

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.2 tegangan MCP4725 100 mV/ detik	21
Grafik 4.5 percobaan beberapa resistor uji	25
<u>Grafik 4.6 percobaan 1 M Ω</u>	25
<u>Grafik data summing U1</u>	32
<u>Grafik data inverting U2</u>	25
<u>Grafik data buffer U3</u>	325

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Elektro kimia merupakan bagian dari penelitian kimia yang mencakup analisis perkembangan penelitian pada elektroda baterai, perkembangan penelitian super kapasitor, korosi dan masih banyak lagi, ada banyak Teknik penelitian elektroanalitik pada elektrokimia yang dikembangkan hingga sekarang salah satunya potensiostat, pada saat awal pengembangan potensiostat rangkaian yang digunakan adalah rangkaian pembagi tegangan yang dihubungkan dengan baterai secara seri, tetapi pada percobaan penelitian elektrokimia tersebut masih belum efektif karena arus yang mengalir melalui sel dapat menyebabkan penurunan potensial dan menyebabkan kesalahan yang cukup besar walaupun pada arus yang rendah [1], kemudian pada beberapa perancangan potensiostat saat ini memiliki keterbatasan dalam rentang pengukuran, sehingga banyak yang membuat potensiostat dengan berbagai inovasi untuk mengembangkan alat potensiostat.

Potensiostat yang dibuat saat ini kebanyakan hanya menggunakan potensiostatnya dengan mengatur tegangan masukan untuk mengatur arus, kemudian untuk resistor pada *transimpedance* kebanyakan menggunakan resistor tetap yang nilainya tinggi agar dapat membaca arus yang sangat kecil, dan juga komponen yang digunakan adalah komponen khusus yang memiliki sensitivitas tinggi atau ada juga yang langsung menggunakan module potensiostat yang dijual dipasaran kemudian dibuatkan aplikasi untuk pembacaan nya [2].

Potensiostat modern memiliki keunggulan yaitu dapat mengukur arus yang sangat rendah hingga micro ampere dan memiliki perangkat yang berukuran sangat kecil seukuran saku tetapi memiliki harga yang sangat tinggi. Potensiostat ini dirancang agar kita mengetahui isi dari potensiostat komersial yang hanya dapat dibeli tetapi tidak dapat terlihat rangkaian dan komponen yang digunakan. Potensiostat komersial sering juga disebut 'black box' seperti yang dicatat Bard dan Faulkner [3]. Karena terbatasnya informasi mengenai potensiostat tersebut, terdapat masalah mengenai hak cipta yang dapat membatasi pengembangan penelitian dalam bidang teknik instrumentasi

Pada pembuatan potensiostat yang penulis buat berdasarkan literasi yang dibahas sebelumnya maka penulis membuat inovasi pada potensiostat agar dapat mengukur rentang arus secara

otomatis maka digunakan lah komponen yang Bernama digital potensiometer yang berfungsi untuk merubah nilai penguatan pada rangkaian *transimpedance* untuk merubah rentang pengukuran arus yang terukur oleh potensiostat secara otomatis, kemudian digunakan juga komponen op amp lmp7702 yang memiliki tingkat sensitivitas arus yang cukup tinggi, dan untuk menampilkan data grafik serta penyimpanan data yang terbaca oleh potensiostat maka penulis juga membuat Graphical User Interface (GUI).

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini, yaitu :

1. Membangun alat potensiostat dengan penguatan tegangan otomatis
2. sistem arus pembacaan dapat dibaca oleh ADC
3. Sistem *transimpedance* pada potensiostat dengan menggunakan digipot

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini, yaitu:

1. Membangun alat potensiostat dengan penguatan tegangan otomatis.
2. membangun sistem pengukuran arus pada potensiostat agar terbaca oleh ADC.
3. Membuat sistem *transimpedance* pada potensiostat.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini, yaitu :

