

**ANALISIS POLA REMBESAN AIR SUNGAI KE DALAM SUMUR
DI DESA BANJAREJO KABUPATEN MALANG
BERBASIS LIDAH ELEKTRONIK
MENGUNAKAN METODE PCA DAN LDA**

SKRIPSI

**OLEH:
AEP MUHAEMIN
NIM. 15640066**



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2020**

**ANALISIS POLA REMBESAN AIR SUNGAI KE DALAM SUMUR
DI DESA BANJAREJO KABUPATEN MALANG
BERBASIS LIDAH ELEKTRONIK
MENGUNAKAN METODE PCA DAN LDA**

SKRIPSI

Diajukan kepada:

**Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

Oleh:

**AEP MUHAEMIN
NIM. 15640066**

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2020**

HALAMAN PENGAJUAN

**ANALISIS POLA REMBESAN AIR SUNGAI KE DALAM SUMUR
DI DESA BANJAREJO KABUPATEN MALANG
BERBASIS LIDAH ELEKTRONIK MENGGUNAKAN
METODE PCA DAN LDA**

SKRIPSI

Oleh:
Aep Muhaemin
NIM. 15640066

Telah disetujui untuk diuji
Pada tanggal, 25 November 2020

Menyetujui,

Pembimbing I



Dr. Imam Tazi, M.Si
NIP. 19740730 200312 1 002

Pembimbing II



Ahmad Abtokhi, M.Pd
NIP. 19761003 200312 1 004

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika



Drs. Abdul Basid, M.Si
NIP. 19650504 199003 1 003

HALAMAN PENGESAHAN

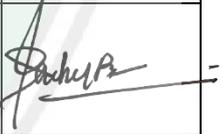
ANALISIS POLA REMBESAN AIR SUNGAI KE DALAM SUMUR DI DESA BANJAREJO KABUPATEN MALANG BERBASIS LIDAH ELEKTRONIK MENGUNAKAN METODE PCA DAN LDA

SKRIPSI

Oleh:

Aep Muhaemin
NIM. 15640066

Telah diperiksa dan disahkan
Pada tanggal, 23 Desember 2020

Penguji Utama :	<u>Farid Samsu Hananto, M.T</u> NIP. 19740513 200312 1 001	
Ketua Penguji :	<u>Drs. Abdul Basid, M.Si</u> NIP. 19650504 199003 1 003	
Sekretaris Penguji :	<u>Dr. Imam Tazi, M. Si</u> NIP. 19740730 200312 1 002	
Anggota Penguji :	<u>Ahmad Abtokhi, M. Pd</u> NIP. 19761003 200312 1 004	

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika



Drs. Abdul Basid, M.Si
NIP. 19650504 199003 1 003

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Aep Muhaemin
NIM : 15640066
Jurusan : Fisika
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Penelitian : Analisis Pola Rembesan Air Sungai ke Dalam Sumur
di Desa Banjarejo Berbasis Lidah Elektronik
Menggunakan Metode PCA dan LDA.

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber kutipan pada daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 28 November 2020

Membuat Pernyataan,



Aep Muhaemin
NIM. 15640066

MOTTO

“Semua orang yang menaiki tangga selalu memulainya dari bawah”

“Manis pahit hidup harus tetap berjalan”



HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim

Alhamdulillahirabbil'alamin. Terimakasih atas segala nikmat-Mu Ya Allah yang telah membawaku pada fase ini. Semoga apa yang telah aku pelajari di kampus ini bisa bermanfaat bagi ku dan bagi semua orang di dunia maupun di akhirat.

Saya ucapkan Termia Kasih yang sebanyak banyaknya kepada...

Ayah dan Ibu (Bapak Sarkosi Alm. dan Ibu Surniti Alm.)

Terimakasih telah menjagaku, menyayangiku dan merawatku. Terimakasih telah membimbing ananda semoga kelak kita berkumpul di syurga-Nya kelak.

Aamiin.

Saudaraku (Abdul Kodir)

Terimakasih telah menjadi kakak terbaik, dan terimakasih telah menjadi pendorong selama ini.

Semua Guru-Guruku

Terimakasih telah memberikan ilmu kepadaku. Terimakasih telah menjadikanku insan yang lebih baik. Semoga apa yang engkau ajarkan bisa menjadi amal jariah bagimu.

Seluruh teman-temanku

Terimakasih telah menjadi penyemangat serta penghibur dalam suka dan duka.

Untuk semua pihak yang belum disebutkan

Terimakasih atas semua bantuan dan motivasi yang diberikan.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan segala rahmat dan nikmatnya berupa kesehatan, kekuatan, kesabaran, dan kesempatan sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal Skripsi. Proposal Skripsi yang berjudul **“Analisis Pola Rembesan Air Sungai ke Dalam Sumur di Kota Malang Berbasis Lidah Elektronik Menggunakan Metode PCA dan LDA”** disusun dengan baik.

Penulis menyadari bahwa penulisan Proposal Skripsi ini masih jauh dari yang diharapkan, sehingga terdapat kekurangan bahkan kesalahan, baik dari segi isi maupun penulisannya. Penulis menyadari bahwa penulisan proposal skripsi ini tidak akan tersusun dengan baik tanpa adanya bantuan dari pihak-pihak yang terkait. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan penulisan proposal skripsi ini. Selanjutnya kami ucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. H. Abdul Haris, M.Ag., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Drs. Abdul Basid, M.Si., selaku Ketua Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Dr. Imam Tazi, M. Si., dan Ahmad Abtokhi, M.Pd selaku dosen pembimbing yang telah membantu dalam proses pembelajaran dan penyelesaian proposal skripsi ini.
5. Mbu, Bapak, A Oding, Ceu Wati, Mang Oji, Bi Casih, Mamang yang telah memberikan semangat, cinta serta dukungan dalam menulis proposal skripsi.
6. Tim Sensor 2018 Hermawan, Siltin, Silnad, Wanda yang telah memberi semangat dan membantu dalam menulis proposal skripsi.
7. Teman-teman angkatan fisika 2015 yang telah memberikan dukungan dan semangat mengerjakan proposal skripsi
8. Serta semua pihak yang telah membantu secara langsung maupun secara tidak langsung demi kesuksesan dalam menyelesaikan proposal skripsi ini.

Penyusunan proposal skripsi ini, penulis sangat menyadari masih banyak kekurangan dan kekeliruan dikarenakan keterbatasan kemampuan. Dengan kerendahan hati, segala kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan untuk kesempurnaan proposal skripsi ini. Akhir kata, semoga proposal skripsi ini dapat menambah wawasan dan bermanfaat bagi orang lain.

Malang, 8 September 2020

Penulis



DAFTAR ISI

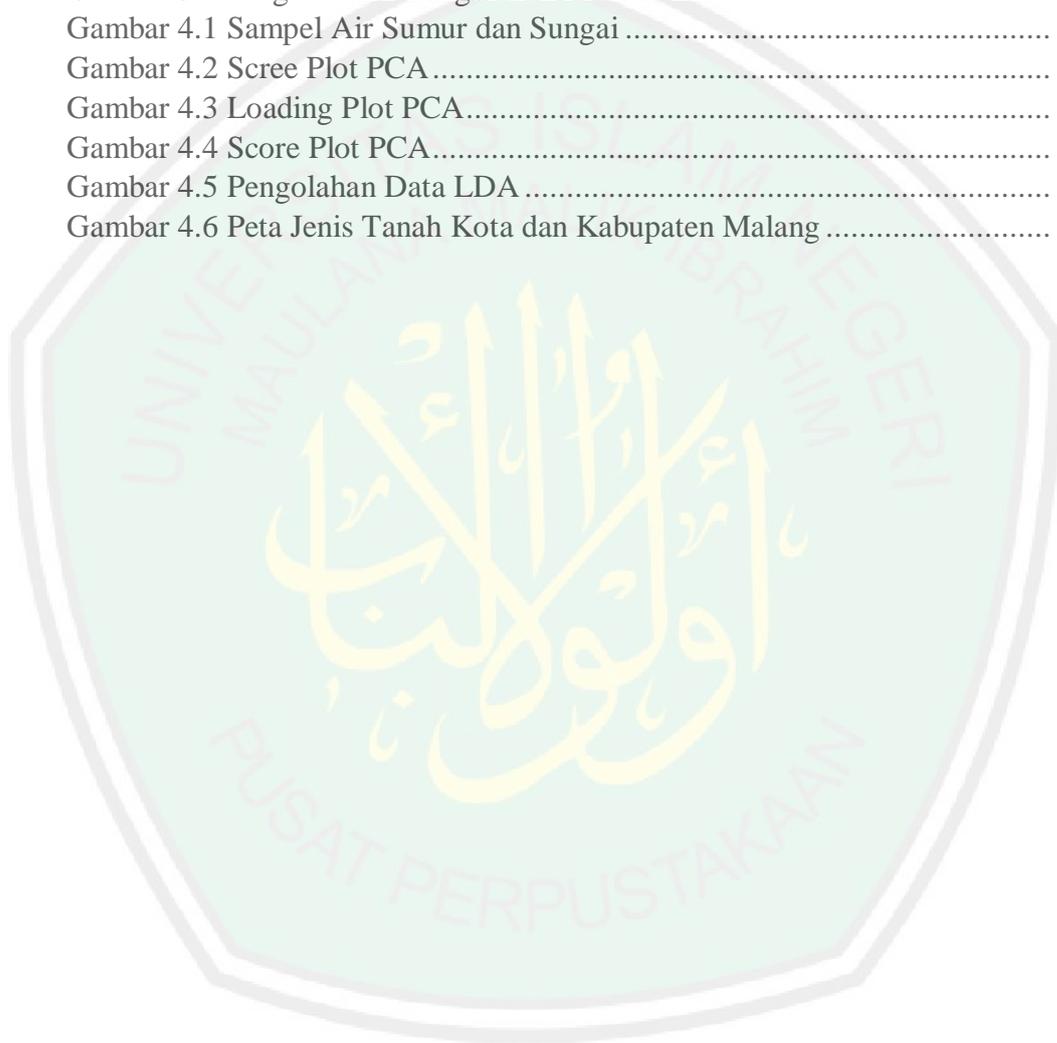
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
ABSTRAK	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian	7
1.4 Manfaat Penelitian	7
1.5 Batasan Masalah	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Pengertian Air	9
2.2 Sumber Air Bersih	12
2.3 Air Tanah	16
2.4 Pencemaran Air Tanah	18
2.5 Pencemaran Air Sungai	20
2.6 Hukum Darcy	22
2.7 Lidah Elektronik	23
2.8 Membran Sensor Lidah	25
2.9 Arduino	27
2.10 <i>Principal Component Analysis</i>	28
2.11 <i>Linear Discriminant Analysis</i>	31
BAB III METODE PENELITIAN	33
3.1 Jenis Penelitian	33
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	33
3.3 Tempat Pengambilan Sampel	33
3.4 Alat dan Bahan Penelitian	34
3.5 Alur Penelitian	35
3.6 Prosedur Penelitian	36
3.6.1 Tahap Persiapan	36
3.6.2 Tahap Pengambilan data Lidah Elektronik	36
3.6.3 Tahap Pengolahan Data	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	40
4.1 Pengujian Sampel Air Sumur	40
4.1.1 Preparasi Sampel	40

4.1.2	Pengujian Sensor Lidah Elektronik.....	41
4.2.	Hasil Pengolahan Data.....	41
4.2.1	Hasil Pengolahan Data PCA.....	41
4.2.2	Hasil Pengolahan Data LDA.....	45
4.3	Pembahasan.....	46
4.4	Pencemaran Air dalam Perpektif Islam.....	50
BAB V PENUTUP		54
5.1	Kesimpulan.....	54
5.2	Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA		56
LAMPIRAN		



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Molekul Air	10
Gambar 2.2 Komponen Hardware dan Software Lidah Elektronik	25
Gambar 2.3 Skema Elektroda Referensi dan Elektroda Kerja	27
Gambar 2.4 Arduino Uno	27
Gambar 3.1 Peta Lokasi Desa Banjarejo	34
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian	35
Gambar 3.3 Diagram Alir Pengolahan Metode PCA	37
Gambar 3.4 Diagram Alir Pengolahan Metode LDA	38
Gambar 4.1 Sampel Air Sumur dan Sungai	41
Gambar 4.2 Scree Plot PCA	43
Gambar 4.3 Loading Plot PCA	44
Gambar 4.4 Score Plot PCA	45
Gambar 4.5 Pengolahan Data LDA	46
Gambar 4.6 Peta Jenis Tanah Kota dan Kabupaten Malang	49



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil Pengolahan Metode PCA.....	35
--	----



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Hasil Data Lidah Elektronik
- Lampiran 2 Dokumentasi Pengambilan Sampel
- Lampiran 3 Dokumentasi Pengambilan Data



ABSTRAK

Muhaemin, Aep. **Analisis Pola Rembesan Air Sungai ke Dalam Sumur di Desa Banjarejo Kabupaten Malang Berbasis Lidah Elektronik Menggunakan Metode PCA dan LDA**. Skripsi, Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang, Pembimbing: (I) Dr. Imam Tazi, M.Si. (II) Ahmad Abtokhi, M.Pd.

Kata Kunci: Air sungai, Air Sumur, Aquades, Desa Banjarejo, Lidah Elektronik, PCA, LDA, Scree Plot.

Pada penelitian ini lidah elektronik dengan spesifikasi 16 sensor *array* digunakan untuk menganalisis pola rembesan air ke dalam sumur menggunakan metode *Principal Component Analysis* (PCA) dan *Linear Discriminant Analysis* (LDA). Sampel yang diuji merupakan 8 jenis sumur yang diambil di Desa Banjarejo Kabupaten Malang, air sungai Desa Banjarejo serta aquades. Hasil pengolahan lidah elektronik menggunakan metode PCA pada air 8 air sumur di Desa Banjarejo menunjukkan pengelompokan yang terpisah dengan pengelompokan sampel lainnya yaitu air sungai dan aquades. Hasil *Score Plot* metode PCA kelompok air sumur berada pada rentang koordinat sumbu x -2,76 sampai 1,1 dan sumbu y -1,75 sampai 2,37. Pada air sungai berada pada sumbu x 7,85 sampai 11,54 dan sumbu y -2,19 sampai -0,82. Pada aquades berada pada sumbu x -6,69 sampai -5,94 dan sumbu y -1,75 sampai 2,37. Pengolahan lidah elektronik menggunakan metode LDA didapatkan hasil yang serupa yaitu pada sampel air sumur mengelompok sesuai jenisnya terpisah dengan sampel air sungai dan aquades. Perbandingan pola yang dihasilkan oleh metode PCA dan LDA terlihat di dalam kerapatan pengelompokan antar jenis sesuai kelasnya yang mana metode LDA lebih terpusat dan rapat jika dibandingkan dengan metode PCA.

ABSTRACT

Muhaemin, Aep. **Analysis of the Pattern of River Seepage into the Well in Banjarejo Village, Malang Regency Based on Electronic Tongues Using the PCA and LDA Methods.** Undergraduate Thesis. Department of Physics, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University, Malang. Supervisor: (I) Dr. Imam Tazi, M.Si. (II) Ahmad Abtokhi, M.Pd.

Keywords: River water, Well water, Aquades, Banjarejo Village, Electronic Tongue, PCA, LDA, Scree Plot.

In this research, an electronic tongue with a specification of 16 sensor arrays is used to analyze the pattern of water infiltration into the well using the Principal Component Analysis (PCA) and Linear Discriminant Analysis (LDA) methods. The samples tested were 8 types of wells taken in Banjarejo Village, Malang Regency, Banjarejo Village river water and aquades. The results of electronic tongue processing using the PCA method in 8 wells in Banjarejo Village showed a separate grouping with other sample groupings, namely river water and aquades. The results of the PCA score plot of the well water group are in the coordinate range of the x-axis -2.76 to 1.1 and the y-axis -1.75 to 2.37. The river water is on the x-axis 7.85 to 11.54 and the y-axis -2.19 to -0.82. In distilled water it is on the x-axis -6.69 to -5.94 and the y-axis -1.75 to 2.37. Electronic tongue processing using the LDA method obtained similar results, namely that the well water samples were grouped according to their type separately from river and aquades water samples. The comparison of the patterns produced by the PCA and LDA methods can be seen in the density of grouping between types according to their class where the LDA method is more centralized and closer than the PCA method.

مجرده

مهيمن، ايف. تحليل أنماط تسرب النهر في البئر في قرية بانجارجو ، مقاطعة مالانج استنادًا إلى الألسنة الإلكترونية باستخدام طرق PCA و LDA. أطروحة ، قسم الفيزياء ، كلية العلوم والتكنولوجيا ، مولانا مالك إبراهيم جامعة الدولة الإسلامية ، مالانج ، مشرف (1) د. الإمام التازي. (2) أحمد أبطوحي.

الكلمات المفتاحية: مياه النهر ، مياه الآبار ، أكواديس ، قرية بانجارجو ، ليداه إلكترونيك ، PCA ، LDA ، مخطط نقاط.

في هذا البحث ، تم استخدام لسان إلكتروني بمواصفات 16 مصفوفة حساس لتحليل نمط تسرب المياه إلى البئر باستخدام طرق تحليل المكونات الرئيسية (PCA) والتحليل الخطي التمييزي (LDA). كانت العينات المختبرة 8 أنواع من الآبار المأخوذة في قرية بانجارجو و مالانغ مياه نهر قرية بانجارجو والأحواض المائية. أظهرت نتائج معالجة اللسان الإلكترونية باستخدام طريقة PCA في 8 آبار في قرية بانجارجو ، تجميعًا منفصلاً مع مجموعات عينات أخرى ، وهي مياه النهر والأحواض المائية. تقع نتائج مخطط نقاط PCA لمجموعة مياه الآبار في نطاق إحداثيات المحور السيني من -2.76 إلى 1.1 والمحور الصادي -1.75 إلى 2.37. تقع مياه النهر على المحور x 7.85 إلى 11.54 والمحور y من -2.19 إلى -0.82. في الماء المقطر يكون على المحور x -6.69 إلى 5.94 والمحور y -1.75 إلى 2.37. حصلت معالجة اللسان الإلكترونية باستخدام طريقة LDA على نتائج مماثلة ، وهي أن عينات مياه الآبار تم تجميعها وفقاً لنوعها بشكل منفصل عن عينات مياه النهر والأحواض. يمكن رؤية مقارنة الأنماط التي تنتجها طرق PCA و LDA في تجميع الكثافة بين الأنواع وفقاً لفتتها حيث تكون طريقة LDA أكثر مركزية وأقرب من طريقة PCA.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan komponen paling penting bagi kehidupan. Manusia sangat bergantung dan tidak bisa lepas pada air dimulai dari proses metabolisme tubuh, keperluan rumah tangga seperti mencuci memasak, serta kebutuhan industri seperti pembangunan dan pembangkit tenaga listrik. Akan tetapi, air dapat menjadi malapetaka bilamana tersedia dalam kuantitas yang besar, air yang berlebih bisa menyebabkan banjir yang merugikan kemudian kurangnya kuantitas air dapat juga menyebabkan kekeringan. Selain kuantitas air yang penting kualitas air juga sangat mempengaruhi kehidupan disekitarnya, bagaimana tidak kualitas air yang buruk bisa menyebabkan gangguan kesehatan pada manusia seperti gangguan pencernaan, gangguan pada kulit dan lain lain (Warlina, 2004)

Sumber daya alam yaitu air, dapat diperoleh dari air permukaan meliputi air sungai, danau, waduk, rawa dan genangan air lainnya. Pada air tanah dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu air tanah tidak tertekan (bebas) adalah air terletak pada suatu dasar yang kedap air dan mempunyai permukaan bebas. Pada air tanah tertekan adalah air yang sepenuhnya jenuh dengan bagian atas dan bawah dibatasi oleh lapisan yang kedap air, salah satunya sumur artesis (Effendi, 2003)

Allah berfirman dalam surah Al-Baqarah [2] ayat 164:

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ وَالْفُلْكِ الَّتِي
تَجْرِي فِي الْبَحْرِ بِمَا يَنْفَعُ النَّاسَ وَمَا أَنْزَلَ اللَّهُ مِنَ السَّمَاءِ مِنْ مَّاءٍ فَأَحْيَا بِهِ
الْأَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا وَبَثَّ فِيهَا مِنْ كُلِّ دَابَّةٍ وَتَصْرِيفِ الرِّيَّاحِ وَالسَّحَابِ
الْمُسَخَّرِ بَيْنَ السَّمَاءِ وَالْأَرْضِ لآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ ﴿١٦٤﴾

“Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, silih bergantinya malam dan siang, bahtera yang berlayar di laut membawa apa yang berguna bagi manusia, dan apa yang Allah turunkan dari langit berupa air, lalu dengan air itu Dia hidupakan bumi sesudah mati (kering)-nya dan Dia sebarkan di bumi itu segala jenis hewan, dan pengisaran angin dan awan yang dikendalikan antara langit dan bumi, sungguh terdapat tanda-tanda (keesaan dan kebenaran Allah) bagi kaum yang memikirkan” (Q.S Al-Baqarah [2]: 164)

Pentingnya air di dalam tubuh manusia berkisar antara 50%-70% dari seluruh berat badan. Di dalam darah terkandung 80% air, kemudian komposisi otak adalah 75% air, 22% pada tulang, lalu 75% air sebagai pembentuk otot dan bahkan 90% paru-paru berasal dari air. Kurangnya kandungan air di dalam tubuh manusia menyebabkan berbagai masalah kesehatan seperti penyakit batu ginjal yang disebabkan terjadinya kristalisasi unsur-unsur yang ada di dalam cairan tubuh. Selain itu yang sangat fatal jika kandungan air di dalam tubuh manusia berkurang sebanyak 15% dari berat badan dapat menyebabkan kematian. Kebutuhan orang dewasa dalam mengkonsumsi air dalam sehari kurang lebih sebanyak 1.5 liter (Slamet, 2002).

