

**RANCANG BANGUN SENSOR KREATININ
BERBASIS RESISTANSI UNTUK
*URINE ANALYZER***

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
Mencapai derajat Sarjana S-1

Program Studi Fisika



Oleh:
Erfan Novianto
11620049

Kepada

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

2016

**RANCANG BANGUN SENSOR KREATININ
BERBASIS RESISTANSI UNTUK
*URINE ANALYZER***

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
Mencapai derajat Sarjana S-1

Program Studi Fisika



Oleh:
Erfan Novianto
11620049

Kepada

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2016**



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga

FM-UINSK-BM-05-07/R0

PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nomor : UIN.02/D.ST/PP.01.1/1371 /2016

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Rancang Bangun Sensor Kreatinin Berbasis Resistansi Untuk Urine Analyzer

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :
Nama : Erfan Novianto
NIM : 11620049
Telah dimunaqasyahkan pada : 31 Maret 2016
Nilai Munaqasyah : A
Dan dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

TIM MUNAQASYAH :

Ketua Sidang

Frida Agung Rakhmadi, M.Sc.
NIP.19780510 200501 1 003

Penguji I

Karmanto, S.Si., M.Sc.
NIP. 19820504 200912 1 005

Penguji II

Ika Nugraheni.A.M.,S.Si,M.Si
NIP. 19800207 200912 2 002

Yogyakarta, 8 April 2016

UIN Sunan Kalijaga

Fakultas Sains dan Teknologi

Dekan



Dr. H. Maizer Said Nahdi, M.Si
NIP. 19550427 198403 2 001

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan skripsi/ tugas akhir

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Erfan Novianto

NIM : 11620049

Judul Skripsi : Rancang Bangun Sensor Kreatinin Berbasis Resistansi Untuk Urine Analyzer

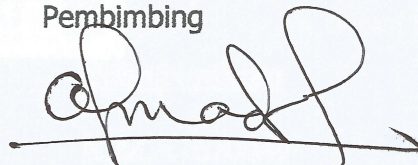
sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana *Strata Satu dalam Fisika*.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 21 Maret 2016

Pembimbing



Frida Agung Rakhmadi, M.Sc

NIP. 19780510 200501 1 003

PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Erfan Novianto

NIM : 11620049

Prodi : Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Skripsi : Rancang Bangun Sensor Kreatinin Berbasis Resistansi Untuk
Urine Analyzer

menyatakan bahwa skripsi yang saya susun sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah. Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya sesuai dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Yogyakarta, 21 Maret 2016



Erfan Novianto

NIM. 11620049

MOTTO

Don't Look For Perfection, Look For Progress.

When You Make Progress In Everyday.

You'll Make A Perfection.

Yang Bisa Dilakukan SAAT INI adalah BERUSAHA YANG

TERBAIK

Karya ini ku persembahkan untuk :

- ✚ Teruntuk Rabb Sang Penambat Hati manusia Allah SWT, hanya kepada-Mu aku bersujud dan memohon ampunan.
- ✚ Bapak Sugiyono dan Ibu Pontini berkat doa restu yang senantiasa mengiringi langkahku yang selalu berdoa dengan tulus dan membiayaiku. Inilah salah satu wujud cintaku, hanya sedikit yang bisa aku berikan.
- ✚ Adik-adikku tercinta Rahmat Dwi Kurniawan dan M. Rayhan Yulianto
- ✚ Seluruh Mahasiswa Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijag Yogyakarta
- ✚ Sahabat-sahabatku Fisika Angkatan 2011 dan Teman-teman Fisika Instrumentasi
- ✚ Almamaterku tercinta

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur dan segala puji bagi Allah SWT, atas rahmat dan hidayahNya yang telah diberikan kepada kita semua, shalawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada junjungan kita Nabiallah Muhammad SAW beserta keluarganya, dan para sahabat serta orang-orang yang mengikuti jejak Rasulullah sampai hari kiamat.

Alhamdulillahirobbil'alamin, setelah melewati berbagai proses, akhirnya skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Sensor Resistansi Untuk *Urine Analyzer*” dapat penulis selesaikan dengan baik. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan semua pihak baik secara moril maupun material dalam penyelesaian skripsi ini tidak akan berjalan dengan baik. Oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Frida Agung R, M.Sc., selaku Ketua Program Studi Fisika sekaligus dosen pembimbing Skripsi yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam pelaksanaan penelitian Skripsi.
2. Bapak Karmanto, M.Sc. dan Ibu Ika Nugrahaeni Ari Martiwi, M.Sc. yang telah berkenan membantu, memberikan masukan dan saran serta bimbingan dalam teknis penyelesaian tugas akhir ini.
3. Pranata Koordinator Laboratorium Pendidikan (PLP) Elektronika Dasar Bapak Agung Nugroho serta PLP Laboratorium Biologi UIN Sunan Kalijaga yang telah membantu dalam penelitian skripsi ini.

4. Ayah, ibu, dan adik tercinta yang selalu menyemangati, mendo'akan dan memberikan dukungan.
5. Teman-teman di Program Studi Fisika angkatan 2011. Terimakasih atas bantuan, masukan dan kritiknya dalam penyelesaian skripsi ini. Terimakasih juga untuk kebahagiaan, canda tawa, susah senang kita bersama, dan kenangan indah yang telah kita tanam dan pupuk bersama akan ku ingat itu semua. Semoga tali silaturahmi ini akan terus terjalin hingga akhir nanti.
6. Terimakasih kepada Ahmad, Risa dan Mas Angga yang telah membantu dan memberikan masukan dalam penelitian pembuatan sensor resistansi untuk urine analyzer
7. Serta semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa membalas semua kebaikan yang telah diberikan kepada penulis.

Demikian skripsi ini disusun, semoga bermanfaat bagi kita semua. Penulis menyadari bahwa dalam skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan yang perlu diperbaiki. Oleh karena itu, saran dan masukan dari pembaca skripsi ini sangat diharapkan. Semoga ilmu yang didapatkan mendatangkan makna dan manfaat dalam kehidupan. Terimakasih.

Yogyakarta, 21 Maret 2016

Erfan Novianto
NIM. 11620049

RANCANG BANGUN SENSOR KREATININ BERBASIS RESISTANSI UNTUK URINE ANALYZER

Erfan Novianto
11620049

INTISARI

Penelitian tentang rancang bangun sensor kreatinin berbasis resistansi untuk *urine analyzer* telah dilakukan. Tujuan penelitian ini adalah membuat sensor kreatinin dan mengkarakterisasi sensor kreatinin berbasis resistansi untuk *urine analyzer*. Penelitian sensor ini akan digunakan untuk menganalisis urin normal dan urin yang terkena gangguan ginjal serta pendeteksian dini kasus gangguan ginjal. Tahapan dalam penelitian ini yaitu pengukuran resistansi urin, pembuatan sensor, dan karakterisasi sensor. Pengukuran resistansi urin menggunakan LCR Meter. Sampel urin yang telah diukur sebanyak 30 sampel urin manusia normal. Hasil pengukuran resistansi urin didapatkan nilai terendah sebesar 1 M Ω dan nilai tertinggi sebesar 2 M Ω . Nilai tersebut digunakan sebagai dasar pembuatan sensor. Pada pembuatan sensor nilai terendah diperkecil 50% menjadi 0,5 M Ω , hal ini dimaksudkan agar urin yang mengandung kreatinin dapat terukur. Sensor kreatinin yang digunakan memanfaatkan rangkaian pembagi tegangan dengan susunan 4 hambatan yang disusun seri. Karakterisasi sensor dilakukan agar sensor yang dibuat dapat digunakan secara optimal. Karakterisasi sensor menggunakan beberapa resistor, dengan masing-masing resistor diukur sebanyak 10 kali pengulangan. Hasil karakterisasi sensor menunjukkan bahwa sensor memiliki fungsi transfer $V = 3,4686e^{-2,58 \times 10^{-7} R}$, koefisien korelasi $r = -0,942$, memiliki sensitivitas sebesar $-2,58 \times 10^{-7} V/\Omega$, mempunyai presisi sebesar 98,39%.

