

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Biofisika Jurusan Fisika dan Laboratorium Ekologi Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Malang. Waktu penelitian dimulai pada Bulan April hingga Juni 2017.

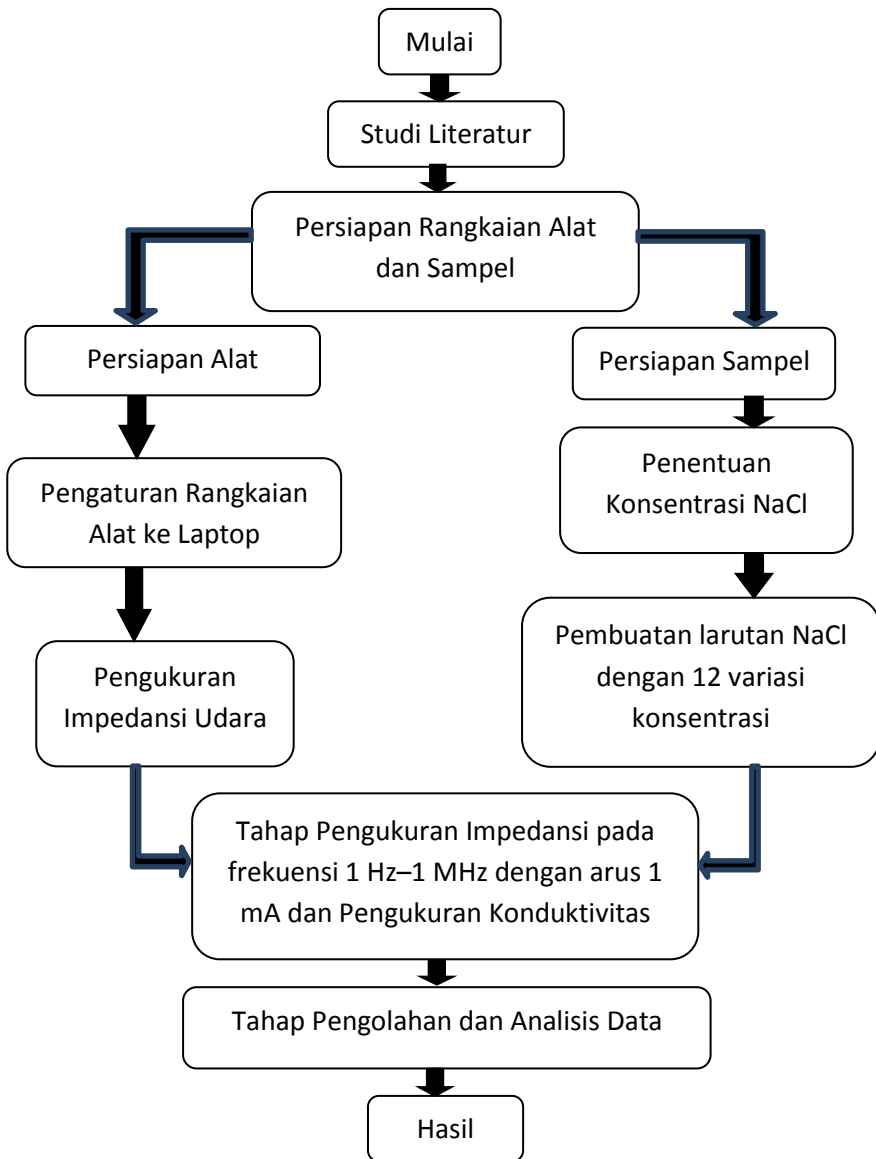
3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian Studi Pengaruh Konsentrasi NaCl (*Natrium Chlorida*) terhadap Nilai Impedansi Larutan Ionik NaCl (*Natrium Chlorida*) menggunakan Metode Spektroskopi Impedansi Elektrokimia adalah seperangkat alat uji Picoscope serie 5000 tipe 5244B, Laptop (PC), satu set reaktor kontainer sampel, kabel penghubung (kabel koaksial), *neraca ohauss*, gelar arloji, gelas ukur, gelas beaker, *shrynge*, satu set *magnetic stirrer*, spatula, pH meter, satu set konduktivimeter, aluminiumfoil, dan termometer. Bahan yang digunakan sebagai subjek penelitian adalah kristal NaCl teknis dan aquades.

