

**PENGUJIAN ARRAY SENSOR
BERBASIS MEMBRAN LIPID UNTUK
KLASIFIKASI POLA RASA KEBASIAN SUSU MENGGUNAKAN
METODE *LINEAR DISCRIMINANT ANALYSIS (LDA)*
(STUDI KASUS PADA SUSU SAPI DAN SUSU KAMBING)**

SKRIPSI

Oleh:
ANIS CHOIRIYAH
NIM. 12640008



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2016**

**PENGUJIAN ARRAY SENSOR BERBASIS MEMBRAN LIPID UNTUK
KLASIFIKASI POLA RASA KEBASIAN SUSU MENGGUNAKAN
METODE *LINEAR DISCRIMINANT ANALYSIS (LDA)*
(STUDI KASUS PADA SUSU SAPI DAN SUSU KAMBING)**

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:

**ANIS CHOIRIYAH
NIM. 12640008**

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2016**

HALAMAN PERSETUJUAN


**PENGUJIAN *ARRAY* SENSOR BERBASIS MEMBRAN LIPID UNTUK
KLASIFIKASI POLA RASA KEBASIAN SUSU MENGGUNAKAN METODE
LINEAR DISCRIMINANT ANALYSIS (LDA)
(STUDI KASUS PADA SUSU SAPI DAN SUSU KAMBING)**

SKRIPSI

Oleh:
ANIS CHOIRIYAH
NIM. 12640008

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji,
Pada tanggal: 21 Juni 2016

Pembimbing I



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

Pembimbing II



Umayyatus Syarifah, M.A.
NIP. 19820925 200901 2 005

Mengetahui,
Ketua Jurusan



Erna Hastuti, M.Si
NIP. 19811119 200801 2 009



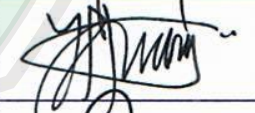

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGUJIAN *ARRAY* SENSOR BERBASIS MEMBRAN LIPID UNTUK
KLASIFIKASI POLA RASA KEBASIAN SUSU MENGGUNAKAN METODE
LINEAR DISCRIMINANT ANALYSIS (LDA)
(STUDI KASUS PADA SUSU SAPI DAN SUSU KAMBING)**

SKRIPSI

Oleh:
ANIS CHOIRIYAH
NIM.12640008

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan
Dinyatakan Diterima sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal: ...28 Januari.....2016

Penguji Utama	: <u>Farid Samsu Hananto, M.T</u> NIP. 19740513 200312 1 001	
Ketua Penguji	: <u>Drs. H. M. Tirono, M.Si</u> NIP. 19641211 199111 1 001	
Sekretaris Penguji	: <u>Imam Tazi, M.Si</u> NIP. 19740730 200312 1 002	
Anggota Penguji	: <u>Umaiatus Syarifah, M.A.</u> NIP. 19820925 200901 2 005	

Mengesahkan,
Ketua Jurusan Fisika



Erna Hastuti, M.Si
NIP. 19811119 200801 2 009

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN


Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Anis Choiriyah
NIM : 12640008
Jurusan : Fisika
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Penelitian : Pengujian *Array* Sensor Berbasis Membran Lipid Untuk Klasifikasi Pola Rasa Kebasian Susu Menggunakan Metode *Linear Discriminant Analysis (LDA)* (Studi Kasus pada Susu Sapi dan Susu Kambing).

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan 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 dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 6 Juni 2016
Yang Membuat Pernyataan,




Anis Choiriyah
NIM. 12640008

MOTTO

Keyakinan dan Keikhlasan adalah senjatu.

Doa orang tua adalah ridhoku dan senyum mereka adalah semangatku.

“Ingatlah Bahwa Setiap Hari Dalam Sejarah Kehidupan Ditulis Dengan Tinta

Yang Tak Dapat Terhapus Lagi”

(Thomas Charlie)

“Pekerjaan Besar Tidak Dihasilkan Dari Kekuatan, Melainkan Oleh Ketekunan”

(Samuel Johnson)



HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan segala hormat dan rasa syukur skripsi ini penulis persembahkan teruntuk kedua orang tua, Ayahanda **ROKHIMIN** dan Ibunda **TRISNI** atas doa, semangat moril dan materil. Terima kasih untuk kasih sayang dan pengorbanannya selama ini. Tiada kata yang mampu ku ucapkan selain kata terima kasih. Kalian adalah pahlawanku dan malaikat tak bersayapku di dunia ini.

Adikku tersayang **DELA ULFA MAFTUCHA**, terima kasih untuk keceriaannya selama proses skripsi, serta Sensor Team.



KATA PENGANTAR

Assalaamu'alaikumWr.Wb.

Syukur alhamdulillah penulis haturkan kehadiran Allah Swt yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“Pengujian Array Sensor Berbasis Membran Lipid Untuk Klasifikasi Pola Rasa Kebiasaan Susu Menggunakan Metode *Linear Discriminant Analysis (LDA)* (Studi Kasus pada Susu Sapi dan Susu Kambing)”** sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) di Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Selanjutnya penulis haturkan ucapan terimakasih seiring doa dan harapan *jazakumullahhsanaljaza'* kepada semua pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini. Ucapan terimakasih ini penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. H. Mudjia Rahardjo, M. Si selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. drh. Bayyinatul Muchtaromah, M. Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Erna Hastuti, M. Si selaku Ketua Jurusan yang telah banyak meluangkan waktu, nasehat dan inspirasinya sehingga dapat melancarkan dalam proses penulisan skripsi.
4. Imam Tazi, M. Si selaku dosen pembimbing skripsi yang telah banyak meluangkan waktu, pikiran, bimbingan, dan bantuan serta pengarahan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
5. Umayyatus Syarifah, M. A. selaku dosen pembimbing agama, yang bersedia meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dan pengarahan di bidang integrasi Sains dan al-Quran serta Hadits.
6. Segenap dosen, laboran dan admin Jurusan Fisika, dosen agama Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah bersedia mengamalkan ilmunya, membimbing dan memberikan pengarahan serta membantu selama proses perkuliahan.

7. Kedua orang tua, Bapak Rokhimin dan Ibu Trisniserta semua keluarga yang telah memberikan dukungan moral dan material, restu, serta selalu mendoakan disetiap langkah penulis.
8. Team Sensor, Bapak Imam Tazi, M.Si selaku dosen pembimbing, Nizara dan Ifa selaku partner seperjuangan. Terima kasih atas kebersamaan perjuangannya selama proses skripsi ini.
9. Teman-teman Fisika 2012, semua sahabat yang telah membantu dan menyemangati sampai selesainya tulisan ini.
10. Keluarga ELINS terutama para senior, Mas Rahmat, Mbak Ais, Mas Ulin, Mas Nasir dan Mas Misbah yang dengan sabar membagi ilmu, membantu serta mengarahkan selama proses skripsi.
11. Sahabat-sahabatku (Rina, Baqi, Naufal, Indri, Nizara, Arum) terima kasih selalu ada dan selalu setia membantu sampai selesainya proses skripsi ini.
12. Keluarga kecil kontrakan 5A (Nanda, Mama Lila, Putri Intan, Santi, Mbak Sri, Ibu Azka) terima kasih untuk kehangatan, kebersamaan dan semangat kalian selama ini.
13. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah banyak membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Semoga skripsi ini bisa memberikan manfaat, tambahnilmudan dapat menjadikan inspirasi kepada para pembaca *Aamiin Yaa Rabbal Alamin.*

Wassalamu'alaikumWr. Wb.

Malang,

2016

Penulis

DAFTAR ISI

COVER	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
ABSTRAK	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan	5
1.4 Manfaat	5
1.5 Batasan Masalah	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
2.1 Indera Pengecap	7
2.2 Susu	10
2.3 Elektrokimia	15
2.3.1 Prinsip Dasar Analisis Elektrokimia	15
2.3.2 Elektroda	16
2.4 Sensor	18
2.5 Membran Lipid pada Sensor	20
2.6 Lidah Elektronik	26
2.7 NI Lab VIEW	27
2.8 Arduino	29
2.8.1 <i>Hardware</i> Arduino	29
2.8.2 <i>Software</i> Arduino (Arduino IDE)	30
2.8.3 Arduino UNO	30
2.8.4 Arduino Mega 2560	31
2.9 Akuisisi Data	32
2.10 <i>Linear Discriminant Analysis (LDA)</i>	33
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Jenis Penelitian	37
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	37
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	37
3.3.1 Alat Penelitian	37
3.3.2 Bahan Membuat Membran	38
3.3.3 Bahan Membuat Probe Sensor	39
3.4 Rencana Penelitian	40
3.5 Tahap dan Alur Penelitian	41

3.5.1 Susunan Membran dan Pembuatan Membran Sensor	41
3.5.2 Pembuatan Probe Sensor Lidah Elektronik.....	43
3.5.3 Pembuatan <i>Software</i> dan <i>HardwareArray</i> Sensor Lidah Elektronik.....	44
3.5.4 Pengambilan Data	47
3.5.5 Pengolahan Data	48
3.5.6 Analisa Data	49
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil Pengujian <i>Array</i> Sensor Lidah Elektronik.....	50
4.1.1 Probe Sensor.....	50
4.1.2 <i>Software</i> dan <i>Hardware Array</i> Sensor Lidah Eleketronik	52
4.2 Data hasil Pengujian <i>Array</i> Sensor Lidah Elektronik	61
4.2.1 Respon <i>Array</i> Sensor Lidah Elektrok Terhadap Sampel Susu Sapi dan Susu Kambing	61
4.2.2 Praprocessing Pengolahan Data.....	63
4.2.3 Hasil Pengolahan Data dengan LDA.....	68
4.3. Pembahasan.....	81
4.3.1 Respon <i>Array</i> Sensor Lidah Elektronik.....	81
4.3.2 Pembahasan Klasifikasi Pola Rasa Perkembangan Kebiasaan susu sapi dengan Metode LDA	82
4.3.3 Pembahasan Klasifikasi Pola Rasa Perkembangan Kebiasaan susu Kambing dengan Metode LDA.....	86
4.4 Kajian Integrasi Aplikasi Lidah Elektronik.....	90
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan.....	93
5.2 Saran.....	93
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Taste buds pada lidah (Hermanto 2012).....	8
Gambar 2.2	Letak reseptor rasa pada lidah (Jacob, 2010).....	10
Gambar 2.3	Sistem kontrol level sederhana dengan mata seseorang sebagai sensor.....	19
Gambar 2.4	Skema penginderaan pada manusia (Ghasemi, 2010)	20
Gambar 2.5	Proses Rasa pada Sistem Biologi (Toko, 1996).....	21
Gambar 2.6	Model membran lipid (Toko, 1996)	23
Gambar 2.7	Mekanisme respon membran negatif (2013)	23
Gambar 2.8	Gambar alat lidah elektronik(Rushi Panchal, 2010)	27
Gambar 2.9	NI LabView (National Instruments, 2001).....	28
Gambar 2.10	Arduino Uno (http://www.arduino.cc)	29
Gambar 2.11	Board Arduino Uno (Simanjuntak, 2012)	30
Gambar 2.12	Arduino Mega 2560 (www.arduino.cc)	31
Gambar 2.13	Diagram fungsional data akuisisi PC(Park dan Mackay, 2003)....	33
Gambar 3.1	Rencana Penelitian	40
Gambar 3.2	Diagram Pembuatan Membran	42
Gambar 3.3	Diagram Pembuatan Probe Sensor Lidah Elektronik dan Desain Probe	42
Gambar 3.4	Desain Pembuatan Probe Sensor Lidah Elektronik	44
Gambar 3.5	Hardware Sistem <i>Array Sensor</i>	44
Gambar 3.6	<i>Flowchart</i> Sistem Akuisisi Data <i>Logger</i> Sensor Rasa	46
Gambar 3.7	Pengambilan Data	47
Gambar 3.8	Diagram Pengolahan Data.....	48
Gambar 4.1	Probe sensor 16 channel	52
Gambar 4.2	Sistem <i>array</i> sensor lidah elektronik.....	52
Gambar 4.3	Skema Layer 1 Sensor Lidah Elektronik.....	54
Gambar 4.4	Skema Layer 2 Sensor Lidah Elektronik.....	54
Gambar 4.5	Inisialisasi PORT Arduino dengan PC pada LabVIEW.....	55
Gambar 4.6	LIFA <i>close</i> Arduino dengan labVIEW.....	56
Gambar 4.7	Setting pin <i>Analog Read.vi</i> pada PORT Arduino	56
Gambar 4.8	Setting pin <i>Analog Read. vi</i> pada PORT Arduino dengan <i>Mathscrip.vi</i>	57
Gambar 4.9	<i>Timing program</i>	57
Gambar 4.10	<i>Realtime Smoothing Moving Average</i>	58
Gambar 4.11	<i>Format file</i> sitem akuisisi data dan data logger lidah lektronik....	59
Gambar 4.12	kondisi <i>true</i> sistem akuisisi data dan data logger sensor lidah elektronik	60
Gambar 4.13	Kondisi <i>False</i> Sistem Akuisisi Data Dan Data Logger Sensor Lidah Elektronik	60
Gambar 4.14	Tampilan <i>Front Panel</i> sistem akuisisi data <i>logger</i> sensor lidah elektronik	61
Gambar 4.15	Grafik Respon <i>Array</i> Sensor Lidah Elektronik Terhadap Sampel Susu Sapi pada Keadaan <i>Steady State</i>	62
Gambar 4.16	Grafik Respon <i>Array</i> Sensor Lidah Elektronik Terhadap Sampel Susu Kambing pada Keadaan <i>Steady State</i>	62

Gambar 4.17	<i>Scatter- plott</i> normalitas multivariate susu sapi.....	63
Gambar 4.18	Uji <i>outlier</i> susu sapi	64
Gambar 4.19	<i>Scatter- plott</i> normalitas multivariate susu kambing	66
Gambar 4.20	Uji <i>outlier</i> pada susu kambing	67
Gambar 4.21	<i>Scatter plot spatial configuration</i> sapi	75
Gambar 4.22	<i>Scatter plot spatial configuration</i> kambing	80
Gambar 4.23	<i>Scorre plot</i> Susu Sapi	83
Gambar 4.24	<i>Scorre plot</i> Susu Kambing.....	86



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Membran Lipid	25
Tabel 2.2 <i>Plasticizer</i>	25
Tabel 2.3 Spesifikasi Arduino Uno.....	31
Tabel 2.4 Spesifikasi Arduino Mega 2560.....	40
Tabel 3.1 Komposisi Susunan Membran	41
Tabel 4.1 Hasil Uji <i>Correlation</i> Susu Sapi	64
Tabel 4.2 Hasil Uji <i>Correlation</i> Susu Kambing	66
Tabel 4.3 Test Result Uji Box's M.....	67
Tabel 4.4 <i>Tests of Equality of Group Means</i> sapi.....	68
Tabel 4.5 <i>Canonical Discriminant Function Coefficients</i> sapi	69
Tabel 4.6 <i>Wilk's Lamda</i> sapi	69
Tabel 4.7 <i>Eigenvalues</i> sapi.....	69
Tabel 4.8 <i>Functions at Group Centroids</i> sapi	69
Tabel 4.9 <i>Classification Results^{a,c}</i> sapi	70
Tabel 4.10 <i>Tests of Equality of Group Means</i> kambing	75
Tabel 4.11 <i>Canonical Discriminant Function Coefficients</i> kambing	76
Tabel 4.12 <i>Wilk's Lamda</i> kambing.....	76
Tabel 4.13 <i>Eigenvalues</i> kambing.....	76
Tabel 4.14 <i>Functions at Group Centroids</i> kambing.....	77
Tabel 4.15 <i>Classification Results^{a,c}</i> kambing.....	77

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Gambar Sampel Susu Sapi dan Susu Kambing
- Lampiran 2 Data Praprosesing
- Lampiran 3 Grafik Data Pengujian
- Lampiran 4 Program Lidah Elektronik
- Lampiran 5 Output SPSS
- Lampiran 6 Lembar Bukti Konsultasi



ABSTRAK

Choiriyah, Anis.2016. **Pengujian Array Sensor Berbasis Membran Lipid untuk Klasifikasi Pola Rasa Perkembangan Kebasian Susu Menggunakan Metode *Linear Discriminant Analysis (LDA)* (Studi Kasus pada Susu Sapi dan Susu Kambing)**. Skripsi. Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang. Pembimbing:(I) Imam Tazi, M.Si. (II) Umayyatus Syarifah, M.A

Kata Kunci: Lidah Elektronik, Rasa, Membran, Susu Sapi, Susu kambing, LDA

Telah dilakukan pengujian sistem *array* sensor berbasis membran lipid yang digunakan untuk klasifikasi pola rasa perkembangan kebasian susu sapi dan susu kambing. *Array* sensor dibentuk dari 16 membran polimer sebagai elektroda selektif ion (ISE). Pengujian dilakukan dari kondisi segar sampai kondisi basi selama 12 jam. Respon sensor dievaluasi menggunakan metode pengenalan pola *Linear Discriminant Analysis (LDA)*.

Pengolahan data LDA menggunakan metode *stepwise* untuk menyeleksi variabel diskriminator yang memiliki kontribusi dalam prediksi pada model fungsi diskriminan. Berdasarkan fungsi diskriminan ke-1 dengan nilai varian 99.8 % pada susu sapi dan nilai varian 100% pada susu kambing dapat membedakan dan mengklasifikasi perkembangan kondisi rasa basi pada susu sapi maupun susu kambing. Hasil pengolahan LDA diperoleh ketepatan klasifikasi pada susu sapi 100% dari kondisi data awal dan 100% dari metode "*leave one-out*" *cross validation*. Sedangkan pada susu kambing diperoleh 96.5% ketepatan klasifikasi pada kondisi data awal dan 94.5% dari "*leave one-out*" *cross validation*.

ABSTRACT

Choiriyah, Anis. 2015. **Sensor ArrayBased On Lipid Membrane To Classify The Pattern Of Milk Staleness Using The *Linear Discriminant Analysis (Lda) Method*(A Case Study On Milk Cows And Milk Goat)**. Thesis.Physics Department, Faculty of Science and Technology, State Islamic University Maulana Malik Ibrahim of Malang. Advisors: (I) Imam Tazi, M.Si. (II) Umaiyyatus Syarifah, M.A

Key Words: Electronic Tounge, Taste, Membrane, Cow Milk, Goat Milk, LDA.

Testing array system sensor based on lipid membrane had been conducted and it was used to classify taste pattern of cow and goat milk staleness. Array sensor is constructed from 16 polymer membranes as ion selective electrode (ISE). The tasting was done from the fresh condition up to stale condition for 12 hours. The sensor response was evaluated by using pattern recognition method Linear Discriminant Analysis (LDA)

The data analysis of LDA used stepwise method to select discriminator variable that has a contribution in predicting discriminant function model. Based on the first discriminant function with 99.8% variant value in cow milk and 100% variant value in goat milk, it can differentiate and classify the development of the stale condition either in cow milk and goat milk. From the result of the LDA analysis, it was found that the constancy classification for cow milk is 100% from the original data condition, and 100% from “leave one-out” cross validation. On the other hand, 96.5% was found in goat milk from the original data condition and 94.5% from “leave one-out” cross validation

مستخلص البحث

انيس خيرية. 2016. اختبار *Array* الاستشعار المادة القائم علىالدهنيةالأغشية لتصنيف نمط النكهة التنمية الرائب الحليب بطريق *Linear Discriminant Analysis (LDA)* (دراسة تطبيقية على اللبن البقرواللبن الماعز). بحث جامعي. قسم الفيزياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، وجامعة الإسلامية الحكومية مولانا مالك إبراهيم مالانج. المشرف: (I) الإمام التازي، الماجستير و أمية الشريفة الماجستير.

كلمات البحث: اللسان الإلكتروني، الذوق، غشاء، حليب البقر، حليب الماعز، LDA
وقد تم اختبار *Array* الاستشعار المادة القائم على الدهنية الأغشية لتصنيف نمط النكهة التنمية الرائب الحليب البقر والحليب الماعز. تشكل *Array* الاستشعار الي 16 الاغشية البوليمر باعتبار القطب الانتقائي أيون (ISE). التجارب التي أجريت على شروط جديدة للا معنى لها الظروف لمدة 12 ساعة. تم تقييم استجابة جهاز استشعار باستخدام طريقة التعرف على نمط *Linear Discriminant Analysis (LDA)*
يستخدم معالجة البيانات LDA بطريقة خطوة بخطوة لاختيار المتغيرات المعني التي ساهمت في وظيفة التنبؤ نموذج التمايز. واستنادا إلى وظيفة التمايز الاول مع تباين 99.8% في حليب البقر والتباين من 100% في حليب الماعز يمكن تمييز وتصنيف التطورات نكهة لا معنى لها في حليب البقر وحليب الماعز. نتائج معالجة LDA التي تم الحصول عليها التصنيف في حليب البقر 100% من الحالات البيانات الأولية، و 100% من طريقة "leave one-out" cross validation. بينما في حليب الماعز يتم الحصول على 96.5% دقة التصنيف على حالة البيانات الأولية و 94.5% من "leave one-out" cross validation

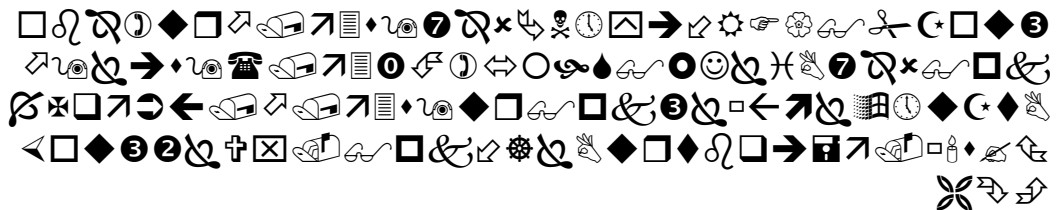
BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tubuh memerlukan energi untuk mengoptimalkan aktifitas sehari-hari. Kebutuhan energi dapat dipenuhi dengan cara mengonsumsi makanan atau minuman dengan kadar nutrisi yang tepat bagi tubuh. Nutrisi sangat bermanfaat bagi tubuh karena merupakan kebutuhan vital bagi semua makhluk hidup. Makanan empat sehat lima sempurna memiliki kandungan gizi yang cukup untuk memenuhi kebutuhan energi. Menurut Muhammad (2002) susu merupakan salah satu komponen yang termasuk dalam makanan empat sehat lima sempurna karena mengandung protein, laktosa, kalsium, magnesium, vitamin B dan vitamin D.

Kesadaran masyarakat akan pentingnya mengonsumsi susu dalam pemenuhan kebutuhan pangan khususnya protein hewani menyebabkan permintaan susu meningkat. Sehingga pemerintah mengimpor sapi perah untuk memenuhi kebutuhan (Pratiwi, 2008). Di dalam al- Quran juga disebutkan bahwa susu merupakan minuman yang bermanfaat bagi manusia, hal ini tertulis dalam surah al- Mu'minun (23): 21:



“Dan sesungguhnya pada binatang-binatang ternak, benar-benar terdapat pelajaran yang penting bagi kamu, Kami memberi minum kamu dari air susu yang ada dalam perutnya, dan (juga) pada binatang-binatang ternak itu terdapat faedah yang banyak untuk kamu, dan sebagian darinya kamu makan”(QS. al-Mu'minun:21).

Kata **مَنْفَع** artinya “*manfaat*”. Manfaat dalam hal ini yaitu manfaat yang dapat diambil dari binatang ternak diantaranya yaitu, dapat ditunggangi sebagai pengangkut, dimanfaatkan susu, daging, dan lemaknya untuk dikonsumsi. Serta bulu dari binatang tersebut dapat digunakan untuk kain wol (Qurthubi, 2008).

Susu dihasilkan dari hewan ternak, seperti sapi, kerbau, kambing, domba dan kuda yang banyak digemari masyarakat Indonesia. Namun, susu segar memiliki kelemahan seperti, tidak tahan lama dan mudah rusak. Hal ini dikarenakan susu tersebut terkontaminasi oleh bakteri yang mampu berkembang dengan cepat sehingga tidak layak lagi untuk dikonsumsi (Widodo, 2003). Kerusakan susu tersebut dapat membahayakan kesehatan masyarakat sebagai konsumen akibat jumlah bakteri yang melebihi standar mutu susu (SNI, 2011). Oleh karena itu, konsumen harus selektif dalam memilih bahan pangan yang sehat dan aman dikonsumsi.

Susu yang masih layak dikonsumsi mempunyai rasa cenderung asin (gurih), sedangkan susu pada kondisi basi rasa susu akan cenderung berubah menjadi asam. Selama ini pengukuran rasa (*Quality Control*) dari suatu minuman maupun makanan dilakukan dengan cara analisis kimia dan *tester* manusia. Kelemahan pengujian rasa dengan sistem ini adalah keterbatasan selera yang berbeda pada manusia, sehingga hasil pengujiannya tidak valid dan bersifat subjektif, bahkan membahayakan bagi pengujinya jika terdapat suatu bahan yang membahayakan apabila tertelan. Jika menggunakan analisis kimia, memerlukan biaya yang mahal dan membutuhkan orang yang ahli dalam bidang tersebut, serta hasil yang diperoleh pada pengujian ini bukan hasil rasa pada makanan tetapi

hanya kandungan kimiawi pada makanan. Berdasarkan penelitian (Dian et al, 2013) untuk pengujian susu normal dan susu yang sudah tidak layak dikonsumsi (basi) hanya diuji berdasarkan dari pH, bau, dan jumlah mikroba yang ada pada susu. Berdasarkan pertimbangan kelemahan tersebut, maka sangat dibutuhkan instrumen berbasis elektronik yang dapat menguji, khususnya dari segi rasa suatu makanan dan minuman dengan aman, mampu menganalisis secara cepat, akurat dan obyektif serta konsisten.

Perkembangan teknologi sensor yang semakin berkembang membuat banyak ilmuwan semakin berinovatif dalam menciptakan sebuah sensor yang lebih canggih dan efisien, salah satunya yaitu sensor rasa. Sistem sensor rasa atau yang juga dikenal dengan lidah elektronik (*Electronic tongue*) merupakan sistem yang mempunyai selektivitas global. *E-tongue* 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).

Hruskar et, al (2009) dalam jurnalnya, menunjukkan bahwa lidah elektronik dapat membedakan lima merk susu ternama dan lima merk yoghurt yang ada di pasaran. Susu dan yoghurt tersebut dapat dibedakan diantara berbagai produk dari satu produsen susu. Penelitian lain oleh L. Nunez et, al (2013) dalam jurnalnya, dengan menggunakan 15 susunan *array* sensor menunjukkan bahwa 93% lidah elektronik dapat dilakukan untuk memonitoring nitrat.

Pengembangan selanjutnya dilakukan oleh Ligia Bueno (2014) dalam jurnalnya *Voltametri E-Tongue for Discriminant of Milk Adulteration with Urea*,

Formaldehida and melamin. E-tongue dapat mengidentifikasi pencampuran pada perbedaan tipe susu *whole* (susu yang masih ada krimnya), *skimmed* (susu yang telah disaring krimnya), dan *semi-skimmed* (susu yang krimnya sedikit) serta susu dari merk yang berbeda. Pencampuran dengan konsentrasi terendah menghasilkan perbedaan yang baik yaitu 10.0, 4.16, dan 0.95 mmol L⁻¹ untuk formaldehid, urea, dan melamin secara berturut-turut.

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, peneliti berkeinginan membuat 16 *array* sensor berbasis membran lipid yang dikombinasikan dengan sensor pH serta mengetahui hasil pengujian 16 *array* sensor terhadap klasifikasi pola rasa perkembangan kebasian susu menggunakan metode LDA. Diharapkan dari penelitian ini dapat mengetahui perbedaan pola rasa susu baik dari pola rasa susu segar maupun susu basi.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana klasifikasi pola rasa perkembangan kebasian susu dengan memanfaatkan perangkat lidah elektronik dengan menggunakan metode *Linear Discriminant Analysis (LDA)*?
2. Bagaimana keakurasian hasil analisis metode *Linear Discriminant Analysis (LDA)* pada klasifikasi pola rasa pada perkembangan kebasian susu sapi dan susu kambing?

1.3 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui klasifikasi perbedaan pola rasa perkembangan kebiasaan susu dengan memanfaatkan perangkat lidah elektronik dengan menggunakan metode *Linear Discriminant Analysis (LDA)*.
2. Mengetahui keakurasian hasil analisis metode *Linear Discriminant Analysis (LDA)* pada klasifikasi pola rasa perkembangan kebiasaan susu sapi dan susu kambing.

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Dapat membuat hardware dan software data logger 17 kanal pada sensor rasa yang dikombinasikan dengan sensor pH.
2. Dapat membedakan pola rasa pada susu segar dan susu basi.
3. Memberikan masukan tentang perkembangan lidah elektronik khususnya bagi peneliti dibidang sensor rasa.
4. Aplikasi dari lidah elektronik untuk tester (*Quality Control*) pada industri makanan.

1.5 Batasan Masalah

1. Sistem sensor rasa yang digunakan tidak dapat dan tidak digunakan untuk menentukan komposisi kimia dari sampel secara kuantitatif.
2. Sampel yang digunakan adalah susu sapi perah segar dan susu kambing etawa.

3. Makanan sapi dan kambing diasumsikan dari bahan makanan yang sama
4. Penelitian ini menggunakan 17 sensor yang berbasis membran lipid.
5. Pengolahan metode LDA hanya pada pembentukan model fungsi diskriminan untuk *training* data.



BAB II

KAJIAN PUSTAKA

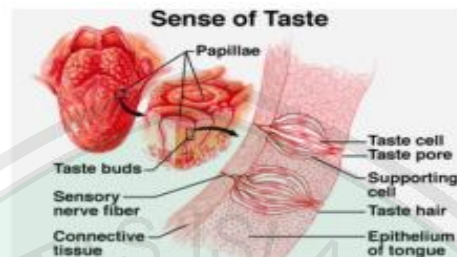
2.1 Indera Pengecap

Fungsi dari indera pengecap yaitu memungkinkan manusia memilih makanan sesuai dengan keinginannya dan mungkin juga sesuai dengan kebutuhan jaringan akan substansi nutrisi tertentu (Diah Savitri, 1997). Lidah sebagai indera pengecap mempunyai lapisan mukosa yang menutupi bagian atas lidah, dan permukaannya tidak rata karena ada tonjolan-tonjolan yang disebut dengan papilla. Pada papilla ini terdapat reseptor untuk membedakan rasa makanan (Budi, 2004).

Sensasi rasa pada pengecap timbul akibat deteksi zat kimia oleh reseptor khusus di ujung sel pengecap (*taste buds*) yang terdapat di permukaan lidah dan palatum molle (Budi, 2004). Sel reseptor pengecap adalah sel epitel yang termodifikasi dengan banyak lipatan permukaan atau mikrovili, sedikit menonjol melalui pori-pori pengecap untuk meningkatkan luas permukaan sel yang terpajang dalam mulut. Membran plasma mikrovili mengandung reseptor yang berikatan secara selektif dengan molekul zat kimia. Hanya zat kimia dalam larutan atau zat padat yang telah larut dalam air liur yang dapat berikatan dengan sel reseptor (Amerongen, 1991).

Taste buds mengandung sel reseptor kecap (*gustatoris*) yang memiliki beberapa tipe reseptor rasa. Setiap tipe ini akan mendeteksi satu jenis rasa dari 5 rasa dasar yaitu, asam, asin, manis, pahit, dan umami. Seluruh rasa ini dapat

dirasakan oleh seluruh permukaan lidah, tetapi satu jenis rasa akan lebih sensitif pada daerah tertentu (Jacewicz 2008).



Gambar 2.1 Taste Buds pada Lidah (Hermanto 2012).

Rasa merupakan bagian dari sensori yang tidak bisa dilepaskan dari cita rasa karena mempunyai peran penting dalam menentukan cita rasa makanan. Rasa ditimbulkan oleh senyawa yang larut dalam air yang berinteraksi dengan reseptor pada lidah dan indera perasa (*trigeminal*) pada rongga mulut (Cut Fatimah, 2006).

Terdapat 4 tipe rasa dasar pada lidah yaitu asam, asin, manis, dan pahit. Seluruh rasa ini dapat dirasakan oleh seluruh permukaan lidah. Rasa manis dan rasa asin dirasakan pada ujung lidah, asam pada samping lidah dan pahit pada daerah sekitar *papilla sirkunvantala*. Keempat rasa ini dikenal dengan istilah sensasi rasa primer (Don W, 2002). Selain itu, menurut Marya (2002) dalam Dhio(2014) ada rasa kelima yang telah teridentifikasi yakni umami yang dominan ditemukan pada *glutamate*.

1. Rasa Manis

Gula atau pemanis buatan tidak langsung masuk sel rasa, tetapi memicu dulu perubahan di dalam sel. Senyawa tersebut akan terikat reseptor pada permukaan sel rasa yang digandeng dengan molekul G-protein. Dinamakan G-

protein karena untuk aktivitas protein ini diatur oleh Guanin Trifosfat (Irianto, 2012). Beberapa jenis zat kimia yang menyebabkan rasa ini meliputi gula, glikol, alcohol, aldehida, keton, amida, ester, asam amino, asam sulfonat, asam halogen, dan garam organik dari timah hitam dan berilium. Hampir semua zat yang menyebabkan rasa manis merupakan zat kimia organik, satu-satunya zat anorganik yang menimbulkan rasa manis merupakan garam-garam tertentu dari timah dan beryllium (Guyton, 2009) dalam Dhio (2014).

2. Rasa Asam

Ion hidrogen dalam larutan dapat menyebabkan sensasi rasa asam. Ion ini bereaksi terhadap sel rasa dalam tiga cara yaitu, dapat masuk ke dalam sel secara langsung, memblokir kanal ionkalium pada mikrovili dan mengikat kanal bukaan mikrovili, sehingga ion-ion positif dapat masuk dalam sel rasa. Muatan positif ini akan berakumulasi dan mendorong terjadinya depolarisasi yang dapat melepaskan *neutransmitter* dan menyalurkan ke otak Irianto (2012) dalam Dhio (2014)

3. Rasa Asin

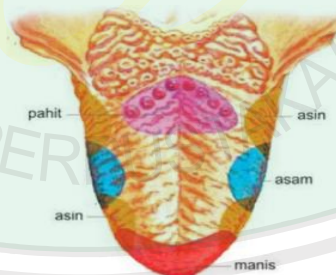
Garam dapur atau Natrium Klorida (NaCl) adalah satu contoh dari garam yang dapat menimbulkan sensasi rasa asin. Ion natrium masuk melalui kanal ion mikrovili bagian apical, atau lewat kanal pada basolateral (sisi) sel rasa, hal inilah yang akan membangun sel rasa tersebut (Irianto, 2012). Kualitas rasa asin sedikit berbeda dari satu garam dengan garam lainnya karena beberapa jenis garam juga mengeluarkan rasa lain di samping rasa asin Guyton (2009) dalam Dhio (2014).

4. Rasa Pahit

Seperti rasa manis, rasa pahit tidak disebabkan suatu jenis agen kimia. Pembagian kelas zat yang sering menyebabkan rasa pahit adalah zat organik rantai panjang yang berisi nitrogen dan alkaloid yang terdiri dari banyak obat yang digunakan dalam kedokteran seperti kuinin, kafein, strikmin, dan nikotin (Irianto 2012 dalam Dhio 2014).

5. Rasa Umami

Umami berasal dari bahasa Jepang yang berarti “*Meaty*” atau “*Savory*” (enak, sedap lezat). Rasa umami ditimbulkan oleh glutamat, yaitu asam amino yang banyak terdapat pada protein daging dan ikan. Zat ini bereaksi melalui G-protein bersama reseptor atau *second messenger*. Namun, belum diketahui tahapan antara *second messenger* dan pelepasan neurotransmitter (Irianto, 2012) dalam Dhio (2014).



Gambar 2.2 Letak Reseptor Rasa pada Lidah (Jacob, 2010).

2.2 Susu

Susu merupakan cairan yang berasal dari kelenjar susu yang diperoleh dengan cara pemerahan selama masa laktasi tanpa adanya penambahan atau pengurangan komponen apapun pada cairan tersebut. Susu secara kimiawi tersusun atas dua komponen utama, yaitu air yang berjumlah sekitar 87% dan

bahan padat yang berjumlah sekitar 13%. Di dalam bahan padat terdapat berbagai senyawa kimiapada susu, baik yang tergolong senyawa zat gizi makro (makronutrien) seperti lemak, protein dan karbohidrat, maupun senyawa zat gizi miro (mikro nutrien) seperti vitamin dan mineral serta beberapa senyawa lainnya (Muhamad, 2002).Allah SWT telahmenyebutkansusu dalam al-Quran, Allah berfirmandalam surat an-Nahl (16) 66:

﴿فَمِنْ ذَلِكَ يُدْرِكُ الْبَاطِنَ مِنْهُ لِيُرِيَكُمْ مِنْ ذَاتِ الْأَبْوَابِ مُخْرَجًا يُخْرِجُ الْسَائِبَ وَالسُّبْحَ إِذْ يَخْرُجُونَ فِي الْأَضْحَارِ ثُمَّ تَحَفُّوا حَوْلَهُ بِاللَّيْلِ وَالنَّهَارِ يَلْبِسُونَ كُمُومًا مِّنْ عَنَابِدٍ مَّقْشُورَةٍ صَوَّافٍ يُسَالِفُونَ مَتَرًا مَّوْجًا وَبِحَبْلٍ غَاسِقٍ يُدْرِكُ السَّمَاءَ أَنزَالًا لَّا يَأْتِيهِ الْمَوْتُ إِذْ يَمُوتُ فَإِذَا هُوَ آخِرَ بَازٍ جَاءَ فِي سَحَابٍ مِّثْقَالِ ذَرَّةٍ لَّا يَصِلُهُ مِنَ الْأَرْضِ الْغَيْمُ وَالْغَيْمُ أَجْمَعُونَ﴾

“Dan sesungguhnya pada binatang ternak itu benar-benar terdapat pelajaran bagi kamu. Kami memberimu minum dari pada apa yang berada dalam perutnya (berupa) susu yang bersih antara tahi dan darah, yang mudah ditelan bagi orang-orang yang meminumnya”(QS.an-Nahl (16): 66).

Kata “مِنْ بَيْنِ فَرْثٍ وَدَمٍ لَبَّأً خَالِصًا” “Berupa susu yang bersih antara tahi dan darah” maksudnya, warna putihnya, juga rasanya, dan manisnya benar-benar bersih, yang berada di antara kotoran (tahi) dan darah dalam perut binatang. Makanan yang dicerna diproses dilambung sehingga bagian bawahnya kotoran, bagian tengahnya susu dan bagian atasnya darah. Darah mengalir keseluruh urat, dan susu menuju ke kelenjar air susu, sedangkan urin ke kandung kemih, dan kotoran ke rektum. Masing-masing dari semuanya itu tidak ada yang saling mengkontaminasi satu dengan yang lainnya, tidak juga bercampur setelah keterpisahannya, serta tidak berubah (Qurtubi, 2008).

Rasulullah SAW bersabda:

عَنْ سَعِيدِ بْنِ الْمُسَيَّبِ عَنْ أَبِي هُرَيْرَةَ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ قَالَ : أُتِيَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ لَيْلَةَ أُسْرِي بِهِ بِقَدَحِ لَبَنٍ وَقَدَحِ خَمْرٍ .

Dari hadist Abu Hurairah RA berkata bahwa Rasulullah SAW dalam Isro', sebelum beliau dipersilahkan naik kelangit, disuguhkan oleh Malaikat Jibril 2 macam minuman, yaitu, air susu dan khamr. Beliau memilih susu (Ibnu Hajar, 2008).

Susu segar adalah susu hasil pemerahan yang tidak dikurangi atau ditambahkan bahan apapun dari pemerahan susu sapi yang sehat. Kriteria untuk air susu sapi yang baik harus memenuhi hal-hal berikut ini : (i) bebas dari bakteri patogen, (ii) bebas dari zat-zat berbahaya ataupun toksin seperti insektisida, (iii) tidak tercemar oleh debu dan kotoran, (iv) zat gizi tidak menyimpang dari codex air susu, dan (v) memiliki cita rasa normal (Resnawati, 2010).

Susu merupakan bahan pangan yang bernilai gizi tinggi yang dikenal sebagai bahan yang tidak tahan lama dan mudah rusak (*perishable food*), hal ini disebabkan karena susu mempunyai kandungan air yang tinggi, pH yang mendekati normal dan kandungan nutrisinya yang tinggi (Ekawasti, 2006).

Susu dinyatakan steril apabila masih berada di dalam kelenjar susu. Namun, apabila sudah terkena udara, susu sudah tidak bisa dijamin kesterilannya. Adapun syarat susu yang baik atau susu segar meliputi banyak faktor, seperti warna, rasa, bau, berat jenis, kekentalan, titik beku, titik didih, dan tingkat keasaman (Yulias, 2009):

a. Warna

Warna susu bergantung pada beberapa faktor seperti jenis ternak dan pakannya. Warna susu normal biasanya berkisar dari putih kebiruan hingga kuning keemasan. Warna putihnya merupakan hasil dispersi cahaya dari butiran-butiran lemak, protein, dan mineral yang ada di dalam susu. Lemak dan beta karoten yang larut menciptakan warna kuning, sedangkan apabila kandungan lemak dalam susu diambil, warna biru akan muncul (Yulias, 2009).

b. Bau dan Rasa

Air susu yang masih segar dan murni memiliki bau yang khas. Bau yang asam menunjukkan bahwa air susu sudah basi, terlalu lama disimpan. Air susu yang berbau busuk menunjukkan bahwa air susu sudah rusak (Agraris, 1993). Susu terasa sedikit manis dan asin (gurih) yang disebabkan adanya kandungan gula laktosa dan garam mineral di dalam susu. Rasa susu sendiri mudah sekali berubah bila terkena benda-benda tertentu, misalnya makanan ternak penghasil susu, kerja enzim dalam tubuh ternak, bahkan wadah tempat menampung susu yang dihasilkan nantinya. Bau susu umumnya sedap, namun juga sangat mudah berubah bila terkena faktor di atas (Yulias, 2009).

c. Titik Beku dan Titik Didih

Titik Beku susu di Indonesia adalah $-0,520^{\circ}\text{C}$, sedangkan titik didihnya adalah $100,16^{\circ}\text{C}$. Titik didih dan titik beku ini akan mengalami perubahan apabila dilakukan pemalsuan susu dengan penambahan air yang terlalu banyak karena titik didih dan titik beku air yang berbeda (Mutya, 2007). Pada codex susu

dicantumkan bahwa titik beku susu adalah $-0,5^{\circ}\text{C}$. Titik beku air adalah 0°C . Apabila terdapat pemalsuan susu dengan penambahan air, dengan mudah dapat dilakukan pengujian dengan uji penentuan titik beku karena campuran air pada susu akan memperlihatkan titik beku yang besar dari air dan lebih kecil dari susu (Saleh, 2004). Pada susu titik didih berkisar $100,54^{\circ}\text{C}$, uji ini untuk menentukan susu masih dalam keadaan baik atau tidak. Susu yang baik dalam uji didih tidak terjadi gumpalan, sehingga uji didih negatif (Mulyani, 2003).

d. Derajat Keasaman

Susu segar mempunyai sifat amfoter, artinya dapat berada di antara sifat asam dan sifat basa. Secara alami pH susu segar berkisar 6,5–6,7. Bila pH susu lebih rendah dari 6,5 berarti terdapat kolostrum ataupun aktivitas bakteri (Mutya, 2007). Tingkat keasaman susu dapat menurun yang berarti menurun pula kualitasnya akibat aktifitas bakteri dalam memanfaatkan laktosa menjadi asam laktat. Untuk itu susu dapat diberi perlakuan untuk mempertahankan kualitasnya seperti dengan melakukan pendinginan, pasteurisasi, kombinasi pemanasan dan pendinginan yang bertujuan untuk menghambat pertumbuhan atau membunuh bakteri tersebut (Dasuki, et al., 1981).

Kandungan bahan pada susu merupakan bahan-bahan yang diperlukan bakteri untuk hidup seperti protein, mineral, karbohidrat, lemak, dan vitamin dan apabila telah tercemar oleh bakteri maka secara otomatis susunan serta keadaan susu tersebut dapat berubah (Saleh, 2004). Bakteri penyebab meningkatnya keasaman susu bisa berasal dari sapi penderita mastitis, serta susu tercemar bakteri setelah pemerahan atau bakteri normal yang mampu memfermentasi

laktosa menjadi asam laktat (Ressang dan Nasution, 1982). Berdasarkan jumlah bakteri dalam air susu, kualitas susu di negara-negara barat dan negara-negara maju lainnya digolongkan menjadi 3 macam, yaitu (Hadiwiyoto, 1994):

1. Susu dengan kualitas baik atau kualitas A (No. 1); jumlah bakteri yang terdapat dalam susu segar tidak lebih dari 10.000/ml. Bakteri-bakteri koliform tidak lebih dari 10/ml.
2. Susu Kualitas B (No. 2); jika jumlah bakterinya antara 100.000- 1.000.000/ml dan jumlah bakteri koliform tidak lebih dari 10/ml.
3. Susu dengan kualitas C (No. 3); jelek jika jumlah bakterinya lebih dari 1.000.000/ml.

Penelitian Dian (2013) tentang uji kualitas susu pada suhu ruang ($25\pm 2^{\circ}\text{C}$) menentukan apakah susu masih dalam keadaan yang layak konsumsi (normal) atau susu dalam keadaan tidak normal (basi). Pengujian meliputi uji pH, bau dan total mikroba terhitung diamati tiap jamnya selama 8 jam. Dari semua uji kualitas susu yang telah dilakukan pada suhu ruang, diperoleh hasil bahwa susuberada pada kondisi segar saat 2 jam pertama, berada pada kondisi masih segar selama 2-4 jam, dan berada pada kondisi tidak segar setelah terpapar suhu ruang lebih dari 4 jam. Susu basi setelah 4 jam dibuktikan dengan nilai pH yang semakin menurun, tingkat bau dan jumlah mikroba yang semakin meningkat terhadap waktu.

2.3 Elektrokimia

2.3.1 Prinsip Dasar Analisis Elektrokimia

Analisis elektrokimia merupakan metode analisis kuantitatif atau kualitatif yang didasarkan pada sifat-sifat kelistrikan suatu larutan zat yang dianalisis

(cuplikan) di dalam suatu sel elektrokimia. Di dalam sel elektrokimia dapat dipelajari hubungan-hubungan antara konsentrasi dengan potensial (potensiometri), konsentrasi dengan daya hantar listrik (konduktometri), konsentrasi dengan jumlah muatan listrik (koulometri), konsentrasi dengan potensial dan arus listrik (polarografi dan voltametri) (Hendayana, dkk., 1994).

Menurut Khopkar (1990), menyatakan bahwa reaksi oksidasi dan reduksi merupakan konsep dasar reaksi yang terjadi dalam elektrokimia. Adanya elektron yang berpindah dari satu spesi atom ke spesi atom yang lain atau pelepasan elektron (oksidasi) dan penangkapan elektron (reduksi) berarti ada elektron yang mengalir. Adanya aliran elektron merupakan indikasi terjadinya arus listrik. Serah terima elektron mengakibatkan terjadinya perubahan muatan atom-atom yang berikatan atau spesi kimia yang terlibat. Perubahan muatan tersebut yang selanjutnya disebut peristiwa oksidasi dan reduksi atau dikenal sebagai reaksi redoks yang dapat memberikan informasi mengenai konsentrasi, kinetika, mekanisme reaksi, dan aktifitas dari spesi dalam larutan.

2.3.2 Elektroda

Pada elektrokimia terdapat 4 parameter yang dapat diukur, yaitu potensial (E), arus (I), muatan (Q), dan waktu (t). Elektroda yang digunakan dalam teknik elektrokimia terdiri dari tiga elektroda, yaitu elektroda kerja (WE), elektroda pembanding (RE), dan elektroda kounter/*auxiliary electrode* (CE), (Siswoyo, et al., 2000).

a. Elektroda Kerja (WE)

Elektroda kerja merupakan elektroda tempat reaksi yang diinginkan terjadi (Underwood, 1986). Karakteristik yang ideal dari elektroda kerja adalah memiliki daerah potensial yang lebar, hambatan kecil, dan permukaan yang reproduksibel. Daerah potensial dari masing-masing elektroda tergantung pada bahan elektroda dan komposisi dari elektrolit. Daerah potensial dapat disesuaikan dengan elektroda dan larutan elektrolit yang digunakan (Fifield and Haines, 1995). Elektroda kerja digunakan untuk menunjukkan secara tidak langsung jika elektroda ini merespon beberapa $\frac{1}{2}$ reaksi spesifik (Reiger, 1994).

b. Elektroda Pembanding

Elektroda pembanding merupakan elektroda yang mempunyai potensial elektrokimia konstan selama tidak ada arus yang mengalir dan sama sekali tidak peka terhadap komposisi larutan yang akan diselidiki. Elektroda pembanding digunakan untuk mengukur potensial pada elektroda kerja. Pasangan elektroda pembanding adalah elektroda kerja. Potensial yang akan diukur bergantung pada konsentrasi zat yang akan diselidiki (Hendayana, dkk, 1994). Pemilihan elektroda pembanding harus memperhatikan beberapa faktor yaitu (Sawyer, et al., 1995):

- Elektroda pembanding harus reversibel dan sesuai dengan persamaan Nerst.

$$E_c = E_0 + \left(\frac{RT}{nF}\right) \ln\left(\frac{[Ox]}{[Rd]}\right) \quad (2.1)$$

- Tegangannya harus konstan setiap waktu.

- Potensialnya harus kembali ke nilai dasar setelah arus kecil dilewatkan melalui elektroda.

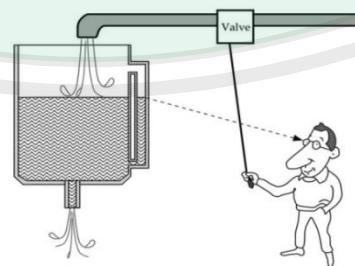
2.4 Sensor

Sensor sering didefinisikan sebagai "perangkat yang menerima dan menanggapi sinyal atau stimulus. Tujuan dari sensor adalah untuk menanggapi beberapa jenis besaran fisik masukan (stimulus) dan mengubahnya menjadi sinyal listrik yang tepat dengan rangkaian elektronik. Kita dapat mengatakan bahwa sensor adalah penerjemah nilai besaran non-listrik ke nilai besaran listrik. Ketika kita mengatakan "listrik", sebenarnya yang dimaksud adalah "sinyal", yang dapat disalurkan, diperkuat, dan dimodifikasi oleh perangkat elektronik. Sinyal keluaran sensor dapat berupa tegangan, arus, atau muatan listrik. Oleh karena itu, sensor memiliki Sifat masukan (apapun) dan sifat keluaran listrik (Fraden, 2010).

Istilah sensor seharusnya dibedakan dengan istilah transduser. Sensor adalah pengonversi semua tipe energi menjadi energi lain, pengonversi semua tipe energi ke dalam bentuk energi listrik. Sebagai contoh dari transduser adalah loudspeaker, yang mengonversi sinyal listrik menjadi variabel medan magnet setelah itu mengubahnya ke dalam bentuk gelombang akustik. Pada hal tersebut transduser tidak terjadi peristiwa sensing. Transduser mungkin digunakan sebagai aktuator dalam berbagai sistem. Sebuah aktuator mungkin dideskripsikan sebagai lawan dari sensor, aktuator mengonversi sinyal listrik menjadi bentuk energi non listrik. Sebagai contoh, motor listrik adalah

aktuator yang mengonversi energi listrik menjadi energi mekanik aksi. Contoh lain adalah aktuator pneumatik yang di kendalikan oleh sinyal listrik(Fraden, 2010).

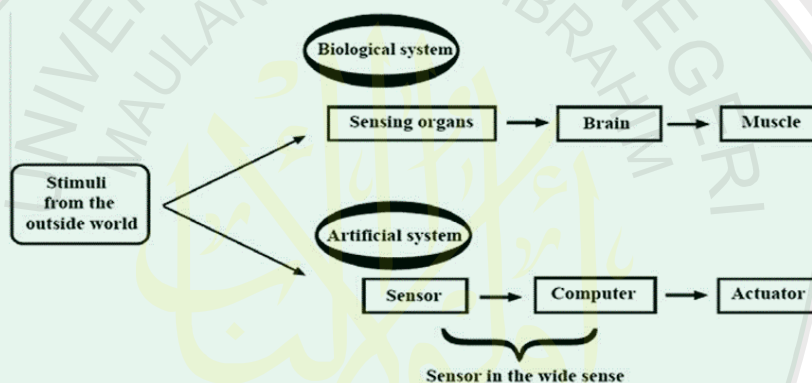
Tranduser mungkin menjadi bagian dari sensor yang kompleks. Sebagai contoh, sebuah sensor kimia (*chemical sensor*) mungkin mempunyai beberapa bagian, yang mengonversi energi dari reaksi kimia ke energi panas (tranduser) dan bagian lain adalah sebuah thermopile yang mengonversi energi panas menjadi sinyal listrik. Kombinasi dari keduanya akan menjadi sensor kimia, sebuah alat yang dapat memproduksi sinyal listrik dalam merespon bahan kimia. Sensor kimia adalah sebuah sensor yang kompleks, terdiri atas tranduser non elektrik dan sensor suhu sederhana (*direct sensor*) yang mengonversi suhu ke energi listrik. Hal ini mengesankan bahwa banyak sensor memasukkan kurang lebih satu direct sensor dan beberapa tranduser. Direct sensor adalah sensor yang mempergunakan efek fisik untuk mengonversi bentuk energi lain ke energi listrik secara langsung(Fraden, 2010).



Gambar 2.3 Sistem kontrol level sederhana, dengan mata seseorang sebagai sensor(Fraden, 2010).

Kemampuan lima organ indera telinga, mata, kulit, hidung dan lidah memiliki sifat dan fungsi yang dapat divisualisasikan dalam sensor seperti

penglihatan, pendengaran, sentuhan, bau dan rasa. Kita sering menggunakan istilah alat bantu dengan kombinasi data prosesi dan bagian reseptor (sensor) dan ini termasuk dalam pengembangan teknologi komputer. Jadi, peran sensor memberikan peran penting dalam informasi pengelolaan perolehan data ini adalah bentuk kemajuan dari alat cerdas dari perkembangan sensor yang meliputi bau dan rasa, dimana masing-masing digambarkan sebagai paran indera pencium dan perasa (Ghasemi, 2010).



Gambar 2.4 Skema penginderaan pada manusia (Ghasemi, 2010).

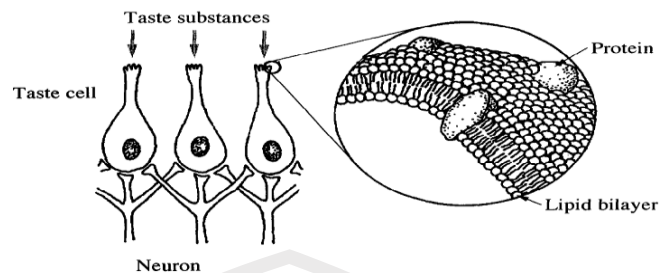
2.5 Membran Lipid pada Sensor

Membran dapat didefinisikan sebagai lapisan pemisah dua fasa dan mengatur perpindahan masa dari kedua fasa yang terpisah. Membran adalah bahan yang dapat memisahkan dua komponen dengan cara spesifik, yaitu dengan menahan atau melewatkan salah satu komponen lebih cepat dari komponen lainnya. Membran dapat dibuat dengan menggunakan beberapa, metode antara lain pelelehan, pengepresan, *tracketching*, dan pembalikan fase (Gea, 2005).

Lipid yang bersifat polar berikatan dengan molekul protein. Sedangkan bagian non polar berada dibagian dalam bersama dengan cairan yang terdapat di

lapisan tengah. Adanya lapisan protein di bagian luar menjadikan membran sel bersifat hidrofil, artinya molekul air dapat dengan mudah menempel pada membran (Pudjadi, 1990). Pada semua membran bagian lipid yang bersifat hidrofilik akan terikat pada molekul-molekul air dan berada pada permukaan kedua sisi membran, sedangkan bagian asam lemak akan terdorong ke bagian internal dari membran (Lakitan, 1993).

Membran lipid memainkan peranan yang sangat penting dalam mendeteksi rasa pada sebuah sensor rasa. Pada permukaan setiap sensor direkatkan membran lipid artifisial yang berfungsi mirip seperti lidah manusia. Karakteristik dari masing-masing sensor dirancang berbeda satu sama lain. Ketika sensor-sensor tersebut menyerap rasa, terjadi perubahan potensial pada membran lipid artifisial yang mekanismenya mirip seperti lidah manusia. Selanjutnya, luaran larik sensor tersebut kemudian diproses oleh perangkat lunak pengenalan pola untuk mengevaluasi rasa secara obyektif (Hayashi, 2008). Komponen utama penyusun membran adalah lipid/polimer sebagai zat aditif lipofilik, dioktil ftalat (DOP) sebagai *plasticizer*, polivinil klorida (PVC) sebagai matriks pendukung, dan THF. Setiap bahan mempunyai peranan masing-masing dalam membran. Lipid mempunyai fungsi yang sama dengan lipid pada membran biologi yaitu menyaring ion-ion yang melewati membran (penentu selektivitas). *Plasticizer* sebagai pelarut membran agar lebih lentur (Mulder, 1996; Thomas, 1986; Attiyat, dkk., 1988 dalam Kadidae, 2000).

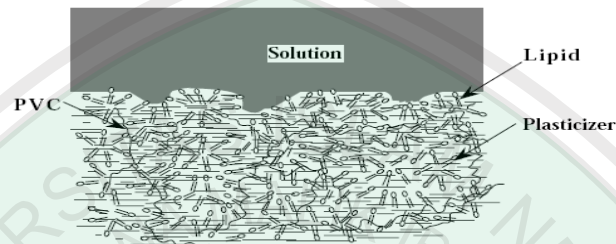


Gambar 2.5 Proses Rasa Pada Sistem Biologi (Toko, 1996).

Pada sistem biologis, zat rasa diterima oleh membran biologis dari sel gustatori pada lidah. Informasi pada substansi rasa kemudian ditransduksi kedalam bentuk sinyal elektrik, yang ditransmisikan sepanjang serat saraf pada otak (Toko, 1996). 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. Selektivitas sebuah membran didefinisikan sebagai kemampuan membran dalam merespon ion tertentu. Membran yang digunakan merupakan membran bermuatan listrik sehingga respon terhadap ion tertentu sampel. Membran akan respon terhadap ion sampel yang berlawanan dengan muatan membran (Bagas, 2013).

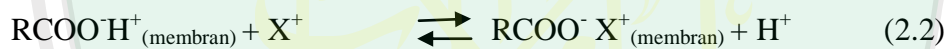
Adanya gugus karboksil pada kedudukan tertentu dalam struktur polimer membran polimer cair dengan matriks PVC, menyebabkan membran mempunyai muatan tetap negatif. Senyawa asam oleat mempunyai sifat nonpolar pada salah satu ujungnya (alkena) dan polar pada ujung lainnya (karboksil). Hal ini

menyebabkan orientasi dari kedua gugus tersebut pada permukaan membran menjadi berbeda ketika dihubungkan dengan larutan sampel. Ujung yang polar berorientasi ke arah sistem *aqueous*, dan ujung yang nonpolar ke pusat membran, seperti tampak pada gambar 2.5 di bawah ini (Toko, 1996).

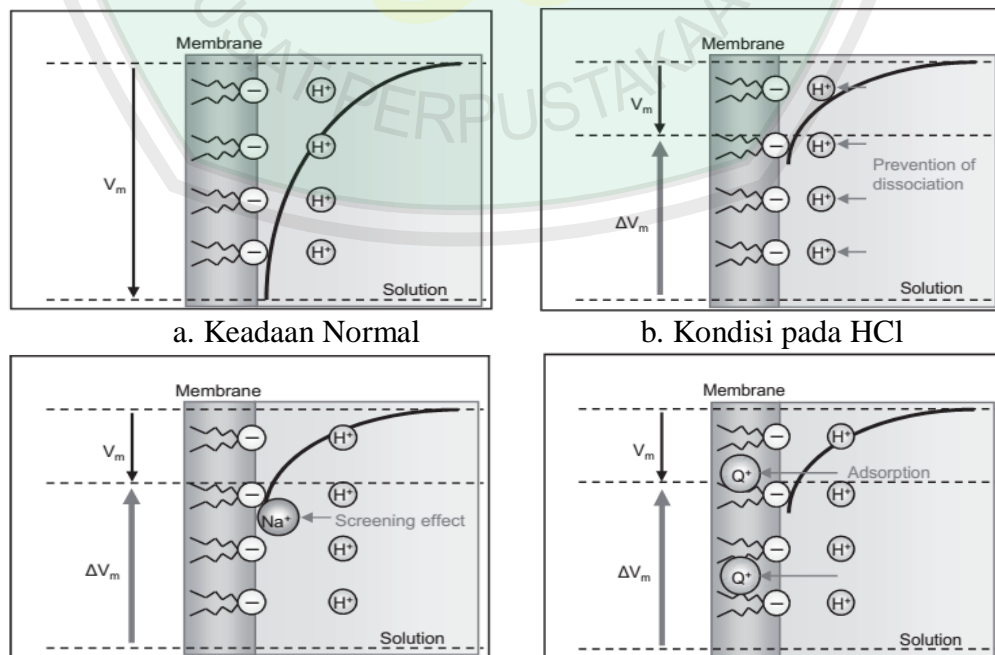


Gambar 2.6 Model Membran Lipid (Toko, 1996).