Kata kunci: sensor kreatinin, urin, gangguan ginjal

CREATININE SENSOR DESIGN BASED OF RESISTANCE FOR URINE ANALYZER

Erfan Novianto
11620049

ABSTRACT

The research on creatinine sensor design based of resistance for urine analyzer has been done. The purpose of this research is creating and carактерizing a resistance sensor for urine analyzer. This sensor research will be used to analyze normal urine and urine is affected by kidney disorders as well as early detection of cases of kidney disorders. This research was conducted in three phases : measuring of resistance urine, manufacturing resistance sensor, and getting the characterization of resistance sensor. Resistance measurement of urine using LCR Meter. Urine samples that have been measured as much as 30 samples of normal human urine The result showed that the minimum urine resistance is 1 M Ω and the maximum urine resistance is 2 M Ω . This value is used as the basis for manufacture of sensors. In the manufacture of sensors lowest value reduced by 50% to 0.5 M Ω , It is meant for urine containing creatinine can be measured . Sensors are used utilizing a voltage divider circuit with four resistors in series. Characterization of the sensor so that the sensors are made to be used optimally. Characterization of sensors using multiple resistors , with each resistor is measured as much as 10 repetitions. The transfer function of resistance sensor is $V = 3,4686e^{-2,58 \times 10^{-7} R}$, with correlation factor $r = -0,942$, the sensitivity of resistance sensor is $-2,58 \times 10^{-7} \text{ V} / \Omega$, and the precision of resistance sensor is 98,39 %.

Keywords : creatinine sensor, urine , kidney disorders

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING	iii
HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	iv
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
INTISARI	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	5
1.3. Tujuan Penelitian	5
1.4. Batasan Masalah	5
1.5. Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Studi Pustaka	7
2.2. Landasan Teori	9
2.2.1. Analisis Urin	9
2.2.2. Resistansi	15

2.2.3. Rangkaian Pembagi Tegangan	18
2.2.4. Sensor dan Karakteristiknya	20
2.3. Menjaga Kesehatan Dalam Perspektif Islam	28
BAB III METODE PENELITIAN	31
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	31
3.2. Alat dan Bahan Penelitian	31
3.2.1. Alat Penelitian	31
3.2.2. Bahan Penelitian	32
3.3. Prosedur Penelitian	32
3.3.1. Pengukuran Resistansi Urin	33
3.3.2. Pembuatan Sensor	33
3.3.3. Karakterisasi Sensor	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1. Hasil Penelitian	39
4.1.1. Pengukuran Resistansi Urin	39
4.1.2. Pembuatan Sensor	39
4.1.3. Karakterisasi Sensor	40
4.2. Pembahasan	42
4.2.1. Pengukuran Resistansi Urin	42
4.2.2. Pembuatan Sensor	43
4.2.3. Karakterisasi Sensor	45
4.3. Integrasi-Interkoneksi	48
BAB V PENUTUP	50
5.1. Kesimpulan	50
5.2. Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN	53

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Pedoman Penentuan Kuat Lemahnya Hubungan	23
Tabel 2.2 Nilai-nilai <i>r product moment</i>	25
Tabel 3.1 Alat untuk membuat sensor resistansi	31
Tabel 3.2 Bahan untuk membuat sensor resistansi.....	32

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Penampang sebuah konduktor	15
Gambar 2.2 Rangkaian pembagi tegangan	19
Gambar 2.3 Korelasi positif dan Korelasi negatif	23
Gambar 2.4 Grafik penentuan <i>repeatability error</i>	27
Gambar 3.1 Diagram alir tahapan penelitian secara umum.....	32
Gambar 3.2 Rangkaian pembagi tegangan sebagai sensor.....	34
Gambar 3.3 Blok diagram sensor	34
Gambar 3.4 Diagram alir pembuatan sensor	35
Gambar 4.1 Susunan sensor yang dibuat.....	39
Gambar 4.2 Grafik hubungan hambatan dengan tegangan rata-rata	40

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Data Hasil Pengukuran Resistansi Urin.....	53
Lampiran 2 Pembuatan Sensor	55
Lampiran 3 Data Karakteristik Sensor	58
Lampiran 4 Perhitungan Penentuan Resistor	62
Lampiran 5 Karakterisasi Sensor	63

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sehat merupakan keadaan sejahtera dari badan, jiwa, dan sosial yang memungkinkan setiap orang hidup produktif secara sosial dan ekonomis (Anonim⁴, dalam Nurhasanah, 2015). Tak ada keluhan apapun terhadap tubuh baik seluruh badan serta bagian-bagiannya atas apa yang telah diciptakan-Nya. Dengan kesehatan yang diperoleh hendaknya kita selalu bersyukur atas apa yang sudah diberikan Allah SWT, seperti firman Allah pada Q.S Ibrahim:7

وَإِذْ تَأَذَّنَ رَبُّكُمْ لَئِنْ شَكَرْتُمْ لَأَزِيدَنَّكُمْ وَلَئِنْ كَفَرْتُمْ إِنَّ عَذَابِي لَشَدِيدٌ ۝

Artinya : *"dan (ingatlah juga), tatkala Tuhanmu memaklumkan; "Sesungguhnya jika kamu bersyukur, pasti Kami akan menambah (nikmat) kepadamu, dan jika kamu mengingkari (nikmat-Ku), maka sesungguhnya azab-Ku sangat pedih"*(Al-Jumanatul ‘Ali, 2004).

Ayat diatas menjelaskan bahwa jika kita bersyukur atas semua karunia yang telah diberikan-Nya, maka Allah akan menambah nikmat kepada kita. Salah satu ungkapan rasa syukur atas tubuh beserta organ-organnya yang sudah diberikan Allah kepada kita (manusia) adalah dengan menjaga kesehatan. Dalam menjaga kesehatan tubuh beserta organ-organnya sangat luas cakupannya, salah satu contohnya menjaga kesehatan ginjal dari semua gangguan ginjal yang mungkin terjadi.

Gangguan ginjal atau sering disebut dengan gagal ginjal, adalah penyakit kronis dimana ginjal mengalami kerusakan secara progresif selama periode tertentu sehingga ginjal tidak dapat bekerja secara optimal untuk melakukan berbagai fungsi yang penting. Dalam dunia kedokteran dikenal dua macam jenis gagal ginjal yaitu gagal ginjal akut dan gagal ginjal kronis. Penyakit ginjal kronik (PGK) adalah suatu keadaan menurunnya fungsi ginjal yang bersifat kronik, progresif, dan berlangsung terus menerus. Beberapa tahun pada keadaan ini ginjal kehilangan kemampuannya untuk mempertahankan volume cairan dalam tubuh dalam keadaan asupan diet normal (Rindiastuti dalam Wariant, 2011).

Menurut Majalah *Forbes* Online yang ditulis Langreth pada 14/12/2009, ada 10 macam penyakit dengan biaya pengobatan termahal didunia, salah satunya adalah penyakit ginjal kronis (PGK). Biaya perawatan penderita PGK sangat mahal dengan hasil yang “buruk” khususnya untuk terapi hemodialisis, dimana umumnya prosedur hemodialisis dapat menyebabkan kehilangan zat gizi seperti protein, anemia, dan trauma pada pasien terapi. Biaya penanganan penyakit ini di Amerika telah menghabiskan dana hingga US\$ 35,9 miliar dengan peningkatan biaya per tahun mencapai 9 persen.

