

DAFTAR PUSTAKA

- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), 2008, *Toxicological Profile for Manganese (Draft for Public Comment)*, Atlanta GA: U.S. Department of Public Health and Human Services, Public Health Service.
- Agustiani W, 2007, *Modifikasi Membran Elektrode Selektif Ion Nitrat Tipe Kawat Platina Terlapis dengan Polietilena Glikol sebagai Porogen*, Skripsi tidak diterbitkan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas IPB, Bogor.
- Alfa, D, F. 2003. *Kandungan Genjer, Kangkung Air Dan Selada Air Untuk Menurunkan Konsentrasi Logam Timbal (Pb) Di Dalam Air* [Online] (<http://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/33553/G03dfa.p>, diakses, 24 Februari 2019).
- Anderson, M.R., and Tissue, B.M., 1997, Potentiometry, *Science Hypermedia Home Page*, (3)6: 11.
- Atikah, 1994, *Pembuatan dan Karakterisasi ESI Nitrat Tipe Berlapis*, ITB Press., Bandung.
- Azis, A., Yasser, M., Wahab, A.W, dan Taba, P, 2016, *Desain dan Karakterisasi dan Implementasi Elektroda Selektif Ion (ESI) menggunakan Ionofor 1,10, Diaza, 18-Crown-6 untuk Penentuan Kadar Kadmium (Cd) dan Timbal (Pb) Hasil Buangan Industri di Kawasan Industri Makassar (KIMA)*, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar.
- Bailey, L, P., 1976, *Analysis with Ion Selective Electrodes*, Heiden and Son Ltd., New York.
- Basset, J., Denny, R.C., Jeffrey, G.H., dan Mendham, J., 1989, *Buku Ajar Vogel Kimia Analisis Kuantitatif Anorganik*, Terjemahan Hendayana Pudjaatmaka, 1994, Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta.
- Buhlman, P., dan Prestsch, E., 1998, Carrier-Based Ion Selective Elelctrodes and Bulk Optodes (2), Ionophores For Potensiometric and Optimal Sensor, *Chem. Review*: 1693-1687.
- Brett, C. M., dan Bret, M. O., 1993, *Electrochemistry Principle Methods and Application*, Oxford University, New York.
- Camman, K., 1979, *Working with Ion Selective Electrodes*, Springer Verlag, Berlin.
- Chaturvedi, I., 2004, Phytotoxicity of Cadmium and it's Effect on Two Genotypes of Brassica juncea L., *J. Agric. Sci*, **16**(2): 1-8.

