

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, S., 2006, Teknologi Membran dan Pengolaha Limbah Cair Industri, *Bulletin Penelitian*, **28**(1): 18-24.
- Akoto, O., Bruce, T. N., and Darkol, G., 2008, Heavy Metals Pollution Profiles in Streams Serving the Owabi Reservoir, *Afr. J. Environ. Sci. Technol*, **2**(11): 354-359.
- Alif, A., Amran, A., Aziz, H., dan Pelita, E., 2001, Permiasi Nikel(II) melalui Membran Cair Fasa Ruah dengan Oksin sebagai Fasa Pembawa, *Jurnal Kimia Andalas*, **7**(2): 1-4.
- Allen, S. J., and Kaumanova, B., 2005, Decolourisation of Water/Wastewater using Adsorption (review), *J. Univ. Chem.Technol. Met*, **40**(3): 175-192.
- Aslam, M. Z., Shahid, N. R. and Feroze, N., 2010, Ni(II) Removal by Biosorption Using *Ficus Religiosa* (Peepal) Leaves, *J. Chil.Chem.Soc.* **55**(1): 81-84.
- Axtell, N. R., Stermberg, S. P. K. and Claussen, K., 2003, Lead and Nickel Removal Using Mikrospora and Lemna Minor Bioresour, *Technol*, **98**: 41-48.
- Konczyk, J., Zajac, A. N., and Kozlowski, C. A., 2016, Calixarene-Based Extractants for Heavy Metal Ions Removal from Aqueous Solutions, *Separation Science and Technology*, (1-17).
- Baker, R. W., 2002, *Membrane Technology and Application*, Mc Graw-Hill, New York.
- Bartsch, R. A., and Way, J. D., 1996, *Chemical Separation with Liquid Membranes, ACS Symposium Ceries 642*, American Chemical Society, New York.
- Batari, A. T. W., 2012, *Recovery Logam Cu dengan Kombinasi Metode Transpor Membran Cair dan Elektroplating Menggunakan Asam p-t-butilkaliks[4]arena-tetrakarboksilat sebagai Ion Carrier*, Skripsi tidak diterbitkan, Jurusan Kimia FMIPA UNHAS, Makassar
- Bauer, P.D., Brindley, G.D., Fox. O.D., Grieve, A., gden, M.I., Szemes, F., and Drew, M.G.B., 2002, Acid-amide Calixarene Ligands for Uranyl and Lanthanide Ions: Shyntesis, Structure, Coordination and Extracton Studies, *J. Chem. Soc*:3101-3111.
- Blaylock, B. G. and Frank, M. L., 1979, A Comparison of Toxicity of Nickel to the Devolving Egg and Larvae of Carp (*Cyprinus Carlop*), *Bull, Envirom, Contam, Toxicol*, **21**: 604-611.

- Bohmer, V., 1995, Calixarenes, Macrocycles with (Almost) Unlimited Possibilities, *Angew Chem. Int. Ed. Engl*, **31**: 713-745.
- Cafeo, G., Gattuso, G., Kohnke, F. H., Notti, A., and Maverick, E. M., 2002, Remarkable Boosting of the Binding of Ionpaired Organic Salt by Binary Host Systems, *Angew Chem. Int. Ed*, **41**: 222-2126.
- Cotton, F., A., and Wilkinson, G., 1989, *Kimia Anorganik Dasar*, Terjemahan oleh Sahati Suharto, 2014, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Darmono, 1995, *Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*, UI-Press, Jakarta.
- Darmono, 2008, *Lingkungan Hidup dan Pencemaran Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam*, UI-Press, Jakarta.
- Dewi, R., Alif, A., dan Aziz, H., 2009, Kinetika Transpor Co(II) melalui Teknik Membran Cair Fasa Ruah secara Konsekuatif, *J.Ris.Kim*, **3**(1): 70-73.
- Fanni, S., Arnaud, N. F., McKervey, M. A., Sehwing, A. J., and Ziat, K., 1996, Dramatic Effects of *p*-Dealkylation on the Binding Abilities of *p*-tert-Butylcalix[n]arenes New Cs⁺ and Sr²⁺ Selective Receptor, *tetrahedron lett.*, **37**: 7975-7978.
- Fatmawati. (2009). *Pengolahan Air Asam Tambang dengan Metode Passive Treatment*. Online (<http://id.scribd.com/doc/88861737/56292733-Air-Asam-Tambang>, diakses januari 2020).
- Feraz, H. C., Duarte, L. T., Alves, M. D., Habert, A. C., and Borges, C. P., 2007, Recent Achievements in Facilitated Transport Membrane for Separation Processes, *Braz. J. Chem. Eng.* **24**(1).
- Firdaus, 2007, Sintesis Turunan Amina, Amida, Asam Aminoasetat dan Ester Etil Aminoasetat Kaliks[4]arena dan Penggunaannya Sebagai Ekstraktan Ion Logam Berat Cr³⁺, Cd³⁺ dan Pb³⁺, Disertasi Doktor Pascasarjana UGM, Yogyakarta.
- Gerberding, J. L., 2005, *Toxicological Profil for Nickel, Atlanta, Georgia, Argency, for Toxic Substances and Disease Registry*, Division of Toxicology.
- Gutsche, C. D., 1998, *Calixarenes*, The Royal Society of Chemistry, Series Editor: J. Fraser Stoddart, FRS, USA.
- Gutsche, C.D., Dhawan, B., Hyun, N.K., and Muthocrishman, C., 1981, Calixarene. 4. The Shyntesis, Characteization, and Properties of Calixarenes from *p*-t-Butylphenol, *J. Am. Chem. Soc.*, **103**: 3782-3792.
- Hamilton, K., 2003, *Synthesis, Characterization, and application of Water-Soluble Chiral Calix[4]arene Derivatives in Spectroscopy and Capillari*

Electrokinetic Chromatography, Disertation, The Departement of Chemistry, Louisiana State University, Lousiana.

