

**RANCANG BANGUN ALAT DETEKSI
BAKSO DAGING TERKONTAMINASI BORAKS
DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR CAHAYA TSL230
BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA8**

SKRIPSI

**Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Mencapai Derajat Sarjana S-1
Program Studi Fisika**



Oleh:

Tria Yulli Andariska
08620009

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIGAJA
YOGYAKARTA
2013**



PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nomor : UIN.02/D.ST/PP.01.1/1298/2013

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Rancang Bangun Alat Deteksi Bakso Daging Terkontaminasi Boraks Dengan Menggunakan Sensor Cahaya TSL230 Berbasis Mikrokontroler ATMega8

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :
Nama : Tria Yulli Andariska
NIM : 08620009
Telah dimunaqasyahkan pada : 18 April 2013
Nilai Munaqasyah : A-
Dan dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

TIM MUNAQASYAH :

Ketua Sidang

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

Penguji I

Retno Rahmawati, M.Si
NIP.19821116 200901 2 006

Penguji II

Tatik Juwariyah, M.Sc.

Yogyakarta, 10 Mei 2013
UIN Sunan Kalijaga
Fakultas Sains dan Teknologi
Dekan



Prof. Drs. H. Akh. Minhaji, M.A, Ph.D
NIP. 19580919 198603 1 002



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi

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 : Tria Yulli Andariska

NIM : 08620009

Judul Skripsi : Rancang Bangun Alat Deteksi Bakso Daging Sapi Terkontaminasi Boraks Dengan Menggunakan Sensor Cahaya TSL230 Berbasis Mikrokontroler ATmega8

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 Sains.

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, 4 April 2013

Pembimbing

Frida Agung Rakhmadi, M.Sc.

NIP.19780510-200501-1-003

PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya 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 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, 5 April 2013



Tria Yulli Andariska
NIM. 08620009

PERSEMBAHAN

- ✓ **ALLAH SWT**, Atas Karunia dan rahmat yang telah diberikan kepada hamba sampai saat ini.
- ✓ **Nabi Besar Muhammad S.A.W**, sebagai suri tauladan dalam menjalani kehidupan di setiap tindakan.
- ✓ **Almamaterku, UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta** tempat aku berkarya dan menuntut ilmu.
- ✓ **Ibunda Rosniar** tercinta dan **Ayahanda Mujiono Eska**, terimakasih pelajaran hidup yang telah diberikan kepada ananda, kasih sayang ibunda dan ayahanda tak akan mampu ananda balas dengan apapun dan sampai kapanpun.
- ✓ Abangku **Eko Derry Moeriska, S.T**, Kakakku **Dwi Merry Yoesika, S.K.M**, Kedua adikku **Caturi Yunny Noesika** dan **Panca Selly Inariska**, Ponaanku **Muhammad Wildan Khairan**, Abang ipar ku **Mustaryono, S.S**.
- ✓ Keluarga besar **di Aceh, Jakarta, Medan, Pacitan**. Yang tidak dapat di sebutkan satu persatu,
- ✓ Bang **Taufiq Suhada, S.Kom**. makasih atas semua bantuannya dalam penyelesaian skripsi ini.
- ✓ **Mas Andik, Mas Haris, Mb Ila, Mas Afief, Mas Nurdianto, Mas Rian, Mas Sidiq** semoga kita semua diberi kemudahan dalam setiap urusan, Aamiin
- ✓ Temen- temen **Fisika 08**, Anis, Ella, Sita, Rentang, Farida, Zaenal, Huda, Kholis, Angga, Nasrudin, Aulia, Fransisko, Dani, dan Rohim. Semoga selalu kompak untuk sukses bersama.
- ✓ Keluarga Besar **Asrama Lut Tawar Yogyakarta Beserta Ipemah Lutyo**.

Motto :

Tugas kita bukanlah untuk berhasil.

Tugas kita adalah untuk mencoba,

karena

didalam mencoba itulah kita menemukan dan belajar membangun kesempatan
untuk berhasil

Banyak kegagalan dalam hidup ini

dikarenakan

orang-orang tidak menyadari betapa dekatnya mereka dengan keberhasilan saat
mereka menyerah

Jenius Adalah 1 % inspirasi dan 99 % keringat,

Tidak ada yang dapat menggantikan kerja keras.