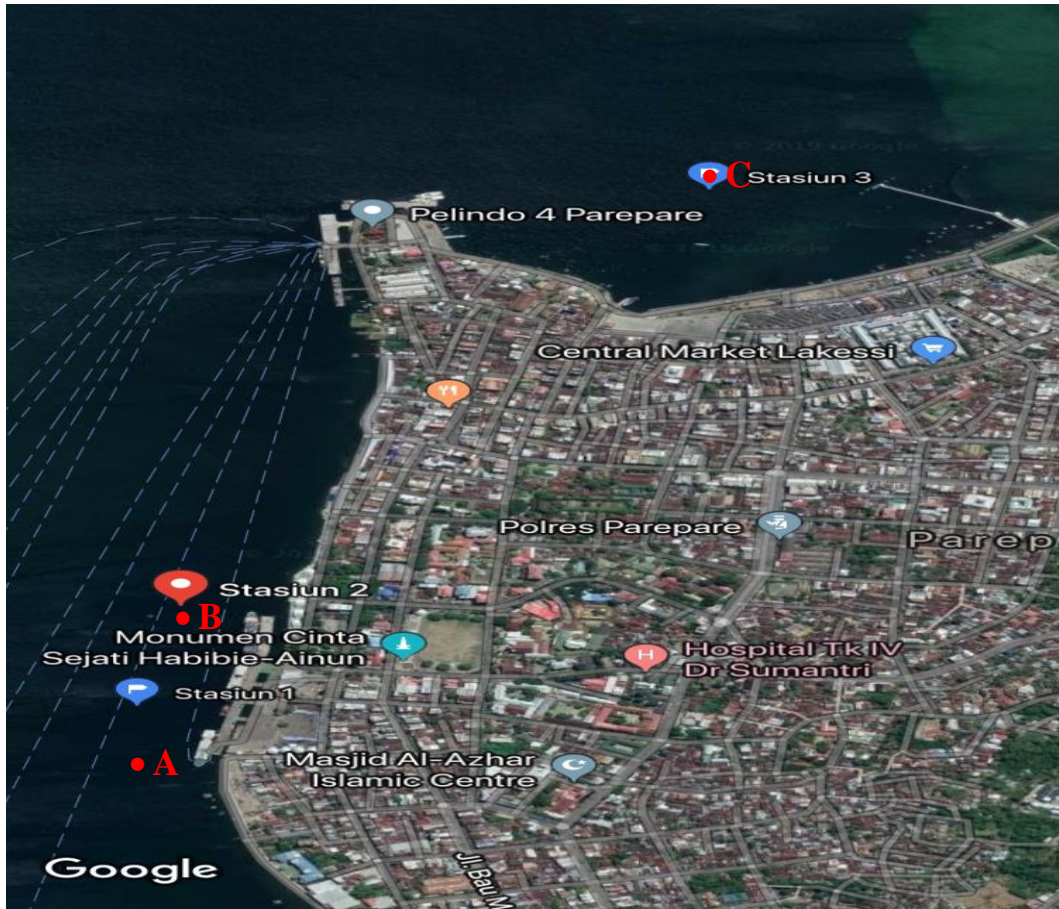
- Cotton, F.A. dan G. Wilkinson, 1976, *Kimia Anorganik Dasar*, Penerjemah Suhati Suharto, 1989, Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- Cunningham, L., 1986, *Coated Wire Ion Selective Electrodes. Anal. Chem.*, **54**, 1224.
- Darmono, 1995, *Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*, Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
- Darmono, 2001, *Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*, Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- Day, R.A., dan Underwood, A.L., 1999, Analisis Kuantitatif, Edisi 6, Erlangga, Jakarta.
- Effendi, H., 2003, *Telaah Kualitas Air Bagi Pengolahan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*, Kanisius, Yogyakarta
- Evans, A., 1991, *Potentiometry and Ion Selective Electrodes*, John Wiley & Sons, Chichester.
- Fard, R.A., Rounghi, G. H., dan Chamsaz, M., 2009, Study Of Complex Formation 18-Crown-6 and Diaza 18-Crown-6 With Uranyl Cation (UO^{2+}) In Some Binary Mixed Aques and Non-Aqueous Solvent, *J Incl Phenom Macrocycl Chem*, 64: 49-56.
- Hendayana, S., 1994, *Kimia Analitik Instrumen*, Edisi kesatu, IKIP Semarang Press, Semarang
- Hulanicki, A., Geab, S., and Ingman, F., 1991, Chemical Sensors Definitions And Classification, *Pure&App.Chem.*, **63**(9):1247-1250.
- Hutabarat, S., dan Evans, S.M., 1984, *Pengantar Oseonografi*, Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- Hutagalung, H.P., 1984, Logam Berat Dalam Lingkungan Laut, *Pewarta Oceana*, **9**(1): 12-19.
- Hutagalung, H.P., 1991, Pencemaran Laut oleh Logam Berat. dalam Status Pencemaran Laut di Indonesia dan Teknik Pemantauannya, LIPI, Jakarta.
- Imanudin, T., 2012, Pemanfaatan Mikroorganisme sebagai Salah Satu Alternatif untuk Mengurangi Pencemaran Logam Berat di Perairan, *Online at* (<http://elib.pdii.lipi.go.id/katalog/index.php/searchkatalog/downloadDataById/9234/9234.pdf>, diakses tanggal 27 Februari 2019).
- Khan, S., Farooq, R., Shahbaz, S., Khan, M. A., and Sadique, M., 2009, Health Riskh Assesment Of Heavy Metals For Population Via Consumption Of Vegetables, *World Appl. Sci. J.*, **6**(12): 1602-1606.

- Khopkar, S.M., 1990, *Konsep Dasar Kimia Analitik*, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Koryta, J., and Stulik, K., 1983, *Ion-Selective Electrodes*, 2nd ed, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Komar, P.D., 1998. *Beach Processes and Sedimentation*, 2nd ed., Prentice-Hall, New Jersey.
- Kunarso., 1991, *Pencemaran Logam Laut Indonesia dan Teknik Pemantaunya*, LIPI, Jakarta.
- Morf W.E., 1981, The Principles of Membrane Transport, *Elvier Scientific Publishing Company*, Amsterdam..
- Maulida, A.S., 2013, *Pembuatan dan Karakterisasi Elektroda Cd^{2+} Kitosan sebagai Sensor Kimia*, Tesis, Program Pasca Sarjana, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Mulder, M., 1996, *Basic Principle of Membrane Technology*, Second Edition., Kluwer Academic Publisher, Dordrecht.
- Ni'am, M. B., 2012, *Aplikasi Turunan Kaliks[4]Arenas (22,17 Bis(Sianopropiloksi)-26,28- Dihidroksi-P Nitrokaliks[4]Arenas) Untuk Elektroda Selektif Ion Tembaga II (Cu^{2+}) Berbasis Potensiometri*, Skripsi tidak diterbitkan, Universitas Jember, Jember.
- Nurdin, E., 2002, *Studi Kerja Elektroda Selektif Ion Kadmium dengan Ionofor Ligan 3-Metil-1-(4-Nitrofenil)-4-(4-Oktilbenzol) Pirazol-5-On*, Program Pascasarjana UNPAD, Bandung.
- Novitsari, E., Angreini, A.R., Dahlan, M.W., dan Mulyasuryani, A., 2016, Sensor Timbal Berbasis Potensiometri untuk Mendeteksi Kadar Timbal dalam Darah, *Jurnal Penelitian Sainstek*, **21**(1): 47-53.
- Perdana, I. A., 2015, *Desain dan Implementasi Elektroda Selektif Ion untuk Logam Timbal (II) ($ESI-Pb(II)$) menggunakan Ionofor p-t Butilkaliks(4)arena dan Butilkaliks(6)arena*, Tesis tidak diterbitkan, Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Pranitis, D. M., Diaz, M. T., dan Meyerhoff, 1992, Potentiometric ion, gas and Bio-Selective Membrane Electrodes, *Anal. Chem*, 23: 129.
- Ponce, V.M., 1989, *Engineering Hydrology, Principles and Practice*, Prentice-Hall Inc., New Jersey.
- Pungor, E., 1998, Teori of Ion Selective Elelctrode, *Anal Scie*. **14**: 249-256.
- Pratiwi, D.F., Diki, H., Dian, S.P., 2016, Tingkat Pencemaran Logam Kadmium (Cd) dan Kobalt (Co) pada Sedimen di Sekitar Pesisir Bandar Lampung, *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*, **1**(1): 61-68.