- Harimu, L., Matsjeh, S., Siswanta, D., dan Santoso, S. J., 2010, Pemisahan Ion Logam Berat Fe(III), Cr(III), Cu (II), Ni(II), Co(II) dan Pb(II) menggunakan Pengemban Ion Poli(Asam Eugenil Oksiasetat) dengan Metode Transpor Membran Cair, *Indo. J. Chem*, **10**(1): 69-74.
- Haris, M.C.D.A., 2003, Pemisahan Logam Berat Menggunakan Membran Cair Berpendukung dengan Variabel Konsentrasi Ion Logam dan pH Fasa Umpan, *JKSA*, **2**(4): 1-4.
- Ikade, A. And Shinkai, S., 1997, Novel Cavity Design Using Calix[n]arene Skeleton: Toward Molecular Recgnition and Metal Binding, *Chem. Rev*, **97**: 1713-1734.
- Imelda, Kahar., Z., Sumarmata, M., dan Mustafa, D., 2012, Optimasi Transpor Cu(II) dengan APDC sebagai Zat Pembawa Melalui Teknik Membran Fasa Ruah, *J.Kim.Ris*, **5**(2): 127-130.
- Inda, N. I., 2012, *Recovery Logam Tembaga dan Nikel dengan Kombinasi Metode Transpor Membran Cair dan Elektroplating Menggunakan Asam p-t-butilkaliks[4]arena-tetraetilester sebagai Ion Carrier*, Tesis tidak diterbitkan, program pascasarjana, Universitas Hasanuddi, Makassar.
- Ismuyanto, B., 2012, Pemanfaatan Membran Cair Emulsi untuk Menyisihkan Nikel di Limbah Cair, *J.Nat.B*, **1**(3): 235-239.
- Izzat, R. M., Lamb, J. D., Hawskins, R. T., Brown, P. R., Izzat, S. R., and Christensen, J. J., 1983, Selective M^+-H^+ Couple Transport of Cation throug a Liquid Membranes by Macrocycle Calixarene Ligands, *J. Am. Chem. Soc.*, **105**: 1782-17854.
- Jain, V. K., Pillai, S. G., Pandya, R. A., Agrawal, Y. K., dan Shrivastav, P. S., 2005, Selective Extraction, Preconcentration, and The Transport studies of Thorium(IV) Using Octa-Functionalized Calix[4]recorcingarene-Hydroxamic Acid, *Anal. Sci*, **21**: 129-135.
- Kaur, A., and Vohra, D. K., 2009, Study of Bulk Liquid Membranes as a Separation Tecnique to Recover Acetic and Propionic Acid from Dilute Solutions, *Indian J. Chem. Technol*, **17**: 133-138.
- Kazemi, S.Y., 2008, Membrane Transport of Pb(II) with a Cooperative Carrier Composed of Dibenzylidiaz-18-crown-6 and Palmitic Acid, *Journal of Chinese Chemical Society*, **55**: 1101-1106.
- Kir, E., Yalimli, S., Kurtulmus, S., Aydin, A., and Yilmaz, H., 2014, Applicatied Transport of Ni(II) through Supported Liquid Membranes Containing

Dithiophosphonates as Ion Carrier, *Article Accepted Manuscript*, Ankara University, Turkey