KATA PENGANTAR



السلام عليكم ورحمة الله وبركاته

Puji syukur alhamdulillah penulis senantiasa panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah memberi segala kenikmatan bagi manusia untuk dapat hidup di dunia dan nikmat yang terbesar yaitu nikmat iman serta islam, penulis dapat bersyukur dan bertafakur atas segala karunia yang Allah SWT berikan hingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul Rancang Bangun Alat Deteksi Bakso Daging Terkontaminasi Boraks Dengan Menggunakan Sensor Cahaya TSL230 Berbasis Mikrokontroler ATmega8. Sholawat beserta salam kepada junjungan kita baginda Rasul Muhammad SAW, yang telah memberi penerangan di kegelapan sehingga kita tidak buta akan rahmat yang diberikan Allah SWT.

Dengan hati yang tulus penulis ucapkan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya atas semua bantuan yang diberikan kepada penulis mulai dari persiapan hingga skripsi ini selesai dikerjakan. Perkenankan penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Musa Asyarie, selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Bapak Prof. Drs. H. Akh. Minhaji, M.A.,Ph.D selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.

3. Ibu Nita Handayani, M.Si selaku Ketua Program Studi Fisika, dan sekaligus selaku Penasehat Akademik, terima kasih atas dukungan dan semangat yang telah ibu berikan kepada penulis.
4. Bapak Frida Agung Rakhmadi, M.Sc selaku Dosen Pembimbing dalam penulisan skripsi ini, terima kasih atas kesabaran dan keikhlasan bapak dalam membimbing serta memberikan banyak inspirasi dan motivasi kepada penulis.
5. Ibu Retno Rahmawati, M.Si selaku Dosen Penguji I, terima kasih atas saran dan koreksi yang telah ibu berikan kepada penulis.
6. Ibu Tatik Juwariah, M.Sc selaku Dosen Penguji II, terima kasih atas saran, koreksi, motivasi dan semangat yang telah ibu berikan kepada penulis.
7. Dosen Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah mengajarkan dan membagikan ilmunya.
8. Seluruh Staf dan Karyawan di bagian Tata Usaha Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
9. Laboran Fisika Pak Agung, Pak Win, dan Mas Ikhwan yang menyediakan waktunya untuk selalu berbagi ilmu serta ikut serta memfasilitasi penelitian ini.
10. Ayahanda Mujiono Eska dan Ibunda Rosniar tercinta yang dengan tulus memberikan kasih sayang yang tak terhingga, selalu sabar dan iklas dalam menasihati, selalu memberi doa restu serta dukungan penuh atas segala impian dan cita-cita yang ingin penulis capai.

11. Abangku tersayang Eko Derry Mueriska, S.T, yang selalu memberi dukungan dan semangat penuh atas skripsi ini.
12. Kakakku tersayang Dwi Merry Yoesika, S.KM, yang tiada henti memberi dukungan baik moral, material dan doanya selama ini.
13. Kedua adikku tersayang Caturi Yunny Noesika, Panca Selly Inariska, yang telah memberikan dukungan dan semangat penuh atas skripsi ini.
14. Seluruh teman-teman senasib dan seperjuangan, Fisika'08 yang selalu memberikan semangat untuk sukses bersama, serta semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyelesaian laporan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Dengan segala keterbatasan penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini. Untuk itu Saran dan kritik yang konstruktif dari semua pihak, sangat penulis harapkan demi perbaikan dan peningkatan skripsi ini. Akhirnya penulis hanya bisa mendoakan semoga Allah SWT membalas semua kebaikan-kebaikan mereka selama ini. Aamiin....

وَالسَّلَامُ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

Yogyakarta, 5 April 2013
Penulis

**RANCANG BANGUN ALAT DETEKSI
BAKSO DAGING TERKONTAMINASI BORAKS
DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR CAHAYA TSL230 BERBASIS
MIKROKONTROLER ATMEGA8**

Tria Yulli Andariska
0862009

ABSTRAK

Telah berhasil dibuat seperangkat alat deteksi bakso daging terkontaminasi boraks dengan menggunakan sensor cahaya TSL230 berbasis mikrokontroler ATmega8. Alat deteksi ini mampu mendeteksi ada tidaknya bakso daging sapi terkontaminasi boraks yang ditampilkan pada LED dan *buzzer*. Sistem pada alat deteksi agar dapat bekerja dengan baik diperlukan adanya kestabilan alat deteksi serta menentukan tingkat persentase keberhasilan alat deteksi pada sampel uji. Perancangan alat deteksi ini menggunakan Sensor cahaya TSL230 berfungsi sebagai detektor. Mikrokontroler ATmega8 sebagai pengontrol sistem dari sinyal masukan dan keluaran. Hasil penelitian ini menunjukkan kestabilan alat deteksi lebih stabil pada kadar boraks $\geq 3\%$ yakni stabil pada detik keempat dan detik kelima setelah alat deteksi menyala. Tingkat keberhasilan pengujian alat deteksi pada sampel uji bakso daging sapi menunjukkan bahwa alat deteksi bekerja dengan baik pada kadar boraks $\geq 4\%$ dengan persentase 100%.