Apabila membran dicelupkan dalam larutan yang mengandung kation X^+ , akan terjadi proses pertukaran ion seperti persamaan (2.2) berikut (Evans, 1991):



RCO_2^- disebut material aktif membran, karena material ini yang berikatan dengan ion sampel.



c. Kondisi pada NaCl

d. Kondisi pada Kuinin

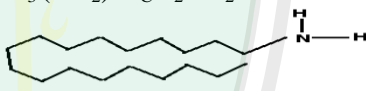
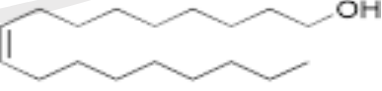
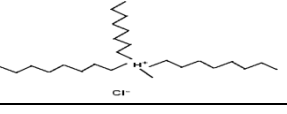
Gambar 2.7 Mekanisme Respon Membran Negatif (Toko, 2013).

Ketika membran dicelupkan pada larutan air, ada muatan listrik pada layar ganda yang dibentuk oleh disosiasi kelompok asam pada molekul lipid. Hal ini menyebabkan adanya perubahan pada potensial membran dan permukaan membran menjadi negatif (Gambar a). Respon dari permukaan membran negatif pada bahan asam. HCl dapat dilihat pada (Gambar b) hasil sesuai dengan hasil teori yang menunjukkan bahwa bahan asam dapat menyebabkan perubahan positif pada potensial membran dengan mencegah disosiasi pada lipid sensor rasa dengan molekul membran lipid. Respon dari membran NaCl (Gambar c) juga menunjukkan kesesuaian hasil yang baik dengan teori, bahwa zat asin menyebabkan perubahan pada potensial membran dengan mempengaruhi listrik pada lapisan ganda permukaan sensor, yaitu terjadi efek *screening*. Hasil percobaan pada kina membuktikan bahwa bahan pahit menyebabkan perubahan pada potensial membran dengan menembus ke dalam membran dan kemudian diserap oleh bagian hidrofobik dari molekul lipid (Gambar d). Mengenai mekanisme respon terhadap zat umami, menegaskan bahwa respon sensor untuk monosodium glutamat (MSG) tidak sesuai dengan hasil teoritis, mekanisme respon menunjukkan hasil yang berbeda dengan NaCl dan HCl. MSG memiliki interaksi hidrofobik yang lemah dengan membran lipid yang dapat dengan mudah

diserap dari membran dengan membilasnya dengan air. MSG berinteraksi dengan lipid bermuatan negatif menggunakan gugus amino bermuatan positif, sedangkan kelompok karboksil bermuatan negatif membuat potensi membran lebih negatif (Toko 2013).

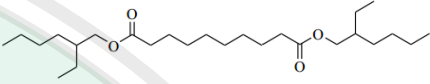
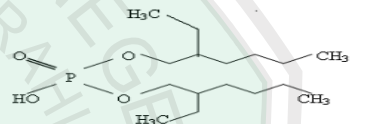
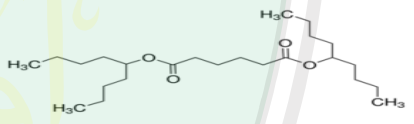

Jenis- jenis Lipid dan *Plasticizer* yang digunakan pada sensor rasa adalah (<http://pubchem.ncbi.nih.gov>):

Tabel 2.1 Membran Lipid

Jenis Lipid	Sifat Fisik	Rumus dan Berat Molekulf	Struktur Kimia
1. <i>Octadecylamine</i>	berbentuk putih padat, tidak dapat larut dalam air, memiliki densitas lebih kecil dari air sehingga mengapung di air.	$C_{18}H_{39}N$ 289.9479g/mol	$(CH_3(CH_2)_{16}CH_2NH_2)$ 
2. <i>Oleyl Alcohol</i>	berbentuk cair, berwarna kuning muda, kental pada suhu kamar	$C_{18}H_{36}O$ 268.47784g/mol	$CH_3(CH_2)_7CH=CH(CH_2)_7CH_2OH$ 
3. <i>Methyltrioctyl Ammonium Chloride</i>	berbentuk cairan	$C_{25}H_{54}ClN$ 404.15596g/mol	
4. <i>Oleyc Acid</i>	Cairan berwarna kuning agak muda dengan bau	$C_{18}H_{34}O_2$ 282.46136g/mol	$CH_3(CH_2)_7CH=CH(CH_2)_7COOH$

	ringan dan mengapung di air		
--	-----------------------------	--	--

Tabel 2.2 *Plasticizer*

Plasticizer	Bentuk Fisik	Rumus dan Berat Molekul	Struktur kimia
<i>Bis (2-Ethylhexyl) sebacate</i>	larutan warna kuning pucat dengan bau segar dan tidak dapat larut dalam air.	$C_{26}H_{50}O_4$ 426.6728 g/mol	
<i>Bis (2-Ethylhexyl) Phosphate</i>	berbentuk cairan tidak berwarna sampai berwarna kuning terang, tidak berbau dan terapung dalam air.	$C_{16}H_{35}O_4P$ 322.42 g/mol	
<i>Bis (1-Butylpentyl) Adipate</i>	-	$C_{24}H_{46}O_4$ 398.61964 g/mol	
2-NPOE	berbentuk larutan berwarna kuning bening	$C_{14}H_{21}NO_3$ 251.32144 g/mol	

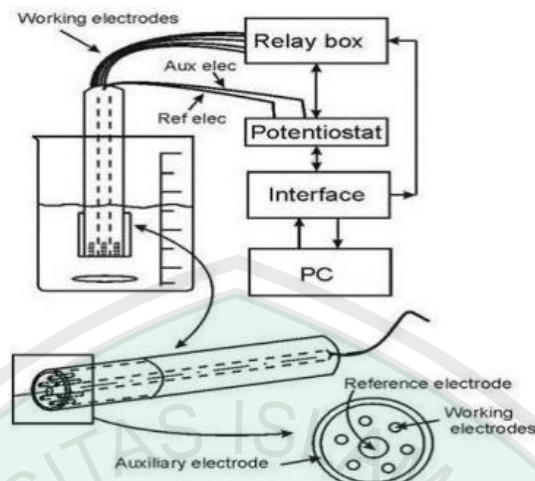
2.6 Lidah Elektronik

Lidah elektronik atau e-lidah adalah perangkat analisis yang digunakan untuk menganalisa sampel cair. Prinsip ini didasarkan pada prinsip-prinsip sistem sensorik biologis yang terdiri dari *array* sensor kimia potensiometrik selektif lemah dengan kekhususan parsial untuk komponen larutan yang berbeda dan menggunakan pengenalan pola yang tepat dari larutan (Vlasov *et al.*, 2002).

Nama lidah elektronik berarti berarti suatu *array* sensor yang dimasukkan ke dalam cairan, untuk mengidentifikasi perbedaan karakteristik fisika kimia

sebagai contoh rasa. Karena pada dasarnya pentingnya sistem sensor yang dikembangkan secara *portable* dan *compact* sehingga memungkinkan pengukuran dengan sensor dapat mencegah campur tangan manusia untuk memberikan campuran bahan kimia lain (Aneke, 2010).

Lidah elektronik terdiri dari komponen *hardware* dan perangkat lunak. *Hardware* digunakan untuk mengukur kapasitans pada unit-unit sensor dan perangkat lunak untuk mengontrol akuisisi data, melakukan perhitungan dan analisa sinyal elektrik. Komponen *hardware* utama yaitu: sinyal generator, sinyal amplofire, data akuisisi. Sensor lidah dikembangkan oleh Cabral dan *hardware* yang disusun dapat mengatasi lebih dari delapan *array* unit sensor, komponen perangkat lunak menangani sinyal elektrik dan memberikan nilai kapasitas yang disimpan ke dalam file menggunakan format yang sudah didefinisikan. *Interface software* yang mendefinisikan pengguna file: nama file untuk menyimpan data dari setiap *array*, substansi yang akan dianalisa, unit sensor yang digunakan sebagai pengukuran, frekuensi, perangkat lunak mengindikasikan unit dimana akuisisi data dilakukan atau ketika suatu percobaan dimulai untuk setiap *array* yang digunakan (Aneke, 2010).



Gambar2.8 Gambar Alat Lidah Elektronik(Rushi Panchal, 2010).

2.7 NI LabVIEW

LabVIEW adalah singkatan dari *Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench*. LabVIEW adalah *software* grafis yang sangat baik untuk akuisisi sinyal, analisis pengukuran, dan penyajian data, memberikan fleksibilitas bahasa pemrograman tanpa kompleksitas alat pengembangan tradisional. Sejak tahun 1986, ketika National Instruments LabVIEW diperkenalkan untuk Macintosh, LabVIEW dengan cepat dan konsisten menarik para insinyur dan ilmuwan dan menggunakan LabVIEW untuk penelitiannya, bahasa pemrograman yang kuat untuk digunakan dalam pengujian, kontrol dan aplikasi desain(Sumathi, 2007).

LabVIEW menggunakan bahasa pemrograman grafis,yang menggunakan ikon dan tidak menggunakan baris teks untuk membuat aplikasi. Berbeda dengan pemrograman berbasis script, dimana instruksi menentukan pelaksanaan program, LabVIEW menggunakan pemrograman aliran data, dimana aliran data menentukan eksekusi(National Instruments, 2001).



Gambar 2.9 NI LabVIEW(National Instruments, 2001).

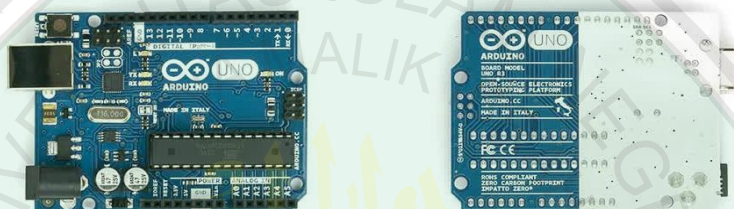
Salah satu manfaat dari LabVIEW adalah dukungan yang luas untuk mengakses *hardware* instrumentasi. *Driver* dan lapisan abstraksi untuk berbagai jenis instrumen dan *bus* tersedia untuk dimasukkan. Ini menampilkan diri sebagai *node* grafis. Lapisan abstraksi menawarkan *interface* perangkat lunak standar untuk berkomunikasi dengan perangkat keras. *Driverinterface* yang disediakan dapat menghemat waktu pengembangan program. Dengan *launchingnya* penjualan National Instrument, bahkan orang-orang dengan keterbatasan pengalaman *coding* dapat menulis program dan menyebarkan solusi uji dalam kerangka waktu yang lebih singkat bila dibandingkan dengan sistem yang lebih konvensional atau sistem yang bersaing(Halvorsen, 2014).

2.8 Arduino

Arduino dari dua bagian utama yaitu *Arduino Board*, yang merupakan *hardware* yang digunakan untuk menjalankan project yang telah dibangun, dan *Arduino IDE*, adalah *software* yang dapat dijalankan di PC. *Arduino IDE* digunakan untuk membuat "*sketch*"(sebuah program kecil komputer) yang dapat diunggah ke Board Arduino. "*Sketch*" yang telah dibuat akan mengendalikan kerja board Arduino(Banzi, 2009).

2.8.1 Hardware Arduino

Board arduino adalah board mikrokontroler kecil yang mempunyai kemampuan komputer dalam chip kecil(mikrokontroler). Chip ini sekitar 1000 kali lebih hebat dari Macbook, tapi Arduino mempunyai harga yang jauh lebih murah dan sangat bermanfaat untuk membangun perangkat yang menarik(Banzi, 2009).



Gambar 2.10 Arduino Uno R3(<http://www.arduino.cc>).

Pada gambar di atas terlihat chip hitam dengan 28 kaki, chip tersebut adalah IC Mikrokontroler 328, jantung dari board Arduino Uno. Tim Arduino telah menempatkan komponen-komponen yang dibutuhkan oleh mikrokontroler untuk bekerja dengan baik dan dapat berkomunikasi dengan PC(Banzi, 2009).

2.8.2 Software Arduino (Arduino IDE)

Arduino IDE adalah singkatan dari (*Integrated Development Environment*) merupakan program spesial yang bekerja di PC yang dapat membantu pengguna Board Arduino untuk menulis “Sketch” untuk Board Arduino dalam model bahasa yang sederhana menurut *Processing language* (www.processing.org). Keajaiban terjadi ketika tombol *Upload* ditekan, *code* yang telah ditulis diterjemahkan ke dalam bahasa C (yang pada umumnya sangat susah untuk pemula untuk

melakukannya), dan akan melewati avr-gcc compiler dan pada akhirnya akan menjadi bahasa yang dapat dimengerti oleh mikrokontroler (Banzi, 2009).

2.8.3 Arduino UNO

Arduino UNO adalah board berbasis mikrokontroler pada ATmega328. Board ini memiliki 14 digital input/output pin (dimana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack listrik tombol reset. Pin-pin ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, hanya terhubung ke komputer dengan kabel USB atau sumber tegangan bisa didapat dari adaptor AC-DC atau baterai untuk menggunakannya(arduino.cc).



Gambar 2.11 Board Arduino Uno (Simanjuntak, 2012)

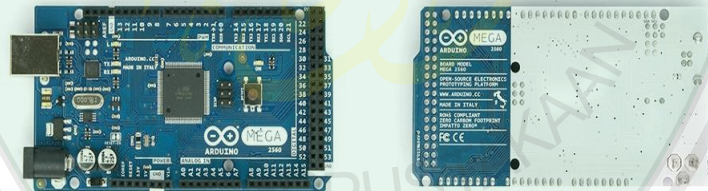
Tabel 2.3 Spesifikasi Arduino Uno(<http://www.arduino.cc>).

Microcontroller	Atmega328P
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
PWM Digital I/O Pins	6
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	20 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB of which 0.5 KB used by

	bootloader
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Clock Speed	16 Hz

2.8.4 Arduino Mega 2560

Arduino mega 2560 adalah papan mikrokontroler berdasarkan ATmega2560 data sheet. Arduino mega 2560 memiliki 54 digital pin input/ output (15 dapat digunakan sebagai output PWM), 16 input analog, 4 UART (*hardware port serial*), 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, header ICSP, dan tombol reset. Arduino mega 2560 berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, hanya menghubungkannya ke komputer dengan kabel USB atau memberikan daya dengan adaptor AC-DC atau baterai untuk memulai (arduino.cc).



Gambar 2.12 Arduino Mega 2560 (www.arduino.cc).

Tabel 2.4 Spesifikasi Arduino Mega 2560(<http://www.arduino.cc>):

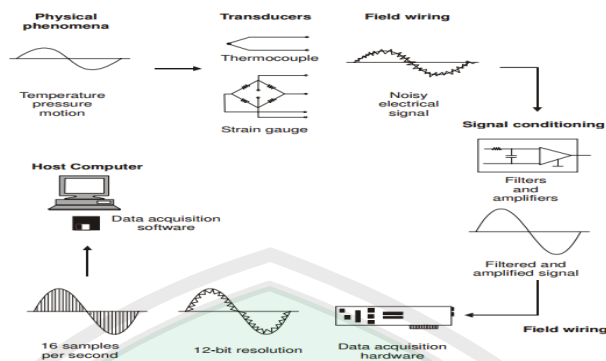
Microcontroller	ATmega2560
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	54 (of which 15 provide PWM output)
Analog Input Pins	16
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	256 KB of which 8 KB used by bootloader

SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 Hz

2.9 Akuisisi Data

Akuisisi data adalah langkah pertama untuk analisis data. Sensor mengumpulkan data dan mengubahnya menjadi pola sinyal listrik yang lebih cocok untuk analisis komputer. Outputnya adalah vektor pola, di ruang pola. Pola vektor dilewatkan ke tahap kedua yaitu ekstraksi fitur. Ekstraksi fitur adalah penggunaan satu atau lebih transformasi fitur masukan untuk menghasilkan fitur penting baru. Ekstraksi fitur dapat dianggap sebagai proses reduksi dimensi; data dikonversi dari ruang pola ke ruang fitur. Fitur harus mudah dievaluasi, ada dua macam, yang pertama memiliki arti fisik yang jelas, yang kedua yaitu disebut fitur pemetaan (Simon, dkk. 2006).

Dalam ruang lingkup yang luas, penggunaan sistem akuisisi data (DAQ) tidak hanya untuk mendapatkan data. Data akuisisi memiliki cakupan yang luas dan mencakup aspek kontrol dari keseluruhan sistem. Kontrol adalah proses dimana sinyal digital dari sistem *hardware* yang diperoleh akan diolah untuk mengendalikan aktuator dan relay. Perangkat ini yang kemudian mengontrol sistem atau proses, dimana sistem ini yang disebut sistem akuisisi data atau *DAQ system* (Park dan Mackay, 2003).



Gambar 2.13 Diagram fungsional data akuisisi PC (Park dan Mackay, 2003)

Setiap elemen dari total sistem sangat penting untuk pengukuran yang akurat dan memperoleh serta menyimpan data dari fenomena fisik yang dimonitor (Park dan Mackay, 2003).

2.10 Linear Discriminant Analysis (LDA)

Analisis diskriminan adalah teknik statistik multivariat yang terkait dengan pemisahan (*separating*) atau alokasi/klasifikasi (*classification*) sekelompok objek atau observasi ke dalam kelompok (*group*) yang telah terlebih dahulu didefinisikan. Dalam tujuan pengenalan objek (observasi), metode ini mencoba menemukan suatu '*discriminant*' yang nilainya secara numeris sedemikian sehingga mampu memisahkan objek yang karakteristiknya telah diketahui. Sedangkan dalam tujuan klasifikasi objek, metode ini akan mensortir objek (observasi) ke dalam 2 atau lebih kelas (Fukunaga, 1990).

Analisis Diskriminan memiliki tujuan antara lain (Dian, 2015):

1. Mengidentifikasi variabel-variabel yang dapat membedakan tiap kelompok.

2. Menggunakan variabel yang didapat untuk membuat fungsi-fungsi yang memisahkan tiap kelompok.
3. Menggunakan variabel yang didapat untuk membuat aturan dalam mengklasifikasikan hasil observasi yang akan datang kedalam salah satu kelompok.

Asumsi-asumsi dalam Analisis Diskriminan untuk tiap kelompok (Dian, 2015):

1. Variabel bebas berdistribusi normal multivariate.
2. Matrik kovarian variabel bebas sama untuk tiap kelompok.

Analisis Diskriminan Linier (LDA) dapat digunakan sebagai metode klasifikasi maupun mereduksi dimensi pada sebuah set data. Tujuan utama dari analisis diskriminan untuk memperoleh kaidah matematis yang dikenal dengan fungsi diskriminan yang dapat digunakan untuk memisahkan kelompok obyek yang berbeda. Misalkan pada data terdapat p variabel bebas dan j kelompok dengan n_i adalah jumlah pengamatan untuk kelompok ke- i . Suatu pengamatan baru akan ditempatkan pada salah satu kelompok berdasarkan fungsi diskriminan berikut (Dian, 2015):

$$D_i = b_0 + b_1x_{1j} + b_2x_{2i} + \dots + b_px_{pi} \quad (2.3)$$

dengan

D_i = skor diskriminan untuk pengamatan ke- i

X_{pi} = nilai pengamatan ke- i variabel ke- p

b_p = koefisien diskriminan variabel ke- p

LDA merupakan pendekatan statistik klasik yang digunakan untuk pembelajaran secara *supervised* dan diklasifikasi. Dalam statistik analisis diskriminan, pemisahan kriteria dirumuskan oleh *within-class*, *between-class*, dan *total scatter*. Matrik S_w merupakan *within-class scatter matrix*, penyebaran sampel dari vektor masing-masing yang diharapkan, dan S_b adalah *between-class scatter matrix* yang menunjukkan tersebarnya vektor yang diharapkan. Keterpisahan kelas diformulasikan dengan mengubah matrik ke nomor (Adnan, 2012).

Sekelompok n data pelatihan (x_1, x_2, \dots, x_m) yang memiliki nilai-nilai didalam ruang dimensi N (N -dimensional space). K adalah jumlah kelas dan n_i adalah jumlah data pelatihan pada kelas ke- i , dimana $i = 1, \dots, k$. Maka matrik S_b dan matrik S_w dibentuk sebagai berikut (Liang, 2008):

$$S_b = \sum_{i=1}^k n_i (m_i - m_0) (m_i - m_0)^T \quad (2.4)$$

$$S_w = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (X_i^{(j)} - m_i) (X_i^{(j)} - m_i)^T \quad (2.5)$$

Dimana $X_i^{(j)}$ adalah rata-rata kelas ke- i , dan $m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k \sum_{x \in \pi_i} x$.

Metode LDA berusaha untuk menemukan proyeksi matrik yang memaksimalkan rasio antara jarak antar kelas dengan jarak dalam kelas dalam ruang proyeksi (Wahyudi, 2012):

$$J1(W) = \max \frac{\text{trace}(W^T S_b W)}{\text{trace}(W^T S_w W)} \quad (2.6)$$

dimana W adalah matrik $N \times q$ yang kolom-kolomnya terdiri dari q vektor-vektor diskriminan. Persamaan diatas memiliki semantik yang jelas untuk pembilang dan penyebut. $\text{Trace}(W^T S_b W)$ mengukur pemisahan antar kelas-kelas dalam ruang proyeksi dan $\text{Trace}(W^T S_w W)$ mengukur kedekatan dari vektor-vektor didalam kelas pada ruang proyeksi (Wahyudi, 2012).

Berikut ini algoritma dari LDA (Damayanti dkk, 2010):

1. Input adalah matrik x .
2. Menghitung rata-rata dalam kelas (m_i) dan rata-rata keseluruhan kelas (m).
3. Menghitung matrik sebaran antar kelas. Matrik sebaran antar kelas (S_b) adalah jarak matrik antar kelas, sesuai dengan persamaan (2.4).
4. Menghitung matrik sebaran dalam kelas. Matrik sebaran dalam kelas (S_w) adalah jarak matrik dalam kelas yang sama sesuai dengan persamaan (2.5).
5. Mencari vektor eigen (V) dan nilai eigen (λ)

$$S_b V = \lambda S_w V \quad (2.7)$$

6. Mengurutkan vektor eigen sesuai dengan urutan nilai yang ada pada nilai eigen dari besar ke kecil. Selanjutnya untuk proses proyeksi menggunakan $k-1$ eigen vektor (dimana k adalah jumlah kelas). Vektor ini disebut *Fisher Basis Vector*.
7. Memproyeksikan seluruh citra asal (bukan *centered image*) ke *fisher basis vector* dengan menghitung dot *product* dari citra asal ke tiap-tiap *fisher basis vector*.

$$\tilde{X}_i = V^T X^i \quad (2.8)$$

Untuk mencari nilai batas (pemisah) antar grup digunakan rumus (Gudono, 2015):

$$Cut-off = \frac{C_1 + C_2}{2} \quad (2.9)$$

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini bersifat eksperimen dalam pembuatan sistem perangkat sensor lidah elektronik yang digunakan untuk mengklasifikasi pola rasa perkembangan kebiasaan susu pada sampel susu sapi dan susu kambing.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada Februari sampai Mei 2016 di Laboratorium Workshop Elektronika dan Instrumentasi Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1 Alat Penelitian

1. Elektroda kerja.
2. Sensor PH
3. Elektroda *refrence* Ag/AgCl.
4. Perangkat PC.
5. Pipet tetes.
6. Beaker glass 500 ml.
7. Statif
8. Magnetic stirer.
9. Botol semprot.
10. Aquades.

11. Timbangan digital.
12. Pengaduk.
13. Glass membran.
14. Sampel: susu sapi segar dan susu kambing segar.
15. Komponen Elektronika
 - a. Solder
 - b. Timah
 - c. White connector
 - d. Header
 - e. dB 25
16. Arduino Mega 2560 R3
17. Arduino Uno
18. *Software*
 - LabVIEW 2014 f.2 32bit
 - SPSS ver. 21 32 bit
 - Minitab 16 32bit
 - *Virtual Instrument Software Architecture (VISA).*
 - *LabVIEW Interface for Arduino (LIFA).*
 - Arduino IDE
 - Eagle

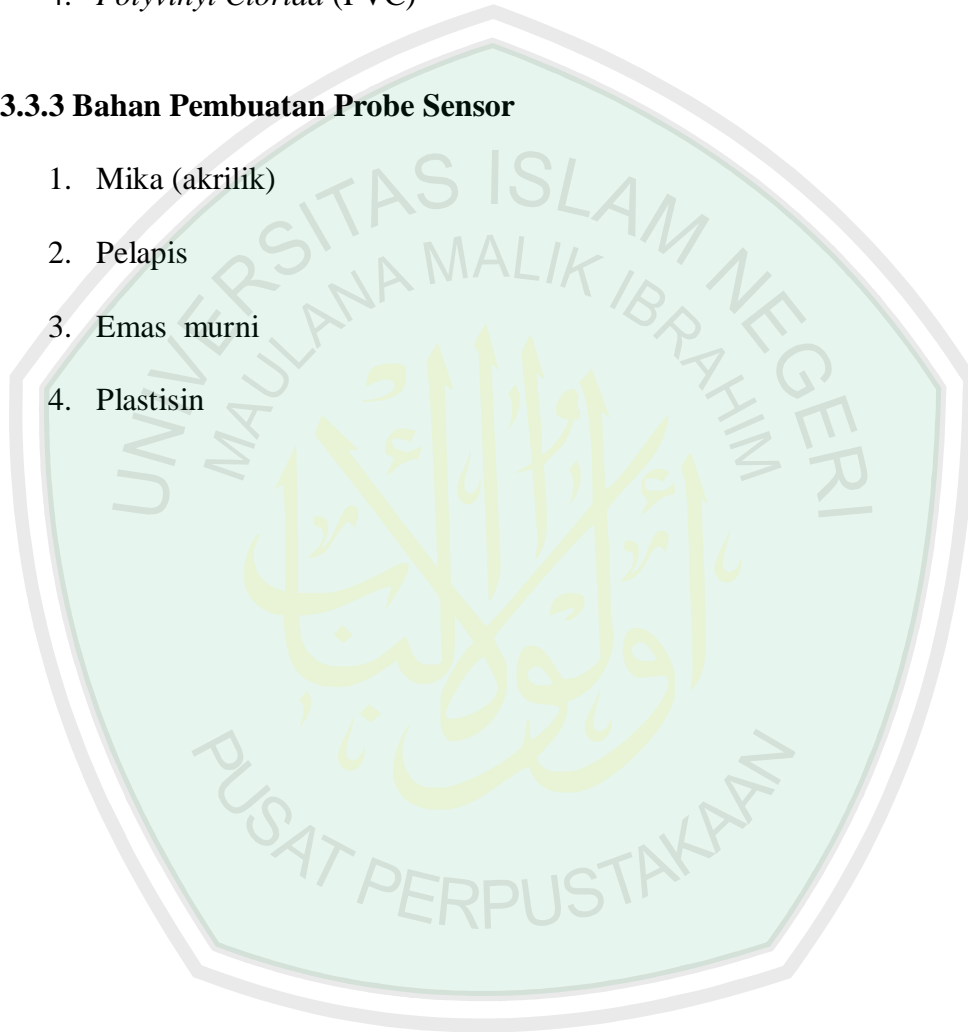
3.3.2 Bahan Pembuatan Membran

1. *Lipid; Octadecylamine, Oleyl Alcohol, Methyltrioctylammonium, Oleic Acid.*

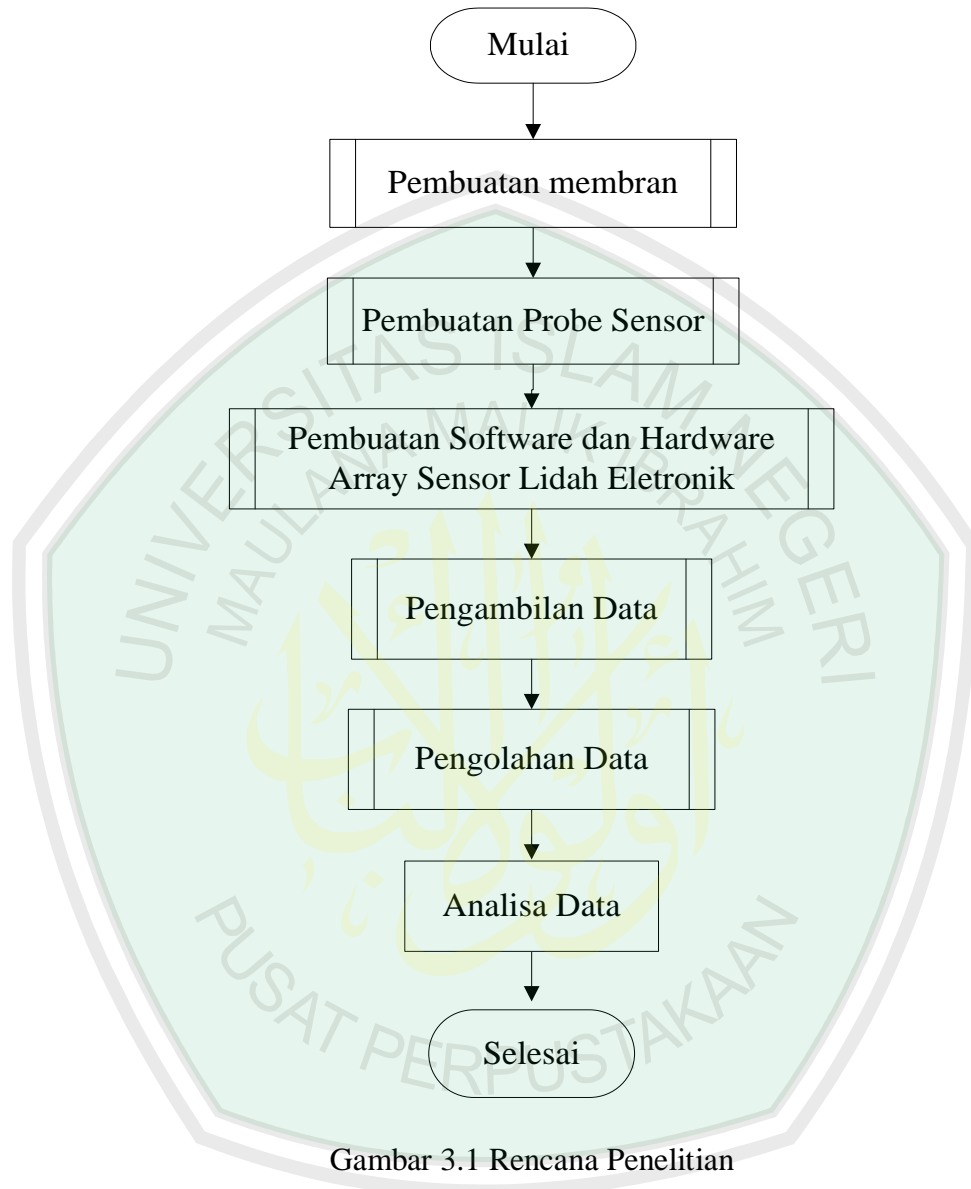
2. *Plasticizer; 2-NPOE, Bis (2 ethylhexyl) phosphate, Bis(2-Ethylhexyl) sebacate, dan Bis(1-butylpentyl) adipate.*
3. *Tetrahydrofuran (THF)*
4. *Polyvinyl Clorida (PVC)*

3.3.3 Bahan Pembuatan Probe Sensor

1. Mika (akrilik)
2. Pelapis
3. Emas murni
4. Plastisin



3.4 Rencana Penelitian



Gambar 3.1 Rencana Penelitian

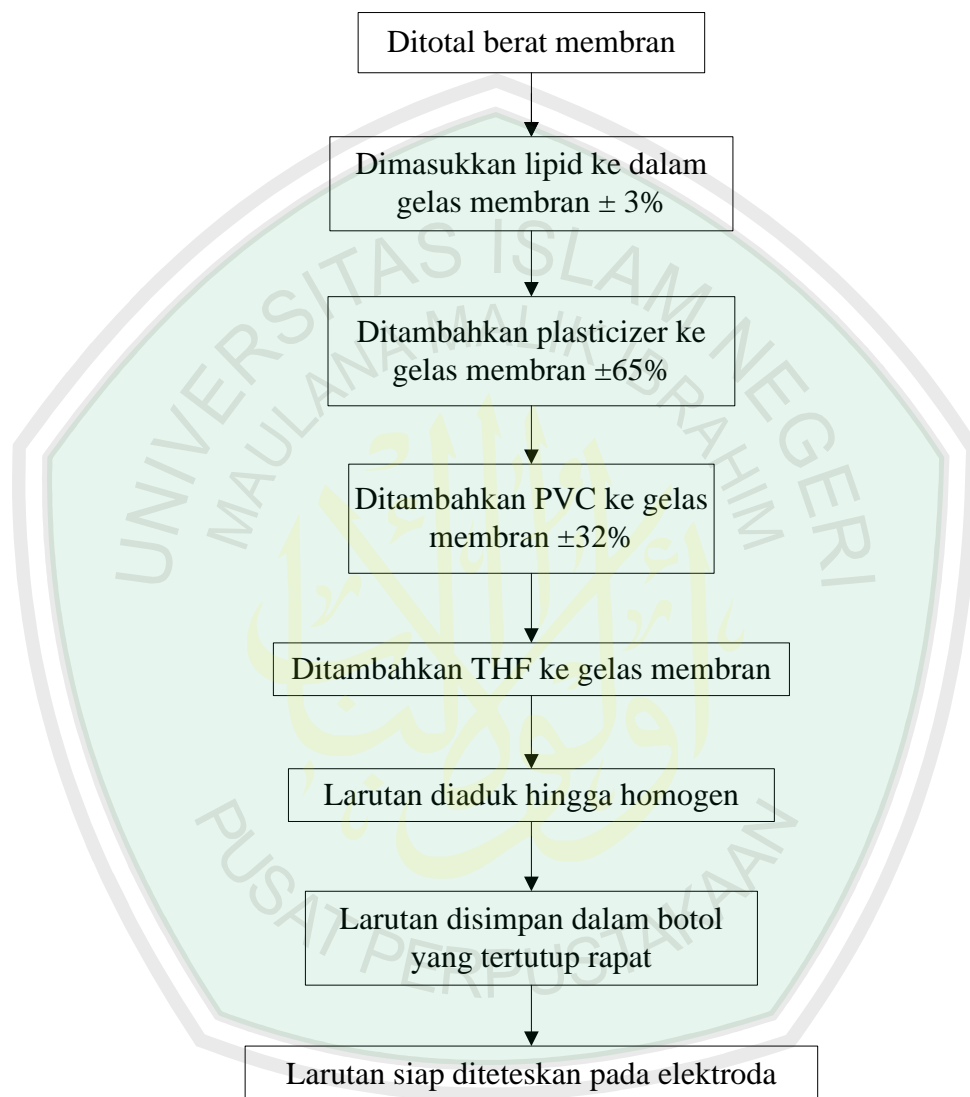
3.5 Tahap dan Alur Penelitian

3.5.1 Susunan Membran dan Pembuatan Membran Sensor

Tabel 3.1 Komposisi Susunan Membran

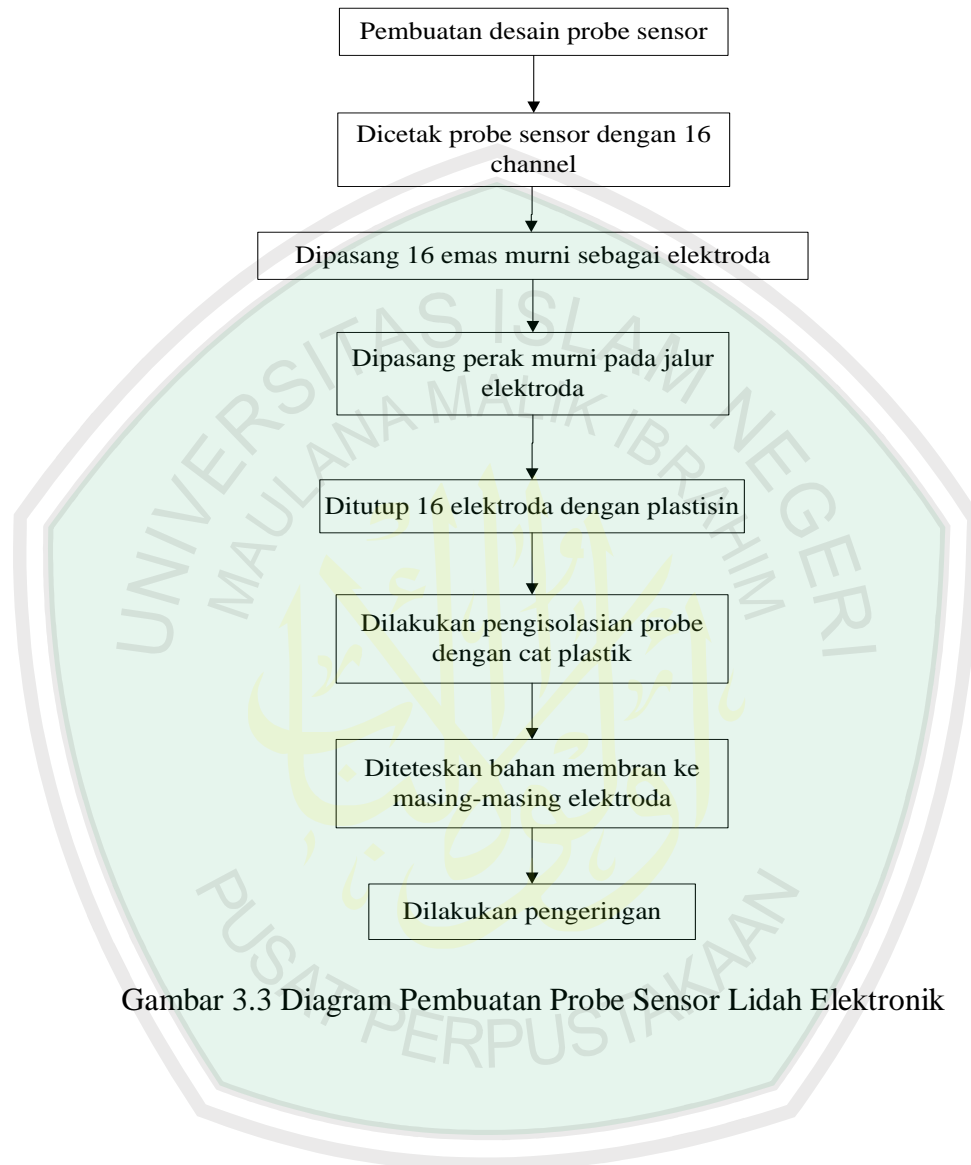
No. Sensor	Material Akrif Lipid (3%)	Plasticizer (65%)	Matrik (32%)
S1	Octadecylamine	2-NPOE	PVC
S2	Oleyl Alcohol	2-NPOE	PVC
S3	Methyltrioctylammonium chloride	2-NPOE	PVC
S4	Oleic Acid	2-NPOE	PVC
S5	Octadecylamine	Bis(2-Ethylhexyl) sebatece	PVC
S6	Oleyl Alcohol	Bis(2-Ethylhexyl) sebatece	PVC
S7	Methyltrioctylammonium chloride	Bis(2-Ethylhexyl) sebatece	PVC
S8	Oleic Acid	Bis(2-Ethylhexyl) sebatece	PVC
S9	Octadecylamine	Bis(2-Ethylhexyl) Phosphate	PVC
S10	Oleyl Alcohol	Bis(2-Ethylhexyl) Phosphate	PVC
S11	Methyltrioctylammonium chloride	Bis(2-Ethylhexyl) Phosphate	PVC
S12	Oleic Acid	Bis(2-Ethylhexyl) Phosphate	PVC
S13	Octadecylamine	Bis(1-Butylpentyl) Adipate	PVC
S14	Oleyl Alcohol	Bis(1-Butylpentyl) Adipate	PVC
S15	Methyltrioctylammonium chloride	Bis(1-Butylpentyl) Adipate	PVC
S16	Oleic Acid	Bis(1-Butylpentyl) Adipate	PVC

Dari komposisi susunan membran diatas, kemudian dibuat membran seperti yang dijelaskan pada gambar 3.2 sebagai berikut:

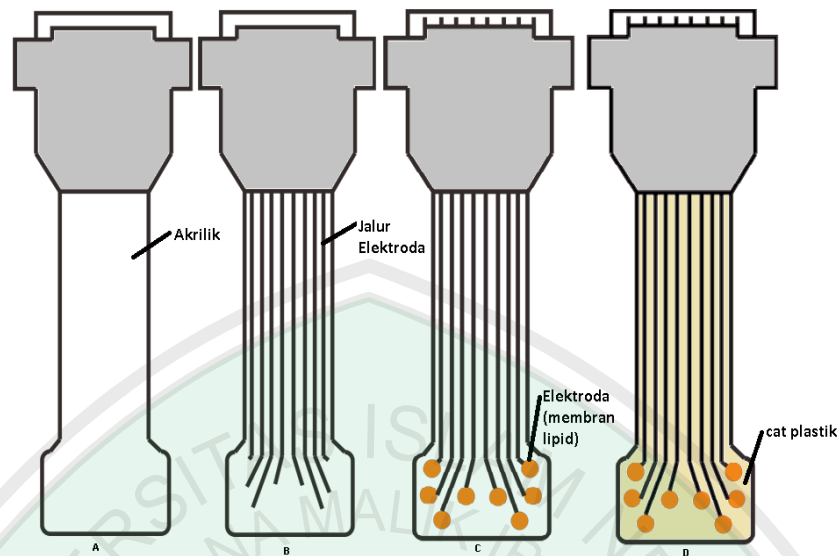


Gambar 3.2 Diagram Pembuatan Membran

3.5.2 Pembuatan Probe Sensor Lidah Elektronik



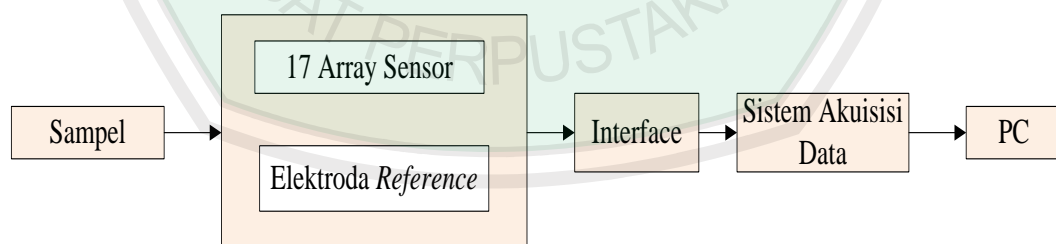
Gambar 3.3 Diagram Pembuatan Probe Sensor Lidah Elektronik



Gambar 3.4 Desain pembuatan probe sensor lidah elektronik

3.5.3 Pembuatan *Software* dan *Hardware* Array Sensor Lidah Elektronik

Hardware sistem *array* sensors dibuat sebagai piranti fisik yang akan menjalankan tugas utamanya sebagai prosesor dan aktuator data *logger* sensor lidah elektronik. Berikut adalah diagram *hardware* sensor rasa yang akan dibangun.

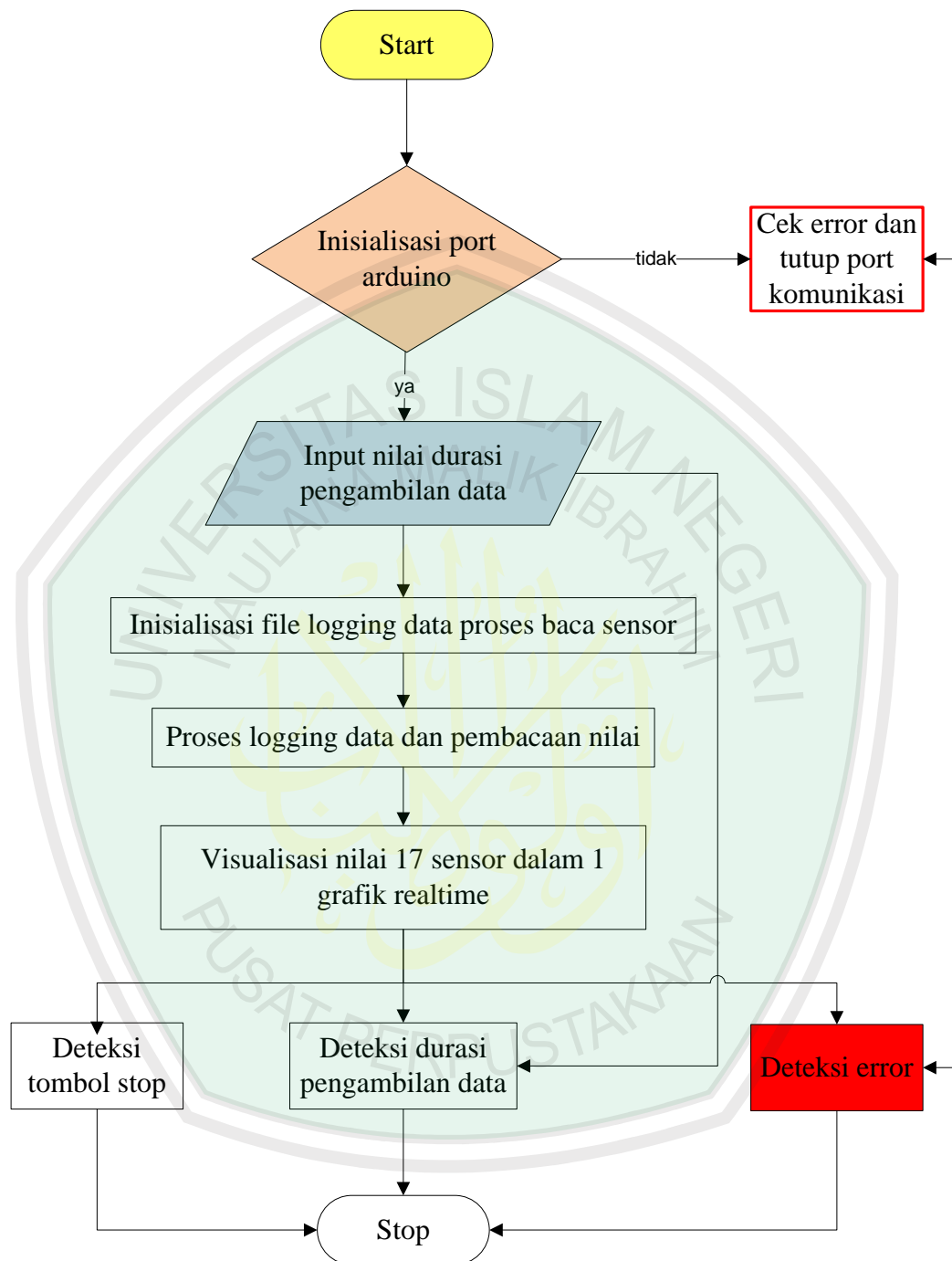


Gambar 3.5 *Hardware* Sistem *Array* Sensor

Hardware sistem akuisisi data pada penelitian ini terdiri dari *Buffer/Orp* dan juga Arduino. *Buffer/Orp* digunakan sebagai penyangga sinyal impedansi tinggi. Arduino sebagai processor digunakan Arduino Mega 2560 R3 dan Arduino UNO

yang dirangkai paralel. Arduino Mega 2560 R3 merupakan pengembangan board mikrokontroler yang menggunakan IC mikrokontroler dari ATMEL, Atmega 256. Arduino Mega 2560 R3 merupakan Board pengembangan mikrokontroler 16bit yang mempunyai kanal ADC (*Analog to Digital Converter*) atau *analogread*(Arduino) sebanyak 16. Dengan jumlah kanal sebanyak 16, board Arduino Mega R3 mampu untuk menjalankan antarmuka sensor sebanyak 16 yang disusun secara larik dan dijalankan secara bersamaan. Arduino UNO mempunyai kanal ADC sebanyak 6 yang dapat menjalankan antar muka sensor sebanyak 6 yang disusun secara larik dan dijalankan bersamaan. Data dari kanal ADC yang telah dibaca oleh Arduino Mega 2560 R3 dan arduino UNO akan dikirimkan ke PC melalui komunikasi serial(USB, Bluetooth, XBee). PC digunakan sebagai perangkat *hardware* untuk menjalankan *software* yang mengontrol sensor rasa.

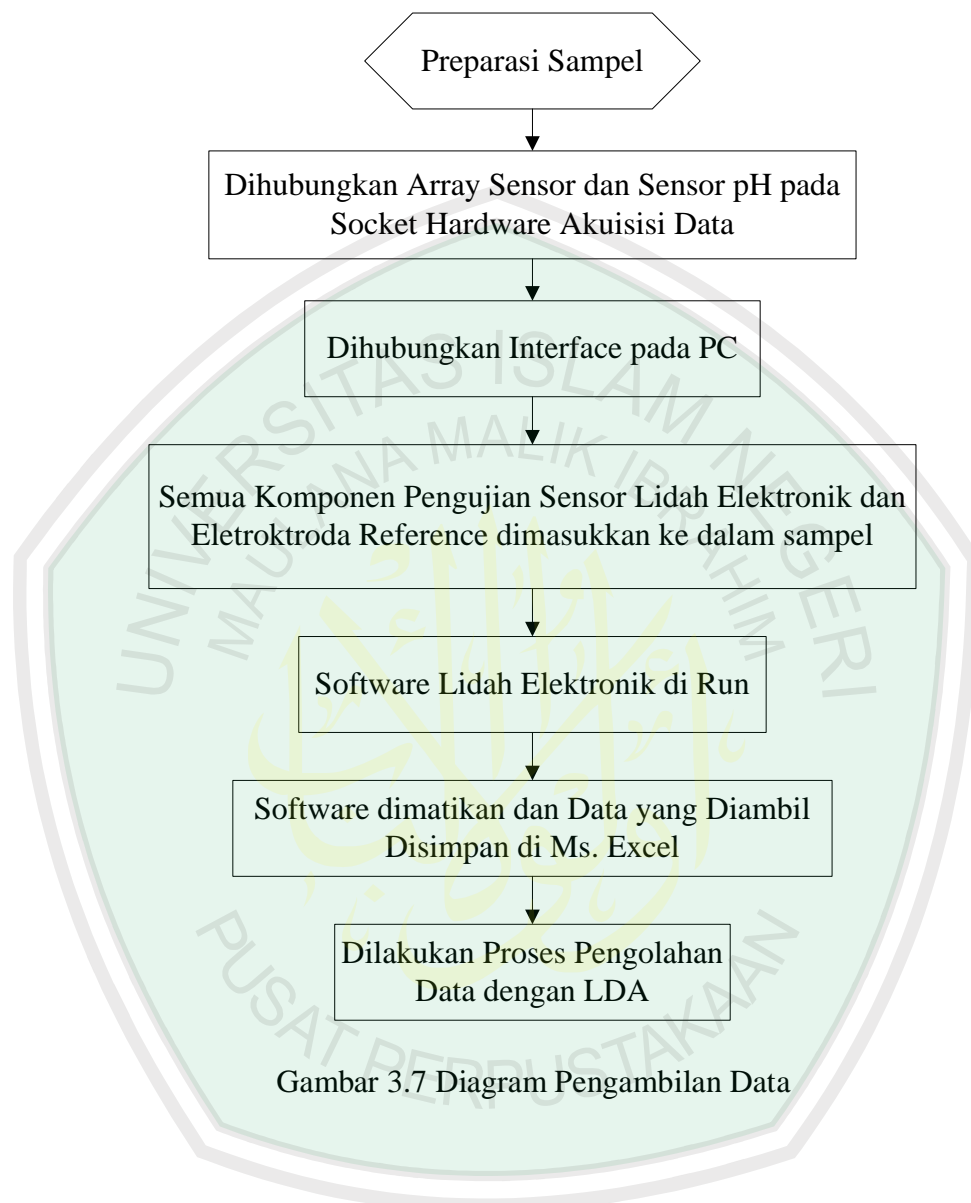
Pembuatan *software* sistem data *logger* sensor rasa menggunakan aplikasi dari National Instrumen yaitu NI LabVIEW. Pembuatan *software* digunakan sebagai pembaca dan penampil data sensor rasa. Aplikasi pada NI LabView yang berupa objek-objek blok diagram sebagai aliran programnya yang memudahkan pengguna untuk tidak lagi membuat *script* dalam pemrograman. Jalannya aliran program pada *software* berpengaruh terhadap data yang dihasilkan oleh sensor rasa. Aliran *flowchart* program sistem akuisisi data *logger* pada sensor rasa pada penelitian ini ditunjukkan pada gambar 3.6.



Gambar 3.6 *Flowchart* Sistem Akuisisi Data dan Data Logger Sensor Lidah

Elektronik

3.5.4 Pengambilan Data



Gambar 3.7 Diagram Pengambilan Data

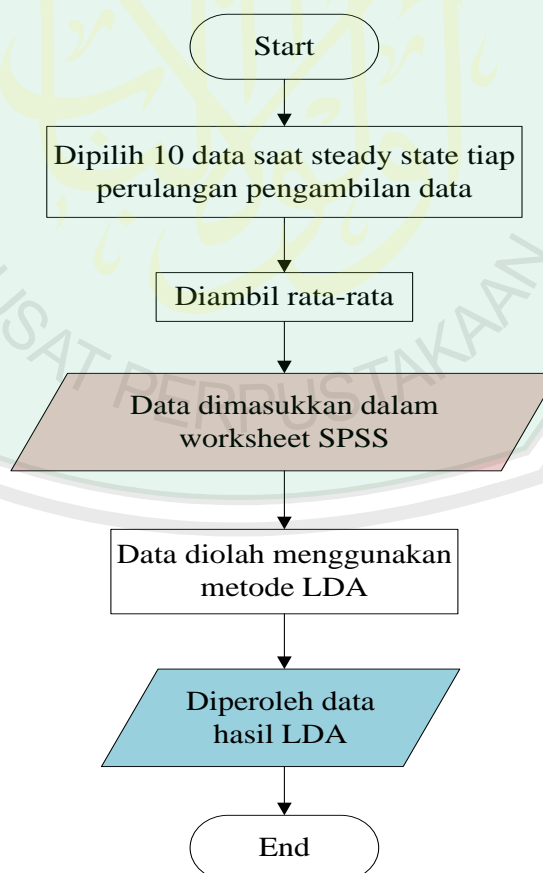
Keterangan Preparasi Sampel:

Susu yang digunakan adalah susu sapi segar dan susu kambing segar. Susu dibeli di peternak susu sapi dan kambing etawa segar tanpa ada tambahan apapun. Sampel di tuang pada beaker glass (@500 ml) setiap perulangan. Sampel yang sudah siap kemudian dilakukan pengambilan data. Pengambilan data dilakukan selama 12 jam dengan perulangan masing-masing sampel sebanyak 13 kali pada

setiap 2 jam dengan sampel yang sama. Sampel yang sudah digunakan pada pengambilan data pertama maupun untuk pengambilan data selanjutnya dibiarkan tanpa ditutup.

3.5.5 Pengolahan Data

Penggunaan metode untuk analisis data menjadi faktor utama dalam pemberian informasi dari lidah elektronik. Pada penelitian ini, pengolahan data menggunakan teknik pengenalan pola dengan menggunakan *software* SPSS dengan metode multivariat yakni metode *Linear Discriminant Analysis (LDA)*. Langkah prosesi data dan pengolahan data dapat dijelaskan oleh gambar 3.8



Gambar 3.8 Diagram Pengolahan Data

3.5.6 Analisa Data

Data yang diperoleh dari *arraysensor* lidah elektronik akan dianalisis dengan menggunakan analisis multivariat *Linear Discriminant Analysis (LDA)*. Metode ini digunakan untuk mengklasifikasi sebaran data dengan meminimalkan jarak dalam kelas data yang sama dan memaksimalkan jarak antar kelas data yang berbeda sehingga data akan lebih mengelompok.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pembuatan *Array* Sensor Lidah Elektronik

Sistem sensor lidah elektronik tersusun atas probe sensor, *hardware* dan *software* sistem akuisisi data. Berikut adalah penjelasan hasil probe sensor, *hardware* dan *software* sistem akuisisi data yang didapatkan pada penelitian ini.

4.1.1 Probe Sensor

Prinsip kerja indera pengecap pada manusia menjadi dasar dari prinsip pendeteksi rasa secara elektronik. Proses yang digunakan meniru sistem indera pengecap menggunakan probe sensor. Proses pendeteksian terjadi dikarenakan reaksi antara substansi membran dengan larutan sampel. Pada ujung probe sensor terdiri dari 16 channel, yaitu delapan channel pada sisi 1 dan delapan channel pada sisi 2. Setiap channel berbentuk lempengan sebagai tempat elektroda (tempat membran lipid) serta terdapat jalur sebagai lintasan. Elektroda yang digunakan adalah emas murni sedangkan jalur (lintasan) elektroda adalah perak murni. Jalur pada probe sebagai penghantar respon sensor pada masing-masing elektroda ke *interfacem* melalui DB-25. Probe sensor lidah elektronik yang dibuat ditunjukkan pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Probe sensor 16 channel

Membran dari sensor lidah elektronik digunakan sebagai elektroda kerja yang akan berinteraksi dengan larutan sampel. Komponen utama penyusun membran adalah material aktif (lipid), *plasticizer*, THF, dan PVC. Setiap bahan mempunyai peranan yang berbeda-beda. Lipid berfungsi sebagai bahan yang bertindak sebagai oksidator atau reduktor. *Plasticizer* berfungsi sebagai pelarut yang membuat membran lebih lentur. THF berfungsi untuk melarutkan semua komponen membran serta membantu mempercepat penguapan. PVC berfungsi sebagai matriks yang membuat membran tidak mudah terlarut pada larutan uji.

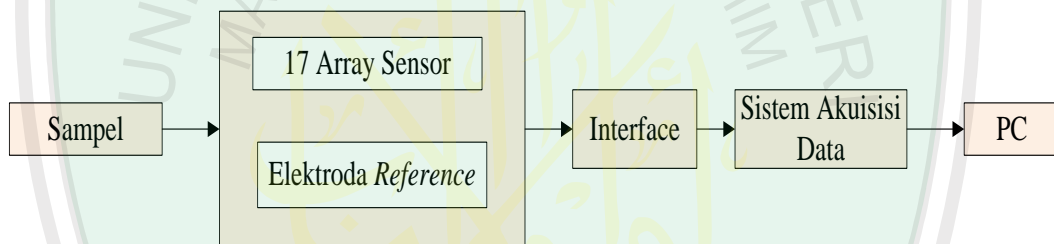
Membran yang telah dibuat pada penelitian ini berbentuk gel dengan komposisi susunan membran sesuai pada Tabel 3.1 yaitu dengan material aktif (lipid) sebanyak $\pm 3\%$, dengan jenis lipid yang digunakan antara lain: *Octadecylamine*, *Oleyl Alcohol*, *Methyltrioctylammonium*, *Oleic Acid*. *Plasticizer* sebanyak $\pm 65\%$ yang terdiri dari: *2-NPOE*, *Bis (2 ethylhexyl) phosphate*, *Bis(2-Ethylhexyl) sebacate*, dan *Bis(1-butylpentyl) adipate* dan PVC sebanyak $\pm 32\%$.

Sebelum digunakan untuk menguji sampel, membran terlebih dahulu ditetesi dengan THF ± 3 hari agar membran bisa larut dan siap ditetaskan ke elektroda. Penetesan membran dilakukan sebanyak 5 kali. Membran pada

elektroda siap diujikan pada larutan sampel yang dihubungkan dengan *interface* sensor lidah elektronik.

4.1.2 *Software dan Hardware Array Sensor Lidah Elektronik*

Sampel yang direspon oleh *array* sensor dan sensor pH serta elektroda *reference*, menghasilkan respon berupa sinyal analog yang kemudiandiumpankan pada *interface* untuk dikonversi menjadi sinyal digital dan hasilnya diolah oleh sistem akuisisi yang kemudian diproses dan ditampilkan oleh PC. Sistem *array* sensor lidah elektronik ditunjukkan pada gambar 4.2.