Menurut Dirjen Bina Gizi dan Kesehatan Ibu dan Anak, dr. Anung Sugihantono (seperti dikutip dalam media online *Liputan6.com*, 2015) menyebutkan bahwa saat ini jumlah penderita gagal ginjal di Indonesia yang harus menjalani cuci darah atau dialisis sekitar 1.050.000 orang. Hal ini membuat dana yang harus dikeluarkan untuk cuci darah diperkirakan mencapai 1 triliun per minggunya. Meski dialisis dapat memperpanjang hidup pasien, namun akan

mempengaruhi kualitas hidupnya. Selain itu, pasien yang telah berada pada tahap dialisis, beresiko tinggi terkena penyakit kardiovaskular, bahkan kematian. Menurut Spesialis Ginjal dari Gleneagles Hospital, Singapura Dr. Roger Tan (seperti dikutip dari *Health-Liputan6.com*, pada jumat (5/12/2014)), salah satu cara agar kelangsungan hidup pasien gagal ginjal mengalami peningkatan adalah melakukan transplantasi ginjal, dan merupakan pilihan pengobatan terbaik untuk pasien stadium akhir gagal ginjal, karena dapat meningkatkan kualitas hidup mereka setelah transplantasi.

Mengingat begitu besar prevalensi PGK di Indonesia, yang mencapai 100-200 orang per 1 juta penduduk, merasa perlu pemantauan fungsi ginjal. Pemantauan rutin atau memonitoring fungsi ginjal secara teratur, penting dilakuan terutama jika memiliki faktor resiko PGK dalam keluarga, seperti hipertensi dan diabetes. Menurut Dr. Roger Tan, Spesialis Ginjal dari Gleneagles Hospital, Singapura Dr. Roger Tan (seperti dikutip dari *Health-Liputan6.com*, pada jumat (5/12/2014)), banyak penderita PGK yang tidak menyadari dan merasakan kondisi ginjalnya baik-baik saja, dan kemudian baru ketahuan menghadapi penyakit ginjal ketika sudah berada pada tahap akhir atau stadium akhir. Bahkan ketika merasakan sejumlah gejala, biasanya gejala tersebut kurang jelas dan tidak spesifik. Gejala yang paling umum adalah kelelahan, konsentrasi menurun, hilang nafsu makan, mual, badan gatal, kaki bengkak, buang air kecil menurun dan urine berbusa. Hal ini dikarenakan PGK merupakan "*The Silent Disease*".

Monitoring fungsi ginjal dapat dilakukan dengan cara test fungsi ginjal. Test fungsi ginjal berguna untuk mengetahui ada tidaknya kerusakan pada ginjal serta

derajat kerusakannya. Test fungsi ginjal dilakukan guna mendeteksi kelainan bagian-bagian pada organ ginjal seperti glomerulus, tubulus, dan vaskulir. Test klirens kreatinin maupun test klirens urea dilakukan untuk mendeteksi kelainan glomerulus (Anonim¹, 2015). Test konsentrasi atau test kepekatan urine dilakukan untuk analisis kelainan di tubulus. Test ekskresi PSP, klirens PSP, dan klirens PAH dilakukan untuk mendeteksi kelainan pada vaskulair. Kelemahan test klirens kreatinin, test klirens urea, dan klirens PSP, adalah pada penggunaan jarum suntik baik untuk pengambilan sampel darah maupun injeksi bahan. Hal ini akan menyebabkan pasien yang trauma terhadap jarum suntik akan mengalami kesulitan untuk ditest dengan metode ini.

Metode lain untuk menguji kinerja ginjal adalah urinalisis atau analisis urine. Urinalisis adalah suatu metode pemeriksaan urine, terdiri dari pemeriksaan makroskopis (warna, bau, kejernihan, dan berat jenis), mikroskopik atau sedimen urin (eritrosit, leukosit, silinder, sel epitel, kristal, bakteri, dan lain-lain), serta kimia urin (pH, berat jenis, protein, glukosa, keton, bilirubin, urobilinogen, nitrit, dan lain-lain) (Anonim¹, 2015). Kelebihan metode ini adalah lebih mudah dan tidak mengganggu kenyamanan pasien karena tidak menggunakan jarum suntik. Metode urinalisis yang umum saat ini adalah metode urinalisis secara kimiawi dan biologi. Kelemahan metode urinalisis secara kimiawi dan biologi adalah penggunaan berbagai alat dan preparasi bahan lebih kompleks dan rumit, disisi lain penggunaan reagen dan bahan kimia sisa hasil pengujian juga berdampak pada bertambahnya jumlah dan jenis limbah medis yang dihasilkan sehingga menambah permasalahan pencemaran lingkungan.

Penelitian pengembangan instrumen sistem sensor berbasis resistansi dan mikrokontroler Arduino Uno sebagai urin analyzer, diharapkan dapat melengkapai kekurangan dalam metode urinalisis yang ada saat ini. Teknologi sensor dalam pengujian kualitas urin memiliki kelebihan tersendiri, dimana proses analisis dapat dilakukan dengan lebih mudah, murah, cepat, efisien, non traumatik, dan yang lebih penting adalah jumlah dan jenis limbah medis yang dihasilkan relatif sedikit karena hanya menggunakan sampel urin saja dalam prosedur analisisnya.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan masalah dari penelitian ini yakni:

1. Bagaimana membuat sensor kreatinin berbasis resistansi untuk urine analyzer?
2. Bagaimana karakteristik sensor resistansi yang telah dibuat dalam penelitian?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Membuat sensor kreatinin berbasis resistansi untuk urine analyzer.
2. Menganalisis karakteristik sensor resistansi yang telah dibuat dalam penelitian.

1.4. Batasan Masalah

Penelitian ini akan dibatasi dengan beberapa hal, antara lain:

1. Karakterisasi sensor resistansi ini menggunakan resistor;
2. Bahan untuk membuat sensor resistansi, yakni plat *stainless* dan *acrylic* silinder berongga (pipa *acrylic*);

3. Karakterisasi sensor diamati berdasarkan karakteristik statis, meliputi fungsi transfer dan faktor korelasinya, sensitivitas, serta presisi (repeatabilitas);

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat antara lain:

a) Bagi Keilmuan

Dapat mengembangkan teknologi sensor ke dalam bidang medis khususnya dalam analisis urine.

b) Bagi Masyarakat

Memberikan wawasan dan pengetahuan masyarakat untuk lebih mengetahui kesehatan diri sendiri melalui urine.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan pada bab sebelumnya maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Telah berhasil dibuat sensor resistansi untuk urine analyzer dengan memanfaatkan rangkaian pembagi tegangan. Rangkaian pembagi tegangan ini menggunakan empat buah resistor dengan tiga bagian dipasang resistor yang sudah diukur dengan multimeter dan satu buah resistor diganti dengan memasang wadah sampel urine yang akan diuji resistansinya.
2. Hasil karakterisasi statik sensor pada penelitian ini, antara lain memiliki fungsi transfer $V = 3,4686e^{-2,58 \times 10^{-7} R}$, koefisien korelasi $r = -0,942$, memiliki sensitivitas sebesar $-2,58 \times 10^{-7} \text{ V}/\Omega$, mempunyai presisi sebesar 98,39%.

5.2. Saran

1. Diharapkan untuk penelitian selanjutnya pada sensor resistansi menggunakan resistor yang lebih besar nilainya atau setara dengan nilai resistansi cairan yang terukur dalam hal ini urin, untuk mencapai nilai tegangan maksimal 5 volt dan minimal 0 volt.
2. Diharapkan pada penelitian selanjutnya dibangun sistem urine analyzer berbasis sensor resistansi untuk analisis gangguan fungsi ginjal.