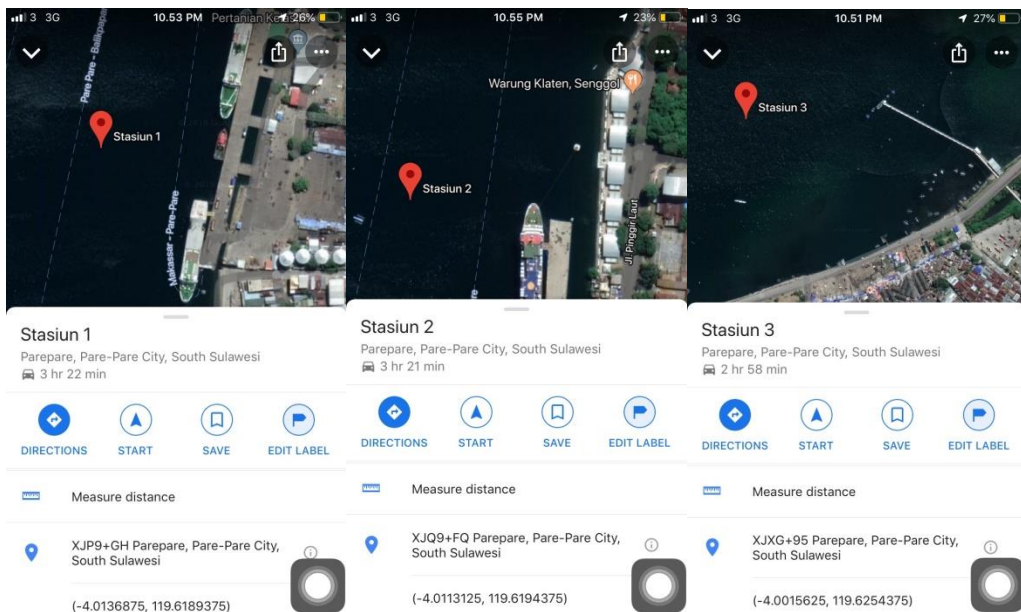
- Rusmandi, dan Dedy., 2001, *Mengenal Komponenn Elelektronika*, Pionir Jaya, Bandung.
- Ruzicka, J. and Tjell, J.C., 1970, *Anal. Chim. Acta*, **49**: 346.
- Setiawan, H., 2013, Akumulasi dan Distribusi Logam Berat Pada Vegetasi Magrove Di Perairan Pesisir Sulawesi Selatan, *Jurnal Ilmu Kehutan*, **7**(1): 21-24.
- Skoog, D, And Leary, J, 1998, *Principles of Instrumental Analysis*, Fourth edition, Saunders College Publishing, USA.
- Sokalski, T., Ceresa, A., Fibbioli, M., Zwickl, T., Bakker, E., Pretesch, 1999, Lowering the Detection Limit of Solvent Polimeric Ion Selective Electrode to Influence of Composition of sample and Internal Electrolyte Solution, *Anal. Chem*, **71**: 1210-1214.
- Standar Nasional Indonesia, 2005, *Nilai Ambang Batas (NAB) zat kimia di udara tempat kerja*, Jakarta, Online (http://web.ipb.ac.id/~tml_atsp/test/SNI%2019-0232-2005.pdf, diakses 24 Januari 2019).
- Sugiyarto, Kristian H., dan Retno D. Suyanti, 2010, *Kimia Anorganik Logam*, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Susantoro, T.M., Djoko, S., dan Ariana, A., 2015, Distribusi Logam Berat pada Sedimen di Perairan Muara dan Laut Propinsi Jambi, *Jurnal Kelautan Nasional*, **10**(1): 1-11.
- Suyanta, 2013, *Potensiometri*, UNY Press, Yogyakarta.
- Tandiayu, R., 2006, *Optimalisasi Komposisi Membran Berbasis PVC dengan Ionofor N,N'-Benzil-1,4,10,13-Tetraoksa-7,16-Diazasiklootadena (DBDA18C6) Untuk Pembuatan ESI-Cd(II)*, Skripsi Tidak Diterbitkan, Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Taufik, 2008, *Optimalisasi Komposisi Membran Berbasis PVC dengan Ionofor N,N'-Benzil-1,4,10,13-Tetraoksa-7,16-Diazasiklootadena (DBDA18C6) Untuk Pembuatan ESI-Ni(II)*, Skripsi Tidak Diterbitkan, Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Tohda, K., Huguchi, T., Drago, Umezawa, Y., 2001, The Schold Ionic Site Concentration Required for Nernstian Potentiometric Responses of Neutral Ionophore-incorporated Ion-selective Liquid Membranes, *Anal. Sci.*, **17**: 833-839.
- Willard, H.H., Merritt, L.L., dan Dean, J.A., 1988, *Instrumental Methods of Analysis*, International Thomson Publishing, UK.