3.3 Metode Penelitian

3.3.1 Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan Metode Spektroskopi Impedansi Elektrokimia menggunakan picoscope dan instrumen pendukung lainnya. Sebelum dilakukan pengambilan data, dilakukan studi literatur dan persiapan alat serta persiapan sampel seperti ditunjukkan pada diagram alir pada Gambar 3.1.



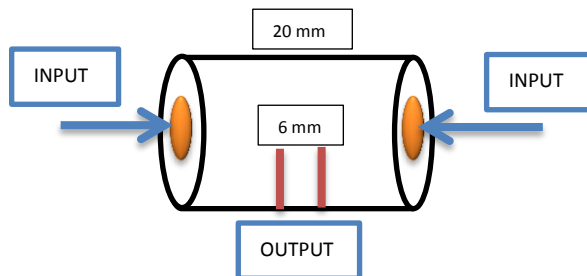
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

3.3.2 Persiapan Alat

Persiapan alat pada penelitian ini terdiri dari beberapa tahap berikut:

a) Persiapan *Chamber*

Chamber merupakan media yang digunakan untuk meletakkan sampel percobaan dalam penelitian dengan bahan dasar berupa akrilik. *Chamber* tersebut berbentuk tabung dengan diameter luar 28 mm dan diameter dalam 8 mm dengan panjang tabung 35 mm. Pada *Chamber* terdapat empat elektroda emas (Au), 2 elektroda berbentuk plat lingkaran tipis dengan diameter 8 mm yang terpisah sejauh 20 mm, berfungsi sebagai pemberi stimulus atau *input* pada sistem dalam bentuk injeksi arus listrik, sedangkan 2 elektroda lainnya berbentuk jarum dengan diameter 1 mm yang berfungsi sebagai penerima respon dari sistem atau *output* (tegangan) dalam bentuk sinyal. Jarak antar dua elektroda jarum tersebut adalah 6 mm. Pada Gambar 3.2 menunjukkan desain *Chamber* yang digunakan.