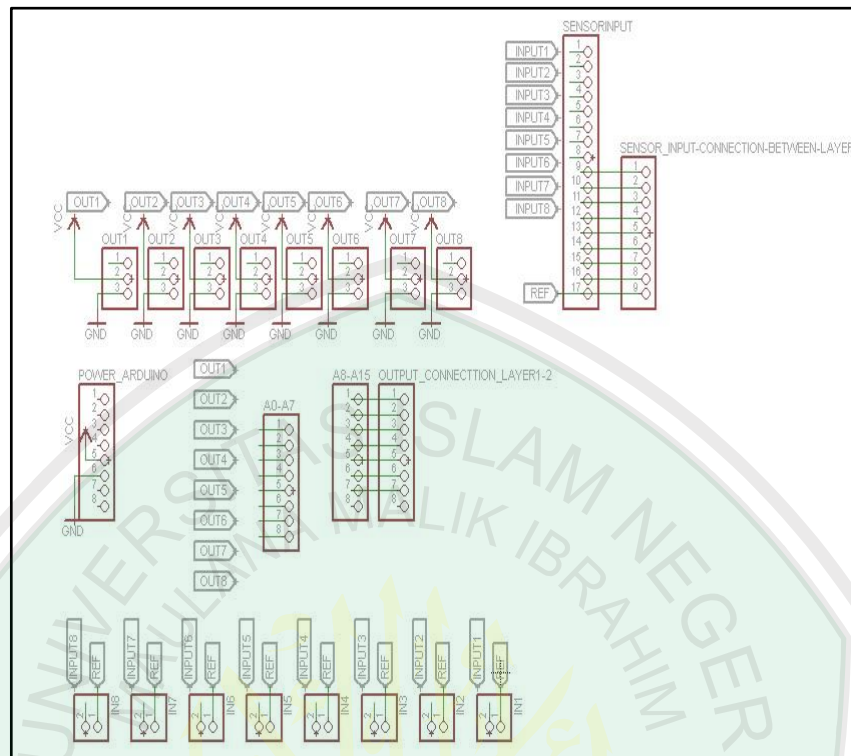


Gambar 4.2 Sistem *array* sensor lidah elektronik

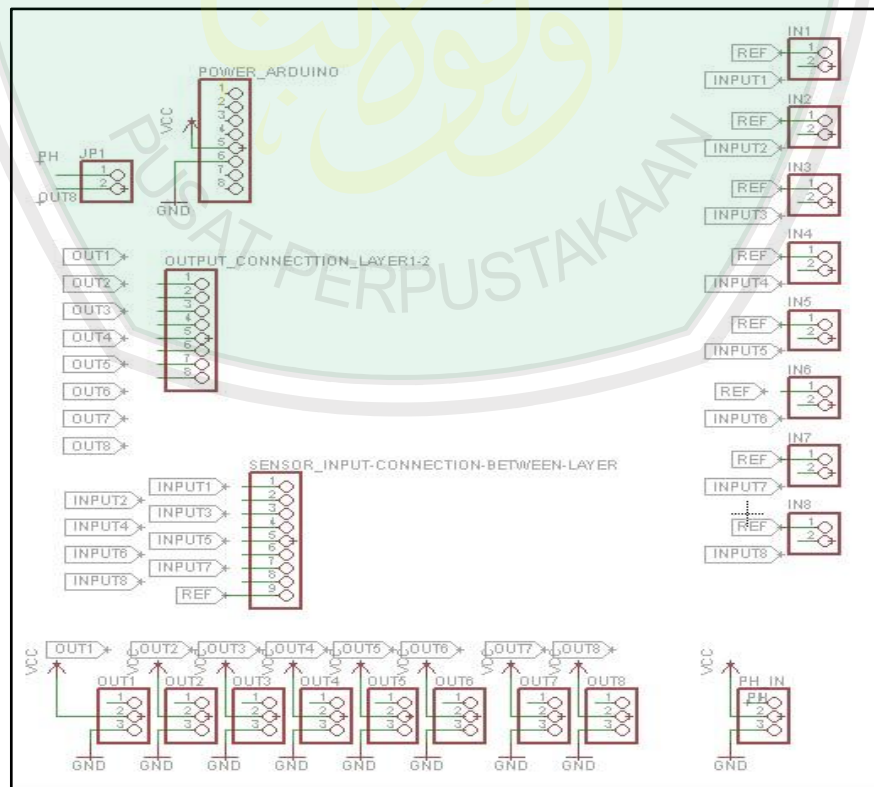
a. *Hardware Array Sensor Lidah Elektronik*

Interface sebagai *hardware* sistem *array* sensor digunakan sebagai suatu piranti yang menghubungkan semua komponen sensor lidah elektronik dengan PC, juga sebagai prosesor data *logger* sensor lidah elektronik. *Hardware* sistem akuisisi data pada penelitian ini terdiri dari rangkaian *buffer (Orp adapter)* dan pengolah sinyal. *Buffer* pada sistem ini berfungsi sebagai penguat sinyal impedansi tinggi serta untuk mengurangi *noise* sinyal output sistem *array* sensor. Output dari sistem *array* sensor berupa sinyal analog yang nilai amplitudonya sangat kecil, sehingga sulit dibaca. Maka dari itu sinyal tersebut perlu dikuatkan

oleh orp, dan dikonversi menjadi sinyal digital oleh board mikrokontroler yaitu Arduino Mega 2560 dan Arduino Uno. Arduino Mega 2560 terdiri dari 16 pin ADC sedangkan Arduino Uno terdiri dari 8 bit port ADC. Pada penelitian ini menggunakan 17 kanal, dimana 16 kanal merupakan output dari sensor berbasis membran lipid sedangkan untuk 1 kanal merupakan output dari sensor pH. Dari 16 kanal tersebut, 15 output diantara diproses pada board Arduino Mega 2560, sedangkan 1 output sensor berbasis membran dan sensor pH diproses oleh Arduino Uno. Data dari kanal ADC yang telah dibaca oleh Arduino Mega dan Arduino Uno akan dikirim ke PC melalui komunikasi serial (USB). Pada *interface* sensor lidah elektronik ini terdiri dari 2 layer yaitu pada masing-masing layer terdiri dari delapan input/output. Pada layer 1 terdiri delapan orp adapter dan Arduino Mega 2560 sedangkan layer 2 terdiri dari Arduino Uno dan delapan orp adapter. Berikut skema *interface* sensor lidah elektronik yang ditunjukkan pada gambar 4.3 dan gambar 4.4.



Gambar 4.3 Skema Layer 1 Sensor Lidah Elektronik.

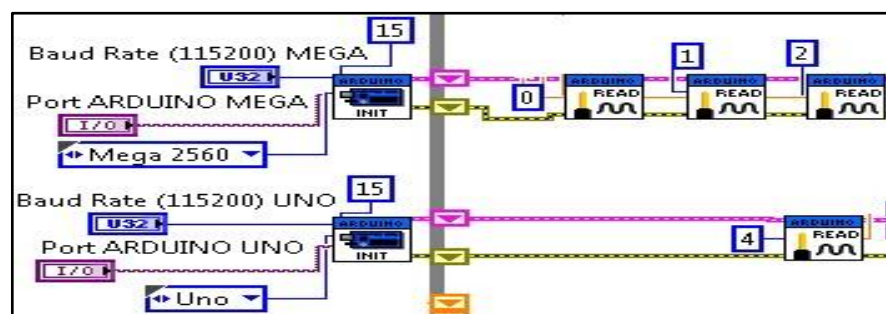


Gambar 4.4 Skema Layer 2 Sensor Lidah Elektronik.

b. *Software Array Sensor Lidah Elektronik*

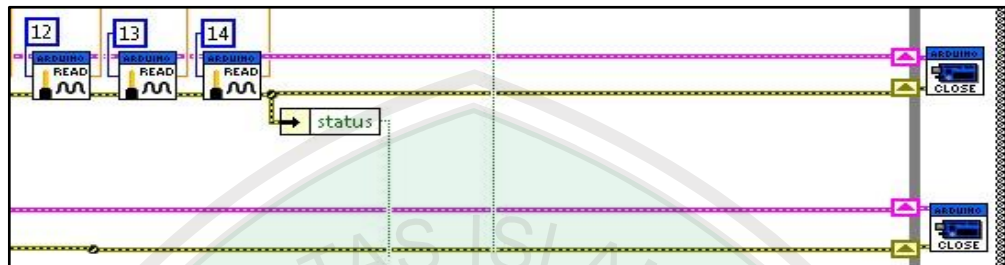
Software sistem akuisisi data dan data *logger* sensor lidah elektronik digunakan untuk mengolah sinyal output sensor yang dikonversi menjadi bit digital oleh ADC Arduino sehingga data yang dihasilkan dapat dibaca, disimpan dan dianalisis oleh PC. *Software* akuisisi data dan data *logger* pada sensor lidah elektronik dibuat menggunakan aplikasi dari *National Instrument*, yaitu NI LabVIEW. Komponen penyusun sistem akuisisi data sensor lidah elektronik berupa Arduino, maka digunakan LabVIEW dengan arduino. Aplikasi pada LabVIEW memudahkan pengguna untuk mengontrol board arduino, mengendalikan port serial komunikasi serta membaca nilai sinyal ADC.

Software akuisisi data dan data *logger* sensor lidah elektronik digunakan untuk mengontrol board arduino agar diperoleh data dari 17 *array* sensor. Langkah pertama, yaitu menghubungkan *hardware* (board Arduino) dengan PC untuk diinisialisasi agar komunikasi antara Arduino dengan PC berjalan dengan baik. Pada inisialisasi PORT Arduino karena menggunakan dua Arduino yaitu Arduino Mega dan Arduino UNO maka dilakukan beberapa pengaturan yaitu; *setting baudrate*, *setting COM PORT*, *board type*, *byte per packet*. Berikut inisialisasi pada Arduino dan PC.



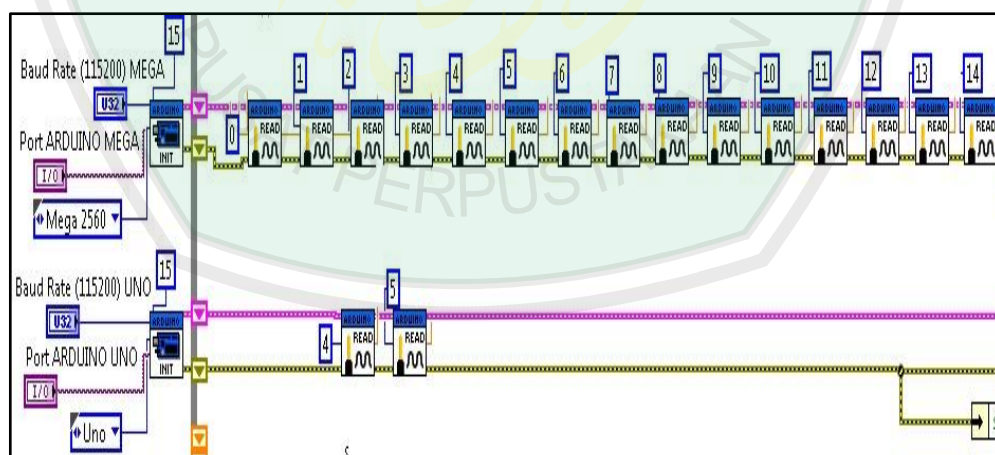
Gambar 4.5 Inisialisasi PORT Arduino dengan PC pada LabVIEW

Kebalikan dari LIFA Init, LIFA *Close* digunakan untuk menutup komunikasi dengan Arduino. Dan juga terdapat fungsi untuk pendeteksi kesalahan (*error*).

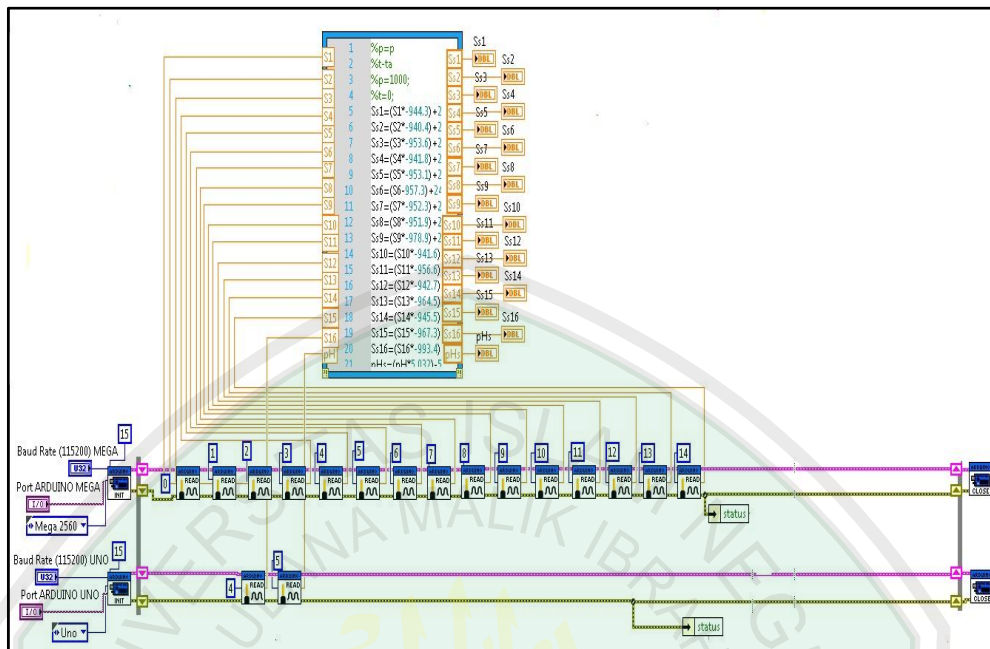


Gambar 4.6 LIFA *close* Arduino dengan labVIEW

Setelah inialisasi pada PORT Arduino dilakukan, kemudian dilanjutkan dengan *setting* pin yang digunakan pada PORT Arduino sebagai input atau outputnya. Untuk mengukur output dari 17 sinyal analog pada setiap sensor, maka dibutuhkan *Analog Read.vi* sebanyak 17 yang disusun secara seri. Berikut Blok diagram untuk mengukur sinyal analog pin ADC pada Arduino.



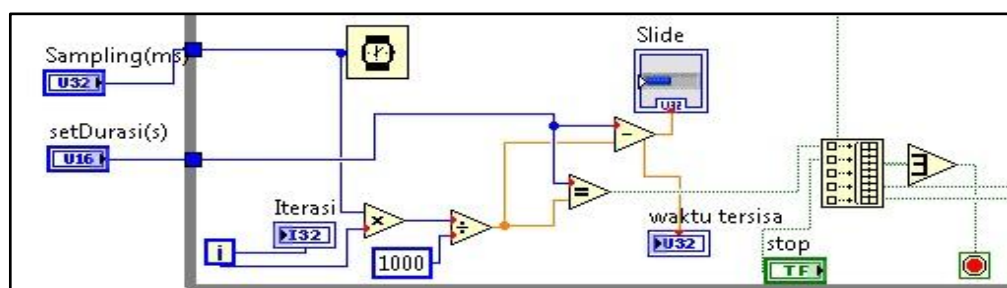
Gambar 4.7 Setting pin *Analog Read.vi* pada PORT Arduino



Gambar 4.8 Setting pin Analog Read. vi pada PORT Arduino dengan *Mathscrip.vi*

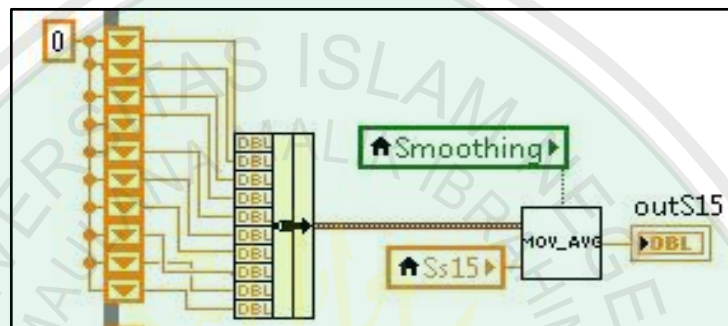
Gambar 4.7 menunjukkan bahwa pada Arduino Mega 2560, pin 0 sampai pin 14 digunakan sebagai output dari sensor 1 sampai sensor 15. Sedangkan output sensor 16 dan sensor pH terletak pada Arduino UNO pin 4 dan 5. Pada gambar 4.8 menunjukkan blok diagram tersebut ditambahkan *Mathscript.vi* yang digunakan untuk kalibrasi nilai output sinyal ADC dari 17 sensor.

Blok diagram pada program ditentukan oleh waktu, seperti sampling pembacaan nilai ADC, dan *setting* durasi pengambilan sampel.



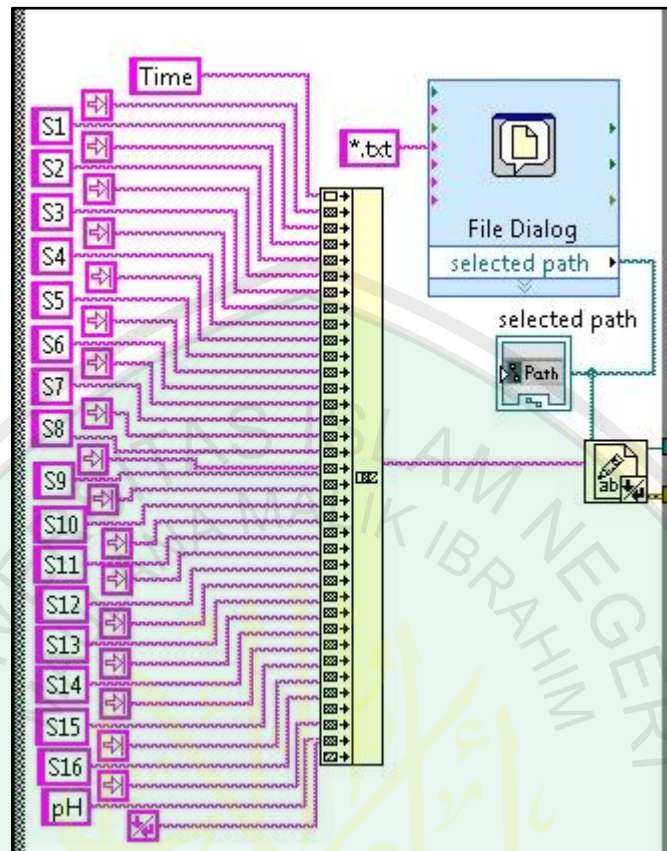
Gambar 4.9 Timing program

Sinyal keluaran dari ADC yang diperoleh pada umumnya masih memiliki pengaruh *noise*, pada *software* sistem akuisisi data sensor lidah elektronik ini ditambahkan *smoothing* untuk memperbaiki sinyal output. Blok diagram yang digunakan yaitu *Realtime Smoothing Moving Average* dengan *half width* sebanyak 10.



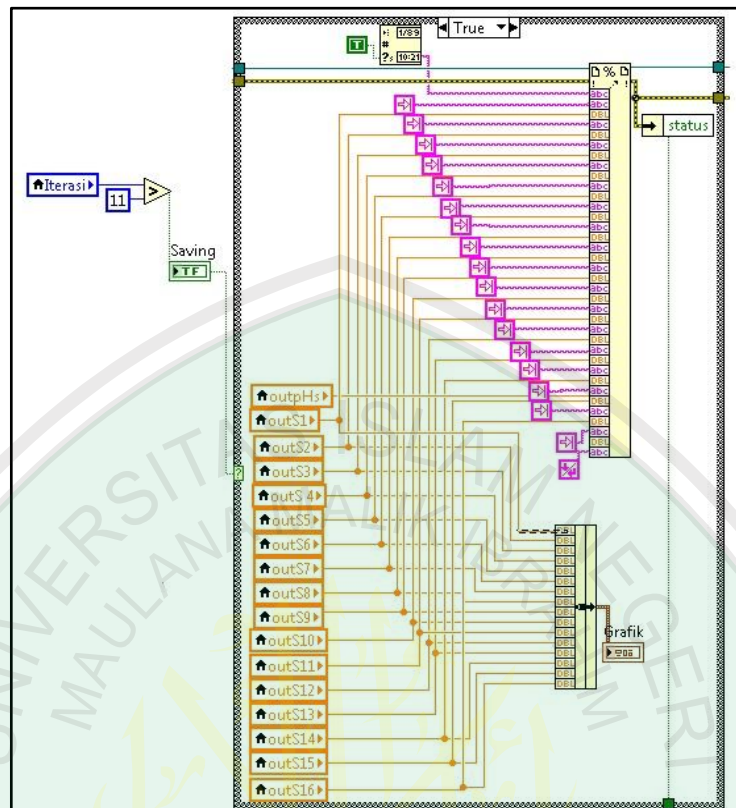
Gambar 4.10 *Realtime Smoothing Moving Average*

Data yang dihasilkan dari sistem akuisisi data disimpan pada logger data. Langkah pertama yang dilakukan yaitu inialisasi file pada sub VI “Write to Text File” dan “File Dialog”. “Write to Text File” berfungsi untuk membuat file yang berisi beberapa kolom tabel data dari hasil informasi respon sensor. Sedangkan “File Dialog” berfungsi untuk menyimpan dan memberi informasi nama file beserta ekstensi file yang akan disimpan yang dapat disesuaikan oleh pengguna. Berikut diagram blok inialisasi *file log*.

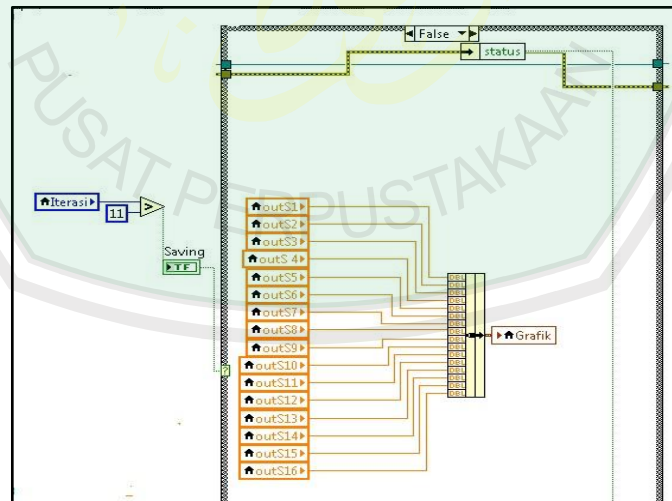


Gambar 4.11 *Format file* sistem akuisisi data dan data logger lidah elektronik.

Data dari 17 sinyal output dari *Analog Read. vi* yang sudah terkalibrasi dan direkam oleh file log, kemudiandisimpan dan ditampilkan dalam bentuk grafik pada *front panel*. Dalam hal ini ada 2 kondisi yaitu kondisi *true* dan *false*. Kondisi *true* terjadi jika iterasi lebih dari 10 maka data akan disimpan dan ditampilkan pada grafik. Sedangkan kondisi *false* terjadi jika iterasi kurang dari 10 maka data tidak disimpan melainkan hanya ditampilkan pada grafik hal ini karena penggunaan *moving average half width* sebanyak 10. Berikut blok diagram kondisi *true* dan *false*.



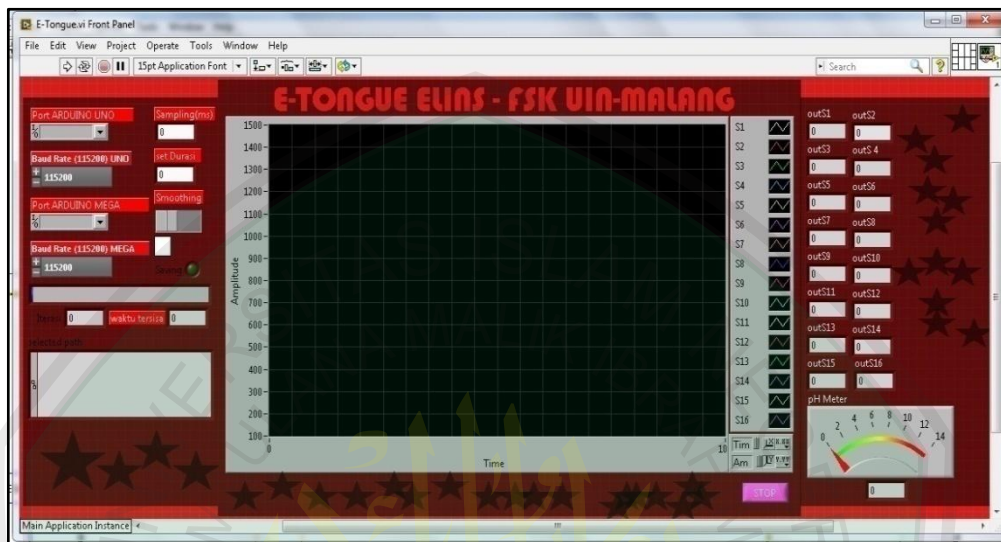
Gambar 4.12 kondisi *true* sistem akuisisi data dan data logger sensor lidah elektronik.



Gambar 4.13 Kondisi *False* Sistem Akuisisi Data Dan Data *Logger* Sensor Lidah Elektronik.

Semua blok diagram diatas terdapat pada bagian *Block Diagram. vi*. Sedangkan tampilan program yang digunakan untuk berinteraksi dengan

penggunaan pada bagian *Front Panel*. Berikut tampilan *Front Panel* sistem akuisisi data lidah elektronik.



Gambar 4.14 Tampilan *Front Panel* Sistem Akuisisi Data *Logger* Sensor Lidah Elektronik.

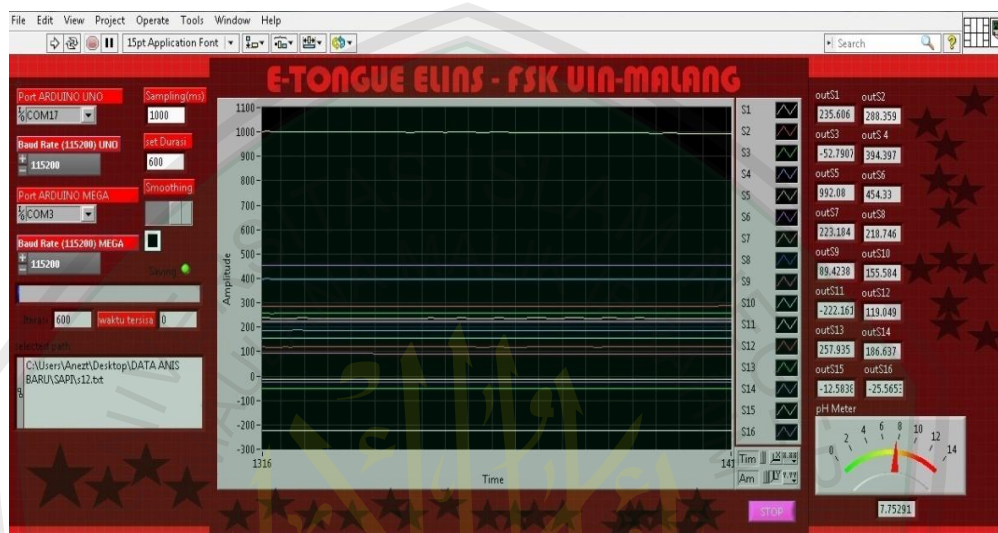
Pada bagian *Front Panel*, terdapat grafik serta nilai respon dari setiap sensor, indikator pH, COM PORT Arduino, nilai iterasi, nilai sampling, tempat path file tersimpan dan set durasi pengambilan data.

4.2 Data Hasil Pengujian Array Sensor Lidah Elektronik

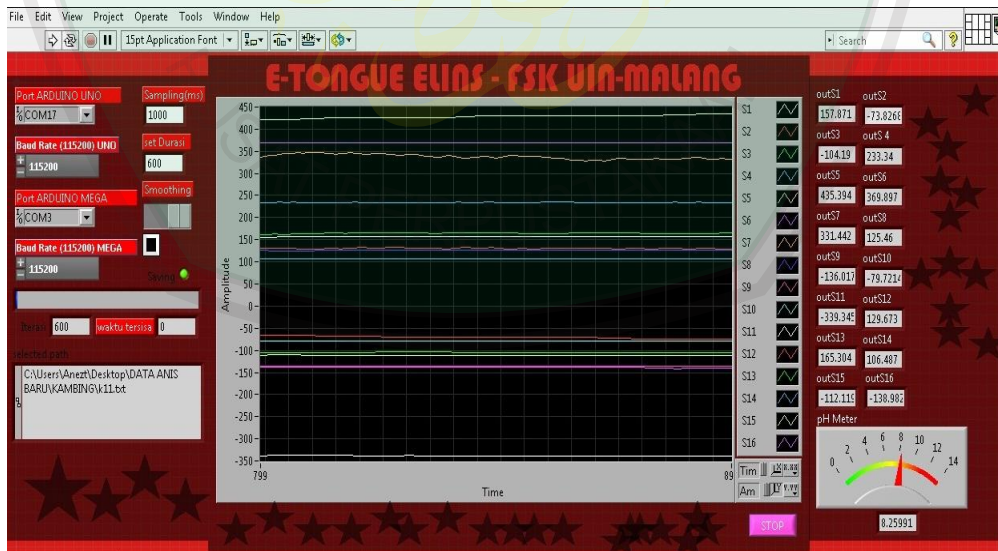
4.2.1 Respon Array Sensor Lidah Elektronik Terhadap Sampel Susu Sapi dan Susu Kambing

Sistem lidah elektronik merespon sampel yang diuji ketika *software* dijalankan. Respon *array* sensor pada pengujian perkembangan pola rasa kebiasan susu menggunakan perangkat sistem lidah elektronik dapat dilihat pada bentuk grafik yang terdiri dari 16 grafik dan 1 indikator sensor pH. Setiap warna yang berbeda pada grafik menggambarkan respon masing-masing tiap sensor. Respon

array sensor pada susu sapi dan susu kambing menunjukkan bahwa dari 17 sensor merespon sampel dengan baik. Berikut gambar respon *array* sensor lidah elektronik pada masing-masing sampel.



Gambar 4.15 Grafik Respon *Array* Sensor Lidah Elektronik Terhadap Sampel Susu Sapi pada Keadaan *Steady State*.



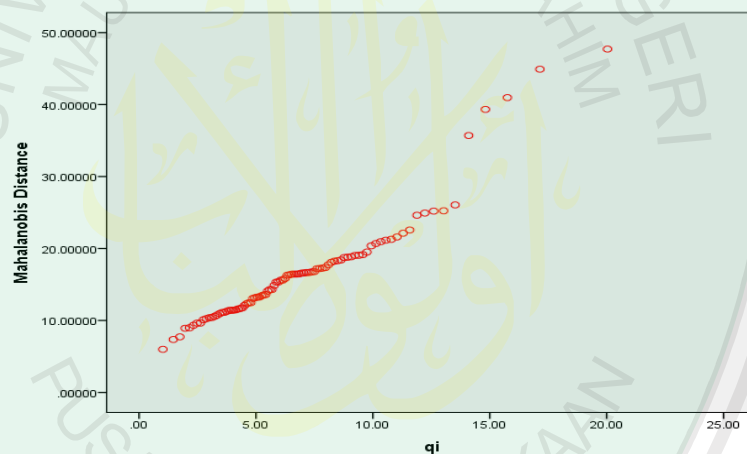
Gambar 4.16 Grafik Respon *Array* Sensor Lidah Elektronik Terhadap Sampel Susu Kambing pada Keadaan *Steady State*.

4.2.2 Praprocessing pengolahan Data LDA

1. Uji Asumsi pada Susu Sapi

a. Uji normalitas multivariat

Uji normalitas multivariat digunakan untuk memenuhi asumsi bahwa data dari variabel-variabel terdistribusi normal multivariat. Dalam penelitian ini digunakan plot *chi-square* dari distribusi *chi-square* serta jarak *mehalonobis* plot *chi-square* dan *mehalonobis* yang diperoleh dengan menggunakan aplikasi SPSS ver 21.



Gambar 4.17 Scatter- plott normalitas multivariat susu sapi

Hipotesis untuk menguji data terdistribusi normal multivariat:

H_0 = Data terdistribusi normal multivariat

H_1 = Data tidak terdistribusi normal multivariat.

Statistik Uji: Tolak H_0 jika $\text{sig.} > 0.05$

Tabel 4.1 Hasil Uji *Correlations*

		Mahalanobis Distance	qi
Mahalanobis Distance	Pearson Correlation	1	.959**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	91	91
Qi	Pearson Correlation	.959**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	91	91

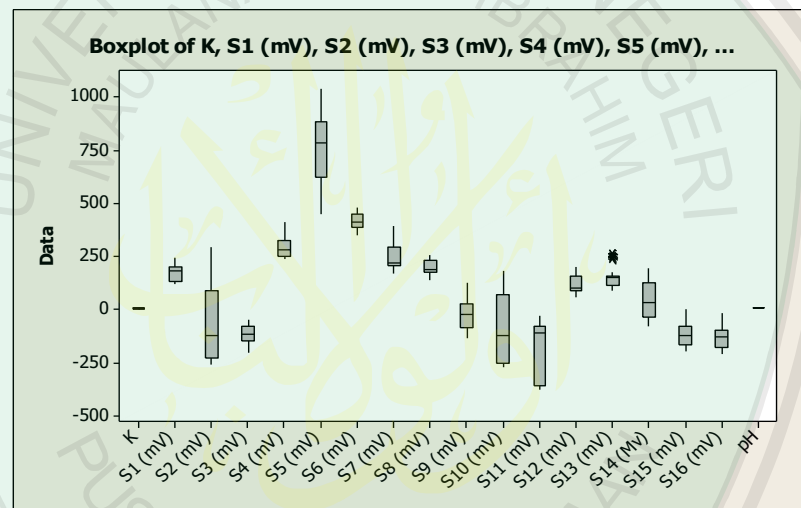
Hasil diatas menunjukkan hasil uji normalitas multivariat. Dari data tersebut dapat diketahui bahwa data terdistribusi normal multivariat jika *scatter-plott* cenderung membentuk garis lurus (linier). Selain itu, data terdistribusi normal juga dapat diketahui dari nilai korelasi pada tabel *correlation*. Nilai koefisien korelasi sebesar $0.959 >$ dari nilai r tabel (nilai signifikansi < 0.05). Pada hasil tabel diatas, nilai sig.(2-tailed) $0.000 < 0.05$, maka data dari sampel berdistribusi normal multivariat. Nilai 0.959 menunjukkan nilai korelasi yang tinggi dari rentang -1 sampai +1.

b. Uji Homogenitas Varian-Kovarian

Asumsi uji homogenitas varian kovarian berfungsi untuk melihat apakah variabel-variabel yang diamati sudah homogen atau tidak. Pada kasus ini uji homogenitas tidak dapat terpenuhi. Hal ini dapat dilihat dari hasil uji yang dilakukan dengan *software* SPSS 21 pada "test result". Keadaan ini tidak sesuai dengan asumsi analisis diskriminan linier yang mengharuskan varian kovarian dari semua variabel yang diuji bersifat homogen. Akan tetapi, analisis diskriminan tetap bisa dilakukan walaupun asumsi homogenitas varian-

kovarian tidak terpenuhi asalkan data tidak *outlier* Ghazali (2008) dalam (Desi, 2012).

Dari hasil uji *outlier*, dengan menggunakan *software* MINITAB, diperoleh boxplot pada gambar 4.18. Adanya *outlier* dapat diketahui bahwa ada titik hitam pada sebaran data. Pada hasil tersebut, ada 1 data yang *outlier* tetapi hal ini bisa diabaikan karena pada data *outlier* tidak terpaut jauh dengan data normal yang lainnya.

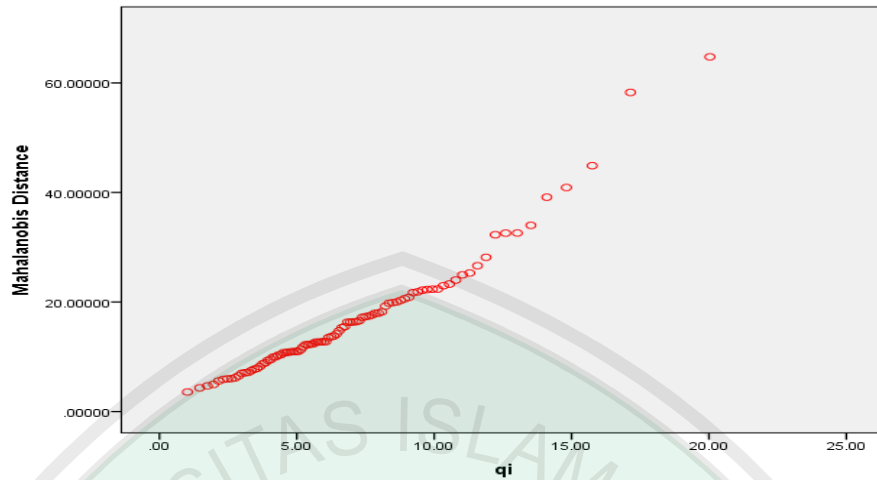


Gambar 4.18 Uji *outlier* susu sapi

2. Uji Asumsi Susu Kambing

a. Uji Normalitas Multivariat

Uji normalitas pada sampel susu kambing juga dilakukan dengan plot *chi-square* dari distribusi *chi-square* dan jarak *mehalonobis* plot *chi-square* dan *mehalonobis* yang diperoleh dengan menggunakan aplikasi SPSS ver 21.



Gambar 4.19 Scatter- plott normalitas multivariat susu kambing

Hipotesis untuk menguji data terdistribusi normal mutivariat:

H_0 = Data terdistribusi normal multivariat

H_1 = Data tidak terdistribusi normal multivariat.

Statistik Uji: Tolak H_0 jika sig. > 0.05.

Tabel 4.2 Hasil Uji *Correlations*

		Mahalanobis Distance	Qi
Mahalanobis Distance	Pearson Correlation	1	.974**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	91	91
Qi	Pearson Correlation	.974**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	91	91

Hasil diatas menunjukkan bahwa dengan sig(2-tailed). $0.000 < 0.05$, yang berarti data terdistribusi normal multivariat.

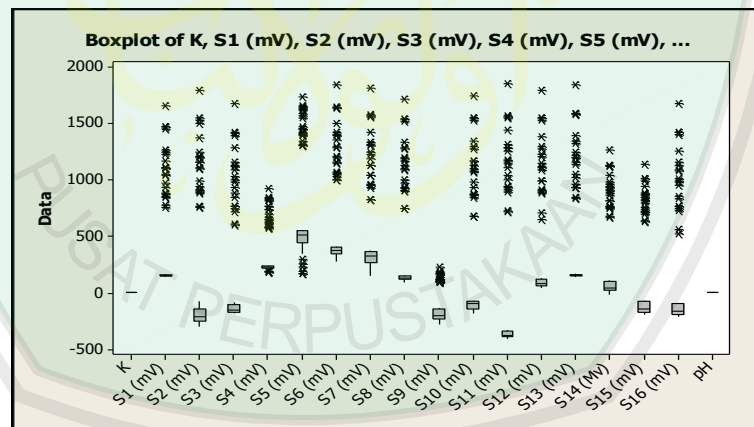
b. Uji Homogenitas Varian Kovarian

Uji homogenitas varian kovarian pada sampel susu kambing juga dilakukan dengan *software* SPSS 21. Hasil yang diperoleh sebagai berikut:

Tabel 4.3 Test Result Uji Box's M

Box's M		617.488
F	Approx.	3.848
	df1	126
	df2	9751.667
	Sig.	.000

Dari tabel di atas dengan nilai signifikan $0.000 < 0.05$ memberikan informasi bahwa data tidak homogen varian kovarian. Dengan menggunakan *software* MINITAB dilakukan uji *outlier* pada data dengan hasil seperti pada gambar 4.20



Gambar 4.20 Uji *outlier* pada susu kambing

Gambar 4.20 menunjukkan bahwa titik- titik hitam merupakan data yang *outlier*. Karena asumsi ini tidak terpenuhi maka akan mempengaruhi ketepatan klasifikasi dan hasil uji signifikansi (Gudono, 2015).

4.2.3 Hasil Pengolahan Data dengan LDA

Pengujian *array* sensor yang digunakan untuk mengklasifikasi pola rasa perkembangan kebiasaan susu dari kondisi segar sampai kondisi basi selama 12 jam dengan pengukuran setiap 2 jam. Sehingga dihasilkan 7 kelompok kondisi rasa pada susu. Pengambilan data dilakukan setiap 2 jam sekali dengan durasi 600 detik tiap perulangan dan dengan waktu sampling 1000ms. Dari data tersebut diperoleh data sebanyak 590 baris x 17 kolom sensor data untuk setiap perulangan. Dari 590 data tersebut, dipakai rata-rata 10 data terakhir ketika respon sensor sudah dalam keadaan *steady state*. Nilai rata-rata pada setiap perulangan tersebut yang diolah dengan menggunakan analisis multivariat yaitu metode LDA.

A. Data LDA Susu Sapi

Tabel 4.4 *Tests of Equality of Group Means*

	Wilks' Lambda	F	df1	df2	Sig.
s1	.918	1.243	6	84	.293
s2	.840	2.676	6	84	.020
s3	.826	2.939	6	84	.012
s4	.870	2.090	6	84	.063
s5	.988	.173	6	84	.983
s6	.938	.930	6	84	.478
s7	.797	3.560	6	84	.003
s8	.927	1.108	6	84	.365
s9	.842	2.634	6	84	.022
s10	.854	2.402	6	84	.034
s11	.990	.140	6	84	.990
s12	.940	.897	6	84	.501
s13	.690	6.290	6	84	.000
s14	.878	1.944	6	84	.083
s15	.712	5.651	6	84	.000
s16	.728	5.220	6	84	.000
s17(pH)	.000	181164.120	6	84	.000

Tabel 4.5 *Canonical Discriminant Function Coefficients*

	Function					
	1	2	3	4	5	6
s1	-.031	-.040	.010	.107	-.044	-.052
s2	.003	-.031	.023	.000	-.008	.007
s3	.019	.091	.044	-.015	-.047	-.039
s4	.022	.047	-.068	-.108	.029	-.011
s5	-.005	.012	-.009	-.005	.007	.014
s6	-.035	.096	-.031	-.026	.054	.005
s7	.006	-.002	.016	.001	-.002	.015
s8	.074	-.241	.029	-.014	-.061	-.001
s9	.015	.032	.082	.007	-.014	-.037
s10	-.001	.009	-.007	.007	.010	.002
s11	-.001	.025	-.014	-.012	-.006	.004
s12	.002	-.052	.032	.021	.049	-.008
s14	-.027	.080	-.015	.020	.016	-.007
s16	-.002	-.055	-.059	.024	.004	.064
s17(pH)	215.594	-1.115	-1.328	-1.896	1.244	.292
(Constant)	-1365.631	9.820	31.555	38.519	-37.150	-.392

Tabel 4.6 *Wilk's Lamda*

Test of Function(s)	Wilks' Lambda	Chi-square	df	Sig.
1 through 6	.000	1215.231	90	.000
2 through 6	.003	451.953	70	.000
3 through 6	.070	210.311	52	.000
4 through 6	.209	123.661	36	.000
5 through 6	.578	43.311	22	.004
6	.900	8.299	10	.600

Tabel 4.7 *Eigenvalues*

Function	Eigenvalue	% of Variance	Cumulative %	Canonical Correlation
1	15704.201 ^a	99.8	99.8	1.000
2	20.301 ^a	.1	100.0	.976
3	1.995 ^a	.0	100.0	.816
4	1.765 ^a	.0	100.0	.799
5	.558 ^a	.0	100.0	.598
6	.111 ^a	.0	100.0	.316

Tabel 4.8 *Functions at Group Centroids*

kelompok	Function					
	1	2	3	4	5	6
1.00	106.637	8.546	1.246	-.499	.363	-.082
2.00	106.204	1.619	-2.010	.999	-.925	.250

3.00	84.925	-4.696	.608	1.840	1.018	.060
4.00	61.346	-4.512	.899	-.680	-.871	-.501
5.00	-26.213	-3.043	.623	-1.927	.018	.551
6.00	-89.804	.127	-2.232	-.998	.808	-.296
7.00	-243.095	1.959	.865	1.265	-.410	.018

Tabel 4.9 Classification Results^{a,c}

		kelompok	Predicted Group Membership							Total
			1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	
Original	Count	1.00	13	0	0	0	0	0	0	13
		2.00	0	13	0	0	0	0	0	13
		3.00	0	0	13	0	0	0	0	13
		4.00	0	0	0	13	0	0	0	13
		5.00	0	0	0	0	13	0	0	13
		6.00	0	0	0	0	0	13	0	13
		7.00	0	0	0	0	0	0	13	13
	%	1.00	100.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.0
		2.00	.0	100.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.0
		3.00	.0	.0	100.0	.0	.0	.0	.0	100.0
		4.00	.0	.0	.0	100.0	.0	.0	.0	100.0
		5.00	.0	.0	.0	.0	100.0	.0	.0	100.0
		6.00	.0	.0	.0	.0	.0	100.0	.0	100.0
		7.00	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.0	100.0
Cross-validated ^b	Count	1.00	13	0	0	0	0	0	0	13
		2.00	0	13	0	0	0	0	0	13
		3.00	0	0	13	0	0	0	0	13
		4.00	0	0	0	13	0	0	0	13
		5.00	0	0	0	0	13	0	0	13
		6.00	0	0	0	0	0	13	0	13
		7.00	0	0	0	0	0	0	13	13
	%	1.00	100.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.0
		2.00	.0	100.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.0
		3.00	.0	.0	100.0	.0	.0	.0	.0	100.0
		4.00	.0	.0	.0	100.0	.0	.0	.0	100.0
		5.00	.0	.0	.0	.0	100.0	.0	.0	100.0
		6.00	.0	.0	.0	.0	.0	100.0	.0	100.0
		7.00	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.0	100.0

a. 100.0% of original grouped cases correctly classified.

b. Cross validation is done only for those cases in the analysis. In cross validation, each case is classified by the functions derived from all cases other than that case.

c. 100.0% of cross-validated grouped cases correctly classified.

Berdasarkan hasil pengolahan data yang diperoleh dari metode LDA, interpretasi pertama yang dilakukan yaitu uji signifikansi perbedaan rata-rata pada setiap variabel independen. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui variabel-variabel yang berkontribusi dalam pengklasifikasian, dalam hal ini variabel independennya yaitu sensor 1 sampai sensor 17. Uji signifikansi dilakukan dengan mengambil keputusan dengan hipotesis sebagai berikut:

- a. Jika signifikansi >0.05 maka tidak ada perbedaan signifikan pada rata-rata setiap kelompok (kondisi)
- b. Jika signifikansi <0.05 maka ada perbedaan signifikan pada rata-rata setiap kelompok (kondisi).

Uji ini dilakukan dari data yang diperoleh pada Tabel 4.4 (*Tests of Equality of Group Means*) dengan hasil interpretasi yaitu dari sensor 1 (s1) sampai sensor 16 (s16) dengan nilai wilk's lamda yang signifikansi <0.05 yang berarti ada perbedaan rata-rata setiap kelompok pada variabel independen yaitu: sensor 2 (s2); sensor 3 (s3); sensor 7 (s7); sensor 9 (s9); sensor 10 (s10); sensor 13 (s13); sensor 15 (s15); sensor 16 (s16) dan sensor 17 (s17). Sehingga dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa variabel-variabel diatas berpengaruh dominan pada klasifikasi pola rasa perkembangan kebiasaan susu sapi. Sedangkan nilai wilk's lamda yang signifikansi >0.05 yang berarti tidak ada perbedaan pada rata-rata tiap kelompok, diantaranya pada sensor 1 (s1); sensor 4 (s4), sensor 5 (s5), sensor 6 (s6), sensor 8 (s8); sensor 11 (s11); sensor 12 (s12) dan sensor 14 (s14) yang berarti tidak berpengaruh atau tidak dominan dalam klasifikasi pola rasa perkembangan kebiasaan pada susu sapi.

Nilai wilk's lamda diatas diperoleh dari persamaan matematis (Gudono, 2015):

$$\lambda = \frac{SS_w}{SS_T}$$

Dengan SS_w adalah nilai varians dalam matrik $SSCP_w$ (*sum of square nd cross product*) dan SS_T adalah nilai varians dalam matrik $SSCP_t$. Nilai SS_w diperoleh dari tabel *Pooled Within-Group Matrices* sedangkan nilai SS_t diperoleh dari tabel *Covariance Matrices* (tabel terlampir dilampiran) dengan rumus sebagai berikut:

$$SS_w \text{ atau } SS_T X_n = \text{jumlah df} \times \text{covariance variabel independen } (X_n, n = 1,2,3 \dots).$$

Dengan df adalah *degree of freedom* sedangkan X_n adalah variabel independen ke- n .

Tabel 4.5 (*Canonical Discriminant Function Coefficients*) menunjukkan model fungsi diskriminan yang digunakan sebagai penentu klasifikasi dari kondisi rasa pada perkembangan kebiasaan susu. Fungsi diskriminan yang terbentuk, hanya variabel yang telah terseleksi yang mempunyai kontribusi dalam menentukan prediksi. Variabel yang tidak masuk pada model fungsi diskriminan adalah variabel yang memiliki nilai kontribusi yang lemah terhadap model klasifikasi. Variabel tersebut yaitu, sensor 13 (s13) dan sensor 15 (s15). Fungsi diskriminan yang terbentuk yaitu sebagai berikut:

$$D_1 = -1365.631 + (-0.031S_1 + 0.003S_2 - 0.019S_3 + 0.022S_4 - 0.005S_5 - 0.035S_6 + 0.006S_7 + 0.074S_8 + 0.015S_9 - 0.001S_{10} - 0.010S_{11} + 0.002S_{12} - 0.027S_{14} - 0.002S_{16} + 215.594 S_{17})$$

$$D_2 = 9.820 + (-0.040S_1 - 0.031S_2 + 0.091S_3 + 0.047S_4 + 0.012S_5 + 0.096S_6 - 0.002S_7 - 0.241S_8 + 0.032S_9 + 0.009S_{10} + 0.025S_{11} - 0.052S_{12} + 0.080S_{14} - 0.055S_{16} - 1.115S_{17})$$

$$D_3 = 31.555 + (0.01S_1 + 0.023S_2 + 0.044S_3 - 0.068S_4 - 0.009S_5 - 0.031S_6 + 0.016S_7 + 0.029S_8 + 0.082S_9 - 0.007S_{10} - 0.014S_{11} + 0.032S_{12} - 0.015S_{14} - 0.059S_{16} - 1.328S_{17})$$

$$D_4 = 38.519 + (0.107S_1 - 0.015S_3 - 0.108S_4 - 0.005S_5 - 0.026S_6 + 0.001S_7 - 0.014S_8 + 0.007S_9 + 0.007S_{10} - 0.012S_{11} + 0.021S_{12} + 0.020S_{14} + 0.024S_{16} - 1.896S_{17})$$

$$D_5 = -37.150 + (-0.044S_1 - 0.008S_2 - 0.047S_3 + 0.029S_4 + 0.007S_5 + 0.054S_6 - 0.002S_7 - 0.061S_8 - 0.014S_9 + 0.01S_{10} - 0.006S_{11} + 0.049S_{12} + 0.016S_{14} + 0.004S_{16} + 1.244S_{17})$$

$$D_6 = -0.392 + (-0.052S_1 + 0.007S_2 - 0.039S_3 - 0.011S_4 + 0.014S_5 + 0.005S_6 + 0.015S_7 - 0.001S_8 - 0.037S_9 + 0.002S_{10} + 0.004S_{11} - 0.008S_{12} - 0.007S_{14} + 0.064S_{16} + 0.292S_{17})$$

Berdasarkan model fungsi diskriminan di atas, analisa selanjutnya menggunakan uji *multivariat tes signifikan* dari wilk's lamda pada Tabel 4.6 untuk menguji signifikansi dari fungsi diskriminan dalam mengklasifikasi pola rasa perkembangan kebiasaan susu. Hipotesa yang dilakukan menggunakan uji *chi-square* dalam penelitian ini adalah:

H_0 = tidak ada perbedaan rata-rata (*centroid*) dari keenam fungsi diskriminan

H_1 = ada perbedaan rata-rata (*centroid*) dari keenam fungsi diskriminan

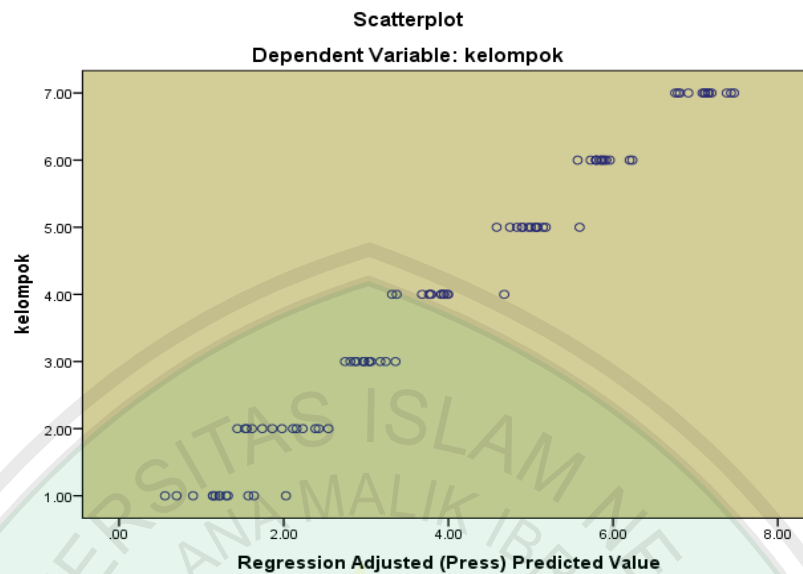
Ketentuan uji chi-square:

$\text{Sig} > 0.05$ maka H_0 diterima

$\text{Sig} < 0.05$ maka H_0 ditolak

Hasil analisis wilk's Lamda menunjukkan bahwa model fungsi diskriminan 1 sampai 5 dengan signifikan 0.000 yang lebih kecil dari tingkat signifikan $\alpha = 0.05$, dapat diambil kesimpulan bahwa model fungsi diskriminan yang dihasilkan mampu mengelompokkan atau membedakan kondisi susu segar sampai basi (kondisi 1 sampai kondisi 7). Sedangkan pada model fungsi 6 nilai signifikan menunjukkan nilai 0.6 yang lebih besar dari 0.05, sehingga model fungsi 6 tidak signifikan atau tidak ada perbedaan rata-rata (*centroid*) dari keenam fungsi diskriminan. Akan tetapi model fungsi D_1, D_2, D_3, D_4, D_5 , dan D_6 secara bersama dikatakan signifikan, karena jika hanya model fungsi D_6 yang dihitung dengan menghilangkan fungsi D_1-D_5 maka model fungsi D_6 tidak signifikan. Sehingga disimpulkan bahwa fungsi diskriminan signifikan secara statistik jika fungsi D_1 sampai D_6 digunakan secara bersama. Hal ini berarti nilai rata-rata pada setiap kondisi berbeda secara signifikan.

Keenam model fungsi diskriminan yang dibentuk dari tujuh kelompok (kondisi) perkembangan rasa pada susu dapat diketahui model fungsi diskriminan yang paling berperan dalam pengelompokan perkembangan kebiasaan susu. Hal ini ditunjukkan pada *scatter plot* konfigurasi parsial yang menunjukkan posisi titik-titik data masing-masing kelompok yang menghasilkan satu fungsi diskriminan (Gudono, 2014).



Gambar 4.21 *Scatter plot spatial configuration.*

Nilai varian (*variance*) sebesar 99.8% dengan *canonical correlation* sebesar 1,00 menunjukkan keeratan yang tinggi antara nilai diskriminan dengan kelompok (kondisi) dengan ukuran skala 0 sampai 1 yang ditunjukkan pada tabel 4.7 (*eigenvalues*). Hal ini berarti fungsi diskriminan tersebut memiliki kemampuan menjelaskan perbedaan perkembangan pola rasa basi pada susu. Nilai ini ditunjukkan pada model fungsi D1 dengan persamaan:

$$D_1 = -1365.631 + (-0.031S_1 + 0.003S_2 - 0.019S_3 + 0.022S_4 - 0.005S_5 - 0.035S_6 + 0.006S_7 + 0.074S_8 + 0.015S_9 - 0.001S_{10} - 0.010S_{11} + 0.002S_{12} - 0.027S_{14} - 0.002S_{16} + 215.594 S_{17}).$$

B. Data LDA Susu Kambing

Tabel 4.10 *Tests of Equality of Group Means*

	Wilks' Lambda	F	df1	df2	Sig.
s1	.991	.123	6	84	.993
s2	.995	.073	6	84	.998
s3	.993	.096	6	84	.997
s4	.994	.080	6	84	.998

s5	.988	.165	6	84	.985
s6	.992	.110	6	84	.995
s7	.992	.108	6	84	.995
s8	.991	.130	6	84	.992
s9	.996	.050	6	84	.999
s10	.992	.112	6	84	.995
s11	.996	.060	6	84	.999
s12	.992	.116	6	84	.994
s13	.991	.124	6	84	.993
s14	.997	.047	6	84	1.000
s15	.998	.029	6	84	1.000
s16	.993	.097	6	84	.997
s17(pH)	.001	18733.110	6	84	.000

Tabel 4.11 *Canonical Discriminant Function Coefficients*

	Function					
	1	2	3	4	5	6
s3	-.004	.040	.004	.017	.028	-.014
s5	.000	.006	.012	-.002	-.006	.002
s9	-.001	.032	-.027	.034	.016	-.005
s10	-.010	-.049	.012	.002	-.014	.005
s14	.023	-.005	-.026	-.038	-.016	.013
s17(pH)	200.957	-2.185	2.192	1.552	.877	-.706
(Constant)	-1280.973	18.713	-22.512	3.103	4.115	-.042

Tabel 4.12 *Wilk's Lamda*

Test of Function(s)	Wilks' Lambda	Chi-square	Df	Sig.
1 through 6	.000	761.185	36	.000
2 through 6	.355	86.564	25	.000
3 through 6	.788	19.863	16	.226
4 through 6	.981	1.637	9	.996
5 through 6	.993	.593	4	.964
6	1.000	.000	1	.995

Tabel 4.13 *Eigenvalues*

Function	Eigenvalue	% of Variance	Cumulative %	Canonical Correlation
1	3225.942 ^a	100.0	100.0	1.000
2	1.223 ^a	.0	100.0	.742
3	.244 ^a	.0	100.0	.443
4	.013 ^a	.0	100.0	.111

5	.007 ^a	.0	100.0	.084
6	.000 ^a	.0	100.0	.001

Tabel 4.14 *Functions at Group Centroids*

kelompok	Function					
	1	2	3	4	5	6
1.00	53.781	1.643	-.582	.020	.085	7.428E-006
2.00	52.835	.238	.704	-.098	-.025	.001
3.00	36.648	-.077	.092	.177	-.125	.000
4.00	14.701	-.667	.211	-.123	.038	-.001
5.00	-5.768	-1.533	-.767	-.064	-.042	.001
6.00	-44.586	-.867	.315	.135	.127	.000
7.00	-107.611	1.262	.026	-.047	-.058	-2.747E-005

Tabel 4.15 *Classification Results^{a,c}*

	kelompok	Predicted Group Membership							Total	
		1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00		
Original	Count	1.00	10	3	0	0	0	0	0	13
		2.00	1	12	0	0	0	0	0	13
		3.00	0	0	13	0	0	0	0	13
		4.00	0	0	0	13	0	0	0	13
		5.00	0	0	0	0	13	0	0	13
		6.00	0	0	0	0	0	13	0	13
		7.00	0	0	0	0	0	0	13	13
	%	1.00	76.9	23.1	.0	.0	.0	.0	.0	100.0
		2.00	7.7	92.3	.0	.0	.0	.0	.0	100.0
		3.00	.0	.0	100.0	.0	.0	.0	.0	100.0
		4.00	.0	.0	.0	100.0	.0	.0	.0	100.0
		5.00	.0	.0	.0	.0	100.0	.0	.0	100.0
		6.00	.0	.0	.0	.0	.0	100.0	.0	100.0
		7.00	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.0	100.0
Cross-validate ^d	Count	1.00	9	4	0	0	0	0	0	13
		2.00	1	12	0	0	0	0	0	13
		3.00	0	0	13	0	0	0	0	13
		4.00	0	0	0	13	0	0	0	13
		5.00	0	0	0	0	13	0	0	13
		6.00	0	0	0	0	0	13	0	13
		7.00	0	0	0	0	0	0	13	13
	%	1.00	69.2	30.8	.0	.0	.0	.0	.0	100.0
		2.00	7.7	92.3	.0	.0	.0	.0	.0	100.0

	3.00	.0	.0	100.0	.0	.0	.0	.0	100.0
	4.00	.0	.0	.0	100.0	.0	.0	.0	100.0
	5.00	.0	.0	.0	.0	100.0	.0	.0	100.0
	6.00	.0	.0	.0	.0	.0	100.0	.0	100.0
	7.00	.0	.0	.0	.0	.0	.0	100.0	100.0

a. 95.6% of original grouped cases correctly classified.

b. Cross validation is done only for those cases in the analysis. In cross validation, each case is classified by the functions derived from all cases other than that case.

c. 94.5% of cross-validated grouped cases correctly classified.

