitas dalam hal ini dimaksudkan hubungan antara besaran input yang dideteksi menghasilkan besaran output dengan hubungan berbanding lurus dan dapat digambarkan secara grafik membentuk garis lurus. Biasanya dapat diketahui secara tepat bagaimana perubahan keluaran dibandingkan dengan masukannya berupa sebuah grafik. Oleh karena itu pada pengukuran ketiga yaitu linearitas. Didapatkan nilai sensitifitas antara indeks tekuk dan besaran voltase yang keluar dari strain gauge yang diberi beban.

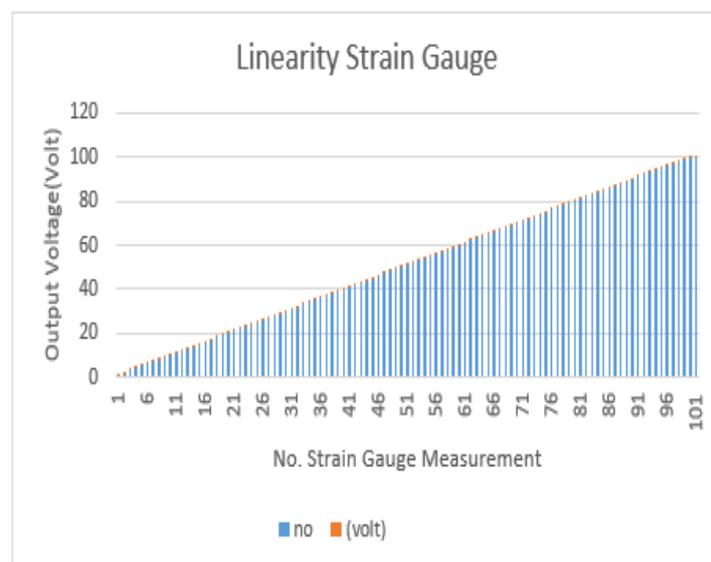
Pada Gambar 13 berikut ditunjukkan linearitas hasil pengukurannya.

Semakin linearitas respon strain gauge, maka penggunaannya tidak membutuhkan tenaga yang lebih besar untuk memberikan perintah kecepatan pada setiap strain gauge nya, apabila ingin mempercepat jalannya kendali roda.

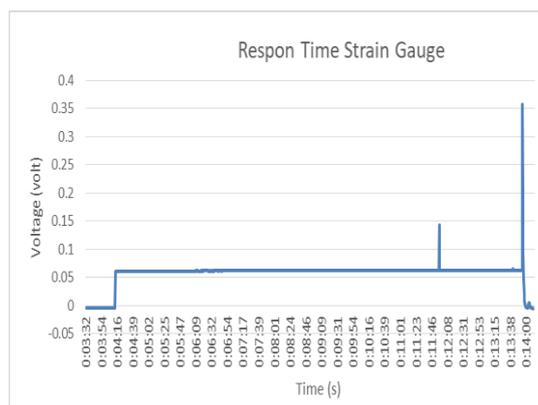
### Pengukuran Respon Time

Persyaratan yang sering digunakan untuk menguji kelayakan system strain gage untuk aplikasi tertentu dimana konstanta kalibrasi strain gage harus stabil, artinya tidak berubah terhadap waktu dan faktor lingkungan lain. Ketelitian pengukuran voltase strain gage harus cukup cepat untuk bisa mengindera indeks tekuk dan voltase yang dibutuhkan. Sistem strain gage harus mudah dipasang dan dioperasikan.

Pada pengukuran parameter “respon time” strain gage dapat dilihat pad Gambar 14 di bawah ini:



Gambar 13. Sensitivitas tegangan terhadap radius tekuk strain gauge



Gambar 14. Grafik respon time tegangan terhadap radius tekuk strain gauge

Pengukuran pertama kali di lakukan pada jam 12:03:32 AM sampai dengan 12:14:10 AM dengan banyaknya percobaan sebanyak 1082 dengan perubahan waktu sebesar 1 detik, didapatkan rata-rata perubahan voltas dari -0.0054 sampai dengan 0.3574 volt. Karena data pengukuran begitu banyak, secara garis besar dapat kita lihat pada gambar 14 rata-rata respon time berada si 0.05 volt. Pada menit ke 11 (sebelas) dan 14 (empat belas) terdapat perbedaan nilai respon time yang signifikan dibandingkan yang lainnya, bisa di”ignore” sebagai kecacatan pada saat pengukuran. Jadi setiap 1 detik di set sebagai respon time minimum untuk mencapai nilai 0,05 volt.