Gambar 3. 2 Desain *Chamber*

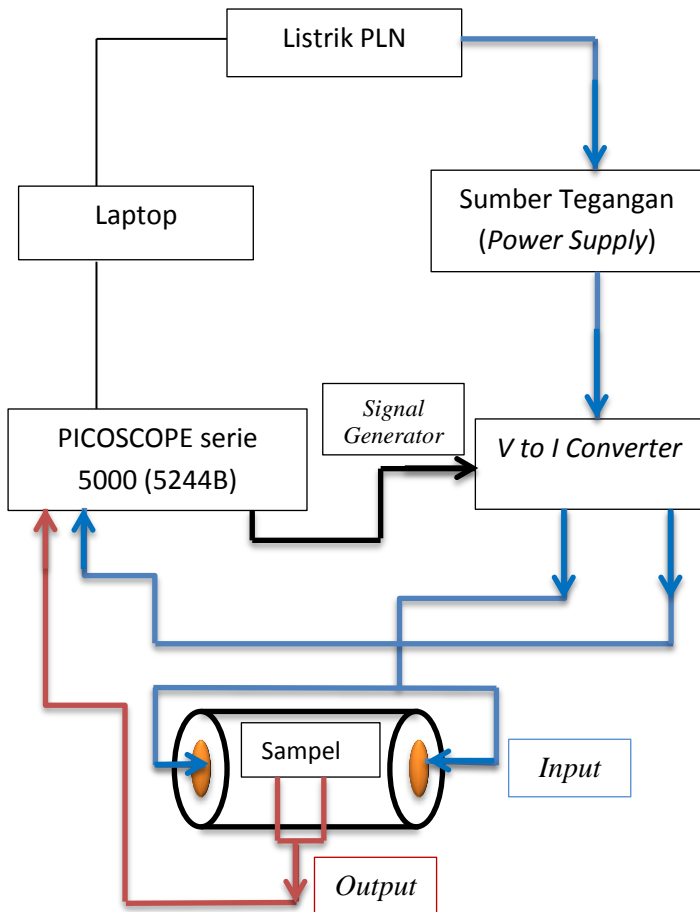
b) Sistem Akuisisi Data

Perangkat utama yang digunakan dalam pengukuran impedansi larutan ionik NaCl ini adalah PicoScope series 5000 tipe 5244B dengan dua *channel*. PicoScope tersebut memiliki AC *signal generator* yang berfungsi sebagai pembangkit tegangan bolak-balik (AC) dengan kemampuan beroperasi pada frekuensi 0,3 Hz hingga 20 MHz. Perangkat tersebut dioperasikan melalui perangkat lunak (*software*) yang telah diinstal pada laptop yang digunakan. Pada *software* tersebut, frekuensi dan amplitudo dapat diatur sesuai yang diperlukan, kemudian nilai tegangan masukan (V_{input}) diatur pada

nilai 1 Volt. Nilai input tersebut merupakan tegangan yang berasal dari signal generator pada picoscope yang telah diubah oleh *V to I converter* menjadi arus, sehingga muncul sinyal input pada picoscope.

Tegangan masukan (V_{input}) yang telah diubah menjadi arus melalui *V to I converter* tersebut kemudian diinjeksikan pada sampel yang akan diukur. Respon dari injeksi arus tersebut terukur pada picoscope dalam bentuk sinyal tegangan keluaran (V_{output}). Sinyal tegangan input dan output yang terukur akan ditampilkan dalam bentuk gelombang sinusoidal pada laptop. Arus yang diinjeksikan diatur melalui *V to I converter* sesuai dengan karakteristik bahan dari sampel yang diukur, dalam pengukuran ini digunakan arus 1 mA.

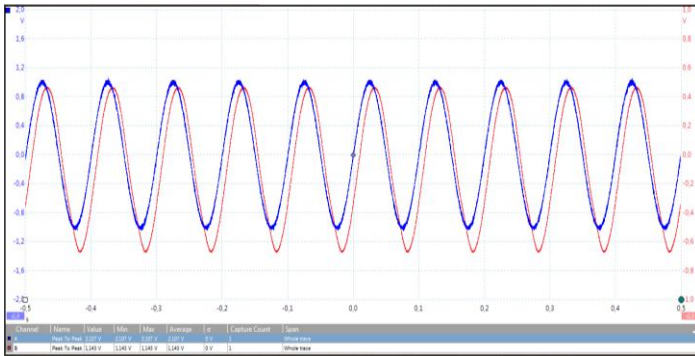
Sistem pengukuran impedansi dengan menggunakan rangkaian empat elektroda *input* (biru) diberikan melalui 2 elektroda plat lingkaran, dan *outputnya* (merah) terukur oleh 2 elektroda jarum seperti pada Gambar 3.3 yang merupakan blok diagram rangkaian pengukuran nilai impedansi pada larutan ionik NaCl dengan empat elektroda.



Gambar 3. 3 Blok Diagram Rangkaian Pengukuran 4 Elektroda

Rangkaian pengukuran yang telah dirangkai sesuai blok diagram pada Gambar 3.3, kemudian dioperasikan melalui *software* picoscope yang telah diinstal pada laptop. Pengukuran dilakukan pada tiap frekuensi dengan rentang frekuensi 1 Hz hingga 1 MHz yang diatur pada laptop, dan arus sebesar 1 mA yang diatur pada *V to I converter*. Tampilan *software* picoscope dua channel tersebut terdiri dari channel 1 sebagai sinyal masukan (V_{input}) dimana gelombang dan skala tegangan berwarna biru, dan channel 2 sebagai sinyal keluaran (V_{output}) dimana gelombang dan skala tegangan

berwarna merah seperti pada Gambar 3.4. Hasil pengukuran berupa tegangan ditampilkan dalam bentuk gelombang sinusoidal.