- Wahab, A.W., 2006, *Studi Kinerja Potensiometrik: Elektroda Selektif Ion Zn(II), Cd(II), Hg(II) dengan Ionofor DBDA 18C6 terhadap Analisis Pencemaran Sedimen Laut Kawasan Pesisir Pantai Makassar*, Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Wahab, A.W., dan Mutmainnah, 2005, Analisis Kandungan Logam Berat Timbal dan Seng di Sekitar Perairan Pelabuhan Pare-pare dengan Metode Adisi Standar, *Marina Chimica Acta*, , **6(2)**: 21-24, Online (<http://journal.unhas.ac.id/index.php/mca/article/view/240>, diakses 14 Februari 2019).
- Zolotov, Y. A., 1997, *Macrocyclic Compounds In Analytical Chemistry*, John Wiley & Sons, Inc., New York.

Lampiran 1. Peta Lokasi Pengambilan Sampel



Gambar 1.1 Peta pelabuhan Kota Parepare



Gambar 1.2 Titik koordinat pengambilan sampel sedimen

Lampiran 2. Foto Penelitian



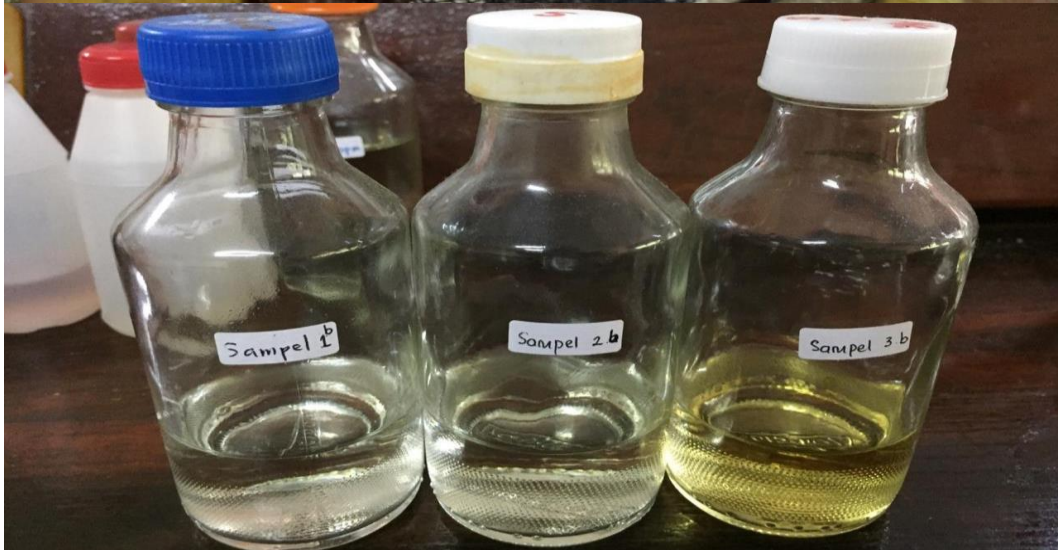
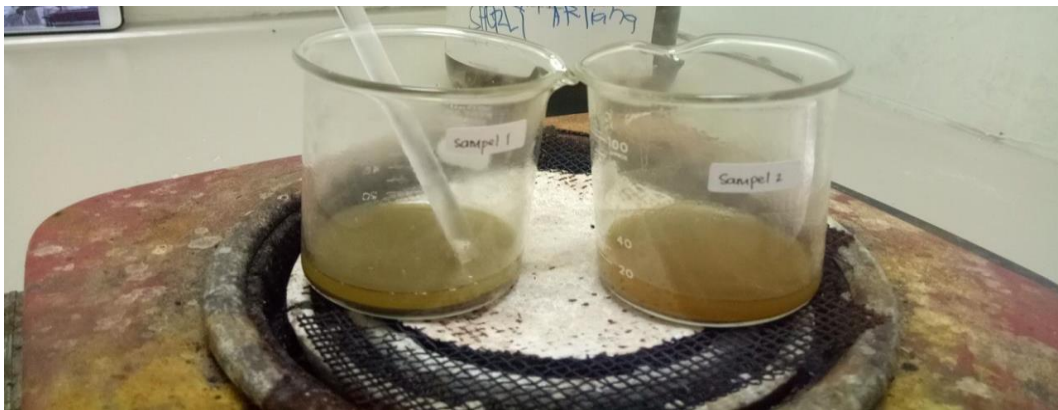
Gambar 2.1 Pengambilan sampel sedimen menggunakan *Grab Sampler*



Gambar 2.2 Menggerus sampel sedimen



Gambar 2.3 Sampel yang telah diayak



Gambar 2.4 Preparasi Sampel dan Hasil Preparasi Sedimen



Gambar 2.5 Larutan Standar Co



Gambar 2.6 Larutan Standar Ni (Ion Pengganggu)



Gambar 2.7 Larutan Standar Fe (Ion Pengganggu)