DAFTAR PUSTAKA

- 'Ali, Al-Jumanatul. 2004. *Al-Qur'an dan Terjemahannya*. Bandung: CV Penerbit J-ART
- Agus Purnomohadi, Olga Mardisa D, Cevi Cahyana C. 2008. *Penentuan Kadar Kreatinin Serum Ayam Dengan Metode Jaffe*. Laporan Praktikum Biokomia Klinis. Departemen Biokimia. FMIPA. IPB Bogor.
- Anonim¹. 2015. *Uji Fungsi Ginjal*. Diakses pada 17 Oktober 2015 dari <http://www.abclab.co.id/?p=944>.
- Anonim². 2013. *Pengertian Sehat Menurut Ahli WHO*. diakses pada 20 Januari 2016 dari <http://www.pengertianahli.com/2013/10/pengertian-sehat-menurut-ahli-who.html>
- Anwar, Sidiq Choirul. 2012. *Perangkat Sistem Pengukuran Konsentrasi Gas Metana (CH₄) pada Biogas dari Hasil Fermentasi Enceng Gondok (Eichornia Crassipes) Berbasis Sensor TGS 2611*. (Skripsi), Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Kalijaga.
- Astuti E.D., Mahmudi, Qonita A, 2014. *Rancang Bangun Software Pendiagnosis Gangguan ginjal Melalui Citra Iris Mata Menggunakan Algoritma Backpropagation*. Jurnal PPKM 1 (2015) : 26-33
- Desideria, Benedikta, 2015. *Ini Dia Salah Satu Penyebab Munculnya Gagal Ginjal*. Diakses pada 12 Oktober 2015 dari <http://health.liputan6.com/read/2186300/ini-dia-salah-satu-penyebab-munculnya-gagal-ginjal>.
- Dewi, Astika Rusma. 2013. *Rancang Bangun Sistem Deteksi Kualitas Air Berbasis Transduser Konduktivitas Listrik Double Probe Menggunakan IC Ne555*. (Skripsi). Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Dwiatmaja, Anggara Wahyu. 2013. *Rancang Bangun Sistem Deteksi Daging Ayam Tiren Berbasis Resistansi dan Mikrokontroler ATmega8*. (Skripsi). Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Fraden, Jacob. 2003. *Handbook of Modern Sensor Physics, design, and Aplication*, Third Edition. United states of America: Springer-Verlag.
- Hunchiff, S. 1996. *Phsysiology for nursing Practice*. London:Ballere Tindal
- Langreth, Robert. 2009. In Depth: Most Expensive Diseases. **Majalah Forbes** Online. Diakses dari http://www.forbes.com/2009/12/14/most-expensive-diseases-lifestyle-health-costs-treatments_slide.html. Pada 20 November 2015.

- Manggisankita, 2010. Pentingnya Menjaga Kesehatan Menurut Islam. Diakses dari <http://manggisankita.blogspot.co.id/2010/06/pentingnya-menjaga-kesehatan-menurut.html> pada 14 Desember 2015.
- Morris, Alan S. 2001. *Measurement and Instrumentation Principles*, Third Edition. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Nurhasanah, Fitri Yani. 2015. *Rancang Bangun Sensor Konduktivitas Listrik Double Probe yang Telah Dilapisi Perak*. (Skripsi). Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Riswanto. 2010. *Urinalisis 1*. Diakses pada 17 Oktober 2015 dari <http://labkesehatan.blogspot.co.id/2010/02/urinalisis-1.html>.
- Sasrawan, Hedi. 2013. *15 Zat yang Terkandung dalam Urine*. Diakses pada 17 Oktober 2015 dari <http://hedisasrawan.blogspot.co.id/2013/09/15-zat-yang-terkandung-dalam-urine.html>.
- Sugiyono. 2007. *Statistika untuk Penelitian*. Penerbit : Alfabeta, Jakarta.
- Suryono. 2012. *Workshop Peningkatan Mutu Penelitian Dosen dan Mahasiswa. Program Studi Fisika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta*.
- Tippler, P. A. 2001. *Fisika untuk Sains dan Teknik (Jilid 2)*. Penerbit: Erlangga, Jakarta.
- Wahdah, Rihaul. 2013. *Kadar Amonia (NH_3) pada Urin Bayi Laki-laki dan Bayi Perempuan yang Berusia Kurang dari Enam Bulan dan Kaitannya Dengan Perbedaan Hukum Kenajisannya Menurut Islam*. (Skripsi). Jurusan Ilmu Pendidikan Kimia, Fakultas Ilmu Tarbiah dan Keguruan, IAIN Walisongo Semarang.
- Warianto, Chaidar. 2011. *Gagal Ginjal*. Diakses pada 12 Oktober 2015 dari http://skp.unair.ac.id/repository/Guru-Indonesia/GagalGinjal_ChaidarWarianto_20.pdf.
- Young, Hugh D. dan Roger A. Freedman. 2001. *Fisika Universitas (Edisi Kesepuluh Jilid 2)*. Penerjemah : Pantur Silaban. Penerbit : Erlangga, Jakarta.