Meningkatnya jumlah penduduk daerah kampung dan kota menyebabkan bertambahnya juga kebutuhan akan air bersih. Salah satu sumber air yang sangat penting bagi kehidupan manusia adalah air tanah. Menurut Undang-Undang Nomor 7 tahun 2004 air tanah merupakan sumber air yang berasal dari dalam tanah atau lapisan di dalam tanah. Air tanah menjadi salah satu pilihan sumber air bersih dikarenakan lapisan tanah di negara tropis sangat bagus dalam menyediakan air.

Masalah utama yang dihadapi oleh sumberdaya air di Indonesia adalah berkurangnya kuantitas air bersih untuk memenuhi kebutuhan air setiap harinya. Selain itu, bertambahnya jumlah penduduk berbanding lurus dengan bertambahnya pemukiman yang dibangun, hal tersebut mempengaruhi kualitas air tanah yang ada

di sekitarnya. Selain pertumbuhan penduduk kualitas air juga sekarang ini ikut dipengaruhi dengan kegiatan domestik serta industri yang berdampak negatif bagi kualitas air tanah disekitarnya, hal tersebut tentunya dapat menimbulkan masalah gangguan dan kerusakan yang berbahaya bagi makhluk hidup yang bergantung pada sumber air.

Penelitian yang dilakukan oleh Harmayani dan Konsukartha (2007) menunjukkan bahwa semakin berkembangnya pemukiman yang kurang terencana serta sistem pembuangan limbah yang kurang baik berakibat pada timbulnya pencemaran air tanah. Sistem pembuangan limbah yang tidak baik menyebabkan aliran air tersumbat oleh sampah serta sisa limbah pembuangan, hal ini menjadi salah satu akar penyebab kualitas air tanah yang berkurang karena sisa air pembuangan tersebut dapat meresap melalui pori pori tanah kemudian bercampur dengan materi lain sehingga ketika air limbah atau air yang meresap di celah pori pori tanah sudah tercemar hal demikian dapat mencemari air yang masih bersih.

Artikel nasional Tempo (2014) mempublikasikan keluhan masyarakat kelurahan Ciptomulyo Kecamatan Sukun Kota Malang bahwa kualitas air sumur di sekitar pemukiman mereka tercemar limbah pabrik penyamakan kulit. Air sumur menjadi berbau menyengat dan keruh sehingga tidak layak minum. Sebagian warga juga mengalami infeksi saluran pernafasan akut. Selain itu, masyarakat Kecamatan Ciptomulyo mengalami kesulitan memperoleh air minum lantaran sekitar 70% warga menggunakan air sumur.

Menurut Sugiharto (1987) didalam penelitiannya mengenai pengaruh jarak sumur dengan sungai yang ditimbulkan oleh bakteri terhadap air yang ada di dalam tanah melebar sampai 2 meter pada jarak 5 meter dari sumber pencemar serta

menyempit hingga jarak 11 meter searah dengan arah aliran air tanah. Pola pencemaran oleh zat kimia pada jarak 25 meter dari sumber pencemar area kontaminasi melebar hingga jarak 9 meter dan menyempit pada jarak 95 meter. Dengan demikian disimpulkan bahwa sumber air yang ada di masyarakat sebaiknya harus berjarak lebih dari 95 meter dari tempat pembuangan bahan kimia.

Menurut Pusat Penelitian Sumberdaya Air dan Perum Jasa Tirta (2001) Sungai Metro merupakan sungai yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari masyarakat di sekitar bantaran sungai untuk melakukan kegiatan MCK dan sebagai sumber air untuk pertanian. Selain itu, Sungai Metro juga digunakan sebagai tempat pembuangan sampah dan limbah air domestik baik secara langsung maupun tidak langsung. Pemanfaatan sungai yang dilakukan oleh masyarakat tersebut dapat menyebabkan terjadinya penurunan kualitas air sungai. Hasil pemantauan kualitas air yang dilakukan oleh perum Jasa Tirta kualitas air Sungai Metro mengalami penurunan disebabkan salah satunya karena limbah air domestik.

Sebuah artikel yang diterbitkan oleh harian Surya Malang (2018) menyebutkan bahwa dari 27 titik pantau kondisi air sungai 26 diantaranya mengalami status pencemaran dan hanya 1 titik pantau yang kondisi airnya di atas baku mutu air, hal tersebut disampaikan oleh Kepala Bidang Kemitraan dan Pengendalian Lingkungan DLH Kota Malang. Beberapa titik pantau yang kondisi airnya diketahui tercemar antara lain di Kasin, Bandulan, Muharto, dan juga seputaran Jalan Sulfat serta Arjosari.

Lidah elektronik (*e-tongue*) berbasis membran lipid telah berhasil digunakan untuk mengukur rasa dari susu segar sampai basi. Lidah elektronik terdiri dari 16 membran lipid dan 1 sensor PH. Respon dari lidah elektronik ini

dianalisis menggunakan metode *Principal Component Analysis* (PCA) dan *Linear Discriminant Analysis* (LDA). Penelitian ini menunjukkan bahwa lidah elektronik mampu memprediksi kualitas susu alami (Tazi, 2017).

Tsaqifa (2016) melakukan pengujian karakteristik dari 16 *array* sensor lidah elektronik berbasis membran lipid untuk membedakan rasa makanan dengan cara mengidentifikasi pola makanan dengan memanfaatkan membran selektif ion. Pada pengujian ini semua sensor merespon sampel dengan sensitivitas yang berbeda. Sensor 6 memiliki sensitivitas yang baik terhadap empat rasa dasar, sedangkan sensor 11 merespon rasa asam dan asin dengan kurang baik. Selain itu sensor 3 merespon rasa pahit kurang baik dan sensor 2 merespon rasa umami kurang baik pula.

Penelitian yang dilakukan (Jarboui, 2019) melakukan pengujian dengan menggunakan sensor lidah elektronik untuk membedakan jenis parfum pria dan wanita sesuai pola karakteristik yang terekam. Kinerja yang dilakukan perangkat multi sensor yang terdiri dari membran polimer lipid non spesifik ditambah dengan teknik kemometrik klasifikasi algoritma pemilihan variabel menunjukkan bahwa pendekatan yang dilakukan dapat digunakan oleh industri parfum secara praktis, hemat biaya serta teknik pengelompokan parfum cepat.

Lipkowitz (2018) melakukan penelitian menggunakan sensor lidah elektronik untuk mendeteksi perubahan rasa pada jenis keju yang berbeda. Keju dengan jenis Cheddar diuji dengan menggunakan sensor lidah elektronik untuk mendeteksi perubahan kecil rasa pada keju dalam rasa (pahit, logam, asin, asam, pedas, manis dan umami) menunjukkan bahwa lidah elektronik kemungkinan besar lebih sensitif jika dibandingkan dengan indra perasa lidah manusia.

Berdasarkan peraturan menteri kesehatan Republik Indonesia Nomor 416 / Menkes / Per / IX / 1990 tentang pengawasan dan syarat-syarat kualitas air yang disebut sebagai air minum adalah air yang memenuhi syarat kesehatan yang dapat langsung diminum, sedangkan yang disebut sebagai air bersih adalah air yang memenuhi syarat kesehatan, yang harus dimasak terlebih dahulu sebelum diminum. Syarat-syarat yang ditentukan sesuai dengan persyaratan kualitas air secara fisika, kimia dan biologi.

Melihat fenomena permasalahan air tanah sebagai salah satu sumber air konsumsi yang digunakan masyarakat maka perlu adanya studi kasus mengenai kualitas air tanah sebagai air bersih untuk kebutuhan sehari-hari agar masyarakat tahu akan kualitas air sumur yang digunakan. Penelitian ini akan membahas pola klasifikasi dari air sumur yang diuji menggunakan lidah elektronik. Hasil dari respon lidah elektronik akan diolah menggunakan metode *Principal Component Analysis* (PCA) serta metode *Linier Discriminant Analysis* (LDA).

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pola rembesan air sungai kedalam sumur di sekitar bantaran sungai menggunakan lidah elektronik?
2. Bagaimana hubungan pola rembesan air sungai kedalam sumur dari lidah elektronik dengan karakteristik sosiologi masyarakat di sekitar bantaran sungai?
3. Bagaimana perbandingan pola rembesan air sungai kedalam sumur menggunakan metode PCA dan LDA?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui pola rembesan air sungai kedalam sumur di sekitar bantaran sungai menggunakan lidah elektronik.
2. Untuk mengetahui hubungan pola rembesan air sungai dari lidah elektronik dengan karakteristik sosiologi masyarakat di sekitar bantaran sungai.
3. Untuk mengetahui perbandingan pola rembesan air sungai menggunakan metode PCA dan LDA.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Penelitian dilakukan untuk mengembangkan sensor lidah elektronik dengan sampel air sumur dan sungai
2. Mengetahui pola rembesan air sungai kedalam sumur di bantaran sungai Desa Banjarejo menggunakan metode PCA dan LDA.
3. Mengetahui perbandingan pola rembesan air sungai di sekitar bantaran sungai Desa Banjarejo menggunakan metode PCA dan LDA.
4. Mengetahui hubungan pola rembesan air sungai dari lidah elektronik dengan karakteristik sosiologi masyarakat di sekitar bantaran sungai.

1.5 Batasan Masalah

1. Air sungai yang digunakan adalah Sungai Desa Banjarejo
2. Air sumur yang digunakan diambil dari daerah sekitar bantaran Sungai Desa Banjarejo

3. Pengambilan data pada sampel menggunakan sensor lidah elektronik dengan pengulangan masing masing sampel sebanyak 5 kali selama tujuh menit.
4. Dianalisis menggunakan metode PCA dan LDA sekaligus sebagai penampil klasifikasi pola hasil sampel air sumur dan sungai
5. Sensor lidah elektronik hanya dapat membaca pola rasa air sungai dan sumur, bukan kandungan zat serta senyawa di dalamnya



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

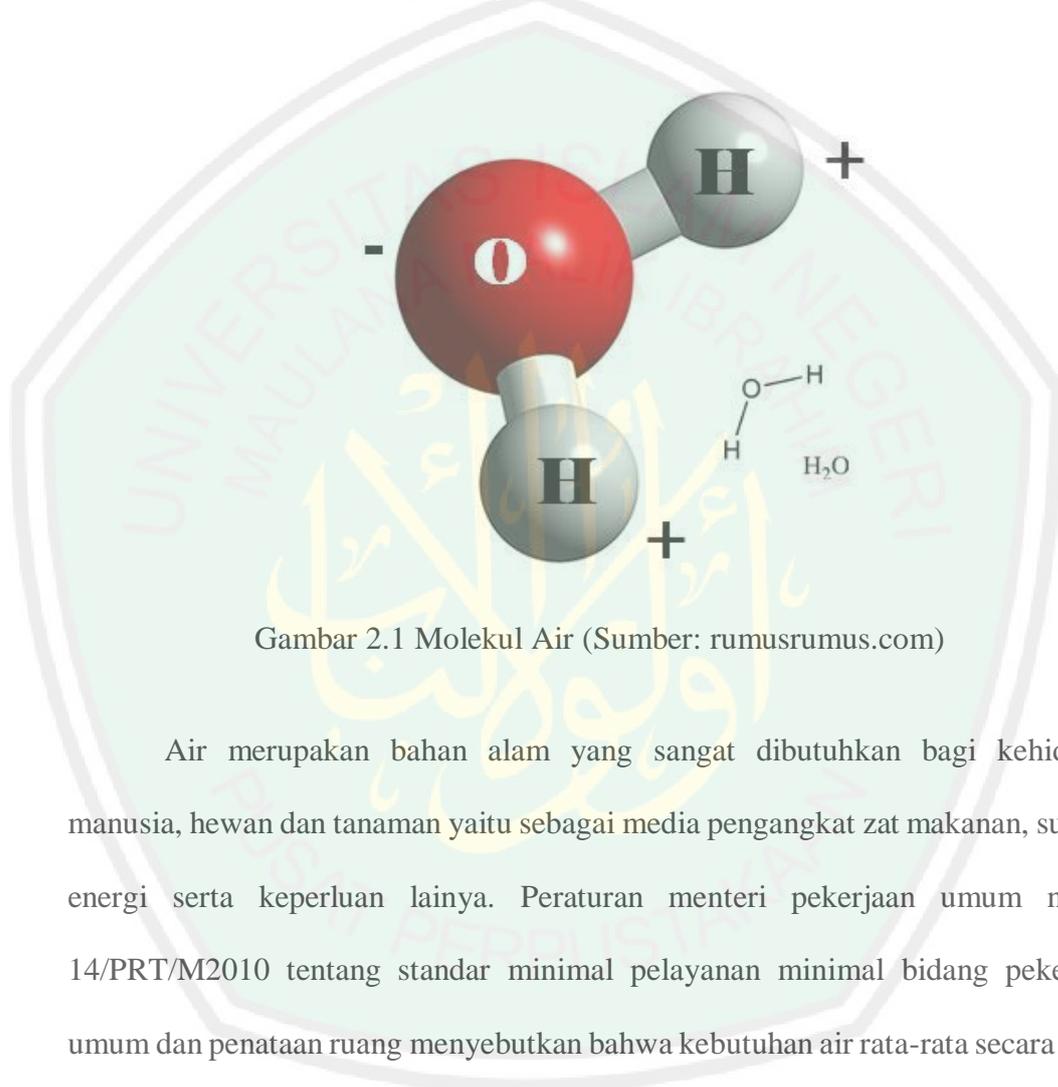
2.1 Pengertian Air

Air merupakan senyawa kimia yang memiliki sifat tidak berbau, tidak berwarna serta tidak memiliki rasa. Air memiliki titik beku pada suhu 0°C pada tekanan 1 atm serta memiliki titik didih pada suhu 100°C dan kerapatan 1,0 g/cm³ pada suhu 4°C. Ukuran dari suatu molekul air sangatlah kecil umumnya berdiameter sekitar 3 Å (0,3 nm atau 3 x 10⁻⁸ cm). Wujud air dapat berupa cairan, gas (uap air) dan padatan (es). Air dalam bentuk cair merupakan larutan elektrolit lemah karena di dalamnya terkandung reaksi kesetimbangan sebagai berikut (Schroeder, 1997).



Air yang dipergunakan untuk kebutuhan manusia sehari-hari di rumah bukan merupakan air murni, melainkan air yang berasal dari sumber-sumber tertentu yang kemudian diproses dengan penambahan zat-zat kimia, sehingga layak untuk digunakan. Air minum juga bukan merupakan air murni, melainkan selalu mengandung sedikit gas (misalnya oksigen dan karbon dioksida) serta mineral-mineral tertentu yang dibutuhkan manusia. Secara normal air yang dapat dimanfaatkan untuk suatu kehidupan pada umumnya tidak berwarna, tidak berbau dan tidak berasa (kecuali air laut). Air yang mempunyai rasa biasanya mengandung garam-garam terlarut. Dalam kondisi tersebut telah terjadi pelarutan ion-ion logam yang dapat merubah konsentrasi ion hidrogen (H⁺) yang terdapat dalam air, selanjutnya pH air akan berubah pula (Susana, 2003).

Air murni adalah suatu persenyawaan kimia yang paling sederhana, komposisi kimianya terdiri dari dua atom hidrogen (H) dan satu atom oksigen (O) yang saling berikatan. Atom-atom hidrogen terikat pada atom oksigen secara asimetris, sehingga kedua atom hidrogen berada di satu ujung, sedangkan atom oksigennya berada di ujung lainnya (Gambar 2.1) (Susana, 2003).



Gambar 2.1 Molekul Air (Sumber: rumusrumus.com)

Air merupakan bahan alam yang sangat dibutuhkan bagi kehidupan manusia, hewan dan tanaman yaitu sebagai media pengangkut zat makanan, sumber energi serta keperluan lainnya. Peraturan menteri pekerjaan umum nomor 14/PRT/M2010 tentang standar minimal pelayanan minimal bidang pekerjaan umum dan penataan ruang menyebutkan bahwa kebutuhan air rata-rata secara wajar adalah 60 l/orang/hari untuk segala keperlunya (Arsyad, 2000).

Berdasarkan peraturan Menteri Kesehatan No. 416 / MEN.KES / PER / IX / 1990 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air yang disebut sebagai air minum adalah air yang melalui proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Sedangkan air bersih adalah air yang digunakan

untuk kegiatan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat diminum apabila dimasak (Depkes RI, 2010).

Menurut Suripin (2002) dengan jumlah penduduk dunia yang mencapai angka sebesar 6,121 milyar pada tahun 2000 diperlukan air bersih sebanyak 367 km³ per hari, maka pada tahun 2025 diperkirakan jumlah air yang diperlukan untuk menutupi kebutuhan sehari-hari manusia sebanyak 492 km³ per hari, dan pada tahun 2100 diperlukan air bersih sebanyak 611 km³ per hari.

Jumlah penduduk yang semakin hari terus bertambah berbanding lurus dengan jumlah kebutuhan air bersih yang diperlukan untuk menopang hidup. Selain itu kebutuhan pokok lain seperti pangan juga ikut meningkat. Allah SWT berfirman di dalam Al-Quran surat Ibrahim [14] ayat 32:

اللَّهُ الَّذِي خَلَقَ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ وَأَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجَ بِهِ مِنَ الثَّمَرَاتِ رِزْقًا لَّكُمْ ۖ وَسَخَّرَ لَكُمُ الْفُلْكَ لِتَجْرِيَ فِي الْبَحْرِ بِأَمْرِهِ ۚ وَسَخَّرَ لَكُمُ الْأَنْهَارَ ﴿٣٢﴾

“Allah-lah yang telah menciptakan langit dan bumi dan menurunkan air (hujan) dari langit, kemudian dengan (air hujan) itu Dia mengeluarkan berbagai buah-buahan sebagai rezeki untukmu; dan Dia telah menundukkan kapal bagimu agar berlayar di lautan dengan kehendak-Nya, dan Dia telah menundukkan sungai-sungai bagimu.” (Q.S. Ibrahim [14]: 32)

Ibnu Katsir di dalam tafsirnya Allah menjelaskan berbagai macam nikmat yang telah diberikan kepada makhluk-Nya dengan menciptakan untuk mereka langit sebagai yang terjaga agar tidak jatuh dan bumi sebagai alas. Dengan perantara air hujan Allah menumbuhkan berbagai macam buah-buahan sebagai rizki untuk makhluk-Nya. Selain buah-buahan dengan air hujan Allah mensuburkan tanah yang darinya tumbuh berbagai macam jenis tanaman pangan untuk menopang kehidupan manusia. Selain itu, air hujan merupakan salah satu sumber air bersih yang jatuh dan terserap oleh tanah dan tertampung di dalamnya. Pelestarian sumber air

menjadi sesuatu yang penting agar kehidupan tetap terjaga dengan baik, termasuk melalui berbagai kajian atau penelitian yang pada akhirnya menghasilkan produk teknologi baru.

2.2 Sumber Air Bersih

Menurut Edward D (1977) dalam memilih sumber air bersih maka harus diperhatikan beberapa syarat baku yang harus dipenuhi dimulai dari kualitas air, kuantitas air, serta biaya untuk mendapatkan serta pengolahan air bersih tersebut. Untuk daerah khusus permukaan diperlukan pengolahan sumber air bersih dengan meningkatkan kualitas air tersebut dimulai dengan cara yang paling sederhana sampai ke tingkatan pengolahan yang kompleks sesuai dengan tingkat kekeruhan air tersebut.

Air sebagaimana telah diketahui tersebar diberbagai pelosok dunia, tidak hanya terkonsentrasi di lautan di daratpun dijumpai air meskipun jumlah konsentrasinya relatif sedikit jika dibandingkan dengan total keseluruhan air. Berdasarkan letak dan asalnya air dibedakan menjadi 3 kelompok sebagai berikut (Ilmu Geografi, 2015).

1. Air Permukaan

Jenis air permukaan merupakan air hujan yang mengalir di atas permukaan bumi dikarenakan tidak mampu terserap oleh rongga tanah yang bersifat rapat air sehingga menyebabkan sebagian besar air tergenang dan cenderung mengalir dari tempat permukaan tanah yang tinggi menuju ke permukaan yang lebih rendah. Air permukaan tersebut yang dikenal dengan sebutan air sungai.