Langkah pertama yang dilakukan adalah uji signifikansi perbedaan rata-rata setiap variabel independen yaitu sensor 1 sampai sensor 17 dilakukan dari data yang diperoleh pada Tabel 4.10 (*Tests of Equality of Group Means*), dengan mengambil hipotesis:

- a. Jika signifikansi >0.05 maka tidak ada perbedaan signifikan pada rata-rata setiap kelompok (kondisi)
- b. Jika signifikansi <0.05 maka ada perbedaan signifikan pada rata-rata setiap kelompok (kondisi).

Hasil yang diperoleh yaitu pada nilai wilks lamda dengan nilai signifikansi <0.05 yang berarti ada perbedaan signifikan pada rata-rata setiap kelompok pada variabel independen yaitu sensor 17 (s17). Hal ini berarti sensor 17 yaitu sensor pH berpengaruh dominan dalam klasifikasi perkembangan rasa basi susu kambing. Sedangkan pada sensor 1 sampai sensor 16 nilai signifikan >0.05 yang berarti tidak ada perbedaan signifikan rata-rata setiap kelompok.

Fungsi diskriminan yang dibentuk dari Tabel 4.10 digunakan sebagai penentu klasifikasi dari kondisi rasa perkembangan kebasian susu kambing.

Fungsi diskriminan yang terbentuk yaitu:

$$D_1 = -1280.973 + (-0.0049 S_3 - 0.001 S_9 - 0.010 S_{10} + 0.023 S_{14} + 200.957 S_{17})$$

$$D_2 = 18.713 + (0.040 S_3 + 0.006 S_5 + 0.032 S_9 - 0.049 S_{10} - 0.005 S_{14} - 2.185 S_{17})$$

$$D_3 = -22.512 + (0.004 S_3 + 0.012 S_5 - 0.027 S_9 + 0.012 S_{10} - 0.026 S_{14} + 2.192 S_{17})$$

$$D_4 = 3.103 + (0.017 S_3 - 0.002 S_5 + 0.034 S_9 + 0.002 S_{10} - 0.038 S_{14} + 1.552 S_{17})$$

$$D_5 = 4.115 + (0.028 S_3 - 0.006 S_5 + 0.016 S_{19} - 0.014 S_{10} - 0.016 S_{14} - 0.877 S_{17})$$

$$D_6 = -0.042 + (-0.014 S_3 + 0.002 S_5 - 0.005 S_9 + 0.005 S_{10} + 0.013 S_{14} - 0.706 S_{17})$$

Fungsi diskriminan yang sudah dibentuk, diuji signifikansinya dalam mengklasifikasi perkembangan rasa basi pada susu kambing dengan menggunakan Tabel 4.11 dari nilai wilk's lamda. Hipotesa yang dilakukan dengan uji *chi-squares* sama dengan hipotesa pada susu sapi, yaitu:

H_0 = tidak ada perbedaan rata-rata *centroid* dari keenam fungsi diskriminan

H_1 = ada perbedaan rata-rata *centroid* dari keenam fungsi diskriminan

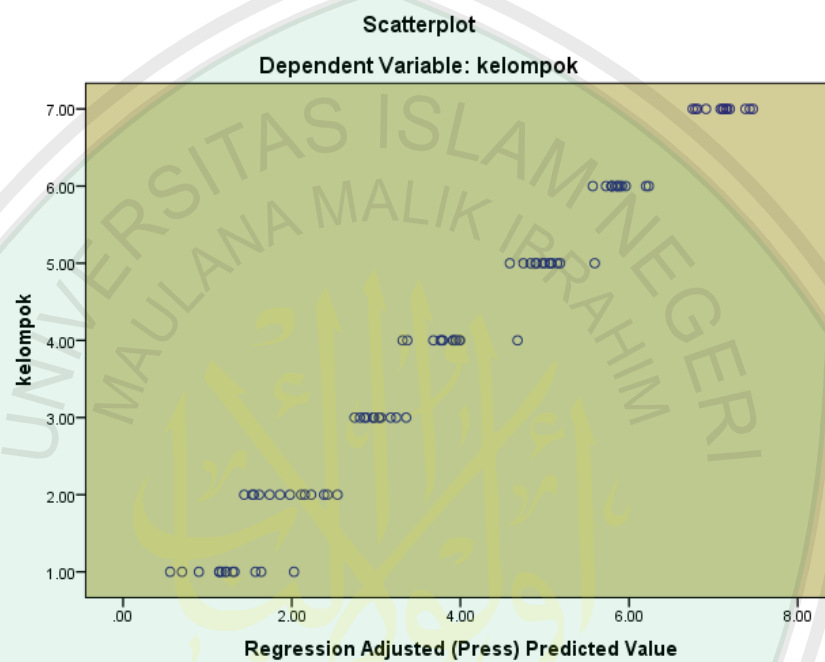
Ketentuan uji chi-square:

Sig > 0.05 maka H_0 diterima

Sig < 0.05 maka H_0 ditolak

Hasil nilai wilk's lamda menunjukkan bahwa fungsi diskriminan 1 dan fungsi diskriminan 2 dengan signifikansi < 0.05 yang berarti ada perbedaan rata-rata *centroid* dari keenam fungsi diskriminan yang terbentuk. Sehingga dapat disimpulkan bahwa fungsi diskriminan 1 dan 2 mampu mengelompokkan atau membedakan kondisi susu segar sampai basi pada susu kambing. Sedangkan fungsi diskriminan 3 sampai 6 nilai signifikansi > 0.05 yang berarti tidak ada perbedaan rata-rata *centroid* dari keenam fungsi diskriminan atau fungsi diskriminan tersebut tidak berpengaruh dalam mengelompokkan perkembangan

kondisi rasa pada susu. Hasil uji pada konfigurasi parsial menunjukkan bahwa bentuk *scatter plot* gambar 4.22 membentuk garis linier yang berarti hanya ada satu fungsi diskriminan yang dihasilkan dan yang paling berperan dalam mengelompokkan perkembangan rasa susu.



Gambar 4.22 *Scatter plot spatial configuration*

Nilai varian 100% dengan nilai korelasi sebesar 1 yang menunjukkan hubungan keeratan yang tinggi antara nilai diskriminan dengan kelompok (kondisi) pada ukuran skala 0 sampai 1 yang ditunjukkan pada tabel 4.13 (*eigenvalues*). Nilai ini ditunjukkan pada fungsi diskriminan D1 dengan persamaan:

$$D_1 = -1280.973 + (-0.0049 S_3 - 0.001 S_9 - 0.010 S_{10} + 0.023 S_{14} + 200.957 S_{17})$$

4.3 Pembahasan

Pada sistem biologis, zat rasa diterima oleh membran biologis dari sel gustatori pada lidah yang selanjutnya diteruskan ke otak untuk diproses sebagai hasil stimulus. Prinsip sensor lidah elektronik sama seperti dengan lidah manusia. Membran lipid pada permukaan setiap sensor mempunyai fungsi mirip seperti lidah manusia yang akan merespon rasa dari suatu sampel. Informasi pada substansi rasa kemudian ditransduksi ke dalam bentuk sinyal elektrik dan diproses dengan analisis pengenalan pola LDA.

4.3.1 Respon *Array* Sensor Lidah Elektronik

Respon *array* sensor lidah elektronik pada susu sapi dan susu kambing pada gambar 4.15 dan gambar 4.16 terlihat bahwa semua sensor merespon sampel. Sensor lidah elektronik merupakan sensor dengan sifat selektif global yang berbasis membran selektif ion, sehingga sensor dapat merespon konsentrasi dari partikel tertentu seperti atom, molekul atau ion dan mengubahnya menjadi sinyal listrik. Ketika *software* dijalankan, *array* sensor merespon sampel dimana terjadi interaksi antara bagian hidrofilik membran lipid dengan ion sampel. Membran akan respon terhadap ion sampel yang berlawanan dengan muatan membran. Proses yang terjadi pada reaksi tersebut yaitu reaksi elektrolisis atau reaksi oksidasi dan reduksi. Pada reaksi itu terjadi serah terima antara ion pada membran lipid dengan ion sampel uji. Interaksi tersebut menimbulkan perubahan potensial membran sebagai output dari nilai respon. Respon masing-masing membran terhadap sampel membentuk pola potensial listrik yang berbeda-beda. Untuk substansi yang menghasilkan rasa yang sama akan membentuk pola yang

sama, sedangkan substansi yang menghasilkan rasa yang berbeda akan membentuk pola rasa yang berbeda juga.

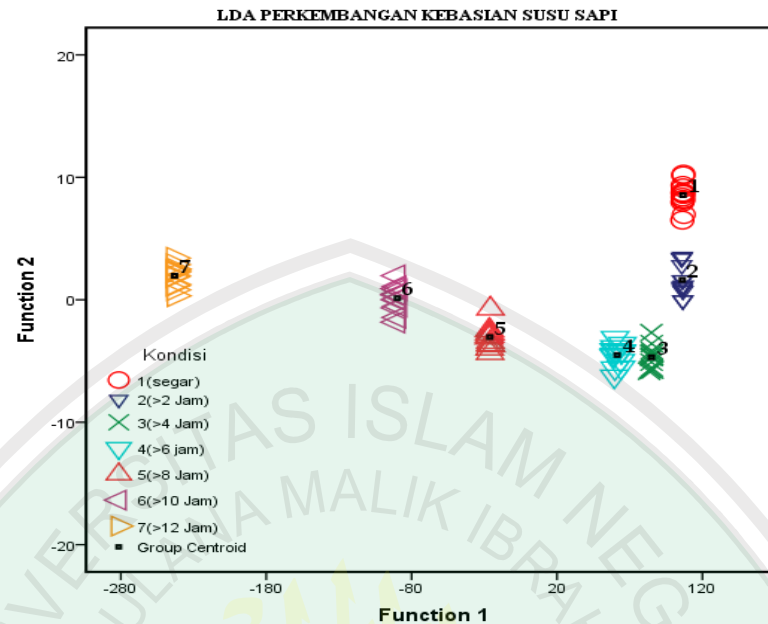
Nilai potensial listrik bergantung pada elektroda kerja dan elektroda *reference* yang memenuhi persamaan berikut:

$$E = E_1 - E_0$$

Dimana E adalah nilai respon potensial listrik pada sensor, E_1 adalah nilai potensial pada elektroda kerja dan E_0 adalah nilai potensial pada elektroda *reference*. Sehingga nilai sinyal terukur yang ditampilkan merupakan hasil pengurangan antara sinyal terbaca elektroda kerja dengan sinyal terbaca elektroda *reference*. Respon akan bernilai positif ketika potensial elektroda kerja lebih besar dari nilai potensial elektroda *reference*. Sebaliknya respon bernilai negatif ketika nilai potensial membran lebih kecil dari nilai potensial elektroda *reference*.

4.3.2 Pembahasan Klasifikasi Pola Rasa Perkembangan Kebiasaan Susu Sapi dengan Metode LDA.

Hasil analisis data susu sapi menggunakan *score plot* yang ditunjukkan pada gambar 4.23 merupakan pengelompokan data pola rasa perkembangan kebiasaan pada susu sapi.



Gambar 4.23 *Score plot* Susu Sapi

Hasil dari klasifikasi perkembangan kebasian susu dari kondisi segar sampai kondisi basi selama 12 jam menggunakan metode LDA menunjukkan pola klasifikasi yang sangat jelas dan dapat membedakan data setiap kondisi. Warna merah adalah rasa susu pada saat kondisi 1 (segar), warna biru adalah susu kondisi 2 (lebih dari 2 jam), warna hijau adalah susu dengan kondisi 4 (lebih dari 4 jam), warna biru muda adalah susu kondisi 4 (lebih dari 6 jam), warna pink adalah susu kondisi 5 (lebih dari 8 jam), warna ungu adalah susu kondisi 6 (lebih dari 10 jam) dan warna merah bata adalah susu kondisi 7 (lebih dari 12 jam). *Score plot* di atas menunjukkan pengelompokan menjadi 7 kondisisesuai pada analisis diskriminan yaitu dengan terbentuknya 6 fungsi diskriminan. Pada setiap kondisi, anggota data yang mempunyai nilai potensial yang sama saling berdekatan pada nilai *centroid* masing-masing kelompok (kondisi) dan tidak mengalami pemencaran.

Klasifikasi tersebut berdasarkan nilai dari fungsi diskriminan yang mempunyai fungsi berbeda pada setiap kondisi seperti pada Tabel 4.5. Berdasarkan *score plot* hasil dari LDA, maka ditunjukkan bahwa berdasarkan sumbu x atau fungsi 1 yang menunjukkan bahwa fungsi diskriminan ke-1 mempunyai kontribusi untuk membedakan kondisi data pada susu dengan varian sebesar 99.8%. Hal ini berarti dengan fungsi diskriminan ke-1 saja sudah cukup membedakan (mengklasifikasi) 7 kondisi data yang berbeda pada susu kambing. Sedangkan berdasarkan sumbu Y atau fungsi 2, menunjukkan bahwa fungsi diskriminan ke-2 mempunyai kontribusi untuk membedakan kondisi data pada susu sapi dengan varian 1% yang berarti kurang dapat membedakan kondisi data susu sapi. Perbedaan ini terletak pada nilai koefisien setiap variabel independen penyusun fungsi diskriminan. Fungsi diskriminan yang terbentuk dengan statistik multivariat LDA menggunakan metode *stepwise*, yaitu metode yang memasukkan variabel-variabel secara bertahap untuk menyeleksi variabel-variabel yang memiliki kontribusi besar dalam menentukan prediksi pada model fungsi diskriminan dan menghapus variabel yang memiliki kontribusi rendah. Berdasarkan fungsi diskriminan yang dibentuk, pada data susu sapi, maka variabel yang dihapus yaitu: sensor 13 (s13) dan sensor 15 (s15).

Prediksi data masing-masing kelompok (kondisi) pada susu sapi ditentukan dengan menggunakan fungsi diskriminan ke-1 yaitu dengan menghitung nilai *cut-off* dengan persamaan 2.9 dan diperoleh nilai sebagai berikut:

- a. *Cut-off* (1,2)=106.4203; Jika nilai > 106.4203 maka akan masuk ke kelompok kondisi 1, dan <106.4203 maka masuk ke kelompok 2.
- b. *Cut-off* (2,3)= 95.56468, sehingga nilai *Cut-off* kelompok 2: $95.56468 < \text{kelompok 2} < 106.4203$
- c. *Cut-off* (3,4)= 73.13566, sehingga nilai *Cut-off* kelompok 3: $73.13566 < \text{kelompok 3} < 95.56468$.
- d. *Cut-off* (4,5)=17.56632, sehingga nilai *Cut-off* kelompok 4: $17.56632 < \text{kelompok 4} < 73.13566$.
- e. *Cut-off* (5,6)= -58.0085, sehingga nilai *Cut-off* kelompok 5: $-58.0085 < \text{kelompok 5} < 17.56632$
- f. *Cut-off* (6,7)= -166.449, sehingga nilai *Cut-off* kelompok 6: $-166.449 < \text{kelompok 6} < 58.0085$
- g. *Cut-off* (7,1)= -68.2192, sehingga nilai *Cut-off* kelompok 7: $-68.2192 < \text{kelompok 7} < 106.4203$

Nilai keakurasian fungsi diskriminan yang sudah dibentuk ditunjukkan pada tabel 4.9. Dari tabel tersebut nilai ketepatan klasifikasi fungsi diskriminan yaitu 100% dari data awal terklasifikasi dengan benar. Hal ini berarti data yang telah diolah telah dimasukkan pada kelompok yang sesuai dengan data awal. Hasil yang didapatkan menunjukkan kelompok yang ada pada data awal masuk kedalam kelompok 1 (kondisi 1) dan dari klasifikasi model diskriminan tetap pada kondisi 1 sebanyak 13. Begitu juga pada kondisi 2 sampai kondisi 7 setelah dilakukan klasifikasi dengan model diskriminan tetap pada kondisi awal. Kode c

memberikan informasi bahwa menggunakan metode “*leave one-out cross validation*” menghasilkan nilai keakurasian data yang terkelompok adalah 100%.

4.3.3 Pembahasan Klasifikasi Pola Rasa Perkembangan kebasian Susu Kambing dengan Metode LDA.

Hasil analisis data susu kambing menggunakan *score plot* yang ditunjukkan pada gambar 4.24 menunjukkan pengelompokan data pola rasa perkembangan kebasian pada susu kambing.



Gambar 4.24 *Score plot* Susu Kambing

Gambar 4.24 menunjukkan hasil dari klasifikasi perkembangan kebasian susu dari kondisi segar sampai kondisi basi selama 12 jam menggunakan metode LDA. Pola klasifikasi yang terbentuk dapat membedakan data setiap kondisi. Warna biru adalah rasa susu pada saat kondisi (segar), warna merah adalah susu

kondisi 2 (lebih dari 2 jam), warna hijau adalah susu dengan kondisi 4 (lebih dari 4 jam), warna pink adalah susu kondisi 4 (lebih dari 6 jam), warna merah bata adalah susu kondisi 5 (lebih dari 8 jam), warna ungu adalah susu kondisi 6 (lebih dari 10 jam) dan warna orange adalah susu kondisi 7 (lebih dari 12 jam). *Score plot* diatas menunjukkan pengelompokan menjadi 7 kelompok sesuai pada analisis diskriminan yaitu dengan terbentuknya 6 fungsi diskriminan. Hal ini bahwa rasa pada setiap kondisi susu berbeda dengan ditandai nilai pH semakin menurun. Pada setiap kondisi rasa pada susu saling berdekatan yang semuanya berada pada nilai *centroid grup* pada masing-masing kondisi kecuali kondisi 1 dan kondisi 2, terlihat ada anggota data dari kedua kondisi yang mengalami pemencaran. Hal ini dikarenakan beberapa faktor, salah satunya yaitu kualitas susu yang digunakan mempengaruhi tingkat kebasian susu sehingga meskipun sudah beberapa jam susu belum mengalami perubahan rasa basi.

Klasifikasi tersebut berdasarkan nilai dari fungsi diskriminan yang mempunyai fungsi berbeda pada setiap kondisi seperti pada Tabel 4.11. Berdasarkan *score plot* hasil dari LDA, menunjukkan bahwa fungsi diskriminan ke-1 mempunyai kontribusi untuk membedakan kondisi data pada susu dengan varian sebesar 100% berdasarkan sumbu x atau fungsi 1. Hal ini berarti dengan fungsi diskriminan ke-1 saja sudah cukup membedakan (mengklasifikasi) 7 kondisi data yang berbeda pada susu kambing. Sedangkan berdasarkan sumbu Y atau fungsi 2, menunjukkan bahwa fungsi diskriminan ke-2 mempunyai kontribusi untuk membedakan kondisi data pada susu kambing dengan varian 0% yang berarti kurang dapat membedakan kondisi data susu kambing. Pengolahan LDA

ini menggunakan metode stepwise, yaitu metode yang memasukkan variabel-variabel secara bertahap untuk menyeleksi variabel-variabel yang memiliki kontribusi besar dalam menentukan prediksi pada model fungsi diskriminan dan menghapus variabel yang memiliki kontribusi rendah. Berdasarkan fungsi diskriminan yang dibentuk, pada data susu kambing variabel yang dihapus yaitu: sensor 1 (s1), sensor 2 (s2), sensor 4 (s4), sensor 5 (s5), sensor 6 (s6), sensor 7(s7), sensor 8 (s8), sensor 11 (s11), sensor 12 (s12), sensor 13(s13), sensor 15 (s15) dan sensor 16 (s16). Sehingga variabel-variabel yang digunakan dalam model fungsi diskriminan adalah sensor 3 (s3), sensor 4 (s4), sensor 9 (s9), sensor 10 (s10), sensor 14 (s14) dan sensor 17 (s17).

Untuk menentukan prediksi data pada masing-masing kondisi pada susu kambing dengan menggunakan fungsi diskriminan ke-1 yaitu dengan menghitung nilai *cutt-off* sesuai dengan persamaan 2.9, diperoleh nilai:

- a. *Cut-off* (1,2)= 53.308; jika nilai >53.308 maka akan masuk ke kelompok kondisi 1, dan <53.308 maka akan masuk ke kelompok 2.
- b. *Cut-off* (2,3)= 44.6575, sehingga nilai *Cut-off* kelompok 2:44.6575 <kelompok 2 <53.308
- c. *Cut-off* (3,4)= 25.6745, sehingga nilai *Cut-off* kelompok 3:25.6745<kelompok 3 <44.6575.
- d. *Cut-off* (4,5)=4.465, sehingga nilai *Cut-off* kelompok 4: 4.465 <kelompok 4 <25.6745
- e. *Cut-off* (5,6)= -25.168, sehingga nilai *Cut-off* kelompok 5: -25.168 <kelompok 5 < 4.465.

f. $Cut-off (6,7) = -76.0985$, sehingga nilai $Cut-off$ kelompok 6: -76.0985
 $< \text{kelompok 6} < -25.168$

g. $Cut-off (7,1) = -26.915$, sehingga nilai $Cut-off$ kelompok 7: -68.2192
 $< \text{kelompok 7} < 106.4203$

Ketepatan fungsi diskriminan dalam mengelompokkan kondisi rasa perkembangan susu kambing dapat diketahui dari Tabel 4.14. Kode a memberikan informasi bahwa 96.5% dari 91 data susu kambing telah diolah dan dimasukkan pada kelompok yang sesuai dengan data awal. Dari hasil tersebut diketahui bahwa terjadi miss-klasifikasi yaitu, pada kelompok (kondisi) 1 yang awalnya berjumlah 13, setelah diklasifikasi didapatkan bahwa hanya 10 data yang masuk kelompok 1 dan 3 data masuk ke kelompok 2. Pada kelompok (kondisi) 2 yang jumlah data awal adalah 13, 1 data masuk ke kelompok 1 dan 12 data lain masuk ke kelompok 2. Sedangkan pada kelompok 3 sampai kelompok 7 semua sesuai dengan data awal. Jika menggunakan metode "*leave one-out*" *cross validation*, dengan hasil klasifikasi 94.5% terdapat kesalahan klasifikasi pada kondisi 1 yaitu pada data awal berjumlah 13, setelah diklasifikasikan hasilnya 9 data masuk ke kondisi 1 dan 4 data masuk ke kondisi 2. Pada kondisi 2 juga terdapat kesalahan klasifikasi yaitu dari 13 data yang awalnya berada dalam kondisi 2, setelah diklasifikasikan 1 data masuk ke kondisi 1 dan 12 data masuk ke kondisi 2. Sedangkan pada kelompok 3 sampai kelompok 4 tidak terdapat kesalahan klasifikasi.

4.4 Kajian Integrasi Aplikasi Lidah Elektronik

Kebutuhan pokok manusia yang salah satunya adalah makan untuk dapat bertahan hidup. Dalam mengonsumsi suatu makanan, manusia harus memilih makanan yang tepat dan baik bagi tubuh. Allah SWT telah memerintahkan manusia untuk makan makanan yang halal dan juga baik, sebagaimana Allah SWT berfirman dalam surat al-Baqarah (2): 172:

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ ءَامَنُوا كُلُوا مِن طَيِّبَاتِ مَا رَزَقْنَاكُمْ وَشكُّرُوا لِلَّهِ إِن كُنتُمْ إِيَّاهُ تَعْبُدُونَ .

“Hai orang-orang yang beriman, makanlah di antara rezeki yang baik-baik yang Kami berikan kepadamu dan bersyukurlah kepada Allah, jika benar-benar kepada-Nya kamu menyembah” (QS. al-Baqarah 172).

Allah SWT, berfirman memerintahkan kepada hamba-Nya yang mukmin untuk mengonsumsi rezeki yang baik (Katsir, 2000). Kata makan dalam ayat ini adalah *“segala aktivitas manusia”*. Pemilihan kata makan, disamping karena ia merupakan kebutuhan pokok manusia, juga karena makanan mendukung aktivitas manusia. Tanpa makan, manusia lemah dan tidak dapat melakukan kegiatan. Tidak semua yang halal sesuai dengan kondisi masing-masing individu. Ada halal yang baik buat orang A karena memiliki kondisi kesehatan tertentu, dan ada juga yang kurang baik untuknya, walaupun baik bagi orang lain (Quraish, 2002).

Allah SWT memerintahkan agar manusia mengonsumsi makanan yang sifatnya halal dan *thayyib*. Kata *“halal”* berasal dari akar kata yang berarti lepas atau tidak terikat. Sesuatu yang halal adalah yang terlepas dari ikatan bahaya duniawi dan ukhrawi. Karena itu kata *“halal”* juga berarti boleh. Dalam bahasa hukum, kata ini mencakup segala sesuatu yang dibolehkan agama, baik kebolehan

itu bersifat sunnah, anjuran untuk dilakukan, makruh (anjuran untuk ditinggalkan) maupun mubah (netral/boleh-boleh saja). Karena itu boleh jadi ada sesuatu yang halal (boleh), tetapi tidak dianjurkannya, atau dengan kata lain hukumnya makruh (Quraish, 1996).

Kata *thayyib* dari segi bahasa berarti lezat, baik, sehat, menenteramkan, dan paling utama. Pakar-pakar tafsir menjelaskan kata ini dalam konteks perintah makan, kata *thayyib* berarti makanan yang tidak kotor dari segi zatnya atau rusak (kadaluarsa), atau dicampur benda najis. Ada juga yang mengartikannya sebagai makanan yang mengundang selera bagi yang mengkonsumsinya dan tidak membahayakan fisik dan akalnya. Kata *thayyib* dalam makanan adalah makanan yang sehat, proporsional, dan aman. Tentunya sebelumnya adalah halal. Diantara makanan yang termasuk dalam kategori ini adalah (Quraish, 1996):

1. Makanan yang sehat adalah makanan yang memiliki zat gizi yang cukup dan seimbang. Dalam al-Quran disebutkan sekian banyak jenis makanan yang sekaligus dianjurkan untuk dimakan, misalnya padi-padian (Qs as-Sajdah (32): 27), pangan hewani (Qs. Ghafir (40): 79), ikan (Qs. an-Nahl (16): 14), buah-buahan (Qs. al-Mutminun (23): 19, al-An'am (6): 141), lemak dan minyak (Qs. al-Mu'minun (23): 21), madu (Qs. an-Nahl (16): 69), dan lain-lain. Penyebutan aneka macam jenis makanan ini, menuntut kearifan dalam memilih dan mengatur keseimbangannya.
2. Proporsional, dalam arti sesuai dengan kebutuhan pemakan, tidak berlebih, dan tidak berkurang.

3. Aman. Tuntunan perlunya makanan yang aman, antara lain dipahami dari firman Allah dalam surat al-Ma-idah (5): 88 yang artinya:

“Dan makanlah dan apa yang direzekikan Allah kepada kamu, dan bertakwalah kepada Allah yang kamu percaya terhadap-Nya”(al-Ma-idah (5): 88).

Sedangkan menurut ilmu kesehatan, makanan sehat adalah makanan yang mengandung zat-zat yang dibutuhkan oleh tubuh dan harus memiliki beberapa syarat, yaitu higienis, bergizi dan berkecukupan, tetapi tidak harus makanan mahal dan enak. Makanan higienis adalah makanan yang tidak terkena kuman atau zat yang dapat mengganggu kesehatan. Makanan bergizi adalah makanan yang memiliki jumlah kandungan karbohidrat, protein, lemak, dan vitamin yang cukup untuk tubuh. Sedangkan makanan berkecukupan adalah makanan yang sesuai dengan kebutuhan berdasarkan usia dan kondisi tubuh. Selain persyaratan di atas, makanan sehat itu dipengaruhi oleh cara memasaknya, suhu makanan pada saat penyajian dan bahan makanan yang mudah dicerna. Tujuan dari mengkonsumsi makanan yang sehat bagi tubuh adalah untuk menjaga agar badan tetap sehat, tumbuh dan berkembang dengan baik. Sedangkan apabila tidak terpenuhi syarat-syarat tersebut, bukan kesehatan yang didapat tetapi malah terbentuk penyakit (Andrianto, 2015).

Dengan dibuatnya sensor lidah elektronik, membantu manusia dalam memilih dan membedakan makanan yang *tayyib*. Dalam hal ini mendeteksi kebasian pada susu untuk menghindari manusia mengkonsumsi susu yang rusak atau sudah kadaluarsa.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Lidah elektronik yang dibangun berdasarkan *array* sensor berbasis membran lipid yang digunakan untuk klasifikasi pola rasa perkembangan kebiasaan susu dari kondisi segar sampai kondisi basi. Dengan menggunakan metode statistik multivariat LDA, dihasilkan 7 kelompok dengan pola yang baik pada *scatter plot* pada susu sapi dan susu kambing. Berdasarkan fungsi diskriminan ke-1 dengan nilai varian 99.8 % pada susu sapi dan nilai varian 100% pada susu kambing dapat membedakan dan mengklasifikasi perkembangan kondisi rasa basi pada susu.

Ketepatan klasifikasi, pada susu sapi memberikan nilai 100% keseluruhan klasifikasi dari keadaan grup original, dan 100% dari metode “*leave one-out*” *cross validation*. Pada susu kambing, diperoleh nilai ketepatan klasifikasi yaitu 96.5% keseluruhan klasifikasi pada keadaan grup original dan 94.5% setelah diklasifikasi dengan metode “*leave one-out*” *cross validation*.

5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya penggunaan metode LDA, sampel bisa dibagi menjadi 2 kelompok yaitu sebagai *training* dan *testing* data baru serta dengan menambah kombinasi lipid yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

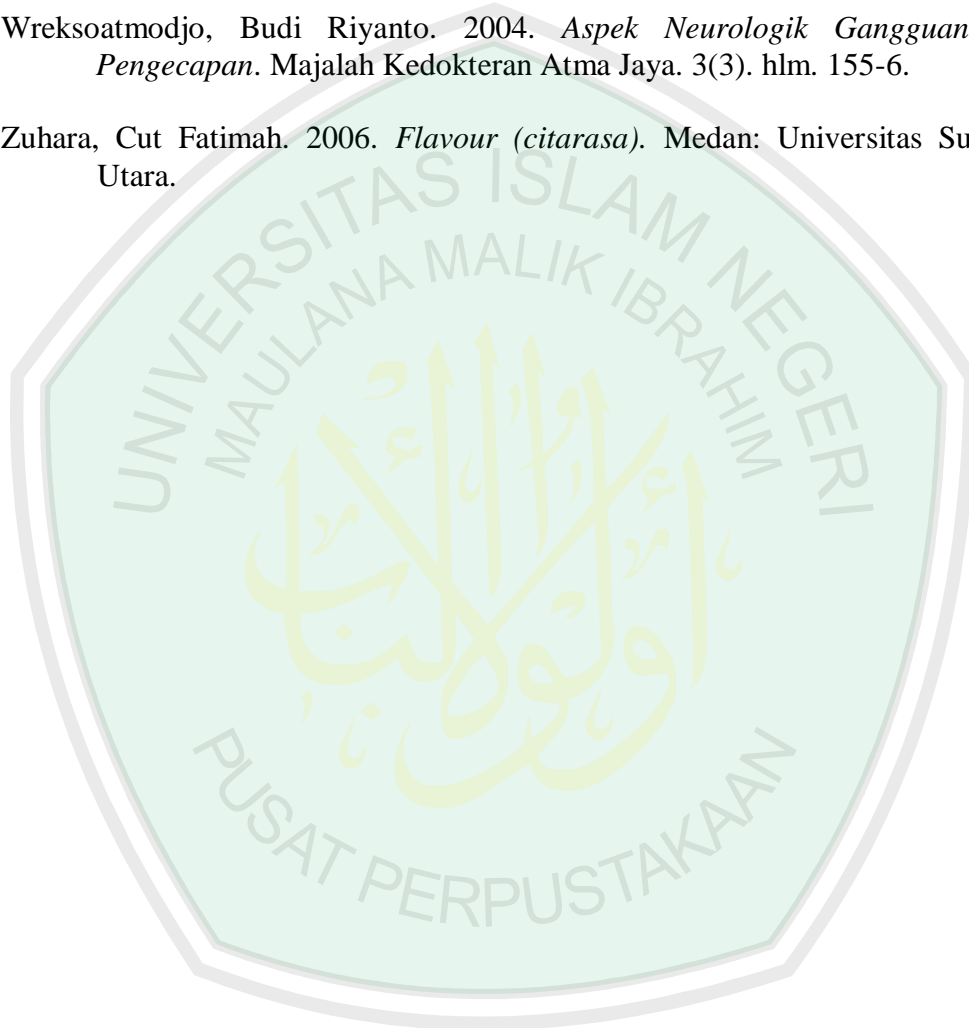
- Agung, Hermanto. 2012. *Konsumsi Rokok dan Prevalensi Merokok*. URL; <http://www.litbang.depkes.go.id>.
- Agraris, A. 1993. *Beternak Sapi Perah*. Yogyakarta: Kanisius.
- Al-Asqalani, Ibnu Hajar. 2008. *Fathul Baari*. Penerjemah, Amiruddin Jakarta: Pustaka Azam.
- Albert, K. J. Lewis. N. S. Schauer. C.L. Sotzing. G. a. Stitzel. S. E. Vaid. T. P. and Walt. D. R. (2000). *Cross-reactive Chemical Sensor Arrays*. *Chemical Reviews* 100: 2595-2626.
- Amalia, G. (2012). *Penetapan Kadar Lemak Pada Susu Kental Manis Metode Sokletasi*. Tugas Akhir. Medan: USU.
- Amerongen, AV Nieuw. 1991. *Ludah dan Kelenjar Ludah*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada hlm. 6-7, 173-8.
- Banzi, Massimo. 2009. *Getting Started with Arduino*. USA: Dale Doughety.
- Christien Arisona, Dian. 2015. *Analisis Diskriminan Linier pada Klasifikasi Nasabah Menunggak dan Tidak Menunggak dengan Metode Cross Validation*. Skripsi. Makasar: Universitas Hasanudin
- Damayanti, Fitri. 2010. *Pengenalan Citra Wajah Menggunakan Metode Two Dimensional Linear Discriminant Analysis Dan Support Vector Machine*. Vol. 5. No. 3 0216 – 0544. Diakses 22 November 2015 pukul 23.00 WIB.
- Dasuki, U., A. Lengkey, dan E. Setiadi. (1981). *Pengaruh Perbedaan Metode Pasteurisasi Secara Sederhana dan Pabrik Terhadap Daya Awet, Jenis dan Jumlah Bakteri Susu (Kasus Susu Sapi Rakyat Pengalengan)*. Jakarta: Dari Kumpulan Makalah Kongres Nasional Mikrobiologi ke-3, Perhimpunan Mikrobiologi Indonesia.
- D, Lelono. 2011. *Rancang Bangun Prototipe Sensor Rasa Elektronik Berbasis Membran Selektif Ion*. Yogyakarta: UGM.
- Don W, Fawcett. 2002. *Buku Ajar Histologi*. Penerjemah: dr.Jan Tambayong. Jakarta: Buku Kedokteran EGC.
- Ekaswati, F. 2006. *Penggunaan Uji Alkohol untuk Penentuan Kesegaran Susu*, Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Ernawati, Diah Savitri. 1997. *Kelainan Jaringan Lunak Rongga Mulut Akibat Proses Menua*. *Majalah Kedokteran Gigi (Dental Jurnal)*. 3(3). hlm. 112

- Fifield, F. W (Ed) and Haines. P. J (Ed). 1995. *Environmental Analytical Chemistry*. London: Chapman and Hall.
- Fitri, Dian Thoriqul et al. 2013. *Aplikasi Time-Temperature Indicator Berbasis Ekstrak Kunyit (Curcuma domesticaVal.) untuk Monitoring Kualitas Susu pada Suhu Ruang*. Jember: Fakultas. Farmasi UNEJ. Diakses 17 Februari 2016 pukul 23.45 WIB.
- Fukunaga, K. 1990. *Introduction to Statistical Pattern Recognition Second*. Boston: Harcourt Brace Jovanovich.
- Fraden, Jacob. 2010. *Handbook of Modern Sensor. Physics, Design, and Application. Fourth Edition*. New York: Springer.
- Gea, Sahaman, Andriyani, sevia dan Lenny. 2005. *Pembuatan Elektroda Selektif-Ion Cu (II) dari Kitosan Polietilen Oksida*. Padang: Universitas Sumatera Utara.
- Guyton A, C. 2001. *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran (Indera Kimia-Pengecapan Dan Penciuman)*. Penerjemah: Irawati Setiawan. Jakarta: Kedokteran EGC.
- Hadiwiyoto, S. (1994). *Teori dan Prosedur Pengujian Mutu Susu dan Hasil Olahannya. Edisi II*. Yogyakarta: Liberty.
- Halvorsen, H. P. 2014. *Introduction to LabVIEW*. Norway: Telemark University College.
- Hayashi, N. Chen, R. Ikezaki, H. Ujihara, T. 2008. *Evaluation of the Umami Taste Intensity of Green Tea by a Taste Sensor*. J. Agric. Food Chem. 56 (16), 7384.
- Hendayana, S. dkk. 1994. *Kimia Analitik Instrumen*. Semarang: IKIP Semarang.
- Irianto Koes. 2012. *Anatomi Dan Fisiologi Untuk Mahasiswa*. Bandung: Alfabeta.
- Jacewicz, M. 2008. *Smell and taste disorders* (Merck Manual Hand Books). http://www.merckmanuals.com/home/print/ear_nose_and_throatdisorders/nose_sinus_and_taste_disorders/smell_and_taste_disorders.html#index.
- Jacob, T. 2010. *A tutorial On The Sense Of Taste (Cardiff University UK)*. <http://www.cf.ac.uk/biosi/staffinfo/jacob/teaching/sensory/taste.html#Index>.
- Katsir, Ibnu Al-Imam Abul Fida Ismail. 2000. *Tafsir Ibnu Kasir Juz 1*. Bandung: Sinar Baru Algesino.
- Khopkar, S. M. 1990. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta: Universitas Indonesia.

- Liang Z. Li Y. and Shi P. A. 2008. *Note on Two Dimensional Linear Discriminant Analysis*. Pattern Recogn. 29: 2122-2128.
- L. Nunez, et al. 2013. *Development And Application Of An Electronic Tongue For Detection And Monitoring Of Nitrate, Nitrite And Ammonium Levels In Waters*. Microchemical Journal. 110. 273-279.
- Mahdi Ghasemi, Varnamkhasti, dkk.2010. *Biomimetic-Based Odor And Taste Sensing Systems To Food Quality And Safety Haracterization: An Overview On Basic Principles And Recent Achievements*. Iran: Faculty of Agricultural Engineering and Technology, University of Tehran.
- Marya, R K. 2002. *A text book of phisiology for dental students (Taste and Smell)*. New Delhi: CBS Publishers & Distributors.
- Muhammad, A. (2002). *Sifat Kimiawi, Fisik dan Mikrobiologis Susu*. Semarang: UNDIP.
- Mulyani, S. 2003. *Dasar Teknologi Hasil Ternak*. Semarang: Fakultas Peternakan. Universitas Diponegoro.
- Muntya, Dwi. 2007. *Uji Kualitas Air Susu Sapi Segar Ditinjau Dari Jumlah Koloni Escherichia Colipada Saat Pemerahan, Sebelum Proses Pasteurisasi, Dan Sesudah Proses Pasteurisasi Di Kud Sembada Puspo Pasuruan*. [Skripsi]. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Universitas Muhamadiyah Malang.
- National Instrument. 2001. *LabVIEW User Manual*. National Instruments.
- Park, J and Mackay, S. 2009. *Practical Data Acquisition for Instrumentation and Control Systems*. United kingdom: IDC Technologies.
- Pratiwi, T. 2008. *Aktivitas Penghambat Starter Yogurt dan Kefir Terhadap Bakteri Staphylococcus Aureus selama Proses Fermentasi*. Skripsi. Bogor: IPB.
- Prof. Gudono, Ph. D. CMA. 2015. *Analisis Data Multivariat*. Yogyakarta: BPFE.
- Qurthubi. 2008. *Tafsir al-Qurthubi*. Jakarta: Pustaka Azam.
- Ressang, A. dan A. M. Nasution. (1982). *Ilmu Kesehatan Susu (Milk Hygiene)*. Edisi ke-2 Institut Pertanian Bogor.
- Resnawati, H. 2010. *Kualitas Susu pada Berbagai Pengolahan dan Penyimpanan* (online), (<http://peternakan.litbang.deptan.go.id/fullteks/lokakarya/loksp08-70.pdf>). diakses pada tanggal 30 Januari 2016 pukul 19.30 WIB.

- Riantiasti, Aneke. 2010. *Tinjauan Sistem Analisa Data Lidah Elektronik (Elektronic Tongue Data Analysis Sistem)*. Volume LV. No. 3 pp 7-15. Diakses pada 25 Januari 2016.
- Saleh, E. 2004. *Dasar Pengolahan Susu Dan Hasil Ikutan Ternak*. Medan: Fakultas Peternakan. Universitas Sumatera Utara.
- Sawyer, D. T. et al. 1995. *Experimental Electrochemistry for Chemist 2nd edition*. Canada.
- Setiawan, Wahyudi. 2012. *Sistem Deteksi Retinopati Diabetik Menggunakan Support Vector Machine*. Tesis. Semarang: Universitas Diponegoro Semarang.
- Shihab, M. Quraish. 1996. *Wawasan al-Quran Tafsir Maudhui atas Pelbagai Persoalan Umat*. Bandung: Mizan.
- Shihab, M. Quraish. 2001. *Tafsir Al-Misbah "Pesan, Kesan Keserasian al-Quran Vol.3*. Ciputat: Lentera Hati.
- Simon, M., Scott, James, D., dan Ali, Z. 2006. *Data Analysis for Electronic Nose Systems*. *Microchim Acta*. 156: 183–207.
- Siswoyo, Persaud. K C and Philips. V R. 2000. *Design of electrochemical Sensor for Nitrous oxide in Low Concentration. in Electronic Noses and Olfaction Eds J W Gardner and K.C Persaud*. London: Institute of Physic.
- Sumathi, S. 2007. *LabVIEW Basic Advanced Instrumentation System*. Berlin: Springer.
- Surya Wibowo, Bagas. 2013. *Pengembangan Sistem Sensorrasa Berbasis Membran Selektif Ion Untuk Klasifikasi Buah Jeruk*. No: 49. Vol XVII. 1410-2994. Diakses Pada 22 November 2015.
- Toko, K. 1996. *Taste Sensor With Global Selectivity*. Japan: Kyushu University.
- Toko, K. 2000. *Biomimetic Sensor Technology*. Cambridge: University Press United Kingdom.
- Toko, K. 2013. *Biochemical Sensors: Mimicking Gustatory and Olfactory Senses*. Francis: CRC Press.
- U. Kaltsum, K. Triyana dan D. Siswanta. 2009. *Fabrication and Characterization of Membrane Based on Taste Sensor to Classify Five Types of Basic Taste*. Proc ISSTEC.

- Underwood, A.L. 1999. *Analisis Kimia Kuantitatif Pujatmaka edisi kelima*. Jakarta: Erlangga.
- Widodo. 2003. *Bioteknologi Industri Susu*. Yogyakarta: Lacticia Press.
- Wijaya, Hanny. 2011. *Sensasi Rasa*. Bogor: Pustaka Pangan.
- Yulias. 2009. *Pemeriksaan Mikrobiologik Susu Sapi Murni Dari Kecamatan Musuk Kabupaten Boyolali*. [Skripsi]. Fak. Farmasi. Ums Surakarta.
- Wreksoatmodjo, Budi Riyanto. 2004. *Aspek Neurologik Gangguan Rasa Pengecapan*. Majalah Kedokteran Atma Jaya. 3(3). hlm. 155-6.
- Zuhara, Cut Fatimah. 2006. *Flavour (citarasa)*. Medan: Universitas Sumatera Utara.





LAMPIRAN

Lampiran 1: Sampel Susu Sapi dan Susu Kambing



Gamabr Susu Sapi Perulangan 1-5



Gambar Susu Sapi Perulangan 6-10



Gambar Susu Sapi Perulangan 11-13



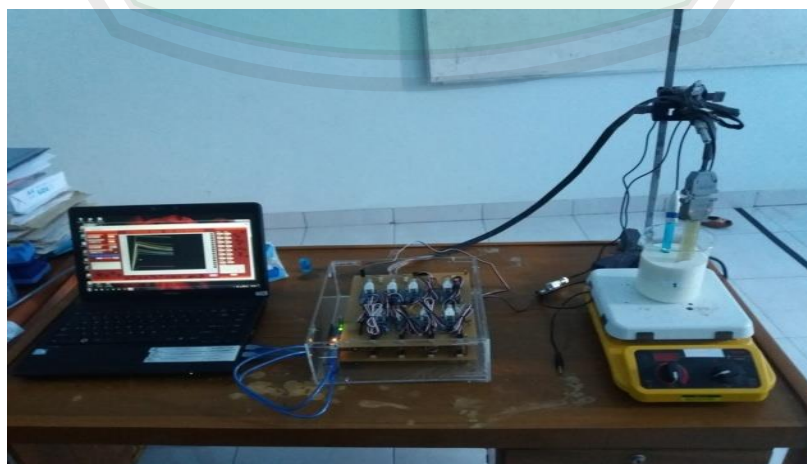
Gambar Susu Kambing Perulangan 1-5



Gambar Susu Kambing Perulangan 6-10



Gambar Susu Kambing Perulangan 11-13



Gambar Pengambilan Data

Lampiran 2 Data Praprocessing

Tabel Data Susu Sapi

K	P	S1 (mV)	S2 (mV)	S3 (mV)	S4 (mV)	S5 (mV)	S6 (mV)	S7 (mV)	S8 (mV)
1	1	240.7	281	-52.79	408	1040	449.2	224.2	219.2
	2	235.8	286.9	-52.79	395.2	993.7	454.3	223.2	218.7
	3	227.6	285.6	-57.46	385.8	919.9	454.3	218.5	218.7
	4	226.2	290	-53	378.5	863.6	454	214.6	220.3
	5	227.3	294.1	-53.12	377.8	833.7	463.7	218.5	223.4
	6	118.1	-148.8	-76.25	275.7	450.3	384	359.5	148.8
	7	125.5	-152.2	-81.01	276.1	497.7	374.6	338.2	149
	8	120.9	-170.6	-80.83	277.4	519.9	355.8	319.1	151.3
	9	116.3	-166	-80.83	274	532.7	348.2	345.3	139.1
	10	120.9	-184	-85.13	272.8	545	351.1	331.7	144.3
	11	191.7	-46.04	-121.9	298.5	949.4	379.3	181.2	158.5
	12	190.3	-65.3	-127.9	288.3	946.7	384	186.6	162.4
	13	193.6	-79.26	-137.2	285.3	951	388.2	195.2	167.1
2	1	236.5	281.8	-66.81	353.5	738.7	450.5	213.9	213.8
	2	231.6	277.5	-66.86	353.8	750.3	454.3	218.5	219.4
	3	227.3	266.7	-76.15	348.2	747.5	444.9	213.8	218.8
	4	224.5	262.6	-76.85	350.6	753.9	441.5	213.9	223.4
	5	221.8	259.9	-80.97	348.6	761.4	435.6	211.8	228.1
	6	125.5	-194	-94.84	265.8	552.6	369.9	167.2	162.8
	7	130.1	-198.2	-104.2	267.4	568.1	369.9	176.5	169.5
	8	134.7	-189	-101.4	264	580.6	369.9	183.3	172.1
	9	134.6	-202.8	-99.52	263.8	585.6	369.9	250.9	172.1
	10	134.7	-211.7	-113.5	259.8	594.6	366.8	288	172.1
	11	197.1	-106.3	-166.3	288.1	947.5	378.5	186.1	170.5
	12	200.4	-111	-174.3	288.9	953.9	393.4	199.7	181.9
	13	204.1	-124.5	-174.3	288.9	955.4	395.7	204.5	187.9
3	1	227.3	267.2	-71.48	348.8	756.3	440.3	209.2	228.1
	2	222.2	262.6	-76.15	353.8	775.1	449.6	217.4	237.4
	3	222.7	262	-80.83	355	784.3	449.6	213.7	237.4
	4	221.3	257.9	-84	352.3	781.6	449.6	213.9	239.2
	5	222.7	253.3	-85.5	356.6	787.5	448.3	213.9	241.9
	6	130.1	-216.7	-132.2	240.7	590	388.7	332.6	173
	7	134.9	-227.5	-137.3	241.6	610.2	398	345.6	181.4
	8	138.8	-235.1	-149.1	241.5	622.7	398	355.3	181.4
	9	134.3	-240	-150.9	241.4	627	391.7	341.7	180.8
	10	130.1	-248.2	-150.9	240.8	613.3	371.7	181.2	176.8
	11	201.9	-101.5	-194.8	280.3	881.8	369.9	185.7	176.9
	12	204.1	-124.4	-202.7	282.3	894.1	388.7	195.2	190.8
	13	203.3	-148.3	-207	276.1	892.9	369.9	190.1	188.1
4	1	197.7	197.2	-75.53	328.4	741.8	427.1	186	219.7
	2	198.1	189.3	-77.93	331.3	753.9	434.2	193.8	224.4
	3	196.2	156.6	-86.25	334.9	783.3	447.1	209.2	236.7
	4	194.9	130.6	-90.17	327.3	781.5	449.6	212	237.4
	5	194.9	128.9	-93.44	327.8	792.1	449.6	216.1	241.9
	6	125.5	-244.6	-146.2	236	598.6	376.5	308	167.1
	7	130.1	-253.5	-150.9	240.7	618	393.4	196.2	173.1
	8	136.8	-184.4	-118.2	250.1	631	402.7	283.8	181.4
	9	134.7	-240.7	-122.9	249.6	635.3	397.6	313.7	181.4
	10	134.7	-258.1	-132.6	245.9	640.9	396.8	246.7	181
	11	204.1	-97	-197.6	273.4	865.8	366.1	181.2	186.1
	12	194.9	-126.6	-195.1	274.2	881.3	384	190.5	194.4
	13	179.9	-142.3	-193	273.5	884.4	393.4	199.9	200
5	1	199.5	142.2	-71.48	325.4	802.4	453.9	227.9	232.3
	2	199.5	115.1	-76.15	326.8	828.7	463.7	237.2	242.1
	3	195	87.22	-80.83	326.5	837.3	468.3	241.8	249.8
	4	194.9	78.19	-85.5	321.8	843	473.1	237.5	254.6
	5	194.9	61.46	-90.27	318.3	844.9	477.8	241.8	255.9
	6	120.9	-244.3	-132.5	240.7	588.9	374.6	317.6	155.7
	7	125.5	-253.5	-146.2	245.3	608.7	393.7	292.2	167.4
	8	125.5	-258.1	-150.9	248.9	618	400.2	299.8	171.8
	9	124.1	-258.1	-155.4	249.3	620.2	399.9	311.8	172.1
	10	120.9	-259	-155.6	250.4	622.2	397.7	313	172.1
	11	162	-17.24	-193	281.5	906.7	388.7	190.1	186.1
	12	167.1	-96.87	-183.6	282.6	921.8	407.4	209.2	195.1

6	13	173.9	-135	-197.2	288.6	945.7	416.8	217.3	204.4
	1	184.1	-89.15	-96.58	310	812.4	447.2	212.4	240.6
	2	185.6	-87.65	-95.08	311.5	813.9	448.7	213.9	242.1
	3	181	-112.5	-99.52	310.7	800.3	440.3	209	237.4
	4	176.4	-125.2	-104.2	308.4	785.8	435.6	204.5	237.4
	5	176.4	-124.1	-108.9	310.3	785	430.9	204.5	237.4
	6	120.5	-244.3	-129	241.6	589.6	385	214.1	154
	7	125.5	-249	-140.1	245.1	608.8	402.7	213.4	166
	8	125.5	-249.3	-146.9	244.8	622.8	407.4	179.6	172
	9	124.9	-253.2	-153.2	247.7	635.1	407	293.5	172.1
	10	123.8	-253.8	-131.8	250	636.6	407.4	293.2	172
	11	171.1	-144.6	-183.6	282.4	944.6	398.5	195.2	183.3
	12	171.8	-189.3	-188.3	282.4	957.1	416.8	210.9	197.7
7	13	175.9	-195.9	-185.2	279.7	955.4	416.8	218	199.9
	1	181	-36.96	-68.72	308	776.4	426.2	209.2	223.4
	2	184.5	-55.39	-76.15	305.1	794.2	440.3	222.2	232.7
	3	185	-85.25	-86.53	304.3	815.1	440.3	328.4	237.3
	4	181	-110.4	-94.84	296.1	813	444.9	351.6	237.4
	5	179.6	-111.2	-85.55	298.9	823.2	444.6	227.7	237.4
	6	120.9	-239.7	-118.2	236.6	585.3	384	393.8	153.4
	7	125.5	-244.3	-133.6	240.7	607.3	407.4	387.3	163.4
	8	130.1	-248	-127.8	245.8	618.5	416.8	392.2	171.6
	9	130.1	-248.9	-141.2	245.9	622.8	418.1	381.8	173.5
	10	128.3	-253.2	-148.3	244.9	620.1	416.8	386.1	174.5
	11	176.7	-148.3	-179	281.3	937.3	403.7	195.2	186.1
	12	177.7	-179.9	-174.3	284.6	939.7	412.1	204.5	195.4
13	181	-193.2	-179.2	281.6	936.6	416.8	209.2	202.2	

K	P	S9 (mV)	S10 (mV)	S11 (mV)	S12 (mV)	S13 (mV)	S14 (Mv)	S15 (mV)	S16 (mV)	pH
1	1	123	151.6	-231.5	125	259.8	190.7	-3.104	-15.83	6.853
	2	89.42	155.6	-222.2	119.5	258.8	186.2	-13.25	-25.57	6.853
	3	75.75	155.6	-217.5	115.8	250.4	181.6	-22.06	-35.3	6.851
	4	70.24	162.8	-152.4	113.6	244	183.7	-22.54	-35.74	6.851
	5	65.44	164.8	-115.7	111.2	236.2	171	-26.8	-35.3	6.851
	6	-59.3	-252.8	-260.2	146.3	151.2	91.94	-83.68	-98.58	6.851
	7	-61.1	-257	-278.4	135.8	151.1	97.22	-89.84	-103.9	6.851
	8	-62.9	-264	-288.4	130	146.4	92.59	-93.16	-108.3	6.85
	9	-64.1	-267.6	-297.2	122.1	138.4	88.33	-95.67	-129.3	6.85
	10	-64.1	-268.9	-307.2	120.3	137.5	91.94	-97.9	-118.3	6.85
	11	36.66	86.93	-29.98	99.37	161.5	-33.47	-116.9	-132.7	6.833
	12	36.66	81.76	-43.15	92.72	151.1	-41.77	-130.9	-144.7	6.808
	13	36.33	81.76	-41.56	96.88	155.7	-42.18	-128.2	-142.7	6.801
2	1	7.881	183.3	-86.23	102	160.6	152.8	-31.54	-30.68	6.853
	2	7.881	178.7	-90.26	106.6	155.9	153.2	-36.28	-35.3	6.851
	3	1.742	164.8	-100.3	106.6	146.4	148.2	-45.76	-45.18	6.851
	4	3.085	160.2	-109.2	92.72	149.8	148.2	-49.22	-50.2	6.852
	5	1.838	156.4	-103.1	54.98	140.2	148.2	-50.93	-54.77	6.851
	6	-69.2	-264.3	-330	108.3	132.2	74.06	-99.46	-111.9	6.851
	7	-73.7	-268.9	-334.7	106.1	132.2	78.32	-103.6	-115.5	6.85
	8	-73.8	-273.5	-334.7	106.1	132.2	78.69	-107.4	-118.1	6.85
	9	-73.7	-273.5	-334.7	100.8	130.9	75.31	-107.4	-121.3	6.851
	10	-74.1	-273.5	-346.3	98.96	127.5	74.06	-112.1	-122.9	6.85
	11	26.73	76.92	-50.37	93.64	160.6	-37.37	-136.2	-152.1	6.82
	12	36.66	77.15	-48.73	97.34	165	-45.06	-140.6	-153.2	6.819
	13	36.66	77.15	-58.1	97.34	174.8	-50.38	-150	-161.9	6.819
3	1	2.03	175.6	-70.95	198.6	155.9	148.2	-45.76	-56.18	6.748
	2	1.934	169.4	-62.79	197.7	155.9	148.2	-50.5	-64.51	6.747
	3	-1.28	166.8	-76.34	196.4	151.6	148.2	-56.85	-69.37	6.748
	4	-1.71	164.7	-81.54	193.6	150.9	148.2	-65.01	-74.24	6.749
	5	-1.76	160.2	-86.23	189.6	151.1	148.2	-69.27	-79.69	6.749
	6	-83.9	-255	-358.6	94.52	113.3	27.73	-121.6	-137.5	6.75
	7	-83.3	-264.3	-363	96.88	117.9	32.27	-131.1	-147.3	6.751
	8	-88.1	-269.4	-367.5	93.27	115.1	32.36	-140.9	-157	6.752
	9	-88.8	-269.9	-368.7	91.1	110.6	26.66	-150.9	-167.1	6.753
	10	-90.8	-263.5	-371.4	88.98	103.9	12.95	-159.5	-173.6	6.743
	11	27.07	67.92	-52.65	92.3	165.3	-46.4	-159	-171.8	6.75
	12	36.47	67.83	-67.48	97.34	165.3	-52.28	-168.1	-182.4	6.748
	13	36.66	65.2	-72.87	92.72	155.9	-60.3	-169	-186.2	6.748

4	1	-19.3	-192.7	-44.02	173.7	145.8	135.1	-56.67	-63.29	6.653
	2	-17.8	-211.3	-50.27	172.2	145.7	137	-61.38	-69.9	6.629
	3	-16.1	-216.7	-62.79	172.2	148.3	136.2	-75.2	-83.69	6.626
	4	-16.4	-228.7	-72.17	164.2	146.4	134.3	-78.94	-89.72	6.652
	5	-17.5	-232.1	-76.85	165.2	146.4	131.3	-84.53	-93.71	6.629
	6	-99.7	-245	-367.5	85.93	90.16	-27.68	-154.8	-171.6	6.627
	7	-102	-259.7	-372.2	86.48	94.41	-19.3	-165	-181.3	6.653
	8	-102	-262.6	-372.2	84.87	99.09	-13.97	-169.4	-186.6	6.63
	9	-102	-259.4	-372.2	82.6	98.24	-16.24	-173.7	-191.1	6.628
	10	-106	-259.4	-377.3	80.85	94.51	-18.69	-180.6	-195.5	6.654
	11	31.86	58.69	-72.17	91.01	151.6	-37.41	-164.3	-176.5	6.652
	12	36.66	58.56	-78.31	92.58	151.1	-41.49	-164.3	-176.5	6.628
	13	40.4	57.91	-86.09	92.72	146.3	-46.4	-169	-181.3	6.629
5	1	-20.9	-210.2	-58.71	183.6	150.7	124.7	-69.46	-83.98	6.233
	2	-20.9	-222.8	-70.99	183.9	155.5	125.5	-78.94	-93.71	6.232
	3	-20.9	-231.9	-77.98	178.7	155.6	125	-88.18	-98.58	6.231
	4	-20.9	-213.1	-88.67	180.3	151.7	124.6	-93.92	-103.4	6.231
	5	-25.7	-190.5	-109.7	169.1	150.7	120.5	-102.6	-113.2	6.231
	6	-112	-245.8	-362.8	75.03	89.69	-48.48	-164.3	-177.6	6.231
	7	-112	-255	-367.5	74.94	96.35	-37.13	-175	-191.1	6.23
	8	-114	-254.4	-372.2	71.89	99.14	-32.5	-182.8	-196.2	6.23
	9	-117	-252.2	-374.5	75.95	99.47	-30.37	-187.8	-201.1	6.23
	10	-118	-255	-377.2	70.09	99.14	-28.47	-190.3	-205.6	6.23
	11	27.07	44.53	-76.85	87.5	151.1	-41.77	-150.4	-163.2	6.231
	12	36.66	44.85	-80.32	88.1	160.6	-46.68	-154.8	-166.7	6.231
	13	36.28	44.11	-88.34	88.1	156.9	-68.5	-156.5	-168.1	6.231
6	1	-36.8	-105.4	-106.5	167	147.5	110.4	-99.64	-110.3	5.938
	2	-35.3	-103.9	-105	168.5	149	111.9	-98.14	-108.8	5.937
	3	-35.3	-103.2	-109.7	164.4	151.1	115.8	-106.2	-118.1	5.937
	4	-40.9	-93.56	-123.7	161.7	150.7	115.8	-88.42	-98.58	5.938
	5	-40.1	-93.56	-133.1	156.1	149.5	115.8	-102.6	-113.2	5.939
	6	-122	-236.2	-367.5	75.21	99.23	-38.25	-173.4	-186.5	5.94
	7	-122	-241.7	-372.2	76.6	103.5	-32.5	-182	-195.9	5.94
	8	-126	-250.4	-376.8	78.68	104.2	-27.87	-188	-201	5.941
	9	-129	-241.9	-381.4	71.15	103.3	-27.87	-197.4	-210.5	5.942
	10	-131	-228.2	-381.8	73.78	103.4	-27.87	-198.9	-213.1	5.943
	11	18.29	31.01	-86.23	78.86	148.6	-60.3	-140.6	-152.1	5.94
	12	27.07	31.01	-95.6	78.86	154.9	-74.2	-169	-186.2	5.938
	13	30.43	34.47	-97.52	82.19	160.6	-78.65	-154.9	-171.9	5.937
7	1	-35.3	-65.28	-100.3	173.2	155.9	106.5	-83.68	-103.4	5.225
	2	-37.5	-121.3	-111.9	169.1	160.6	111.1	-97.9	-108.3	5.224
	3	-40.7	-135.1	-143.9	167.5	160.6	111.1	-104.1	-117.6	5.225
	4	-45	-148.7	-161.2	152.5	151.1	106.5	-121.6	-127.8	5.226
	5	-49.7	-166	-158.2	149.9	146.1	101.9	-125	-132.7	5.226
	6	-126	-132.3	-372.5	80.2	108.3	-32.5	-169.1	-188.6	5.227
	7	-130	-130.1	-376.5	85.01	110.5	-23.24	-180.2	-198.9	5.228
	8	-131	-125.5	-376	82.37	112.8	-18.6	-188	-205.7	5.229
	9	-131	-118	-372.5	84.27	113.3	-15.87	-192.7	-210.5	5.23
	10	-136	-118.5	-372.3	84.96	112.3	-14.02	-193.5	-212.7	5.23
	11	24.33	26.4	-95.6	78.86	146.4	-60.3	-141.6	-156.4	5.229
	12	22.27	21.78	-105	78.86	151.1	-72.39	-169.2	-186.2	5.228
	13	27.07	31.01	-76.85	78.68	155.9	-78.83	-154.8	-170.7	5.226

Keterangan

K= Kondisi

P= Perulangan ke-

K1= Segar; K2= Setelah 2 jam; K3= Setelah 4 jam; K4= Setelah 6 jam; K5= Setelah 8 jam; K6= Setelah 10 jam; K7= Setelah 12 jam.