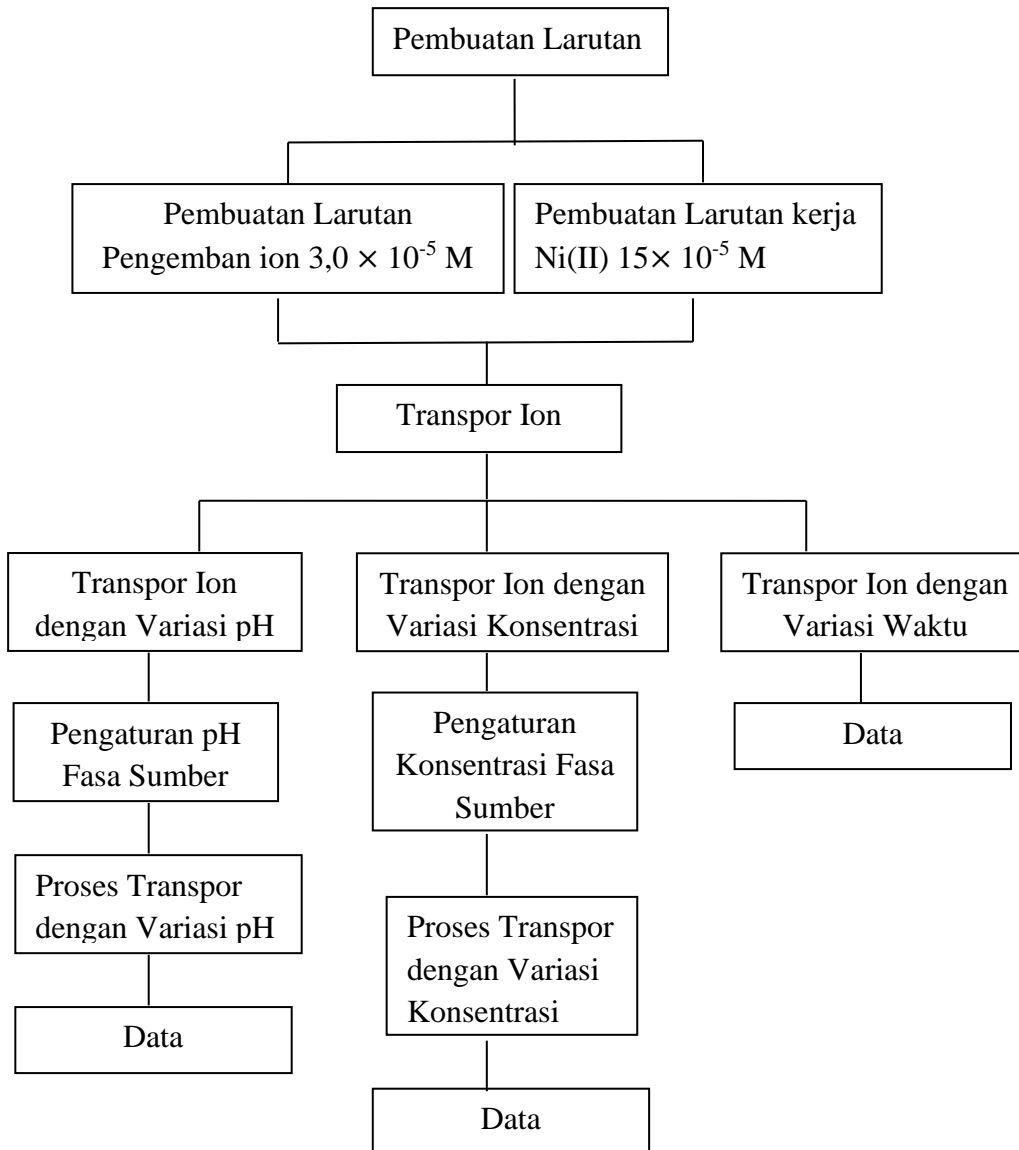
- Kiswando, A. A., 2014, Kajian Transpor Fenol melalui Membran Berbasis Polieugenol Tertaut Silang Menggunakan Metode *Polymer inclusion Membrane* (PIM), Disertasi, Program Studi S3 Kimia, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Latupeirissa, 2010, Ekstraksi Ion Logam Cr^{3+} Menggunakan Poli(Etil Eugeniloksi Asetat), *Proseding Seminar Nasional Basic Science II*, Universitas Pattimura, Ambon.
- Leon, G., and Guzman, M. A., 2004, Facilitated Transport of Cobalt through Bulk Liquid Membrane Containing Diethylhexyl Phosphoric Acid, *JDWP*, **162**: 211-215.
- Levered, P.C., dan Nierlich, M., 2000, Large Calixarenes Ligand in Coordination Chemistry, *Chem Commun*: 493-494.
- Linane, P. and Shinkai, S., 1994, Calixarenes: Adaptable Hosts Par Excellence, *Chem. Ind*: 811-814.
- Lindoy, L. F., 1990, *The Chemistry of Macrocycles Ligand Complexes*, First Paperback Ed, Cambridge University Press, Cambridge.
- Loon, J.D., Arduini, A., Coppi, L., Verboom, W., Pochini, A., Ungaro, R., Harkema, S., and Reinhoudt, D.N., 1990, Selective Functionalization of Calix[4]arene at the Upper Rim, *J. Org. Chem*, **55**: 5639-5646.
- Maming, 2008, Transpor Cr(III), Cd(II), Pb(II), dan Ag(I) Melalui Membran Cair Ruah yang Mengandung Turunan Karboksilat, Ester dan Amida *p-t*-Butilkaliks[4]arena sebagai Pengemban Ion, *Disertasi*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Maming, Jumina, Siswanta, D., dan Sastrohamidjojo, H., 2007, Transpor Ion Cr^{3+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} , dan Ag^+ Melalui Membran Cair Ruah yang Mengandung Asam *p-t*-Butilkaliks[4]arena-tetrakarboksilat sebagai Pengemban Ion, *Indo. J. Chem*, **7**(1): 172-179.
- Minhas, F.T., Solangi, I.B., Memon, S., and Bhangar, M.I., 2010, Kinetic Study of an Effective Pb(II) Transport through a Bulk Liquid Membrane Containing Calix[6]arene Hexaester Derivate as a Carrier, *Separ. Sci. Tech*, **45**: 1448-1455.
- Miaratiska, N. dan Azizah, R., 2015, Hubungan Paparan Nikel dengan Gangguan Kesehatan Kulit pada Pekerja Industri Rumah Tangga Pelapisan Logam di Kabupaten Sidoarjo, *JKLI*, **1**(1): 25-36.

- Mokoagouw, D., 2008, Indeks Keanekaragaman Biota Perairan sebagai Indikator Biologis Pencemaran Logam Berat di Perairan Pantai Bitung Sulawesi Utara, *Ekoton*, **8**(2): 31-40.
- Moon, B. S., Kim, S. K., Kang, B. G., Lee, J. H., Yoon, K. D., 2003, Synthesis and Binding Study of New Amonopyridinyl Cavitand Receptors for the Recognition of Cationic Guests, *Bull. Corean Chem*, **1**(24): 725-741.
- Muis, A., 2007, *Penggunaan Asam p-t-butilkaliks[6]arena-heksaastat sebagai Pengemban Ion pada Transpor Ion pada Transpor Ion Cu²⁺, Zn²⁺ dan Cd²⁺ Melalui Membran Cair Ruah 1,2-dikloroetana*, Skripsi tidak diterbitkan, Departemen Kimia, Universitas Hasanuddin.
- Mutihac, L., Buschmann, H. J., and Diacu, E., 2002, Calixarenes Derivatives as Carriers in Liquid Membrane Transport, *JDWP*, **148**: 253-256.
- Nghiem, L.D., Mornane, P., Potter, I.D., Perera, J.M., Cattrall, R.W., and Kolev, S.D., 2006, Extraction and Transport of Metal Ions and Small Organic Compounds Using Polymer Inclusion Membranes (PIMs): Review, *J. Membr. Sci.*, 281: 7-41.
- Nijenhuis, W. P., Buitenhuis, E. G., Jong, F., Rodolter, E. J. R., and Reinhoudt, D. N., 1991, Calixcrown as Selective Potassium Cation Carriers in Supported Liquid Membranes, *J. Am. Soc.*, **113**: 7963-7968.
- Nurhasni, Hendrawati dan Saniyyah. N., 2014, Sekam Padi untuk Menyerap Logam Tembaga dan Timbal dalam Air Limbah, *J. Kim. Val*, **4**(1): 36-44.
- Nuryati, I., Sutrisno, J. dan Zainuddin, S., 2018, Pengaruh Konsentrasi dan Waktu Aktivasi terhadap Karakteristik Karbon Aktif Ampas Tebu dan Fungsinya sebagai Adsorben Limbah Laboratorium, *J. Tek. Wak*, **16**(1): 62-71.
- Ostrowska, M., Golenya, I., A., Hauka, M., Fritsky, I., O., and Kontecka, E., G., 2019, Complex Formation of Copper(II), Nickel(II) and Zinc(II) with Ethylophosphonoacetohydroxamic Acid: Solution Speciation, Synthesis and Structural Characterization, *New. J. Chem*, **43**(26):10205-10660.
- Palar, H., 2008, *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*, Rineka Cipta Cetakan ke 4, Jakarta.
- Palar, S., 1994, *Toksikologi dan Pencemaran Lingkungan*, Cetakan ke-4. Rineka Cipta, Jakarta.
- Palizzi, N., Casnati, A., and Ungaro, R., 1998, Calix[4]arene with Perfluorinated Alcoholic Functions at the Upper Rim: a New Class of Neutral Anion Receptor, *Chem. Commun*, 2607-2608.
- Perrin, R., dan Lamartine, R., 1993, *Pure & Appl. Chem*, **65**(7): 1549-1559.