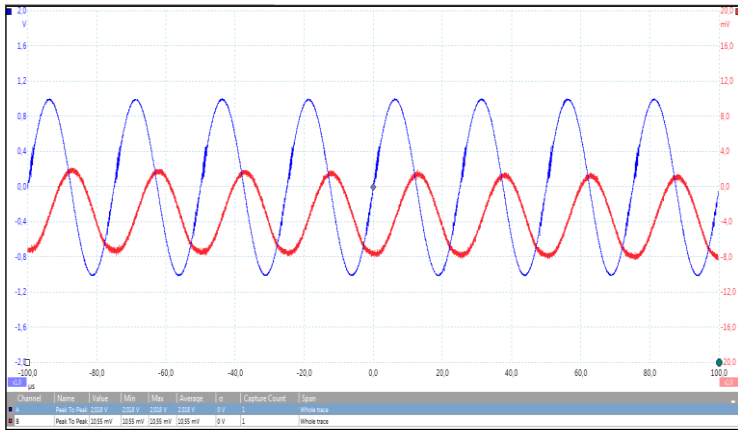


Gambar 3. 4 Tampilan picoscope pada Laptop

Perangkat *V to I converter* dapat merespon frekuensi pada sumber arus AC. Uji respon perangkat *V to I converter* yang digunakan telah dilakukan pada penelitian sebelumnya (Sari et al. 2015), dengan tujuan agar dapat dipastikan bahwa pengukuran impedansi listrik dengan menggunakan *V to I converter* tersebut dapat dioperasikan dengan baik pada rentang frekuensi tertentu yaitu pada rentang frekuensi 1 Hz hingga 1 MHz. Oleh karena itu, pengukuran impedansi listrik pada penelitian ini menggunakan rentang frekuensi 1 Hz hingga 1 MHz, dengan tegangan masukan (V_{input}) yang stabil sebesar 1 Volt.

c) Pengukuran Impedansi Udara

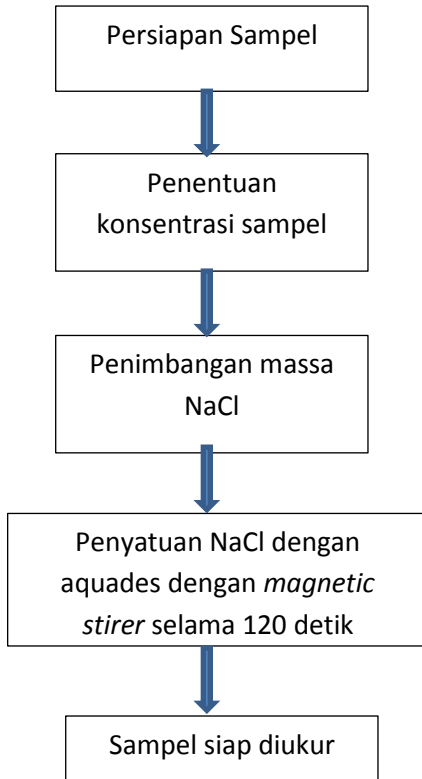
Sebelum dilakukan pengukuran impedansi pada sampel, dilakukan pengukuran impedansi udara (*chamber* dalam keadaan kosong dan tertutup). Tujuannya adalah untuk pengecekan alat sebelum dilakukan pengukuran pada tiap sampel, apakah nilai impedansi udara yang terukur sebelum pengukuran sampel larutan NaCl berubah secara signifikan atau tidak. Pada Gambar 3.5 ditunjukkan hasil pengukuran impedansi udara pada picoscope dengan frekuensi 40 kHz:



Gambar 3. 5 Hasil Pengukuran Impedansi Udara pada Frekuensi 40000 Hz pada Picoscope

3.3.3 Persiapan Sampel

Tahap persiapan sampel terdiri dari penentuan konsentrasi sampel yang digunakan dan tahap pembuatan sampel. Sampel yang digunakan adalah NaCl kristal yang dilarutkan dengan pelarut aquades dengan massa NaCl tertentu berdasarkan konsentrasi yang telah ditentukan. Pada Gambar 3.6 Ditunjukkan tahapan-tahapan pembuatan sampel larutan siap ukur. Sampel dibuat tepat sebelum dilakukan pengambilan data, tujuannya untuk meminimalisir terjadinya oksidasi pada sampel karena pengaruh udara luar yang timbul ketika sampel dibiarkan terbuka terlalu lama.