Gambar 2.8 Analisis Logam Co menggunakan Alat Potensiometer

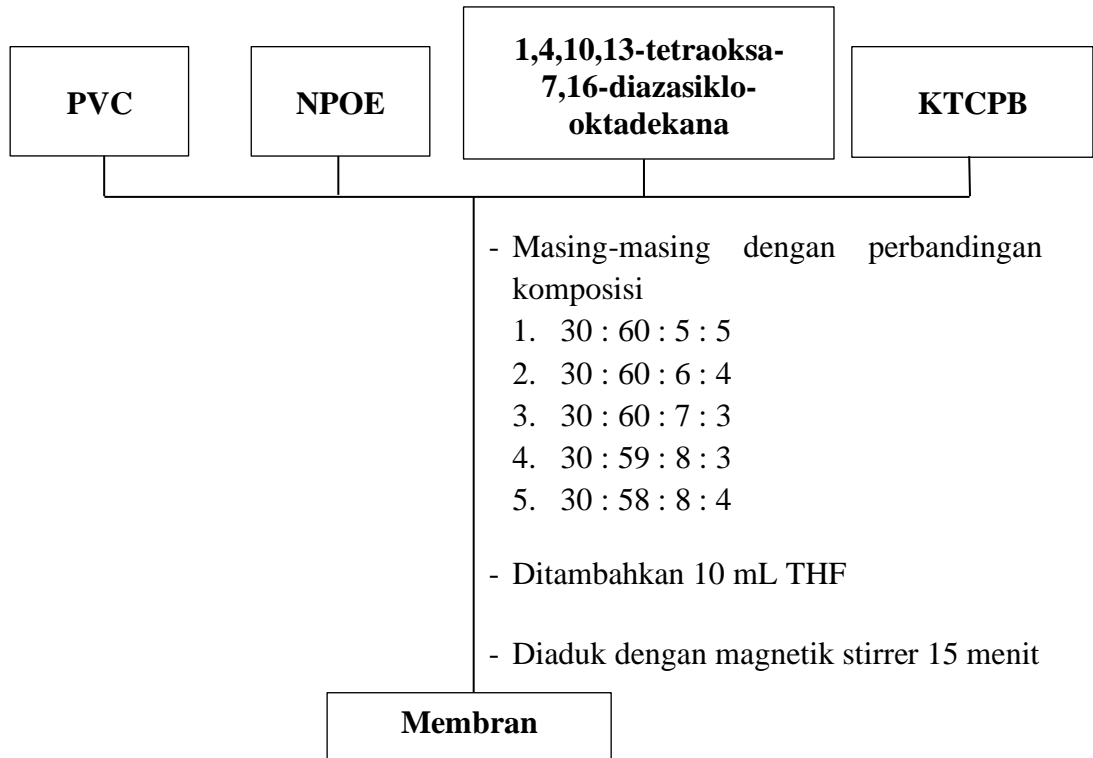
Lampiran 3. Rangkaian Peralatan dalam Pengukuran ESI



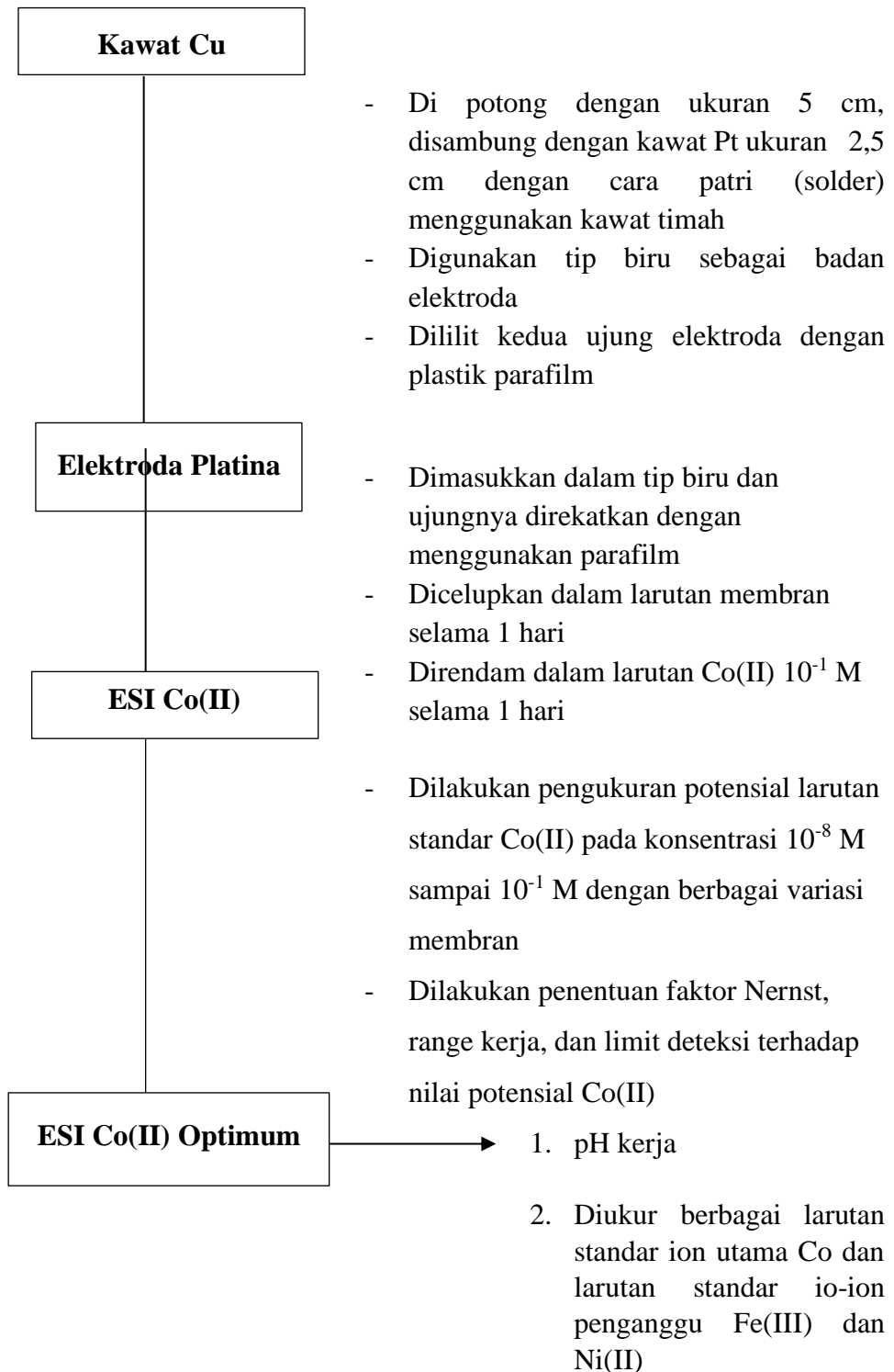
Keterangan:

- | | |
|-----------------------------------|--------------------------------|
| 1. Alat Potensiometer | 5. Elektroda Kerja |
| 2. Stirer | 6. Elektroda Refensi |
| 3. Pengaduk Magnetik | 7. Penjepit Elektroda Kerja |
| 4. Larutan Standar/Larutan Sampel | 8. Penjepit Eletroda Referensi |

Lampiran 4. Skema Pembuatan Membran



Lampiran 5. Skema Kinerja Pembuatan ESI-Co(II)

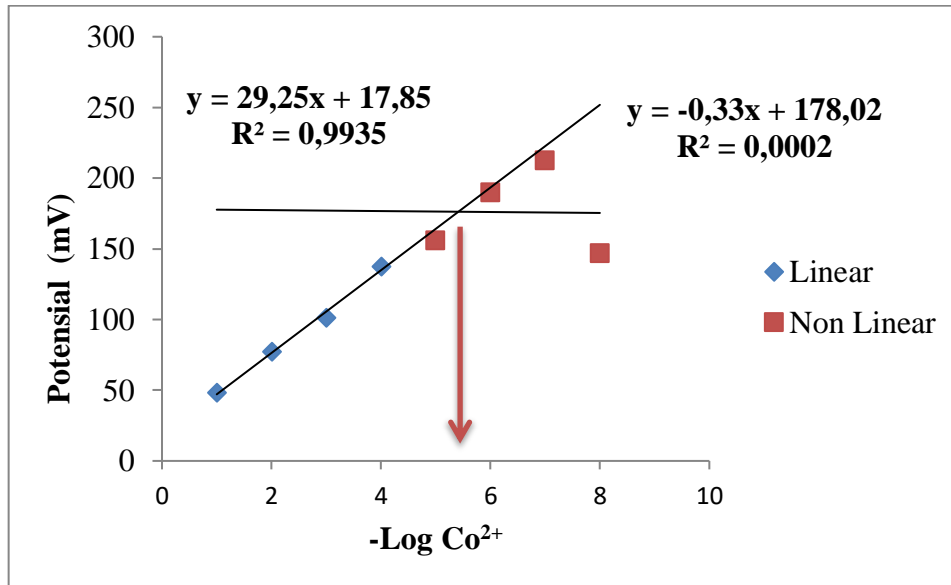


Lampiran 6. Hasil Pengukuran terhadap Berbagai Komposisi Membran

Nomor Membran	Komposisi Berat (%)			
	PVC	NPOE	Ionofor 1,4,10,13-tetraoksa-7,16-diazasiklo-oktadekana	KTCPB
1	30	60	5	5
2	30	60	6	4
3	30	60	7	3
4	30	59	8	3
5	30	58	8	4

[Co ²⁺] (M)	-Log Co ²⁺	Potensial E (mV)				
		Membran 1	Membran 2	Membran 3	Membran 4	Membran 5
10 ⁻⁸	8	273,7	191,2	177,3	155,9	146,6
10 ⁻⁷	7	271,3	190,5	191,9	169	212,2
10 ⁻⁶	6	236,8	189	219,1	172,8	189,4
10 ⁻⁵	5	239,2	198,8	220,8	165,3	155,3
10 ⁻⁴	4	226,2	205,4	188,4	139,2	137,5
10 ⁻³	3	219,8	191,2	185,1	118,1	101,2
10 ⁻²	2	211	171,1	170	91	77,2
10 ⁻¹	1	180,2	150,7	123,3	70,6	48
Slope		14,68	18,69	21,04	23,29	29,25
R²		0,8651	0,9836	0,8186	0,997	0,9935
K		172,6	133,55	114,1	46,5	17,85