### Analisis

Sesuai dengan judul penelitian ini yaitu penggunaan strain gauge pada aplikasi pengendali kursi roda, maka percobaan hanya sampai pada nilai kalibrasi yang bisa disetting pada sistem pemrograman selanjutnya. Angka-angka hasil pengukuran yang selanjutnya diolah pada sistem mikrokontroler

untuk digunakan sebagai parameter kendali gerak roda pada kursi roda.

Strain gauge pada rangkaian Jembatan Wheatstone dikonversi menjadi tegangan namun karena tegangan yang dihasilkan sangatlah kecil (skala mili Volt) dibutuhkan rangkaian Penguat sehingga sensor strain gauge dapat menjadi actuator. Penguatan berkurang karena terkena pengaruh dari ketidak idealan op-amp. Perhitungan berbeda dengan hasil pengukuran disebabkan karena toleransi resistor dan perubahan nilai resistor karena pengaruh panas pada saat disolder. Untuk memperoleh tegangan output 5V maka diperlukan penguatan sebesar 877 kali. Kemudian untuk dilakukan uji parameter yaitu besaran hambatan, sensitivitas, linearitas dan respon time pengaruh beban atau indeks tekuk terhadap keluanran voltasenya. Dengan indeks tekuk dari -1 (minus satu) sampai dengan 1 (positif satu) dengan perubahan sebesar 0,01 mm.

Pada pengukuran pertama didapatkan hasil nilai hambatan terukur dari 344.65 - 354.65 (ohm). Hal ini berarti hambatan

minimum sebesar dari 344.65 ohm dan maksimum 354.65 ohm berbanding lurus dengan regangan induksi beban gaya. Gaya yang dihasilkan berfungsi untuk menunjukkan nilai tegangannya yang bisa di pisahkan atau di kuantisasi untuk membedakan nilai kendali kiri, kanan, atas, bawah dan rem (berhenti) pada syntax pemrograman di mikro-kontrolernya.

Selanjutnya pengukuran sensitivitas yang bertujuan untuk menunjukan seberapa jauh kepekaan sensor terhadap kuantitas yang diukur, semakin tinggi sensitivitas maka semakin bagus kepekaannya terhadap respon beban/gayanya yang di berikan oleh pengguna. Hasil pengukuran sensitivitas terhadap radius tekuk yang terlihat pada gambar 12 diatas menunjukkan bahwa semakin besar radius tekuk atau input tekanan pada strain gauge juga semakin sensitif. Besar sensitivitas rata-rata pada strain gauge yaitu pada tegangan 0.0612 - 0.0617 (volt). Hasilnya bagus sesuai dengan yang diharapkan. Pengukuran sensitivitas ini dilakukan dengan perubahan indeks tekuk sebesar 0,01 mm sebanyak 100 (seratus) kali percobaan.

Linearitas adalah hubungan antara besaran input yang dideteksi menghasilkan besaran output dengan hubungan berbanding lurus dan dapat digambarkan secara grafik membentuk garis lurus. Besar sensitivitas rata-rata pada strain gauge yaitu pada tegangan 0.0612 - 0.0617 (volt) pada indeks tekuk sebesar -1 sampai dengan 1 dengan perubahan indeks tekuk sebesar 0,01

sebanyak 100 (seratus) kali percobaan di dapatkan grafik yang linear.

Tanggapan waktu (respon time) pada sensor menunjukkan seberapa cepat tanggapannya terhadap perubahan masukan. Pada percobaan keempat dilakukan pengukuran respon time dan keluaran voltasenya. Pada jam 12:03:32 AM sampai dengan 12:14:10 AM dengan banyaknya percobaan sebanyak 1082 dengan perubahan waktu sebesar 1 detik, didapatkan rata-rata perubahan voltase dari -0.0054 sampai dengan 0.3574 volt. Secara garis besar dapat kita lihat pada gambar 14 rata-rata respon time berada si 0.05 volt. Pada menit ke 11 (sebelas) dan 14 (empat belas) terdapat perbedaan nilai respon time yang signifikan dibandingkan yang lainnya, bisa di"ignore" sebagai kecacatan pada saat pengukuran. Jadi setiap 1 detik di set sebagai respon time minimum untuk mencapai nilai 0,05 volt. Analisa sementara, hasil pengukuran keempat paramater, cukup memberikan nilai yang bagus untuk di persiapkan selanjutnya dalam pemrograman kontrol kendali kursi roda.