- Prabawati, S. Y., Jumina, Santosa, S. J., Mustofa, and Otho Keisuke, 2012, Study on the Adsorption Properties of Novel Calix[6]arene Polymers for Heavy Metal Cations, *Indo. J. Chem*, **12**(1): 28-34.
- Purwanti, N. dan Setiarso, P., 2006, Ekstraksi Ion Logam Nikel(II) dan Tembaga(II) Menggunakan Teknik Membran Cair Emulsi, *Indo.J.Chem*, **6**(2): 186-188.
- Rafinel, Alif, A., dan Oktarini, R., 2011, Penentuan Kondisi Optimasi Transpor Ion Cu(II) melalui Teknik Membran Cair Fasa Ruah secara Simultan dengan Oksin sebagai Pembawa, *J.Ris.Kim*, **4**(2): 48-54.
- Rasdiana, 2010, *Transpor Ion Cd(II) Melalui Membran Cair Ruah yang Mengandung p-t-butilkaliks[4]arena-tetra-N-(Etilglisil)-tioasetamida sebagai Ion Carrier*, Skripsi tidak diterbitkan, Departemen Kimia, Universitas Hasanuddin.
- Rudi, S. G., 2012, *Pengolahan Air Asam Tambang, Pengolahan Lingkungan Pertambangan Mineral dan Batu Bara*, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Salam, A., 2010, *Analisis Kualitas Air Situ Bungur Ciputat Berdasarkan Indeks Keanekaragaman Fitoplankton*, Skripsi tidak diterbitkan, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, Jakarta.
- Sassine, A., Junior, H.A.M., Lebre, D.T., Valli, F., Pires, M.A.F., Vega, O., dan Felinto, M.C.F.C., 2007, an Electrospray Ionization Tandem Mass Spectrometric Study of *p-tert*-Butylcalix[6]arene Complexation with Ammonium Hydroxide, and Sodium Ions, *RCMS*, **22**: 385-393.
- Satmoko, 2006, *Kondisi Pencemaran Logam Berat di Perairan Sungai DKI Jakarta*, Pusat Teknologi Lingkungan-BPPT, Jakarta.
- Scheeder, J., Engbersen, J. F. J. Casnati, A., Ungaro, R., and Reinhoudt, D. N., 1995, Complexation of Halide Anions and Tricarboxylate Anions by Neutral Urea-Derivatized-*p-tert*-Butylcalix[6]arenes, *J. Org. Chem.*, **60**: 6448-6454.
- Setiarso, P. dan Purwanti, S., 2006, Ekstraksi Ion Logam Nikel(II) dan Tembaga(II) Menggunakan Teknik Membran Emulsi, *Indo.J.Chem*, **6**(2): 186-188.
- Shinkai, S., Mori, S., Arimura, T., dan Manabe, O., 1986, Hexasulphonatedcalix[6]arene Derivative, a New Class of Catalyst, Surfactants, and Host Molecules, *J. Am. Chem. Soc*, **108**: 2409-2416.
- Sonoda, M., Nishida, M., Ishii, D., and Yoshida, I., 1999, Super Uranophile, Water-Soluble Calixarenes: Their Metal Complexes, Stability Constants and Selective Reactivity to Uranyl Ion, *Anal. Sci*, **15**: 1207-1213.

- Srisuwan, G., and Tongchai, P., 2002, Removal of Heavy Metals from Elektroplating Wastewater by Membrane, *J. Sci. Technol*, **24**: 965-976.
- Suh, J.K., Kim, I. W., Chang, S. H., Kim, B. E., Ryu, J. W., and Park, J. H., 2001, Separation of Positional Isomer on a Calix[4]arene-methylsiloxane Polymer as Stationary Phase in Capillary GC, *Bull. Korean Chem. Soc*, **4**(22): 409-412.
- Supraptini, 2002, Pengaruh Limbah Industri terhadap Lingkungan di Indonesia, *J.Litbangkes*, **12**(2): 10-19.
- Suprihatin dan Indrasti, N. S., 2010, Penyisihan Logam Berat dari Limbah Cair Laboratorium dengan Metode Presipitasi dan Adsorpsi, *MJS*, **1**(14): 44-50.
- Sutamihardja, R. T. M., 1982, *Inventarisasi dan Evaluasi Kualitas Lingkungan Hidup Pulau Dewata Bali*, Kantor Menteri Negara PPLH, Jakarta.
- Svehla, G., 1985, *Analisis Anorganik Kualitatif Mikro dan Semimikro Edisi V*, diterjemahkan oleh L. Setiono dan A. Handayana Pudjaatmaka, PT Kalman Media Pustaka, Jakarta.
- Tetra, N. O., Alif, A., Hermansyah, dan Emriadi, 2007, Transpor Ion Tembaga(II) melalui Teknik Membran Cair Fasa Ruah, *I.Ris. Kim*, **1**(1).
- Wanta, C., Putra, F. D., Susanti, R. F., Gemilar, G. B., Astuti, W., Virhdian, S., dan Petrus, H. T. B. M., 2019, Pengaruh Derajat Keasaman (Ph) dalam Proses Presipitasi Hidroksida Selektif Ion Logam dari Larautan EkstrakSpent Catalyst, *J. Rek. Pros*, **13**(2): 94-105.
- Wayne, G. L. and Ming, H. Y., 2005, *Introduction to Enviromental Toxicology: Impacts of Chemicals Upon Ecological Systems*, Lewis Publishers.
- Whang, S. S., Ko, S. W., Oh, S. M., Cho, S., and Nam, K. C., 2003, Highly Carboxylate Anion Selective Receptors Containing Trofluoroacetylbenzyl Moieties at the Lower Rim of Calic[4]arene, *Bull. Korean Chem. Soc*, **24**: 165-166.