Lampiran 7. Data Hasil Perhitungan Limit Deteksi



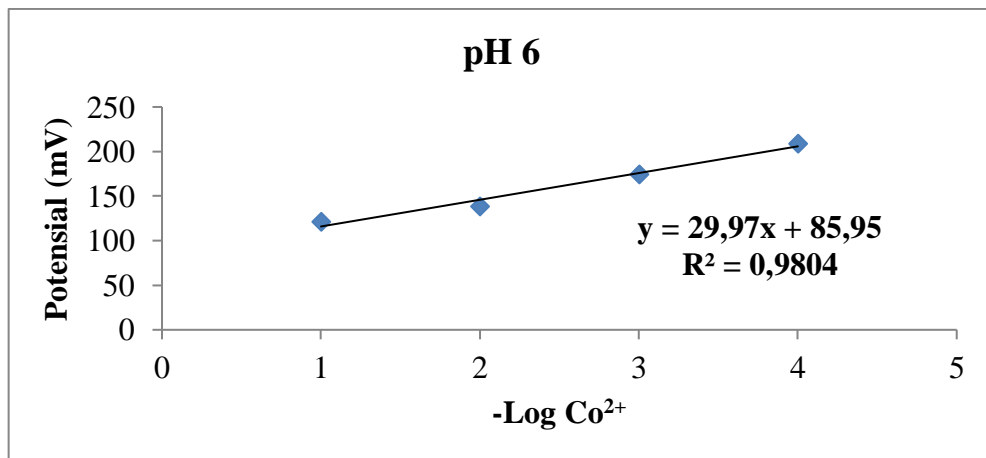
Dari grafik dapat diperoleh :

$$\begin{aligned}
 \text{Persamaan linear} \quad y &= 29,25x + 17,85 \\
 \text{Persamaan non linear} \quad y &= -0,33x + 178,02 \quad - \\
 \hline
 &= 29,58x - 160,17 \\
 x &= \frac{-160,17}{-29,58} \\
 &= 5,41 \\
 10^{-x} &= 10^{-5,41} \\
 &= 3,84 \times 10^{-6} \text{ M}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ppm} &= \text{M} [\text{Co}^{2+}] \cdot \text{BM Co}^{2+} \cdot 10^3 \\
 &= 3,84 \times 10^{-6} \text{ M} \cdot 58,94 \cdot 1000 \\
 &= 0,22 \text{ ppm}
 \end{aligned}$$

Lampiran 8. Pengaruh pH terhadap *Slope* (Faktor Nernst)

[Co ²⁺] (M)	Log Co ²⁺	Potensial pH (mV) rata-rata						
		pH 2	pH 3	pH 4	pH 5	pH 6	pH 7	pH 8
1 x 10 ⁻⁴	4	102,5	134,7	151,1	176,8	229,1	215,8	237,4
1 x 10 ⁻³	3	90,7	113,9	136,9	128,8	128,8	210,3	200
1 x 10 ⁻²	2	86,4	77,4	107,2	135,5	194,5	166,6	192,1
1 x 10 ⁻¹	1	85,6	94,8	118,8	116,5	116,6	167,5	193,3
Slope		5,5	15,62	12,66	17,42	29,97	18,86	14,02
R²		0,8297	0,6677	0,7097	0,7399	0,9804	0,8344	0,7142
K		77,55	66,15	93,81	95,85	85,97	142,9	170,65



Gambar 17 . Grafik pengaruh pH 6 terhadap *slope* (faktor Nernst) pada kisaran pengukuran 10⁻⁴ M - 10⁻¹ M

Lampiran 9. Tabel Hasil Perhitungan Koefisien Selektivitas

Ni^{2+} (M)	E (mV)	K^{pot}_{ij}	Fe^{2+} (M)	E (mV)	K^{pot}_{ij}
10^{-4}	173,4	$4,8 \times 10^{-5}$	10^{-4}	139,6	$6,9 \times 10^{-4}$
10^{-3}	261,1	$4,8 \times 10^{-8}$	10^{-3}	183,8	$2,1 \times 10^{-5}$
10^{-2}	285,9	$6,9 \times 10^{-9}$	10^{-2}	359,7	2×10^{-11}
10^{-1}	352,8	$3,5 \times 10^{-11}$	10^{-1}	373,3	7×10^{-12}

Contoh perhitungan koefisien selektivitas ion Ni^{2+} pada Fe^{3+} sebagai pengganggu dengan metode MPM.

Misalnya, Ion Ni^{2+} dengan konsentrasi 10^{-1} dengan persamaan

$$y = ax + b$$

$$y = 29,25x + 17,85$$

$$173,4 = 29,25x + 17,85$$

$$x = \frac{173,4 - 17,85}{29,25}$$

$$= \frac{155,55}{29,25}$$

$$= 5,31$$

$$10^{-x} = 10^{-5,31}$$

$$= 4,8 \times 10^{-6}$$

$$K^{pot}_{ij} = \frac{4,8 \times 10^{-6}}{10^{-1}}$$

$$= 4,8 \times 10^{-5} \text{ M}$$

Lampiran 10. Data Hasil Pengukuran Co(II) dengan Metode ESI

Tabel hasil pengukuran sampel

Sampel	Potensial (mV)	Konsentrasi (Ppm)
Sedimen A	222,3	0,29
Sedimen B	219,5	0,37
Sedimen C	213,6	0,60