Gambar 3. 6 Diagram tahapan preparasi sampel

Pada tahap penentuan konsentrasi sampel, konsentrasi sampel dipilih berdasarkan rentang konsentrasi seimbang larutan NaCl dalam tubuh yaitu 0,095 M hingga 0,145 M. Jika konsentrasi larutan NaCl dalam tubuh kurang dari maupun lebih dari rentang konsentrasi tersebut, maka tubuh akan mengalami gangguan metabolisme. Oleh karena itu, pada penelitian ini digunakan rentang konsentrasi di bawah konsentrasi seimbang dalam tubuh hingga di atas konsentrasi seimbang dalam tubuh. Hasilnya terdapat larutan hipotonis, isotonis dan hipertonis, dimana larutan hipotonis yaitu larutan NaCl dengan konsentrasi 0,0017 M atau NaCl 0,1%. Sedangkan larutan isotonis yaitu larutan NaCl dengan konsentrasi 0,154 M atau NaCl 0,9% dan larutan hipertonis yaitu larutan NaCl dengan konsentrasi 0,342 M

atau NaCl 2%. Oleh karena itu, dipilih sampel larutan NaCl dengan rentang konsentrasi tersebut. Berikut tabel 12 variasi konsentrasi NaCl yang digunakan:

Tabel 3. 1 Variasi konsentrasi NaCl

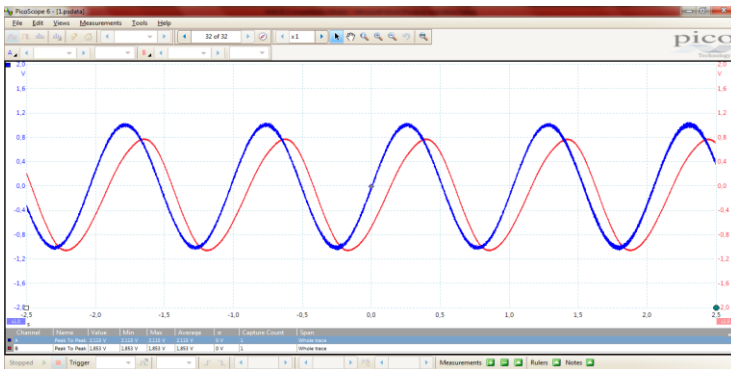
Sampel	Massa NaCl	Volume Aquades	Konsentrasi
NaCl 0,01%	0,01 gram	100 mL	0,0017 M
NaCl 0,05%	0,05 gram	100 mL	0,0085 M
NaCl 0,1%	0,1 gram	100 mL	0,017 M
NaCl 0,2%	0,2 gram	100 mL	0,034 M
NaCl 0,3%	0,3 gram	100 mL	0,051 M
NaCl 0,5%	0,5 gram	100 mL	0,085 M
NaCl 0,8%	0,8 gram	100 mL	0,137 M
NaCl 1%	1 gram	100 mL	0,171 M
NaCl 1,5%	1,5 gram	100 mL	0,256 M
NaCl 2%	2 gram	100 mL	0,342 M
NaCl 2,5%	2,5 gram	100 mL	0,427 M
NaCl 3%	3 gram	100 mL	0,513 M

Pada tahap pembuatan sampel, yang dilakukan adalah penimbangan massa sampel, preparasi aquades, penyatuan NaCl dengan aquades. Massa NaCl ditimbang dengan neraca *ohauss* yang memiliki ketelitian 0,001 gram. Setelah itu langsung dicampurkan dengan aquades dengan volume 100 mL untuk setiap sampel, kemudian diaduk dengan *magnetic stirer* selama 2 menit agar larutan menjadi homogen. Tiap sampel dibuat tepat sebelum dilakukan pengukuran impedansi sampel.