1. Berfokus terhadap pengendalian penguatan *transimpedance* pada potensiostat
2. penggunaan *op-amp low bias current* yang memiliki power supply 5 V.
3. Perancangan potensiostat dengan menggunakan salah satu tes pemodelan elektroda yaitu dengan menggunakan komponen resistor.
4. Penggunaan metode cyclic voltammetry pada potensiostat yang menggunakan resistor uji.
5. Hasil dari pengukuran arus yang terukur oleh potensiostat

1.5 Metode Penelitian

Beberapa metode yang akan dilakukan diantara nya sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Studi literature dilakukan untuk mempelajari dan mengumpulkan informasi yang berkaitan dengan penelitian tugas akhir, seperti jurnal, *paper*, buku dan sumber lainnya yang berkaitan dengan penelitian.

2. Perancangan

Perancangan sistem dilakukan ketika sudah memahami teori-teori yang berkaitan dengan penelitian, agar sistem yang dibuat dapat menghasilkan *output* yang baik.

3. Simulasi

Simulasi dilakukan setelah merancang sistem sehingga didapatkan nilai komponen yang sesuai.

4. Pengambilan Data dan Analisis

Pada tahap ini data dapat diperoleh dari simulasi yang telah dilakukan, lalu data yang diperoleh di analisis daya keluarannya.

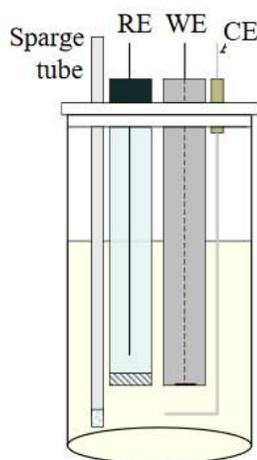
5. Kesimpulan

Kesimpulan diperoleh ketika sudah melakukan pengambilan data dan analisis, sehingga mengetahui kekurangan dan kelebihan dari penelitian ini.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Elektrokimia

Elektrokimia adalah cabang *sains* yang mempelajari reaksi yang terjadi pada elektroda kerja terhadap lingkungan kimia seperti larutan elektrolit sehingga menghasilkan arus dan tegangan yang dapat dianalisis [4]. Konsep elektrokimia salah satunya adalah reaksi reduksi oksidasi (redoks) dalam permukaan elektroda uji disebuah lingkungan larutan elektrolit. Reaksi redoks merupakan gabungan dari reaksi reduksi dan oksidasi yang berlangsung secara berpasangan. Pada reaksi reduksi terjadi peristiwa penangkapan elektron, sedangkan reaksi oksidasi diperistiwa pelepasan elektron yang terjadi pada media pengantar di sel elektrokimia. Proses elektrokimia membutuhkan media pengantar sebagai tempat terjadinya serah terima elektron dalam suatu sistem yang dinamakan larutan. Untuk proses elektrokimia dibutuhkan sensor berupa elektroda. Pada potensiostat terdapat 3 buah elektroda yang bekerja sebagai sensornya, 3 elektroda tersebut terdiri dari elektroda kerja (*WE*), elektroda referensi (*RE*) dan *counter electrode* (*CE*)



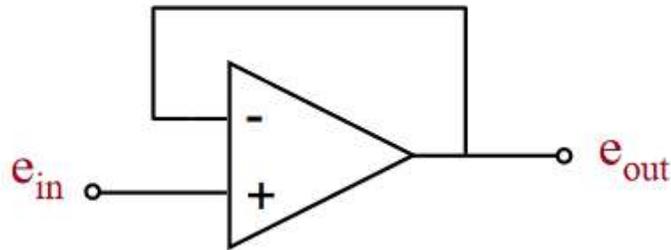
Gambar 2.1 Electrochemical Tiga Probe Electrode[5]

Metode ini melibatkan penerapan potensial dari sumber daya eksternal ke elektroda kerja (*WE*) relatif terhadap elektroda referensi (*RE*). Pengukuran arus yang mengalir akan dihitung oleh *counting electrode* (*CE*) karena fungsi elektroda tersebut untuk mengukur arus. [5]