Lampiran 1. Skema Kerja



Lampiran 2. Bagan Kerja Pembuatan Larutan

1. Pembuatan Larutan Pengemban Ion

0,00292 g *p-t*-butilkaliks[6]arena

- Dilarutkan dengan kloroform
- Dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL
- Dihimpitkan sampai tanda batas
- dihomogenkan

Larutan pengemban ion 3×10^{-5} M

2. Pembuatan Larutan Kerja Ni(II) 15×10^{-5} M

0,0495 g Ni(NO₃)₂

- Dilarutkan dengan akuades
- Dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL, dihimpitkan sampai tanda batas
- Dihomogenkan

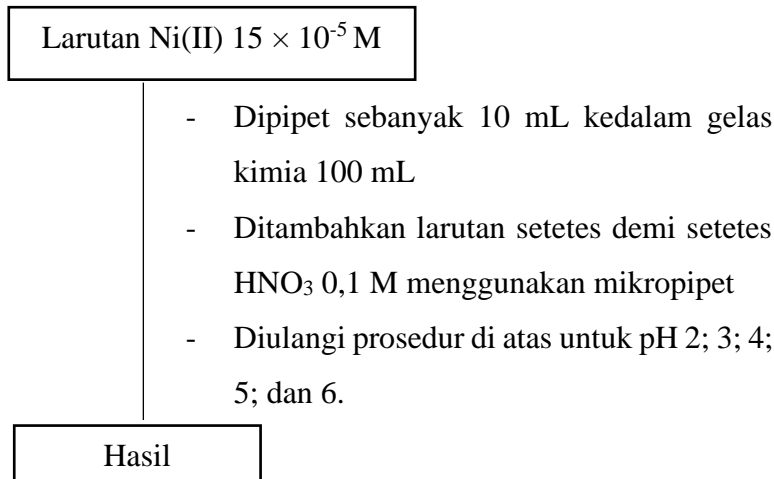
Larutan Ni(II) $1,70 \times 10^{-3}$ M

- Dipipet 4,3 mL ke dalam labu ukur 50 mL
- Diencerkan dengan akuades sampai tanda batas
- Dihomogenkan

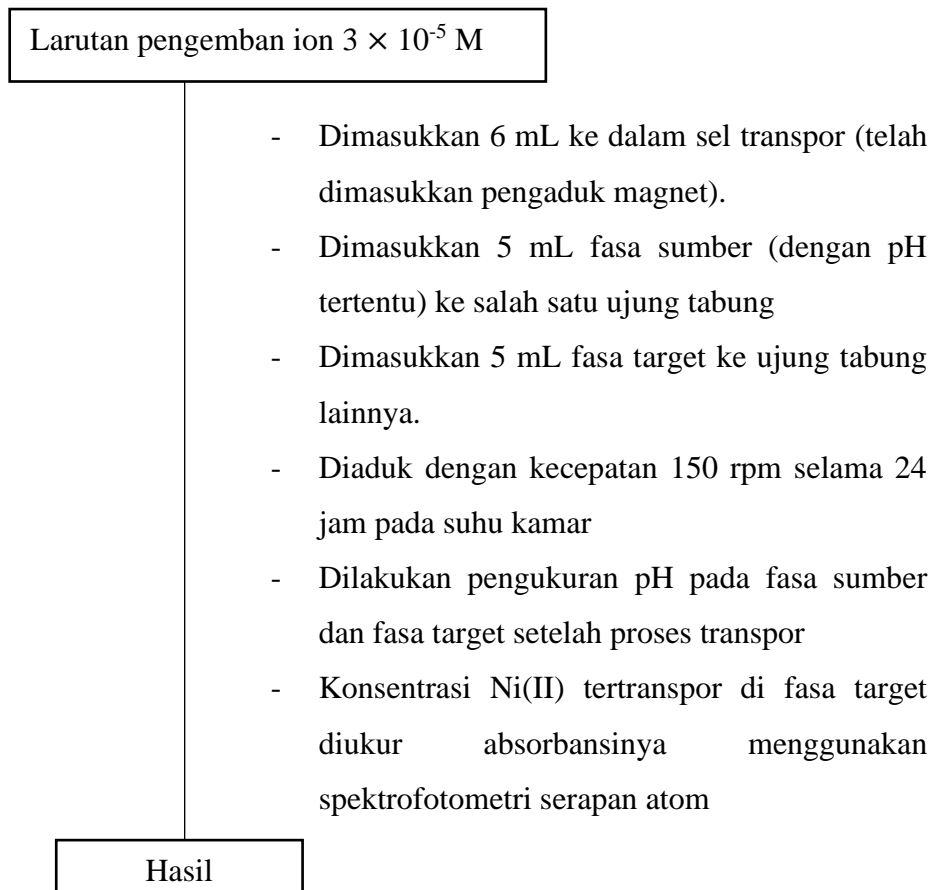
Larutan Ni(II) 15×10^{-5} M

Lampiran 3. Bagan Kerja Transpor dengan Variasi pH Fasa Sumber

1. Pengaturan pH Fasa Sumber



2. Proses Transpor dengan Variasi pH



Lampiran 4. Bagan Kerja Transpor dengan Variasi Konsentrasi Ion Ni(II) Fasa Sumber

1. Pengaturan Konsentrasi logam Ni(II)

Larutan Ni(II) $1,70 \times 10^{-3}$

- Dipipet masing-masing 1,8 mL, 2,7 mL, 4,5 mL, 7,3 mL dan 10,9 mL
- Dimasukkan kedalam labu ukur 50 mL
- Dihimpitkan sampai tanda batas
- Dihomogenkan

Larutan Ni(II) $6,10 \times 10^{-5}$ M, $9,20 \times 10^{-5}$ M, $15,30 \times 10^{-5}$ M, $24,90 \times 10^{-5}$ M, $37,10 \times 10^{-5}$ M