LAMPIRAN

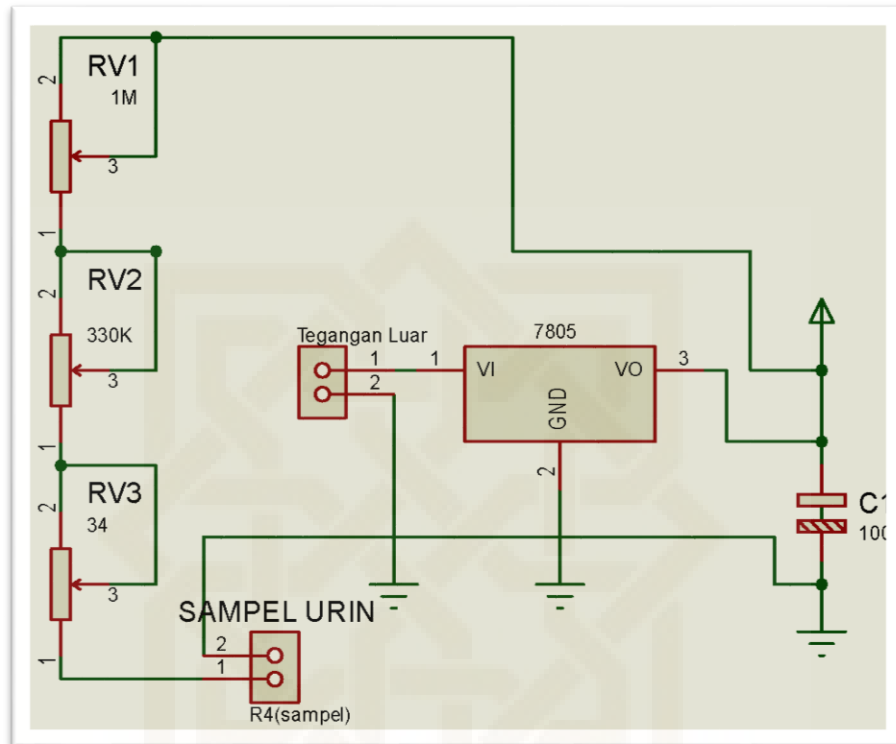
Lampiran 1

Hasil Pengukuran Resistansi Urin

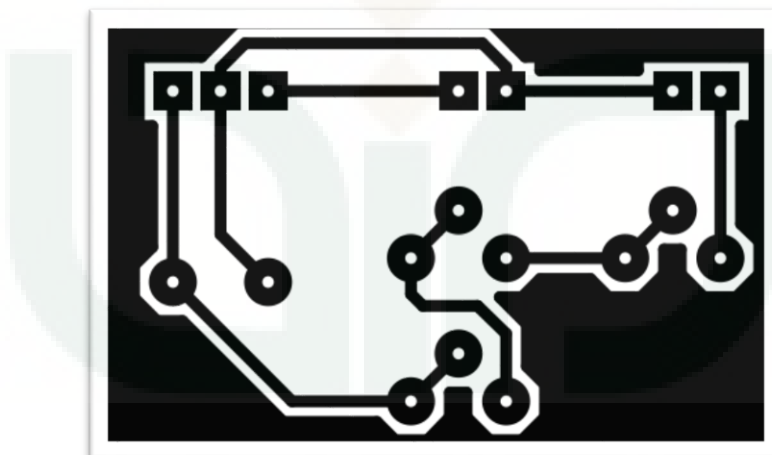
SAMPLE	Resistansi(Ω)	
FRS	1.638	1.532
	1.569	1.767
	1.482	1.619
	1.499	1.604
	1.581	1.676
AHM	1.241	1.108
	1.213	1.091
	1.190	1.091
	1.185	1.085
	1.166	1.083
RNF	1.270	1.221
	1.230	1.170
	1.180	1.157
	1.191	1.186
	1.177	1.162
SAMPLE	Resistansi(Ω)	
FHR	1.309	1.213
	1.293	1.271
	1.290	1.269
	1.272	1.232
	1.270	1.247
ADL	1.255	1.048
	1.264	1.123
	1.264	1.135
	1.267	1.130
	1.264	1.138
AZD	1.392	1.291
	1.363	1.291
	1.348	1.266
	1.347	1.299
	1.337	1.267
SAMPLE	Resistansi(Ω)	
ANG	1.340	1.303
	1.325	1.273
	1.300	1.271
	1.279	1.254
	1.260	1.249
FAR	1.100	1.053
	1.171	1.254
	1.070	1.192
	1.047	1.185
	1.055	1.170
TRA	1.446	1.302
	1.424	1.282
	1.402	1.264
	1.392	1.251
	1.361	1.258
SAMPLE	Resistansi(Ω)	
FZA	0.917	0.953
	0.958	0.959
	0.951	0.948
	0.941	0.961
	0.930	0.959
AGN	1.435	1.458
	1.403	1.319
	1.385	1.306
	1.326	1.333
	1.323	1.320
ANS	1.278	1.098
	1.240	1.073
	1.240	1.074
	1.243	1.078
	1.239	1.930
SAMPLE	Resistansi(Ω)	
IKW	0.958	1.019
	0.984	0.970
	0.934	0.957
	1.026	0.956
	0.994	0.984
AGS	1.130	1.303
	1.100	1.262
	1.126	1.270
	1.116	1.245
	1.135	1.253
AWN	1.259	1.158
	1.240	1.143
	1.244	1.148
	1.253	1.145
	1.278	1.165

NUN	1.799	1.310	AND	1.509	1.482	TGW	1.247	1.230	SRQ	1.230	1.372	SHR	1.209	1.379
	1.806	1.330		1.465	1.442		1.229	1.268		1.251	1.288		1.164	1.320
	1.802	1.333		1.476	1.414		1.210	1.250		1.178	1.281		1.161	1.326
	1.789	1.330		1.455	1.393		1.208	1.271		1.201	1.266		1.177	1.305
	1.786	1.337		1.433	1.400		1.178	1.227		1.161	1.264		1.173	1.278
RFN	1.999	1.990	WIN	1.187	1.268	MUN	1.171	1.274	ACM	1.016	1.246	UNM	0.938	0.977
	1.987	1.990		1.159	1.268		1.151	1.241		1.037	1.096		0.934	0.955
	1.999	1.990		1.140	1.233		1.030	1.222		1.027	1.077		0.950	0.933
	1.999	1.758		1.121	1.229		1.070	1.203		0.971	1.070		0.950	0.909
	1.991	1.743		1.093	1.190		1.079	1.209		1.041	1.057		0.972	0.935
PRI	1.126	1.171	ZND	1.106	1.232	WHY	1.281	1.414	ADP	1.321	1.485	MNZ	1.393	1.409
	1.093	1.155		1.083	1.181		1.247	1.396		1.300	1.450		1.384	1.360
	1.069	1.125		1.036	1.168		1.235	1.356		1.291	1.447		1.330	1.388
	1.073	1.115		1.031	1.137		1.207	1.356		1.263	1.436		1.302	1.415
	1.049	1.084		1.064	1.127		1.203	1.324		1.268	1.424		1.310	1.404