Air permukaan umumnya mengalami kontaminasi selama mengalir dari tempat yang tinggi menuju ke tempat yang lebih rendah seperti pengotoran oleh lumpur, sisa daun dan batang kayu serta kotoran lainnya. Tingkat kontaminasi air permukaan tergantung dari daerah yang dilaluinya, kontaminasi air di daerah perkotaan lebih buruk jika dibandingkan dengan tempat lain, hal tersebut disebabkan air tercampur dengan bahan-bahan kimia, sementara itu air permukaan di daerah perhutanan akan cenderung mengandung bahan-bahan anorganik alamiah seperti air yang tercampur dengan humus serta sisa pelapukan organik lainnya. Air permukaan terbagi menjadi 2 yaitu (Ilmu Geografi, 2015):

a. Air Sungai

Alur Sungai merupakan suatu alur yang panjang di atas permukaan bumi tempat mengalirnya air yang berasal dari hujan. Perpaduan antara alur sungai dan aliran air di dalamnya disebut sebagai sungai. Proses terbentuknya sungai berasal dari limpahan mata air di pegunungan yang kemudian mengalir di atas permukaan bumi. Dalam proses selanjutnya seiring berjalanya waktu hujan yang turun akan menambah kuantitas air ini dikarenakan limpahan air tersebut tidak terserap ke dalam tanah sehingga ikut mengalir ke dalam sungai. Dari pengertian diatas dapat disimpulkan bahwa sungai merupakan saluran drainase yang terbentuk secara alamiah akibat dari pergerakan air di atas permukaan tanah yang tidak diserap oleh bumi (Junaidi, 2014).

Aliran sungai secara berangsur-angsur menyatu dengan banyak sungai lainya selama perjalananya dari hulu menuju hilir. Penggabungan ini menyebabkan tubuh sungai semakin besar. Apabila suatu sungai mempunyai lebih dari 2 aliran cabang maka cabang sungai dengan aliran serta volume air

yang lebih besar disebut dengan sungai utama (*main river*). Sedangkan cabang lainnya dengan aliran serta volume air yang lebih kecil disebut dengan anak sungai (*tributary*) (Junaidi, 2014).

b. Air Danau/Telaga

Danau merupakan sebuah ekosistem yang menempati daerah lebih kecil di permukaan bumi jika dibandingkan dengan laut dan daratan. Bagi manusia, kepentingan danau sangatlah berarti jika dibandingkan dengan luas daerahnya. Keberadaan ekosistem danau memberikan fungsi yang menguntungkan bagi kehidupan masyarakat di sekitarnya (Connel, 1995).

Danau sebagai tubuh air mempunyai fungsi ekologis yang sangat penting dalam suatu ekosistem. Danau mempunyai ekosistem tersendiri yang mana di dalamnya terjadi interaksi hubungan unik makhluk hidup dengan komponen-komponen di dalamnya sehingga membentuk suatu sistem danau. Pembentukam danau terbagi menjadi dua yaitu secara alamiah dan non alamiah. Danau yang terbentuk secara alamiah disebut dengan danau alam (*natural lake*) sedangkan danau non alamiah ialah danau hasil buatan manusia atau sering disebut dengan waduk (*man made lake*) (Sudarmadji, 2015).

2. Air Atmosfer

Sebagai media lingkungan, atmosfer berperan untuk menampung berbagai jenis gas yang dihasilkan oleh aktivitas manusia di bawahnya seperti oksigen, karbon dioksida, dan uap air. Uap air merupakan salah satu komponen yang ada dalam atmosfer, meskipun keberadaanya sedikit dibandingkan dengan komponen yang lain namun uap air sangat berperan penting bagi kehidupan manusia karena tingkat curah hujan sangat bergantung dengan nilai uap air yang

terkandung di atmosfer bumi. Menurut bentuknya air atmosfer terbagi menjadi 2 (Iswantari, 2014)

a. Air Hujan

Hujan merupakan gejala meteorologi dan juga merupakan unsur klimatologi. *Hydrometer* yang mempunyai ukuran diameter 0.5 mm atau lebih disebut dengan hujan sedangkan yang tidak sampai jatuh ke tanah disebut dengan *virga*. Selain itu, hujan bisa diartikan sebagai perubahan zat cair menjadi benda padat berbentuk awan akibat uap air yang terus terkumpul karena sinar matahari dan kemudian jatuh kembali ke permukaan bumi akibat massanya yang berat (Tjasyono, 2006).

Siklus hidrologi merupakan perputaran sirkulasi air dari laut yang menguap menjadi titik titik uap yang terkumpul menjadi awan kemudian jatuh kembali ke bumi lalu kembali menuju laut dan seterusnya. Hujan yang jatuh ke bumi sebagian tertahan oleh tumbuh-tumbuhan, sebagian lagi meresap ke dalam tanah lalu ketika kondisi tanah mulai jenuh air hujan akan mengalir ke dalam sungai ataupun tertahan mengisi cekungan danau, telaga dan kembali ke laut (Hidayat, 2019).

b. Air Salju

Memiliki karakteristik yang sama seperti air hujan namun karena suhu lingkungan di sekitar lebih rendah dari 0°C mengakibatkan titik-titik hujan berubah menjadi es dan jatuh kembali ke permukaan bumi. Ketika butiran es mencapai permukaan bumi dengan suhu 0°C maka es akan mencair menjadi lebih kecil dan menjadi kepingan salju (Ilmu Geografi, 2015).

3. Air Tanah

Air tanah adalah air yang bergerak di dalam tanah yang terdapat diantara ruang pori tanah yang meresap ke dalam tanah dan membentuk lapisan air tanah yang disebut akuifer atau juga disebut dengan air celah (*fissure water*). Keberadaan air tanah bergantung dengan kondisi besarnya curah hujan serta banyaknya air yang dapat meresap ke dalam tanah. Faktor yang mempengaruhi banyaknya air tanah yang tersimpan adalah kondisi litologi dan geologi setempat (Mori, 1999).

2.3 Air Tanah

Air tanah dapat dikelompokkan menjadi 2 kelompok berdasarkan kedalaman dan jenisnya. Pengelompokan air tanah berdasarkan kedalaman yaitu air tanah dalam dan air tanah dangkal. Sedangkan pengelompokan berdasarkan jenisnya antara lain air tubir, air fosil, air magma, air feratis dan *meteoric water* (Susana, 2003).

Air tanah banyak dipakai untuk berbagai keperluan, karena tidak banyak terkontaminasi oleh lingkungan sekitarnya dibandingkan sumber-sumber air lainnya, kontaminasi yang terjadi antara lain disebabkan oleh teknik pengambilan yang kurang baik, adanya kebocoran sistim pipa, dan keretakan tanah. Perlakuan pembersihan air tanah yang kadang diperlukan adalah proses pelunakan untuk menghilangkan kesadahan air dan aerasi untuk menghilangkan bau dan rasa yang tidak dikehendaki (Susana, 2003).

Sumber utama air tanah adalah dari air hujan yang masuk melalui infiltrasi ke dalam tanah. Selain dari air hujan air tanah dapat juga berasal dari dalam tanah

meskipun jumlahnya relatif sedikit. Proses pergerakan air dimulai dari proses penguapan air permukaan ke atmosfer dinamakan proses evaporasi dari tumbuhan dinamakan proses transpirasi dan proses gabungan dari keduanya dinamakan evapotranspirasi. Uap air yang terbentuk dari proses evaporasi, transpirasi dan evapotranspirasi tersebut bergabung dan akan membentuk awan setelah mencapai temperatur titik kondensasi (pengembunan) dan jatuh ke permukaan bumi sebagai presipitasi baik itu dalam bentuk hujan, salju, embun dan lain-lain. Sebagian air tersebut mengalir sebagai limpasan melalui berbagai bentuk badan air seperti sungai, danau, rawa dan kemudian masuk ke laut. Sebagian air yang lain mengalami infiltrasi dan perkolasi membentuk aliran bawah permukaan menjadi aliran tanah (Zein, 2012).

Berdasarkan daur hidrologi di atas dapat disimpulkan bahwa air tanah atau sumur gali dapat berinteraksi dengan air permukaan serta komponen-komponen lainnya yang terlibat dalam daur hidrologi tersebut. Komponen-komponen yang dapat mempengaruhi daur hidrologi air tanah antara lain seperti bentuk topografi tanah, jenis batuan penutup, penggunaan lahan, kepadatan penduduk, dan lain lain. Air tanah dan air permukaan satu sama lain saling berinteraksi dan menimbulkan pengaruh pada keduanya. Setiap aksi pemompaan, pencemaran air tanah akan memberikan reaksi terhadap air permukaan begitupun sebaliknya (Zein, 2012).

Sumur gali merupakan salah satu konstruksi penyedia air bersih yang paling umum dipergunakan untuk mengambil air bersih oleh kalangan kecil dan rumah perorangan masyarakat Indonesia dengan kedalaman rata-rata 6-7 meter dari permukaan tanah. Sumur gali menyediakan air yang berasal dari lapisan tanah yang relatif dekat dengan permukaan tanah, oleh karena itu sangat mudah terkena

kontaminasi oleh faktor luar. Sumur bor (pompa) merupakan air tanah yang pengeborannya dilakukan sedikit lebih dalam dari biasanya sehingga tingkat kontaminasinya lebih sedikit (Suryana, 2013).

Sumur gali adalah sarana air bersih yang didapatkan dengan cara menggali tanah sampai mendapatkan lapisan air dengan kedalaman tertentu. Umumnya sumur gali dibuat di daerah pemukiman yang belum tersedianya sarana air dengan sistem pemipaan. Fungsi utama sumur gali adalah untuk menyadap dan menampung air tanah yang selanjutnya digunakan sebagai sumber air bersih. Persyaratan umum sumur gali yang umum digunakan di negara Indonesia ialah dengan bentuk bulat atau persegi, diameter sumur bulat 0,80 meter dengan kedalaman minimal 2,00 meter dari permukaan air minimal atau pada saat musim kemarau (Litbang, 2016).

2.4 Pencemaran Air Tanah

Pencemaran air adalah peristiwa dimana masuknya zat-zat atau komponen yang lainnya yang menyebabkan kualitas air terganggu bahkan menurun. Menurut Wardhana (2004), pencemaran air tanah adalah suatu keadaan dimana air telah mengalami penyimpangan/ perubahan dari keadaan normalnya.

Menurut Harmayani dan Konsukarta (2007), Air sumur dari sebuah pemukiman yang penduduknya padat mengakibatkan pencemaran air sumur seperti kondisi air yang berbau, kekeruhannya mencapai 112,5 mg, bakteri *E.Coli* yang mencapai 28/100 ml, dan bakteri *Coliform* mencapai 1100/100 ml yang melebihi standar baku kualitas air bersih sehingga air sampel dapat dikatakan tercemar dan tidak layak untuk digunakan. Hasil Survey Rumah Tangga (HSRT) penyakit infeksi

menjadi faktor terbesar ke 3 yang menyebabkan kematian, faktor tersebut erat kaitanya dengan kondisi perumahan serta lingkungan yang tidak sehat. Penyediaan air bersih yang tidak memenuhi syarat menjadi faktor risiko penyebab penyakit diare sebagai penyebab kematian nomor 4.

Pencemaran yang terjadi di badan perairan akan menyebabkan resapan ke dalam air tanah. Hasil uji di badan sungai Haihe sekarang tingkat pencemarannya 10 lebih besar jika dibandingkan dengan 20 tahun lalu, hal tersebut menunjukkan bahwa pencemaran air tanah mempercepat mencapai tingkat yang mengkhawatirkan yang pada akhirnya menyerap ke sumber air warga (Widyanto, 2015).

Menurunnya kualitas air tanah sangat erat kaitanya dengan pencemaran air tanah, semakin lama semakin tercemar oleh berbagai polutan akibat pertumbuhan jumlah penduduk. Menurut Harmayani dan Konsukarta (2007), pencemaran air dapat menentukan indikator yang terjadi pada air lingkungan. Pencemaran air dikelompokkan sebagai berikut:

- a. Bahan buangan organik : Bahan buangan organik pada umumnya berupa limbah yang dapat membusuk atau terdegradasi oleh mikroorganisme, sehingga hal ini dapat mengakibatkan semakin berkembangnya mikroorganisme dan mikroba patogen pun ikut juga berkembang biak di mana hal ini dapat memicu berbagai macam penyakit.
- b. Bahan buangan anorganik : Bahan buangan anorganik pada umumnya berupa limbah yang sulit didegradasi oleh mikroorganisme atau tidak dapat membusuk. Apabila bahan buangan anorganik ini masuk ke air lingkungan maka akan terjadi peningkatan jumlah ion logam di dalam air, sehingga hal ini dapat mengakibatkan air menjadi bersifat sadah.

- c. Bahan buangan zat kimia : Bahan buangan zat kimia seperti bahan pencemar air seperti sabun, bahan pemberantas hama, zat warna kimia, dan zat radioaktif dan lain-lain. Zat kimia ini di air lingkungan merupakan racun yang mengganggu dan dapat mematikan tumbuhan, hewan air, bahkan juga manusia.

2.5 Pencemaran Air Sungai

Pencemaran air sungai yang disebabkan oleh ulah manusia merugikan semua makhluk hidup di bumi ini. Banyak masyarakat yang tidak sadar bagaimana bahaya yang ditimbulkan nantinya jika mereka dengan sengaja membuang sampah ataupun zat berbahaya lainnya ke sungai. Padahal bahaya yang mereka lakukan itu dampaknya perlahan akan kembali ke masyarakat sendiri. Kurangnya kesadaran masyarakat tersebut tentu tidak terlepas dari peran pemerintah dalam memberikan pengetahuan kepada masyarakat itu sendiri (Sukaidi, 1999).

Karakteristik sungai dan pencemaran yaitu jika limbah yang masuk kedalam sungai tidak berlebihan, umumnya aliran air sungai dapat menguraikan limbah tersebut dan memperbarui suplai DO melalui difusi dengan atmosfer. Limbah yang masuk ke sungai umumnya memiliki kadar DO yang rendah, maka pada bagian hilir kadar DO berangsur angsur meningkat kembali sampai ketinggian normal. Waktu dan jarak yang diperlukan sungai untuk mengembalikan kadar oksigen sampai ke tingkat normal sangat dipengaruhi oleh volume sungai, kecepatan aliran sungai dan volume limbah yang masuk (Sukaidi, 1999).

Air sungai yang tercemar disebabkan oleh berbagai faktor. Faktor penyebab pencemaran air sungai ini bisa berasal dari manusia maupun dari alam itu sendiri.

Faktor- faktor yang menyebabkan tercemarnya air sungai dibagi menjadi beberapa kelompok, faktor- faktor tersebut antara lain yaitu:

1. Sampah

Faktor pencemaran air yang pertama adalah sampah. Sampah adalah bahan- bahan yang sudah diambil manfaatnya oleh manusia sehingga tersisa yang tidak ada manfaatnya. Sampah dibedakan menjadi dua yaitu sampah organik dan anorganik. Sampah organik adalah sampah hijau yang mudah untuk diuraikan, sementara sampah non organik biasanya berupa sampah plastik yang sulit untuk diuraikan.

2. Limbah industri

Pencemaran air tingkat besar disebabkan oleh limbah perindustrian. Perusahaan yang mengolah atau memproduksi suatu produk biasanya juga menghasilkan limbah. limbah cair yang di buang ke laut atau sungai secara langsung tanpa mengolahnya terlebih dahulu akan menyebabkan pencemaran air sungai atau laut sehingga menyebabkan seluruh sumber air masyarakat menjadi tercemar.

3. Limbah pertanian

Limbah pertanian menyebabkan pencemaran di air. Macam-macam limbah pertanian ini bisa berupa potongan- potongan tanaman hasil pertanian maupun penggunaan pestisida yang berlebihan.

4. Detergen

Penggunaan detergen dan pembuangan limbah detergen langsung ke dalam air akan menyebabkan banyak sekali permasalahan tanah, seperti matinya ikan- ikan dan organisme air lainnya (Ilmu Geografi, 2015).

2.6 Hukum Darcy

Permeabilitas adalah tanah yang dapat menunjukkan kemampuan tanah meloloskan air. Tanah dengan permeabilitas tinggi dapat menaikkan nilai infiltrasi sehingga menurunkan laju alir larian. Pada ilmu tanah, permeabilitas didefinisikan secara kualitatif sebagai pengurangan gas-gas, cairan-cairan atau penetrasi akar tanaman. Selain itu permeabilitas juga merupakan pengukuran hantaran hidraulik tanah. Hantaran hidraulik tanah timbul adanya pori kapiler yang saling bersambungan antara satu dengan yang lain. Secara kuantitatif hantaran hidraulik jenuh dapat diartikan sebagai kecepatan bergeraknya suatu cairan adalah air dan media pori tanah. Penetapan hantaran hidraulik didasarkan pada hukum Darcy (Ray, 1989).

Kecepatan aliran air di dalam tanah dinyatakan dengan:

$$V = k \cdot i$$

Dimana :

V = kecepatan aliran air (m/s)

k = koefisien permabilitas

i = gradient hidraulik

Permabilitas merupakan kemampuan fluida untuk mengalir melalui medium yang berpori adalah suatu sifat teknis yang disebut permeabilitas. Permeabilitas juga dapat didefinisikan sebagai sifat bahan yang memungkinkan aliran rembesan zat cair mengalir melalui rongga pori. Satuan permeabilitas adalah m^2 . Pada umumnya pada reservoir panas bumi, permeabilitas vertikal berkisar antara 10 - 14 m^2 , dengan permeabilitas horizontal dapat mencapai 10 kali lebih

besar dari permeabilitas vertikalnya (sekitar 10 - 13 m²). Satuan permeabilitas yang umum digunakan di dunia perminyakan adalah Darcy (1 Darcy = 10 - 12 m²) (Ray, 1989).

2.7 Lidah Elektronik

Lidah elektronik atau sistem sensor rasa menurut Nystrom dalam Triyana (2013) adalah sistem sensor yang digunakan untuk mengukur dan mengekstrak informasi dari larutan cair yang kompleks. Perbedaan antara sensor rasa dengan sensor biasa, seperti pH-meter, adalah pH-meter merupakan sensor selektif sedangkan sensor rasa merupakan sensor nonselektif. Sensor non-selektif bereaksi terhadap banyak stimulus berbeda yang dalam hal ini adalah zat kimia dan merespon sejumlah besar data, sehingga sensor rasa memiliki selektivitas global. Sensor ini juga disebut sensor cerdas karena mampu membedakan berbagai zat kimia meskipun dalam satu kelompok rasa.

Lidah elektronik dapat terdiri dari satu set sensor non spesifik. Lidah elektronik tidak memberikan informasi mengenai sifat senyawa yang terkandung dalam sampel cair atau makanan yg diubah menjadi cair, namun hanya memberikan pola digital dari sampel makanan (Toko, 2000).

Sistem sensor rasa atau yang juga dikenal dengan lidah elektronik, yang selanjutnya disebut *e-tongue* merupakan sistem yang mempunyai selektivitas global. Lidah elektronik dibangun atas larik sensor yang berbasis membran selektif ion. Setiap membran dibuat dengan mengkombinasi antara lipid dan polimer. Sifat selektif dari setiap membran sangat ditentukan oleh jenis lipid yang digunakan (Toko, 2000).

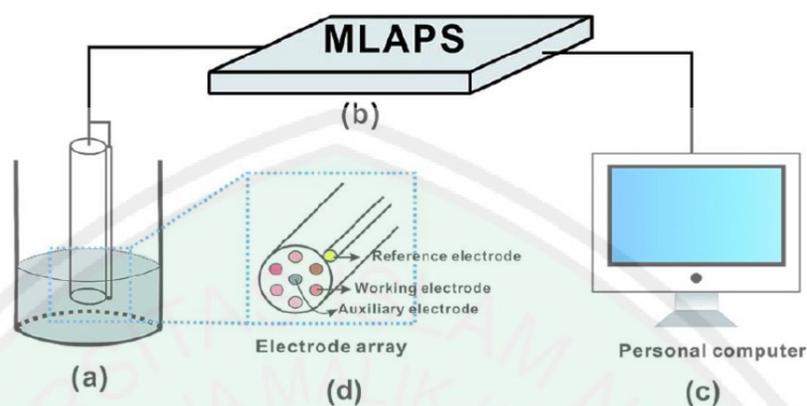
Sensor lidah elektronik dengan selektivitas yang tinggi terdapat beberapa lipid membran yang mengubah informasi dari zat menjadi sinyal listrik. Sinyal listrik yang didapat dianalisis menggunakan komputer dan output dari sensor menghasilkan pola yang berbeda pada setiap jenis zat. Sensor lidah elektronik selain digunakan untuk membedakan rasa bisa juga digunakan dalam analisis membedakan jenis minuman kemasan satu dengan yang lainnya (Triyana, 2013).

Sistem sensor rasa menggunakan larik sensor rasa berupa membran selektif ion berbasis lipid. Output dari sistem ini berupa kualitas dan kuantitas rasa berdasarkan perbedaan pola potensial yang dihasilkan. Setiap membran akan memberikan respon potensial yang berbeda-beda terhadap suatu zat. Rasa didiskriminasi dan diklasifikasi berdasarkan gabungan pola potensial yang terbentuk dari larik sensor tersebut. Zat-zat yang memiliki rasa sama akan membentuk pola potensial yang sama, sedangkan zat-zat yang mempunyai rasa beda akan membentuk pola potensial yang berbeda pula (Wibowo, 2013).

