



KAITAN KONDUKTIVITAS LISTRIK

DENGAN KONSENTRASI LARUTAN GARAM DAPUR

Sapna Maharani¹, Suhadi Mulyono^{1,*}, Erlinda Ratnasari Putri¹

¹Program Studi Fisika FMIPA Universitas Mulawarman

Jl. Barong Tongkok, Gunung Kelua, Samarinda Ulu, Kota Samarinda, 75123

*E-mail korespondensi: gusmulfisika@gmail.com

Abstract

Research of the relationship between electrical conductivity and concentration of table salt solution in several brands of table salt, i.e., brand A, brand B and brand C, has been done. Electrical conductivity ($\bar{\sigma}$) is used as the dependent variable, whereas concentration (C) is used as the independent variable. The concentration values were 0.1% to 0.7% for each brand. Measurements of electrical conductivity used Conductivity Meter type pH/EC-983. Average values of the measurements of electrical conductivity ($\bar{\sigma}$) are plotted against concentration (C) of table salt solution. The result was a linear-straight lines which had positive gradients. They were $\bar{\sigma} = (1360000C + 694)\mu\text{S}/\text{cm}$ for brand A, $\bar{\sigma} = (1315300C + 644)\mu\text{S}/\text{cm}$ for brand B and $\bar{\sigma} = (1281700C + 566)\mu\text{S}/\text{cm}$ for brand C. It seems that gradient of straight lines from those brands is quite similar. It means that generally, the content of ions in the various brands of table salt is relatively not much different. Whereas the positive value of gradients have the meaning that the higher concentration of table salt solution, the higher value of electrical conductivity. Theoretically, it is compatible with the physical concept.

Keywords: Concentration, Electrical Conductivity, Salt Solution

PENDAHULUAN

Seiring berkembangannya teknologi di era sekarang menjadikan manusia selalu bergantung pada benda-benda elektronik yang antara lain memerlukan konduktor sebagai penghantar listrik. Konduktor tersebut umumnya terbuat dari bahan logam seperti tembaga dan aluminium yang masing-masing memiliki konduktivitas listrik yang tetap, kecuali jika suhunya terlalu rendah [1] atau terlalu tinggi [2]. Selain itu, bahan konduktor logam umumnya dapat mengalami korosi, tidak dapat diperbaharui dan semakin langka. Oleh karena itu, diperlukan konduktor dari bahan selain logam sebagai alternatif.

Larutan garam dapat dipakai sebagai bahan konduktor selain logam. Larutan garam adalah senyawa ionik yang terdiri dari ion positif (kation) dan ion negatif (anion). Ion positif dan ion negatif tersebut berasal dari garam yang dilarutkan dalam aquades (H_2O) [3]. Larutan garam adalah larutan elektrolit, yaitu larutan yang dapat menghantarkan arus listrik [4].

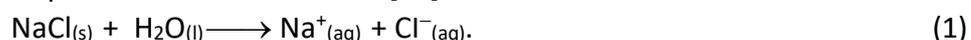
Penelitian sebelumnya yang berkaitan terdapat pada [5] dan [6]. Pada [5] tentang Pemanfaatan Air Larutan Garam Sebagai Kabel Penghantar Listrik Pengganti Tembaga yang mana pada hasil pengujiannya massa garam berbanding lurus terhadap tegangan dan arus listrik, yakni semakin banyak massa garam yang dilarutkan maka tegangan keluaran dan arus listrik yang mengalir pada larutan semakin besar, namun tidak secara khusus meneliti kaitan antara konsentrasi dengan konduktivitas listrik. Pada [6] tentang Pengukuran Daya Hantar Listrik Larutan CuSO_4 Menggunakan *Post Office Box* yang mana bertujuan untuk menjelaskan hubungan antara daya hantar listrik larutan CuSO_4 dengan konsentrasi dan panjang larutannya dan didapatkan bahwa semakin besar konsentrasi larutan CuSO_4 maka semakin kecil hambatan larutannya dan jika hambatan larutannya makin kecil, maka daya hantar listrik larutan akan semakin besar, namun pada kenyataannya bahan CuSO_4 lebih sulit didapat.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kaitan antara konduktivitas listrik dengan konsentrasi larutan garam dapur pada beberapa merek garam dapur.