2. Proses Transpor dengan Variasi Konsentrasi

Larutan pengemban ion 3×10^{-5} M

- Dimasukkan 6 mL ke dalam sel transpor yang telah dimasukkan pengaduk magnet.
- Dimasukkan 5 mL fasa sumber (dengan pH optimum) dengan konsentrasi $6,10 \times 10^{-5}$ M ke salah satu ujung tabung
- Dimasukkan 5 mL fasa target ke ujung tabung lainnya.
- Diaduk dengan kecepatan 150 rpm selama 24 jam pada suhu kamar
- Dilakukan pengukuran pH pada fasa sumber dan fasa target setelah proses transpor
- Konsentrasi Ni(II) tertranspor di fasa target diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometri serapan atom

Hasil

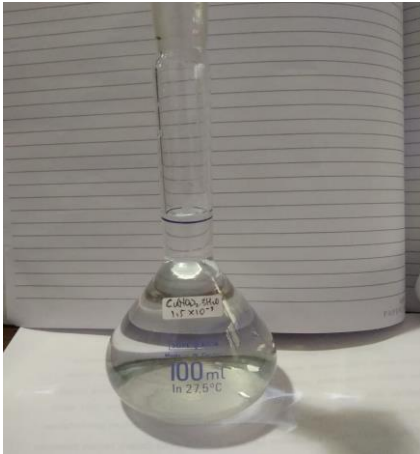
Lampiran 5. Bagan Kerja Transpor dengan Variasi Waktu

Larutan pengemban ion 3×10^{-5} M

- Dimasukkan 6 mL sebagai fasa membran ke dalam sel transpor (telah dimasukkan pengaduk magnet)
- Dimasukkan 5 mL fasa sumber ke salah satu ujung tabung sel transpor (pada konsentrasi transpor optimum) (pada pH transpor optimum)
- Dimasukkan 5 mL fasa target pada ujung tabung lainnya
- Diaduk dengan kecepatan 150 rpm
- Proses transpor berlangsung pada suhu kamar
- Variasi waktu transpor dilakukan selama: 2; 6; 12; 18 24, 30 dan 36 jam
- Dilakukan pengukuran pH pada fasa sumber dan fasa target setelah proses transpor
- Konsentrasi Ni(II) tertranspor di fasa target diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometri serapan atom

Hasil

Lampiran 6. Dokumentasi Penelitian



Pembuatan larutan pengemban ion (*p-t*-Butilkaliks[6]arena $3,0 \times 10^{-5}$ M)



Pembuatan larutan Kerja Ni(II) 15×10^{-5} M



Pengaturan pH Fasa Sumber



Proses Transpor dengan Variasi pH



Pengaturan Konsentrasi Fasa Sumber



Proses Transpor dengan Variasi Konsentrasi



Pengaturan Kondisi optimum
(pH dan Konsentrasi Transpor
optimum) Variasi Waktu



Proses Transpor dengan
Variasi Waktu



Analisis menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom

Lampiran 7. Perhitungan Pembuatan Larutan

1. Pembuatan Larutan Pengemban Ion *p-t*-butilkaliks[6]arena 3×10^{-5} M dalam 100 mL

$$\begin{aligned}G &= L \times M \times Mr \\&= 0,1 \text{ L} \times 3 \times 10^{-5} \text{ M} \times 973,4 \text{ g/mol} \\&= 0,0029202 \text{ g}\end{aligned}$$

2. Pembuatan Larutan Induk Nikel $1,7035 \times 10^{-3}$ M dalam 100 mL

$$\begin{aligned}M &= \frac{G}{Mr} \times \frac{1000}{V} \\1,7035 \times 10^{-3} \text{ M} &= \frac{G}{290,7 \text{ g/mol}} \times \frac{1000}{100 \text{ mL}} \\G &= 0,0495 \text{ gram}\end{aligned}$$

3. Pembuatan Larutan HNO₃ 0,1 M dari HNO₃ Pekat 63% sebanyak 100 mL

$$\begin{aligned}M &= \frac{BJ \times \% \times 10}{Mr} \\M &= \frac{1,3 \text{ g/mL} \times 63 \% \times 10}{63 \text{ g/mol}} \\M &= 13 \text{ M} \\M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\13 \text{ M} \times V_1 &= 0,1 \text{ M} \times 100 \text{ mL} \\V_1 &= 0,769 \text{ mL}\end{aligned}$$

4. Pembuatan Deret Larutan untuk Variasi Konsentrasi dari Larutan Induk

Nikel $1,7035 \times 10^{-3}$ M

1.1 Konsentrasi $6,13 \times 10^{-5}$ M dalam 50 mL

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$1,7035 \times 10^{-3} \text{ M} \times V_1 = 6,13 \times 10^{-5} \text{ M} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = 1,7992 \text{ mL} = 1,8 \text{ mL}$$

4.2 Konsentrasi $9,20 \times 10^{-5} \text{ M}$ dalam 50 mL

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$1,7035 \times 10^{-3} \text{ M} \times V_1 = 9,20 \times 10^{-5} \text{ M} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = 2,7003 \text{ mL} = 2,7 \text{ mL}$$

4.3 Konsentrasi $15,30 \times 10^{-5} \text{ M}$ dalam 50 mL

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$1,7035 \times 10^{-3} \text{ M} \times V_1 = 15,30 \times 10^{-5} \text{ M} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = 4,4907 \text{ mL} = 4,5 \text{ mL}$$

4.4 Konsentrasi $24,90 \times 10^{-5} \text{ M}$ dalam 50 mL

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$1,7035 \times 10^{-3} \text{ M} \times V_1 = 24,90 \times 10^{-5} \text{ M} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = 7,3084 \text{ mL} = 7,3 \text{ mL}$$

4.5 Konsentrasi $37,10 \times 10^{-5} \text{ M}$ dalam 50 mL

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$1,7035 \times 10^{-3} \text{ M} \times V_1 = 37,10 \times 10^{-5} \text{ M} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = 10,8893 \text{ mL} = 10,9 \text{ mL}$$

5. Pembuatan Larutan Induk 10 ppm sebanyak 100 mL dari Larutan Induk

Nikel $1,0735 \times 10^{-3} \text{ M}$ (100 ppm)