Pada sensor rasa, membran yang digunakan adalah membran selektif ion yang respon terhadap ion-ion sampel yang berlawanan muatan dengan muatan membran. Membran ini dianggap sebagai permukaan datar dengan kerapatan muatan seragam. Perubahan kerapatan muatan permukaan disebabkan oleh interaksi antara bagian hidrofilik lipid membran dengan ion sampel uji. Perubahan kerapatan ini menimbulkan potensial membran yang kemudian dianalisa mewakili rasa tertentu (Wibowo, 2013).

Lidah elektronik terdiri dari komponen *hardware* dan *software*. *Hardware* digunakan untuk pengukuran kapasitas pada unit-unit sensor dan *software*

mengontrol akuisisi data. Komponen *hardware* utama yaitu *signal generator*, *signal amplifier*, *data equalition* dan komputer (Rintiasti, 2010).



Gambar 2.2. Komponen *Hardware* dan *Software* Lidah Elektronik (Sumber: Tsaqifa, 2016)

2.8 Membran Sensor Lidah

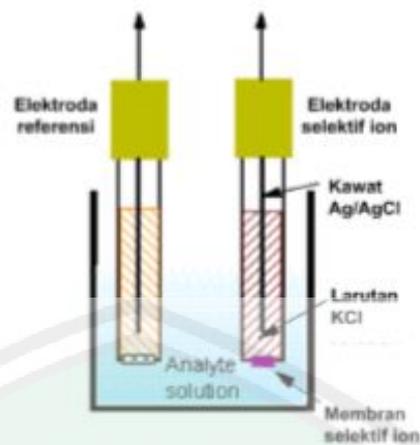
Membran didefinisikan sebagai lapisan yang memisahkan dua fasa dan mengatur perpindahan masa dari kedua fasa yang terpisah. Proses pembuatan membran dapat digunakan dengan menggunakan beberapa metode seperti pelelehan, pengepresan, pembalikan fase, dan *tracketching*. Berdasarkan bahan penyusun membran dapat dibagi menjadi dua golongan yaitu membran dengan bahan organik dan anorgank. Beberapa jenis lipid digunakan untuk memberi informasi bagian utama. Dalam sensor membran merupakan sistem biologis sebagai perangsang (Tsaqifa, 2016).

Komponen utama penyusun membran adalah lipid atau polimer sebagai zat aditif lipofilik, dioktil ftalat (DOP) sebagai *plastiziser*, *Polyvinyl chloride* (PVC) sebagai matriks pendukung dan *Tetrahydrofuran* (THF). Stiap bahan mempunyai peran masing masing di dalam membran. Lipid mempunyai peran sebagai

penyaring ion-ion yang melewati membran (penentu selektivitas). *Plasticizer* berperan sebagai pelarut membran. PVC berperan dalam menguatkan lapisan membran. Sedangkan THF berperan untuk melarutkan komponen-komponen penyusun membran yang lain serta membantu dalam proses pengeringan membran (Tsaqifa, 2016).

Selektivitas sebuah membran didefinisikan sebagai kemampuan membran dalam merespon ion tertentu. Membran pada penelitian ini merupakan membran bermuatan listrik sehingga respon terhadap ion tertentu sampel. Membran akan respon terhadap ion sampel yang berlawanan dengan muatan membran. Membran OA, DOP, dan DA adalah membran negatif, sehingga akan respon terhadap kation sampel. Berbeda dengan membran DDC dan TOMA yang merupakan membran positif akan respon terhadap anion sampel (Wibowo, 2013).

Sampel yang diuji diukur nilai potensialnya menggunakan elektroda kerja. Elektroda kerja berupa pipa kecil yang didalamnya terdapat senyawa Ag yang sebagian dilapisi dengan Cl atau Ag/AgCl. Larutan KCl dimasukan kedalam rongga pipa kecil elektroda kerja dan pada diujungnya diberi membran selektif ion untuk menutupnya. Skema elektroda referensi dan elektroda kerja ditunjukan pada gambar (Tsaqifa, 2016).



Gambar 2.3. Skema Elektroda Referensi dan Elektroda Kerja (Sumber: Tsaqifa, 2016)

2.9 Arduino

Board arduino merupakan *hardware* yang digunakan untuk menjalankan program yang telah dibangun. *Board* arduino adalah *board* mikrokontroller kecil yang mempunyai kemampuan komputer dalam chip kecil (mikrokontroller). Chip ini sekitar 100 kali lebih hebat dari macbook, tapi arduino mempunyai harga yang jauh lebih murah dan sangat bermanfaat untuk membangun perangkat yang menarik (Tsaqifa, 2016).



Gambar 2.4. Arduino Uno (Sumber: nanopowerbd.com)

Pada gambar diatas terlihat chip hitam dengan 28 kaki, chip tersebut adalah ic mikrokontroller 328, jantung dari board Arduni Uno. Tim Arduino Uno telah menempatkan komponen-komponen yang dibutuhkan oleh mikrokontroller untuk bekerja dengan baik dan dapat berfungsi dengan PC (Tsaqifa, 2016).

2.10 *Principal Component Analysis*

Metode *Principal Component Analysis* (PCA) merupakan metode dengan tujuan mereduksi dimensinya menjadi lebih sederhana. Hal ini dilakukan dengan cara menghilangkan korelasi diantara variabel bebas melalui transformasi variabel bebas asal ke variabel baru yang tidak berkorelasi sama sekali. Setelah beberapa komponen hasil PCA yang bebas multikolinearitas diperoleh, maka komponen-komponen tersebut menjadi variabel bebas baru yang akan diregresikan atau dianalisis pengaruhnya terhadap variabel tak bebas (Y) dengan menggunakan analisis regresi. Keunggulan metode PCA diantaranya adalah dapat menghilangkan korelasi secara bersih tanpa harus mengurangi jumlah variabel asal (Ifadah, 2011).

Metode PCA terdiri dari menulis kembali kordinat kelompok data pada sistem kordinat yang lain yang disebut *Principal Component*, membuat data lebuah mudah untuk dianalisa. Karena koordinat baru didapatkan dengan kombinasi linier dari variabel original dan koordinat baru berada pada sumbu ortogonal, dalam mengurangi rank-order varian). Kombinasi linier dicapai dengan cara data yang diwakili oleh sejumlah kecil faktor deskriptif. dan mengurangi dimensi kelompok. Jumlah total *principal component* sama dengan jumlah total variabel dan menunjukkan informasi statistik yang sama. Biasanya, *principal component*

pertama memiliki lebih dari 90% informasi statistik yang terdapat dalam data asli (Rintiasti, 2013).

Data untuk analisa PCA dipresentasikan dalam format matrik, dimana garis-garis merepresentasikan observasi (contoh yang dianalisa) dan kolom-kolom merepresentasikan variabel. Biasanya *First Principal Component* (PC1) dapat mendeskripsikan data dengan prosentase paling besar, *Second Principal Component* (PC2) mendeskripsikan porsi terbesar kedua dari variabel dan selanjutnya (Jolliffe, 2002).

Menurut Ifadah (2011), langkah-langkah menggunakan metode PCA ialah sebagai berikut:

a. *Kaiser-Meyer –Olkin dan Barlett Test*

Menentukan layak atau tidaknya suatu faktor, maka perlu dilakukan uji *Kaiser-Meyer-Olkin* dan *Barlett Test*. Apabila didapatkan nilai KMO dalam kisaran 0,5 sampai dengan 1 maka analisis faktor layak digunakan. Namun, jika nilai nilai KMO yang didapatkan kurang dari 0,5 maka analisis faktor tidak layak digunakan. Sedangkan *Barlett Test* dilakukan untuk menguji apakah variabel-variabel yang digunakan berkorelasi atau tidak.

Hipotesis :

H_0 : tidak ada korelasi antar variabel bebas

H_1 : ada korelasi antar variabel bebas

b. *Anti Image Matriks*

Bagian *Anti Image Corellation*, khususnya pada angka korelasi yang bertanda a (arah diagonal dari kiri ke atas ke kanan bawah). Angka MSA

(*Measure of Sampling Adequacy*) berkisar dari 0 sampai 1. Dengan kriteria sebagai berikut:

- $MSA = 1$, variabel tersebut dapat diprediksi tanpa kesalahan oleh variabel lain.
- $MSA = 0,5$, variabel masih bisa diprediksi dan bisa dianalisis lebih lanjut, atau dikeluarkan dari variabel lainnya.
- $MSA < 0,5$, Variabel tidak bisa diprediksi dan tidak bisa dianalisis lebih lanjut, atau dikeluarkan dari variabel lainnya.

c. *Communalities*

Menunjukkan berapa varians yang dapat dijelaskan oleh faktor yang terbentuk

d. *Total Variance Explained*

Dalam analisis faktor terdapat beberapa komponen yang merupakan variabel. Setiap faktor mewakili variabel yang dianalisis. Kemampuan setiap faktor mewakili variabel yang dianalisis ditunjukkan oleh besarnya varians yang dijelaskan, yang disebut dengan *eigenvalue*. *Eigenvalue* menunjukkan kepentingan relatif masing-masing faktor dalam menghitung varians ketiga variabel yang dianalisis. Susunan *eigenvalue* selalu diurutkan dari yang terbesar sampai yang terkecil, dengan kriteria bahwa angka *eigenvalue* di bawah 1 tidak digunakan dalam menghitung jumlah faktor yang terbentuk.

e. *Component Matrics*

Component Matrics merupakan tabel yang berisikan *factor loading* (nilai korelasi) antara variabel-variabel analisis dengan faktor yang terbentuk.

f. *Component Score Coefficient Matriks*

Setelah didapatkan faktor yang terbentuk melalui proses reduksi, maka perlu dicari persamaan sehingga dapat dihitung skor setiap faktor secara manual. Persamaan yang dibuat mirip dengan regresi linear berganda, hanya dalam persamaan faktornya tidak terdapat konstanta. Setelah komponen hasil PCA yang bebas multikolinearitas diperoleh maka komponen-komponen tersebut diregresikan atau dianalisa pengaruhnya terhadap variabel tak bebas (Y) dengan menggunakan analisis regresi linear.

2.11 *Linear Discriminant Analysis*

Linear Discriminant Analysis (LDA) atau *Fisher's Linear Discriminant* merupakan salah satu metode yang menggunakan teori statistik yang sudah banyak digunakan secara luas baik dalam hal pembelajaran mesin, pengolahan data, maupun pengolahan citra. Metode ini pertama kali dibuat dan dipublikasikan oleh Ronald A. Fisher melalui paper *The Use of Multiple Measure in Taxonomic Problems* pada tahun 1936. LDA adalah metode ekstraksi fitur dengan perpaduan dari perhitungan operasi matematika dan statistika yang menggunakan properti statistik terpisah untuk tiap obyek (Sholahuddin, 2010).

LDA bekerja berdasarkan analisis matriks penyebaran yang bertujuan menemukan suatu proyeksi optimal sehingga dapat memproyeksikan data input pada ruang dengan dimensi yang lebih kecil dimana semua pola dapat dipisahkan semaksimal mungkin. Karenanya untuk tujuan pemisahan tersebut maka LDA akan mencoba untuk memaksimalkan penyebaran data-data input di antara kelas-kelas yang berbeda dan sekaligus juga meminimalkan penyebaran input pada kelas yang

sama. Perbedaan antar kelas direpresentasikan oleh matriks S_b dan perbedaan dalam kelas dipresentasikan oleh matriks S_w (Saragih, 2007).

Meskipun metode untuk ekstraksi ciri yang paling populer adalah *Principal Component Analysis* (PCA). Namun demikian PCA memiliki kelemahan yaitu pemisahan antar kelas yang kurang optimal, sehingga metode LDA dibuat untuk mengatasi kekurangan PCA. Metode LDA mampu memisahkan data antar kelas menjadi lebih terpisah dengan cara memaksimalkan nilai *between-class scatter* dan meminimalkan *within-class scatter*. PCA dan LDA mempunyai perbedaan yang sangat jelas, karena pengklasifikasian terhadap ciri dapat dilakukan oleh PCA sedangkan LDA berfokus pada pengklasifikasian terhadap data. Pada ekstraksi fitur menggunakan LDA, data set lokasinya tetap, namun kelas yang dibentuk menjadi lebih terpisah sehingga kondisi ini menyebabkan jarak antar kelas menjadi lebih besar, sedangkan jarak antar data pelatihan dalam satu kelas menjadi lebih kecil (Septa, 2018).

Jumlah fitur yang dihasilkan oleh LDA dihitung dari sebanyak jumlah kelas dikurangi dengan satu. Dengan kata lain, jumlah fitur yang dihasilkan LDA tergantung dengan jumlah kelas dan, beberapa jumlah pose yang telah dilatih oleh LDA, dan LDA tidak mempengaruhi jumlah fitur yang dihasilkan sehingga akan membutuhkan waktu lebih sedikit saat proses ekstraksi ciri dan juga proses pengenalan citra (Muntasa, 2015).

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

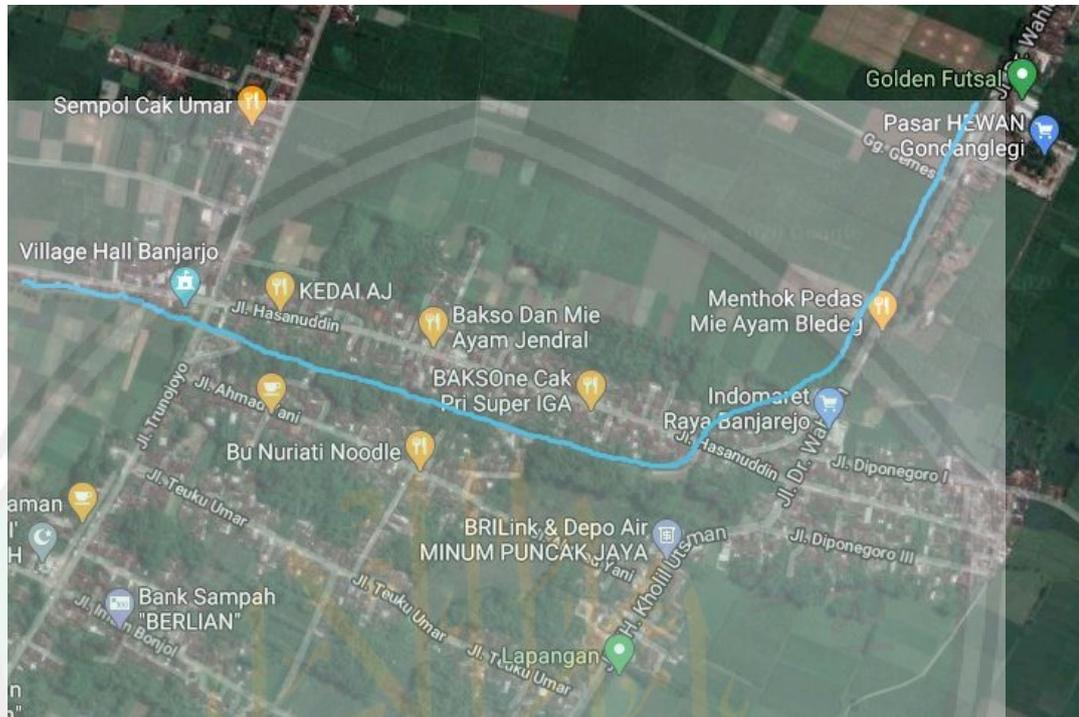
Jenis penelitian ini merupakan salah satu penelitian eksperimen. Variabel penelitian dan sampel yang akan diuji ditentukan. Sampel yang digunakan adalah air sumur yang diambil disekitar bantaran sungai Desa Banjarejo dengan lokasi titik pengambilan yang berbeda. Sampel air sumur diuji menggunakan sensor Lidah elektronik dan kemudian hasilnya dianalisis menggunakan metode PCA serta LDA. Penelitian ini dilakukan sebagai upaya untuk mengetahui adakah pencemaran air sumur yang disebabkan oleh air sungai yang meresap melalui pori-pori tanah.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian tentang “Analisis Pola Rembesan Air Sungai ke Dalam Sumur di Kota Malang Berbasis Lidah Elektronik Menggunakan Metode PCA dan LDA” dilakukan mulai bulan Februari sampai selesai. Penelitian ini bertempat di Laboratorium Riset Atom Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.3 Tempat Pengambilan Sampel

Sampel air sumur serta sungai yang digunakan diambil dari pemukiman masyarakat Desa Banjarejo Kabupaten Malang. Pengambilan titik sampel divariasikan berdasarkan jarak dengan setengah sampel berjarak kurang dari 50 meter kemudian setengahnya lagi dengan jarak lebih dari 50 meter. Denah lokasi serta pemetaan pengambilan titik sampel ditunjukkan oleh gambar berikut:



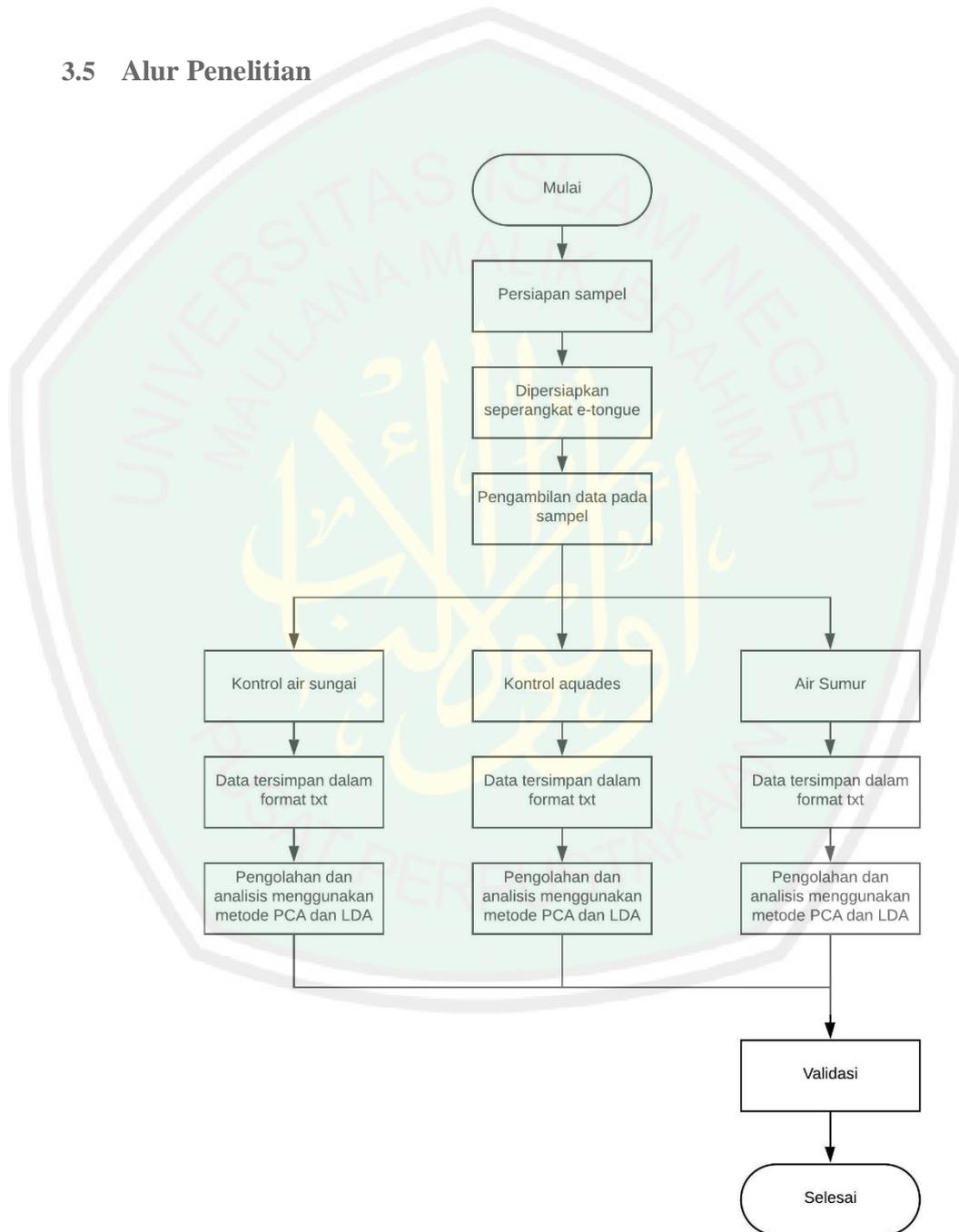
Gambar 3.1 Peta Lokasi Desa Banjarjeto

3.4 Alat dan Bahan Penelitian

1. Air Sumur
2. Air Sungai
3. Aquades
4. Gelas beaker ukuran 500ml
5. Lidah Elektronik
6. Magnetic Heating Stirer
7. Botol Semprot
8. Personal Komputer
9. Software