Tabel Data Susu Kambing

K	P	S1 (mV)	S2 (mV)	S3 (mV)	S4 (mV)	S5 (mV)	S6 (mV)	S7 (mV)	S8 (mV)
1	1	157.55	-73.83	-104.2	233.71	434.51	369.9	333.54	125.46
	2	157.87	-139.7	-118.2	228.82	482.56	369.85	318.7	125.18
	3	155.79	-207.8	-132.5	226.69	506.05	374.59	329.9	127.37
	4	153.98	-231	-136.9	226.97	519.92	388.47	334.43	130.12
	5	157.55	-165.1	-118.2	231.77	530.57	383.64	347.07	133.72
	6	144.08	-276.6	-141.6	217.19	398.64	331.15	229.86	92.81
	7	152.27	-289.3	-136.9	224.71	449.59	346.44	266.16	111.37
	8	153.24	-295	-146.2	225.13	468.37	345.97	259.53	111.61
	9	148.62	-299.6	-159.3	225.08	482.56	351.13	255.06	116.13
	10	153.24	-293.9	-160.6	225.22	491.9	355.82	256.92	120.8

	11	755.04	751.32	608.39	620.11	1463.8	1001.8	826.16	742.03
	12	769.94	766.62	597.22	612.31	1445.1	999.96	822.47	748.75
	13	1107.7	1160.4	1031.5	768.11	1619.2	1351.2	1226.9	1126.6
2	1	152.96	-235.2	-132.3	233.33	538.5	388.56	349.73	130.3
	2	153.06	-235.1	-132.2	233.43	538.6	388.66	349.83	130.4
	3	153.24	-244.4	-150.9	234.08	543.27	393.58	343.99	134.79
	4	153.24	-248.9	-150.9	238.09	545.1	402.45	354.31	139.45
	5	153.24	-248.9	-160.3	240.72	547.95	402.73	357.48	142.53
	6	157.55	-208.1	-160.6	220.56	481.44	355.82	240.12	115.38
	7	157.87	-212.1	-146.2	229.56	496.57	365.21	240.87	120.8
	8	157.87	-215.9	-155	228.77	501.24	369.9	248.85	125.46
	9	157.87	-216.7	-164.9	228.31	505.91	372.52	254.22	125.46
	10	156.3	-216.7	-172.3	226.88	505.91	372.66	239.24	127.93
	11	1160.6	1238.9	1115.8	764.32	1587.9	1391.6	1303.3	1186.8
	12	1266.4	1372.8	1279	812.18	1622	1496.5	1418.2	1332.4
	13	927.08	984.99	877.06	648.9	1411.3	1146.3	1035.9	971.99
3	1	152.55	-221	-150.2	227.99	504.37	365.21	345.16	125.46
	2	153.24	-238.8	-160.3	234.12	529.26	388.66	341.01	134.79
	3	153.24	-247.5	-169.6	238.46	538.6	402.64	301.53	139.45
	4	153.24	-253.5	-174.3	238.19	543.27	407.42	351.51	144.12
	5	153.24	-253.5	-174.3	239.2	547.95	407.42	355.38	148.45
	6	149.31	-193.6	-155.6	215.48	445.25	325.57	198.03	111.47
	7	153.11	-198.2	-136.9	226.83	477.8	355.82	326.03	120.8
	8	153.24	-199.8	-151.4	231.12	487.23	369.9	311.47	125.46
	9	153.24	-202.8	-160.3	233.85	491.76	374.02	285.99	130.12
	10	153.24	-207.5	-169.6	226.74	393.74	369.9	324.72	130.12
	11	1101.2	1203.1	1082.3	695.79	1445	1289.7	1245	1166.3
	12	846.75	899.01	766.04	569.81	1299.9	1031.2	951.82	897.08
	13	851.93	889.1	746.23	575.11	1303	1055.4	950	899.6
4	1	143.71	-276.9	-165.3	221.02	486.86	352.63	300.46	116.13
	2	148.62	-276.6	-169.6	227.89	514.55	379.28	326.08	125.41
	3	148.62	-278.3	-175	235.28	521.37	388.66	343.01	130.12
	4	148.62	-281.2	-179	234.95	523.15	393.35	340.96	134.79
	5	148.62	-281.2	-179	238.09	524.59	392.98	326.78	138.57
	6	157.69	-185.2	-165.4	203.39	342.46	313.61	239.56	101.63
	7	157.87	-151.7	-134.7	220.51	380.05	341.75	178.15	111.75
	8	157.87	-189	-160.6	223.88	399.57	353.1	188.28	118.79
	9	153.11	-198.2	-136.9	226.83	477.8	355.82	326.03	120.8
	10	157.55	-202.8	-165	224.99	445.2	355.78	259.72	125.46
	11	1651.2	1794.7	1675.1	919.7	1728.9	1839.8	1813.6	1711.6
	12	1040.6	1106.1	976.22	647.66	1394.9	1190.6	1129.5	1089
	13	881.36	912.05	768.43	585.59	1314.6	1044.7	955.56	924.13
5	1	143.99	-256.5	-165.1	218.76	459.21	341.61	265.79	116.13
	2	143.99	-267.4	-174.3	228.49	487.23	364.92	303.96	121.91
	3	143.53	-268.2	-183.6	229.74	496.57	369.9	279.46	125.55
	4	143.99	-272	-183.6	234.36	501.24	374.59	324.58	130.12
	5	143.34	-272	-183.6	233.94	505.91	375.29	326.82	134.7
	6	154.03	-189	-167.1	178.75	165.36	290.15	285.95	111.47
	7	157.87	-195.2	-174.3	188.53	169.66	313.61	294.95	115.9
	8	153.24	-202.6	-175.8	191.16	183.39	322.99	293.13	119.72
	9	153.2	-203.2	-179	195.22	225.7	332.28	164.25	115.99
	10	151.99	-207.5	-179	197.99	253.86	331.39	164.44	116.13
	11	1047.8	1096.5	930.71	649	1397.1	1199.7	1125.7	1100.5
	12	1104.3	1151.5	997.85	671.56	1450.3	1282.9	1188.2	1191.8
	13	872.8	880.94	714.04	583.33	1339.4	1067.1	932.5	927.95
6	1	139.36	-252	-173.7	213.22	459.21	332.37	204.05	111.47
	2	143.99	-258.1	-174.3	224.57	496.57	360.52	291.59	120.89
	3	143.99	-262.8	-181	231.12	510.58	374.59	361.68	130.12
	4	143.99	-263.4	-183.6	231.17	519.92	384.06	377.64	134.79
	5	143.99	-262.8	-179.9	232.05	524.5	388.47	361.59	137.45
	6	134.74	-193.6	-165.4	185.44	290.9	276.03	187.21	97.334
	7	143.76	-202.6	-169.6	195.27	342.46	313.61	169.2	105.03
	8	143.99	-207.8	-169.8	203.07	377.44	327.59	153.38	106.71
	9	143.62	-207.5	-169.6	204.77	403.17	338.37	165.18	111.42
	10	143.99	-212.1	-169.6	208.14	417.46	341.75	296.44	111.28
	11	1464	1548.6	1413.4	830.64	1633.1	1631.9	1568.8	1539.4
	12	1464.5	1529.6	1414.8	845.03	1655.2	1644.9	1572.5	1533.3
	13	1445.6	1496.6	1389	826.9	1646.8	1630.9	1554.9	1513.7
7	1	143.99	-239.7	-152.6	210.77	482.61	345.65	314.55	102.14

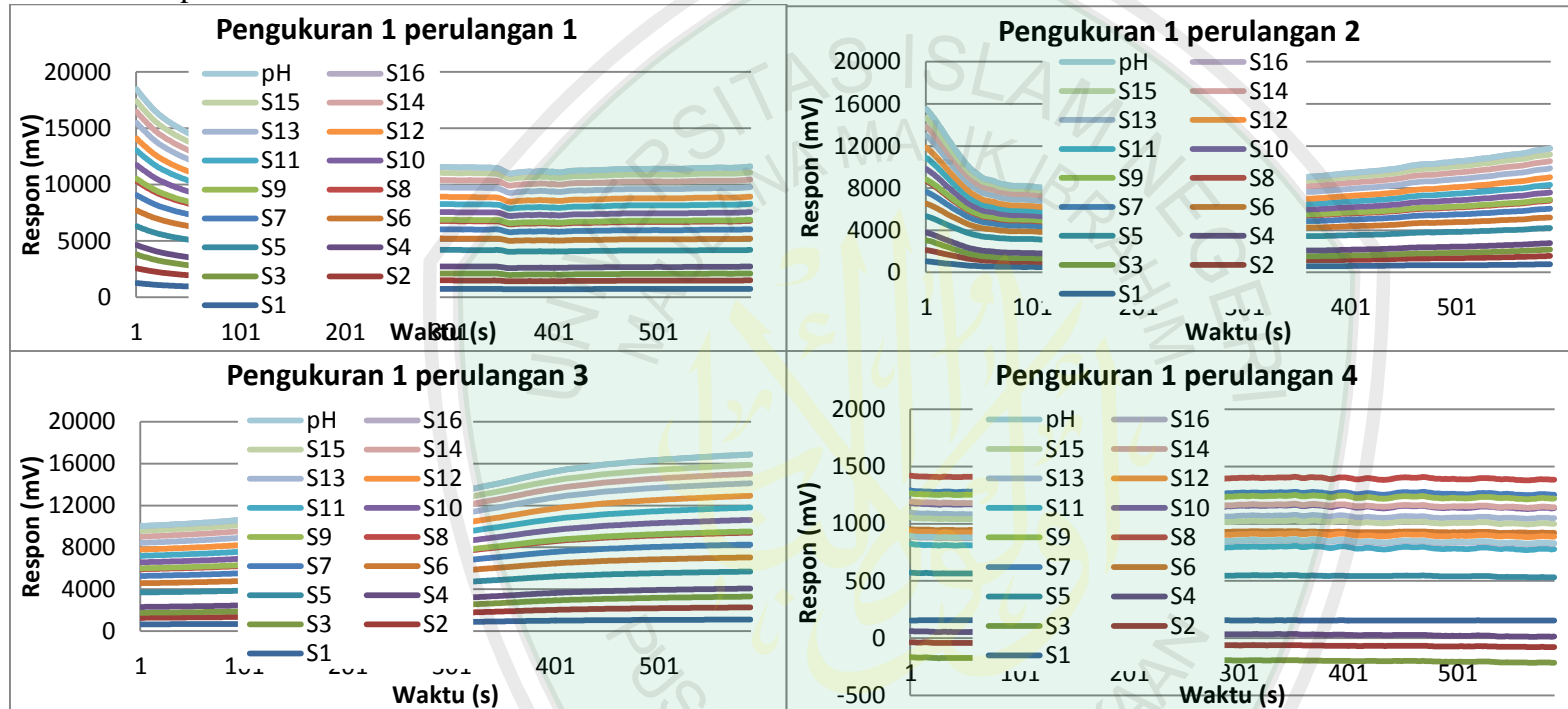
2	143.99	-248.7	-164.8	220.6	515.25	374.59	319.4	116.13
3	148.52	-249.3	-169.6	224.53	529.26	388.66	330.79	125.46
4	143.99	-250.6	-174.8	225.73	533.84	393.07	334.75	130.12
5	139.36	-249.3	-174.3	227.57	534.54	392.98	329.76	133.72
6	147.41	-193.6	-85.5	198.36	370.48	299.54	204.75	97.474
7	148.62	-202.8	-104.8	206.3	414.66	326.55	268.54	103.72
8	148.62	-209.6	-131.6	208.84	435.21	333.92	275.21	106.8
9	148.06	-212.1	-150.9	209.8	440.53	339.45	279.6	107.46
10	145.24	-216.7	-155.6	210.4	445.2	337.06	274.93	111.42
11	1227	1208.6	1125.4	736.72	1545.6	1396.3	1312.1	1269.4
12	1240.6	1191.2	1156.2	739.95	1561.7	1424.1	1328.5	1287.5
13	971.17	940.52	839.08	626.98	1421.9	1153.8	1035.3	998.01

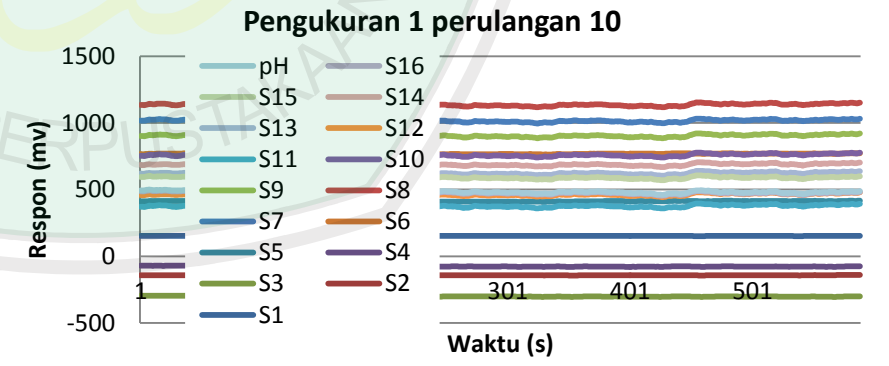
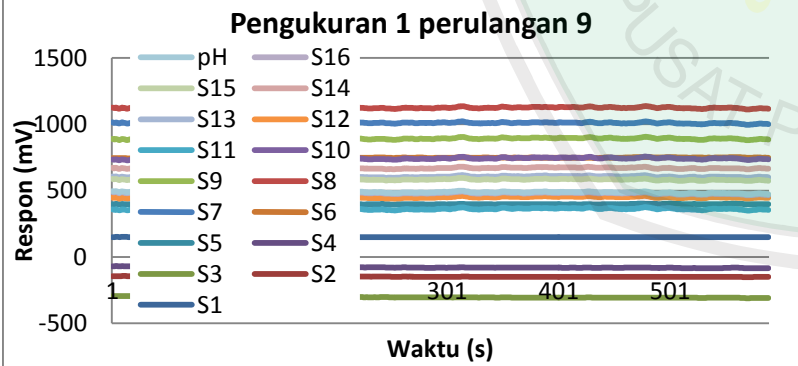
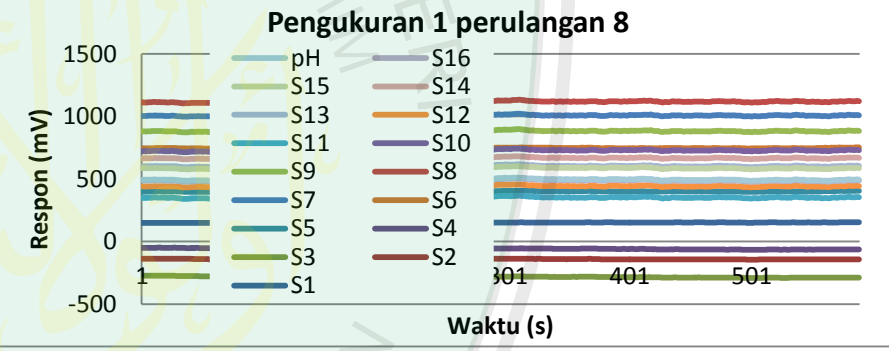
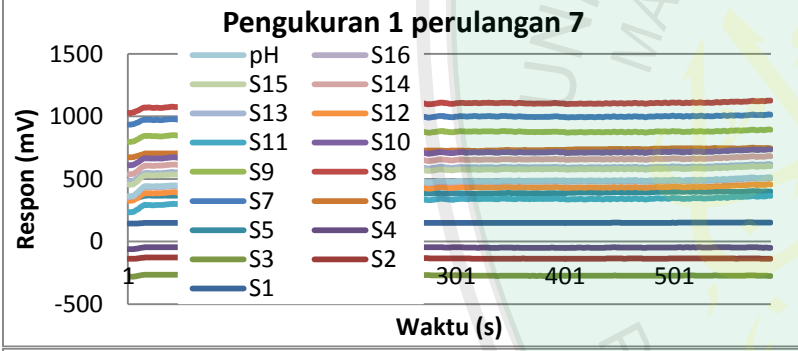
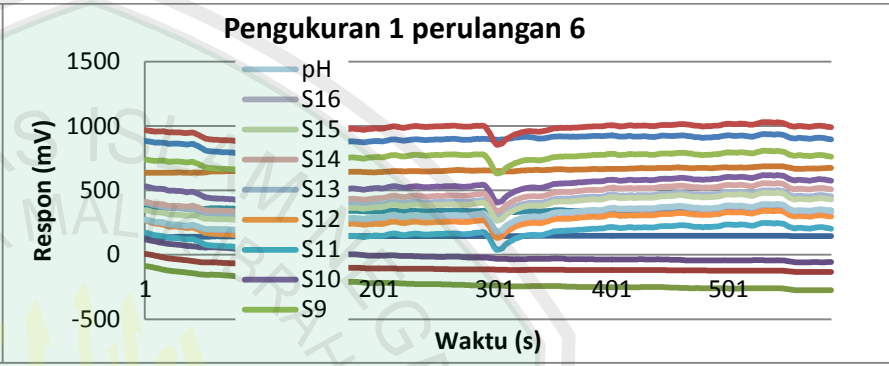
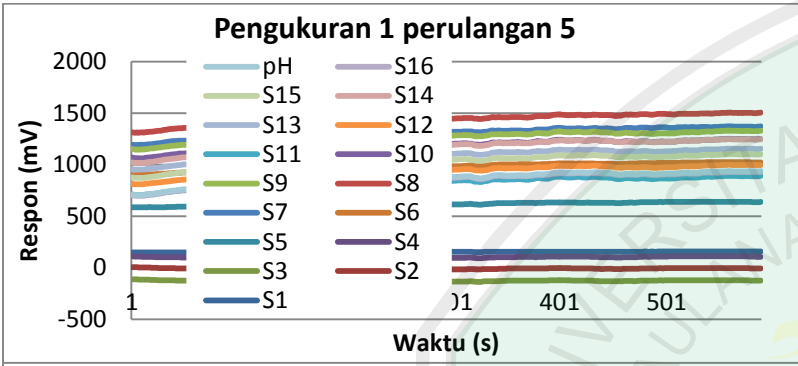
K	P	S9 (mV)	S10 (mV)	S11 (mV)	S12 (mV)	S13 (mV)	S14 (Mv)	S15 (mV)	S16 (mV)	pH
1	1	-136	-79.72	-339.3	129.58	164.36	106.49	-112.1	-140.1	6.6229
	2	-145.6	-79.72	-349	120.71	160.72	101.85	-126.3	-152.1	6.6217
	3	-155.5	-84.52	-354.2	114.06	159.44	96.99	-140.8	-166.7	6.6214
	4	-165.2	-84.34	-358.1	110.92	160.15	97.222	-145.3	-175.3	6.6212
	5	-175.1	-79.91	-358.1	108.06	155.85	92.589	-145.3	-171.6	6.621
	6	-227.4	-186.4	-372.2	93.366	155.85	55.525	-78.94	-94.15	6.6205
	7	-231.3	-158.2	-372.2	92.442	160.58	64.791	-78.94	-97.17	6.6203
	8	-236.6	-153.6	-376.8	89.486	160.58	65.393	-83.49	-98.58	6.62
	9	-231.9	-148.9	-381.5	89.809	155.85	64.791	-89.89	-108.3	6.6208
	10	-231.9	-144.3	-382.4	85.514	158.45	64.791	-102.6	-118.1	6.6198
	11	103.8	674.64	714.93	646.06	836.55	670.09	627.52	521.36	6.6129
	12	95.8	677.46	725.67	702.92	845.05	679.68	638.33	557.97	6.6117
	13	118.2	1100.1	1173.8	1119	1192.2	906.69	845.5	990.07	6.6114
2	1	-187.9	-83.38	-367.6	96.128	160.48	80.765	-150.1	-171.4	6.6229
	2	-187.8	-83.27	-367.5	96.23	160.58	80.867	-150	-171.3	6.6198
	3	-169.6	-84.57	-372.7	92.766	155.85	76.188	-163.8	-181.3	6.6217
	4	-198.4	-84.34	-372.2	88.424	155.85	74.057	-169	-186.5	6.62
	5	-184	-84.34	-372.2	88.424	155.85	74.057	-170.3	-191.4	6.6208
	6	-227.8	-144.7	-376.8	77.06	158.45	36.484	-106.4	-133.9	6.6208
	7	-227.2	-144	-329.7	87.038	156.75	46.259	-107.6	-132.7	6.6212
	8	-231.9	-140.6	-353.4	82.696	155.85	50.892	-107.4	-129.3	6.6214
	9	-231.9	-145.3	-386.1	76.737	155.85	50.892	-112.1	-161.9	6.6217
	10	-232.3	-145.1	-389.9	73.55	155.47	46.259	-126	-171.6	6.6198
	11	114	1163.9	1284	1224.4	1239.1	945.01	861.81	1089.5	6.6019
	12	117.4	1340.3	1443.6	1379	1390.7	1035.2	938.17	1256.5	6.6007
	13	98.97	931.45	1034	990.24	1021.1	815.51	759.76	855.97	6.6004
3	1	-176.9	-84.34	-372.2	79.324	155.85	46.259	-164.3	-186.2	6.5384
	2	-178.7	-84.34	-376.8	83.019	155.71	50.336	-174.8	-196.3	6.5371
	3	-179.2	-88.95	-376.8	80.294	155.85	46.259	-183.2	-205.7	6.5379
	4	-179.2	-88.9	-376.8	81.633	155.85	46.259	-188	-210.5	6.5387
	5	-179.2	-84.34	-376.8	80.432	155.85	45.518	-192.3	-212.1	6.5395
	6	-236.7	-139.7	-386.2	67.268	155.85	13.828	-145	-172.6	6.5434
	7	-236.7	-144.3	-367.5	74.243	160.58	41.626	-116.9	-132.7	6.5426
	8	-236.7	-144.3	-367.5	75.582	160.58	50.892	-112.1	-128.3	6.5418
	9	-240.3	-144.3	-364.5	76.598	160.58	64.791	-116.9	-132.7	6.541
	10	-241.5	-144.3	-381.5	69.623	155.85	59.231	-131.1	-147.6	6.5402
	11	113.4	1161.1	1249	1207.8	1218.4	926.1	847.49	1077.4	6.5259
	12	89.81	860.21	930.32	902.01	929.74	760.24	716.77	763.63	6.5262
	13	94.22	847.57	912.78	891.85	926.1	757.42	712.98	748.39	6.5285
4	1	-184.4	-93.29	-376.8	72.025	150.84	18.461	-164.3	-176.8	6.4445
	2	-184.6	-88.95	-376.8	71.517	154.58	33.148	-173.7	-186.2	6.4182
	3	-188.8	-88.95	-377.1	71.61	154.2	32.592	-178.8	-191.2	6.4204
	4	-193.6	-89.18	-381.2	70.27	151.13	32.36	-190.8	-205.5	6.4435
	5	-193.6	-89.23	-379.5	69.716	151.13	32.36	-194.4	-210.5	6.4417
	6	-246.3	-139.7	-388.8	45.696	155.95	18.461	-116.4	-128.3	6.4425
	7	-243.8	-139.7	-386.5	64.219	161.29	61.085	-107.4	-122.9	6.4185
	8	-270.3	-144.2	-390.5	62.741	160.58	64.791	-126.3	-142.2	6.4162
	9	-236.7	-144.3	-367.5	74.243	160.58	41.626	-116.9	-132.7	6.4425
	10	-265.5	-144.7	-395.6	59.646	151.13	59.695	-149.3	-166.9	6.4194
	11	158.6	1746.8	1847.4	1792	1835.7	1264.6	1132.1	1678.1	6.431
	12	103.3	1068.5	1141	1109.3	1150.9	878.52	809.43	977.85	6.43
	13	97.53	876.31	935.75	914.94	964.05	768.26	718.43	768.01	6.4037
5	1	-193.1	-88.95	-367.5	66.067	155.29	15.218	-141.5	-157	6.3328
	2	-193.6	-93.56	-376.8	63.157	151.13	22.909	-169	-184.8	6.3315
	3	-208	-93.56	-381.5	63.341	151.13	21.704	-179.7	-195.9	6.3313

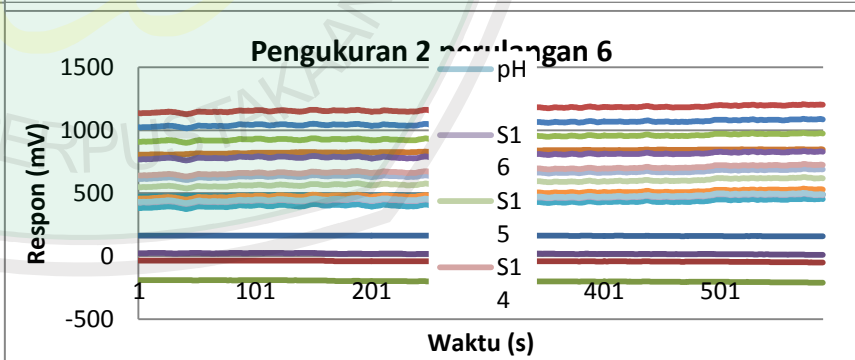
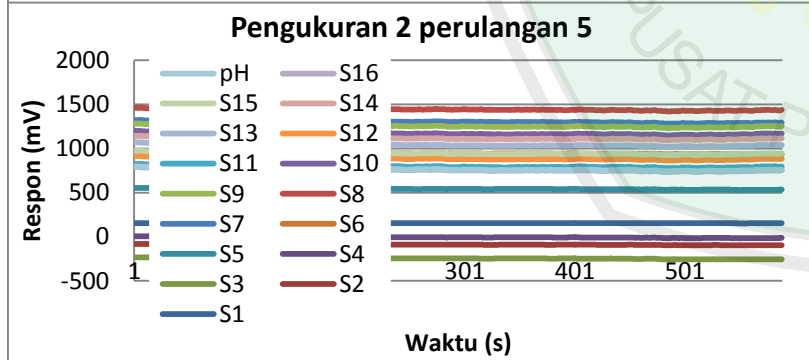
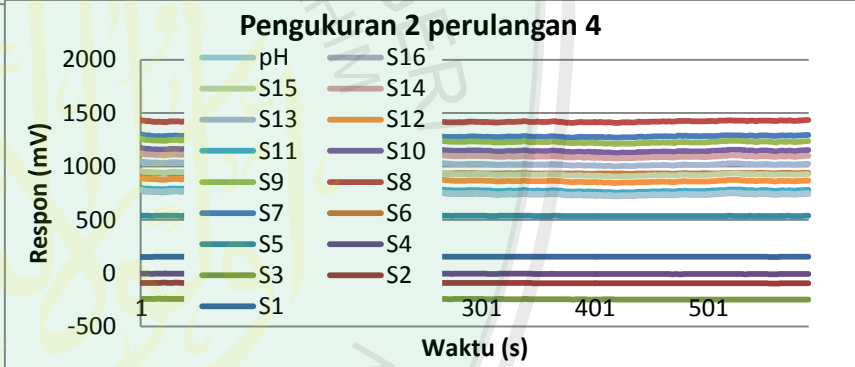
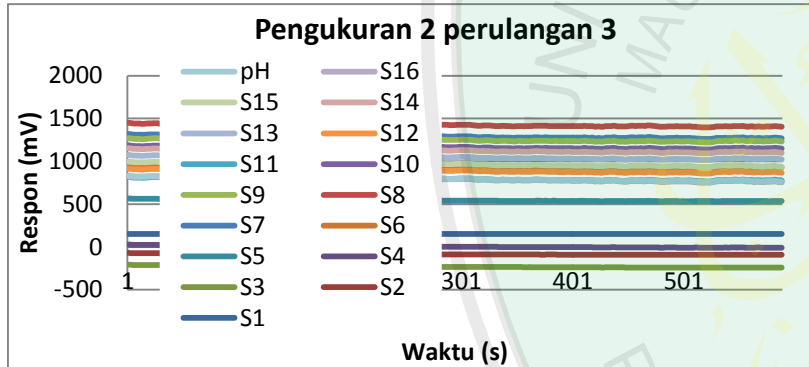
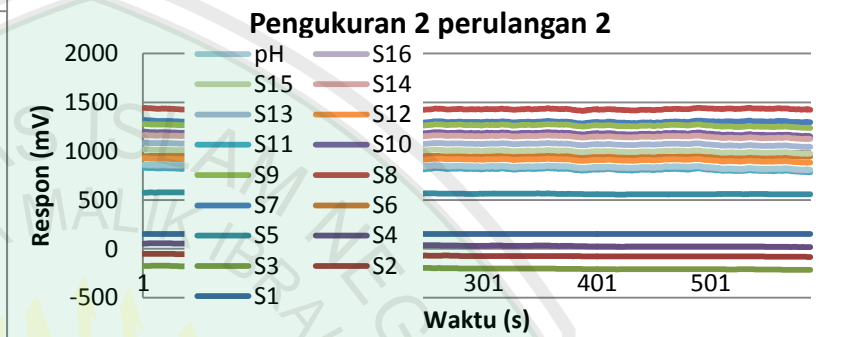
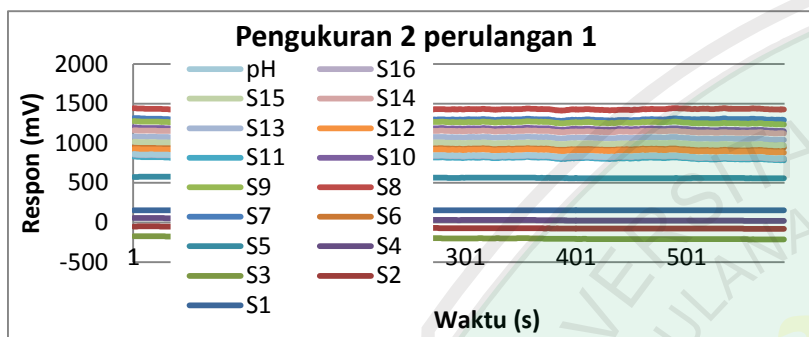
	4	-199.9	-94.39	-381.5	64.958	151.13	20.778	-189.2	-205.7	6.3311	
	5	-205.4	-93.56	-381.5	63.249	150.18	19.388	-197.4	-210.6	6.3309	
	6	-262.3	-153.5	-392.8	49.206	155.85	27.727	-150.1	-166.7	6.3296	
	7	-262.4	-153.8	-391.6	52.255	155.85	32.36	-159.5	-176.5	6.3299	
	8	-261.4	-150.6	-395.6	50.223	150.84	24.206	-169.4	-186.6	6.3304	
	9	-270.3	-153.5	-400.3	42.924	146.4	13.921	-178.5	-200.8	6.3301	
	10	-277.6	-158.5	-405	44.864	141.67	9.0565	-183.2	-205.7	6.3294	
	11	118.2	1074	1105.3	1086.8	1137.6	863.74	797.3	946.02	6.3203	
	12	118.1	1131.1	1164.7	1148	1193.6	899.46	820.34	1004.2	6.3188	
	13	99.02	868.93	887.05	880.53	928.85	748.8	699.76	725.66	6.3179	
	6	1	-193.6	-93.56	-378.5	60.2	151.13	-4.703	-154.8	-174.5	6.143
		2	-196.9	-93.56	-381.5	68.653	151.74	10.076	-131.9	-147.5	6.1422
		3	-198.4	-93.56	-380.4	74.566	151.13	14.199	-164.3	-191.1	6.1414
4		-203.2	-93.56	-381.5	69.439	151.13	18.322	-183.2	-205.7	6.1406	
5		-203.2	-88.95	-381.5	69.485	150.94	17.442	-188	-210.5	6.1398	
6		-270.3	-153.5	-395.6	52.809	146.68	9.1955	-168.9	-186.2	6.1391	
7		-270.3	-153.5	-395.6	54.611	151.13	13.828	-173.8	-192.6	6.1383	
8		-275.1	-153.5	-395.6	56.782	151.27	13.828	-169.3	-188.9	6.1375	
9		-275.4	-153.9	-395.9	58.491	150.98	9.1955	-173.7	-191.1	6.1367	
10		-280.2	-154	-400	56.366	146.73	4.7942	-178.5	-195.9	6.138	
11		183.8	1546	1554.4	1551.2	1589.3	1125.6	1012.5	1422.4	6.1281	
12		168.8	1542	1562	1546.4	1585.3	1123.2	1008.7	1419.4	6.1255	
13		225.5	1523.8	1544.7	1529.5	1572.2	1112.7	991.73	1400.3	6.125	
7	1	-201.8	-93.56	-384.3	69.346	151.13	-0.07	-145.3	-162.1	5.8306	
	2	-203.2	-98.41	-386.2	72.857	150.65	4.5626	-164.5	-210.5	5.8243	
	3	-207.7	-98.55	-386.4	67.36	151.13	13.643	-169	-212.7	5.8251	
	4	-208	-98.27	-386.2	68.145	148.34	16.006	-169	-200.4	5.8259	
	5	-213	-98.18	-386.2	70.178	146.4	18.461	-164.3	-195.5	5.8267	
	6	-281.8	-157.5	-386.1	56.366	148.91	-14.66	-178.5	-200.8	5.8259	
	7	-280.2	-158.2	-393.2	53.225	146.4	-7.437	-183.2	-210.5	5.8251	
	8	-279.9	-160.5	-395.6	55.858	146.4	-8.178	-188	-211.6	5.8243	
	9	-279.9	-158.2	-396.1	57.891	146.4	-4.703	-183.1	-215.4	5.8256	
	10	-284.7	-158.2	-395.6	58.353	146.4	9.1955	-164.6	-196	5.8282	
	11	180.8	1271.2	1286.9	1274.1	1326.4	964.56	874.08	1125.5	5.8126	
	12	166.2	1295.9	1313.8	1295.2	1341.4	979.43	878.73	1153	5.8131	
	13	141.7	981.46	998.7	985.43	1047.7	810.7	740.09	837.08	5.8157	

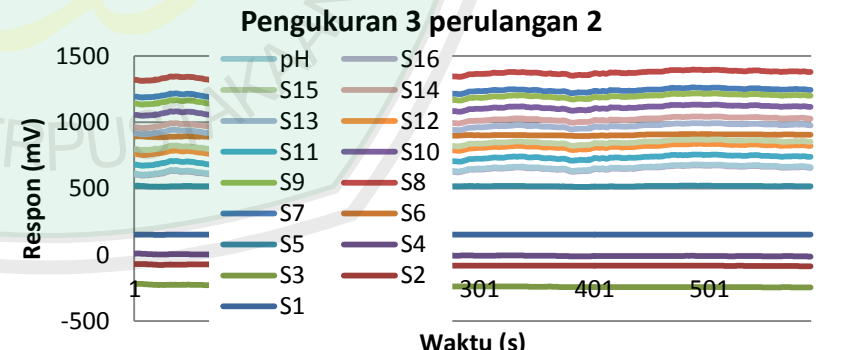
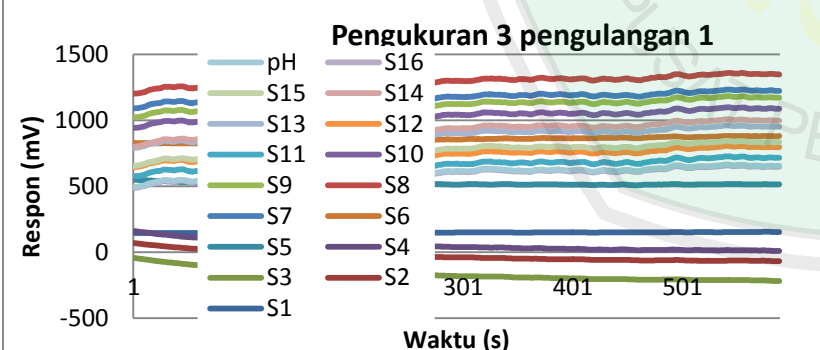
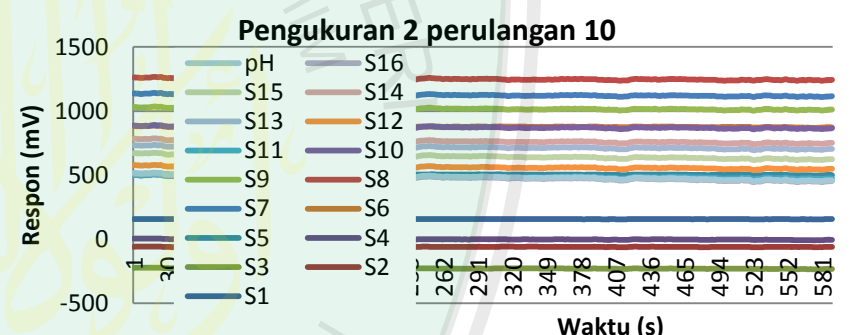
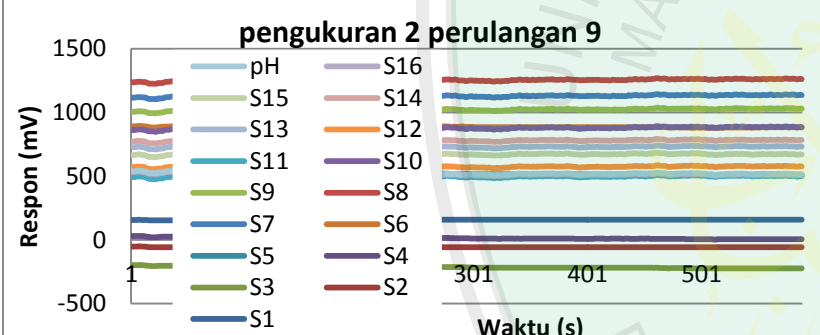
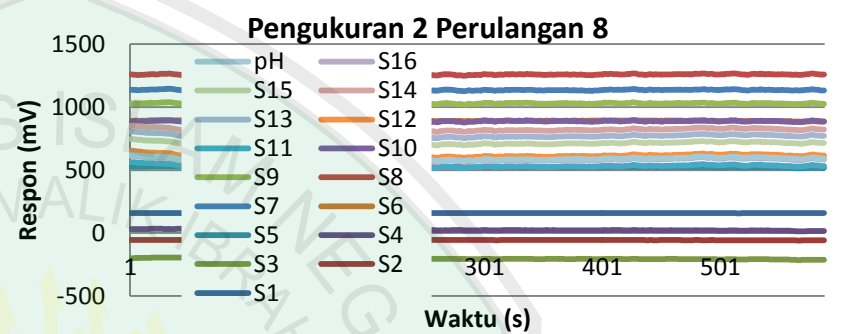
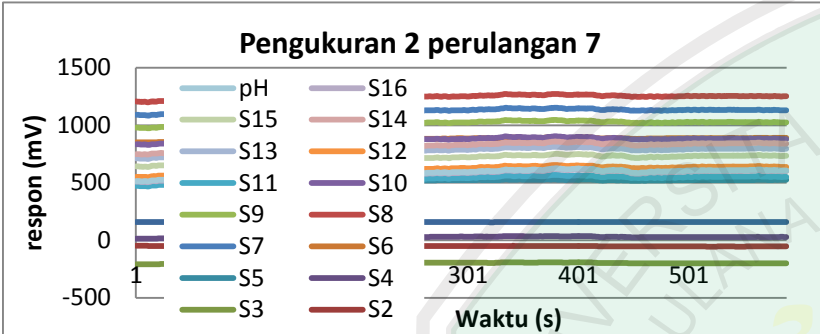


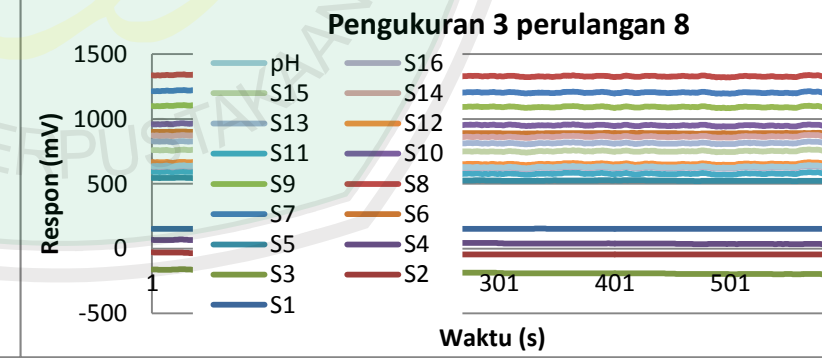
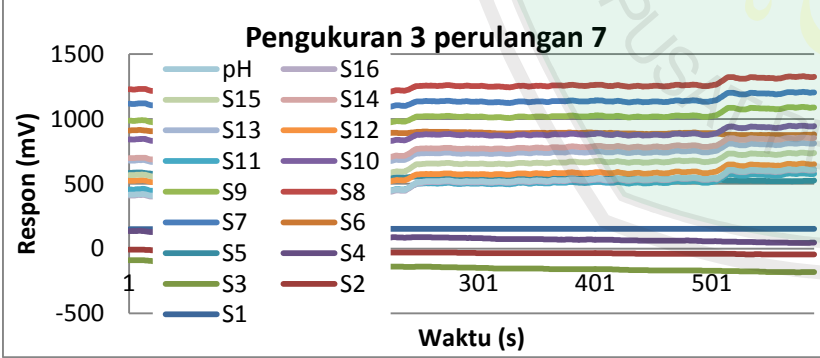
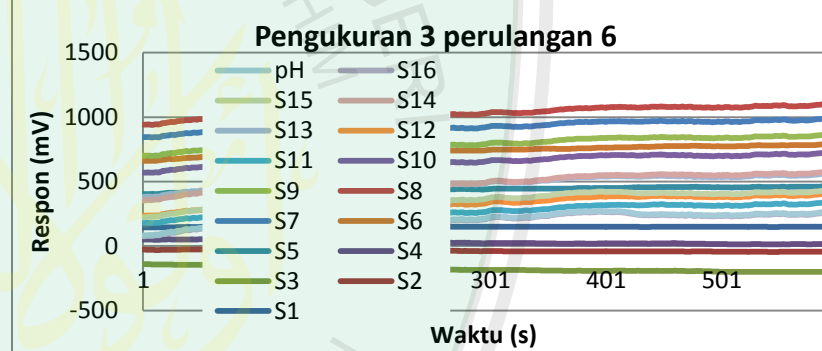
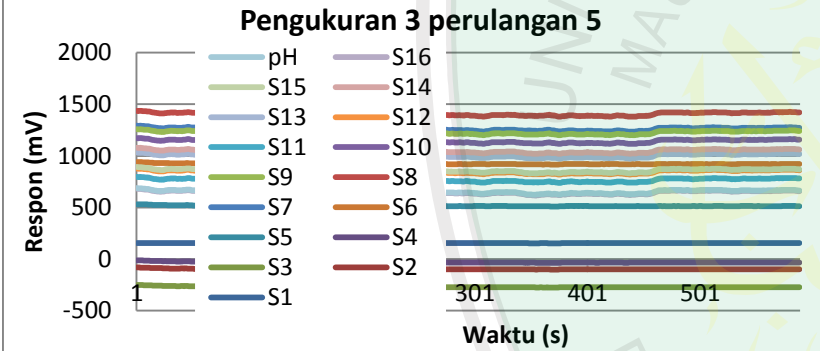
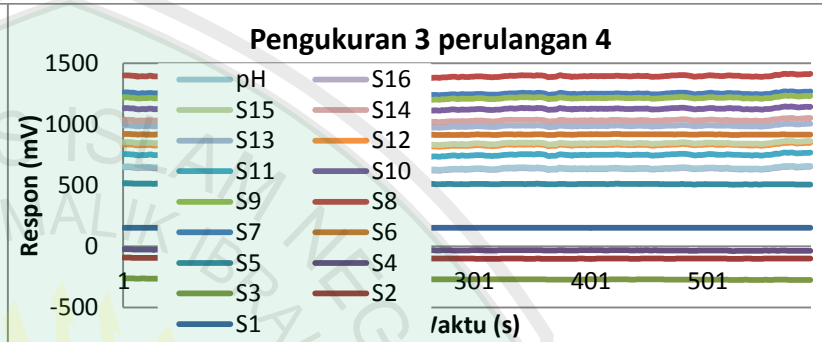
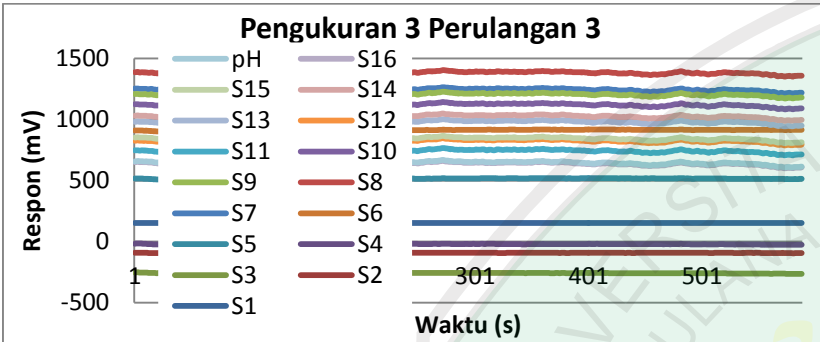
Lampiran 3. Grafik data pengukuran
Data Susu Sapi

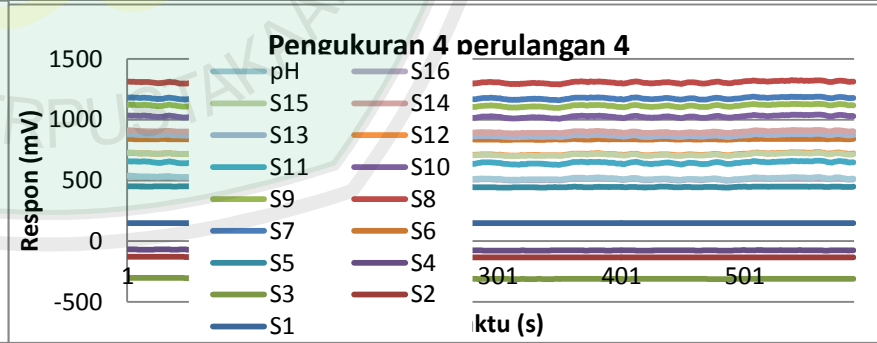
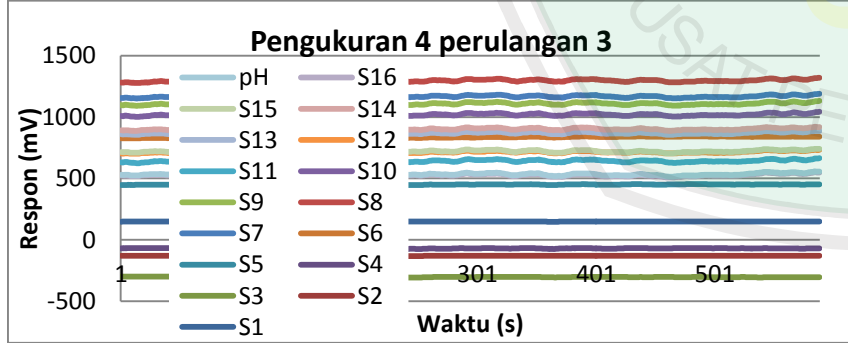
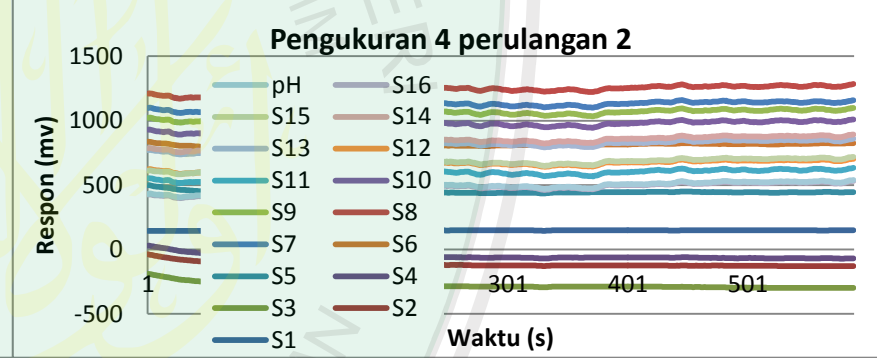
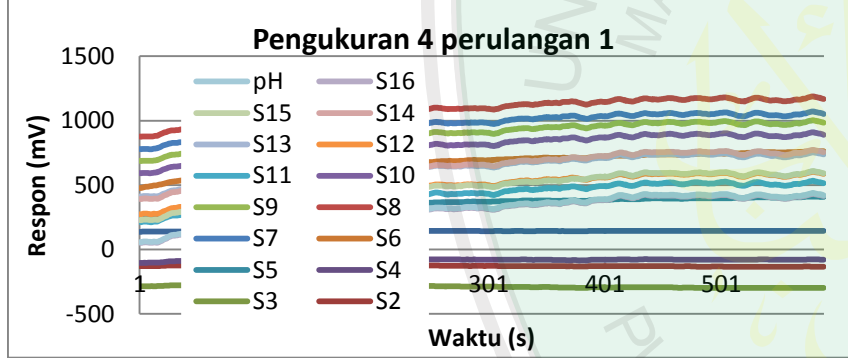
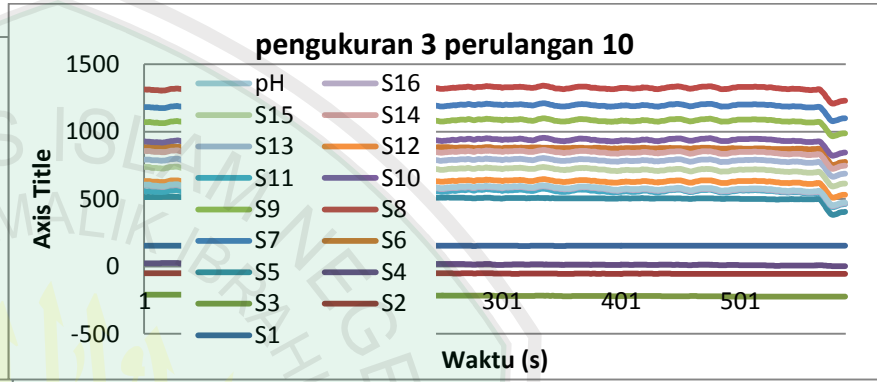
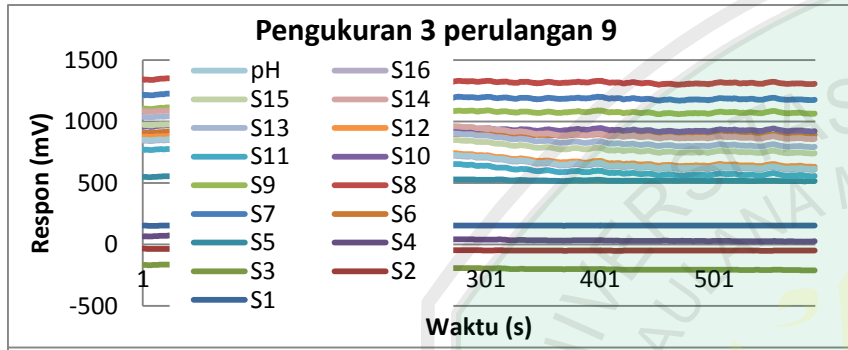


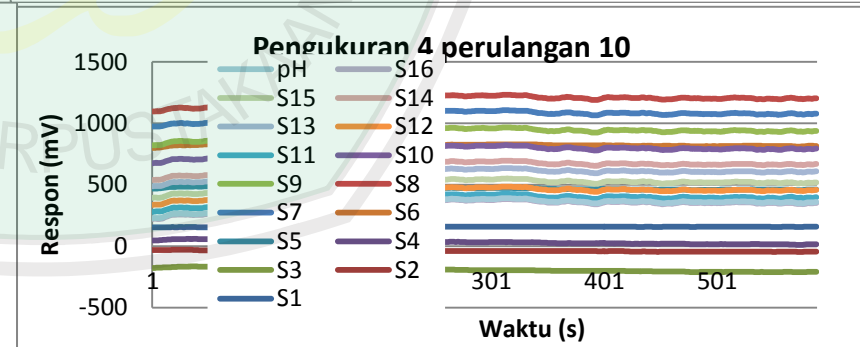
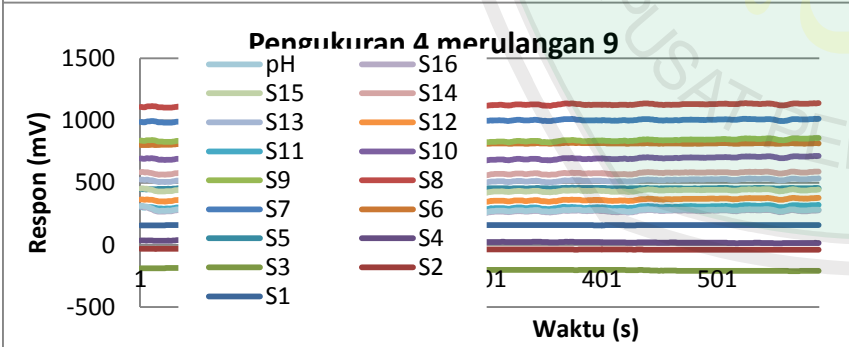
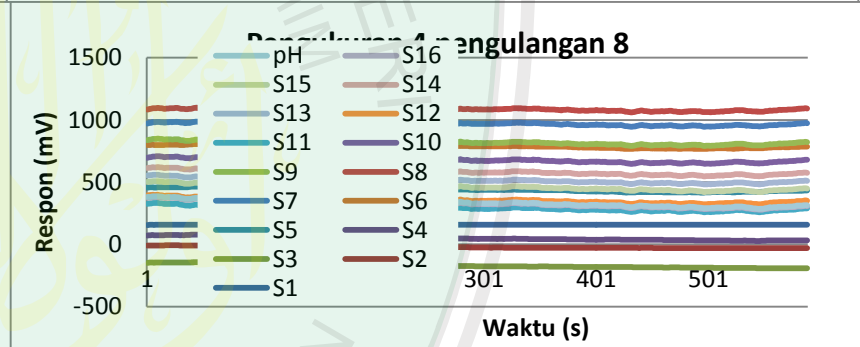
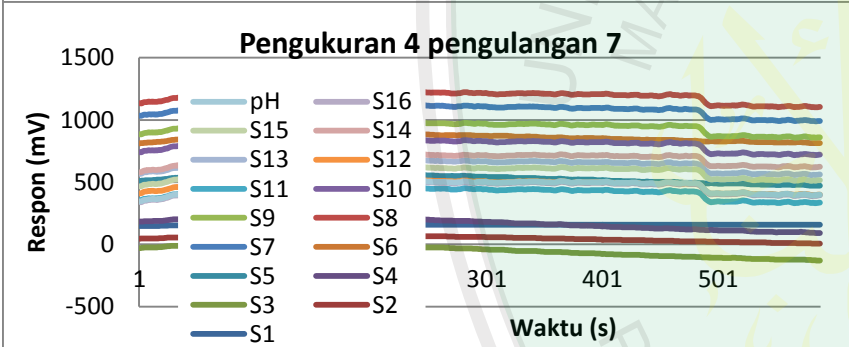
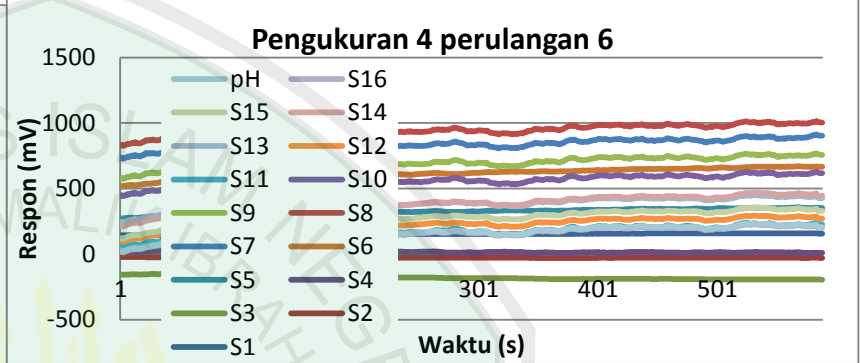
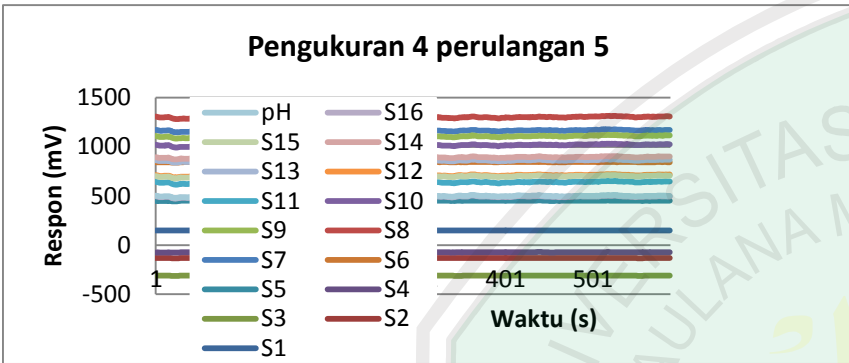