TINJAUAN PUSTAKA

Larutan adalah campuran homogen yang terdiri dari dua atau lebih zat sedemikian rupa sehingga tidak ada bidang batas antara zat-zat tersebut [7]. Terdapat zat terlarut (*solute*) dan zat pelarut (*solvent*) dalam suatu larutan [8]. Zat yang jumlahnya lebih banyak biasanya disebut pelarut dan zat yang jumlahnya lebih sedikit biasanya disebut zat terlarut. Campuran dari dua atau lebih zat yang dapat saling melarutkan satu sama lain dalam segala perbandingannya dinamakan larutan *miscible* [9].

Larutan elektrolit adalah larutan yang mampu menghantarkan arus listrik, sedangkan larutan nonelektrolit adalah larutan yang tidak dapat menghantarkan arus listrik. Larutan elektrolit dapat menghantarkan listrik karena di dalamnya mengandung ion-ion yang mudah bergerak ke arah elektroda yang muatan listriknya berlawanan dengan muatan listrik ion-ion tersebut. Contoh larutan elektrolit adalah larutan NaCl , yakni ketika NaCl padatan ($\text{NaCl}_{(s)}$) terlarut dalam air sesuai persamaan kimia berikut: [10]



Konsentrasi larutan adalah komposisi yang menunjukkan perbandingan jumlah zat terlarut terhadap pelarut. Konsentrasi larutan dapat bernilai kecil atau besar, yang secara kualitatif berturut-turut ditunjukkan oleh keadaan encer (*dilute*) dan pekat (*concentrated*) [8]. Konsentrasi larutan secara kuantitatif dirumuskan dengan beberapa cara [11], yaitu [10] persen massa, persen volume, molaritas, molalitas dan persen mol. Terdapat beberapa cara untuk menyatakan konsentrasi suatu larutan. Salah satunya adalah perbandingan massa:

$$C = \frac{m_t}{m_l} = \frac{m_t}{m_p + m_t} \quad (2)$$

atau dalam bentuk persen massa:

$$C = \frac{m_t}{m_l} \times 100\% = \left(\frac{m_t}{m_p + m_t} \right) \times 100\% \quad (3)$$

yang digunakan dalam penelitian ini.

Konduktivitas listrik suatu larutan adalah ukuran kemampuan suatu larutan untuk menghantarkan arus listrik. Arus listrik di dalam larutan dihantarkan oleh ion yang terkandung di dalamnya, karena itu nilai konduktivitas listriknya dipengaruhi oleh konsentrasi ion total dalam larutan [12]. Banyaknya ion di dalam larutan dipengaruhi oleh padatan terlarut di dalamnya. Semakin besar jumlah padatan terlarut di dalam larutan, maka jumlah ion dalam larutan semakin besar. Hal ini membuat nilai konduktivitas listriknya semakin besar [13].

Suatu muatan listrik q dalam medan listrik \vec{E} akan mengalami gaya listrik yang diberikan oleh: [14]

$$\vec{F} = q\vec{E}. \quad (4)$$

Oleh karena itu, percepatan muatan listrik q akibat gaya listrik \vec{F} berdasarkan Hukum Newton II adalah: [15]

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} \quad (5)$$

dengan m adalah massa muatan listrik q . Selanjutnya, jika medan listrik \vec{E} konstan, maka \vec{a} konstan, dan kecepatan muatan listrik meningkat selama selang waktu t tertentu.

Pada kenyataannya muatan listrik yang bergerak dalam cairan akan mengalami gaya gesek sampai akhirnya muatan tersebut kehilangan percepatannya, sehingga kecepatannya konstan yang disebut kecepatan hanyut, yang dinyatakan oleh persamaan: [17]

$$v_d = \mu E \quad (6)$$

dengan v_d adalah kecepatan hanyut dan μ adalah mobilitas. Oleh karena itu di dalam cairan terdapat rapat arus J akibat kecepatan hanyut v_d .

Menurut [16]:

$$J = qnv_d \quad (7)$$

dengan n adalah jumlah pembawa muatan per satuan volume. Berdasarkan hukum Ohm, maka: [14]

$$J = \sigma E, \quad (8)$$

sehingga diperoleh: [16]