- a. Microsoft Excel
- b. Minitab 9
- c. LabVIEW 2014
- d. SPSS

3.5 Alur Penelitian



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

3.6 Prosedur Penelitian

3.6.1 Tahap Persiapan

1. Dilakukan pengambilan sampel air sumur di sekitar bantaran sungai desa Banjarejo sebanyak 24 sampel yang dibedakan berdasarkan dengan titik pengambilanya. Air yang diambil dari masing-masing sampel sebanyak 1,5 L menggunakan botol kemasan kosong. Dilakukan pengambilan sampel sebanyak 3 batch selama 3 hari dengan pembagian 8 sampel perharinya
2. Divariaskan titik pengambilan sampel berdasarkan jarak dengan pembagian 5 sampel pada jarak 0-25 meter dan 5 sampel lainnya pada jarak 25-50 meter
3. Dilakukan pengambilan sampel air Sungai sebanyak 1,5 L menggunakan botol kemasan kosong. Dilakukan pengambilan sampel sebanyak 3 batch selama 3 hari dengan pembagian 1 sampel perharinya.
4. Dipersiapkan aquades sebagai variabel kontrol serta pembersih sensor lidah elektronik
5. Dipersiapkan perangkat sensor lidah elektronik (*e-tongue*) untuk pengambilan data

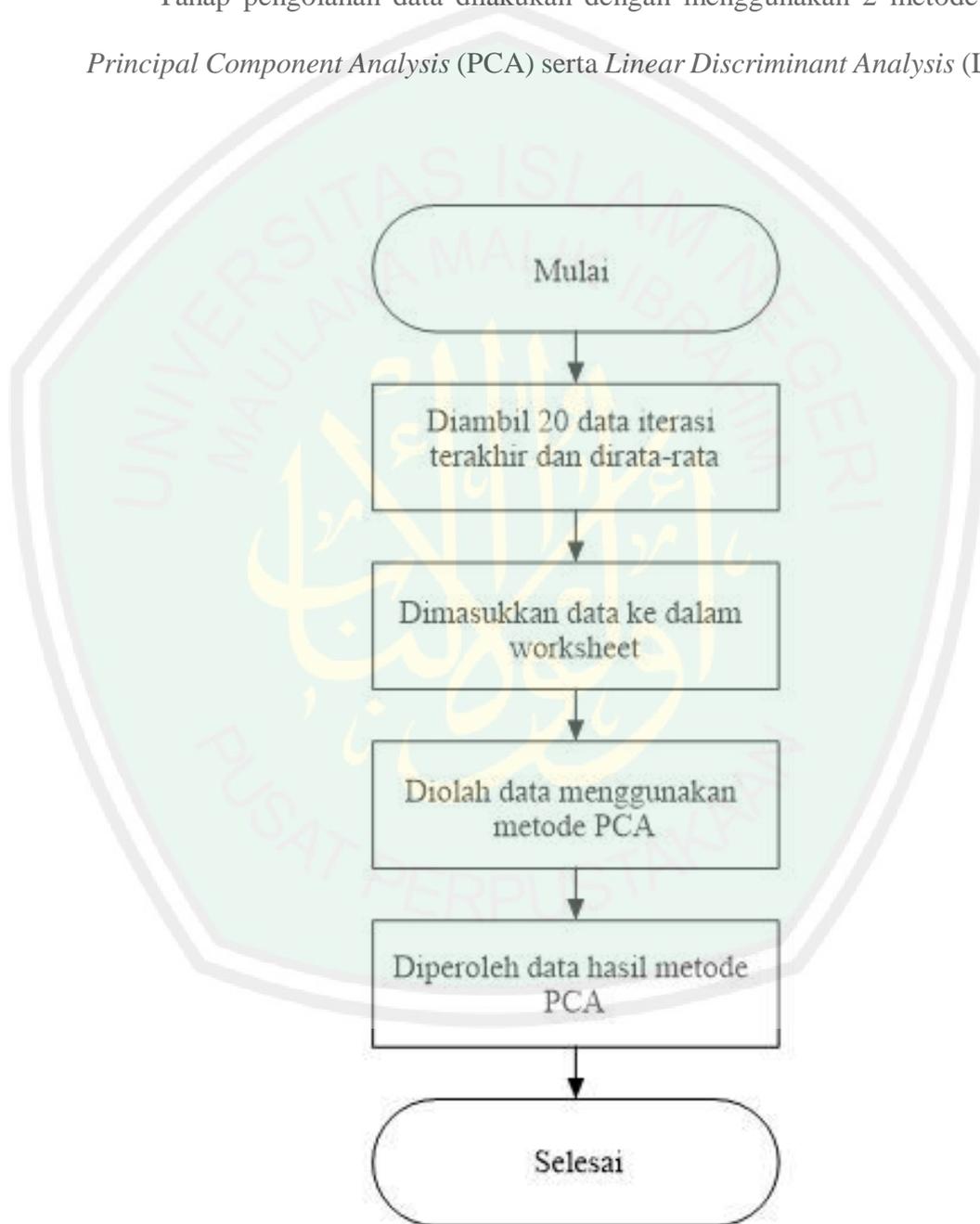
3.6.2 Tahap Pengambilan Data Lidah Elektronik

Proses pengambilan data menggunakan sensor lidah elektronik dengan 16 membran sensor. Sampel air sumur dari masing-masing lokasi yang berbeda ditempatkan kedalam beaker glass ukuran 500ml kemudian diletakan diatas magnetic heating stirer yang berfungsi untuk mengaduk sampel agar sampel terdeteksi dengan baik oleh sensor. Masing-masing sampel yang sudah siap dilakukan pengambilan data oleh lidah elektronik. Proses pengambilan data ini dilakukan dengan pengulangan masing-masing dari tiap sampel sebanyak 5 kali

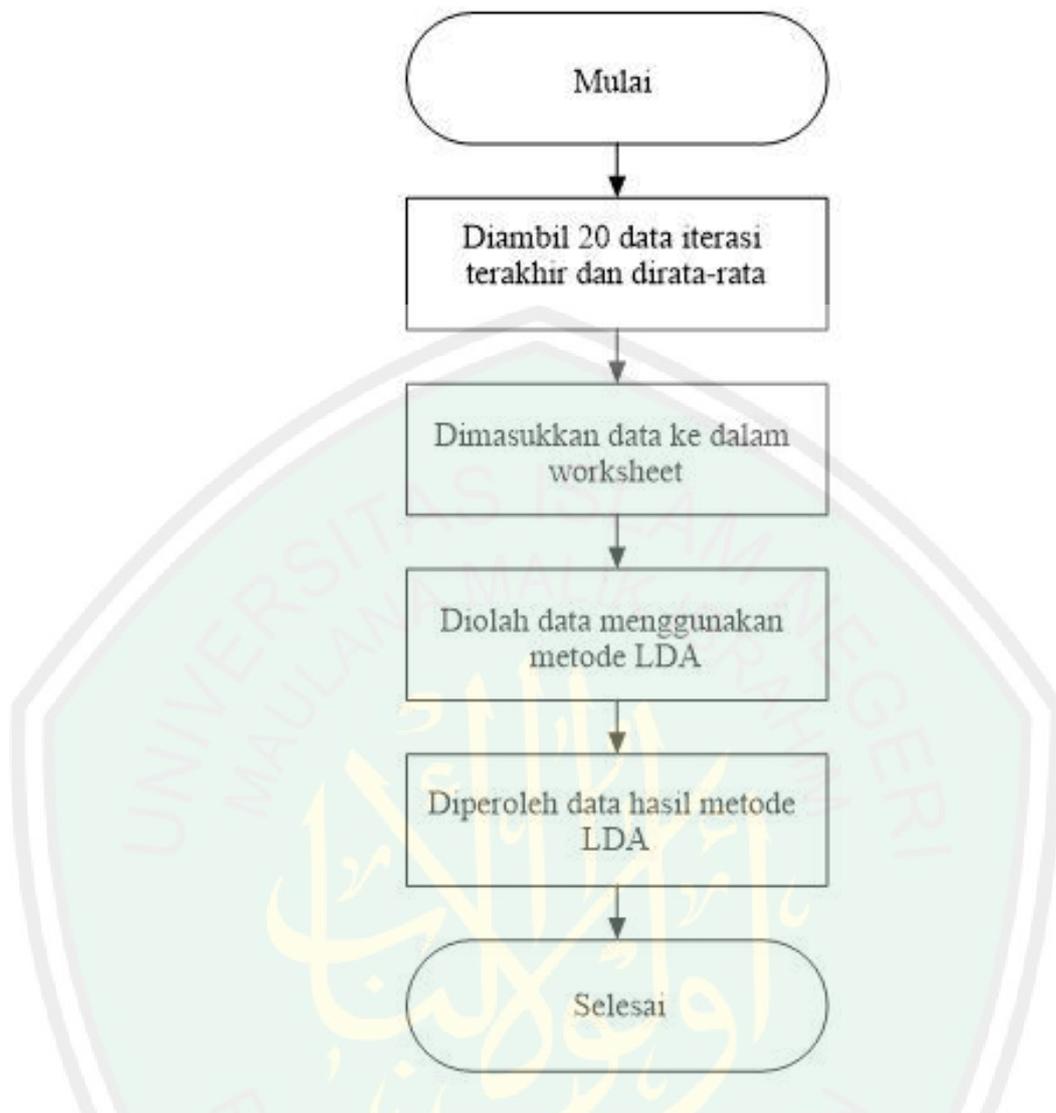
pengulangan dengan durasi 6 menit. Setelah dilakukan pengambilan data selama 6 menit sensor lidah elektronik direndam di dalam aquades selama 3 menit sebelum dilanjutkan untuk pengambilan data kembali.

3.6.3 Tahap Pengolahan Data

Tahap pengolahan data dilakukan dengan menggunakan 2 metode yaitu *Principal Component Analysis* (PCA) serta *Linear Discriminant Analysis* (LDA).



Gambar3.3 Diagram Alir Pengolahan Metode PCA



Gambar3.4 Diagram Alir Pengolahan Metode LDA

Tahap pengolahan data dilakukan dengan menggunakan dua metode yaitu PCA dan LDA. Pertama data 20 iterasi terakhir yang diambil dari hasil pengujian lidah elektronik dari setiap sampel dirata-ratakan kemudian diolah dengan menggunakan metode PCA dan LDA.

Data yang diperoleh dari masing-masing metode digunakan untuk membedakan hasil dari pola data yang ditampilkan. Metode LDA dibuat untuk mengatasi kekurangan PCA. Metode LDA mampu memisahkan data antar kelas

menjadi lebih terpisah dengan cara memaksimalkan nilai between-class scatter dan meminimalkan jarak dalam kelas data yang sama. PCA dan LDA mempunyai perbedaan yang sangat jelas, karena pengklasifikasian terhadap ciri dapat dilakukan oleh PCA sedangkan LDA berfokus pada pengklasifikasian terhadap data.



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Sampel Air Sumur

4.1.1 Preparasi Sampel

Air sumur yang digunakan pada penelitian ini berasal dari air sumur warga sekitar bantaran sungai Desa Banjarejo Kecamatan Pagelarang Kabupaten Malang. Sungai yang mengalir melewati Desa Banjarejo sendiri merupakan anak sungai dari Sungai Brantas. Sungai Brantas bersumber dari Gunung Arjuno dan bermuara di Kali Surabaya.

Pengambilan sampel air sumur dan sungai di Desa Banjarejo dilaksanakan pada bulan Juni 2020 dengan 8 titik lokasi pengambilan sampel air yang berbeda sedangkan untuk air sungai menggunakan 1 lokasi yang sama. Pembagian titik lokasi pengambilan air sumur divariasikan menjadi 2 kelompok berdasarkan jarak antara aliran air sungai dengan sumur, kelompok pertama 4 titik diambil pada rentang jarak 0-25 meter dan kelompok kedua diambil pada jarak 25-50 meter. Pengambilan sampel air sumur dan sungai dilakukan sebanyak 3 batch dengan masing masing batch terdiri dari 8 sampel air sumur dan 1 air sungai.



Gambar 4.1 Sampel Air Sumur dan Sungai

4.1.2 Pengujian Sensor Lidah Elektronik

Sampel air sumur serta sungai yang telah dipreparasi kemudian diuji menggunakan sensor lidah elektronik. Proses pengujian masing-masing sampel dilakukan sebanyak 5 kali dengan durasi selama 5 menit. Proses pengujian sampel air menggunakan lidah elektronik adalah dengan memanfaatkan kinerja dari membran sensor sebagai pemisah antara 2 fasa yang nantinya akan terukur nilainya oleh elektroda kerja serta elektroda referensi yang nantinya data tersebut akan tersimpan dalam format .txt. Nilai data yang telah tersimpan diolah menggunakan Ms. Excel untuk mencari nilai rata-rata dari 20 iterasi terakhir.

4.2 Hasil Pengolahan Data

4.2.1 Hasil Pengolahan Data PCA

Principal Component Analysis (PCA) atau disebut juga dengan Analisis Komponen Utama merupakan metode yang mereduksi sejumlah data dengan variabel yang berdimensi banyak menjadi variabel yang berdimensi lebih kecil tanpa menghilangkan informasi penting dalam data.

Komponen utama merupakan kumpulan variabel baru hasil kombinasi linier dari variabel-variabel yang diamati. Banyaknya komponen utama (PC) yang terbentuk sama dengan banyaknya variabel yang digunakan. Dalam penelitian ini variabel yang digunakan berjumlah 17 dengan rincian 16 variabel berasal dari sensor lidah elektronik dan 1 variabel lainnya pengelompokan (*group*) dari setiap data.

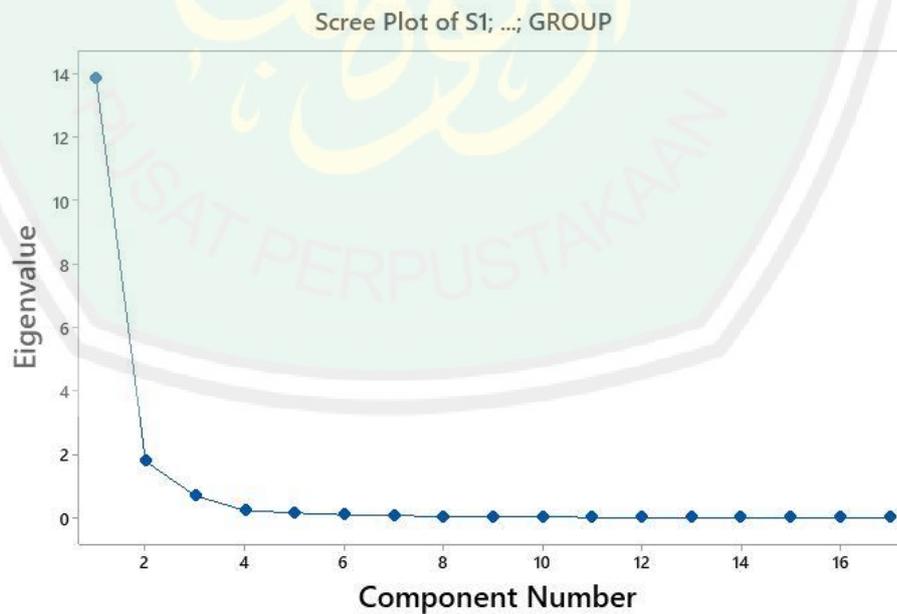
Data yang diolah menggunakan metode PCA pada penelitian ini menghasilkan 3 macam gambar dalam bentuk plot. Dimana, masing-masing plot memiliki makna yang berbeda antara satu dengan yang lainnya. Plot yang pertama adalah *Scree Plot*. *Scree Plot* merupakan plot yang memiliki fungsi untuk melihat faktor-faktor yang terbentuk dari hasil analisis berdasarkan nilai *eigenvalues*. *Scree plot* digunakan untuk menentukan nilai PC ke-n yang mana semakin besar nilai n maka nilai PC akan semakin mengecil. Nilai dari masing masing PC merupakan nilai eigenvalue dibagi dengan total nilai eigenvalue semua komponen dan dikalikan dengan 100%. Dapat dilihat pada tabel (sekian) nilai dari masing masing PC, *eigenvalue*, dan lainnya.

Variabel	Eigenvalues	Proporsi	Kumulatif	%
PC1	13.898	0.818	0.818	81.8%
PC2	1.778	0.105	0.922	92.2%
PC3	0.692	0.041	0.963	96.3%
PC4	0.227	0.013	0.976	97.6%
PC5	0.149	0.009	0.985	98.5%
PC6	0.088	0.005	0.990	99%
PC7	0.070	0.004	0.994	99.4%
PC8	0.030	0.002	0.996	99.6%
PC9	0.017	0.001	0.997	99.7%

PC10	0.016	0.001	0.998	99.8%
PC11	0.010	0.001	0.999	99.9%
PC12	0.008	0	0.999	99.9%
PC13	0.008	0	1	100%
PC14	0.005	0	1	100%
PC15	0.002	0	1	100%
PC16	0.001	0	1	100%
PC17	0	0	1	100%

Tabel 4.1. Hasil Pengolahan Metode PCA

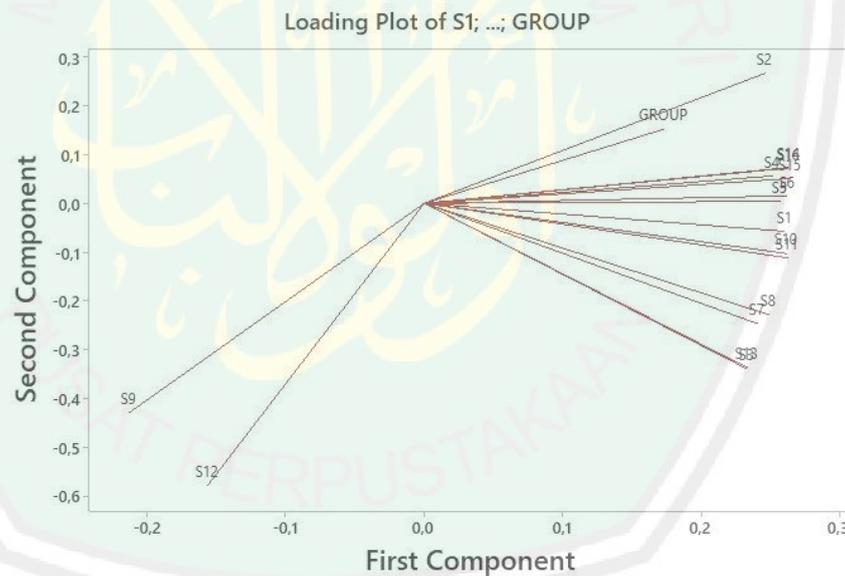
Semakin besar nilai PC maka akan semakin besar pula nilai persentase proporsi kumulatif. Berdasarkan persentase proporsi kumulatif banyaknya komponen yang akan diambil harus $>81\%$. Dengan menggunakan 2 PC yaitu PC1 dan PC2 didapatkan nilai proporsi kumulatif sebesar 92.2% sedangkan dengan PC3 sebesar 96.3% sehingga dari PC tersebut sudah dapat mewakili keseluruhan matrik kovarian dari 17 dimensi.



Gambar 4.2 Scree Plot PCA

Plot kedua dari pengolahan PCA adalah *Loading Plot*. *Loading plot* merupakan korelasi antara variabel asli dengan variabel baru. *Loading Plot* memberikan indikasi variabel original mana yang sangat penting atau mempengaruhi pembentukan variabel baru. Semakin tinggi nilai *Loading Plot* maka variabel lama tersebut memiliki pengaruh paling besar terhadap pembentukan variabel yang baru.

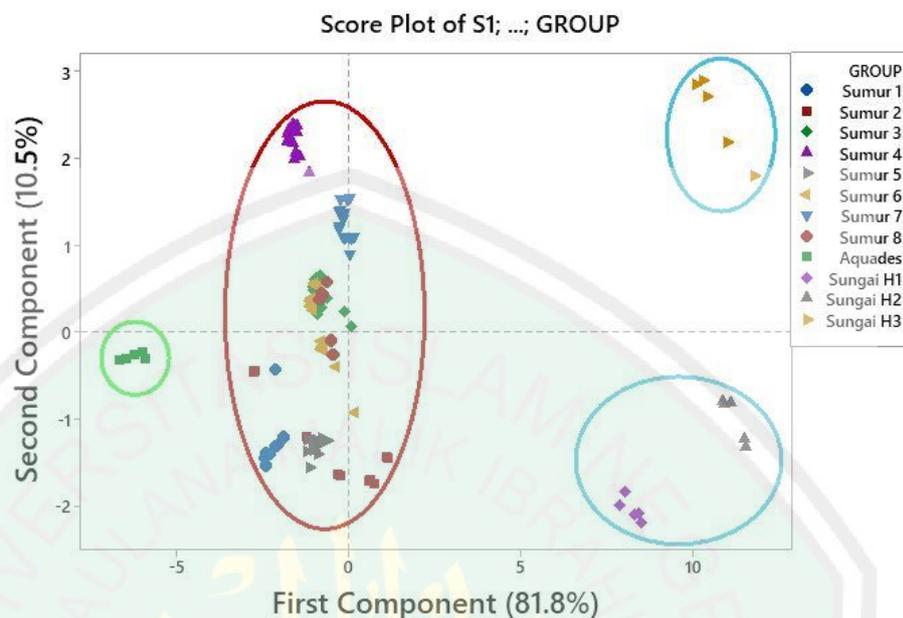
Loading Plot terdiri dari resultan garis yang mewakili seluruh pembacaan data 16 sensor lidah elektronik yang mana semakin panjang resultan garis yang terbentuk menunjukkan kontribusi sensor terbesar dalam menganalisa air. Pada pengujian air sumur serta sungai dalam penelitian ini nilai terbesar dari garis loading terdapat pada sensor 12.