3.3.4 Pengukuran Impedansi dan Konduktivitas Larutan NaCl

Setiap sampel yang telah dibuat, tanpa jeda waktu, segera dilakukan pengukuran, baik pengukuran impedansi maupun konduktivitas. Pada pengukuran impedansi sampel dimasukkan ke dalam *chamber* pengukuran yang telah terhubung dengan sistem pengukuran impedansi dengan menggunakan *shrynge* atau jarum suntik agar tidak timbul gelembung udara di dalam *chamber*. Sampel diukur pada rentang waktu kurang dari 30 menit untuk menghindari terjadinya oksidasi pada sampel. Pengukuran dilakukan dengan mengambil 64 titik frekuensi pada rentang 1 Hz hingga 1 MHz yang diatur melalui *software* *picoscope* pada komputer, sedangkan arus injeksi yang digunakan untuk sampel larutan NaCl adalah sebesar 1 mA yang diatur pada *V to I converter*. Pengukuran dilakukan secara paralel pada temperatur ruang.

Pada Gambar 3.7 merupakan hasil pengukuran impedansi pada *picoscope* dimana Chanel 1 adalah tegangan masukan (V_{input}) berupa gelombang sinusoidal dengan warna biru, dan Chanel 2 adalah tegangan keluaran (V_{output}) berupa gelombang sinusoidal dengan warna merah. Nilai input maupun output yang terukur, akan terbaca pada tabel *picoscope* di bagian bawah, berupa nilai tegangan *peak to peak* (V_{pp}).



Gambar 3.7 Hasil Pengukuran Impedansi pada Picoscope dengan Frekuensi 1 Hz

Pada pengukuran konduktivitas larutan NaCl juga dilakukan secara paralel dengan 3 pengulangan. Nilai konduktivitas diukur menggunakan konduktivimeter dengan ketelitian 0,001 mS/m.

Sampel yang telah selesai dibuat segera diukur untuk menghindari terjadinya oksidasi pada sampel.

3.3.5 Analisis Data

Hasil pengukuran dari penelitian mengenai Studi Pengukuran Nilai Impedansi Larutan Ionik NaCl dengan Metode Jarum Dua elektrode dan Empat elektrode ini berupa nilai tegangan dalam bentuk gelombang sinusoidal. Nilai tegangan yang diambil sebagai data adalah setengah dari nilai tegangan *peak to peak* (V_{pp}) yang terukur pada picoscope, yaitu dengan persamaan 3.1 berikut:

$$V = \frac{V_{pp}}{2} \quad (3.1)$$

Dimana $V_{pp} = V_{atas} - V_{bawah}$

Nilai impedansi sampel yang terukur pada sistem rangkaian akuisisi data diperoleh dari persamaan 3.2:

$$Z = \frac{V}{I} \quad (3.2)$$

Dimana V = tegangan output dari rangkaian (V)

I = arus yang diinjeksikan pada sampel (A)

Z = Impedansi sampel yang terukur (Ω)

Sehingga diperoleh $Z_{rata-rata}$ untuk pengulangan sebanyak empat kali ($n=4$) adalah

$$Z_{rata-rata} = \frac{\sum Z}{n}$$

Analisis data yang dilakukan yaitu dengan menggambarkan hubungan antara frekuensi dengan nilai impedansi listrik, hubungan antara konsentrasi larutan NaCl dengan konduktivitasnya dan hubungan antara konsentrasi larutan NaCl dengan Impedansi. Nilai impedansi diplotkan terhadap frekuensi, dimana sumbu X adalah frekuensi dan sumbu Y adalah impedansi. Kemudian diplotkan dalam grafik yang sama untuk 12 variasi konsentrasi yang berbeda agar terlihat bagaimana pengaruh perubahan konsentrasi larutan NaCl terhadap nilai impedansinya. Nilai konduktivitas diplotkan

terhadap konsentrasi larutan NaCl, dimana sumbu X adalah konsentrasi dan sumbu Y adalah konduktivitas.