Lampiran 2

Pembuatan Sensor

Skema rangkaian



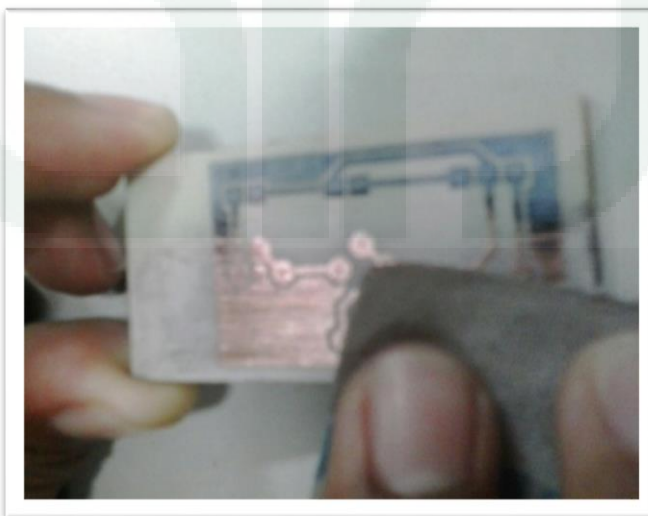
Layout PCB



Penempelan Layout



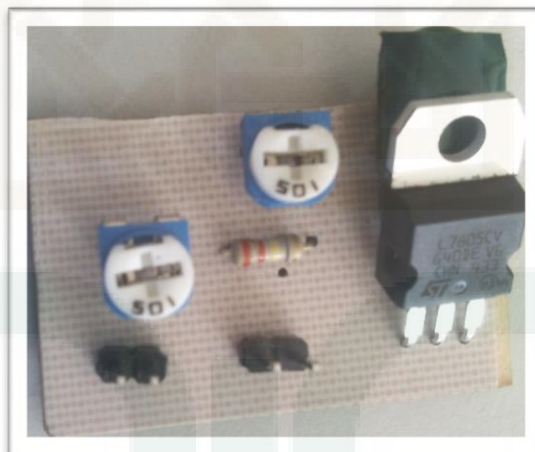
Pelarutan PCB



Pembersihan Layout yang menempel



Pengeboran PCB



Pemasangan komponen

Lampiran 3

Data Karakteristik Sensor

No.	R(Ω)	V1(V)	V2(V)	V3(V)	V4(V)	V5(V)	V6(V)	V7(V)	V8(V)	V9(V)	V10(V)	Vmin(V)	Vmax(V)	Vrata2(V)	Vmax-Vmin(V)
1	1.00	3.645	3.645	3.645	3.645	3.645	3.645	3.645	3.645	3.645	3.645	3.645	3.645	3.645	0.000
2	2.30	3.643	3.630	3.630	3.630	3.630	3.630	3.630	3.640	3.643	3.640	3.630	3.643	3.635	0.013
3	3.30	3.639	3.641	3.641	3.641	3.641	3.640	3.641	3.641	3.641	3.641	3.639	3.641	3.641	0.002
4	3.30	3.642	3.642	3.641	3.641	3.640	3.640	3.642	3.640	3.642	3.643	3.640	3.643	3.641	0.003
5	4.10	3.641	3.640	3.630	3.641	3.641	3.641	3.630	3.640	3.630	3.640	3.630	3.641	3.637	0.011
6	4.80	3.642	3.642	3.640	3.642	3.630	3.630	3.630	3.640	3.640	3.630	3.630	3.642	3.637	0.012
7	5.80	3.644	3.644	3.644	3.644	3.644	3.640	3.640	3.644	3.645	3.640	3.640	3.645	3.643	0.005
8	7.10	3.643	3.642	3.643	3.643	3.643	3.644	3.644	3.644	3.644	3.644	3.642	3.644	3.643	0.002
9	9.90	3.645	3.645	3.645	3.645	3.645	3.645	3.645	3.645	3.645	3.645	3.645	3.645	3.645	0.000
10	12.00	3.643	3.643	3.643	3.643	3.643	3.640	3.640	3.642	3.642	3.642	3.640	3.643	3.642	0.003
11	18.00	3.640	3.640	3.640	3.640	3.640	3.644	3.630	3.644	3.644	3.640	3.630	3.644	3.640	0.014
12	19.70	3.644	3.640	3.640	3.640	3.644	3.644	3.630	3.643	3.640	3.644	3.630	3.644	3.641	0.014
13	21.90	3.630	3.630	3.630	3.630	3.630	3.630	3.641	3.640	3.640	3.641	3.630	3.641	3.634	0.011
14	30.20	3.644	3.640	3.640	3.640	3.640	3.640	3.640	3.640	3.644	3.640	3.640	3.644	3.641	0.004
15	32.50	3.642	3.640	3.640	3.642	3.630	3.630	3.642	3.630	3.640	3.630	3.630	3.642	3.637	0.012
16	38.30	3.646	3.646	3.646	3.646	3.646	3.646	3.646	3.646	3.646	3.646	3.646	3.646	3.646	0.000
17	47.10	3.644	3.644	3.644	3.644	3.640	3.640	3.644	3.640	3.640	3.640	3.640	3.644	3.642	0.004
18	81.20	3.642	3.642	3.642	3.642	3.643	3.642	3.641	3.642	3.642	3.642	3.641	3.643	3.642	0.002
19	81.70	3.646	3.646	3.646	3.645	3.645	3.645	3.645	3.646	3.645	3.645	3.645	3.646	3.645	0.001
20	120.80	3.645	3.645	3.644	3.645	3.645	3.645	3.645	3.645	3.645	3.645	3.644	3.645	3.645	0.001
21	147.30	3.645	3.645	3.645	3.646	3.645	3.645	3.646	3.645	3.645	3.645	3.645	3.646	3.645	0.001

Lanjutan

No.	R(Ω)	V1(V)	V2(V)	V3(V)	V4(V)	V5(V)	V6(V)	V7(V)	V8(V)	V9(V)	V10(V)	Vmin(V)	Vmax(V)	Vrata2(V)	Vmax-Vmin(V)
22	197.40	3.630	3.645	3.584	3.645	3.645	3.645	3.645	3.645	3.645	3.645	3.584	3.645	3.637	0.061
23	302.40	3.640	3.630	3.630	3.642	3.642	3.643	3.630	3.630	3.630	3.630	3.630	3.643	3.635	0.013
24	391.20	3.778	3.778	3.778	3.778	3.778	3.778	3.778	3.778	3.778	3.778	3.778	3.778	3.778	0.000
25	465.00	3.641	3.641	3.641	3.641	3.640	3.641	3.641	3.641	3.641	3.641	3.640	3.641	3.641	0.001
26	558.00	3.641	3.641	3.641	3.642	3.640	3.641	3.641	3.641	3.641	3.641	3.640	3.642	3.641	0.002
27	666.00	3.644	3.644	3.644	3.644	3.644	3.644	3.644	3.644	3.644	3.644	3.644	3.644	3.644	0.000
28	976.00	3.641	3.641	3.641	3.641	3.641	3.641	3.641	3.641	3.641	3.641	3.641	3.641	3.641	0.000
29	1180.00	3.639	3.639	3.639	3.639	3.640	3.639	3.639	3.639	3.639	3.639	3.639	3.640	3.639	0.001
30	1212.00	3.630	3.630	3.630	3.630	3.630	3.630	3.639	3.630	3.630	3.630	3.630	3.639	3.631	0.009
31	1457.00	3.638	3.638	3.630	3.638	3.639	3.638	3.638	3.638	3.658	3.638	3.630	3.658	3.639	0.028
32	1470.00	3.638	3.638	3.638	3.638	3.638	3.637	3.638	3.638	3.637	3.630	3.630	3.638	3.637	0.008
33	1498.00	3.641	3.640	3.641	3.640	3.641	3.641	3.641	3.641	3.641	3.641	3.640	3.641	3.641	0.001
34	1770.00	3.641	3.639	3.641	3.640	3.640	3.640	3.640	3.640	3.641	3.640	3.639	3.641	3.640	0.002
35	1966.00	3.630	3.630	3.630	3.630	3.630	3.630	3.630	3.638	3.630	3.630	3.630	3.638	3.631	0.008
36	2165.00	3.630	3.636	3.636	3.630	3.630	3.630	3.630	3.630	3.630	3.630	3.630	3.636	3.631	0.006
37	2648.00	3.635	3.635	3.635	3.636	3.635	3.636	3.636	3.635	3.635	3.635	3.635	3.636	3.635	0.001
38	3244.00	3.632	3.632	3.633	3.625	3.633	3.633	3.633	3.633	3.633	3.633	3.625	3.633	3.632	0.008
39	3333.00	3.633	3.634	3.634	3.635	3.634	3.634	3.634	3.634	3.635	3.630	3.630	3.635	3.634	0.005
40	3870.00	3.620	3.620	3.629	3.630	3.629	3.629	3.620	3.629	3.629	3.629	3.320	3.630	3.626	0.010
41	4570.00	3.629	3.629	3.629	3.629	3.629	3.629	3.629	3.629	3.629	3.629	3.629	3.629	3.629	0.000
42	5520.00	3.628	3.620	3.620	3.629	3.629	3.620	3.620	3.626	3.627	3.620	3.620	3.629	3.624	0.009
43	6920.00	3.626	3.625	3.626	3.625	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.625	3.626	3.626	0.001
44	8110.00	3.610	3.610	3.610	3.610	3.610	3.610	3.610	3.622	3.622	3.622	3.610	3.622	3.614	0.012