Gambar 4.3 Loading Plot PCA

Plot ketiga dari pengolahan PCA adalah *Score Plot*. *Score Plot* merupakan pemvisualisasian dalam bentuk 2 dimensi dari nilai PC1 dan PC2, pada penelitian ini didapatkan nilai proporsi PC1 dan PC2 sebesar 89.2%. Dari keseluruhan plot,

dibagi menjadi 3 kelompok yaitu kelompok air sumur, kelompok air sungai dan kelompok aquades.



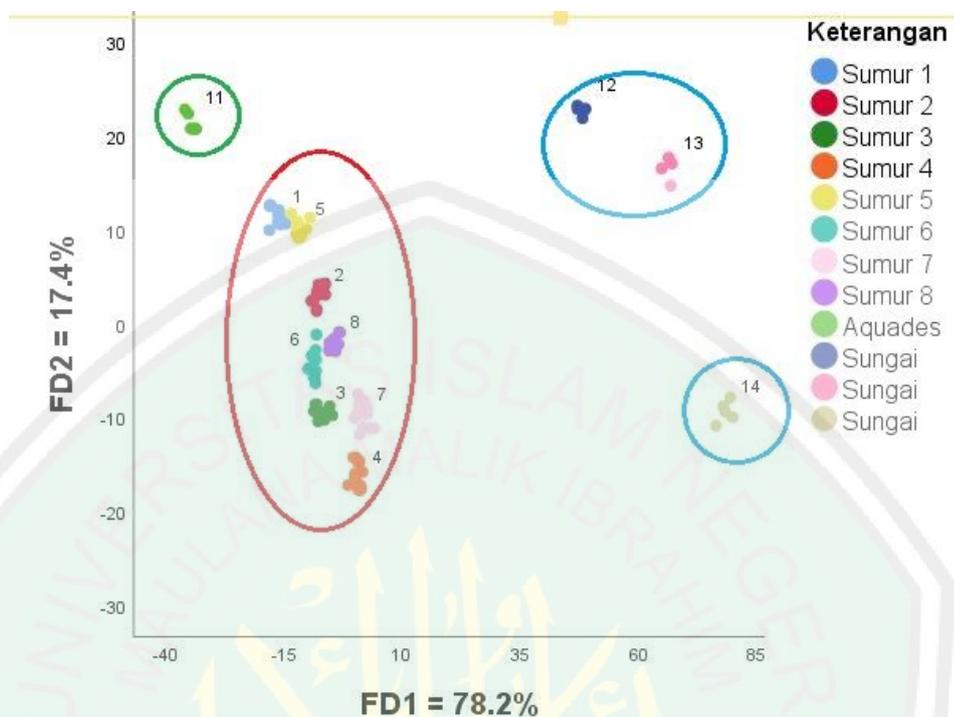
Gambar 4.4 Score Plot PCA

Gambar 4.4 menunjukkan hasil *score plot* dan pengelompokan air sumur, air sungai dan aquades. Kelompok air sumur dikelompokkan dalam lingkaran merah, sedangkan untuk air sungai dalam lingkaran biru lalu aquades dalam lingkaran hijau. Hasil *Score Plot* metode PCA terhadap sampel air sumur, air sungai dan aquades dapat dibedakan berdasarkan kelompoknya namun pemvisualisasian data dari sampel tidak terlalu memusat.

4.2.2 Hasil Pengolahan Data LDA

Pengolahan data lidah elektronik menggunakan metode LDA menghasilkan pola yang dapat dilihat pada gambar 4.5. Terlihat di dalam gambar bahwa pengelompokan sampel baik air sumur, air sungai dan aquades menghasilkan pola yang cukup baik dibandingkan dengan pengolahan data menggunakan metode

PCA. Hal tersebut dikarenakan pengolahan data LDA lebih memusatkan dalam pengelompokan per kelas.



Gambar 4.5 Pengolahan Data LDA

4.3 Pembahasan

Hasil pengolahan data sampel menggunakan sensor lidah elektronik dengan metode PCA menghasilkan beberapa plot yang berbeda. Gambar 4.2 merupakan *Scree Plot* hasil pengolahan PCA yang menunjukkan nilai *eigenvalues* dari setiap PC. Bentuk *Scree Plot* digunakan untuk menentukan jumlah faktor yang digunakan dalam komponen utama dengan melihat perbedaan slop yang tajam antara faktor satu dengan yang lainnya. Kemudian banyaknya komponen utama (PC) yang digunakan juga bisa dilihat dari nilai *eigenvalue* PC tersebut, komponen yang memiliki nilai *eigenvalue* ≥ 1 dapat digunakan sedangkan komponen dengan nilai *eigenvalue* < 1 dapat diabaikan.

Scree Plot pengolahan data PCA lidah elektronik menghasilkan nilai *first component* (PC1) dan *second component* (PC2). Pada penelitian ini digunakan pereduksian hanya sampai pada 2 dimensi (PC1 dan PC2) dengan alasan nilai *eigenvalue* pada komponen PC3 hanya sebesar 0.692 atau lebih besar dari 1 sehingga bisa diabaikan. Nilai PC1 yaitu 81.8% sedangkan nilai dari PC 2 adalah 10.4%, dengan menjumlahkan keduanya didapatkan nilai sebesar 91.2% yang artinya terdapat 8.8% informasi yang hilang dari keseluruhan data yang diolah menggunakan metode PCA.

Gambar 4.3 menunjukkan hasil *Loading Plot* pengolahan PCA. *Loading Plot* menunjukkan sensor mana yang mempunyai pengaruh paling besar dalam terhadap pengukuran sampel. Semakin panjang garis maka semakin besar kontribusi sensor dalam pengklasifikasian sampel air sumur, air sungai dan aquades. Garis terpanjang pada penelitian ini ditunjukkan oleh sensor 12 dengan nilai *eigenvector* sebesar -0.580.

Gambar 4.4 menunjukkan hasil *Score Plot* pengolahan PCA. Hasil plot dari keseluruhan sampel menunjukkan pengelompokan oleh masing masing jenis sampel meskipun pola dari sampel tidak terlalu rapat namun masih bisa menunjukkan perbedaan dari satu kelompok dengan kelompok lainnya.

Kelompok pertama dengan garis elips berwarna merah menunjukkan pengelompokan sampel air sumur. Di dalam garis elips terdapat 8 macam jenis sumur dengan masing masing jenis membawa 3 buah sampel sehingga terdapat total 24 sampel dengan pengulangan pengambilan data sebanyak 5 kali setiap sampelnya. Hasil plot yang ditunjukkan sampel air sumur mengelompok dalam rentang koordinat sumbu x sebesar -2.76 sampai 1.10 serta sumbu y sebesar -1.75

sampai 2.37, sumbu x merupakan *first component* (PC1) sedangkan sumbu y adalah *second component* (PC2).

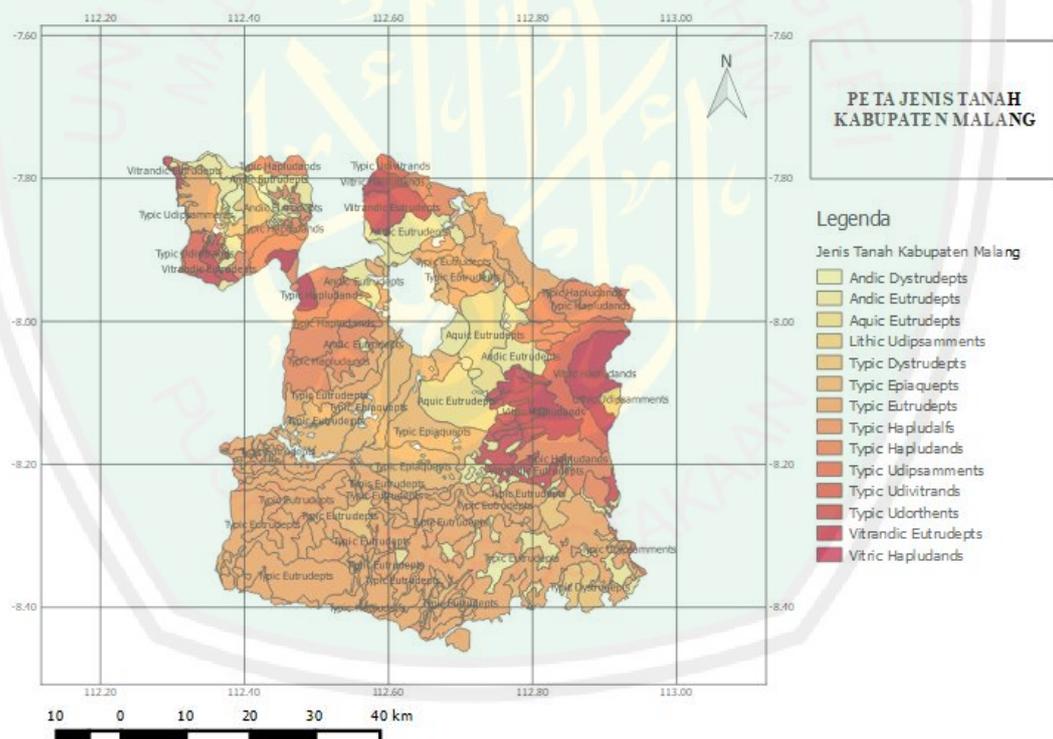
Kelompok kedua dengan garis elips berwarna hijau menunjukkan pengelompokan sampel aquades. Sampel aquades yang digunakan berjumlah 1 dengan pengulangan pengambilan data sebanyak 5 kali. Hasil plot yang ditunjukkan oleh sampel aquades mengelompok cukup rapat dalam rentang koordinat sumbu x sebesar -6.69 sampai -5.94 serta sumbu y sebesar -0.31 sampai -0.22.

Kelompok ketiga ditunjukkan oleh garis elips berwarna biru menunjukkan pengelompokan sampel air sungai. Sampel air sungai yang digunakan sebanyak 3 dengan masing masing pengulangan sebanyak 5 kali. Hasil plot di dalam grafik menunjukkan pengelompokan air sungai terpisah menjadi 2 bagian. Bagian pertama dalam rentang koordinat sumbu x sebesar 7.85 sampai 11.54 serta sumbu y sebesar -2.19 sampai -0.82 kemudian kelompok kedua dalam rentang koordinat sumbu x sebesar 10.08 sampai 11.76 serta sumbu y sebesar 1.80 sampai 2.90. Perbedaan pengelompokan air sungai yang cukup jauh terjadi dikarenakan pada hari ketiga debit air sungai desa banjarejo mengalami peningkatan dari biasanya.

Hasil Score Plot lidah elektronik dengan menggunakan metode PCA didapatkan nilai PC1 sebesar 81.8% serta PC2 sebesar 10.5%. PC1 pada grafik digambarkan dengan garis sumbu x sedangkan PC2 digambarkan oleh sumbu y. Pada gambar terlihat bahwa pengelompokan sampel air sumur hampir semua berada pada sisi kiri sumbu x (negatif) begitu pula dengan sampel aquades sedangkan pada sampel air sungai semua mengelompok pada sisi kanan sumbu x (positif). Nilai PC1 pada sumbu x sebesar 81.8% menggambarkan bahwa terdapat informasi yang tidak ikut serta sebesar 18.2% yang diwakili oleh PC lainnya.

Hasil pengolahan data sampel lidah elektronik menggunakan metode LDA terlihat pada gambar 4.5. Pada pengolahan metode LDA hasil plot ketiga jenis sampel baik air sumur, air sungai serta aquades lebih mengelompok dan jelas. Sampel air sumur mengelompok berdekatan antara satu dengan yang lainnya begitupun dengan aquades kedua jenis sampel ini berada pada sisi kiri sumbu x (negatif). Pada sampel air sungai sama seperti pada metode PCA hasil pengelompokan terbagi menjadi 2 bagian.

Tanah di kabupaten Malang terdiri dari berbagai jenis diantaranya tanah aluvial, regosol, brown forest, andosol, latosol, mediteran, gleisol dan litosol. Berikut merupakan peta jenis tanah di kota serta kabupaten Malang:



Gambar 4.6 Peta Jenis Tanah Kota dan Kabupaten Malang

Desa Banjarejo terletak di daerah selatan kabupaten malang, berdasarkan pemetaan jenis tanah di Desa Banjarejo termasuk ke dalam jenis tanah Typic

Epiaquacepts atau sering disebut dengan istilah tanah Gleisol Aerik. Tanah gleisol merupakan jenis tanah yang perkembangannya lebih dipengaruhi oleh faktor lokal, topografi merupakan dataran rendah atau cekungan, hampir selalu tergenang air, solum tanah sedang, warna kelabu hingga kekuningan, tekstur geluh hingga lempung. Ciri khas tanah gleisol adanya lapisan glei kontinu yang berwarna kelabu pucat pada kedalaman kurang dari 0,5 meter akibat profil tanah selalu jenuh air.

Pengelompokan air sumur pada pengolahan lidah elektronik dengan menggunakan metode LDA dapat dilihat bahwa tidak ada satu sumur pun yang mendekati kemiripan dengan air sungai. Hal tersebut bisa jadi dikarenakan salah satu faktornya adalah jenis tanah pada lokasi merupakan tanah gleisol yang jenuh air. Tanah yang sudah jenuh adalah lapisan tanah yang diantara partikelnya sudah dipenuhi air. Ketika sudah jenuh tanah tidak lagi bisa menyerap air. Dalam kondisi berikut maka air sungai akan langsung melintas permukaan tanah tersebut.

4.4 Pencemaran Air dalam Perpektif Islam

Pencemaran kualitas air umumnya disebabkan oleh adanya zat asing yang masuk dan mempengaruhi kualitasnya baik dari segi warna, rasa dan bau. Pencemaran kualitas air menjadi momok yang sangat menakutkan bagi seluruh makhluk hidup di bumi dikarenakan air merupakan faktor penting penunjang kehidupan. Manusia menjadi yang paling bertanggung jawab dalam masalah pencemaran air, bukan rahasia umum sudah banyak pabrik-pabrik yang acuh membuang limbahnya langsung ke sungai tanpa adanya proses sterilisasi terlebih dahulu selain itu limbah rumah tangga seperti deterjen juga ikut bertanggung jawab pada permasalahan pencemaran air akibat ulah manusia.

Pencemaran selalu berkaitan erat dengan kerusakan, dalam perspektif Islam kata kerusakan *fasad*, *halaka*, *sa'a* dan *dammara*. Istilah halaka dan seluruh kata jadianya di dalam al-Quran seluruhnya ada 68 kali. Salah satu ayat al-Quran mengenai kerusakan lingkungan tercantum di dalam surat Ar-rum ayat 41, Allah berfirman :

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ
يَرْجِعُونَ ٤١

“Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia; Allah menghendaki agar mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)”
(Q.S Ar-rum: 41)

Surah Ar-rum ayat 41 menerangkan bahwa telah terjadi *al-fasad* di daratan dan di lautan, *al-fasad* adalah segala bentuk pelanggaran atas sistem atau hukum yang telah dibuat oleh Allah yang diterjemahkan dengan “perusakan”. Perusakan di dalam ayat ini memiliki arti yang luas salah satunya adalah pencemaran alam.

Tafsir Jalalain menerangkan bahwa kalimat dzahara al-fasada fii al-bara (telah tampak kerusakan di darat) disebabkan terhentinya hujan dan menipisnya tumbuh-tumbuhan, kemudian kata *wal-bahru* (dan di laut) maksudnya adalah kota-kota besar dengan banyak sungai mengalir di dalamnya, hal serupa juga ditemukan dalam Kitab Tafsir Al-Maghribi kata *al-bahru* adalah sebutan untuk kota-kota besar dan kebiasaan orang arab dalam menyebutkan kota-kota besar dengan kata *al-bahru* (lautan) dikarenakan kawasan yang luas dihuni oleh banyak penduduk dan kepadatannya tergambar seperti lautan.

Penafsiran selanjutnya di dalam surah Ar-rum ayat 41 pada kalimat *bima kasabat aydi annas* (disebabkan oleh tangan manusia) menegaskan bahwa segala kerusakan yang terjadi di bumi disebabkan oleh kedzaliman manusia dalam

menjalankan hidup diantaranya seperti polusi udara akibat pembakaran karbon, tanah longsor akibat hutan yang digunduli, serta pencemaran sungai akibat buangan limbah pabrik dan limbah rumah tangga. Para alim ulama berpendapat bahwa kerusakan yang terjadi di darat dan di laut antara lain meliputi banjir, musim paceklik, gagal panen, kekurangan air dan krisis ekonomi. Salah satu contoh akibat kerusakan yang disebabkan manusia adalah tercemarnya kualitas air sungai yang penuh dengan sampah dan limbah pabrik. Kualitas air sungai yang tidak baik bisa berdampak buruk bagi masyarakat yang tinggal di sekitar bantaran sungai hal yang paling umum ditemukan ialah ikut tercemarnya kualitas air tanah yang digunakan sebagai sumber air bersih.

Al-Quran menjelaskan di dalam surah Al-baqarah ayat 30 Allah berfirman bahwa tugas utama manusia adalah ialah menjadi *khalifah* (pemimpin) di bumi, pemimpin disini artinya manusialah yang bertanggung jawab atas apa yang terjadi di bumi namun dikarenakan sifat tamak serta rakusnya manusia bumi itu sendiri malah rusak karenanya. Allah berfirman:

وَإِذْ قَالَ رَبُّكَ لِلْمَلَائِكَةِ إِنِّي جَاعِلٌ فِي الْأَرْضِ خَلِيفَةً ۗ قَالُوا أَتَجْعَلُ فِيهَا مَنْ يُفْسِدُ فِيهَا وَيَسْفِكُ الدِّمَاءَ وَنَحْنُ نُسَبِّحُ بِحَمْدِكَ وَنُقَدِّسُ لَكَ ۗ قَالَ إِنِّي أَعْلَمُ مَا لَا تَعْلَمُونَ ۝ ٣٠

"Ingatlah ketika Tuhanmu berfirman kepada para Malaikat: "Sesungguhnya Aku hendak menjadikan seorang khalifah di muka bumi". Mereka berkata: "Mengapa Engkau hendak menjadikan (khalifah) di bumi itu orang yang akan membuat kerusakan padanya dan menumpahkan darah, padahal kami senantiasa bertasbih dengan memuji Engkau dan mensucikan Engkau?" Tuhan berfirman: "Sesungguhnya Aku mengetahui apa yang tidak kamu ketahui". (Q.S Al-baqarah: 30).

Firman Allah pada ayat diatas sudah jelas menunjukkan bahwa kerusakan yang terjadi di bumi tidak lain disebabkan oleh manusia itu sendiri. Menurut Al-

Qurtubi menukil dari Zaid ibnu Ali yang dimaksud khalifah pada ayat ini bukan Nabi Adam saja seperti yang dikatakan oleh ahli tafsir lain. Dengan demikian, sudah menjadi tanggung jawab manusia untuk menjaga apa yang telah Allah berikan di bumi bukan malah merusaknya sebagai contoh di dalam kasus ini ialah menurunnya kualitas air sungai diakibatkan ulah manusia.



BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan

1. Pola rembesan air sungai ke dalam sumur di Desa Banjarejo jika mengacu pada hasil plot pengolahan metode PCA menunjukkan tidak ada satu sumur pun dari keseluruhan sampel yang menunjukkan kemiripan karakteristik dengan air sungai. Pemvariasian pengambilan sampel air sumur dengan jarak 0-50 dan 50-100 meter dari sungai tidak begitu memberikan pengaruh yang besar. Hal tersebut dilihat dengan membandingkan pola pada 4 sumur dengan jarak 0-50 meter dan 4 sumur dengan jarak 50-100 meter namun berada dalam kelompok yang sama. Hal tersebut disebabkan kedalaman air sumur tidak berada di kedalaman yang sama.
2. Karakteristik sosiologi masyarakat di sepanjang sungai masih ditemui kegiatan mencuci pakaian dan peralatan dapur menggunakan air sungai, selain itu lokasi Desa Banjarejo yang berada di Selatan bagian Kabupaten Malang membuat air sungai lebih terkontaminasi dikarenakan pencemaran yang terjadi sebelumnya di daerah perkotaan.
3. Pola yang terbentuk dari analisis air sungai, sumur, dan aquades menggunakan metode PCA dan LDA menunjukkan pengelompokan dengan masing-masing air sesuai jenisnya. Perbedaan yang terlihat jika dibandingkan antara kedua metode terletak pada pemusatan antar jenis kelompok air yang mana metode LDA bisa dikatakan lebih baik jika dalam pengelompokan jenisnya.