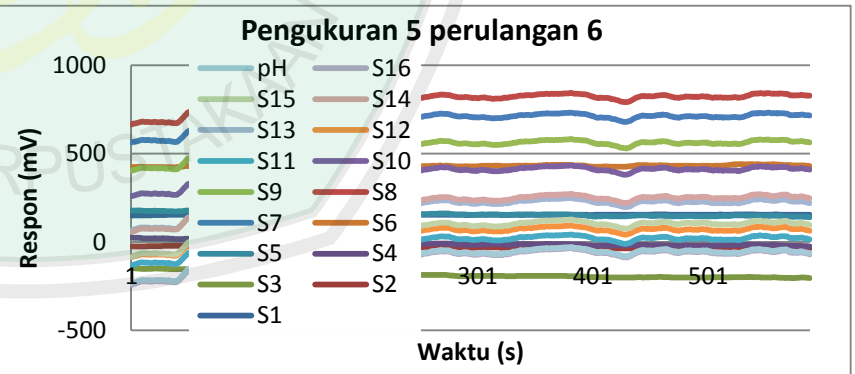
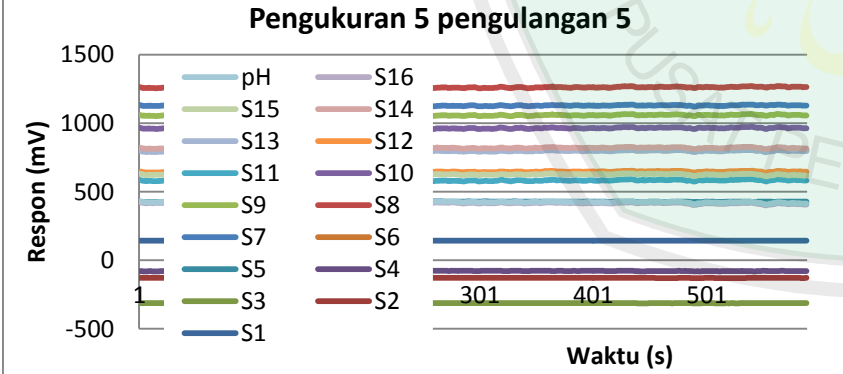
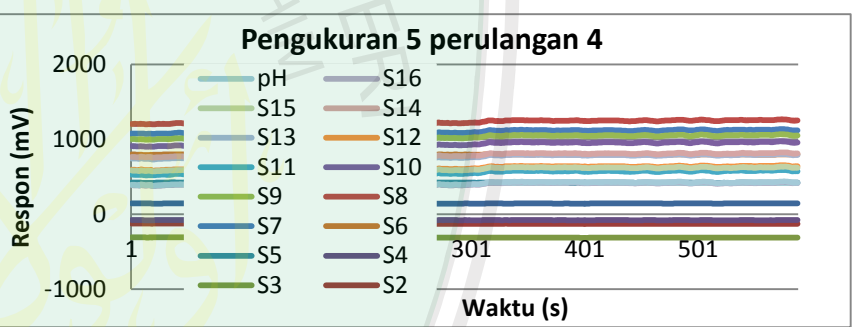
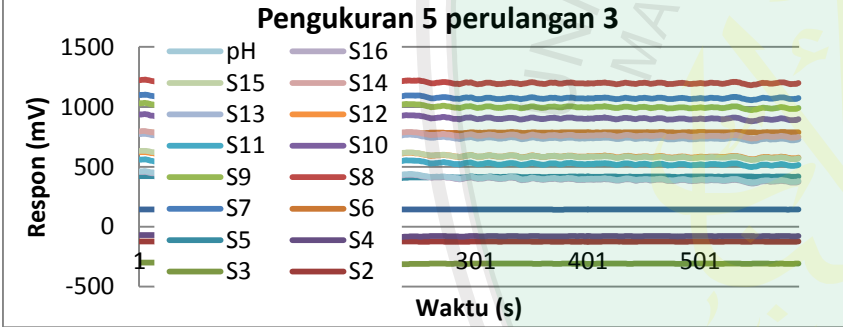
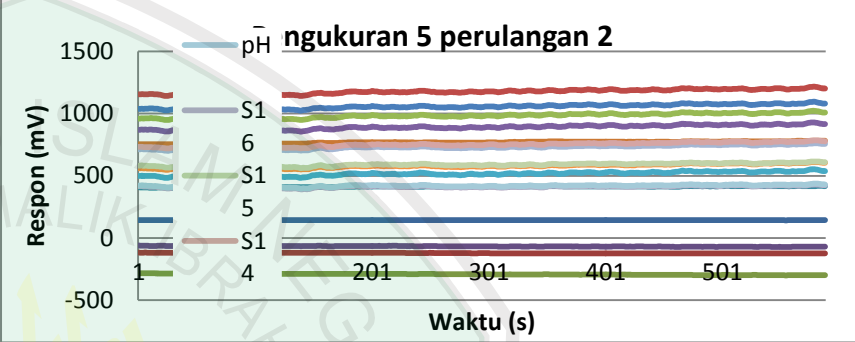
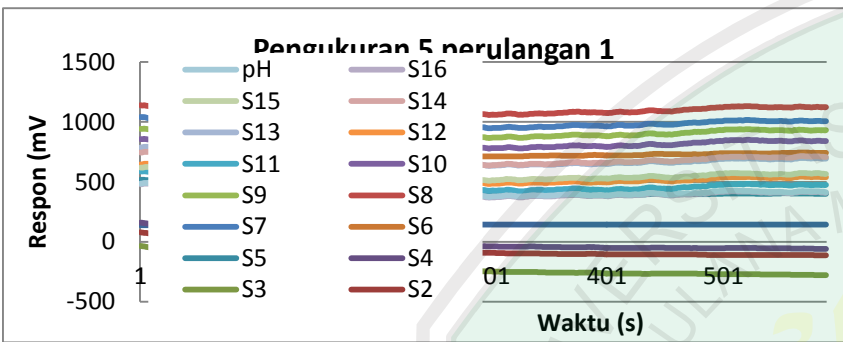


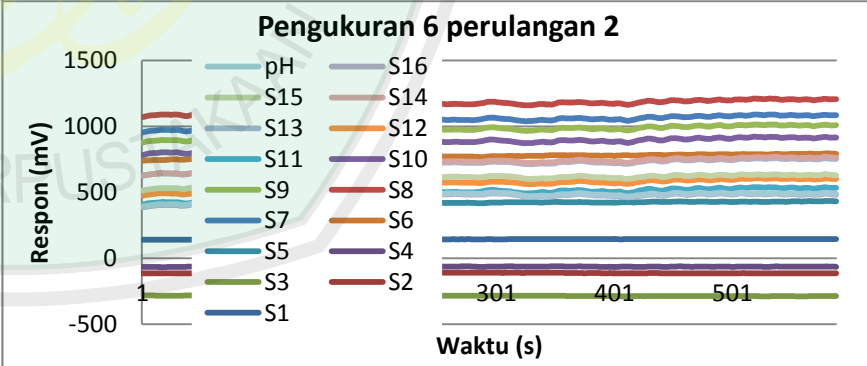
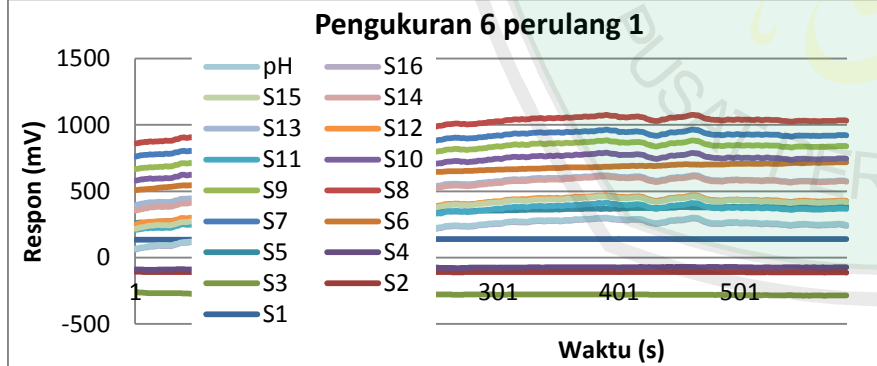
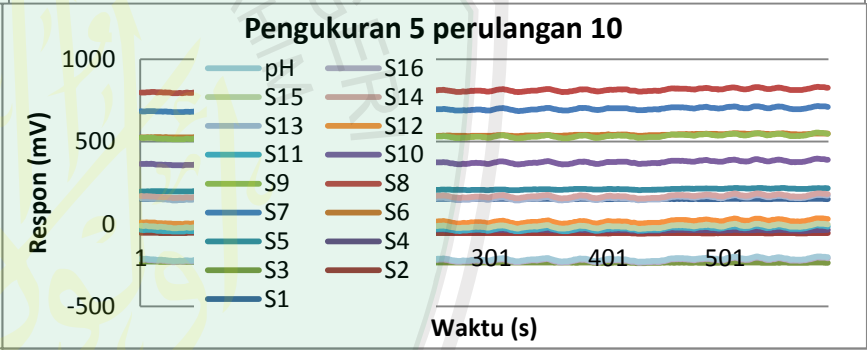
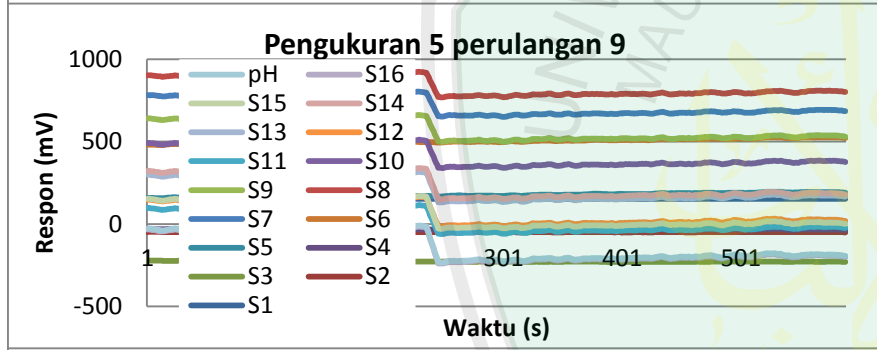
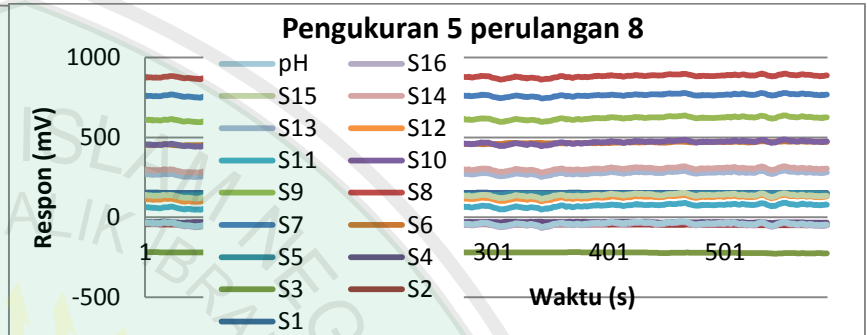
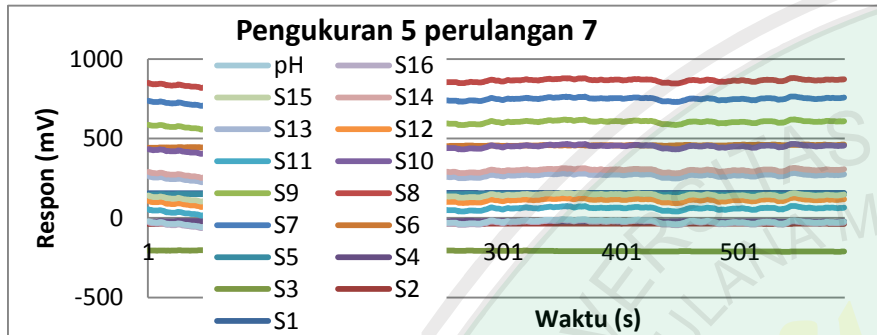


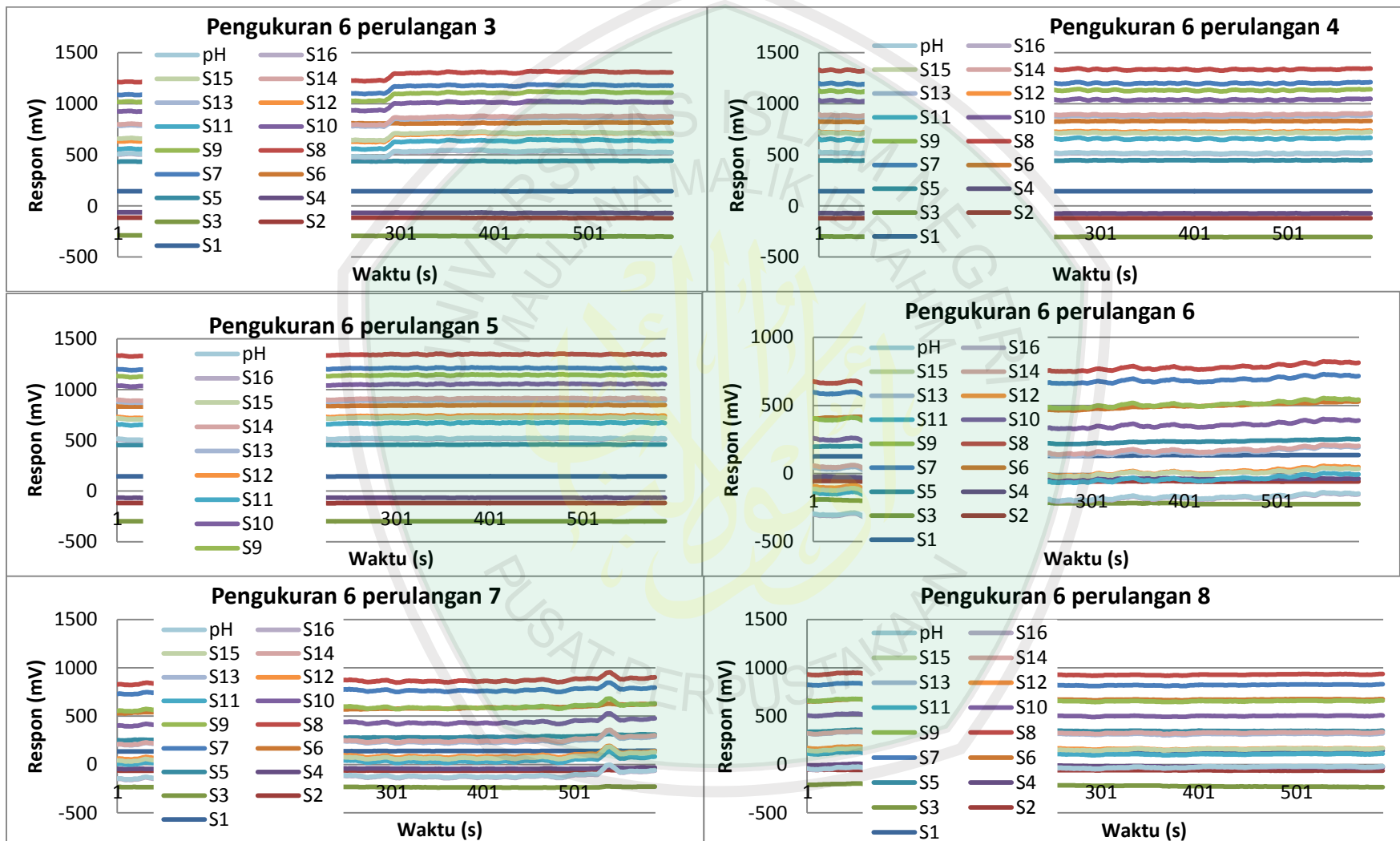


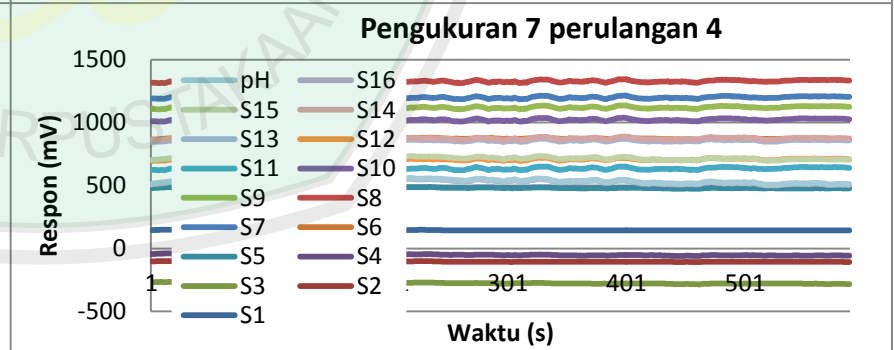
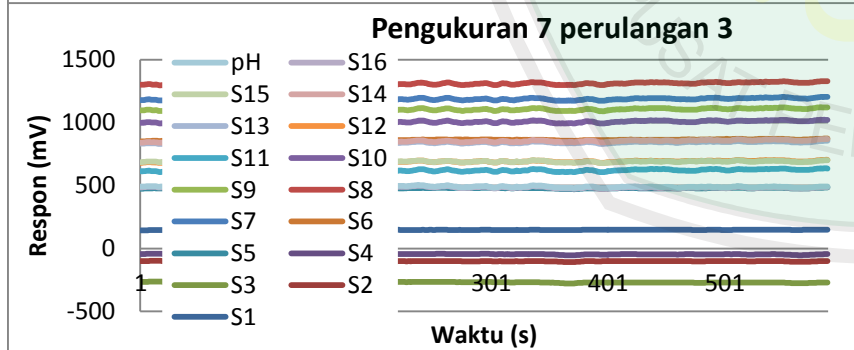
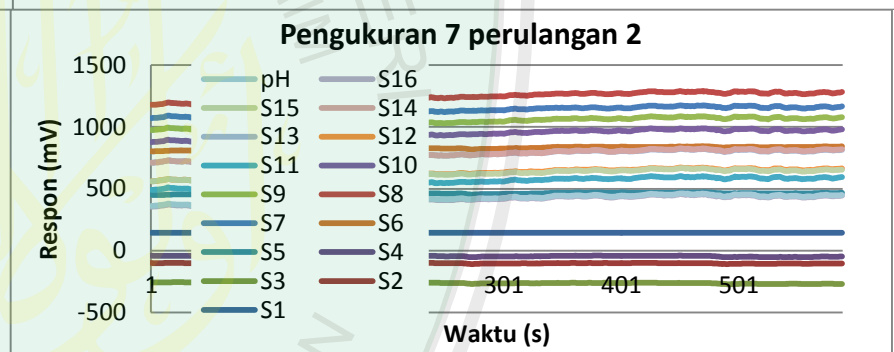
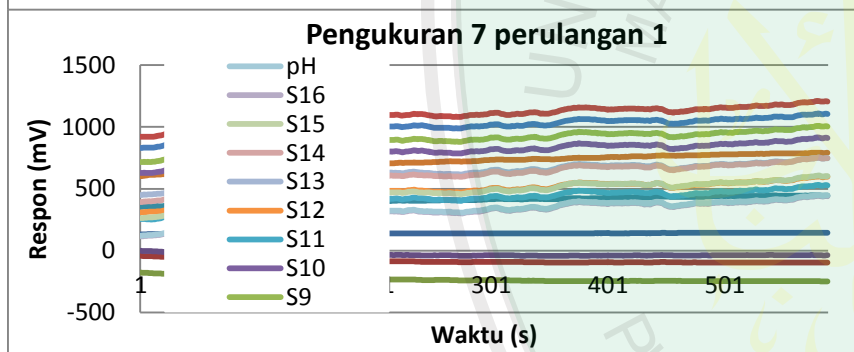
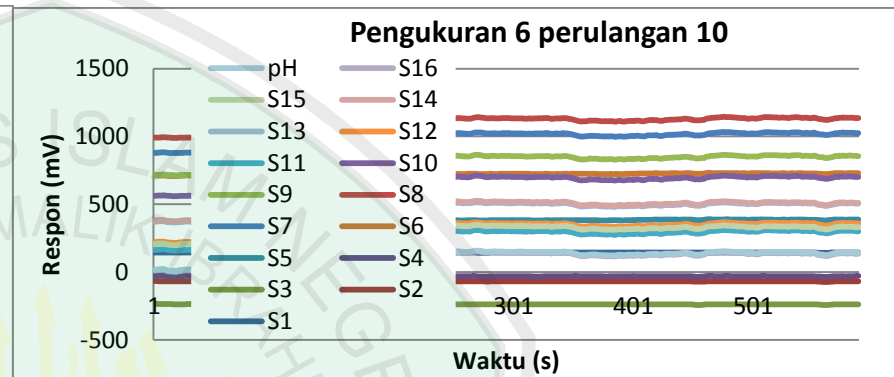
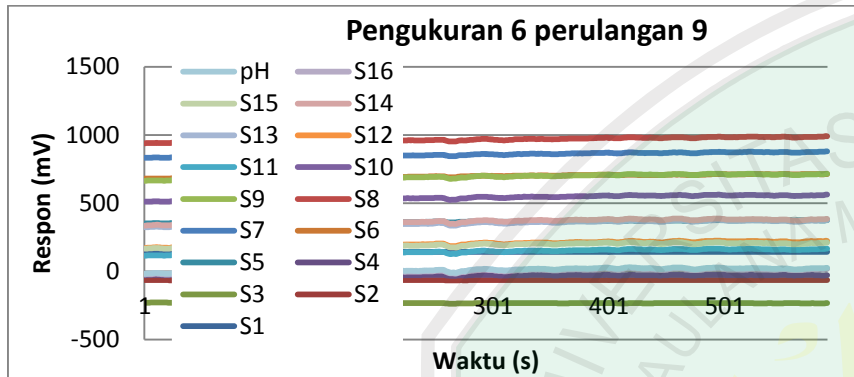


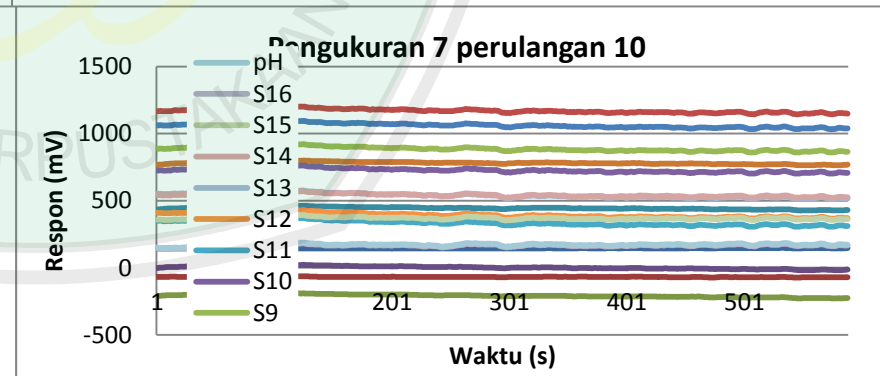
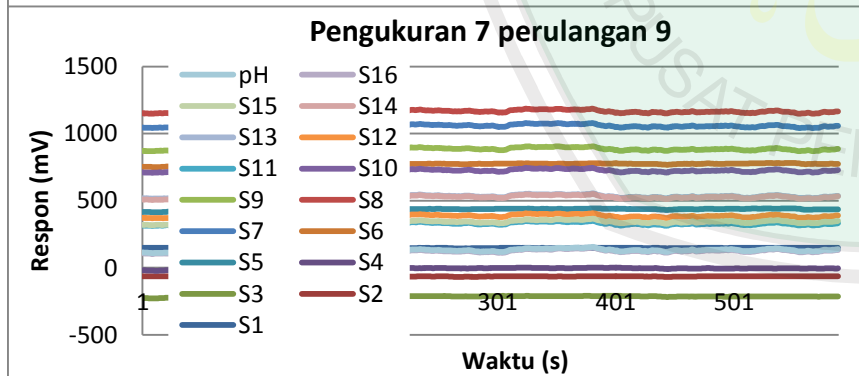
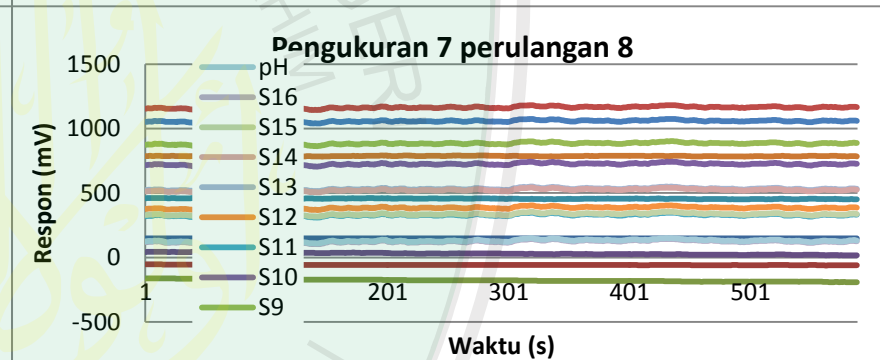
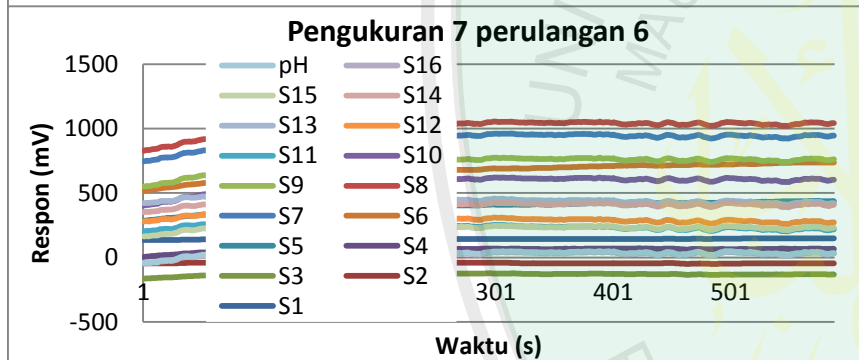
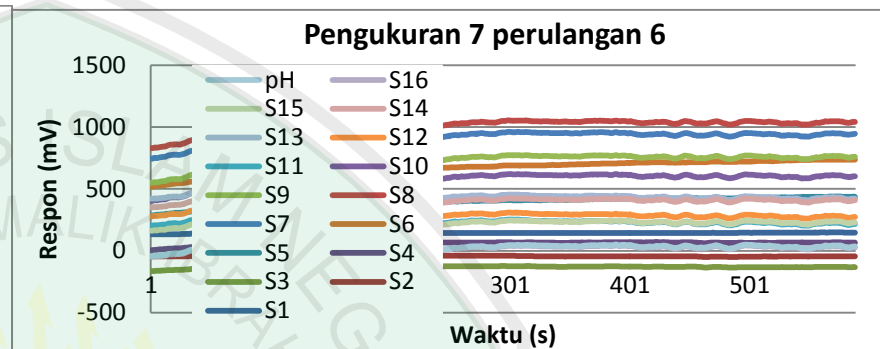
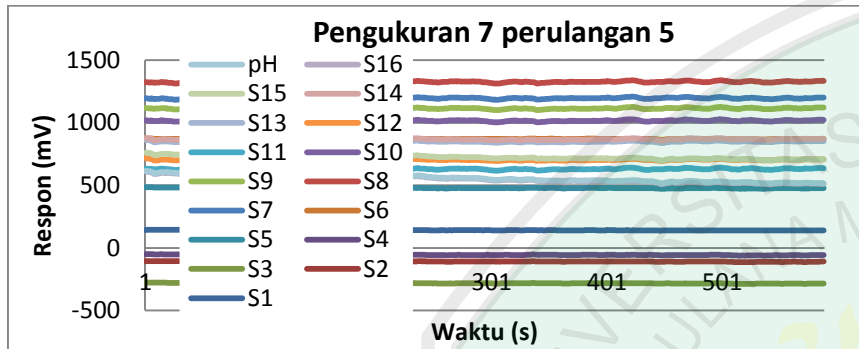




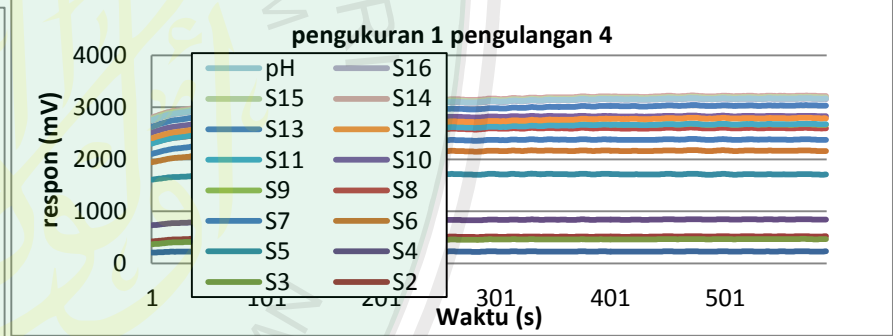
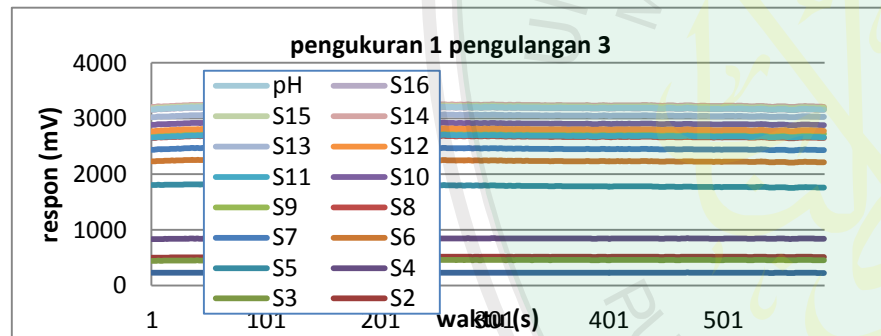
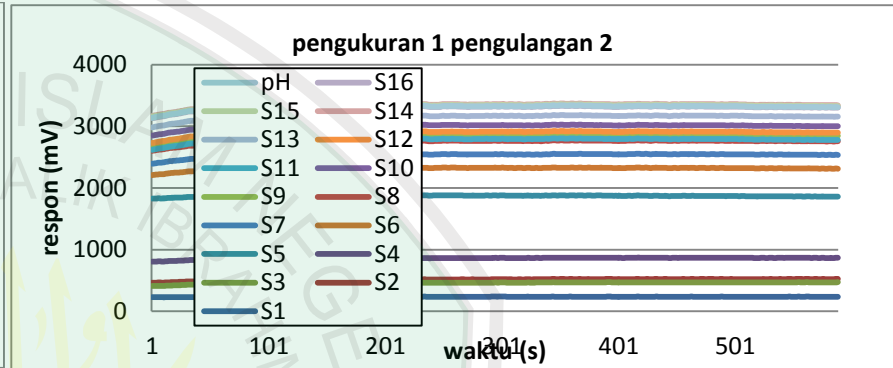
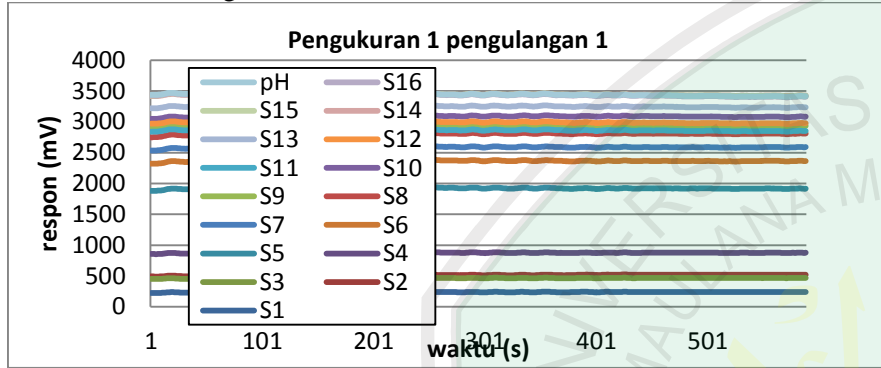


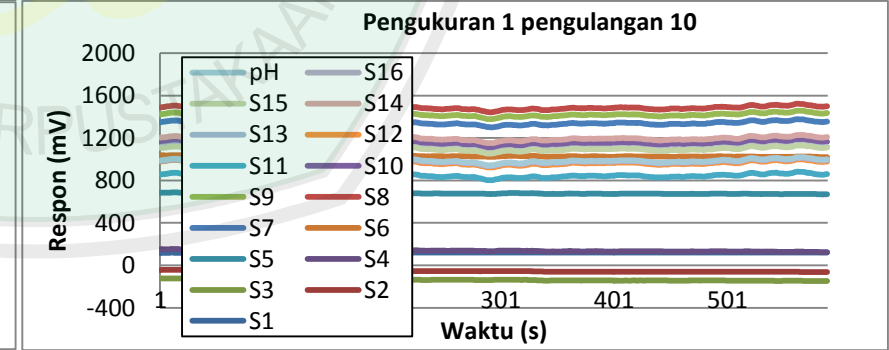
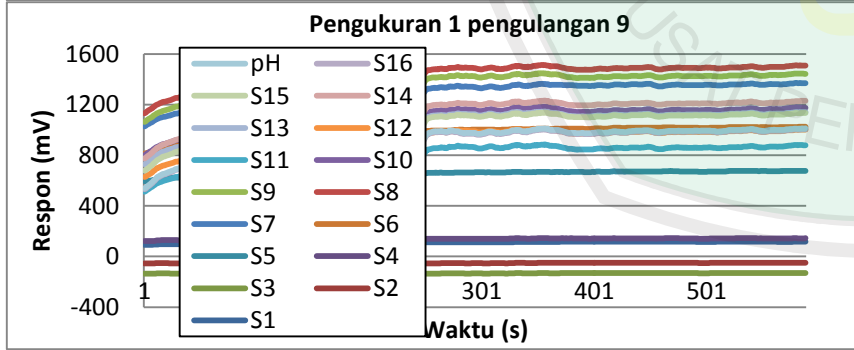
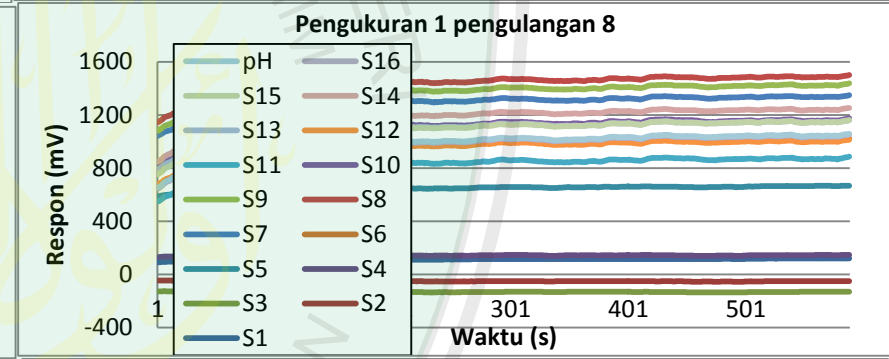
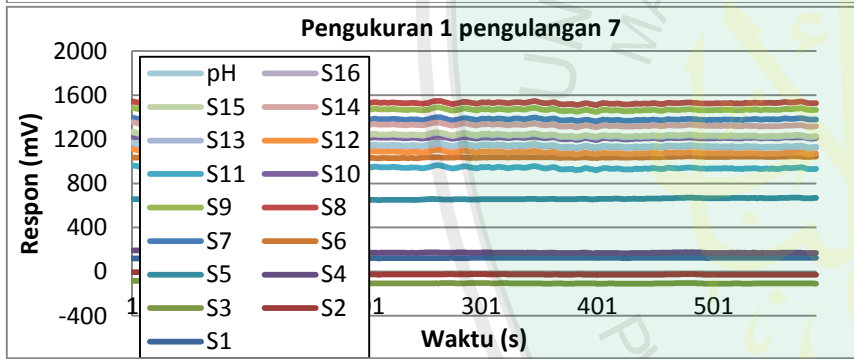
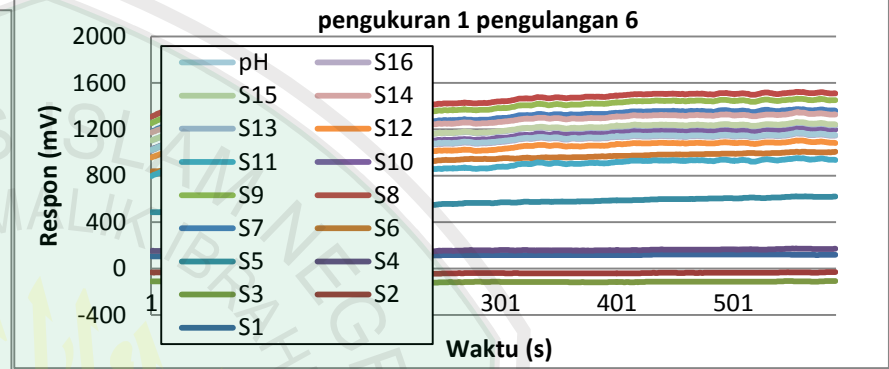
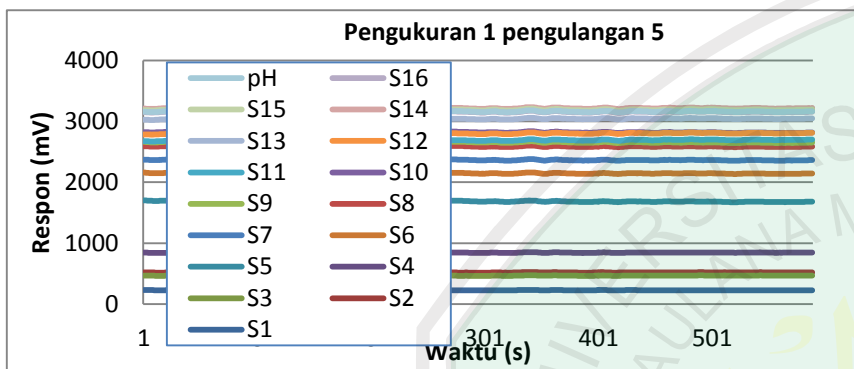


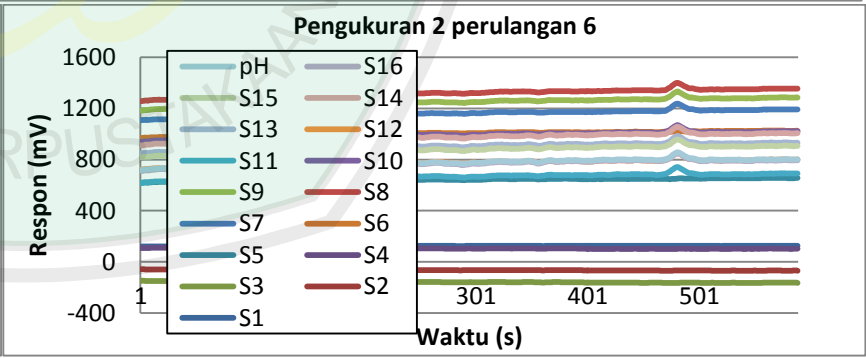
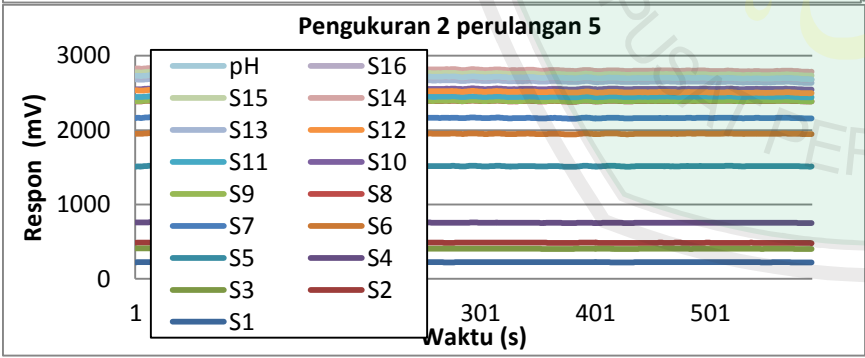
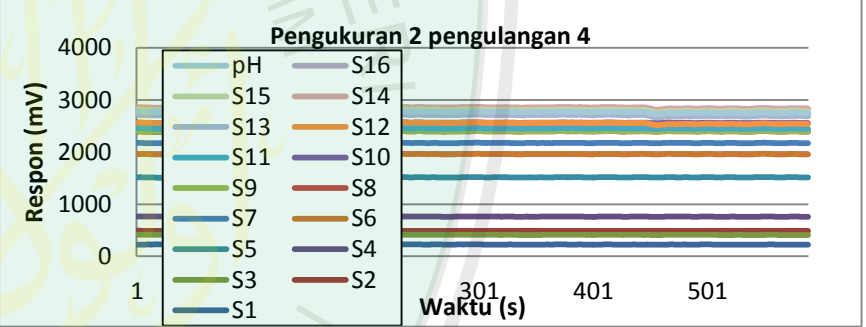
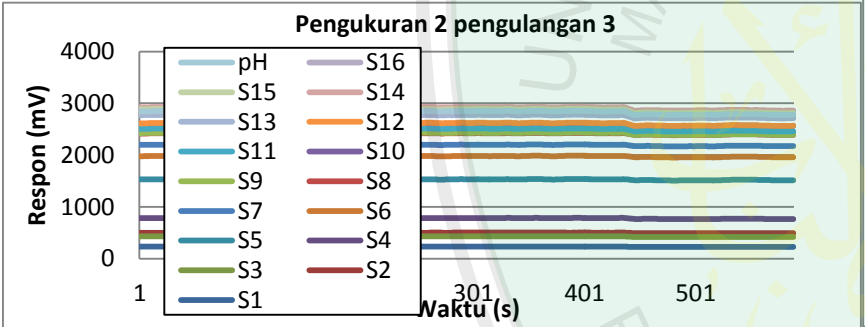
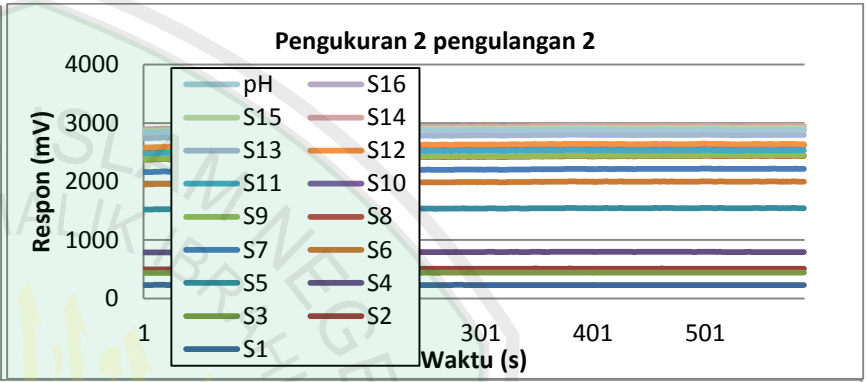
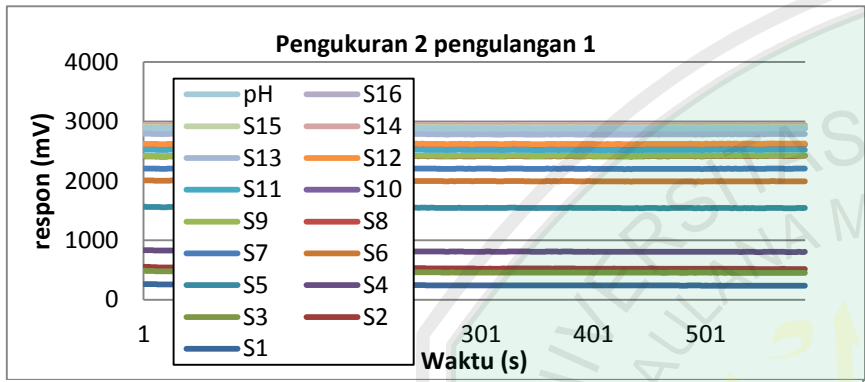


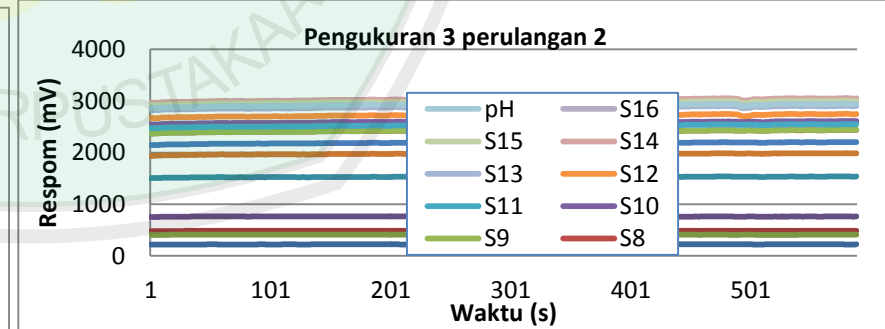
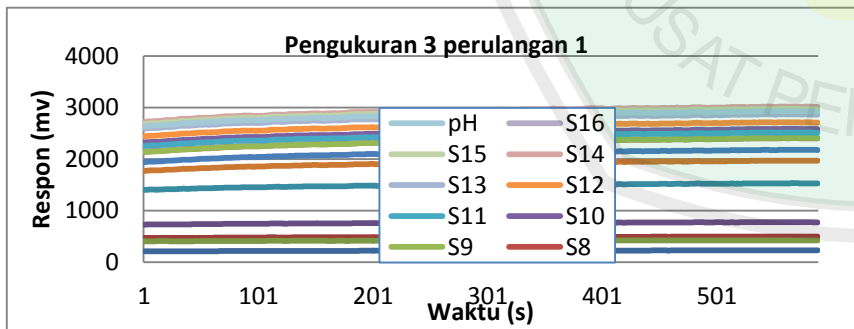
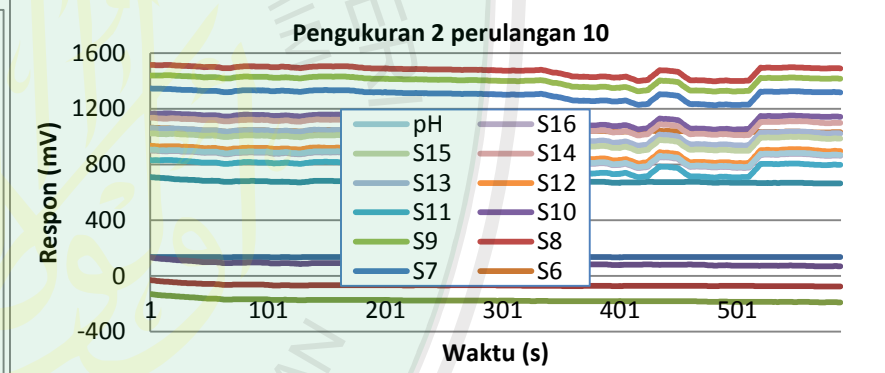
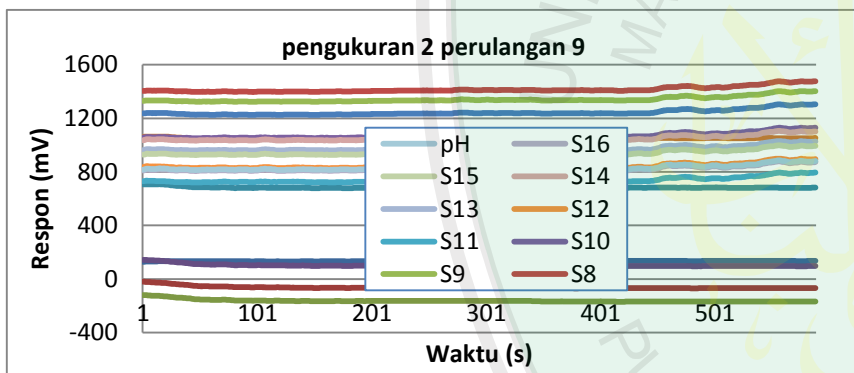
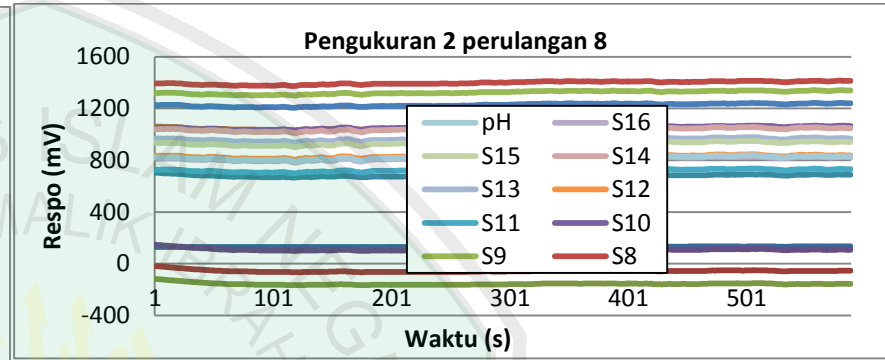
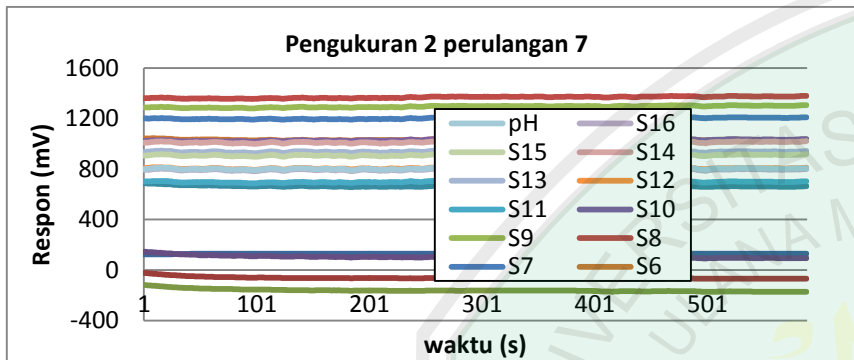


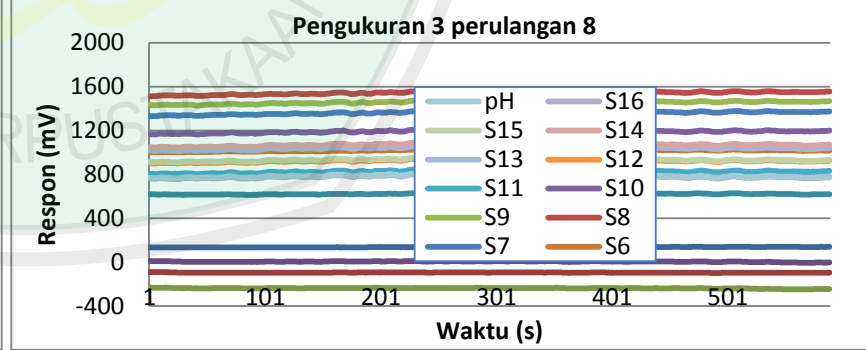
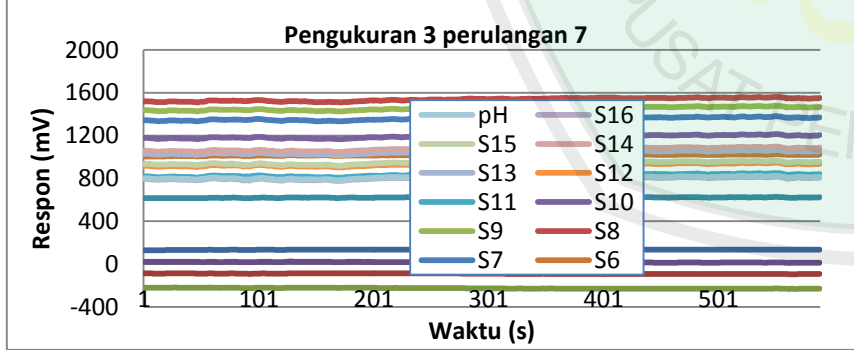
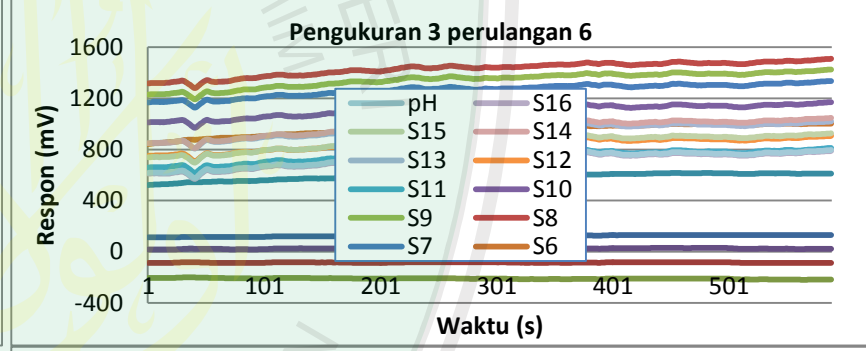
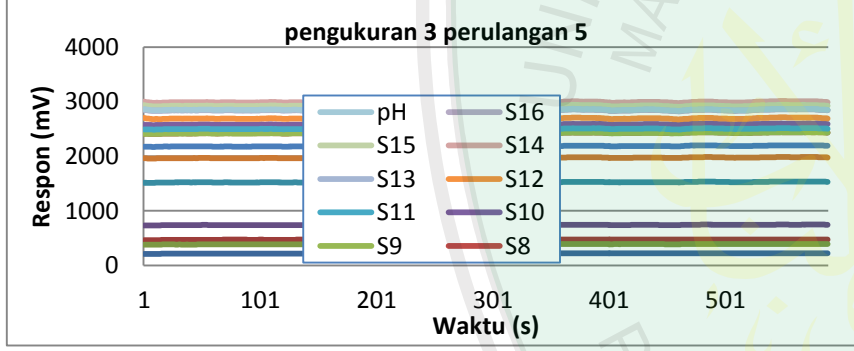
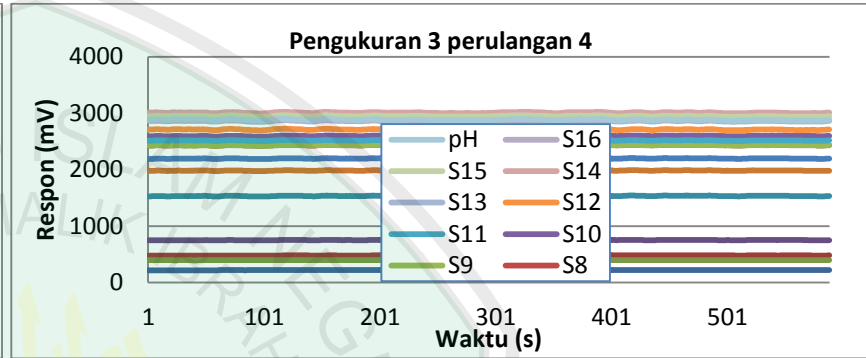
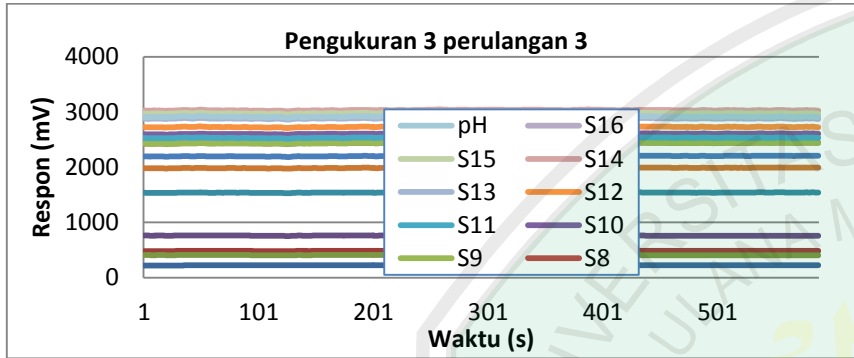
Data Susu kambing

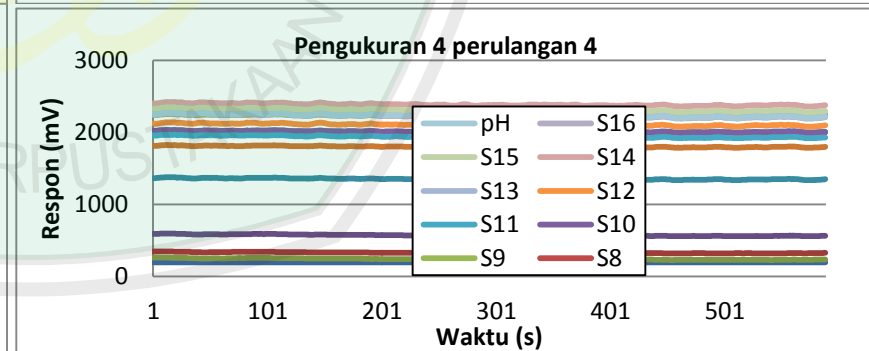
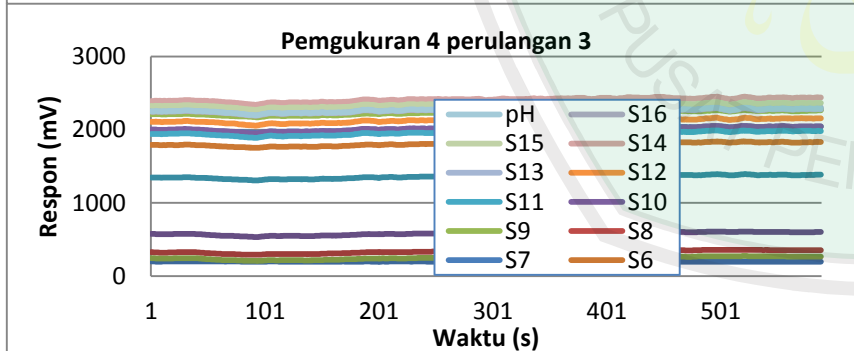
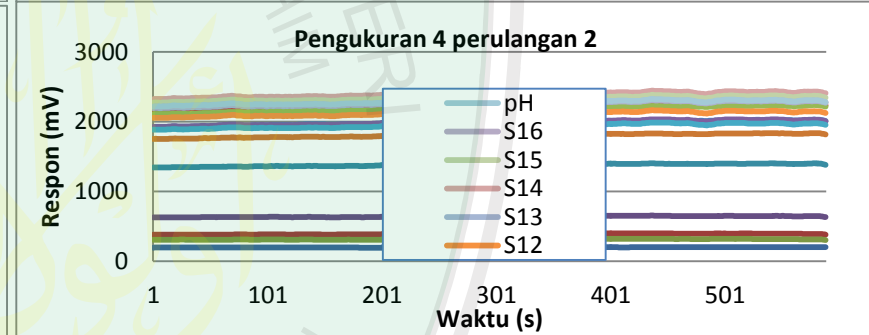
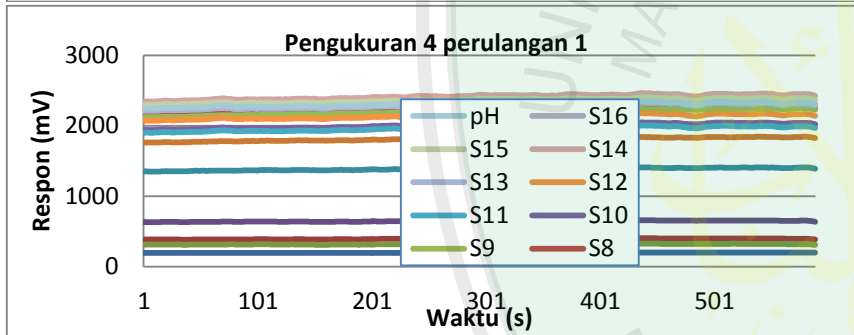
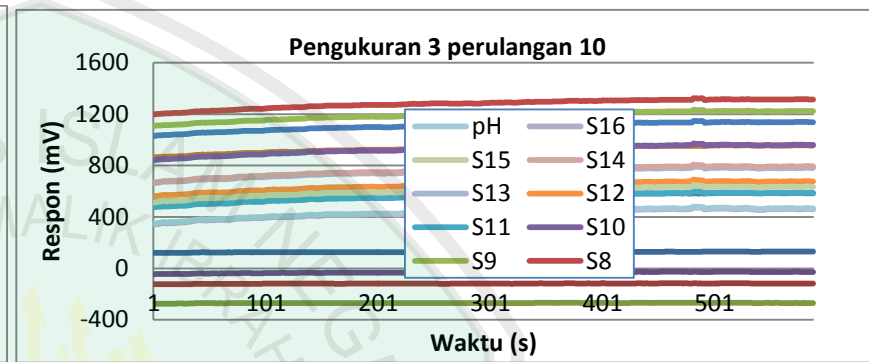
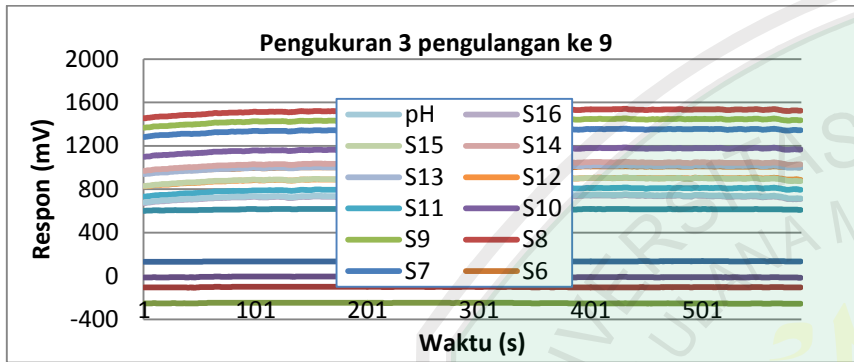