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$100 \text{ ppm} \times V_1 = 10 \text{ ppm} \times 100 \text{ mL}$$

$$V_1 = 10 \text{ mL}$$

5.1 Pembuatan Deret Standar dari Larutan Induk 10 ppm

5.1.1 Konsentrasi 0,5 ppm dalam 50 mL

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$10 \text{ ppm} \times V_1 = 0,5 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = 2,5 \text{ mL}$$

5.1.2 Konsentrasi 1 ppm dalam 50 mL

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$10 \text{ ppm} \times V_1 = 1 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = 5 \text{ mL}$$

5.1.3 Konsentrasi 2 ppm dalam 50 mL

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$10 \text{ ppm} \times V_1 = 2 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = 10 \text{ mL}$$

5.1.4 Konsentrasi 3 ppm dalam 50 mL

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$10 \text{ ppm} \times V_1 = 3 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = 15 \text{ mL}$$

5.1.5 Konsentrasi 5 ppm dalam 50 mL

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$10 \text{ ppm} \times V_1 = 5 \text{ ppm} \times 50 \text{ mL}$$

$$V_1 = 25 \text{ mL}$$

Lampiran 8. Perhitungan Konsentrasi Ion Ni(II)

Perhitungan Konsentrasi ion Ni(II) yang Tertransportasi

$$y = 0,006x + 0,0005$$

1. Variasi pH Fasa Sumber

1.1 pH 1

$$\text{Absorbansi} = 0,005$$

$$x = \frac{0,005 - 0,0005}{0,006}$$

$$x = 0,75 \text{ ppm}$$

1.2 pH 2

$$\text{Absorbansi} = 0,008$$

$$x = \frac{0,008 - 0,0005}{0,006}$$

$$x = 1,25 \text{ ppm}$$

1.3 pH 3

$$\text{Absorbansi} = 0,034$$

$$x = \frac{0,034 - 0,0005}{0,006}$$

$$x = 5,583 \text{ ppm}$$

1.4 pH 4

$$\text{Absorbansi} = 0,0163$$

$$x = \frac{0,0163 - 0,0005}{0,006}$$

$$x = 2,633 \text{ ppm}$$

1.5 pH 5

$$\text{Absorbansi} = 0,012$$

$$x = \frac{0,012-0,0005}{0,006}$$

$$x = 1,916 \text{ ppm}$$

1.6 pH 6

$$\text{Absorbansi} = 0,0113$$

$$x = \frac{0,0113-0,0005}{0,006}$$

$$x = 1,8 \text{ ppm}$$

2. Variasi Konsentrasi Fasa Sumber

2.1 $6,13 \times 10^{-5} \text{ M}$

$$\text{Absorbansi} = 0,0111$$

$$x = \frac{0,0111-0,0005}{0,006}$$

$$x = 1,76 \text{ ppm}$$

2.2 $9,20 \times 10^{-5} \text{ M}$

$$\text{Absorbansi} = 0,0207$$

$$x = \frac{0,0207-0,0005}{0,006}$$

$$x = 3,37 \text{ ppm}$$

2.3 $15,30 \times 10^{-5} \text{ M}$

$$\text{Absorbansi} = 0,0326$$

$$x = \frac{0,0326-0,0005}{0,006}$$

$$x = 5,35 \text{ ppm}$$

2.4 $24,90 \times 10^{-5} \text{ M}$

$$\text{Absorbansi} = 0,0283$$

$$x = \frac{0,0283-0,0005}{0,006}$$

$$x = 11,57 \text{ ppm}$$

2.5 $37,10 \times 10^{-5} \text{ M}$

$$\text{Absorbansi} = 0,0186$$

$$x = \frac{0,0186-0,0005}{0,006}$$

$$x = 7,525 \text{ ppm}$$

3. Variasi Waktu Kontak

3.1 2 Jam

$$\text{Absorbansi} = 0,0026$$

$$x = \frac{0,0026-0,0005}{0,006}$$

$$x = 0,35 \text{ ppm}$$

3.2 6 Jam

$$\text{Absorbansi} = 0,023$$

$$x = \frac{0,0023-0,0005}{0,006}$$

$$x = 3,75 \text{ ppm}$$

3.3 12 Jam

$$\text{Absorbansi} = 0,0273$$

$$x = \frac{0,0273-0,0005}{0,006}$$

$$x = 4,47 \text{ ppm}$$

3.4 18 Jam

$$\text{Absorbansi} = 0,0283$$

$$x = \frac{0,0283-0,0005}{0,006}$$

$$x = 4,63 \text{ ppm}$$

3.5 24 Jam

$$\text{Absorbansi} = 0,0293$$

$$x = \frac{0,0293-0,0005}{0,006}$$

$$x = 4,80 \times 2,5 = 12 \text{ ppm}$$

3.6 30 Jam

$$\text{Absorbansi} = 0,006$$

$$x = \frac{0,006-0,0005}{0,006}$$

$$x = 0,91 \text{ ppm}$$

3.7 36 Jam

$$\text{Absorbansi} = 0,004$$

$$x = \frac{0,004-0,0005}{0,006}$$

$$x = 0,58 \text{ ppm}$$

4. Perhitungan Konversi Konsentrasi ion Logam Ni(II) yang Tertransor

$$M = \frac{\text{ppm}}{1000 \times Ar}$$

4.1 Variasi pH

4.1.1 pH 1

$$\frac{0,75 \text{ ppm}}{1000 \times 58,7}$$

$$= 1,277 \times 10^{-5} \text{ M} = 0,0127 \text{ mM}$$

4.1.2 pH 2

$$\frac{1,25 \text{ ppm}}{1000 \times 58,7}$$

$$= 2,129 \times 10^{-5} \text{ M} = 0,02129 \text{ mM}$$

4.1.3 pH 3