5.2 Saran

Penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan uji kualitas air dari setiap masing-masing sampel sebagai faktor pembanding lain serta sebagai data penambah dalam pengelompokan jenis sampel yang diteliti



DAFTAR PUSTAKA

- Al-Quran dan Terjemahnya (2008) Departemen Agama RI, Bandung: Diponegoro
- Arsyad S. (2000). *Konservasi Tanah dan Air*. Serial Pustaka IPB. Press.Bogor.
- Connell, D.W., G. J. Miller, (1995). *Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran (terjemahan Yanti Koestoer)*. Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press), Jakarta.
- Depkes RI. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. (Jakarta, 2010).
- Edward D. Schroeder, *Water and Wastewater Treatment* (California: University of California, 1977), h. 3.
- Effendi, Hefni. 2003, *Telaah Kualitas Air*, Yogyakarta : Kanisius.
- Harmayani, K.D. dan Konsukartha, I.G.M. 2007. *Pencemaran Air Tanah Akibat Pembuangan Limbah Domestik di Lingkungan Kumuh*. Jurnal Pemukiman Natah, Vol. 5, No. 2: 62-108.
- Hidayat, Syarif. *Arsitektur-Tropis*. Pusat Pengembangan Bahan Ajar-UMB. <http://organisasi.org/pengertian-atmosfer-atmosfir-komposisi-fungsi-manfaat-atmosfer-bumi>. Diakses pada 9 September 2019.
- Ifadah, A. 2011. *Analisis Metode Principal Component Analysis (Komponen Utama) Dan Regresi Ridge Dalam Mengatasi Dampak Multikolinearitas Dalam Analisis Regresi Linear Berganda*, Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer.
- Ilmu Geografi. 2015. *Jenis-Jenis Air*. <https://ilmugeografi.com/ilmu-bumi/hidrologi/jenis-jenis-air>. Diakses pada 9 September 2019.
- Iswantari, Gita. (2014). *Pemanfaatan Teleskop Spektograf Atmosfer Untuk Mengetahui Pengaruh Perubahan Musim Terhadap Kandungan Uap Air (H₂o) Pada Lapisan Atmosfer Di Lapan Watukosek Periode Februari 2013-Maret 2014*. Malang. Universitas Negeri Malang. Malang.
- Jarboui, A. et al. 2019. *An electronic tongue as a classifier tool for assessing perfume olfactory family and storage time-period*, *Talanta*. Elsevier B.V., p. 120364. doi: 10.1016/j.talanta.2019.120364.
- Jolliffe, I.T., 2002, *Principal Component Analysis*, Second Edition, Springer, New York.
- Junaidi, Fathona Fajri. 2014. *Analisis Distribusi Kecepatan Aliran Sungai Musi (Ruas Jembatan Ampere Sampai Dengan Pulau Kemaro)*. Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan. Vol. 2 No. 3

- Kadek DH dan Konsukartha. 2007. *Pencemaran Air Tanah Akibat Pembuangan Limbah Domestik Di Lingkungan Kumuh Studi Kasus Banjar Ubung Sari, Kelurahan Ubung*. Jurnal Permukiman Natah
- Lipkowitz, J. B. 2018. *'Discriminating aging and protein-to-fat ratio in Cheddar cheese using sensory analysis and a potentiometric electronic tongue'*, *Journal of Dairy Science*. American Dairy Science Association, pp. 1–15. doi: 10.3168/jds.2017-13820.
- Litbang. (2016). *Modul Sosialisasi dan Desimenasi Standar Pedoman dan Manual: Sumur Gali*.
- Menkes RI. 1990. Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 416 Tahun 1990 tentang Pengawasan dan Syarat-Syarat Kualitas Air
- Mori, Kiyotoka, 1999, *Hidrologi untuk Pengairan*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta, Penerjemah : L. Taulu, Editor : Ir. Suyono Sosrodarsono dan Kensaku Takeda.
- Muntasa, A., 2015. *Pengenalan Pola; Aplikasi Untuk Pengenalan Wajah, Analisis Terstruktur Objek, Pengenalan Plat Nomor Kendaraan Dan Segmentasi Pembuluh Darah*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor : 14/PRT/M/10 2010. Tentang Standart Pelayanan Minimal Bidang. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Pusat Penelitian Sumberdaya Air. 2001. *Pengkajian Awal Kasus pencemaran Sungai Metro. Malang Jawa Timur*. Malang: Puslit Sumberdaya Air Bekerjasama dengan Perum Jasa Tirta.
- Ray. K. Kinsley. Jr, Max A. Kohler, Joseph L. H. Paulhus, *Hidrologi untuk Insinyur*, Erlangga, Edisi 3, 1989.
- Rintiasti, Aneke 2010. *Tinjauan Sistem Analisa Data Lidah Elektronik*. Berita Litbang Industri No. 3, Vol XLV: 7-15.
- Saragih, R. A., 2007. *Pengenalan Wajah Menggunakan Metode Fisherface*. Jurnal Teknik Elektro, 7(1), No.1, Maret 2007. Universitas Kristen Maranatha, Bandung.
- Schroeder, E.D. 1997. *Water and wastewater treatment*. Mc Graw-Hill: 357 pp.
- Septa Cahyani, Rita Wiryasaputra, R. G. (2018) *'Identifikasi Huruf Kapital Tulisan Tangan Menggunakan Linear Discriminant Analysis dan Euclidean Distance'*, *JSINBIS (Jurnal Sistem Informasi Bisnis)*, 8(1), pp. 57–67.

- Sholahuddin, Asep. 2010. *Penerapan Metode Linier Discriminant Analysis Pada Pengenalan Wajah Berbasis Kamera*. Universitas Padjajaran. Bandung.
- Slamet, Juli Soemirat. 2002, *Kesehatan Lingkungan*, Yogyakarta : Gajah Mada University Press.
- Sudarmadji. 2015. *Danau-Danau Vulkanik di Dataran Tinggi Dieng: Pemanfaatan dan Masalah Lingkungan yang Dihadapi*. Jurnal Teknosains. Volume 5:1-80.
- Sugiharto, 1987. *Dasar-Dasar Pengolahan Air Limbah*. UI Press. Jakarta
- Sukadi. 1999. *Pencemaran Sungai Akibat Buangan Limbah Dan Pengaruhnya Terhadap BOD dan DO*. Makalah. IKIP. Bandung.
- Suripin. 2002. *Pengelolaan Sumber Daya Tanah Dan Air*. Yogyakarta. Andi.
- Surya Malang. 2018. *Gawat! Pencemaran Air Sungai di Kota Malang Semakin Kritis*. Diakses pada 15 September 2019. <https://suryamalang.tribunnews.com/2018/03/06/gawat-pencemaran-air-sungai-di-kota-malang-semakin-kritis>.
- Suryana, R. 2013. *Analisis Kualitas Air Sumur Dangkal di Kecamatan Biringkanayya Kota Makassar*. Skripsi. Makassar: Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
- Susana, Tjutju. 2003. *Air Sebagai Sumber Kehidupan*. *Oseana*. Volume XXVIII, Nomor 3: 17-25.
- Tazi, I. et al. (2017) 'Detection of Taste Change of Bovine and Goat Milk in Room Ambient Using Electronic Tongue', 17(3), pp. 422–430. doi: 10.22146/ijc.25288.
- Tempo.co. (2014). *Air Sumur Warga Malang Tercemar Limbah*. Dikutip 15 September 2019. <https://nasional.tempo.co/read/548031/air-sumur-warga-malang-tercemar-limbah>. Diakses pada tanggal 29 Agustus 2019
- Tjasyono, B. H. K., 2006. *Karakteristik dan Sirkulasi Atmosfer*, BMG, Jakarta.
- Toko, K dan M Habara. (2005). *Taste Sensor*. Chemical Senses vol 30 suppl 1. England: Oxford University Press.
- Triyana, K., Wibowo, B. S. and Tazi, I. (2013) 'Pengembangan Sistem Sensor Rasa Berbasis Membran Selektif Ion Untuk Klasifikasi Buah Jeruk', *Jurnal Fisika Indonesia*, XVII(April), pp. 9–13.
- Tsaqifa, A. (2016) *Pengujian Karakteristik dari 16 Array Sensor Lidah Elektronika untuk Identifikasi Empat Rasa Dasar*. UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.

Undang-Undang No.7 Tahun 2004 Tentang Sumber Daya Air

Wardhana, W. 2004. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta: ANDI.

Warlina, L. 2004. *Pencemaran Air: Sumber, Dampak, dan Penanggulangannya*. Disertasi. Program Pasca Sarjana/S3, Institut Pertanian Bogor.

Widyanto, Agnes F. (2015). *Polusi Air Tanah Akibat Limbah Industri dan Limbah Rumah Tangga*. Jurnal Kesehatan Masyarakat. Kemas 10 (2): 246-252.

Wibowo, Bagas Surya. dkk. 2013. *Pengembangan Sistem Sensor Rasa Berbasis Membran Selektif Ion untuk Klasifikasi Buah jeruk*. Jurnal Fisika Indonesia No. 49, Vol XVII. Yogyakarta: UGM.

Zein, A. G. (2012). *Pengaruh Litroalisasi Terhadap Kualitas Air Tanah di Wilayah Pesisir Parang Tritis, Kabupaten Bantul Yogyakarta*. UGM.



The logo is a light green shield-shaped emblem with a white border. It features the text 'UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM' in a circular arrangement at the top and 'PUSAT PERPUSTAKAAN' at the bottom. In the center, there is a yellow calligraphic design. The word 'LAMPIRAN' is written across the center in a large, bold, black serif font.

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 HASIL DATA LIDAH ELEKTRONIK

GROUP	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
1	0,037590	0,159374	0,084269	0,029953	-0,505586	-0,320726	0,083427	0,044555
1	0,037590	0,163901	0,084269	0,029953	-0,505283	-0,321560	0,083427	0,044861
1	0,037590	0,163901	0,084269	0,029953	-0,504621	-0,319024	0,083427	0,044614
1	0,037590	0,164090	0,084269	0,029953	-0,500905	-0,317855	0,083427	0,045180
1	0,037590	0,168617	0,084187	0,029953	-0,500458	-0,316053	0,083427	0,045663
2	0,037590	0,175420	0,084269	0,029953	-0,506927	-0,322328	0,078712	0,041169
2	0,038189	0,178049	0,088980	0,034666	-0,500190	-0,315770	0,083427	0,043233
2	0,042293	0,178049	0,088980	0,039380	-0,499707	-0,315653	0,087823	0,045887
2	0,043058	0,182576	0,090134	0,039380	-0,492631	-0,308978	0,088141	0,045887
2	0,043058	0,182576	0,090134	0,039380	-0,492631	-0,308978	0,088141	0,045887
3	0,037176	0,191984	0,079559	0,036316	-0,495043	-0,310280	0,083427	0,041346
3	0,037661	0,188247	0,079559	0,034666	-0,498760	-0,315119	0,083427	0,041169
3	0,037590	0,192161	0,079559	0,034666	-0,499779	-0,315653	0,083427	0,041169
3	0,037590	0,192196	0,079559	0,034666	-0,499779	-0,315653	0,083427	0,041169
3	0,037590	0,192196	0,079559	0,034819	-0,498921	-0,314885	0,083427	0,041169
4	0,037590	0,192196	0,074508	0,034666	-0,499779	-0,315653	0,079796	0,038952
4	0,037590	0,192196	0,074849	0,034666	-0,499779	-0,315653	0,078712	0,038196
4	0,037590	0,191984	0,074849	0,034666	-0,501458	-0,316587	0,078712	0,038451
4	0,037590	0,192196	0,074849	0,034666	-0,499779	-0,315653	0,078712	0,038451
4	0,037590	0,192196	0,074707	0,034666	-0,500136	-0,315653	0,078712	0,036451
5	0,042293	0,170857	0,084269	0,034666	-0,499779	-0,315653	0,084393	0,045887
5	0,042293	0,173333	0,084269	0,034666	-0,499528	-0,315369	0,087705	0,046654
5	0,042293	0,173333	0,084269	0,034666	-0,499779	-0,315653	0,087210	0,045887
5	0,042293	0,173333	0,084269	0,034666	-0,499135	-0,315653	0,087941	0,045958
5	0,042293	0,177471	0,084269	0,034666	-0,497045	-0,313000	0,088141	0,048447
6	0,038930	0,182764	0,084269	0,034867	-0,499779	-0,315653	0,083427	0,041169
6	0,037590	0,182764	0,083881	0,034666	-0,499779	-0,315653	0,083427	0,041169
6	0,037590	0,181798	0,079559	0,034666	-0,499779	-0,315653	0,083427	0,041169
6	0,037590	0,182764	0,079559	0,034666	-0,499779	-0,315653	0,083179	0,041086
6	0,037590	0,182870	0,079559	0,034666	-0,499779	-0,315653	0,083427	0,041169
7	0,040694	0,196782	0,079559	0,036717	-0,494614	-0,310029	0,083427	0,041169
7	0,042293	0,196912	0,079559	0,039157	-0,492631	-0,308978	0,083427	0,041511
7	0,041306	0,194082	0,079559	0,035574	-0,494382	-0,310647	0,083427	0,041169
7	0,040729	0,192220	0,079559	0,034831	-0,496437	-0,311498	0,083427	0,041169
7	0,040412	0,194177	0,079559	0,035008	-0,497349	-0,312799	0,083392	0,041169
8	0,042930	0,182576	0,084269	0,037318	-0,499779	-0,315653	0,083427	0,041228
8	0,042930	0,182635	0,084269	0,034666	-0,499779	-0,315653	0,083427	0,041169
8	0,042930	0,182717	0,079559	0,034666	-0,500208	-0,315770	0,083108	0,041169
8	0,042930	0,182764	0,079559	0,034666	-0,499779	-0,315653	0,083427	0,041098
8	0,042930	0,182764	0,079559	0,034666	-0,499779	-0,315653	0,083427	0,041157

1	0,037590	0,159504	0,084269	0,029953	-0,505908	-0,320392	0,083427	0,044555
1	0,037590	0,163807	0,084269	0,029953	-0,506122	-0,321143	0,083427	0,044566
1	0,037590	0,163901	0,084269	0,029953	-0,505408	-0,321360	0,083427	0,044177
1	0,037590	0,163901	0,084269	0,029953	-0,501691	-0,317855	0,083427	0,044413
1	0,035711	0,160186	0,080056	0,028455	-0,475255	-0,300454	0,079256	0,043286
2	0,037237	0,176646	0,084269	0,029953	-0,506927	-0,322328	0,078712	0,040768
2	0,037731	0,178049	0,088980	0,034666	-0,500136	-0,316454	0,083427	0,042030
2	0,042293	0,178049	0,088980	0,039380	-0,499779	-0,315653	0,087788	0,045887
2	0,042293	0,180784	0,088980	0,039380	-0,492631	-0,308978	0,088141	0,045887
2	0,044647	0,173626	0,089006	0,041889	-0,467999	-0,293529	0,087282	0,047604
3	0,037293	0,192196	0,079865	0,039321	-0,492631	-0,308978	0,083710	0,043257
3	0,037871	0,189826	0,079559	0,035585	-0,495597	-0,311080	0,083427	0,041169
3	0,037590	0,190051	0,079559	0,034666	-0,499779	-0,315653	0,083427	0,041169
3	0,037554	0,196459	0,081599	0,035555	-0,512594	-0,323747	0,085566	0,042225
3	0,037554	0,197124	0,081599	0,035555	-0,512594	-0,323318	0,085566	0,042225
4	0,037590	0,192196	0,074297	0,034666	-0,499779	-0,315653	0,078857	0,037072
4	0,037590	0,192196	0,074849	0,034666	-0,499779	-0,315653	0,078712	0,037477
4	0,037496	0,192196	0,074849	0,034666	-0,500548	-0,316220	0,078712	0,036451
4	0,037590	0,192196	0,074849	0,034666	-0,499993	-0,315853	0,078712	0,036451
4	0,037555	0,192161	0,074849	0,034666	-0,499779	-0,315653	0,078712	0,036451
5	0,042293	0,169195	0,084269	0,034666	-0,499779	-0,315653	0,084370	0,045887
5	0,042293	0,172048	0,084269	0,034666	-0,499779	-0,315653	0,086927	0,045981
5	0,042293	0,173333	0,084269	0,034666	-0,499779	-0,315653	0,086892	0,046064
5	0,042293	0,173333	0,084269	0,034666	-0,499779	-0,315336	0,088141	0,046005
5	0,042293	0,175596	0,084269	0,034666	-0,498135	-0,314485	0,088024	0,047185
6	0,042293	0,182764	0,084269	0,039380	-0,499779	-0,315586	0,083462	0,043729
6	0,037590	0,182764	0,084269	0,034666	-0,499779	-0,315653	0,083427	0,041169
6	0,037590	0,182764	0,079642	0,034666	-0,500136	-0,315853	0,083427	0,041169
6	0,037590	0,182764	0,079559	0,034666	-0,499779	-0,315653	0,083427	0,041027
6	0,037590	0,182764	0,079559	0,034666	-0,499779	-0,315653	0,083144	0,041063
7	0,041894	0,194306	0,079559	0,038614	-0,492774	-0,309245	0,083427	0,041747
7	0,042058	0,196912	0,079559	0,038626	-0,493042	-0,309429	0,083427	0,041429
7	0,040929	0,196770	0,079559	0,034914	-0,497134	-0,311781	0,083427	0,041169
7	0,041788	0,193858	0,079559	0,035633	-0,494150	-0,310597	0,083427	0,041169
7	0,041164	0,194884	0,079559	0,036964	-0,494239	-0,309946	0,083427	0,041169
8	0,042930	0,182517	0,084269	0,037141	-0,499779	-0,315653	0,083427	0,041193
8	0,042930	0,182752	0,084246	0,034666	-0,499779	-0,315653	0,083427	0,041169
8	0,042930	0,182541	0,079559	0,034666	-0,499886	-0,315903	0,082920	0,041169
8	0,042930	0,182764	0,079559	0,034666	-0,499779	-0,316036	0,082814	0,041169
8	0,042930	0,182764	0,079559	0,034666	-0,499779	-0,315919	0,083297	0,041098

1	0,037590	0,159386	0,084269	0,029953	-0,506015	-0,320459	0,083427	0,044543
1	0,037590	0,163724	0,084269	0,029953	-0,506051	-0,321693	0,083427	0,044637
1	0,037590	0,163901	0,084269	0,029953	-0,505801	-0,320609	0,083427	0,043693
1	0,037590	0,163901	0,084269	0,029953	-0,501762	-0,317822	0,083427	0,044460
1	0,037590	0,168617	0,084269	0,029953	-0,500261	-0,316186	0,083427	0,045522
2	0,037202	0,176929	0,084269	0,029953	-0,506927	-0,322328	0,078712	0,040673
2	0,037766	0,178049	0,088980	0,034666	-0,500065	-0,316320	0,083427	0,041783
2	0,042293	0,178049	0,088980	0,039380	-0,499779	-0,315653	0,087977	0,045887
2	0,042446	0,182493	0,089086	0,039380	-0,492631	-0,308978	0,088141	0,045887
2	0,044647	0,173626	0,088912	0,041889	-0,467999	-0,293529	0,087082	0,047474
3	0,037293	0,192196	0,080784	0,039380	-0,492631	-0,308978	0,085407	0,044472
3	0,037118	0,191005	0,079559	0,037224	-0,494454	-0,310597	0,083427	0,041381
3	0,037590	0,189355	0,079559	0,034666	-0,499779	-0,315653	0,083427	0,041169
3	0,037590	0,191017	0,079559	0,034666	-0,499725	-0,315653	0,083427	0,041169
3	0,037590	0,192196	0,079559	0,034666	-0,499779	-0,315653	0,083427	0,041169
4	0,037590	0,192196	0,074862	0,034666	-0,499779	-0,315653	0,081022	0,039742
4	0,037590	0,192196	0,074849	0,034666	-0,499779	-0,315653	0,078712	0,037960
4	0,037590	0,192196	0,074849	0,034666	-0,500458	-0,315786	0,078712	0,036451
4	0,037590	0,192196	0,074849	0,034666	-0,500154	-0,315903	0,078712	0,036451
4	0,037402	0,192007	0,074625	0,034666	-0,499779	-0,315969	0,078712	0,036451
5	0,042293	0,168912	0,084681	0,034666	-0,499779	-0,315653	0,086020	0,046099
5	0,042293	0,173309	0,084269	0,034666	-0,499779	-0,315653	0,086279	0,045887
5	0,042293	0,173333	0,084269	0,034666	-0,499779	-0,315653	0,086432	0,046052
5	0,042293	0,173333	0,084269	0,034666	-0,499779	-0,315653	0,087069	0,045922
5	0,042293	0,173545	0,084269	0,034666	-0,498868	-0,315469	0,088071	0,046642
6	0,037293	0,182764	0,087531	0,039380	-0,496258	-0,312365	0,086904	0,045734
6	0,037590	0,182764	0,084269	0,034666	-0,499779	-0,315653	0,083427	0,041169
6	0,037590	0,182764	0,080348	0,034666	-0,499779	-0,315820	0,083427	0,041169
6	0,037590	0,182423	0,079559	0,034666	-0,500297	-0,315653	0,083061	0,041051
6	0,037590	0,182764	0,079559	0,034666	-0,499779	-0,315653	0,083038	0,040367
7	0,041471	0,195639	0,079559	0,037059	-0,494382	-0,310246	0,083427	0,041169
7	0,041600	0,196912	0,079559	0,038944	-0,493596	-0,309812	0,083427	0,041381
7	0,041247	0,192196	0,079559	0,034760	-0,496598	-0,312349	0,083427	0,041169
7	0,040189	0,192444	0,079559	0,035055	-0,497474	-0,313050	0,083427	0,041169
7	0,042223	0,195179	0,079559	0,037612	-0,494686	-0,309545	0,083427	0,041169
8	0,042931	0,182764	0,079559	0,034666	-0,499779	-0,315986	0,083427	0,041169
8	0,043031	0,182764	0,079559	0,034666	-0,499779	-0,315986	0,083191	0,041169
8	0,043031	0,182529	0,079559	0,034666	-0,499779	-0,315986	0,082955	0,041169
8	0,043011	0,182764	0,084269	0,034666	-0,499779	-0,315653	0,083427	0,041169
8	0,043011	0,182293	0,084269	0,036552	-0,499779	-0,315653	0,083427	0,041169