Kata Kunci: *Bakso, Sensor Cahaya TSL230, LED, Buzzer, dan Mikrokontroler ATmega8.*

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI	iii
HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	iv
PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
ABSTRAK	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian.	5
1.4. Batasan Penelitian	6
1.5. Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Penelitian yang Relevan.....	7
2.2. Landasan Teori.....	8
2.2.1. Bakso.....	8
2.2.2. Boraks	9
2.2.3 Cahaya dan Sensor Cahaya TSL230	12
2.2.4. Mikrokontroler ATmega8.....	23
2.2.5. Kestabilan Alat Deteksi.....	28
BAB III METODE PENELITIAN	29
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	29
3.2. Alat dan Bahan.....	29
3.2.1. Alat dan bahan yang digunakan untuk membuat alat deteksi.....	29

3.2.2. Alat dan bahan yang digunakan untuk membuat bakso.....	30
3.3. Prosedur Kerja Penelitian.....	32
3.3.1. Pembuatan sistem akuisisi data.....	33
3.3.2. Kestabilan alat deteksi.....	38
3.3.3. Pembuatan sampel.....	39
3.3.4. Pengambilan data sampel latihan.....	41
3.3.5. Pengolahan data sampel latihan.....	42
3.3.6. Analisis data sampel latihan.....	43
3.3.7. Implementasi alat deteksi pada sampel uji.....	46
BAB IV PEMBAHASAN	47
4.1. Hasil Penelitian	47
4.1.1. Alat deteksi bakso terkontaminasi boraks.....	47
4.1.2 Kestabilan alat deteksi.....	48
4.1.3 Pengolahan data sampel latihan.....	51
4.1.4 Analisis data sampel latihan	51
4.1.5 Implementasi alat deteksi pada sampel uji.....	51
4.2. Pembahasan.....	52
BAB V PENUTUP	62
5.1. Kesimpulan	62
5.2. Saran.....	63
DAFTAR PUSTAKA	64
LAMPIRAN	67

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Spektrum cahaya tampak	18
Tabel 2.2 Keterangan struktur sensor cahaya TSL230	22
Tabel 3.1 Alat untuk membuat alat deteksi.....	29
Tabel 3.2 Bahan untuk membuat alat deteksi	30
Tabel 3.3 Alat untuk membuat bakso	30
Tabel 3.4 Bahan untuk membuat bakso normal.....	31
Tabel 3.5 Bahan untuk membuat bakso boraks	31
Tabel 3.6 Tabel distribusi uji-t.....	45
Tabel 3.7 Implementasi alat deteksi pada sampel uji.....	47
Tabel 4.1 Range frekuensi dari data sampel latihan dengan ketebalan 3cm	51
Tabel 4.2 Analisis menggunakan uji-t	51
Tabel 4.3 Persentase keberhasilan pengujian alat deteksi.....	51

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Bakso daging sapi dan bakso daging sapi	9
Gambar 2.2 Bentuk boraks.....	9
Gambar 2.3 Cahaya dapat merambat lurus	13
Gambar 2.4 Pemantulan teratur dan pemantulan baur.....	15
Gambar 2.5 Cahaya dapat dibiaskan.....	16
Gambar 2.6 Cahaya dapat diuraikan.....	17
Gambar 2.7 Radiasi elektromagnetik.....	18
Gambar 2.8 Ilustrasi intensitas cahaya.....	20
Gambar 2.9 Sensor cahaya TSL230.....	22
Gambar 2.10 Diagram blok cara kerja sensor cahaya TSL230.....	23
Gambar 2.11 Mikrokontroler ATmega8.....	24
Gambar 2.12 Konfigurasi pin mikrokontroler ATmega8.....	24
Gambar 3.1 Diagram alir prosedur penelitian.....	32
Gambar 3.2 Desain blok perangkat keras	33
Gambar 3.3 Diagram alir prosedur pembuatan perangkat keras.....	34
Gambar 3.4 Diagram alir prosedur pembuatan perangkat lunak akuisisi data	37
Gambar 3.5 Diagram alir prosedur pembuatan bakso.....	39
Gambar 3.6 Diagram alir prosedur pengambilan data	41
Gambar 4.1 Alat deteksi bakso terkontaminasi boraks.....	47
Gambar 4.2 Grafik kestabilan alat deteksi sebelum ada sampel bakso.....	48
Gambar 4.3 Grafik kestabilan alat deteksi pada sampel bakso normal.....	48
Gambar 4.4 Grafik kestabilan alat deteksi pada sampel bakso boraks 1%	49
Gambar 4.5 Grafik kestabilan alat deteksi pada sampel bakso boraks 2%	49
Gambar 4.6 Grafik kestabilan alat deteksi pada sampel bakso boraks 3%	49
Gambar 4.7 Grafik kestabilan alat deteksi pada sampel bakso boraks 4%	50
Gambar 4.8 Grafik kestabilan alat deteksi pada sampel bakso boraks 5%	50
Gambar 4.9 Diagram batang variasi ketebalan	56