2.2 Potensiostat

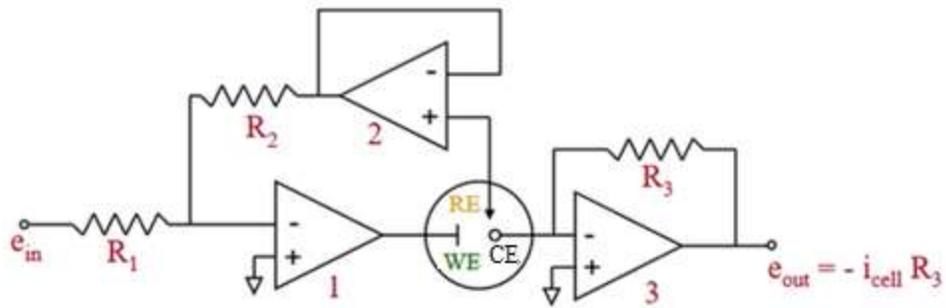
Potensiostat merupakan alat elektronika yang berguna untuk mengendalikan tegangan diantara elektroda referensi (*RE*), dan mengukur tegangan yang mengalir diantara *work electrode* (*WE*), dan *counting electrode* (*CE*). Alat ini menggunakan komponen-komponen elektronik yang

memiliki impedansi tinggi untuk menghindari impedansi dari sel elektroda yang sangat tinggi. Komponen penting lainnya adalah *op-amp low bias current* dengan input arus dari reaksi elektrokimia sangat kecil, sehingga membutuhkan *op amp* yang memiliki bias yang rendah. *Op amp* tersebut dirangkai dalam bentuk penguat *inverting* dan *non inverting*. Pada Gambar 2.2 menunjukkan sebuah rangkaian *voltage follower* atau *buffer* yang berfungsi untuk menghindari adanya efek pembebanan. Untuk ilustrasinya, E_{out} sama dengan E_{in} sama.



Gambar 2.2 Rangkaian buffer

Ketika digunakan dalam desain potensiostat, impedansi masukan yang tinggi digunakan untuk mengisolasi elektroda referensi (RE) dan mencegah arus yang cukup besar melewati elektroda tersebut. Potensiostat pada dasarnya dibangun dari tiga rangkaian penguat

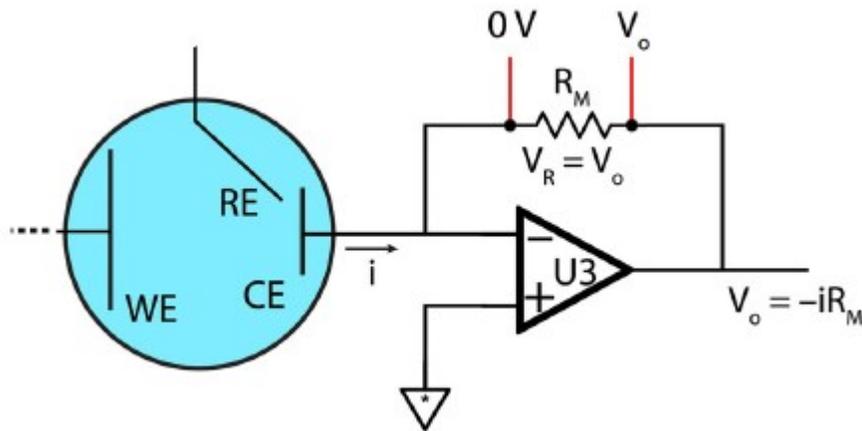


Gambar 2.2.1 transimpedance umum

Dalam gambar tersebut bisa dilihat rangkaian potensiostat pada dasarnya memiliki beberapa rangkaian seperti pada *op amp* nomer satu merupakan rangkaian penguat tegangan, rangkaian pada *op amp* nomer dua merupakan rangkaian *buffer*, dan yang terakhir pada *op amp* nomer tiga merupakan rangkaian *transimpedance* pada umumnya.