11	0,028183	0,135606	0,075967	0,015811	-0,514146	-0,329286	0,069282	0,036451
11	0,028183	0,135606	0,075061	0,015811	-0,515933	-0,330137	0,069282	0,036451
11	0,028183	0,135370	0,074849	0,015811	-0,519436	-0,334025	0,069282	0,036451
11	0,028183	0,132034	0,074849	0,015811	-0,521223	-0,335677	0,069282	0,036097
11	0,028183	0,130890	0,074849	0,015811	-0,521223	-0,335677	0,069105	0,035802
12	0,056404	0,225207	0,112532	0,046687	-0,464039	-0,282279	0,097571	0,074197
12	0,056404	0,220727	0,112532	0,045980	-0,464039	-0,282279	0,097571	0,072781
12	0,056404	0,221670	0,112532	0,048808	-0,463682	-0,282279	0,097571	0,074197
12	0,056404	0,220491	0,112532	0,046687	-0,464039	-0,282279	0,097571	0,069715
12	0,056169	0,219548	0,112532	0,046215	-0,464396	-0,282279	0,097335	0,069715
13	0,066448	0,253054	0,112532	0,055996	-0,450655	-0,270798	0,102286	0,075565
13	0,066448	0,248951	0,112509	0,053521	-0,450619	-0,269564	0,102286	0,075447
13	0,066448	0,248563	0,107822	0,053521	-0,450976	-0,270898	0,101779	0,076391
13	0,066448	0,248786	0,107822	0,053521	-0,454908	-0,273818	0,101673	0,075624
13	0,066448	0,244070	0,107822	0,053521	-0,456409	-0,275337	0,102156	0,074492
14	0,061745	0,276055	0,104560	0,055996	-0,450655	-0,270798	0,098773	0,069750
14	0,061745	0,269100	0,103089	0,053521	-0,450619	-0,269564	0,094071	0,066943
14	0,061651	0,267426	0,098402	0,053521	-0,451745	-0,271465	0,093599	0,066778
14	0,061745	0,267649	0,098402	0,053521	-0,455122	-0,274335	0,092244	0,066070
14	0,061710	0,260634	0,098402	0,053521	-0,458053	-0,276505	0,092845	0,063758

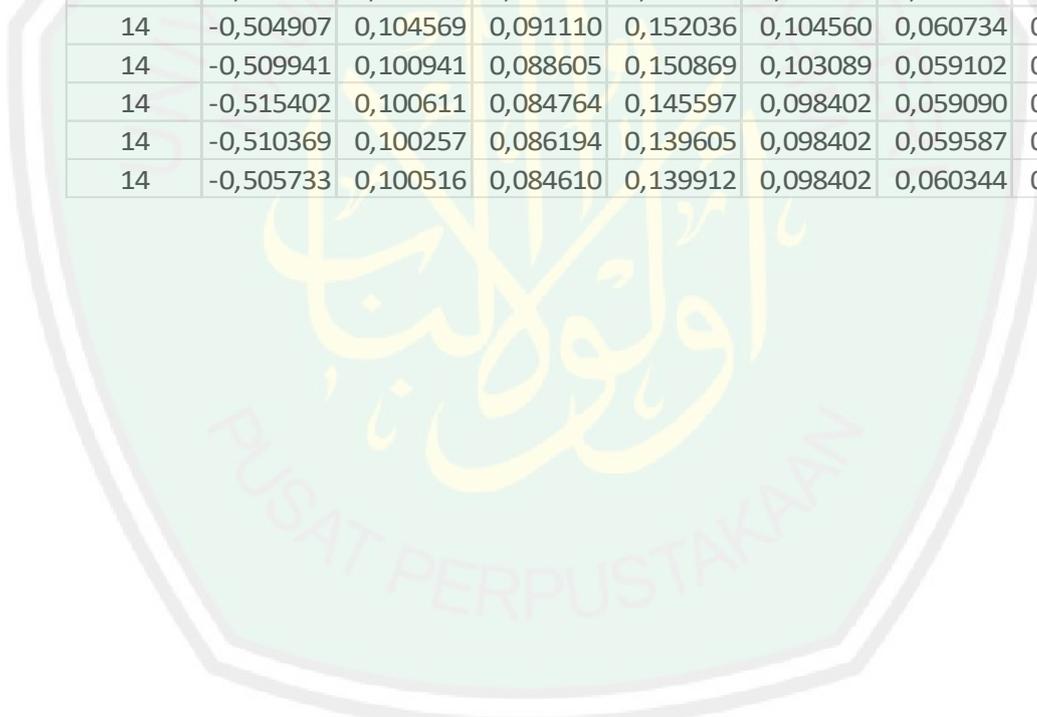


GROUP	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16
1	-0,203315	0,081162	0,061078	0,235978	0,084269	0,016520	0,041537	0,027857
1	-0,212188	0,080608	0,061078	0,235978	0,084269	0,016520	0,041313	0,027076
1	-0,215174	0,080632	0,061078	0,235954	0,084269	0,016520	0,041714	0,028176
1	-0,223194	0,080903	0,061078	0,233702	0,084269	0,016520	0,043189	0,029064
1	-0,223564	0,081162	0,061078	0,233465	0,084187	0,017052	0,045526	0,029158
2	-0,249358	0,076450	0,056386	0,227898	0,084269	0,016744	0,041313	0,024769
2	-0,246457	0,081162	0,061078	0,235978	0,088980	0,021250	0,046092	0,029501
2	-0,246315	0,082446	0,061634	0,245413	0,088980	0,025980	0,050753	0,034233
2	-0,245376	0,085874	0,065806	0,246758	0,090134	0,030710	0,055367	0,038753
2	-0,245376	0,085874	0,065806	0,246758	0,090134	0,030710	0,055367	0,038753
3	-0,284053	0,081998	0,062367	0,221824	0,079559	0,022361	0,050753	0,034233
3	-0,292187	0,081162	0,061078	0,217755	0,079559	0,021545	0,050753	0,034233
3	-0,293409	0,081162	0,061078	0,217330	0,079559	0,021451	0,050753	0,034233
3	-0,300860	0,081162	0,061078	0,217106	0,079559	0,021510	0,050753	0,034233
3	-0,302908	0,081162	0,061078	0,216859	0,079559	0,025424	0,050753	0,034233
4	-0,325943	0,080785	0,056972	0,192188	0,075508	0,023165	0,046529	0,030594
4	-0,331830	0,077192	0,056771	0,192211	0,074849	0,021853	0,046033	0,031453
4	-0,337319	0,076450	0,056351	0,192550	0,074849	0,021250	0,046033	0,029501
4	-0,337319	0,076450	0,057946	0,188824	0,074849	0,023024	0,046033	0,032198
4	-0,337433	0,076450	0,058053	0,188800	0,074707	0,024549	0,046033	0,032991
5	-0,223507	0,081162	0,061173	0,240695	0,084269	0,021250	0,046033	0,029501
5	-0,223564	0,081551	0,064317	0,240754	0,084269	0,021250	0,046033	0,029501
5	-0,225298	0,081162	0,063217	0,238914	0,084269	0,021250	0,046033	0,029501
5	-0,234143	0,081162	0,063430	0,237806	0,084269	0,021250	0,046033	0,029501
5	-0,234939	0,081621	0,064541	0,236378	0,084269	0,021250	0,046033	0,029501
6	-0,257804	0,081162	0,061078	0,226778	0,084269	0,025980	0,050753	0,034233
6	-0,269208	0,081162	0,061078	0,226436	0,083881	0,025980	0,049608	0,034233
6	-0,270914	0,081162	0,061078	0,222143	0,079559	0,025909	0,047189	0,033973
6	-0,280441	0,081162	0,060806	0,221824	0,079559	0,025921	0,046741	0,033098
6	-0,280982	0,081162	0,061078	0,217130	0,079559	0,025980	0,050116	0,034233
7	-0,303192	0,081563	0,061327	0,207671	0,079559	0,025980	0,050753	0,034233
7	-0,302737	0,082835	0,063348	0,206114	0,079559	0,025980	0,050753	0,034233
7	-0,312748	0,081162	0,061078	0,200925	0,079559	0,025980	0,050753	0,034233
7	-0,314568	0,081162	0,061279	0,196218	0,079559	0,025980	0,050753	0,034233
7	-0,316900	0,081162	0,061078	0,193483	0,079559	0,025980	0,050753	0,034233
8	-0,257690	0,081162	0,061078	0,230871	0,084269	0,025980	0,050753	0,034233
8	-0,268753	0,081162	0,061078	0,226542	0,084269	0,025980	0,049231	0,034233
8	-0,269834	0,081162	0,061078	0,221824	0,079559	0,025850	0,046682	0,032991
8	-0,278081	0,081162	0,061078	0,221824	0,079559	0,025980	0,046717	0,033417
8	-0,280441	0,081162	0,061078	0,217165	0,079559	0,025980	0,050045	0,034233

1	-0,203116	0,080974	0,061078	0,235825	0,084269	0,016520	0,041313	0,028306
1	-0,211364	0,080361	0,061078	0,236190	0,084269	0,016520	0,041313	0,027041
1	-0,213212	0,080691	0,061078	0,235978	0,084269	0,016520	0,041313	0,027289
1	-0,223564	0,080879	0,061078	0,235176	0,084269	0,016709	0,043343	0,028839
1	-0,212841	0,076668	0,058024	0,221195	0,080056	0,016320	0,042457	0,027814
2	-0,250751	0,076450	0,056351	0,229384	0,084269	0,016732	0,041313	0,024769
2	-0,246628	0,081162	0,061078	0,235978	0,088980	0,021451	0,046257	0,029501
2	-0,246315	0,081315	0,061303	0,245413	0,088980	0,025980	0,050753	0,034233
2	-0,246315	0,085874	0,065806	0,248102	0,088980	0,030710	0,055272	0,037723
2	-0,233402	0,082228	0,062705	0,234947	0,089006	0,029175	0,052699	0,037017
3	-0,280441	0,085673	0,065806	0,221824	0,079865	0,025590	0,051072	0,035925
3	-0,291817	0,081480	0,061575	0,221470	0,079559	0,021876	0,050753	0,034233
3	-0,292727	0,081339	0,061078	0,217106	0,079559	0,021250	0,050753	0,034233
3	-0,302479	0,083243	0,062644	0,222854	0,081599	0,022050	0,052054	0,035111
3	-0,310412	0,083316	0,062644	0,222673	0,081599	0,024414	0,052054	0,035111
4	-0,325943	0,076703	0,057078	0,198672	0,076297	0,022870	0,046399	0,033997
4	-0,330152	0,076662	0,057405	0,190894	0,074849	0,021262	0,046033	0,030720
4	-0,337319	0,076450	0,056351	0,190506	0,074849	0,021250	0,046033	0,029501
4	-0,337319	0,076450	0,057367	0,188800	0,074849	0,022077	0,046033	0,031217
4	-0,337717	0,076450	0,057025	0,188576	0,074849	0,023236	0,046033	0,031015
5	-0,221346	0,081162	0,061539	0,244882	0,084269	0,021226	0,046033	0,029501
5	-0,223564	0,081162	0,063371	0,240695	0,084269	0,021250	0,046033	0,029501
5	-0,223849	0,081162	0,063028	0,237063	0,084269	0,021250	0,046033	0,029501
5	-0,229564	0,081162	0,062745	0,239091	0,084269	0,021403	0,046033	0,029501
5	-0,234939	0,081162	0,063986	0,236367	0,084269	0,021250	0,046033	0,029501
6	-0,257690	0,081692	0,061882	0,231260	0,084269	0,025980	0,050753	0,034233
6	-0,264288	0,081162	0,061078	0,226542	0,084269	0,025980	0,050163	0,034233
6	-0,269777	0,081162	0,061078	0,221954	0,079642	0,025980	0,046411	0,033322
6	-0,279247	0,081162	0,061078	0,221824	0,079559	0,025956	0,046647	0,033369
6	-0,280441	0,081162	0,061078	0,217472	0,079559	0,025980	0,049585	0,034233
7	-0,301685	0,082587	0,063099	0,212578	0,079559	0,025980	0,050753	0,034233
7	-0,303533	0,082517	0,062579	0,207671	0,079559	0,025980	0,050753	0,034233
7	-0,305467	0,081162	0,061078	0,202953	0,079559	0,025980	0,050753	0,034233
7	-0,314568	0,081162	0,061078	0,198235	0,079559	0,025980	0,050753	0,034233
7	-0,314568	0,081162	0,061078	0,193518	0,079559	0,025980	0,050753	0,034233
8	-0,257690	0,081162	0,061078	0,230823	0,084269	0,025980	0,050753	0,034233
8	-0,268412	0,081162	0,061078	0,226542	0,084246	0,025980	0,048936	0,034233
8	-0,270203	0,081162	0,060948	0,221824	0,079559	0,025980	0,046198	0,032837
8	-0,279759	0,081162	0,061078	0,221824	0,079559	0,025980	0,047366	0,033334
8	-0,280441	0,081162	0,061078	0,217224	0,079559	0,025980	0,050175	0,034233

1	-0,203799	0,080856	0,061078	0,235766	0,084269	0,016520	0,041313	0,028094
1	-0,211478	0,080443	0,061078	0,236060	0,084269	0,016520	0,041313	0,026485
1	-0,214691	0,080561	0,061078	0,235860	0,084269	0,016520	0,041478	0,027443
1	-0,223564	0,080915	0,061078	0,235117	0,084269	0,016697	0,043331	0,028839
1	-0,223905	0,080656	0,061078	0,232710	0,084269	0,017253	0,044676	0,029277
2	-0,250637	0,076450	0,056351	0,229007	0,084269	0,016732	0,041313	0,024769
2	-0,246514	0,081162	0,061078	0,235978	0,088980	0,021451	0,046210	0,029501
2	-0,246315	0,081445	0,061161	0,245413	0,088980	0,025980	0,050753	0,034233
2	-0,246173	0,085874	0,065806	0,247949	0,089086	0,030710	0,055202	0,038066
2	-0,233914	0,082381	0,062705	0,235136	0,088912	0,029198	0,052699	0,037017
3	-0,279930	0,085874	0,065806	0,222426	0,080784	0,025980	0,050942	0,037557
3	-0,291077	0,083212	0,062650	0,221824	0,079559	0,022728	0,050753	0,034233
3	-0,292443	0,081209	0,061078	0,217106	0,079559	0,021250	0,050753	0,034233
3	-0,293039	0,081162	0,061303	0,217106	0,079559	0,021498	0,050753	0,034233
3	-0,302851	0,081162	0,061078	0,217106	0,079559	0,022692	0,050753	0,034233
4	-0,325943	0,080926	0,061078	0,194235	0,075862	0,022822	0,046281	0,034068
4	-0,329783	0,077239	0,060783	0,194011	0,074849	0,022077	0,046033	0,031453
4	-0,337319	0,076450	0,056351	0,193518	0,074849	0,021250	0,046033	0,029501
4	-0,337319	0,076450	0,056859	0,188953	0,074849	0,021250	0,046033	0,029844
4	-0,337461	0,076450	0,057509	0,187715	0,074625	0,023094	0,046033	0,031536
5	-0,213781	0,081209	0,062910	0,245413	0,084681	0,021250	0,046033	0,029501
5	-0,223649	0,081162	0,062071	0,240695	0,084269	0,021250	0,046033	0,029501
5	-0,224303	0,081162	0,062532	0,238973	0,084269	0,021250	0,046033	0,029501
5	-0,226095	0,081162	0,062059	0,237499	0,084269	0,021250	0,046033	0,029501
5	-0,233973	0,081162	0,063147	0,238997	0,084269	0,021474	0,046033	0,029501
6	-0,250524	0,085214	0,065605	0,231366	0,087531	0,027020	0,050753	0,034245
6	-0,259425	0,081162	0,061078	0,226542	0,084269	0,025980	0,050257	0,034233
6	-0,269066	0,081162	0,060960	0,221824	0,080348	0,025980	0,046824	0,033736
6	-0,274213	0,081162	0,061054	0,221824	0,079559	0,025956	0,046953	0,033180
6	-0,280441	0,081103	0,061078	0,217153	0,079559	0,025980	0,048889	0,034009
7	-0,303192	0,081162	0,061645	0,207813	0,079559	0,025980	0,050753	0,034233
7	-0,303420	0,081928	0,061870	0,207671	0,079559	0,025980	0,050753	0,034233
7	-0,309165	0,081221	0,061078	0,202953	0,079559	0,025980	0,050753	0,034233
7	-0,314568	0,081162	0,061114	0,197351	0,079559	0,025980	0,050753	0,034233
7	-0,315137	0,081162	0,061078	0,193247	0,079559	0,025980	0,050753	0,034233
8	-0,280441	0,081162	0,061078	0,217106	0,079559	0,025980	0,050045	0,034233
8	-0,279873	0,081162	0,061078	0,221824	0,079559	0,025980	0,047685	0,033760
8	-0,270203	0,081162	0,060842	0,221824	0,079559	0,025980	0,046269	0,032814
8	-0,267928	0,081162	0,061078	0,226542	0,084269	0,025980	0,048629	0,034233
8	-0,257690	0,081162	0,061078	0,230788	0,084269	0,025980	0,050753	0,034233

11	-0,137338	0,071668	0,051623	0,235152	0,075967	0,011790	0,031872	0,019813
11	-0,136200	0,071562	0,051623	0,234444	0,075061	0,011790	0,031872	0,019564
11	-0,132162	0,070937	0,051623	0,234869	0,074849	0,011790	0,031872	0,018937
11	-0,131963	0,069217	0,051623	0,235978	0,074849	0,011530	0,031872	0,017104
11	-0,129034	0,067026	0,051588	0,235978	0,074849	0,009815	0,031353	0,015826
12	-0,348694	0,100010	0,085425	0,207671	0,112532	0,045136	0,069634	0,052924
12	-0,348694	0,100010	0,084716	0,207907	0,112532	0,044900	0,069634	0,053161
12	-0,349263	0,100010	0,087080	0,210737	0,112532	0,044900	0,069634	0,053161
12	-0,349263	0,095533	0,084716	0,202953	0,112532	0,047501	0,069634	0,048429
12	-0,347557	0,095298	0,084716	0,207671	0,112532	0,045136	0,069162	0,048429
13	-0,400310	0,105028	0,091571	0,198247	0,112532	0,059090	0,083322	0,059301
13	-0,403353	0,105441	0,091571	0,193671	0,112509	0,059090	0,081505	0,060909
13	-0,401931	0,105323	0,091441	0,189153	0,107822	0,059090	0,078602	0,058556
13	-0,402614	0,104969	0,091571	0,189896	0,107822	0,058913	0,077918	0,057657
13	-0,402955	0,105228	0,091571	0,187703	0,107822	0,058357	0,079381	0,058117
14	-0,504907	0,104569	0,091110	0,152036	0,104560	0,060734	0,083688	0,063796
14	-0,509941	0,100941	0,088605	0,150869	0,103089	0,059102	0,081505	0,062128
14	-0,515402	0,100611	0,084764	0,145597	0,098402	0,059090	0,078602	0,058556
14	-0,510369	0,100257	0,086194	0,139605	0,098402	0,059587	0,077918	0,059372
14	-0,505733	0,100516	0,084610	0,139912	0,098402	0,060344	0,079381	0,059632



LAMPIRAN 2 DOKUMENTASI PENGAMBILAN SAMPEL



Pengambilan Sampel 1



Pengambilan Sampel 2



Pengambilan Sampel 3



Pengambilan Sampel 4

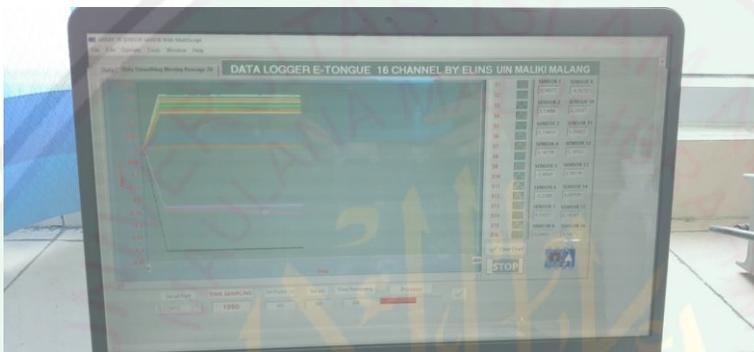


Sungai Desa Banjarejo

LAMPIRAN 3 DOKUMENTASI PENGAMBILAN DATA



Sensot Lidah Elektronik



Proses Pengambilan Data



Sampel Air Sumur dan Sungai