$$\sigma = q\mu n \quad (9)$$

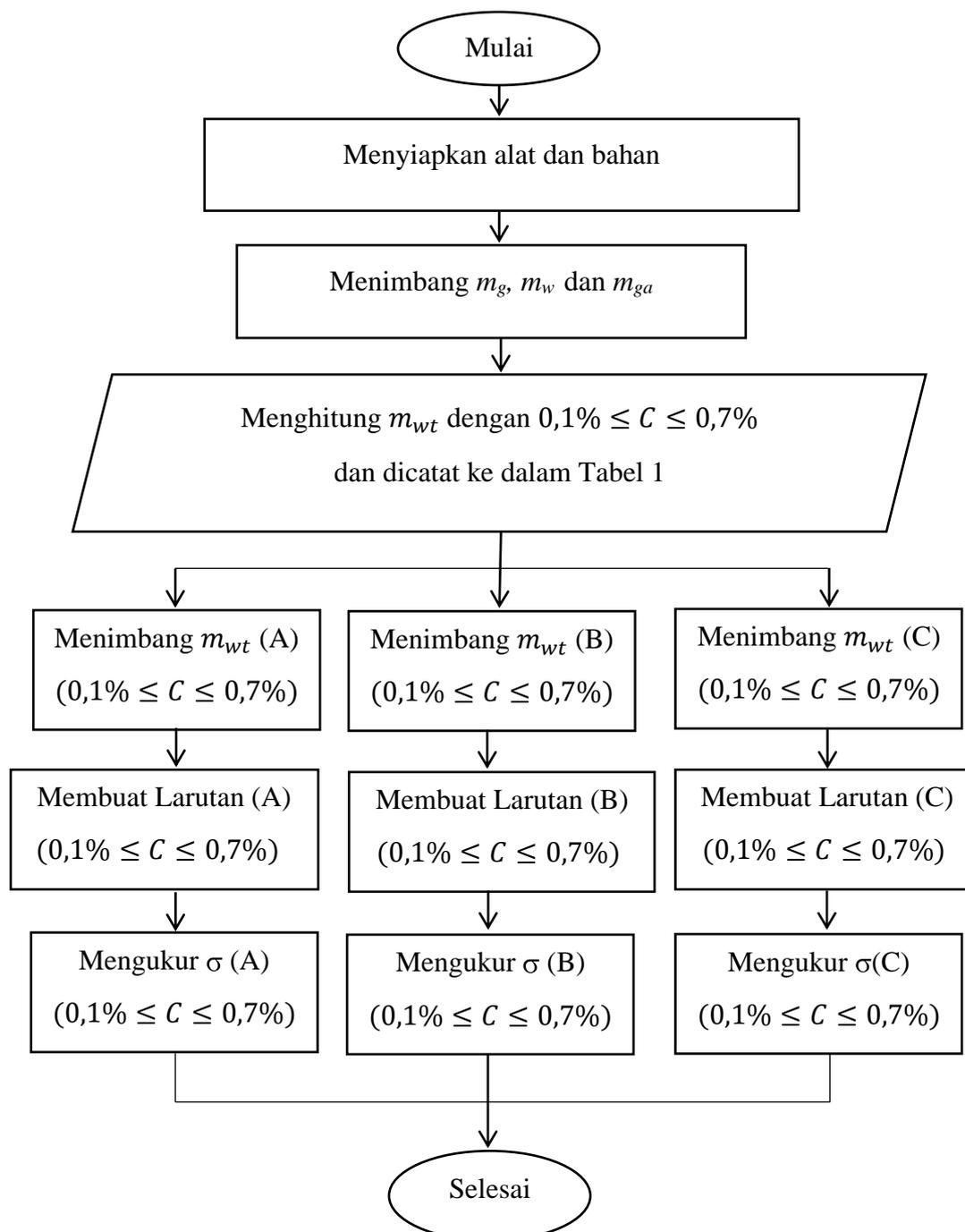
dengan n adalah konsentrasi pembawa muatan untuk satu jenis pembawa muatan listrik.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fisika Dasar, Gedung *Science Learning Center*, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman, Samarinda, Kalimantan Timur. Alat dan bahan yang digunakan adalah sebagai berikut: *Conductivity Meter* tipe pH/EC-983, Neraca Ohaus digital, satu buah gelas ukur 600 ml, satu buah wadah zat terlarut (cawan), dua buah sendok kecil, tiang statif, tali penggantung, *timer*, aquades dan garam dapur jenis garam meja dengan merek Cap Segitiga (merek A), jenis garam meja dengan merek Jempol (merek B) dan jenis garam Himalaya dengan merek Ibnu Sina (merek C). Prosedur pengambilan data penelitian dijelaskan oleh diagram alir pada Gambar 1, yaitu menyiapkan alat dan bahan, menimbang massa gelas kosong (m_g), massa wadah kosong (m_w) dan massa gelas yang berisi aquades (m_{ga}), menghitung massa wadah yang berisi zat terlarut (m_{wt}) dengan persamaan:

$$m_{wt} = \frac{C(m_{ga} - m_g)}{1 - C} + m_w, \quad (10)$$

menimbang m_{wt} , membuat larutan dan mengukur σ .