$$\frac{5,583 \text{ ppm}}{1000 \times 58,7}$$

$$= 9,5110 \times 10^{-5} \text{ M} = 0,09511 \text{ mM}$$

4.1.4 pH 4

$$\frac{2,633 \text{ ppm}}{1000 \times 58,7}$$

$$= 4,4855 \times 10^{-5} \text{ M} = 0,0448 \text{ mM}$$

4.1.5 pH 5

$$\frac{1,1816 \text{ ppm}}{1000 \times 58,7}$$

$$= 3,2640 \times 10^{-5} \text{ M} = 0,03264 \text{ mM}$$

4.1.6 pH 6

$$\frac{1,8 \text{ ppm}}{1000 \times 58,7}$$

$$= 3,0664 \times 10^{-5} \text{ M} = 0,0366 \text{ mM}$$

4.2 Variasi Konsentrasi Fasa Sumber

4.2.1 $6,13 \times 10^{-5} \text{ M}$

$$\frac{1,76 \text{ ppm}}{1000 \times 58,7}$$

$$= 2,9982 \times 10^{-5} \text{ M} = 0,0299 \text{ mM}$$

4.2.2 $9,20 \times 10^{-5} \text{ M}$

$$\frac{3,37 \text{ ppm}}{1000 \times 58,7}$$

$$= 5,7410 \times 10^{-5} \text{ M} = 0,05741 \text{ mM}$$

4.2.3 $15,30 \times 10^{-5} \text{ M}$

$$\frac{5,35 \text{ ppm}}{1000 \times 58,7}$$

$$= 9,1141 \times 10^{-5} \text{ M} = 0,0911 \text{ mM}$$

4.2.4 $24,90 \times 10^{-5} \text{ M}$

$$\frac{11,57 \text{ ppm}}{1000 \times 58,7}$$

$$= 19,7104 \times 10^{-5} \text{ M} = 0,1971 \text{ mM}$$

4.2.5 $37,10 \times 10^{-5} \text{ M}$

$$\frac{7,525 \text{ ppm}}{1000 \times 58,7}$$

$$= 12,8194 \times 10^{-5} \text{ M} = 0,1281 \text{ mM}$$

4.3 Variasi Waktu Kontak

4.3.1 2 Jam

$$\frac{0,35 \text{ ppm}}{1000 \times 58,7}$$

$$= 5,9625 \times 10^{-5} \text{ M} = 0,05926 \text{ mM}$$

4.3.2 6 Jam

$$\frac{3,75 \text{ ppm}}{1000 \times 58,7}$$

$$= 6,3884 \times 10^{-5} \text{ M} = 0,0638 \text{ mM}$$

4.3.3 12 Jam

$$\frac{4,47 \text{ ppm}}{1000 \times 58,7}$$

$$= 7,6149 \times 10^{-5} \text{ M} = 0,0714 \text{ mM}$$

4.3.4 18 Jam

$$\frac{4,63 \text{ ppm}}{1000 \times 58,7}$$

$$= 7,8875 \times 10^{-5} \text{ M} = 0,0788 \text{ mM}$$

4.3.5 24 Jam

$$\frac{12 \text{ ppm}}{1000 \times 58,7}$$

$$= 20,4420 \times 10^{-5} \text{ M} = 0,2044 \text{ mM}$$

4.3.6 30 Jam

$$\frac{0,91 \text{ ppm}}{1000 \times 58,7}$$

$$= 1,5502 \times 10^{-5} \text{ M} = 0,0155 \text{ mM}$$

4.3.7 36 Jam

$$\frac{0,58 \text{ ppm}}{1000 \times 58,7}$$

$$= 0,9881 \times 10^{-5} \text{ M} = 0,0098 \text{ mM}$$

Lampiran 9. Data Transpor Ion Ni(II) Terhadap Variasi pH Fasa Sumber

[Ni]fasa sumber (mM)	pH	Absorbansi fasa target	[Ni]fasa target		% Transpor
			ppm	mM	
0,15	1	0,005	0,75	0,0127	8,51
0,15	2	0,008	1,25	0,0212	14,19
0,15	3	0,034	5,583	0,0951	63,40
0,15	4	0,0163	2,633	0,0448	29,90
0,15	5	0,012	1,916	0,0326	21,76
0,15	6	0,0113	1,8	0,0306	20,44

Lampiran 10. Data Transpor Ion Logam Ni(II) Terhadap Variasi Konsentrasi Fasa Sumber

[Ni]fasa sumber (mM)	pH fasa sumber	Absorbansi fasa target	[Ni]fasa target		% Transpor
			ppm	mM	
0,0613	3	0,0111	1,76	0,0299	48,91
0,0920	3	0,0207	3,37	0,0574	62,40
0,1530	3	0,0326	5,35	0,0911	59,65
0,2490	3	0,0283	11,57	0,1971	79,15
0,3710	3	0,0186	7,525	0,1281	34,55

Lampiran 11. Data Transpor Ion Logam Ni(II) Terhadap Variasi Waktu Kontak

[Ni] fasa sumber (mM)	pH fasa sumber	Waktu (Jam)	Absorbansi fasa target	[Ni]fasa target		% Transpor
				ppm	mM	
0,2490	3	2	0,0026	0,35	0,0596	2,39
0,2490	3	6	0,023	3,75	0,0638	25,65
0,2490	3	12	0,0273	4,47	0,0761	30,58
0,2490	3	18	0,0283	4,63	0,0788	31,67
0,2490	3	24	0,0293	12	0,2044	82,09
0,2490	3	30	0,006	0,91	0,0155	6,22
0,2490	3	36	0,004	0,58	0,0988	3,96

Lampiran 12. Data Pengaruh Perubahan pH Fasa Sumber dan Fasa Target Terhadap Variasi Waktu Kontak

[Ni] fasa sumber (mM)	pH fasa sumber	pH fasa target	Waktu (Jam)	Absorbansi fasa target	[Ni]fasa target		% Transpor
					ppm	mM	
0,2490	3,13	1,04	0	0,0026	0,35	0,0596	2,39
0,2490	2,98	1,16	2	0,0026	0,35	0,0596	2,39
0,2490	2,69	1,37	6	0,023	3,75	0,0638	25,65
0,2490	2,57	1,59	12	0,0273	4,47	0,0761	30,58
0,2490	2,49	1,72	18	0,0283	4,63	0,0788	31,67
0,2490	2,02	2,14	24	0,0293	12	0,2044	82,09
0,2490	2,15	2,01	30	0,006	0,91	0,0155	6,22
0,2490	2,07	1,96	36	0,004	0,58	0,0988	3,96