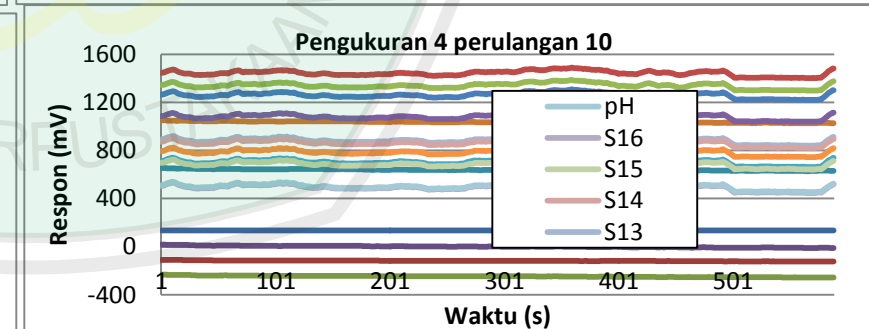
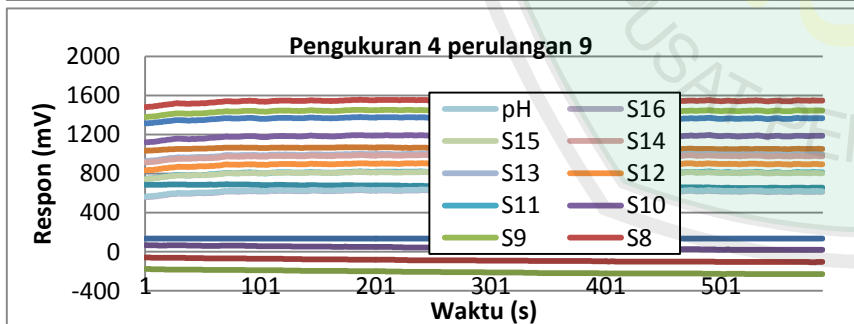
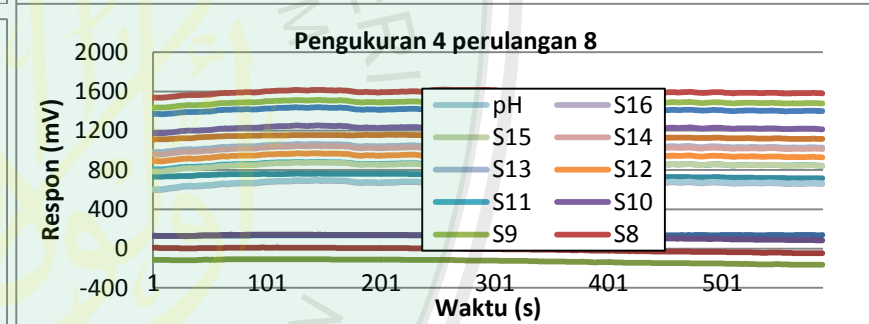
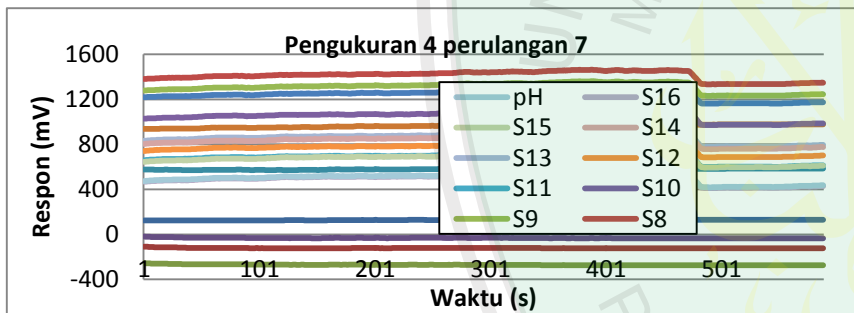
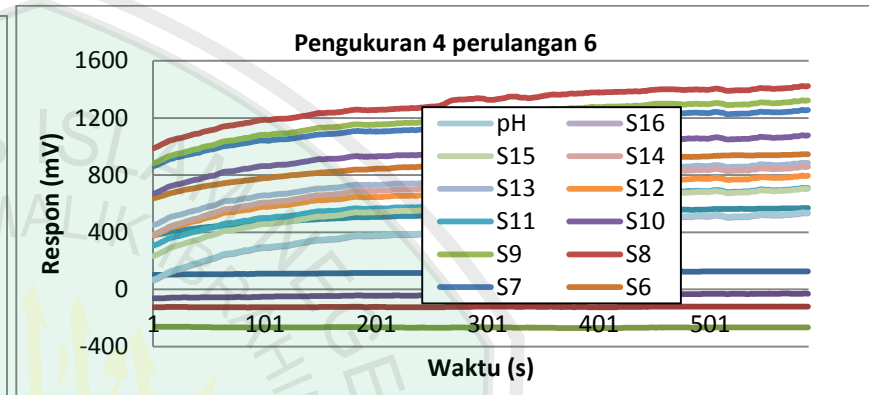
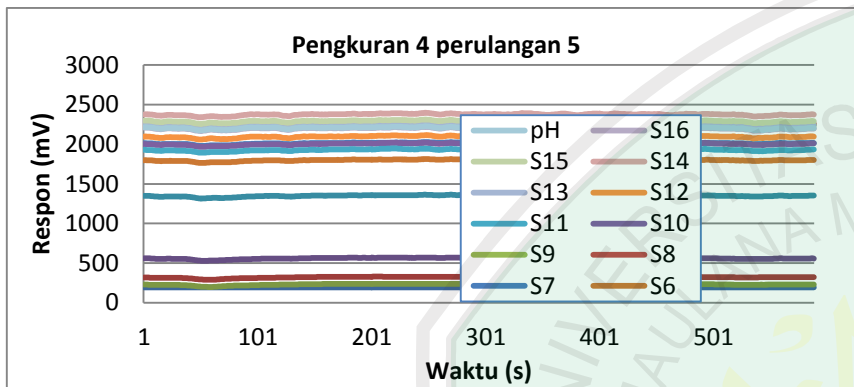


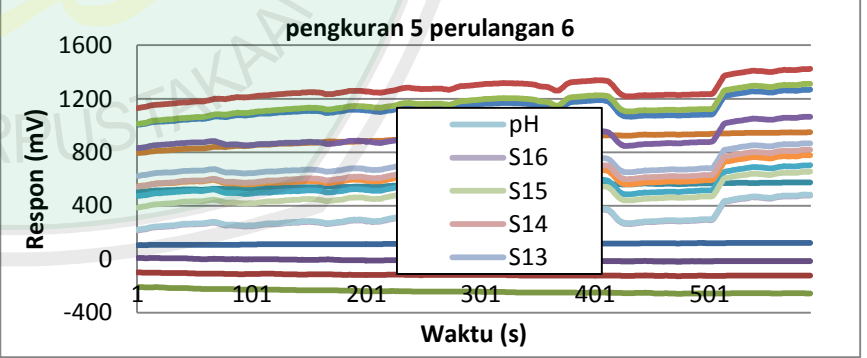
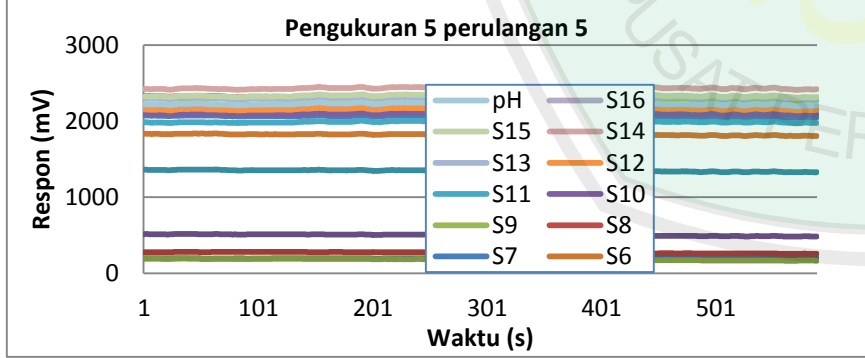
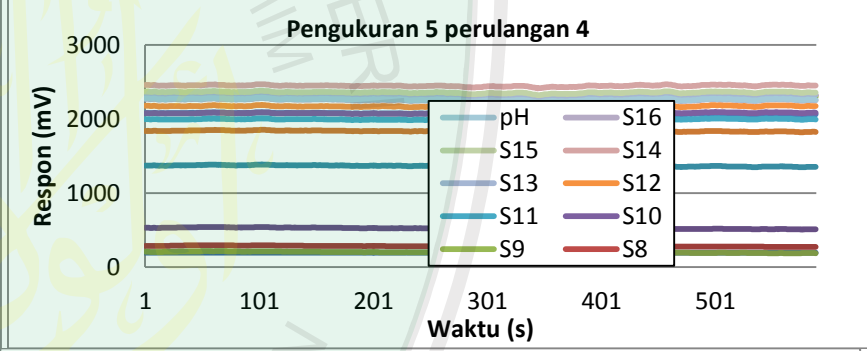
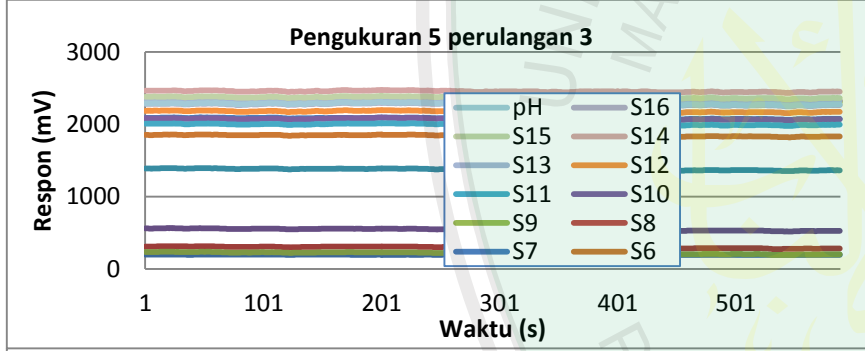
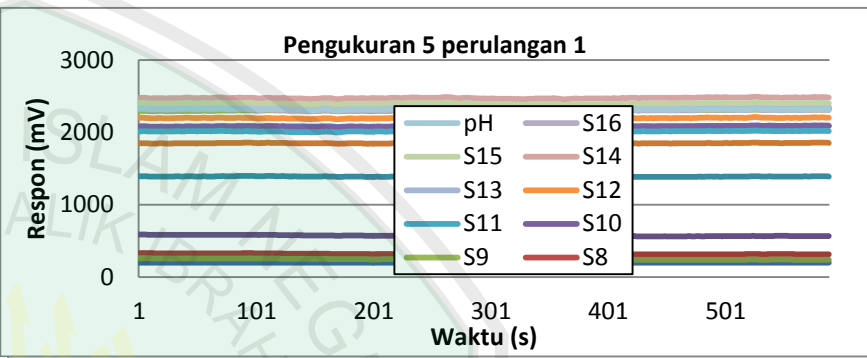
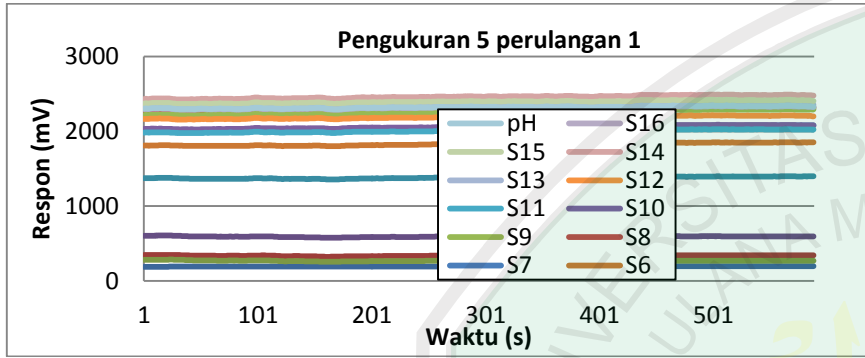


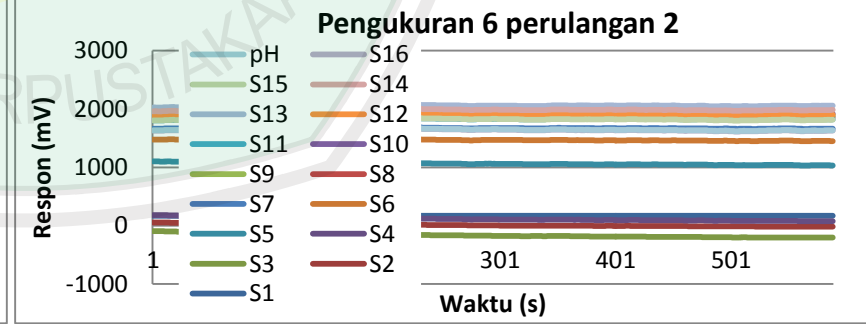
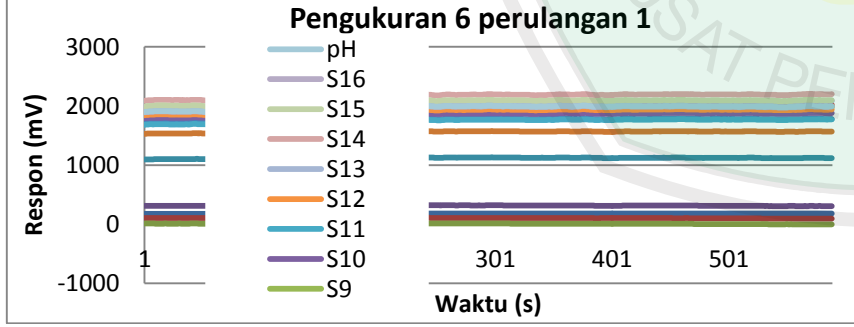
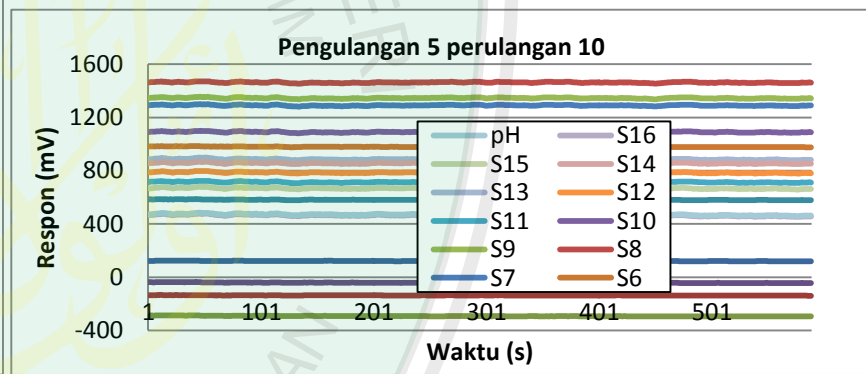
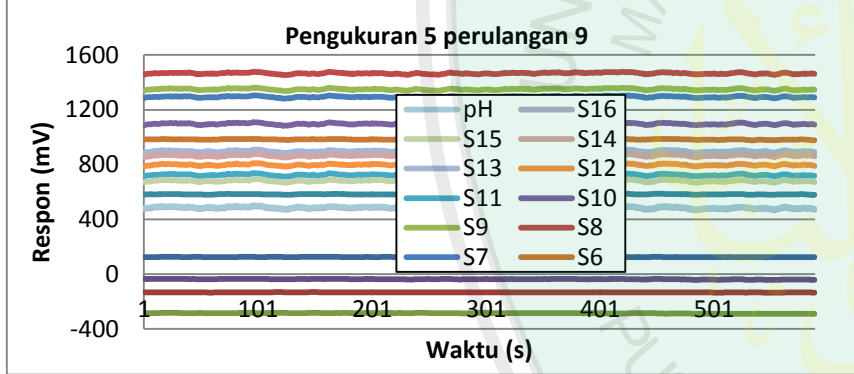
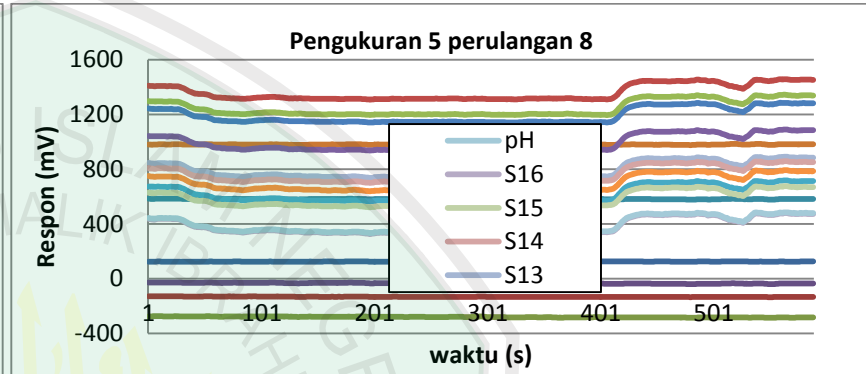
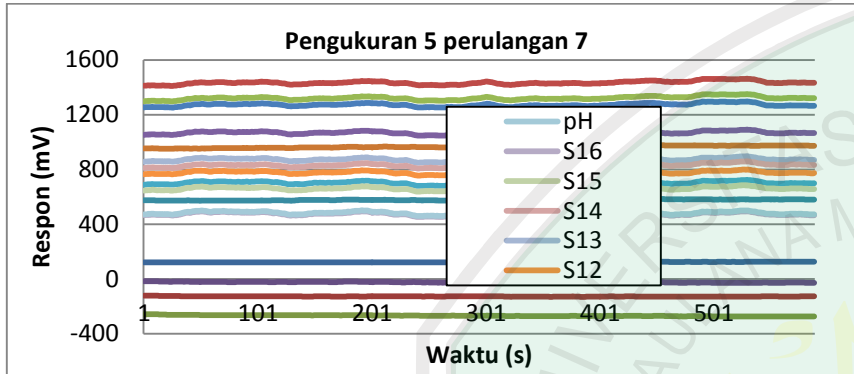


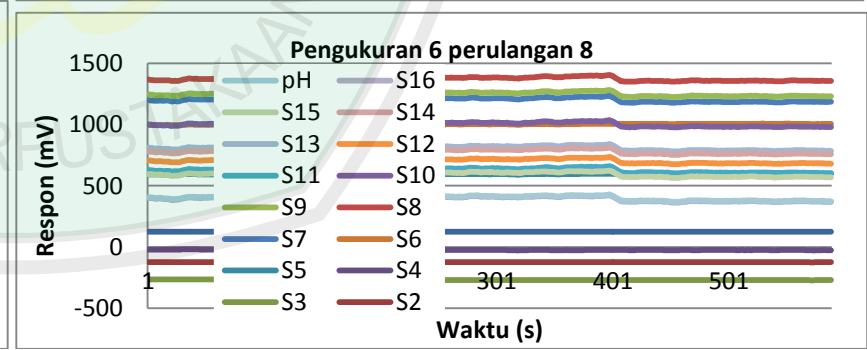
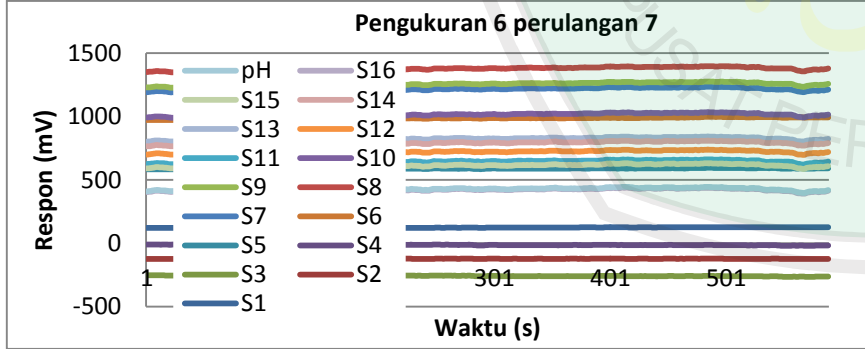
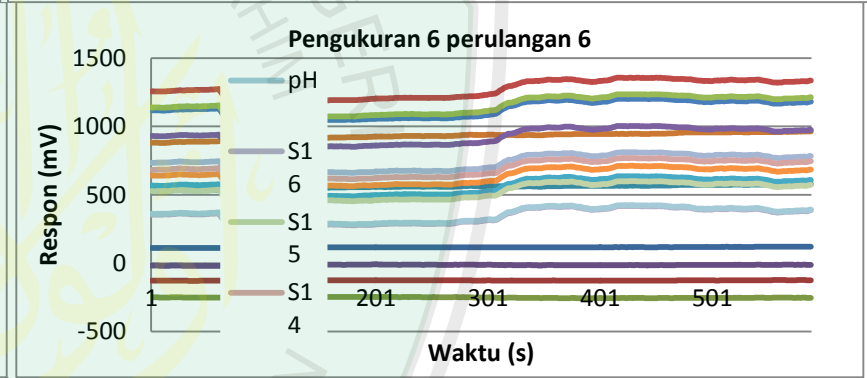
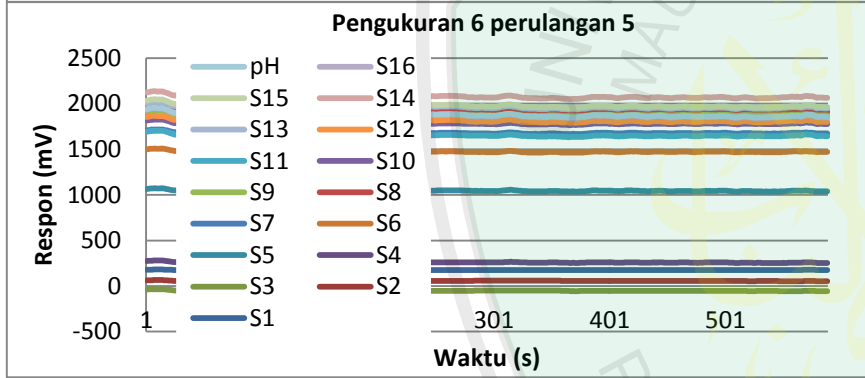
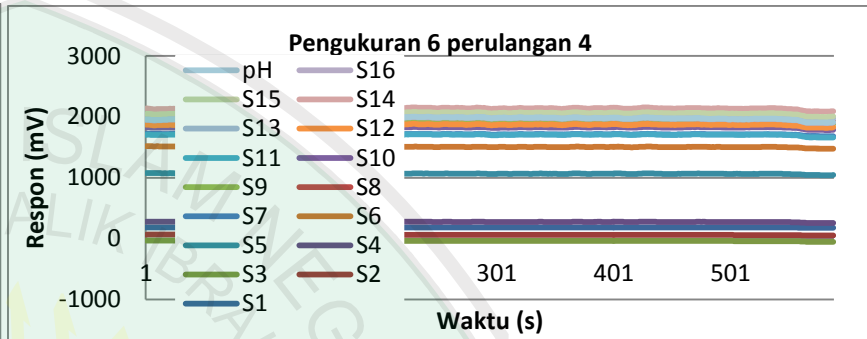
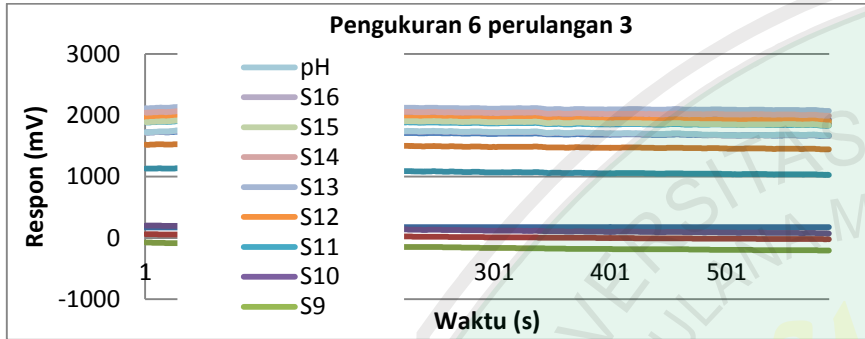


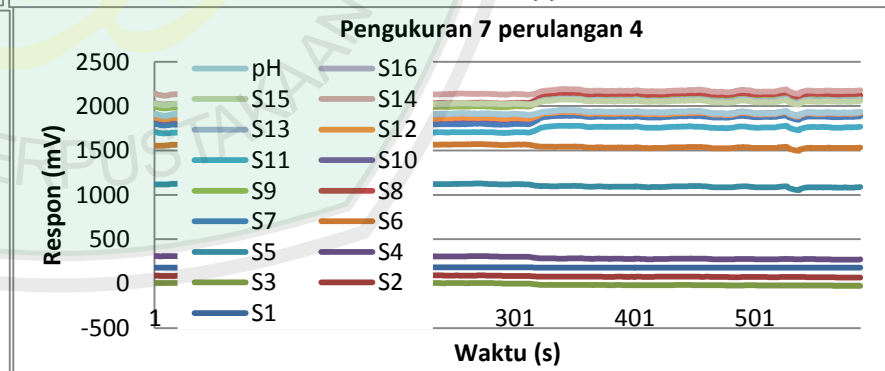
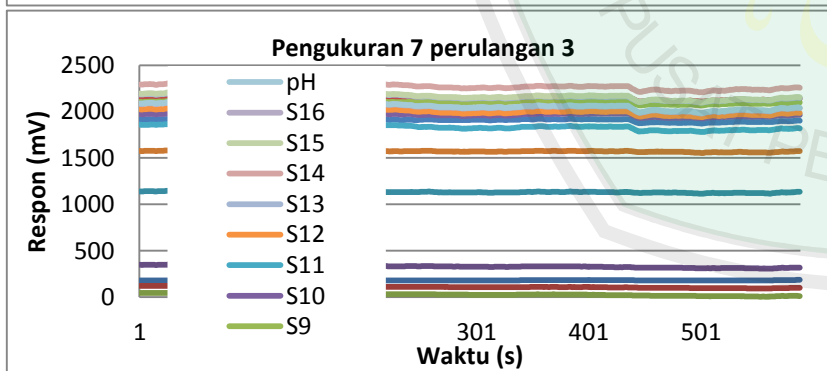
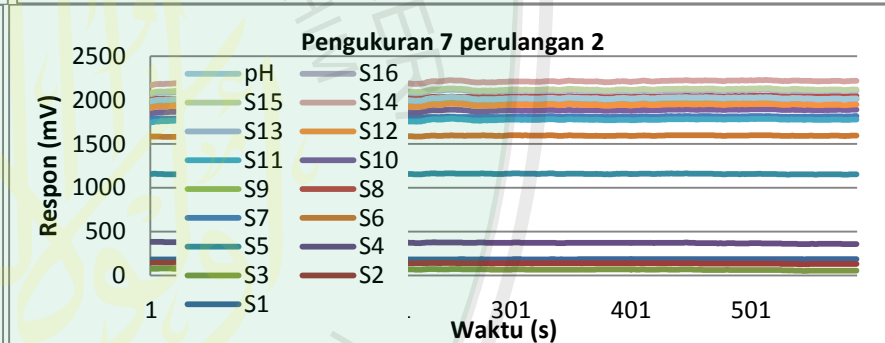
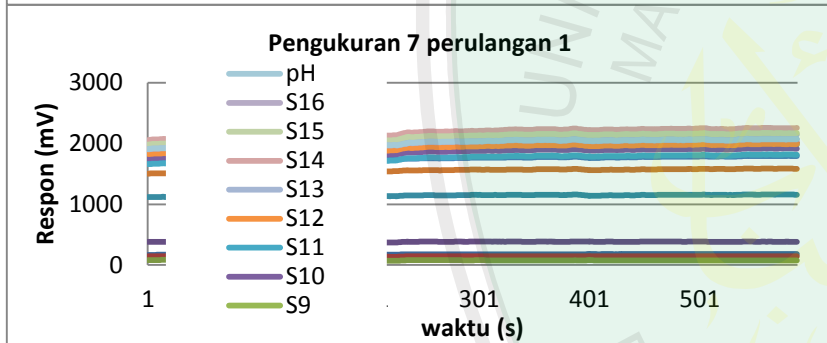
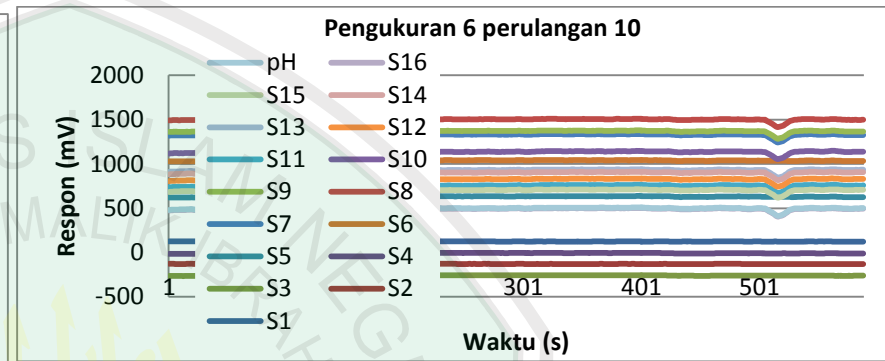
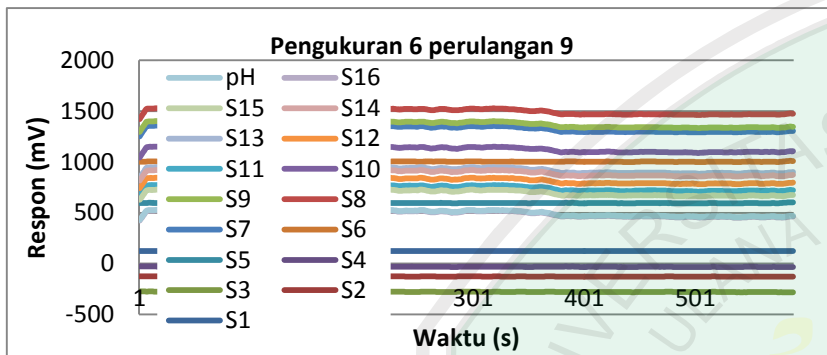


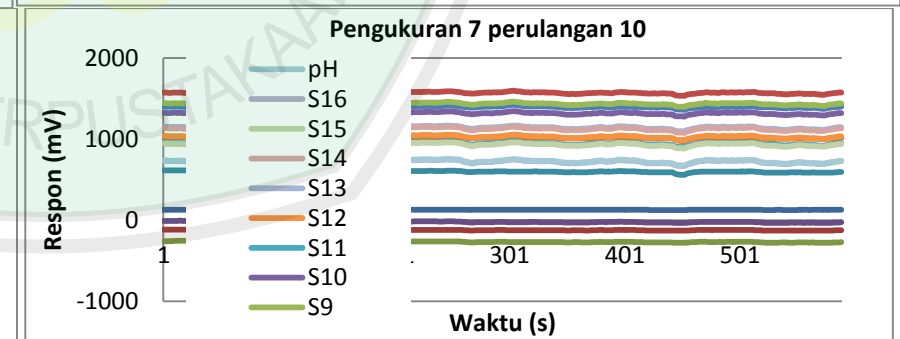
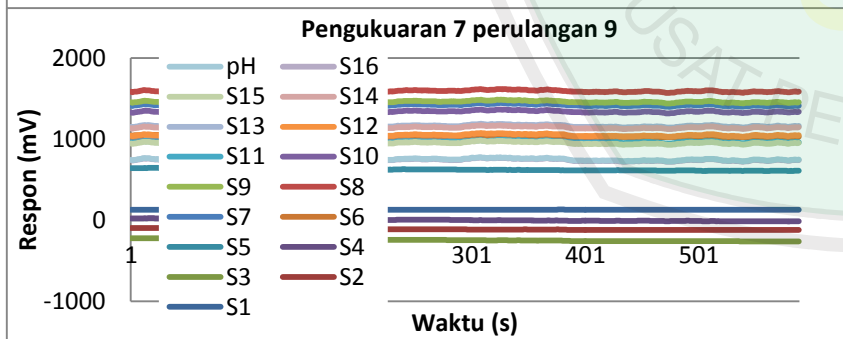
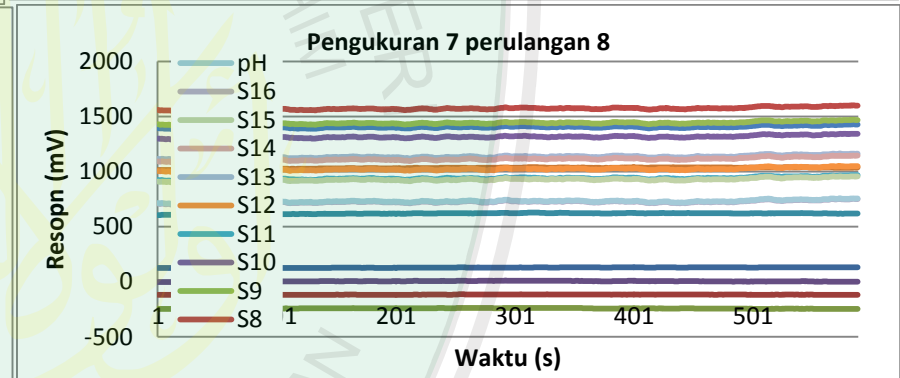
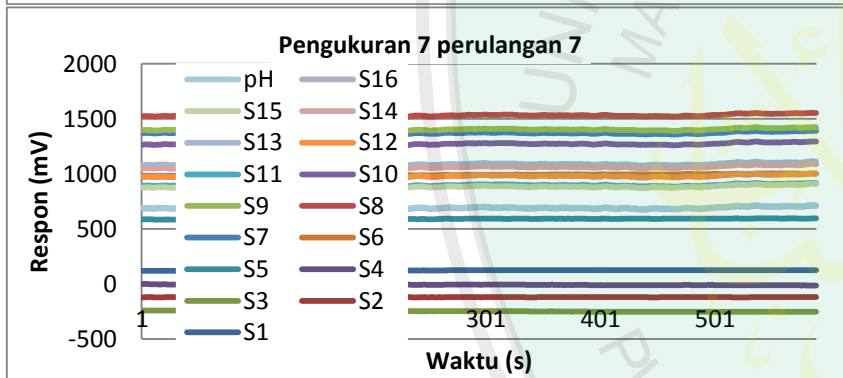
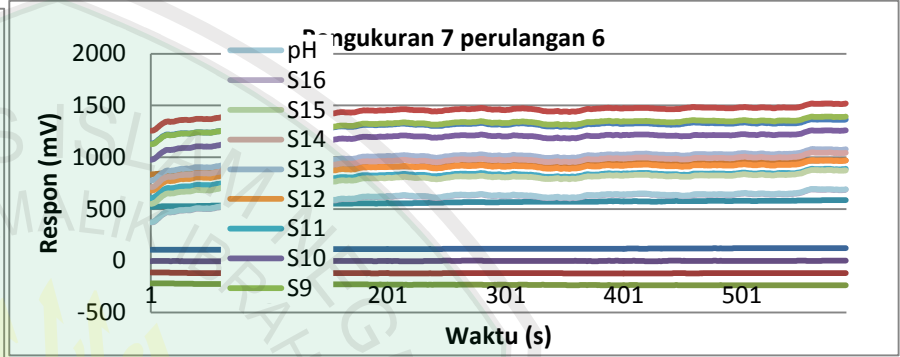
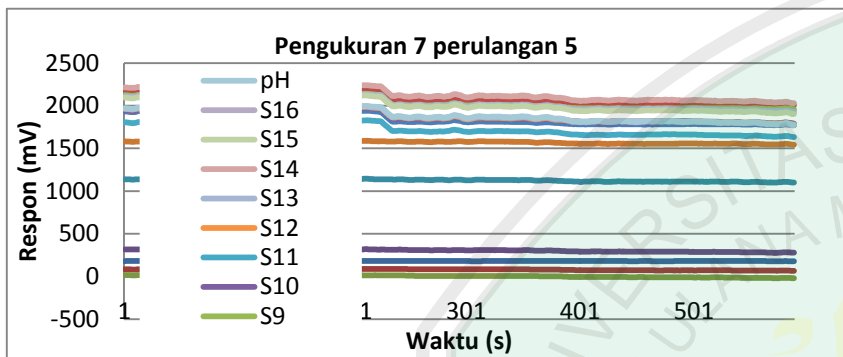




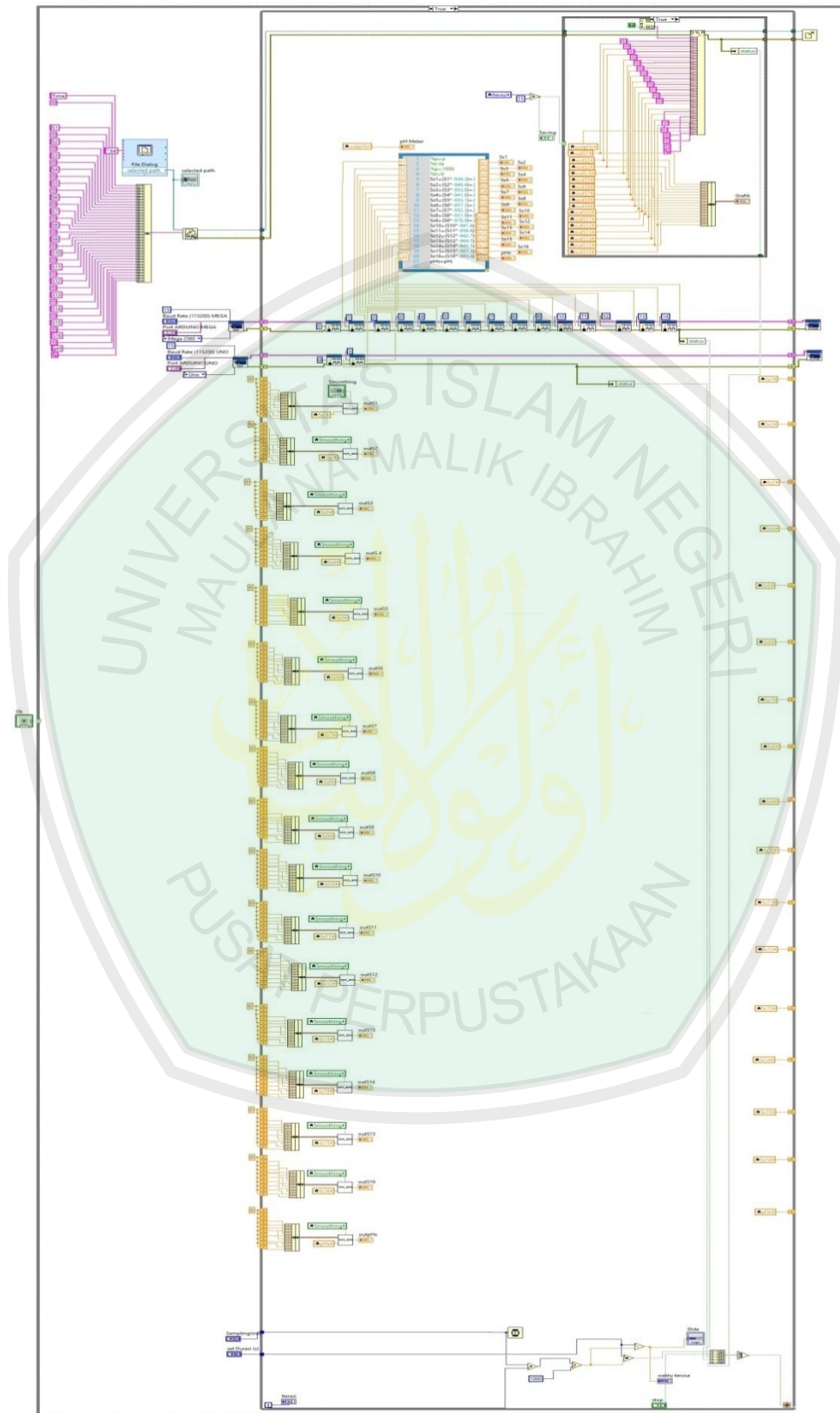








Lampiran 4. Program Lidah Elektronik



Lampiran 5 OUTPUT SPSS

1. Data Susu kambing

Stepwise Statistics

Variables Entered/Removed^{a,b,c,d}

Step	Entered	Min. D Squared					
		Statistic	Between Groups	Exact F			
				Statistic	df1	df2	Sig.
1	s17	.107	1.00 and 2.00	.696	1	84.000	.406
2	s9	.257	1.00 and 2.00	.826	2	83.000	.442
3	s10	1.019	1.00 and 2.00	2.155	3	82.000	.100
4	s3	3.869	1.00 and 2.00	6.063	4	81.000	.000
5	s14	4.321	1.00 and 2.00	5.350	5	80.000	.000
6	s5	4.549	1.00 and 2.00	4.635	6	79.000	.000

At each step, the variable that maximizes the Mahalanobis distance between the two closest groups is entered.^{a,b,c,d}

a. Maximum number of steps is 34.

b. Maximum significance of F to enter is .05.

c. Minimum significance of F to remove is .10.

d. F level, tolerance, or VIN insufficient for further computation.

Variables in the Analysis

Step		Tolerance	Sig. of F to Remove	Min. D Squared	Between Groups
1	s17	1.000	.000		
2	s17	.541	.000	.000	3.00 and 6.00
	s9	.541	.000	.107	1.00 and 2.00
3	s17	.531	.000	.006	4.00 and 7.00
	s9	.047	.063	.120	1.00 and 2.00
	s10	.047	.039	.257	1.00 and 2.00
4	s17	.508	.000	.093	4.00 and 7.00
	s9	.018	.000	.204	1.00 and 2.00
	s10	.001	.000	.618	1.00 and 2.00
	s3	.002	.000	1.019	1.00 and 2.00
	s17	.422	.000	.239	2.00 and 3.00
5	s9	.014	.000	2.346	1.00 and 2.00
	s10	.001	.000	.988	1.00 and 2.00
	s3	.001	.000	3.281	1.00 and 2.00
	s14	.002	.003	3.869	1.00 and 2.00
	s17	.422	.000	.596	2.00 and 3.00
6	s9	.012	.002	2.349	1.00 and 2.00
	s10	.001	.000	1.401	1.00 and 2.00
	s3	.001	.000	3.587	1.00 and 2.00
	s14	.002	.002	4.005	1.00 and 2.00
	s5	.020	.003	4.321	1.00 and 2.00

Variables Not in the Analysis

Step		Tolerance	Min. Tolerance	Sig. of F to Enter	Min. D Squared	Between Groups
0	s1	1.000	1.000	.993	.000	2.00 and 7.00
	s2	1.000	1.000	.998	.000	3.00 and 5.00
	s3	1.000	1.000	.997	.000	1.00 and 5.00
	s4	1.000	1.000	.998	.000	1.00 and 7.00
	s5	1.000	1.000	.985	.000	1.00 and 6.00
	s6	1.000	1.000	.995	.000	1.00 and 5.00
	s7	1.000	1.000	.995	.000	2.00 and 4.00
	s8	1.000	1.000	.992	.000	2.00 and 7.00
	s9	1.000	1.000	.999	.000	3.00 and 6.00
	s10	1.000	1.000	.995	.000	2.00 and 7.00
	s11	1.000	1.000	.999	.000	2.00 and 4.00
	s12	1.000	1.000	.994	.000	2.00 and 4.00
	s13	1.000	1.000	.993	.000	2.00 and 7.00
	s14	1.000	1.000	1.000	.000	2.00 and 6.00
	s15	1.000	1.000	1.000	.000	3.00 and 7.00
	s16	1.000	1.000	.997	.000	1.00 and 5.00
	s17	1.000	1.000	.000	.107	1.00 and 2.00
1	s1	.537	.537	.000	.123	1.00 and 2.00
	s2	.515	.515	.000	.133	1.00 and 2.00
	s3	.530	.530	.000	.126	1.00 and 2.00

2	s4	.525	.525	.000	.138	1.00 and 2.00
	s5	.527	.527	.000	.142	1.00 and 2.00
	s6	.541	.541	.000	.115	1.00 and 2.00
	s7	.577	.577	.000	.111	1.00 and 2.00
	s8	.535	.535	.000	.115	1.00 and 2.00
	s9	.541	.541	.000	.257	1.00 and 2.00
	s10	.533	.533	.000	.120	1.00 and 2.00
	s11	.514	.514	.000	.129	1.00 and 2.00
	s12	.540	.540	.000	.117	1.00 and 2.00
	s13	.540	.540	.000	.126	1.00 and 2.00
	s14	.507	.507	.000	.159	1.00 and 2.00
	s15	.500	.500	.000	.186	1.00 and 2.00
	s16	.533	.533	.000	.128	1.00 and 2.00
	s1	.071	.071	.151	.676	1.00 and 2.00
	s2	.067	.067	.112	.564	1.00 and 2.00
	s3	.072	.072	.252	.618	1.00 and 2.00
s4	.054	.054	.221	.612	1.00 and 2.00	
s5	.030	.030	.007	.876	1.00 and 2.00	
s6	.061	.061	.149	.945	1.00 and 2.00	
s7	.069	.064	.262	1.035	1.00 and 2.00	
s8	.064	.064	.064	.894	1.00 and 2.00	
s10	.047	.047	.039	1.019	1.00 and 2.00	
s11	.052	.052	.086	.728	1.00 and 2.00	
s12	.072	.072	.170	.769	1.00 and 2.00	
s13	.071	.071	.157	.640	1.00 and 2.00	
s14	.048	.048	.129	.467	1.00 and 2.00	
s15	.055	.055	.178	.322	1.00 and 2.00	
s16	.079	.079	.196	.561	1.00 and 2.00	
s1	.001	.001	.151	.676	1.00 and 2.00	
s2	.008	.006	.090	1.599	1.00 and 2.00	
s3	.002	.001	.000	3.869	1.00 and 2.00	
s4	.007	.006	.002	1.378	1.00 and 2.00	
s5	.020	.020	.000	1.141	1.00 and 2.00	
s6	.003	.002	.002	1.027	1.00 and 2.00	
s7	.011	.008	.022	1.063	1.00 and 2.00	
s8	.001	.001	.064	.894	1.00 and 2.00	
s11	.004	.004	.011	1.322	1.00 and 2.00	
s12	.001	.001	.170	.769	1.00 and 2.00	
s13	.001	.001	.157	.640	1.00 and 2.00	
s14	.003	.003	.000	3.281	1.00 and 2.00	
s15	.015	.013	.008	1.897	1.00 and 2.00	
s16	.004	.002	.003	2.906	1.00 and 2.00	
s1	.001	.001	.151	.676	1.00 and 2.00	
s2	.003	.001	.090	1.599	1.00 and 2.00	
s4	.007	.001	.384	3.942	1.00 and 2.00	
s5	.020	.001	.004	4.005	1.00 and 2.00	
s6	.003	.001	.002	1.027	1.00 and 2.00	
s7	.010	.001	.022	1.063	1.00 and 2.00	
s8	.001	.000	.064	.894	1.00 and 2.00	
s11	.002	.001	.011	1.322	1.00 and 2.00	
s12	.001	.000	.170	.769	1.00 and 2.00	
s13	.001	.001	.157	.640	1.00 and 2.00	
s14	.002	.001	.003	4.321	1.00 and 2.00	
s15	.009	.001	.008	1.897	1.00 and 2.00	
s16	.003	.001	.782	4.187	1.00 and 2.00	
s1	.001	.001	.151	.676	1.00 and 2.00	
s2	.002	.001	.090	1.599	1.00 and 2.00	
s4	.007	.001	.403	4.380	1.00 and 2.00	
s5	.020	.001	.003	4.549	1.00 and 2.00	
s6	.003	.001	.002	1.027	1.00 and 2.00	
s7	.009	.001	.022	1.063	1.00 and 2.00	
s8	.001	.000	.064	.894	1.00 and 2.00	
s11	.001	.001	.011	1.322	1.00 and 2.00	
s12	.001	.000	.170	.769	1.00 and 2.00	
s13	.001	.001	.157	.640	1.00 and 2.00	
s15	.004	.001	.008	1.897	1.00 and 2.00	
s16	.002	.001	.633	4.456	1.00 and 2.00	
s1	.001	.001	.151	.676	1.00 and 2.00	
s2	.002	.001	.090	1.599	1.00 and 2.00	
s4	.003	.001	.056	5.517	1.00 and 2.00	
s6	.002	.001	.002	1.027	1.00 and 2.00	

s7	.009	.001	.022	1.063	1.00 and 2.00
s8	.001	.000	.064	.894	1.00 and 2.00
s11	.001	.001	.011	1.322	1.00 and 2.00
s12	.001	.000	.170	.769	1.00 and 2.00
s13	.001	.001	.157	.640	1.00 and 2.00
s15	.003	.001	.008	1.897	1.00 and 2.00
s16	.002	.001	.668	4.625	1.00 and 2.00

Case Number	Actual Group	Highest Group					Discriminant Scores					
		Predicted Group	P(D>d G=g)		P(G=g D=d)	Squared Mahalanobis Distance to Centroid	Function					
			p	df			1	2	3	4	5	6
1	1	1	.066	6	.998	11.845	53.990	1.766	-3.101	1.777	1.408	-.776
2	1	1	.556	6	.980	4.906	53.718	1.227	-2.194	1.278	.631	-.499
3	1	1	.853	6	.914	2.633	53.689	.744	-1.628	.817	.068	-.296
4	1	1	.876	6	.761	2.428	53.685	.333	-1.217	.368	-.309	-.154
5	1	1	.960	6	.646	1.496	53.433	.654	-.577	.520	.002	-.375
6	1	1	.640	6	.987	4.268	53.682	2.578	-1.165	-.220	1.412	-1.107
7	1	1	.960	6	.829	1.485	53.562	1.545	-.326	-.672	.614	-.777
8	1	1	.867	6	.511	2.510	53.529	.894	.047	-1.069	.074	-.552
9	1	2**	.883	6	.666	2.369	53.669	.378	.116	-1.134	-.360	-.352
10	1	2**	.918	6	.810	2.018	53.429	.161	.277	-1.169	-.522	-.289
11	1	1	.008	6	.999	17.339	54.531	5.150	.130	.379	-.909	1.690
12	1	1	.037	6	.997	13.413	54.522	4.139	-.141	-.413	-1.431	1.989
13	1	2**	.243	6	.763	7.928	53.717	1.790	2.217	-.201	.428	1.497
14	2	2	.960	6	.750	1.494	53.651	-.047	.078	.263	-.409	-.275
15	2	2	.990	6	.841	.867	53.020	-.037	.068	.260	-.411	-.273
16	2	2	.872	6	.709	2.466	53.356	-.102	-.330	.726	-.573	-.169
17	2	2	.856	6	.977	2.609	53.014	-1.003	.524	-.186	-1.022	-.045
18	2	2	.821	6	.948	2.899	53.183	-.906	.135	.140	-1.067	.016
19	2	2	.997	6	.877	.584	52.969	.396	.761	.075	.082	-.704
20	2	2	.968	6	.699	1.366	53.229	1.006	.744	-.054	.230	-.743
21	2	2	.991	6	.862	.842	53.387	.338	.818	-.550	-.246	-.511
22	2	2	.974	6	.872	1.260	53.520	.193	.781	-.743	-.488	-.390
23	2	2	.984	6	.947	1.045	53.060	-.092	.878	-.708	-.627	-.347
24	2	2	.223	6	.953	8.206	51.695	1.584	2.025	-.153	1.398	1.150
25	2	2	.048	6	.999	12.715	51.086	-.538	2.744	-.333	1.887	1.089
26	2	1**	.297	6	.657	7.264	51.686	2.308	-.069	-.018	.920	1.213
27	3	3	.828	6	1.000	2.848	35.914	-.224	-.014	1.579	-.014	-.549
28	3	3	.908	6	1.000	2.120	35.809	-.546	.189	1.135	-.548	-.299
29	3	3	.910	6	1.000	2.103	35.959	-.637	.333	1.082	-.746	-.228
30	3	3	.904	6	1.000	2.165	36.135	-.801	.374	.992	-.907	-.155
31	3	3	.851	6	1.000	2.653	36.229	-.991	.506	1.021	-.987	-.132
32	3	3	.844	6	1.000	2.715	36.813	.131	1.054	.683	.538	-1.013
33	3	3	.732	6	1.000	3.593	37.286	1.171	.754	-.128	.465	-.866
34	3	3	.879	6	1.000	2.400	37.405	.595	.573	-.754	-.153	-.527
35	3	3	.615	6	1.000	4.454	37.612	.081	.330	-1.571	-.716	-.197
36	3	3	.627	6	1.000	4.369	37.330	-.929	-.728	-1.362	-.289	-.328
37	3	3	.564	6	1.000	4.846	36.085	-.296	.453	.136	1.634	1.121
38	3	3	.566	6	1.000	4.832	36.621	.733	-1.195	-.195	.190	1.510
39	3	3	.395	6	1.000	6.261	37.229	.715	-1.426	-.310	-.090	1.659
40	4	4	.206	6	1.000	8.464	16.557	-.394	.318	1.991	.049	-.684
41	4	4	.061	6	1.000	12.028	11.599	-.630	.260	1.261	-.572	-.335
42	4	4	.158	6	1.000	9.283	12.052	-.940	.455	1.033	-.824	-.235
43	4	4	.355	6	1.000	6.648	16.716	-1.280	.645	.839	-.997	-.174
44	4	4	.499	6	1.000	5.358	16.364	-1.265	.658	.833	-1.007	-.170
45	4	4	.490	6	1.000	5.431	16.667	-1.031	-.319	.064	.592	-.902
46	4	4	.244	6	1.000	7.914	12.721	.355	-.957	-1.053	.537	-.687
47	4	4	.062	6	1.000	11.999	12.537	-1.207	-.256	-2.609	-.742	-.134
48	4	4	.082	6	1.000	11.214	17.172	1.390	.534	-.283	.378	-.796
49	4	4	.175	6	1.000	8.971	13.089	-.898	.286	-2.417	-.983	-.079

	50	4	4	.000	6	1.000	29.775	16.547	-3.118	3.001	-.390	3.442	.956
	51	4	4	.171	6	1.000	9.054	17.081	-.269	-.378	-.485	.791	1.478
	52	4	4	.021	6	1.000	14.946	12.014	.610	-1.502	-.381	-.172	1.744
	53	5	5	.553	6	1.000	4.927	-6.011	-.791	.108	1.710	-.019	-.637
	54	5	5	.764	6	1.000	3.351	-5.990	-.812	.171	1.172	-.522	-.377
	55	5	5	.738	6	1.000	3.545	-6.001	-1.582	.668	.542	-1.058	-.172
	56	5	5	.746	6	1.000	3.484	-6.067	-1.248	.519	.844	-.929	-.221
	57	5	5	.660	6	1.000	4.126	-6.142	-1.426	.770	.699	-1.037	-.197
	58	5	5	.299	6	1.000	7.237	-5.695	-1.866	-2.704	-.702	1.343	-1.022
	59	5	5	.287	6	1.000	7.382	-5.505	-2.142	-2.798	-1.016	1.042	-.856
	60	5	5	.475	6	1.000	5.553	-5.616	-2.198	-2.416	-.719	1.019	-.903
	61	5	5	.844	6	1.000	2.713	-5.835	-2.144	-1.440	-.783	.726	-.880
	62	5	5	.910	6	1.000	2.106	-6.024	-1.925	-.836	-.917	.578	-.877
	63	5	5	.648	6	1.000	4.212	-5.209	-1.574	-.727	-.371	-.188	1.945
	64	5	5	.618	6	1.000	4.434	-5.507	-1.481	-.062	-.558	-.021	1.904
	65	5	5	.185	6	1.000	8.806	-5.387	-.735	-1.227	-.737	-1.483	2.299
	66	6	6	.650	6	1.000	4.199	-44.536	-.408	.128	1.999	-.043	-.667
	67	6	6	.903	6	1.000	2.174	-44.329	-.375	.289	1.234	-.591	-.375
	68	6	6	.930	6	1.000	1.886	-44.357	-.624	.366	.879	-.959	-.194
	69	6	6	.914	6	1.000	2.063	-44.397	-.846	.492	.491	-1.239	-.060
	70	6	6	.908	6	1.000	2.119	-44.634	-.885	.637	.588	-1.215	-.088
	71	6	6	.763	6	1.000	3.360	-44.370	-.736	-.889	-.798	.605	-.864
	72	6	6	.845	6	1.000	2.703	-44.384	-.603	-.397	-1.157	.084	-.642
	73	6	6	.820	6	1.000	2.910	-44.520	-.540	.156	-1.400	-.222	-.545
	74	6	6	.821	6	1.000	2.901	-44.772	-.333	.591	-1.283	-.302	-.557
	75	6	6	.756	6	1.000	3.411	-44.610	-.368	1.011	-1.309	-.396	-.564
	76	6	6	.231	6	1.000	8.099	-44.510	-2.356	.670	.515	1.918	1.549
	77	6	6	.195	6	1.000	8.642	-45.034	-2.423	1.360	.059	1.666	1.599
	78	6	6	.091	6	1.000	10.901	-45.164	-.775	-.321	1.936	2.344	1.412
	79	7	7	.860	6	1.000	2.574	-107.269	.993	-.086	1.376	-.082	-.588
	80	7	7	.928	6	1.000	1.902	-108.302	.885	.112	.851	-.668	-.309
	81	7	7	.942	6	1.000	1.742	-107.904	.594	.153	.239	-1.109	-.076
	82	7	7	.875	6	1.000	2.437	-107.673	.375	.140	.040	-1.331	.038
	83	7	7	.797	6	1.000	3.096	-107.455	.224	.226	-.215	-1.442	.089
	84	7	7	.016	6	1.000	15.569	-108.088	3.642	.585	.450	2.325	-1.855
	85	7	7	.193	6	1.000	8.675	-107.980	3.187	.809	-.201	1.421	-1.419
	86	7	7	.664	6	1.000	4.093	-108.017	2.362	.938	-.679	.590	-1.034
	87	7	7	.871	6	1.000	2.473	-107.630	1.484	.867	-1.153	-.073	-.702
	88	7	7	.521	6	1.000	5.178	-106.750	1.087	.685	-1.934	-.537	-.424
	89	7	7	.286	6	1.000	7.395	-107.714	.235	-1.229	.645	.519	1.985
	90	7	7	.348	6	1.000	6.715	-107.626	-.164	-.607	.135	.458	1.995
	91	7	7	.056	6	1.000	12.274	-106.540	1.508	-2.252	-.167	-.819	2.298
Cros s- valid ated ^b	1	1	1	.013	6	.997	16.212						
	2	1	1	.415	6	.972	6.073						
	3	1	1	.788	6	.891	3.160						
	4	1	1	.821	6	.712	2.906						
	5	1	1	.940	6	.610	1.769						
	6	1	1	.514	6	.983	5.238						
	7	1	1	.941	6	.805	1.756						
	8	1	2**	.860	6	.554	2.571						
	9	1	2**	.885	6	.753	2.349						
	10	1	2**	.918	6	.885	2.014						
	11	1	1	.000	6	.998	25.899						
	12	1	1	.005	6	.994	18.808						
	13	1	2**	.203	6	.931	8.518						
	14	2	2	.940	6	.719	1.767						
	15	2	2	.985	6	.828	1.017						
	16	2	2	.815	6	.652	2.954						
	17	2	2	.792	6	.971	3.130						
18	2	2	.745	6	.933	3.492							
19	2	2	.995	6	.869	.682							
20	2	2	.952	6	.668	1.612							
21	2	2	.986	6	.850	.987							
22	2	2	.961	6	.855	1.485							
23	2	2	.975	6	.941	1.228							
24	2	2	.100	6	.907	10.642							
25	2	2	.007	6	.999	17.637							
26	2	1**	.266	6	.854	7.634							
27	3	3	.753	6	1.000	3.429							

28	3	3	.865	6	1.000	2.528
29	3	3	.868	6	1.000	2.507
30	3	3	.859	6	1.000	2.583
31	3	3	.785	6	1.000	3.185
32	3	3	.775	6	1.000	3.263
33	3	3	.627	6	1.000	4.369
34	3	3	.825	6	1.000	2.872
35	3	3	.484	6	1.000	5.480
36	3	3	.497	6	1.000	5.369
37	3	3	.424	6	1.000	5.994
38	3	3	.426	6	1.000	5.976
39	3	3	.246	6	1.000	7.898
40	4	4	.088	6	1.000	11.019
41	4	4	.011	6	1.000	16.509
42	4	4	.057	6	1.000	12.229
43	4	4	.208	6	1.000	8.433
44	4	4	.352	6	1.000	6.675
45	4	4	.342	6	1.000	6.772
46	4	4	.116	6	1.000	10.221
47	4	4	.011	6	1.000	16.462
48	4	4	.019	6	1.000	15.203
49	4	4	.067	6	1.000	11.764
50	4	4	.000	6	1.000	56.051
51	4	4	.065	6	1.000	11.888
52	4	4	.002	6	1.000	21.471
53	5	5	.412	6	1.000	6.101
54	5	5	.668	6	1.000	4.062
55	5	5	.635	6	1.000	4.308
56	5	5	.646	6	1.000	4.230
57	5	5	.537	6	1.000	5.053
58	5	5	.160	6	1.000	9.257
59	5	5	.149	6	1.000	9.462
60	5	5	.327	6	1.000	6.936
61	5	5	.776	6	1.000	3.260
62	5	5	.867	6	1.000	2.510
63	5	5	.523	6	1.000	5.165
64	5	5	.487	6	1.000	5.454
65	5	5	.074	6	1.000	11.520
66	6	6	.525	6	1.000	5.148
67	6	6	.858	6	1.000	2.593
68	6	6	.896	6	1.000	2.241
69	6	6	.873	6	1.000	2.458
70	6	6	.865	6	1.000	2.527
71	6	6	.667	6	1.000	4.072
72	6	6	.777	6	1.000	3.247
73	6	6	.743	6	1.000	3.506
74	6	6	.745	6	1.000	3.495
75	6	6	.658	6	1.000	4.137
76	6	6	.106	6	1.000	10.487
77	6	6	.080	6	1.000	11.279
78	6	6	.023	6	1.000	14.708
79	7	7	.798	6	1.000	3.088
80	7	7	.894	6	1.000	2.262
81	7	7	.913	6	1.000	2.067
82	7	7	.819	6	1.000	2.917
83	7	7	.712	6	1.000	3.740
84	7	7	.001	6	1.000	22.590
85	7	7	.079	6	1.000	11.327
86	7	7	.542	6	1.000	5.011
87	7	7	.814	6	1.000	2.962
88	7	7	.376	6	1.000	6.434
89	7	7	.148	6	1.000	9.480
90	7	7	.202	6	1.000	8.525
91	7	7	.010	6	1.000	16.909

For the original data, squared Mahalanobis distance is based on canonical functions.