Gambar 1. Diagram Alir Pengambilan Data Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan data pada penelitian ini diawali dengan menimbang beberapa besaran fisika yang sifatnya tetap yaitu massa gelas 600ml kosong (m_g), massa wadah/cawan kosong (m_w) dan massa gelas 600ml yang berisi aquades 400ml (m_{ga}), yang mana didapatkan $m_g = 214,00g$, $m_w = 24,39g$ dan $m_{ga} = 598,81g$. Selanjutnya adalah pengambilan data-data konduktivitas listrik (σ) berdasarkan variasi konsentrasi (C) larutan garam dapur, yang mana pada penelitian ini menggunakan tiga merek garam dapur yaitu merek A (jenis garam meja dengan merek Cap Segitiga), merek B (jenis garam meja dengan merek Jempol) dan merek C (jenis garam Himalaya dengan merek Ibnu Sina). Data-data tersebut dicantumkan dalam Tabel 1, 2 dan 3.

Tabel 1. Rata-rata dan Ketidakpastian Konduktivitas Listrik Larutan Garam Dapur Merek A

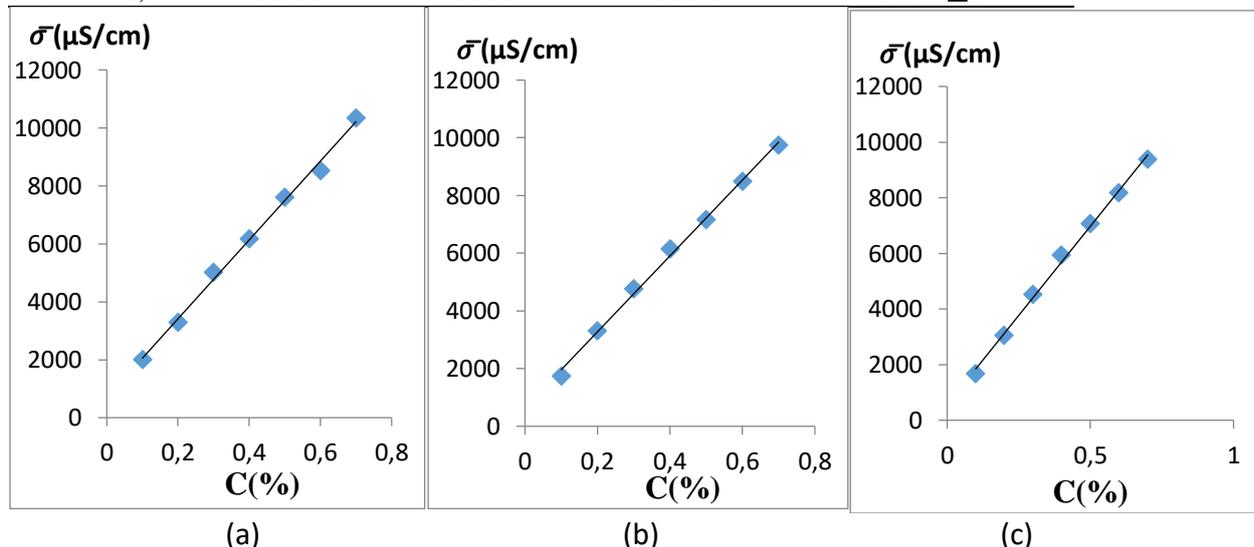
No.	C (%)	σ_1 ($\mu\text{S/cm}$)	σ_2 ($\mu\text{S/cm}$)	σ_3 ($\mu\text{S/cm}$)	$(\bar{\sigma} \pm \Delta\sigma)\mu\text{S/cm}$
1.	0,1	1990	2020	1990	2000 \pm 10
2.	0,2	3290	3280	3290	3287 \pm 3
3.	0,3	5020	5020	5010	5017 \pm 3
4.	0,4	6160	6160	6170	6163 \pm 3
5.	0,5	7610	7610	7600	7607 \pm 3
6.	0,6	8510	8520	8520	8517 \pm 3
7.	0,7	10350	10340	10340	10343 \pm 3

Tabel 2. Rata-rata dan Ketidakpastian Konduktivitas Listrik Larutan Garam Dapur Merek B