2.3 Transimpedance

Transimpedance merupakan sebuah rangkaian yang berfungsi untuk mengubah masukan arus menjadi tegangan, dalam rangkaian ini digunakan rangkaian resistor sebagai pengubah arus menjadi tegangan berdasarkan persamaan $V=IR$ maka kita dapat menyimpulkan tegangan yang dihasilkan merupakan hasil dari arus yang mengalir melewati resistor. *Transimpedance* merupakan bagian penting sebagai rangkaian yang dapat merubah arus menjadi tegangan sehingga sinyal *error* ini dapat digunakan untuk memperbaiki penguatan pada potensiostat. Rangkaian *transimpedance* Ω



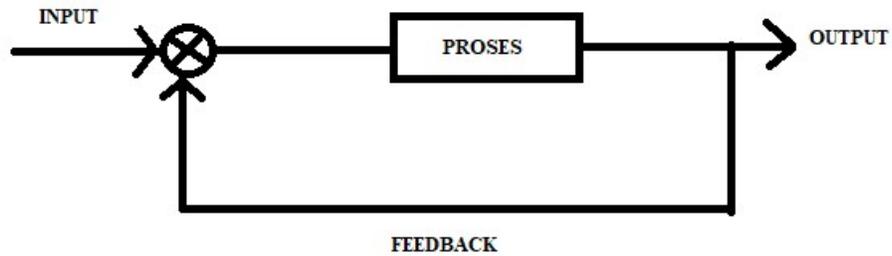
Gambar 2.3.1 Rangkaian Transimpedance

Pada rangkaian *transimpedance* ini penulis melakukan sedikit inovasi dalam penggunaan hambatan yang digunakan yaitu dengan menambahkan komponen digital potensiometer yang dapat di ubah hambatannya dengan cara di program dengan *microcontroller*. Karena sudah banyak yang membuat potensiostat dengan *microcontroller* tetapi tidak ada yang menggunakan hambatan yang berubah ubah kebanyakan hanya menggunakan control tegangan input seperti yang ter dapat pada literatur berikut [2].

2.4 Automatic Gain

Merupakan sebuah metode *control* pada elektronika yang berguna untuk menguatkan sinyal tegangan atau arus yang diterima sesuai dengan keluaran yang dibutuhkan. Ketika masukan sinyal lemah maka akan dikuatkan dan ketika masukan sinyal tinggi maka penguatannya yang dikecilkan, sehingga dapat menghasilkan sinyal keluaran yang stabil. Dalam potensiostat digunakan juga dalam penguatan tegangan secara otomatis dengan cara mengatur penguatan ketika keluaran

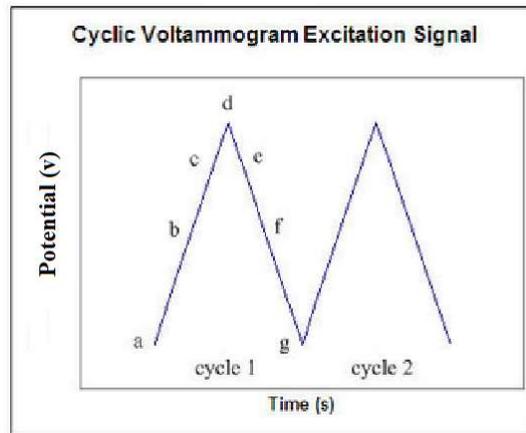
menerima sinyal tegangan tinggi maka penguatan tegangan secara otomatis dikurangi, dalam *automatic gain* terdapat pendeteksi sebagai penerima hasil keluaran kemudian diambil data yang *error* untuk diberikan *feedback* kepada penguatan tegangan tersebut. Namun secara logika nilai tegangan input menjadi nilai pembanding nilai tegangan output kemudian dibandingkan dengan nilai hambatan yang digunakan digital potensiostat



Gambar 2.4 Dasar Automatic Control [6]

2.5 Cyclic Voltimetry

Cyclic Voltammetry (CV) adalah teknik elektrokimia yang mengukur arus yang dihasilkan dalam sel elektrokimia dalam kondisi di mana tegangan lebih dari yang diprediksi. CV dilakukan dengan memutar potensi elektroda yang bekerja, dan mengukur arus yang dihasilkan.