- Perhitungan konsentrasi sampel Sedimen A

$$y = ax + b$$

$$222,3 = 29,25x + 17,85$$

$$-29,25x = -222,3 + 17,85$$

$$x = \frac{-204,45}{-29,25}$$

$$= 6,98$$

$$10^{-x} = 10^{-6,98} \times fp$$

$$= 1,023 \times 10^{-7} \text{ M} \times 50$$

$$= 5,119 \times 10^{-6} \text{ M}$$

$$\text{Ppm} = M [\text{Co}^{2+}] \cdot \text{BM Co}^{2+} \cdot 10^3$$

$$= 5,119 \times 10^{-6} \text{ M} \cdot 58,94 \cdot 1000$$

$$= 0,30 \text{ ppm}$$

- Perhitungan konsentrasi sampel Sedimen B

$$y = ax + b$$

$$219,5 = 29,25x + 17,85$$

$$-29,25x = -219,5 + 17,85$$

$$x = \frac{-201,65}{-29,25}$$

$$= 6,89$$

$$10^{-x} = 10^{-6,89} \times fp$$

$$= 1,276 \times 10^{-7} \text{ M} \times 50$$

$$= 6,381 \times 10^{-6} \text{ M}$$

$$\text{Ppm} = M [\text{Co}^{2+}] \cdot \text{BM Co}^{2+} \cdot 10^3$$

$$= 6,381 \times 10^{-6} \text{ M} \cdot 58,94 \cdot 1000$$

$$= 0,37 \text{ ppm}$$

- Perhitungan konsentrasi sampel Sedimen C

$$y = ax + b$$

$$213,6 = 29,25x + 17,85$$

$$-29,25x = -213,6 + 17,85$$

$$x = \frac{-195,75}{-29,25}$$

$$= 6,69$$

$$10^{-x} = 10^{-6,69} \times fp$$

$$= 2,041 \times 10^{-7} \text{ M} \times 50$$

$$= 1,020 \times 10^{-5} \text{ M}$$

$$\text{Ppm} = M [\text{Co}^{2+}] \cdot \text{BM Co}^{2+} \cdot 10^3$$

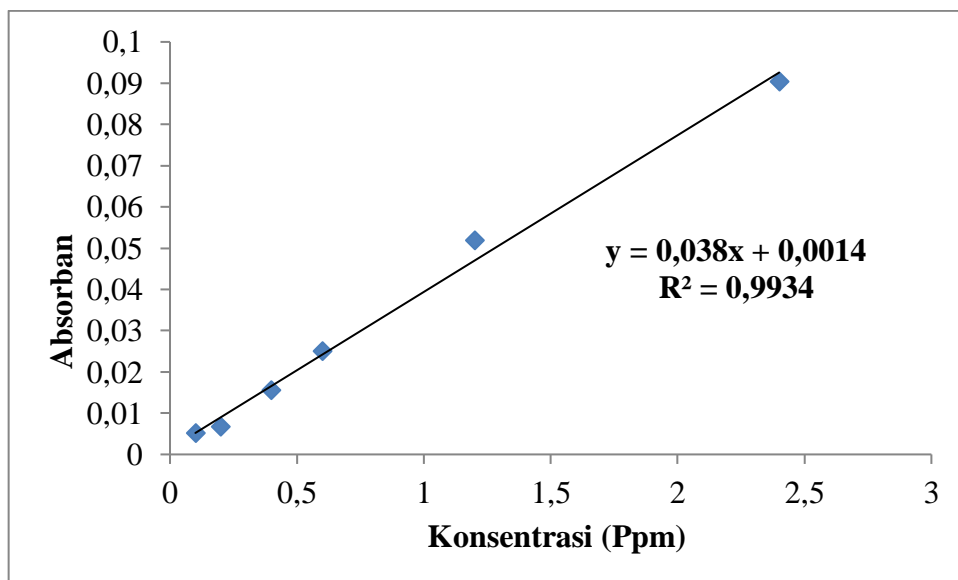
$$= 1,020 \times 10^{-5} \text{ M} \cdot 58,94 \cdot 1000$$

$$= 0,60 \text{ ppm}$$

Lampiran 11. Data Hasil Pengukuran Kadar Co(II) dengan Metode AAS

Tabel data absorbansi larutan standar logam Co(II)

Konsentrasi	Absorban
0,1	0,005108
0,2	0,006738
0,4	0,015511
0,6	0,025056
1,2	0,051868
2,4	0,090286



Gambar 18. Kurva regresi standar logam Co(II)

Tabel hasil pengukuran sampel

Sampel	Absorbansi	Konsentrasi (ppm)
Sedimen 1.a	0,013	0,30
Sedimen 1.b		
Sedimen 2.a	0,016	0,38
Sedimen 2.b		
Sedimen 3.a	0,25	0,62
Sedimen 3.b		

Misalnya, contoh perhitungan konsentrasi Co(II) dalam sampel (Sedimen 1.a) berdasarkan regresi standar

$$y = ax + b$$

$$0,013 = 0,038 x + 0,0014$$

$$- 0,038 x = -0,013 + 0,0014$$

$$x = \frac{- 0,0116}{- 0,038}$$

$$= 0,30 \text{ ppm}$$

Lampiran 12. Data Perbandingan Hasil Analisis Metode Potensiometri dengan AAS

Sampel	Konsentrasi (ppm)	
	Potensiometri	AAS
Sedimen A	0,29	0,31
Sedimen B	0,37	0,39
Sedimen C	0,60	0,63