For the cross-validated data, squared Mahalanobis distance is based on observations.

** . Misclassified case

b. Cross validation is done only for those cases in the analysis. In cross validation, each case is classified by the functions derived from all cases other than that case.



Pooled Within-Groups Matrices

	s1	s2	s3	s4	s5	s6	s7	s8	
Covariance	s1	188591.665	267594.443	232564.553	93450.509	195657.775	185389.154	183174.557	202943.441
	s2	267594.443	382689.771	330812.380	132847.958	278811.135	262644.101	258831.006	287897.633
	s3	232564.553	330812.380	287348.524	115276.240	241393.516	228448.132	225771.637	250282.721
	s4	93450.509	132847.958	115276.240	46714.058	98696.548	92237.128	91007.040	100611.185
	s5	195657.775	278811.135	241393.516	98696.548	213342.046	194022.974	191168.710	211171.000
	s6	185389.154	262644.101	228448.132	92237.128	194022.974	182948.835	181000.620	199681.318
	s7	183174.557	258831.006	225771.637	91007.040	191168.710	181000.620	180921.352	197492.377
	s8	202943.441	287897.633	250282.721	100611.185	211171.000	199681.318	197492.377	218572.871
	s9	66045.662	94172.876	81454.921	33181.079	71814.206	65447.161	64828.356	71374.068
	s10	244537.850	347308.896	301754.358	121508.460	256203.391	240877.290	238396.036	263500.326
	s11	302169.874	430931.055	373413.165	150302.875	317094.719	297083.085	293043.610	325396.266
	s12	213604.981	302973.206	263616.199	105688.902	221269.031	209983.086	207931.715	230039.331
	s13	207240.486	294106.625	255639.997	102713.318	215118.539	203732.378	201348.156	223021.916
	s14	168484.843	240158.472	208045.387	83726.568	176616.659	165671.662	163482.099	181481.495
	s15	187572.491	268357.853	231875.841	93379.536	197619.807	184073.031	180891.937	201905.082
	s16	234316.799	332803.359	289276.855	115927.348	242494.005	229934.918	227129.216	252151.269
	s17	-2.263	-3.303	-2.815	-1.141	-2.434	-2.220	-2.119	-2.442

s9	s10	s11	s12	s13	s14	s15	s16	s17
66045.662	244537.850	302169.874	213604.981	207240.486	168484.843	187572.491	234316.799	-2.263
94172.876	347308.896	430931.055	302973.206	294106.625	240158.472	268357.853	332803.359	-3.303
81454.921	301754.358	373413.165	263616.199	255639.997	208045.387	231875.841	289276.855	-2.815
33181.079	121508.460	150302.875	105688.902	102713.318	83726.568	93379.536	115927.348	-1.141
71814.206	256203.391	317094.719	221269.031	215118.539	176616.659	197619.807	242494.005	-2.434
65447.161	240877.290	297083.085	209983.086	203732.378	165671.662	184073.031	229934.918	-2.220
64828.356	238396.036	293043.610	207931.715	201348.156	163482.099	180891.937	227129.216	-2.119
71374.068	263500.326	325396.266	230039.331	223021.916	181481.495	201905.082	252151.269	-2.442
24946.567	86967.264	107190.821	74879.733	72603.540	59860.462	66740.344	81839.052	-.820

86967.264	318350.912	392977.207	277300.699	268789.110	219140.512	243842.939	303760.897	-2.954
107190.821	392977.207	487299.319	342373.019	332175.701	271437.001	303429.034	375994.926	-3.729
74879.733	277300.699	342373.019	242441.967	234775.286	190889.832	212279.145	265705.560	-2.559
72603.540	268789.110	332175.701	234775.286	227797.277	185175.960	206193.493	257554.262	-2.480
59860.462	219140.512	271437.001	190889.832	185175.960	151447.874	169008.901	209528.093	-2.095
66740.344	243842.939	303429.034	212279.145	206193.493	169008.901	189955.965	233904.614	-2.362
81839.052	303760.897	375994.926	265705.560	257554.262	209528.093	233904.614	292051.475	-2.830
-0.820	-2.954	-3.729	-2.559	-2.480	-2.095	-2.362	-2.830	5.871E-005

a. The covariance matrix has 84 degrees of freedom.

Covariance Matrices

kelompok	s1	s2	s3	s4	s5	s6	s7	s8
s1	177566.935	251430.880	218698.931	87697.981	183127.185	174396.717	172300.612	191104.943
s2	251430.880	359044.371	310534.973	124531.845	260824.239	246651.306	243063.864	270566.485
s3	218698.931	310534.973	270035.354	108181.880	226323.009	214768.815	212230.924	235354.139
s4	87697.981	124531.845	108181.880	43848.706	92692.474	86614.129	85410.832	94395.933
s5	183127.185	260824.239	226323.009	92692.474	201469.189	182031.933	179275.619	197511.941
s6	174396.717	246651.306	214768.815	86614.129	182031.933	172092.527	170225.023	187853.398
s7	172300.612	243063.864	212230.924	85410.832	179275.619	170225.023	170167.175	185806.514
s8	191104.943	270566.485	235354.139	94395.933	197511.941	187853.398	185806.514	205895.022
Total s9	61579.939	87851.424	76016.489	31031.699	67316.368	61102.952	60482.763	66521.527
s10	230136.627	326237.186	283635.999	113971.581	239683.969	226496.118	224179.509	248046.359
s11	283715.248	404086.805	350363.201	140867.535	296780.783	278864.202	275061.593	305572.139
s12	201033.290	284621.926	247874.084	99228.686	207392.411	197550.840	195595.062	216530.629
s13	195129.611	276356.583	240409.687	96403.319	201383.676	191663.826	189406.227	210014.203
s14	157809.687	224818.892	194860.936	78469.752	165532.808	155265.938	153129.949	169965.023
s15	175578.754	251056.480	217053.512	87446.876	185100.305	172373.268	169318.933	188957.394
s16	220323.690	312446.337	271778.272	108807.245	227207.408	216147.110	213453.884	237112.525
s17	-7.282	-7.348	-7.629	-1.079	-0.584	-5.101	-5.896	-7.711

s9	s10	s11	s12	s13	s14	s15	s16	s17
61579.939	230136.627	283715.248	201033.290	195129.611	157809.687	175578.754	220323.690	-7.282
87851.424	326237.186	404086.805	284621.926	276356.583	224818.892	251056.480	312446.337	-7.348
76016.489	283635.999	350363.201	247874.084	240409.687	194860.936	217053.512	271778.272	-7.629
31031.699	113971.581	140867.535	99228.686	96403.319	78469.752	87446.876	108807.245	-1.079
67316.368	239683.969	296780.783	207392.411	201383.676	165532.808	185100.305	227207.408	-.584
61102.952	226496.118	278864.202	197550.840	191663.826	155265.938	172373.268	216147.110	-5.101
60482.763	224179.509	275061.593	195595.062	189406.227	153129.949	169318.933	213453.884	-5.896
66521.527	248046.359	305572.139	216530.629	210014.203	169965.023	188957.394	237112.525	-7.711
23366.901	81070.252	100014.991	69874.674	67710.029	55976.774	62388.323	76411.094	.828
81070.252	299495.011	368876.601	260871.279	252963.963	205188.618	228175.160	285502.844	-9.119
100014.991	368876.601	456754.649	321444.610	311900.179	254064.903	283832.914	352801.873	-7.428
69874.674	260871.279	321444.610	228148.597	220971.498	178874.413	198762.817	249832.236	-6.639
67710.029	252963.963	311900.179	220971.498	214496.835	173470.074	193032.307	242203.257	-7.679
55976.774	205188.618	254064.903	178874.413	173470.074	141829.234	158150.384	196354.601	-.259
62388.323	228175.160	283832.914	198762.817	193032.307	158150.384	177658.626	219011.280	-1.387
76411.094	285502.844	352801.873	249832.236	242203.257	196354.601	219011.280	274465.019	-5.211
.828	-9.119	-7.428	-6.639	-7.679	-.259	-1.387	-5.211	.073

The total covariance matrix has 90 degrees of freedom.

2. Data Susu Sapi

Box's Test of Equality of Covariance Matrices Log Determinants

kelompok	Rank	Log Determinant
1.00	.a	.b
2.00	.a	.b
3.00	.a	.b
4.00	.a	.b
5.00	.a	.b
6.00	.a	.b
7.00	.a	.b
Pooled within-groups	15	73.693

3.

The ranks and natural logarithms of determinants printed are those of the group covariance matrices.

a. Rank < 13

b. Too few cases to be non-singular

Test Results^a

--	--

Tests null hypothesis of equal population covariance matrices.^a

a. No test can be performed with fewer than two nonsingular group covariance matrices.

Stepwise Statistics

Variables Entered/Removed^{a,b,c,d}

Step	Entered	Removed	Min. D Squared				
			Statistic	Between Groups	Exact F		
					Statistic	df1	df2
1	s17		.011	1.00 and 2.00	.071	1	84.000
2	s13		1.967	1.00 and 2.00	6.315	2	83.000
3	s1		8.748	1.00 and 2.00	18.502	3	82.000
4	s7		10.624	1.00 and 2.00	16.648	4	81.000
5	s8		12.420	1.00 and 2.00	15.378	5	80.000
6	s3		21.190	1.00 and 2.00	21.589	6	79.000
7	s5		28.720	1.00 and 2.00	24.763	7	78.000
8	s9		31.529	1.00 and 2.00	23.482	8	77.000
9	s15		42.275	1.00 and 2.00	27.624	9	76.000
10		s5	42.246	1.00 and 2.00	31.464	8	77.000
11	s14		43.786	1.00 and 2.00	28.612	9	76.000
12	s6		46.621	1.00 and 2.00	27.057	10	75.000
13		s13	46.604	1.00 and 2.00	30.453	9	76.000
14	s2		48.756	1.00 and 2.00	28.296	10	75.000
15	s16		49.454	1.00 and 2.00	25.744	11	74.000
16	s10		49.874	1.00 and 2.00	23.478	12	73.000
17	s11		55.015	1.00 and 2.00	23.578	13	72.000
18	s12		57.800	1.00 and 2.00	22.683	14	71.000
19		s15	57.646	1.00 and 2.00	24.705	13	72.000
20	s5		60.690	1.00 and 2.00	23.817	14	71.000
21	s4		62.788	1.00 and 2.00	22.674	15	70.000

Variables in the Analysis

Step		Tolerance	Sig. of F to Remove	Min. D Squared	Between Groups
1	s17	1.000	.000		
	s17	.997	.000	.001	5.00 and 6.00
2	s13	.997	.000	.011	1.00 and 2.00
	s17	.994	.000	.035	6.00 and 7.00
3	s13	.262	.000	.029	1.00 and 2.00
	s1	.263	.000	1.967	1.00 and 2.00
	s17	.993	.000	.568	2.00 and 4.00
4	s13	.258	.000	.980	1.00 and 2.00
	s1	.239	.000	6.336	1.00 and 2.00
	s7	.583	.000	8.748	1.00 and 2.00
	s17	.985	.000	.920	5.00 and 6.00
	s13	.251	.000	1.636	1.00 and 2.00
5	s1	.151	.006	11.728	1.00 and 2.00
	s7	.545	.000	9.640	1.00 and 2.00
	s8	.267	.000	10.624	1.00 and 2.00
6	s17	.967	.000	.967	5.00 and 6.00
	s13	.219	.000	4.225	1.00 and 2.00

7	s1	.136	.001	21.171	1.00 and 2.00
	s7	.529	.002	19.924	1.00 and 2.00
	s8	.096	.000	11.123	1.00 and 2.00
	s3	.296	.000	12.420	1.00 and 2.00
	s17	.961	.000	1.000	5.00 and 6.00
	s13	.206	.000	17.721	1.00 and 2.00
	s1	.085	.000	26.225	1.00 and 2.00
	s7	.476	.001	24.971	1.00 and 2.00
	s8	.088	.000	14.105	1.00 and 2.00
	s3	.128	.000	12.602	1.00 and 2.00
8	s5	.071	.000	21.190	1.00 and 2.00
	s17	.896	.000	2.316	3.00 and 4.00
	s13	.135	.010	28.655	1.00 and 2.00
	s1	.072	.000	27.101	1.00 and 2.00
	s7	.418	.000	25.774	1.00 and 2.00
	s8	.088	.000	16.378	1.00 and 2.00
	s3	.112	.000	12.617	1.00 and 2.00
	s5	.063	.004	27.516	1.00 and 2.00
	s9	.044	.008	28.720	1.00 and 2.00
	s17	.870	.000	2.769	5.00 and 6.00
9	s13	.134	.011	40.091	1.00 and 2.00
	s1	.071	.000	35.778	1.00 and 2.00
	s7	.407	.000	33.905	1.00 and 2.00
	s8	.088	.000	28.845	1.00 and 2.00
	s3	.034	.000	15.904	1.00 and 2.00
	s5	.048	.125	42.246	1.00 and 2.00
	s9	.019	.000	29.498	1.00 and 2.00
	s15	.037	.000	31.529	1.00 and 2.00
	s17	.877	.000	1.429	4.00 and 5.00
	s13	.134	.010	40.079	1.00 and 2.00
10	s1	.077	.000	35.465	1.00 and 2.00
	s7	.409	.000	33.905	1.00 and 2.00
	s8	.094	.000	28.237	1.00 and 2.00
	s3	.035	.000	15.074	1.00 and 2.00
	s9	.027	.000	22.568	1.00 and 2.00
	s15	.048	.000	27.516	1.00 and 2.00
	s17	.876	.000	2.613	5.00 and 6.00
	s13	.101	.070	43.352	1.00 and 2.00
	s1	.074	.000	38.280	1.00 and 2.00
	s7	.409	.000	35.437	1.00 and 2.00
11	s8	.046	.000	31.511	1.00 and 2.00
	s3	.035	.000	16.860	1.00 and 2.00
	s9	.019	.000	24.345	1.00 and 2.00
	s15	.026	.000	30.407	1.00 and 2.00
	s14	.022	.044	42.246	1.00 and 2.00
	s17	.868	.000	2.764	5.00 and 6.00
	s13	.082	.449	46.604	1.00 and 2.00
	s1	.057	.000	38.393	1.00 and 2.00
	s7	.377	.000	41.298	1.00 and 2.00
	s8	.026	.000	32.563	1.00 and 2.00
12	s3	.035	.000	20.539	1.00 and 2.00
	s9	.015	.000	24.791	1.00 and 2.00
	s15	.023	.000	30.501	1.00 and 2.00
	s14	.017	.246	43.006	1.00 and 2.00
	s6	.070	.011	43.786	1.00 and 2.00
	s17	.873	.000	1.804	5.00 and 6.00
	s1	.061	.000	37.998	1.00 and 2.00
	s7	.378	.000	41.297	1.00 and 2.00
	s8	.033	.000	29.648	1.00 and 2.00
	s3	.035	.000	20.433	1.00 and 2.00
13	s9	.030	.000	4.831	1.00 and 2.00
	s15	.029	.000	26.698	1.00 and 2.00
	s14	.026	.007	41.397	1.00 and 2.00
	s6	.086	.001	43.352	1.00 and 2.00
	s17	.847	.000	3.860	4.00 and 5.00
	s1	.031	.000	47.582	1.00 and 2.00
	s7	.359	.000	45.051	1.00 and 2.00
	s8	.019	.000	31.855	1.00 and 2.00
	s3	.035	.000	22.048	1.00 and 2.00
	s9	.030	.000	6.201	1.00 and 2.00
14	s15	.028	.000	31.672	1.00 and 2.00
	s14	.023	.000	41.674	1.00 and 2.00
	s6	.055	.000	43.359	1.00 and 2.00

	s2	.038	.000	46.604	1.00 and 2.00
	s17	.846	.000	3.860	4.00 and 5.00
	s1	.031	.000	48.580	1.00 and 2.00
	s7	.349	.000	46.369	1.00 and 2.00
	s8	.019	.000	32.788	1.00 and 2.00
15	s3	.033	.000	26.657	1.00 and 2.00
	s9	.028	.000	12.078	1.00 and 2.00
	s15	.003	.002	49.013	1.00 and 2.00
	s14	.023	.000	42.109	1.00 and 2.00
	s6	.054	.000	43.766	1.00 and 2.00
	s2	.038	.000	47.492	1.00 and 2.00
	s16	.004	.001	48.756	1.00 and 2.00
	s17	.843	.000	4.046	4.00 and 5.00
	s1	.029	.000	48.731	1.00 and 2.00
	s7	.339	.000	47.254	1.00 and 2.00
	s8	.019	.000	33.102	1.00 and 2.00
16	s3	.032	.000	26.704	1.00 and 2.00
	s9	.028	.000	12.464	1.00 and 2.00
	s15	.003	.002	49.458	1.00 and 2.00
	s14	.022	.000	42.131	1.00 and 2.00
	s6	.053	.000	43.913	1.00 and 2.00
	s2	.030	.000	47.493	1.00 and 2.00
	s16	.004	.002	49.150	1.00 and 2.00
	s10	.117	.000	49.454	1.00 and 2.00
	s17	.842	.000	5.141	4.00 and 5.00
	s1	.027	.000	52.539	1.00 and 2.00
	s7	.335	.000	53.136	1.00 and 2.00
	s8	.014	.000	33.153	1.00 and 2.00
	s3	.031	.000	30.159	1.00 and 2.00
17	s9	.027	.000	14.880	1.00 and 2.00
	s15	.003	.002	54.398	1.00 and 2.00
	s14	.017	.000	42.506	1.00 and 2.00
	s6	.035	.000	44.075	1.00 and 2.00
	s2	.026	.000	49.780	1.00 and 2.00
	s16	.004	.002	54.139	1.00 and 2.00
	s10	.105	.000	53.232	1.00 and 2.00
	s11	.112	.027	49.874	1.00 and 2.00
	s17	.841	.000	5.145	4.00 and 5.00
	s1	.027	.000	54.862	1.00 and 2.00
	s7	.328	.000	56.539	1.00 and 2.00
	s8	.013	.000	33.360	1.00 and 2.00
	s3	.026	.000	30.401	1.00 and 2.00
18	s9	.027	.000	15.551	1.00 and 2.00
	s15	.003	.403	57.646	1.00 and 2.00
	s14	.013	.000	42.537	1.00 and 2.00
	s6	.033	.000	44.782	1.00 and 2.00
	s2	.022	.000	50.204	1.00 and 2.00
	s16	.003	.422	55.728	1.00 and 2.00
	s10	.104	.000	55.504	1.00 and 2.00
	s11	.049	.000	50.237	1.00 and 2.00
	s12	.087	.000	55.015	1.00 and 2.00
	s17	.843	.000	5.144	4.00 and 5.00
	s1	.028	.000	54.860	1.00 and 2.00
	s7	.342	.000	56.510	1.00 and 2.00
	s8	.013	.000	33.359	1.00 and 2.00
19	s3	.029	.000	28.938	1.00 and 2.00
	s9	.033	.000	7.960	1.00 and 2.00
	s14	.013	.000	42.398	1.00 and 2.00
	s6	.033	.000	44.364	1.00 and 2.00
	s2	.022	.000	49.860	1.00 and 2.00
	s16	.025	.000	33.242	1.00 and 2.00
	s10	.104	.000	55.309	1.00 and 2.00
	s11	.050	.000	49.674	1.00 and 2.00
	s12	.091	.000	54.398	1.00 and 2.00
	s17	.830	.000	7.837	4.00 and 5.00
	s1	.022	.000	55.530	1.00 and 2.00
	s7	.342	.000	59.670	1.00 and 2.00
20	s8	.011	.000	33.427	1.00 and 2.00
	s3	.029	.000	32.341	1.00 and 2.00
	s5	.030	.005	57.646	1.00 and 2.00
	s9	.023	.000	37.011	1.00 and 2.00
	s14	.010	.000	42.508	1.00 and 2.00
	s6	.032	.000	45.678	1.00 and 2.00

	s2	.022	.000	51.476	1.00 and 2.00
	s16	.025	.000	37.799	1.00 and 2.00
	s10	.088	.000	56.329	1.00 and 2.00
	s11	.043	.000	50.041	1.00 and 2.00
	s12	.085	.000	55.947	1.00 and 2.00
	s17	.821	.000	9.621	6.00 and 7.00
	s1	.021	.000	56.420	1.00 and 2.00
	s7	.338	.002	61.433	1.00 and 2.00
	s8	.011	.000	34.543	1.00 and 2.00
	s3	.029	.000	34.827	1.00 and 2.00
	s5	.030	.027	59.922	1.00 and 2.00
	s9	.020	.000	46.637	1.00 and 2.00
21	s14	.010	.000	47.342	1.00 and 2.00
	s6	.032	.000	48.121	1.00 and 2.00
	s2	.016	.000	51.587	1.00 and 2.00
	s16	.025	.000	40.711	1.00 and 2.00
	s10	.085	.000	59.570	1.00 and 2.00
	s11	.037	.000	50.058	1.00 and 2.00
	s12	.079	.000	56.575	1.00 and 2.00
	s4	.012	.001	60.690	1.00 and 2.00

Variables Not in the Analysis

Step		Tolerance	Min. Tolerance	Sig. of F to Enter	Min. D Squared	Between Groups
0	s1	1.000	1.000	.293	.000	2.00 and 3.00
	s2	1.000	1.000	.020	.005	6.00 and 7.00
	s3	1.000	1.000	.012	.000	3.00 and 5.00
	s4	1.000	1.000	.063	.001	4.00 and 5.00
	s5	1.000	1.000	.983	.000	3.00 and 4.00
	s6	1.000	1.000	.478	.000	1.00 and 2.00
	s7	1.000	1.000	.003	.001	1.00 and 5.00
	s8	1.000	1.000	.365	.000	3.00 and 4.00
	s9	1.000	1.000	.022	.004	6.00 and 7.00
	s10	1.000	1.000	.034	.000	4.00 and 5.00
	s11	1.000	1.000	.990	.000	3.00 and 4.00
	s12	1.000	1.000	.501	.000	1.00 and 5.00
	s13	1.000	1.000	.000	.001	5.00 and 6.00
	s14	1.000	1.000	.083	.000	6.00 and 7.00
	s15	1.000	1.000	.000	.001	6.00 and 7.00
	s16	1.000	1.000	.000	.007	6.00 and 7.00
	1	s17	1.000	1.000	.000	.011
s1		.999	.999	.884	.029	1.00 and 2.00
s2		1.000	1.000	.809	.043	1.00 and 2.00
s3		1.000	1.000	.037	.406	1.00 and 2.00
s4		.998	.998	.462	.237	1.00 and 2.00
s5		.996	.996	.976	.099	1.00 and 2.00
s6		1.000	1.000	.924	.011	1.00 and 2.00
s7		1.000	1.000	.056	.712	1.00 and 2.00
s8		.994	.994	.429	.183	1.00 and 2.00
s9		.989	.989	.333	.391	1.00 and 2.00
s10		.999	.999	.072	.011	1.00 and 2.00
s11		.991	.991	.988	.017	1.00 and 2.00
s12		.995	.995	.462	.266	1.00 and 2.00
s13		.997	.997	.000	1.967	1.00 and 2.00
s14	1.000	1.000	.593	.070	1.00 and 2.00	
s15	.998	.998	.045	.195	1.00 and 2.00	
s16	.998	.998	.085	.070	1.00 and 2.00	
2	s1	.263	.262	.000	8.748	1.00 and 2.00
	s2	.493	.492	.025	3.318	1.00 and 2.00
	s3	.969	.966	.365	2.118	1.00 and 2.00
	s4	.332	.332	.090	3.304	1.00 and 2.00
	s5	.363	.363	.000	3.799	1.00 and 2.00
	s6	.571	.569	.001	3.439	1.00 and 2.00
	s7	.642	.639	.000	6.336	1.00 and 2.00
	s8	.423	.423	.000	7.077	1.00 and 2.00
	s9	.233	.233	.004	3.524	1.00 and 2.00
	s10	.542	.541	.011	3.586	1.00 and 2.00

3	s11	.493	.493	.001	4.266	1.00 and 2.00
	s12	.818	.818	.069	1.975	1.00 and 2.00
	s14	.824	.821	.974	2.109	1.00 and 2.00
	s15	.614	.613	.752	2.278	1.00 and 2.00
	s16	.607	.606	.559	2.624	1.00 and 2.00
	s2	.244	.130	.228	9.714	1.00 and 2.00
	s3	.905	.246	.065	9.940	1.00 and 2.00
	s4	.169	.134	.221	9.618	1.00 and 2.00
	s5	.289	.210	.066	8.789	1.00 and 2.00
	s6	.398	.183	.060	8.818	1.00 and 2.00
	s7	.583	.239	.000	10.624	1.00 and 2.00
	s8	.286	.177	.001	9.640	1.00 and 2.00
	s9	.188	.188	.583	8.760	1.00 and 2.00
	s10	.332	.161	.013	8.945	1.00 and 2.00
	s11	.265	.141	.306	8.871	1.00 and 2.00
	s12	.759	.244	.268	9.152	1.00 and 2.00
s14	.787	.251	.969	8.781	1.00 and 2.00	
s15	.535	.229	.370	8.911	1.00 and 2.00	
s16	.513	.222	.326	8.803	1.00 and 2.00	
s2	.225	.109	.450	11.017	1.00 and 2.00	
s3	.820	.211	.108	11.123	1.00 and 2.00	
s4	.158	.114	.119	10.980	1.00 and 2.00	
s5	.240	.207	.174	10.784	1.00 and 2.00	
s6	.315	.137	.001	10.787	1.00 and 2.00	
s8	.267	.151	.000	12.420	1.00 and 2.00	
s9	.143	.143	.158	11.029	1.00 and 2.00	
s10	.327	.156	.009	11.003	1.00 and 2.00	
s11	.220	.141	.215	11.619	1.00 and 2.00	
s12	.751	.219	.308	10.876	1.00 and 2.00	
s14	.699	.216	.877	10.709	1.00 and 2.00	
s15	.507	.199	.457	10.634	1.00 and 2.00	
s16	.487	.193	.323	10.630	1.00 and 2.00	
s2	.167	.106	.016	14.712	1.00 and 2.00	
s3	.296	.096	.000	21.190	1.00 and 2.00	
s4	.079	.079	.000	17.201	1.00 and 2.00	
s5	.164	.093	.000	12.602	1.00 and 2.00	
s6	.119	.101	.001	13.546	1.00 and 2.00	
s9	.093	.091	.000	12.459	1.00 and 2.00	
s10	.166	.050	.023	12.630	1.00 and 2.00	
s11	.218	.098	.185	13.149	1.00 and 2.00	
s12	.346	.123	.003	17.220	1.00 and 2.00	
s14	.174	.066	.000	15.471	1.00 and 2.00	
s15	.230	.121	.000	15.034	1.00 and 2.00	
s16	.216	.118	.000	14.341	1.00 and 2.00	
s2	.073	.051	.001	22.339	1.00 and 2.00	
s4	.037	.037	.019	21.191	1.00 and 2.00	
s5	.071	.071	.000	28.720	1.00 and 2.00	
s6	.103	.076	.001	21.190	1.00 and 2.00	
s9	.049	.049	.000	27.516	1.00 and 2.00	
s10	.155	.050	.022	21.291	1.00 and 2.00	
s11	.188	.091	.022	25.625	1.00 and 2.00	
s12	.280	.087	.003	22.191	1.00 and 2.00	
s14	.041	.041	.000	24.216	1.00 and 2.00	
s15	.087	.087	.173	22.568	1.00 and 2.00	
s16	.085	.085	.083	23.335	1.00 and 2.00	
s2	.067	.033	.000	28.802	1.00 and 2.00	
s4	.035	.035	.005	29.108	1.00 and 2.00	
s6	.103	.071	.002	28.723	1.00 and 2.00	
s9	.044	.044	.008	31.529	1.00 and 2.00	
s10	.146	.035	.019	29.675	1.00 and 2.00	
s11	.186	.071	.164	32.236	1.00 and 2.00	
s12	.278	.071	.003	29.298	1.00 and 2.00	
s14	.027	.027	.115	28.759	1.00 and 2.00	
s15	.086	.070	.430	29.498	1.00 and 2.00	
s16	.082	.069	.260	29.691	1.00 and 2.00	
s2	.062	.033	.000	32.071	1.00 and 2.00	
s4	.033	.033	.002	31.564	1.00 and 2.00	
s6	.090	.038	.007	32.022	1.00 and 2.00	
s10	.140	.034	.012	31.952	1.00 and 2.00	
s11	.123	.029	.639	32.753	1.00 and 2.00	
s12	.264	.041	.003	31.683	1.00 and 2.00	
s14	.026	.026	.061	31.901	1.00 and 2.00	
s15	.037	.019	.000	42.275	1.00 and 2.00	

9	s16	.038	.020	.000	41.974	1.00 and 2.00
	s2	.058	.019	.000	42.300	1.00 and 2.00
	s4	.031	.019	.001	43.334	1.00 and 2.00
	s6	.090	.017	.007	43.012	1.00 and 2.00
	s10	.140	.018	.011	42.438	1.00 and 2.00
	s11	.123	.015	.669	43.404	1.00 and 2.00
	s12	.264	.018	.003	42.370	1.00 and 2.00
	s14	.018	.017	.096	44.407	1.00 and 2.00
	s16	.004	.003	.000	42.409	1.00 and 2.00
	s2	.061	.026	.000	42.260	1.00 and 2.00
10	s4	.031	.027	.002	43.229	1.00 and 2.00
	s5	.048	.019	.125	42.275	1.00 and 2.00
	s6	.091	.025	.001	43.006	1.00 and 2.00
	s10	.152	.027	.039	42.359	1.00 and 2.00
	s11	.125	.022	.793	43.307	1.00 and 2.00
	s12	.264	.026	.002	42.339	1.00 and 2.00
	s14	.022	.019	.044	43.786	1.00 and 2.00
	s16	.004	.004	.001	42.404	1.00 and 2.00
	s2	.059	.019	.000	43.789	1.00 and 2.00
	s4	.030	.019	.000	44.361	1.00 and 2.00
11	s5	.039	.017	.246	44.407	1.00 and 2.00
	s6	.070	.015	.011	46.621	1.00 and 2.00
	s10	.152	.019	.041	43.911	1.00 and 2.00
	s11	.123	.016	.736	44.533	1.00 and 2.00
	s12	.253	.018	.002	43.789	1.00 and 2.00
	s16	.004	.003	.001	44.090	1.00 and 2.00
	s2	.031	.012	.000	49.443	1.00 and 2.00
	s4	.022	.013	.011	46.639	1.00 and 2.00
	s5	.038	.014	.173	47.637	1.00 and 2.00
	s10	.140	.014	.019	46.636	1.00 and 2.00
12	s11	.107	.014	.141	49.060	1.00 and 2.00
	s12	.215	.015	.001	47.206	1.00 and 2.00
	s16	.004	.003	.001	47.631	1.00 and 2.00
	s2	.038	.019	.000	48.756	1.00 and 2.00
	s4	.022	.019	.010	46.621	1.00 and 2.00
	s5	.041	.022	.101	47.510	1.00 and 2.00
	s10	.146	.026	.047	46.613	1.00 and 2.00
	s11	.134	.023	.252	48.719	1.00 and 2.00
	s12	.215	.026	.001	47.197	1.00 and 2.00
	s13	.082	.015	.449	46.621	1.00 and 2.00
13	s16	.004	.003	.001	47.492	1.00 and 2.00
	s4	.017	.017	.007	49.220	1.00 and 2.00
	s5	.039	.019	.400	49.214	1.00 and 2.00
	s10	.117	.019	.000	49.150	1.00 and 2.00
	s11	.125	.015	.111	52.440	1.00 and 2.00
	s12	.213	.018	.001	49.168	1.00 and 2.00
	s13	.068	.012	.517	49.443	1.00 and 2.00
	s16	.004	.003	.001	49.454	1.00 and 2.00
	s4	.016	.003	.003	49.713	1.00 and 2.00
	s5	.037	.003	.238	49.693	1.00 and 2.00
14	s10	.117	.003	.000	49.874	1.00 and 2.00
	s11	.125	.003	.133	53.232	1.00 and 2.00
	s12	.205	.003	.048	49.687	1.00 and 2.00
	s13	.064	.003	.807	50.570	1.00 and 2.00
	s4	.014	.003	.006	49.982	1.00 and 2.00
	s5	.034	.003	.101	50.370	1.00 and 2.00
	s11	.112	.003	.027	55.015	1.00 and 2.00
	s12	.199	.003	.052	50.237	1.00 and 2.00
	s13	.064	.003	.826	50.965	1.00 and 2.00
	s4	.013	.003	.000	56.202	1.00 and 2.00
15	s5	.031	.003	.014	57.052	1.00 and 2.00
	s12	.087	.003	.000	57.800	1.00 and 2.00
	s13	.053	.003	.648	55.027	1.00 and 2.00
	s4	.012	.003	.000	60.288	1.00 and 2.00
	s5	.029	.003	.004	61.128	1.00 and 2.00
	s13	.049	.003	.398	57.919	1.00 and 2.00
	s4	.012	.012	.000	59.922	1.00 and 2.00
	s5	.030	.010	.005	60.690	1.00 and 2.00
	s13	.049	.010	.394	57.757	1.00 and 2.00
	s15	.003	.003	.403	57.800	1.00 and 2.00
16	s4	.012	.010	.001	62.788	1.00 and 2.00
	s13	.049	.009	.404	60.896	1.00 and 2.00
	s15	.003	.003	.318	61.128	1.00 and 2.00

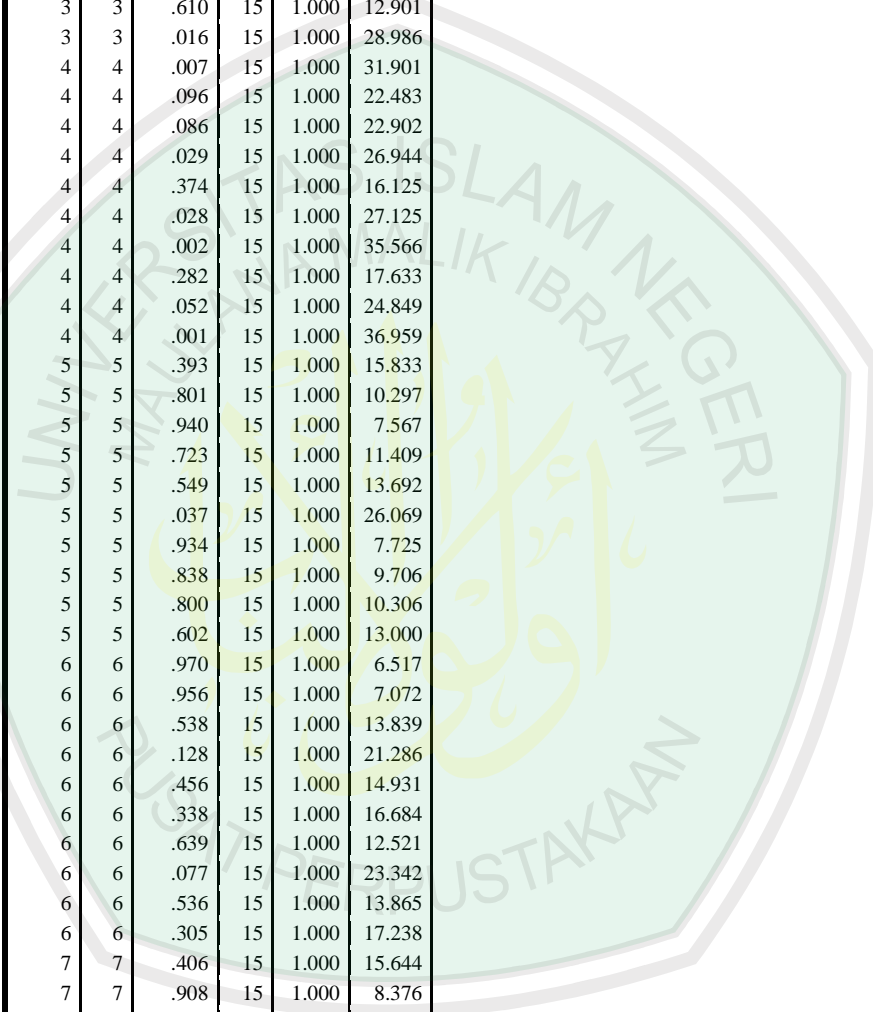
21	s13	.049	.008	.647	62.934	1.00 and 2.00
	s15	.003	.003	.228	63.531	1.00 and 2.00

Case Number	Actual Group	Highest Group					Discriminant Scores					
		Predicted Group	P(D>d G=g)		P(G=g D=d)	Squared Mahalanobis Distance to Centroid	Function 1	Function 2	Function 3	Function 4	Function 5	Function 6
			p	df								
1	1	1	.391	6	1.000	6.297	106.947	10.261	2.587	-.297	1.552	-.001
2	1	1	.897	6	1.000	2.235	106.462	9.348	1.332	-.118	1.368	.549
3	1	1	.982	6	1.000	1.093	106.372	7.980	1.577	-.115	1.000	.116
4	1	1	.997	6	1.000	.583	106.454	8.686	1.358	-.108	-.218	-.250
5	1	1	.958	6	1.000	1.526	106.663	8.130	.791	-.853	-.646	-.115
6	1	1	.892	6	1.000	2.281	106.966	8.600	2.051	-.819	1.530	.157
7	1	1	.995	6	1.000	.658	106.402	8.383	1.378	-.066	.973	-.086
8	1	1	.812	6	1.000	2.973	107.172	6.961	1.157	-.636	.025	-.261
9	1	1	.468	6	1.000	5.612	106.796	10.133	2.718	-1.114	-.046	-.680
10	1	1	1.000	6	1.000	.262	106.463	8.769	1.369	-.239	.084	-.232
11	2	2	.135	6	1.000	9.767	105.702	3.418	-2.981	2.775	-1.778	1.455
12	2	2	.556	6	1.000	4.909	105.802	2.819	-2.636	1.992	-1.383	1.561
13	2	2	.696	6	1.000	3.855	105.906	1.007	-2.350	2.174	-1.435	1.529
14	2	2	.623	6	1.000	4.395	106.557	.725	-2.373	1.295	-2.313	1.401
15	2	2	.006	6	1.000	18.253	106.777	1.154	-3.400	.333	-4.523	1.796
16	2	2	.206	6	1.000	8.461	106.162	3.512	-2.090	.061	-.114	-1.574
17	2	2	.695	6	1.000	3.863	106.061	1.590	-2.650	.302	-.127	-1.270
18	2	2	.753	6	1.000	3.432	106.142	.880	-1.794	.944	-.763	-1.425
19	2	2	.873	6	1.000	2.463	106.728	1.605	-.920	.708	-1.171	-.674
20	2	2	.567	6	1.000	4.820	106.463	-.042	-.691	1.465	-.787	.376
21	3	3	.605	6	1.000	4.530	84.764	-4.394	1.404	3.571	1.902	.069
22	3	3	.904	6	1.000	2.165	84.983	-4.715	1.024	1.742	2.397	.338
23	3	3	.782	6	1.000	3.207	84.980	-5.093	.778	1.664	2.727	.309
24	3	3	.734	6	1.000	3.572	85.212	-5.554	1.043	1.723	2.610	.166
25	3	3	.682	6	1.000	3.957	85.612	-5.743	.943	1.203	2.360	-.201
26	3	3	.444	6	1.000	5.819	85.121	-3.585	.526	1.819	.010	1.937
27	3	3	.789	6	1.000	3.157	85.222	-4.151	.782	1.769	.342	1.570
28	3	3	.843	6	1.000	2.718	84.959	-4.593	.335	1.995	.684	1.640
29	3	3	.918	6	1.000	2.017	85.438	-4.658	.596	1.301	.528	1.166
30	3	3	.077	6	1.000	11.376	83.327	-5.837	-1.138	1.019	-.114	-1.526
31	4	4	.090	6	1.000	10.962	64.221	-4.272	.904	-.850	-1.907	.739
32	4	4	.266	6	1.000	7.642	59.117	-4.097	1.028	-1.542	-1.757	.477
33	4	4	.091	6	1.000	10.907	58.997	-4.586	.771	-2.852	-.861	.306
34	4	4	.034	6	1.000	13.595	64.437	-4.181	.784	-2.559	-1.036	.098
35	4	4	.214	6	1.000	8.345	59.786	-5.588	1.010	-2.739	-1.093	.171
36	4	4	.090	6	1.000	10.961	59.402	-6.252	.786	.558	-.476	1.064
37	4	4	.012	6	1.000	16.311	63.733	-4.969	-1.810	-.269	.750	-1.014
38	4	4	.657	6	1.000	4.148	60.223	-4.197	2.099	-1.425	-1.512	-1.121
39	4	4	.497	6	1.000	5.375	59.947	-3.097	1.411	-1.566	-1.215	-1.002
40	4	4	.011	6	1.000	16.642	64.866	-3.578	-.286	-1.287	-.599	-1.738
41	5	5	.590	6	1.000	4.647	-26.186	-2.515	2.161	-1.179	-1.135	.214
42	5	5	.871	6	1.000	2.479	-26.269	-2.971	1.962	-1.928	-.609	.017
43	5	5	.907	6	1.000	2.129	-25.931	-3.455	1.457	-2.786	-.492	.122
44	5	5	.789	6	1.000	3.157	-26.037	-4.371	1.602	-2.261	-.018	.012
45	5	5	.937	6	1.000	1.803	-26.293	-3.999	1.215	-2.121	.153	-.139
46	5	5	.607	6	1.000	4.514	-25.891	-2.776	.772	-.598	-1.533	.930
47	5	5	.927	6	1.000	1.920	-26.614	-2.960	-.387	-1.265	-.303	.113
48	5	5	.805	6	1.000	3.032	-26.744	-2.788	-.977	-1.892	.159	.228
49	5	5	.820	6	1.000	2.914	-26.815	-3.103	-.820	-1.969	.683	.398

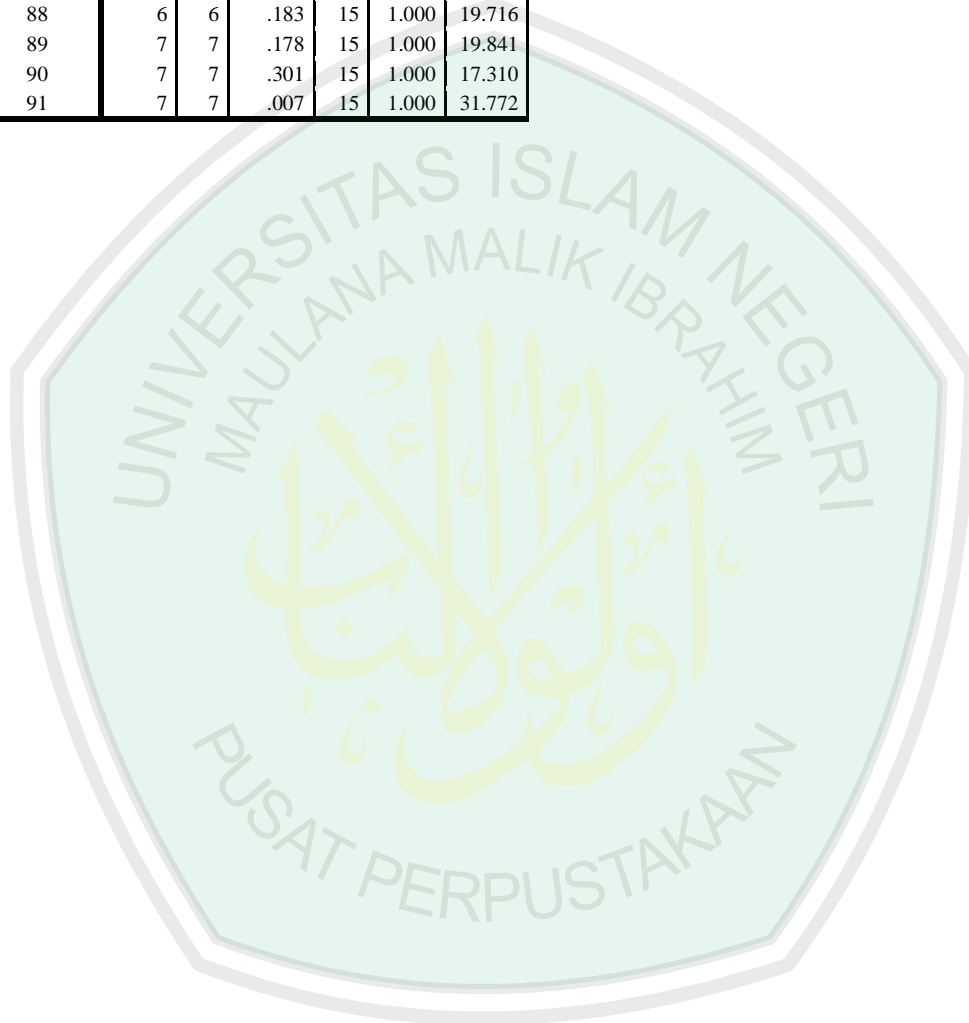
50	5	5	.757	6	1.000	3.400	-26.736	-2.499	-.845	-2.572	.485	.344
51	6	6	.965	6	1.000	1.422	-89.966	.423	-2.953	-.293	1.303	-.508
52	6	6	.961	6	1.000	1.473	-90.176	.382	-2.900	-.279	1.285	-.572
53	6	6	.446	6	1.000	5.800	-90.146	1.963	-3.080	-.449	1.459	-1.227
54	6	6	.152	6	1.000	9.400	-89.916	-.007	-4.831	.171	1.762	.283
55	6	6	.576	6	1.000	4.752	-89.585	.053	-4.106	-.174	1.472	-.549
56	6	6	.627	6	1.000	4.367	-90.091	.466	-1.196	-.508	-.736	-.984
57	6	6	.884	6	1.000	2.362	-90.174	-.662	-1.709	-.961	.164	-1.252
58	6	6	.456	6	1.000	5.712	-90.315	-1.822	-2.557	-1.154	.696	-1.525
59	6	6	.696	6	1.000	3.856	-89.576	-1.447	-1.392	-1.674	.705	.097
60	6	6	.419	6	1.000	6.039	-88.967	.816	-.652	-2.301	.137	-.766
61	7	7	.555	6	1.000	4.917	-243.084	3.398	.574	1.933	-.978	-1.393
62	7	7	.806	6	1.000	3.019	-243.644	2.323	.382	1.769	-1.019	-1.296
63	7	7	.848	6	1.000	2.679	-242.882	.812	1.696	1.997	-.707	.082
64	7	7	.927	6	1.000	1.918	-242.922	1.252	1.670	1.913	-.823	.407
65	7	7	.524	6	1.000	5.153	-243.228	2.409	-.208	.711	-1.145	-1.695
66	7	7	.258	6	1.000	7.737	-242.691	2.507	2.781	2.437	-1.342	1.184
67	7	7	.779	6	1.000	3.233	-243.387	2.245	1.419	1.950	.606	1.140
68	7	7	.931	6	1.000	1.871	-243.043	2.877	1.317	1.303	.367	.483
69	7	7	.821	6	1.000	2.904	-243.193	1.968	.715	1.391	1.181	.588
70	7	7	.453	6	1.000	5.743	-243.095	1.170	.273	1.409	1.553	.966
71	1	1	.634	6	1.000	4.316	106.628	9.139	-.499	-1.226	-.253	.023
72	1	1	.931	6	1.000	1.875	106.709	8.207	.399	-.815	-.563	-.364
73	1	1	.387	6	1.000	6.334	106.239	6.504	-.017	-.075	-.090	.073
74	2	2	.398	6	1.000	6.230	105.708	3.376	-2.042	.449	.686	.255
75	2	2	.534	6	1.000	5.075	106.146	1.069	-1.410	.218	1.024	.286
76	2	2	.241	6	1.000	7.959	106.498	-.066	-.795	.264	.659	-.461
77	3	3	.278	6	1.000	7.494	84.916	-2.682	-.094	2.145	-.289	-1.011
78	3	3	.681	6	1.000	3.967	85.561	-4.322	.641	1.548	.530	-1.700
79	3	3	.180	6	1.000	8.887	83.933	-5.715	1.063	2.424	-.458	-1.974
80	4	4	.000	6	1.000	29.829	63.983	-5.512	1.783	3.656	-1.478	-1.889
81	4	4	.042	6	1.000	13.034	59.248	-4.470	1.405	2.005	-.435	-1.486
82	4	4	.344	6	1.000	6.751	59.538	-3.856	1.807	.026	.289	-1.120
83	5	5	.612	6	1.000	4.483	-25.951	-3.655	1.421	-1.657	.499	2.311
84	5	5	.349	6	1.000	6.703	-25.844	-.731	.973	-2.121	.870	1.128
85	5	5	.450	6	1.000	5.768	-25.463	-3.737	-.436	-2.702	1.479	1.483
86	6	6	.259	6	1.000	7.727	-90.289	.922	-2.442	-1.140	.685	2.307
87	6	6	.346	6	1.000	6.732	-89.317	1.084	-.604	-2.640	.968	.163
88	6	6	.515	6	1.000	5.224	-88.927	-.524	-.588	-1.575	.603	.682
89	7	7	.810	6	1.000	2.990	-243.549	1.869	-.352	.747	-.707	.986
90	7	7	.406	6	1.000	6.158	-242.971	2.307	.999	-.823	-1.023	-1.108
91	7	7	.324	6	1.000	6.966	-242.545	.325	-.020	-.289	-1.292	-.111
1	1	1	.000	15	1.000	65.364						
2	1	1	.025	15	1.000	27.502						
3	1	1	.452	15	1.000	14.997						
4	1	1	.702	15	1.000	11.695						
5	1	1	.253	15	1.000	18.178						
6	1	1	.000	15	1.000	47.178						
7	1	1	.402	15	1.000	15.708						
8	1	1	.273	15	1.000	17.803						
9	1	1	.035	15	1.000	26.265						
10	1	1	.727	15	1.000	11.352						
11	2	2	.027	15	1.000	27.209						
12	2	2	.496	15	1.000	14.388						
13	2	2	.893	15	1.000	8.684						
14	2	2	.714	15	1.000	11.528						
15	2	2	.000	15	1.000	66.124						
16	2	2	.054	15	1.000	24.729						
17	2	2	.642	15	1.000	12.485						

Cross-
validate
d^a

18	2	2	.706	15	1.000	11.644
19	2	2	.911	15	1.000	8.314
20	2	2	.395	15	1.000	15.812
21	3	3	.311	15	1.000	17.131
22	3	3	.616	15	1.000	12.829
23	3	3	.601	15	1.000	13.022
24	3	3	.589	15	1.000	13.174
25	3	3	.314	15	1.000	17.086
26	3	3	.156	15	1.000	20.437
27	3	3	.290	15	1.000	17.502
28	3	3	.263	15	1.000	17.992
29	3	3	.610	15	1.000	12.901
30	3	3	.016	15	1.000	28.986
31	4	4	.007	15	1.000	31.901
32	4	4	.096	15	1.000	22.483
33	4	4	.086	15	1.000	22.902
34	4	4	.029	15	1.000	26.944
35	4	4	.374	15	1.000	16.125
36	4	4	.028	15	1.000	27.125
37	4	4	.002	15	1.000	35.566
38	4	4	.282	15	1.000	17.633
39	4	4	.052	15	1.000	24.849
40	4	4	.001	15	1.000	36.959
41	5	5	.393	15	1.000	15.833
42	5	5	.801	15	1.000	10.297
43	5	5	.940	15	1.000	7.567
44	5	5	.723	15	1.000	11.409
45	5	5	.549	15	1.000	13.692
46	5	5	.037	15	1.000	26.069
47	5	5	.934	15	1.000	7.725
48	5	5	.838	15	1.000	9.706
49	5	5	.800	15	1.000	10.306
50	5	5	.602	15	1.000	13.000
51	6	6	.970	15	1.000	6.517
52	6	6	.956	15	1.000	7.072
53	6	6	.538	15	1.000	13.839
54	6	6	.128	15	1.000	21.286
55	6	6	.456	15	1.000	14.931
56	6	6	.338	15	1.000	16.684
57	6	6	.639	15	1.000	12.521
58	6	6	.077	15	1.000	23.342
59	6	6	.536	15	1.000	13.865
60	6	6	.305	15	1.000	17.238
61	7	7	.406	15	1.000	15.644
62	7	7	.908	15	1.000	8.376
63	7	7	.668	15	1.000	12.141
64	7	7	.685	15	1.000	11.919
65	7	7	.643	15	1.000	12.472
66	7	7	.209	15	1.000	19.113
67	7	7	.888	15	1.000	8.797
68	7	7	.896	15	1.000	8.630
69	7	7	.639	15	1.000	12.519
70	7	7	.207	15	1.000	19.142
71	1	1	.014	15	1.000	29.485
72	1	1	.034	15	1.000	26.414
73	1	1	.004	15	.995	33.386
74	2	2	.041	15	1.000	25.729
75	2	2	.313	15	1.000	17.096
76	2	2	.069	15	1.000	23.773



77	3	3	.046	15	1.000	25.269
78	3	3	.263	15	1.000	18.002
79	3	3	.042	15	1.000	25.606
80	4	4	.000	15	1.000	80.452
81	4	4	.022	15	1.000	28.003
82	4	4	.012	15	1.000	29.934
83	5	5	.000	15	1.000	61.833
84	5	5	.022	15	1.000	27.860
85	5	5	.228	15	1.000	18.702
86	6	6	.154	15	1.000	20.494
87	6	6	.382	15	1.000	16.006
88	6	6	.183	15	1.000	19.716
89	7	7	.178	15	1.000	19.841
90	7	7	.301	15	1.000	17.310
91	7	7	.007	15	1.000	31.772



Pooled Within-Groups Matrices

	s1	s2	s3	s4	s5	s6	s7	s8
s1	1453.475	5899.317	438.502	1426.327	4613.472	957.449	-1401.219	1003.196
s2	5899.317	31833.764	4628.880	7102.322	12873.322	5166.126	-4544.323	4840.078
s3	438.502	4628.880	1685.340	1000.468	-1339.623	921.303	133.911	823.104
s4	1426.327	7102.322	1000.468	1697.087	3554.021	1198.038	-1197.278	1199.022
s5	4613.472	12873.322	-1339.623	3554.021	21607.940	1937.552	-6031.057	2458.317
s6	957.449	5166.126	921.303	1198.038	1937.552	1048.784	-509.586	929.736
s7	-1401.219	-4544.323	133.911	-1197.278	-6031.057	-509.586	3323.760	-789.884
s8	1003.196	4840.078	823.104	1199.022	2458.317	929.736	-789.884	980.299
Covariance s9	1939.835	6207.378	-320.356	1658.593	8273.858	858.239	-2506.597	1112.330
s10	4910.958	17502.400	-872.004	4124.517	18530.846	2285.079	-5179.262	2304.819
s11	4453.844	15742.482	285.816	3893.519	16537.296	2163.090	-5515.537	2838.882
s12	740.710	4471.671	1245.537	1096.674	849.877	818.927	-561.192	941.562
s13	966.656	3747.700	212.776	994.803	3465.062	625.439	-1018.413	701.955
s14	1439.731	10872.125	3146.630	2523.993	-251.364	2091.054	-340.219	2071.142
s15	1154.132	6997.556	1497.106	1630.867	1749.904	1200.463	-804.980	1219.235
s16	1255.013	7512.893	1571.476	1745.019	1946.675	1292.248	-886.245	1305.726
s17	-.004	-.004	.001	-.010	-.050	.001	.001	-.012

s9	s10	s11	s12	s13	s14	s15	s16	s17
1939.835	4910.958	4453.844	740.710	966.656	1439.731	1154.132	1255.013	-.004
6207.378	17502.400	15742.482	4471.671	3747.700	10872.125	6997.556	7512.893	-.004
-320.356	-872.004	285.816	1245.537	212.776	3146.630	1497.106	1571.476	.001
1658.593	4124.517	3893.519	1096.674	994.803	2523.993	1630.867	1745.019	-.010
8273.858	18530.846	16537.296	849.877	3465.062	-251.364	1749.904	1946.675	-.050
858.239	2285.079	2163.090	818.927	625.439	2091.054	1200.463	1292.248	.001
-2506.597	-5179.262	-5515.537	-561.192	-1018.413	-340.219	-804.980	-886.245	.001
1112.330	2304.819	2838.882	941.562	701.955	2071.142	1219.235	1305.726	-.012
3518.656	7732.961	7091.842	563.425	1531.669	510.298	1099.210	1197.006	-.032
7732.961	24933.237	15488.606	358.262	3158.579	325.237	2123.447	2407.798	-.030
7091.842	15488.606	18769.753	2716.457	2872.578	2650.516	3069.967	3332.503	-.068
563.425	358.262	2716.457	1589.506	498.640	2681.636	1428.133	1491.362	-.015

1531.669	3158.579	2872.578	498.640	873.043	1018.344	820.459	876.639	-0.009
510.298	325.237	2650.516	2681.636	1018.344	6762.344	3357.093	3544.257	-0.004
1099.210	2123.447	3069.967	1428.133	820.459	3357.093	1998.912	2111.579	-0.010
1197.006	2407.798	3332.503	1491.362	876.639	3544.257	2111.579	2242.431	-0.009
-0.032	-0.030	-0.068	-0.015	-0.009	-0.004	-0.010	-0.009	2.619E-005

a. The covariance matrix has 84 degrees of freedom

Covariance Matrices

kelompok	s1	s2	s3	s4	s5	s6	s7	s8
s9	2022.760	7504.686	90.325	1925.383	7712.213	636.596	-2453.338	860.911
s10	5108.734	19065.253	-107.620	4512.384	17055.823	1782.733	-4847.712	1807.436
s11	4276.243	15553.516	329.316	3749.285	15304.694	1944.147	-5362.394	2629.559
s12	703.215	4275.514	1116.532	1018.105	810.679	769.823	-436.567	901.028
Total s13	1002.875	4400.909	527.511	1194.371	3337.332	492.579	-868.799	499.227
s14	1624.012	12174.801	3401.214	2797.204	-326.458	1738.427	-503.583	1721.141
s15	1328.549	8402.984	1834.683	1936.108	1565.625	927.664	-935.173	938.514
s16	1431.339	8921.830	1900.812	2044.143	1723.621	1007.653	-1061.243	1021.395
s17	5.125	38.191	4.393	6.432	-3.879	-3.656	-9.856	-1.913

s9	s10	s11	s12	s13	s14	s15	s16	s17
3901.854	8239.239	6822.424	545.846	1845.999	1187.620	1688.016	1778.548	10.979
8239.239	27263.561	14690.799	313.686	3748.889	1755.498	3277.660	3553.201	14.071
6822.424	14690.799	17693.862	2547.404	2724.223	2723.875	3096.003	3357.849	6.865
545.846	313.686	2547.404	1578.605	460.152	2483.974	1305.665	1349.953	.708
1845.999	3748.889	2724.223	460.152	1180.949	1423.680	1209.970	1249.427	4.388
1187.620	1755.498	2723.875	2483.974	1423.680	7187.934	3943.305	4128.597	12.874
1688.016	3277.660	3096.003	1305.665	1209.970	3943.305	2618.738	2734.766	11.950
1778.548	3553.201	3357.849	1349.953	1249.427	4128.597	2734.766	2873.347	12.464
10.979	14.071	6.865	.708	4.388	12.874	11.950	12.464	.316

a. The total covariance matrix has 90 degrees of freedom.



BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Anis Choiriyah
NIM : 12640008
Fakultas/ Jurusan : Sains dan Teknologi/ Fisika
Judul Skripsi : Pengujian *Array* Sensor Berbasis Membran Lipid untuk Klasifikasi Pola Rasa Perkembangan Kebiasaan Susu Menggunakan Metode *Linear Discriminant Analysis* (LDA) (Studi Kasus pada Susu Sapi dan Susu kambing)
Pembimbing I : Imam Tazi, M.Si
Pembimbing II : Umayyatus Syarifah, M.A

No	Tanggal	HAL	Tanda Tangan
1	5 Januari 2016	Konsultasi Bab I, II, III	
2	12 Januari 2016	Konsultasi Kajian Agama Bab I, II	
3	28 Januari 2016	Konsultasi Bab I, II, III dan ACC	
4	18 April 2016	Konsultasi Data dan Pengolahan Data	
5	2 Mei 2016	Konsultasi Bab IV dan V	
6	12 Mei 2016	Konsultasi Agama Bab IV	
7	17 Mei 2016	Konsultasi Bab IV, V dan ACC	
8	20 Mei 2016	Konsultasi Agama Bab IV dan ACC	
9	23 Mei 2016	Konsultasi Abstrak	
10	27 Mei 2016	Konsultasi semua Bab, Abstrak, dan ACC	

Malang, 6 Juni 2016
Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika



Erna Hastuti, M.Si
NIP. 19811119 200801 2 009