Gambar 2.5 Grafik Sinyal Cyclic Voltammogram [7]

Potensial dari Counting elektrode menghasilkan tegangan dari 0 volt pada posisi dasar (a) dan posisi puncak berada ditegangan 1 volt (d), pada posisi 0 volt (a) tegangan tersebut naik 0.1 volt/detik hingga mencapai puncak tegangan 1 volt(d), Setelah mencapai tegangan puncak (d) tegangan pun turun 0.1 volt/detik hingga 0 volt, siklus ini terus berulang hingga selesai sesuai dengan jumlah data yang diinginkan, sinyal ini dihasilkan dari DAC yang dikontrol menggunakan mikrokontroller.

2.6 Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan sebuah perangkat elektronika yang bisa digunakan sebagai pengendali penyimpanan data serta memiliki banyak fungsi lainnya. Mikrokontroller dapat diprogram sesuai keinginan pemrogram karena mikrokontroler terdiri dari RAM, ROM, *power supply*, *crystal*, kemudian terdapat ADC untuk menerima data tegangan yang dikirim oleh sensor, mikrokontroler juga biasanya digunakan sebagai pengelola data dalam sistem instrumentasi dan terdapat port USB yang berguna untuk terkoneksi ke komputer, serta fungsi yang terdapat dalam mikrokontroller adalah *counter*, enkoder dan dekoder, Flip – flop, pembangkit osilasi, pewaktu, dan lain sebagainya. Contoh mikrokontroler terdapat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.6 mikrokontroler pabrikan Arduino[10]

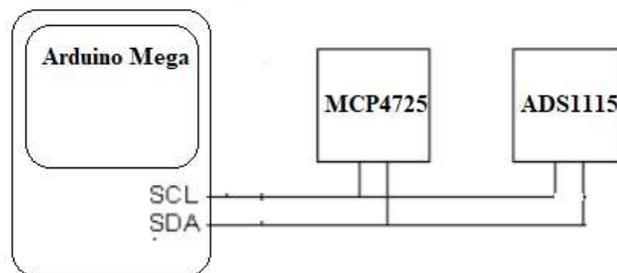
Pada perancangan sistem potensiostat, mikrokontroler digunakan sebagai pengendali dan pembaca arus yang diterima. Fungsi yang digunakan dalam mikrokontroler ini adalah ADC, kemudian untuk outputnya menggunakan *digital output* untuk mengendalikan resistor dan juga sinyal masukan pada potensiostat. Spesifikasi yang sangat penting dari mikrokontroler adalah analog input dengan kecepatan 16 bit kemudian memiliki *clock speed* sebesar 16 MHz dan *power*

supply yang hanya 5 vdc. Program yang digunakan untuk memprogram menggunakan Arduino IDE dengan menggunakan bahasa c.

2.7 I2C Protokol

Serial komunikasi adalah metode komunikasi antara module atau perangkat yang membutuhkan komunikasi terhadap perangkat lain, biasanya pengiriman datanya dalam bentuk perbit secara berurutan dan bergantian. Kemudian salah satu jenis protokol komunikasi yang digunakan penulis dalam merancang potensiostat adalah I2C.

I2C merupakan protokol yang digunakan untuk komunikasi antar perangkat dengan mikrokontroller, Jalur yang digunakan untuk protokol I2C adalah *SDA line* dan *SCL line* , *SDA line* merupakan jalur yang berfungsi untuk mengirim data sedangkan *SCL line* berfungsi sebagai clock tetap. I2C protokol ini penulis gunakan dalam mengkomunikasikan antara Microkontroler dengan module ADS1115 sebagai module ADC dan module MCP4725 sebagai module DAC.



Gambar 2.7 Pengaplikasian I2C Protokol Pada perangkat yang digunakan