No.	C (%)	σ_1 ($\mu\text{S/cm}$)	σ_2 ($\mu\text{S/cm}$)	σ_3 ($\mu\text{S/cm}$)	$(\bar{\sigma} \pm \Delta\sigma)\mu\text{S/cm}$
1.	0,1	1720	1730	1730	1727 \pm 3
2.	0,2	3300	3310	3300	3303 \pm 3
3.	0,3	4760	4750	4760	4757 \pm 3
4.	0,4	6150	6150	6160	6153 \pm 3
5.	0,5	7160	7160	7150	7159 \pm 3
6.	0,6	8500	8490	8490	8493 \pm 3
7.	0,7	9740	9750	9740	9743 \pm 3

Tabel 3. Rata-rata dan Ketidakpastian Konduktivitas Listrik Larutan Garam Dapur Merek C

No.	C (%)	σ_1 ($\mu\text{S/cm}$)	σ_2 ($\mu\text{S/cm}$)	σ_3 ($\mu\text{S/cm}$)	$(\bar{\sigma} \pm \Delta\sigma)\mu\text{S/cm}$
1.	0,1	1690	1690	1680	1687 \pm 3
2.	0,2	3060	3060	3070	3063 \pm 3
3.	0,3	4520	4520	4530	4523 \pm 3
4.	0,4	5940	5930	5930	5937 \pm 3
5.	0,5	7070	7070	7060	7067 \pm 3
6.	0,6	8170	8170	8180	8173 \pm 3
7.	0,7	9380	9380	9390	9383 \pm 3



Gambar 2. Grafik Kaitan Konduktivitas Listrik Rata-rata dengan Konsentrasi Larutan Garam Dapur. (a) Merek A. (b) Merek B. dan (c) Merek C.

Data-data konduktivitas listrik yang diperoleh pada penelitian ini selanjutnya diambil rata-ratanya kemudian *diplot* pada setiap konsentrasi larutan garam dapur dengan memanfaatkan Microsoft Excel. Hasilnya adalah grafik-grafik regresi linier (Gambar 2) dengan

persamaan-persamaan regresi linier sebagaimana dicantumkan pada Tabel 4 untuk nilai konsentrasi yang tidak bersatuan.

Tabel 4. Persamaan-persamaan Regresi Linier Larutan Garam Dapur

No.	Merek	Persamaan Regresi Linier
1.	A	$\bar{\sigma} = (1360000C + 694)\mu\text{S}/\text{cm}$
2.	B	$\bar{\sigma} = (1315300C + 644)\mu\text{S}/\text{cm}$
3.	C	$\bar{\sigma} = (1281700C + 566)\mu\text{S}/\text{cm}$

Berdasarkan hasil penelitian ini sebagaimana yang tercantum dalam Tabel 4 dan Gambar 2, maka kaitan antara konduktivitas listrik dengan konsentrasi larutan garam dapur pada garam dapur merek A, merek B dan merek C didapatkan bahwa:

1. Kaitan konduktivitas listrik dengan konsentrasi berbentuk linier atau persamaan garis lurus, yaitu dalam bentuk:

$$\bar{\sigma} = aC + b. \tag{11}$$

2. Gradien/kemiringan (a) persamaan garis lurus yang terbentuk bernilai positif, sehingga semakin tinggi konsentrasi larutan garam dapur maka semakin tinggi nilai konduktivitas listriknya.
3. Besarnya gradien/kemiringan dari garis tersebut hampir sama, yang mengandung arti bahwa secara umum kandungan ion-ion pada berbagai merek garam dapur yang relatif tidak jauh berbeda.
4. Besarnya nilai konstanta b hampir sama dan relatif kecil.

Hasil penelitian ini yang menyatakan bahwa kaitan antara konduktivitas listrik dengan konsentrasi berbentuk persamaan garis lurus (linier) bergradien positif dapat ditunjukkan bahwa hal tersebut bersesuaian dengan konsep fisiknya, yaitu ditunjukkan oleh persamaan (9), sehingga semakin tinggi konsentrasi larutan garam dapur maka semakin tinggi nilai konduktivitas listriknya.

Semakin tinggi konsentrasi larutan garam dapur, maka jumlah ion Na^+ dan ion Cl^- pada larutan semakin banyak, yang mana ion-ion tersebut berfungsi sebagai pembawa muatan listrik. Jadi, jika konsentrasi larutan garam dapur semakin tinggi, maka kerapatan pembawa muatan listrik pada larutan meningkat, dan hal tersebut berdampak pada peningkatan konduktivitas listrik.

KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan kesimpulan bahwa kaitan konduktivitas listrik dengan konsentrasi larutan garam dapur berbentuk linier atau persamaan garis lurus yaitu $\bar{\sigma} = (1360000C + 694)\mu\text{S}/\text{cm}$ pada merek A, $\bar{\sigma} = (1315300C + 644)\mu\text{S}/\text{cm}$ pada merek B dan $\bar{\sigma} = (1281700C + 566)\mu\text{S}/\text{cm}$ pada merek C, yang mana gradien/kemiringannya bernilai positif, sehingga semakin tinggi konsentrasi larutan garam dapur maka semakin tinggi nilai konduktivitas listriknya; dan besarnya gradien/kemiringan dari garis-garis pada berbagai merek garam dapur hampir sama, yang mengandung arti bahwa secara umum kandungan ion-ion pada berbagai merek garam dapur yang relatif tidak jauh berbeda.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Laboratorium Fisika Dasar, Ketua Jurusan Fisika dan Dekan FMIPA Universitas Mulawarman karena telah memfasilitasi penulis untuk melakukan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. A. Omar, "Superconductivity" in Elementary Solid State Physics, Massachusetts, USA: Addison-Wesley, 1975, pp. 497.
- [2] C. Kittel, "Free Electron Fermi Gas" in Introduction Solid State Physics, Ed. 7, New York, USA: John Wiley, 1996, pp. 161.
- [3] K. Mark, Salt: A World History, Walker Publishing Company, ISBN: 0-14-200161-9, 2002.
- [4] F. M. Bengi, dkk., "Perbandingan Arus dan Tegangan Larutan Elektrolit berbagai Jenis Garam" Aceh: Universitas Samudra, vol. 1, no. 2, 2018.
- [5] M. A. S. Rezki, dkk., "Pemanfaatan Air Larutan Garam Sebagai Kabel Penghantar Listrik Pengganti Tembaga" Yogyakarta: Universitas Ahmad Dahlan, vol. 1, no.2., 2019.
- [6] O. C. N. Ratnasari, Pengukuran Daya Hantar Listrik Larutan CuSo_4 Menggunakan Post Office Box, Yogyakarta, Indonesia: Universitas Sanata Darma, 2020.
- [7] A. F. Ildah, Percobaan Laboratorium Larutan Kimia, Makasar: Indonesia: SMKN 5 Sidrap, 2017.
- [8] S. D. Adha, "Pengaruh Konsentrasi Larutan HNO_3 dan Waktu Kontak Terhadap Desorpsi Cadmium (II) Yang Terikat Pada Biomassa Azolla Micropyllasitrat," Kimia Student Journal, vol. 1 no. 1, pp. 636-642, 2015.
- [9] F. Ratu, Nonelektrolit Jenis dan Komposisi. 2021.
- [10] R. H. Petrucci, W. S. Harwood, F. G. Herriny, J. D. Madura, Kimia Dasar, diterjemakan oleh S. Achmadi, Jakarta, Indonesia: Erlangga, 1987.
- [11] A. Q. Fitriasholikah, Larutan dan Konsentrasi, Banjarmasin, Indonesia: Universitas Lambung Mangkurat, 2019.
- [12] M. I. A. Manalu, Perancangan Alat Ukur Konduktivitas Air (Conductivity Meter) Digital Dengan Sensor Resistif, Skripsi, Medan, Indonesia: Universitas Sumatera Utara, 2014.
- [13] Irwan, Fadhilah dan Afdal, "Analisis Hubungan Konduktivitas Listrik Dengan Total Dissolved Solid (TDS) Dan Temperature Pada Beberapa Jenis Air," Jurnal Fisika UNAND, vol. 5, no.1: 2302-8491, 2016.
- [14] J. D. Krauss, Electromagnetics, Singapura, Mc Graw-Hill Book Co., 1988.
- [15] D. C. Giancoli, Physics: Principle With Applications Index, Jilid 1 Edisi Kelima, penerjemah Y. Hanum, Jakarta, Indonesia: Erlangga, 2001.
- [16] Sukardjo, Kimia Fisika, Jakarta, Indonesia, Rineka Cipta, 2013.
- [17] P. Soedjo, Azas-azas Ilmu Fisika Listrik Magnet, Yogyakarta, Indonesia: Gadjah Mada University Press, 1985.