Lanjutan

No.	R(Ω)	V1(V)	V2(V)	V3(V)	V4(V)	V5(V)	V6(V)	V7(V)	V8(V)	V9(V)	V10(V)	Vmin(V)	Vmax(V)	Vrata2(V)	Vmax-Vmin(V)
45	14840.00	3.601	3.601	3.601	3.601	3.601	3.601	3.601	3.601	3.602	3.602	3.601	3.602	3.601	0.001
46	17920.00	3.592	3.592	3.592	3.592	3.592	3.592	3.592	3.592	3.592	3.592	3.592	3.592	3.592	0.000
47	19900.00	3.584	3.585	3.584	3.585	3.584	3.585	3.585	3.585	3.385	3.585	3.385	3.585	3.565	0.200
48	27050.00	3.565	3.565	3.565	3.565	3.565	3.565	3.565	3.565	3.565	3.565	3.565	3.565	3.565	0.000
49	29740.00	3.561	3.561	3.561	3.561	3.561	3.561	3.561	3.562	3.561	3.561	3.561	3.562	3.561	0.001
50	32930.00	3.549	3.549	3.549	3.549	3.549	3.549	3.549	3.549	3.549	3.549	3.549	3.549	3.549	0.000
51	38200.00	3.534	3.534	3.534	3.534	3.534	3.534	3.534	3.534	3.534	3.534	3.534	3.534	3.534	0.000
52	45900.00	3.513	3.513	3.513	3.513	3.513	3.513	3.513	3.513	3.513	3.513	3.513	3.513	3.513	0.000
53	55600.00	3.487	3.487	3.487	3.488	3.488	3.488	3.487	3.487	3.487	3.488	3.487	3.488	3.487	0.001
54	55900.00	3.486	3.486	3.486	3.486	3.486	3.486	3.486	3.486	3.486	3.486	3.486	3.486	3.486	0.000
55	68700.00	3.451	3.450	3.450	3.451	3.450	3.451	3.451	3.451	3.450	3.451	3.450	3.451	3.451	0.001
56	82500.00	3.418	3.418	3.418	3.418	3.418	3.419	3.419	3.419	3.419	3.419	3.418	3.419	3.419	0.001
57	118000.00	3.329	3.329	3.329	3.329	3.329	3.329	3.329	3.329	3.329	3.329	3.329	3.329	3.329	0.000
58	179100.00	3.190	3.190	3.190	3.190	3.190	3.189	3.190	3.190	3.190	3.190	3.189	3.190	3.190	0.001
59	198200.00	3.147	3.147	3.147	3.147	3.147	3.148	3.148	3.147	3.147	3.147	3.147	3.148	3.147	0.001
60	200300.00	3.139	3.139	3.139	3.139	3.139	3.139	3.139	3.139	3.138	3.318	3.138	3.318	3.157	0.180
61	218800.00	3.099	3.099	3.099	3.099	3.099	3.099	3.098	3.098	3.099	3.099	3.098	3.099	3.099	0.001
62	220300.00	3.095	3.095	3.095	3.096	3.096	3.096	3.096	3.096	3.096	3.096	3.095	3.096	3.096	0.001
63	274700.00	2.991	2.990	2.991	2.990	2.990	2.991	2.988	2.990	2.990	2.990	2.988	2.991	2.990	0.003
64	302400.00	2.936	2.935	2.935	2.935	2.935	2.935	2.935	2.935	2.935	2.936	2.935	2.936	2.935	0.001
65	463000.00	2.658	2.658	2.658	2.658	2.658	2.658	2.658	2.658	2.658	2.658	2.658	2.658	2.658	0.000
66	561000.00	2.518	2.519	2.518	2.518	2.518	2.519	2.519	2.519	2.518	2.519	2.518	2.519	2.519	0.001
67	689000.00	2.350	2.350	2.350	2.350	2.350	2.350	2.350	2.350	2.349	2.349	2.349	2.350	2.350	0.001

Lanjutan

No.	R(Ω)	V1(V)	V2(V)	V3(V)	V4(V)	V5(V)	V6(V)	V7(V)	V8(V)	V9(V)	V10(V)	Vmin(V)	Vmax(V)	Vrata2(V)	Vmax-Vmin(V)
68	822000.00	2.202	2.202	2.202	2.202	2.202	2.202	2.202	2.202	2.202	2.202	2.202	2.202	2.202	0.000
69	1011000.00	2.018	2.019	2.018	2.018	2.018	2.018	2.018	2.017	2.018	2.018	2.017	2.019	2.018	0.002
70	2230000.00	1.312	1.312	1.313	1.313	1.312	1.312	1.313	1.313	1.313	1.313	1.312	1.313	1.313	0.001
71	2268000.00	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	0.000
72	3302000.00	1.006	1.006	1.006	1.005	1.005	1.005	1.004	1.005	1.004	1.005	1.004	1.006	1.005	0.002
73	4570000.00	0.782	0.782	0.782	0.782	0.782	0.782	0.782	0.782	0.783	0.782	0.782	0.783	0.782	0.001
74	10460000.00	0.390	0.390	0.390	0.390	0.390	0.390	0.390	0.391	0.392	0.391	0.390	0.392	0.390	0.002
Σ Σ rata- rata	28632161.30 386921.10														

Lampiran 4

Perhitungan Penentuan Resistor

Penentuan nilai resistor R_1 , R_2 , dan R_3 yang digunakan untuk pembuatan sensor resistansi, dilakukan dengan memvariasikan nilai dari ketiga variabel resistor tersebut. Variasi variabel resistor dilakukan agar nilai V_{de} mempunyai nilai maksimum dengan R_4 sebesar $0.5 \text{ M}\Omega$ dan nilai V_{de} minimum R_4 sebesar $2 \text{ M}\Omega$. Untuk R_2 ditetapkan nilainya sebesar $330 \text{ k}\Omega$.

$$V_{de} = \frac{R_1}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4} V_0$$

$$V_{de} = \frac{10090000,00}{1009000,00 + 330000,00 + 34,00 + 500000,00} 5,00$$

$$V_{de} = \frac{10090000,00}{1839034,00} 5,00$$

$$V_{de} = 2.743 \text{ V}$$

$$V_{de} = \frac{R_1}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4} V_0$$

$$V_{de} = \frac{10090000,00}{1009000,00 + 330000,00 + 34,00 + 2000000,00} 5,00$$

$$V_{de} = \frac{10090000,00}{3339034,0000000} 5,00$$

$$V_{de} = 1.511 \text{ V}$$

Lampiran 5

Karakterisasi Sensor

Grafik yang dihasilkan pada proses karakterisasi yakni hubungan antara hambatan dengan tegangan rata-rata, membentuk garis melengkung mendekati persamaan eksponensial, sehingga untuk menghitung persamaan ini digunakan pemisalan untuk menyelesaikannya.

$$x = R$$

untuk persamaan eksponensial

$$y = Vr$$

$$y = ae^{bx}$$

$$\ln y = \ln ae^{bx}$$

$$\ln y = \ln a + bx \ln e$$

misal :