## **SIMPULAN DAN SARAN**

Berdasarkan hasil pengukuran indeks tekuk dari -1 (minus satu) sampai dengan 1 (positif satu) dengan perubahan sebesar 0,01 dengan percobaan sebanyak 100 (seratus) kali percobaan didapatkan kesimpulan nilai hambatan rata – rata rentang 344.65 - 354.65 (ohm), Sensitivitas tegangan sebesar 0.0612 -

0.0617 (volt). Nilai sensitivitas tegangan terhadap indek tekuk dengan grafik yang linear. Dengan nilai linear menunjukkan bahwa strain gauge yang di gunakan sudah cukup memberikan hasil yang bagus, sehingga tidak macet saat digunakan. Nilai respon time tiap 1 (satu) detik didapatkan rata-rata perubahan voltase dari -0.0054 sampai dengan 0.3574 volt.

Berdasarkan hasil pengukuran strain gauge pada percobaan yang telah di lakukan diatas, dapat disimpulkan bahwa prototype yang telah dirancang dapat diaplikasikan dan memberik nilai yang baik dalam rentang referensi ideal sensor. Selanjutnya dipetakan dalam program mikrokontoller (perangkat lunak) yang akan dikonversi ke fungsi arah kontrol kursi roda dielektrik sebagai aplikasi kontrol jari pada pengguna kursi roda itu sendiri.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Ayundyahrini, F. Fahma, W. Soetopo, and E. Pujiyanto, “Analisis Kebutuhan Teknis Stakeholder Pada Produk Kursi Roda Manual Menggunakan Zachman Framework,” 2018, doi: 10.23917/jiti.v18i1.7771.
- [2] F. A. Rahman, J. R. Simanjuntak, dan E. Simanjuntak, “Sistem Otomatisasi Pengisian Beras dan Air pada Penanak Nasi Berbasis Internet of Things,” J. EECCIS, vol. 14, no. 2, hal. 68–72, 2020.
- [3] M. H. Iqbal, A. Aydin, O. Brunckhorst, P. Dasgupta, and K. Ahmed, “A review of wearable technology in medicine,” vol. 109, no. 10, pp. 372–380, 2016, doi: 10.1177/0141076816663560.
- [4] S. Naresh, R. Arunkumar, I. Suriya, and T. Vinodh, “Design Of Powered Wheelchair For A Differently Abled Person,” Proceeding of International Conference on Systems Computation Automation and Networking 2019 IEEE Int. Conf. Syst. Comput. Autom. Netw., pp. 1–13, 2019.
- [5] U. Mohammad, “Design of a Low cost DIY moving wheelchair using ATmega1284P based on Retina movement for the Persons disabled with Quadrip,” pp. 3–6, 2015.
- [6] R. Akmeliawati, F. S. B. Tis, and U. J. Wani, “Design and Development of a Hand-glove Controlled Wheel Chair,” no. May, pp. 17–19, 2011.
- [7] P. M. N. Manege, E. K. Allo, dan J. T. Elektro-ft, “Rancang Bangun Timbangan Digital Dengan Kapasitas 20Kg Berbasis Microcontroller,” vol. 6, no. 1, hal. 57–62, 2017.
- [8] R. H. Hendaryati, T. Sewoyo, dan A. Malik, “Design of Stress Measurement System using Arduino

- Uno Microcontroller,” hal. 9–10, 2019.
- [9] D. N. Bagenda, “Timbangan menggunakan Strain Gauge Rangkaian Full Bridge dengan IC HX711,” *J. Komput. BISNIS - LPKIA*, vol. 11, no. 1, hal. 1–7, 2018.
- [10] J. R. Ferry Oliver Sinaga, Khairul Amdani, “EINSTEIN (e-Journal),” *EINSTEIN (e-Journal)*, hal. 15–21, 2019.
- [11] R. Syam, *Dasar Dasar Teknik Sensor*. Makassar: Fakultas Teknik Mesin Universitas Hasanuddin, 2013.
- [12] A. Saputra, A. Wahyu, and F. Rahman, “Sistem Koreksi Otomatis Pada Mesin Packaging Dengan *Pengendali Plc*”, ISSN : 2086 - 9479 *Jurnal Teknologi Elektro* , Universitas Mercu Buana,” vol. 8, no. 1, pp. 54–57, 2017.
- [13] J. T. Mesin, F. Teknik, and U. Tadulako, “Penggunaan Strain Ga Ge ( Load Cell ) Untuk Analisa,” vol. 2, no. 1, pp. 138–146, 2011.
- [14] Gunardhi, Y. “Jurnal Teknologi Elektro, Universitas Mercu ISSN : 2086 - 9479 “Perancangan Kontrol Otomatis Temperatur Rumah Kaca Berbasis Mikrokontroller At89s51,” vol. 4, no. 3, pp. 122–130, 2013.