$$r = \ln y$$

$$M = \ln a$$

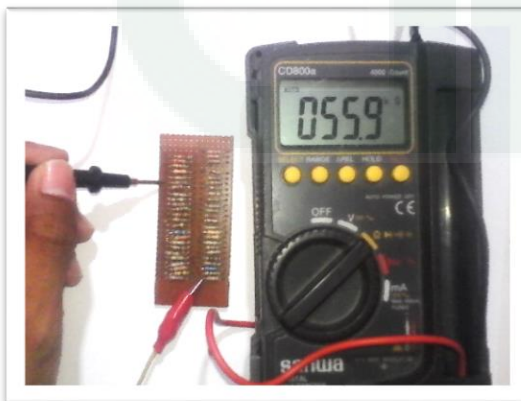
$$r = M + Ns$$

$$s = x$$

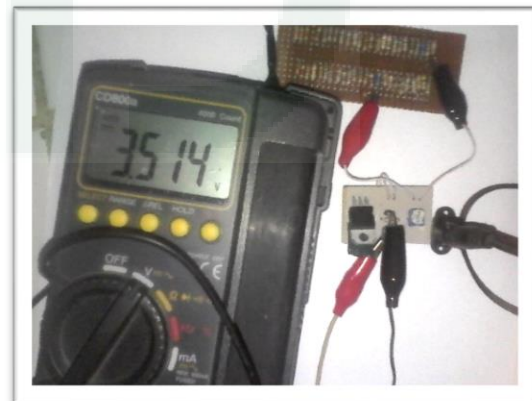
$$N = b$$

Pengambilan data untuk karakterisasi sensor

Pengukuran nilai hambatan



Pengukuran nilai tegangan sensor



Tabel bantu perhitungan untuk karakterisasi sensor

No	R	Vr	ln (Vr)	(ln(Vr)*R)	R ²	ln (Vr) ²
1	1.00	3.645	1.293	1.293	1.00	1.673
2	2.30	3.635	1.291	2.968	5.29	1.666
3	3.30	3.641	1.292	4.264	10.89	1.670
4	3.30	3.641	1.292	4.264	10.89	1.670
5	4.10	3.637	1.291	5.294	16.81	1.667
6	4.80	3.637	1.291	6.198	23.04	1.667
7	5.80	3.643	1.293	7.498	33.64	1.671
8	7.10	3.643	1.293	9.179	50.41	1.671
9	9.90	3.645	1.293	12.804	98.01	1.673
10	12.00	3.642	1.293	15.510	144.00	1.671
11	18.00	3.640	1.292	23.256	324.00	1.669
12	19.70	3.641	1.292	25.457	388.09	1.670
13	21.90	3.634	1.290	28.258	479.61	1.665
14	30.20	3.641	1.292	39.026	912.04	1.670
15	32.50	3.637	1.291	41.963	1056.25	1.667
16	38.30	3.646	1.294	49.546	1466.89	1.673
17	47.10	3.642	1.293	60.878	2218.41	1.671
18	81.20	3.642	1.293	104.954	6593.44	1.671
19	81.70	3.645	1.293	105.667	6674.89	1.673
20	120.80	3.645	1.293	156.237	14592.64	1.673
21	147.30	3.645	1.293	190.511	21697.29	1.673
22	197.40	3.637	1.291	254.875	38966.76	1.667
23	302.40	3.635	1.291	390.280	91445.76	1.666
24	391.20	3.778	1.329	519.981	153037.44	1.767
25	465.00	3.641	1.292	600.900	216225.00	1.670
26	558.00	3.641	1.292	721.080	311364.00	1.670
27	666.00	3.644	1.293	861.193	443556.00	1.672
28	976.00	3.641	1.292	1261.244	952576.00	1.670
29	1180.00	3.639	1.292	1524.217	1392400.00	1.669
30	1212.00	3.631	1.290	1562.884	1468944.00	1.663
31	1457.00	3.639	1.292	1882.020	2122849.00	1.669
32	1470.00	3.637	1.291	1898.004	2160900.00	1.667
33	1498.00	3.641	1.292	1935.803	2244004.00	1.670
34	1770.00	3.640	1.292	2286.811	3132900.00	1.669
35	1966.00	3.631	1.290	2535.173	3865156.00	1.663
36	2165.00	3.631	1.290	2791.785	4687225.00	1.663
37	2648.00	3.635	1.291	3417.533	7011904.00	1.666
38	3244.00	3.632	1.290	4184.058	10523536.00	1.664
39	3333.00	3.634	1.290	4300.683	11108889.00	1.665

Lanjutan						
No	R	Vr	ln (Vr)	(ln(Vr)*R)	R ²	ln (Vr) ²
40	3870.00	3.596	1.280	4952.912	14976900.00	1.638
41	4570.00	3.629	1.289	5890.534	20884900.00	1.661
42	5520.00	3.594	1.279	7061.547	30470400.00	1.637
43	6920.00	3.626	1.288	8913.860	47886400.00	1.659
44	8110.00	3.614	1.285	10419.851	65772100.00	1.651
45	14840.00	3.601	1.281	19013.180	220225600.00	1.642
46	17920.00	3.592	1.279	22914.468	321126400.00	1.635
47	19900.00	3.565	1.271	25296.165	396010000.00	1.616
48	27050.00	3.565	1.271	34384.988	731702500.00	1.616
49	29740.00	3.561	1.270	37771.031	884467600.00	1.613
50	32930.00	3.549	1.267	41711.307	1084384900.00	1.604
51	38200.00	3.534	1.262	48224.840	1459240000.00	1.594
52	45900.00	3.513	1.256	57671.990	2106810000.00	1.579
53	55600.00	3.487	1.249	69446.722	3091360000.00	1.560
54	55900.00	3.486	1.249	69805.402	3124810000.00	1.559
55	68700.00	3.451	1.239	85096.220	4719690000.00	1.534
56	82500.00	3.419	1.229	101421.219	6806250000.00	1.511
57	118000.00	3.329	1.203	141915.291	13924000000.00	1.446
58	179100.00	3.190	1.160	207759.746	32076810000.00	1.346
59	198200.00	3.147	1.146	227226.314	39283240000.00	1.314
60	200300.00	3.157	1.150	230269.329	40120090000.00	1.322
61	218800.00	3.099	1.131	247480.190	47873440000.00	1.279
62	220300.00	3.096	1.130	248963.444	48532090000.00	1.277
63	274700.00	2.990	1.095	300871.600	75460090000.00	1.200
64	302400.00	2.935	1.077	325596.334	91445760000.00	1.159
65	463000.00	2.658	0.978	452616.744	214369000000.00	0.956
66	561000.00	2.519	0.924	518286.581	314721000000.00	0.854
67	689000.00	2.350	0.854	588692.161	474721000000.00	0.730
68	822000.00	2.202	0.789	648858.883	675684000000.00	0.623
69	1011000.00	2.018	0.702	709830.098	1022121000000.00	0.493
70	2230000.00	1.313	0.272	607261.548	4972900000000.00	0.074
71	2268000.00	1.298	0.261	591550.234	5143824000000.00	0.068
72	3302000.00	1.005	0.005	16468.862	10903204000000.00	0.000
73	4570000.00	0.782	-0.246	-1123765.461	20884900000000.00	0.060
74	10460000.00	0.390	-0.942	-9849225.327	109411600000000.00	0.887
Σx			Σy	Σxy	Σx^2	Σy^2
28632161.300			84.652	-4225523.642	154431937570375.000	107.577

1. Fungsi transfer dan faktor korelasinya.

Fungsi transfer diperoleh dengan mencari nilai variabel a (*intersep*) dan b (*slope*) kemudian memasukkan ke dalam persamaan umum fungsi transfer dalam bentuk eksponensial.

Menentukan nilai b

$$N = \frac{n\sum s_i r_i - \sum s_i \sum r_i}{n\sum s_i^2 - (\sum s_i)^2}$$

$$N = \frac{74(-4225523.642) - 28632161.300 * 84.652}{74 * 154431937570375.00 - 819800660709218.00}$$

$$N = \frac{-2736472446.20390}{10608162719498600.00}$$

$$N = -2.58 \times 10^{-7}$$

$$N = b$$

$$b = -2.58 \times 10^{-7}$$

Menentukan nilai a

$$M = \frac{\sum r_i \sum s_i^2 - \sum s_i \sum s_i r_i}{n\sum s_i^2 - (\sum s_i)^2}$$

$$M = \frac{84.652 * 154431937570375.00 - 28632161.300 * (-4225523.642)}{74 * 154431937570375.00 - 819800660709218.00}$$

$$M = \frac{13194033647910700.00}{10608162719498600.00}$$

$$M = 1.243$$

Persamaan fungsi transfer

$$M = \ln a$$

$$y = ae^{bx}$$

$$1.243 = \ln a$$

$$y = 3.4686e^{-2.58 \times 10^{-7}x}$$

$$a = 3.4686$$

$$\text{atau } V = 3.4686e^{-2.58 \times 10^{-7}R}$$

Untuk faktor korelasi dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan:

$$r_{rs} = \frac{n\sum sr - \sum s \sum r}{\sqrt{n\sum s^2 - (\sum s)^2} \sqrt{n\sum r^2 - (\sum r)^2}}$$

$$r_{rs} = \frac{-312688749.516255000 - 2423783696.6876500000}{\left(\sqrt{11427963380207800.00 - 819800660709218.000000} \right) * \sqrt{7960.7236669722 - 7166.04375903596}}$$

$$r_{rs} = \frac{-2736472446.2039}{2903462376.76739000}$$

$$r_{rs} = -0.942$$

2. Sensitivitas

Sensitivitas sensor didapatkan dari variabel *slope* (b) didalam fungsi transfer, sehingga nilai sensitivitas sensor sebesar $-2.58 \times 10^{-7} \text{ V}/\Omega$.

3. Presisi

Menentukan persentase *error*

$$\delta_r = \frac{\Delta}{FS} \times 100\%$$

$$\delta_r = \frac{0.061}{3.778} \times 100\%$$

$$\delta_r = 1.61\%$$

Menentukan persentase presisi

$$\text{Presisi} = 100\% - \delta_r$$

$$\text{Presisi} = 100\% - 1.61\%$$

$$\text{Presisi} = 98,39\%$$