Gambar 4.10 Pemantulan yang dihasilkan dari kadar bakso 4%	60
Gambar 4.11 Pemantulan yang dihasilkan dari kedua kadar bakso 3%	61

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Proses pembuatan alat deteksi	67
Lampiran 2 Scrip program mikrokontroler dengan software CV AVR versi 2.04....	73
Lampiran 3 Hasil akuisisi data pada bakso	80
Lampiran 4 Hasil implementasi	89
Lampiran 5 Data sheet sensor cahaya TSL230	92
Lampiran 6 Data sheet mikrokontroler ATmega8	95

DAFTAR TABEL LAMPIRAN

	Halaman
Tabel 3.1 Data akuisisi bakso.....	80
Tabel 3.2 Data kestailan alat deteksi.....	82
Tabel 3.3 Hasil Perhitungan kestabilan alat dengan standar deviasi	82
Tabel 3.4 Ketebalan pada sampel bakso 5%	84
Tabel 3.5 Data Selisih Bakso	85
Tabel 4.1 Implementasi alat deteksi pada sampel bakso normal	89
Tabel 4.2 Implementasi alat deteksi pada sampel bakso boraks 1%.....	89
Tabel 4.3 Implementasi alat deteksi pada sampel bakso boraks 2%.....	89
Tabel 4.4 Implementasi alat deteksi pada sampel bakso boraks 3 %.....	90
Tabel 4.5 Implementasi alat deteksi pada sampel bakso boraks 4%.....	90
Tabel 4.6 Implementasi alat deteksi pada sampel bakso boraks 5%.....	90

DAFTAR GAMBAR LAMPIRAN

	Halaman
Gambar 1.aPembuatan desain skema rangkaian.....	67
Gambar 1.bProses penempelan skematik pada PCB polos.....	67
Gambar 1.cPelarutan PCB	68
Gambar 1.dPengeboran PCB	68
Gambar 1.ePemasangan komponen pada PCB	68
Gambar 1.fProses penyolderan rangkaian pada PCB	69
Gambar 1.gPengecekan rangkaian	69
Gambar 2.a Proses pengolahan daging dan tepung.....	70
Gambar 2.b Adonan bakso yang siap cetak	70
Gambar 2.cProses pencetakan bakso	70
Gambar 2.d Proses pemasakan bakso	71
Gambar 2.eIndikasi keluaran pada alat deteksi bakso terkontaminasi boraks.....	71
Gambar 2.f Indikasi keluaran pada alat deteksi bakso tidak terkontaminasi boraks .	72

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Makanan yang dikonsumsi manusia sehari-hari pada umumnya memerlukan pengolahan terlebih dahulu salah satunya daging. Daging sering diolah untuk meningkatkan nilai ekonomis, masa simpan, dan selera konsumsi masyarakat melalui penganekaragaman produk seperti dendeng, abon, sosis, dan bakso. Bakso adalah produk olahan daging yang banyak dikonsumsi dan merupakan bahan pangan yang sangat populer dimasyarakat, sehingga konsumsi protein hewani melalui produk ini dapat meningkatkan gizi masyarakat.

Pada proses pengolahan bakso sering ditambahkan bahan tambahan makanan (BTM) tertentu, antara lain *Sodium Tri Poli Phosfat* (STTP), putih telur (*albumen*), dan soda kue (NaHCO_3) yang berfungsi sebagai bahan pengental. STTP berfungsi sebagai pengemulsi dalam adonan bakso sehingga menghasilkan tekstur bakso yang lebih baik dan kenyal. Putih telur merupakan bahan pengental alami, sedangkan soda kue merupakan bahan pengental sintesis yang diizinkan (Kamaludin, 2009).

Selain bahan pengental alami dan sintesis tersebut, ada juga produsen bakso yang masih menggunakan bahan pengental yang dilarang seperti boraks. Hal ini dilakukan oleh produsen untuk mengejar keuntungan yang lebih besar, karena bahan tersebut sangat murah dan mudah didapat, padahal bahan tersebut sangat tidak aman bila dikonsumsi dan berbahaya bagi

kesehatan manusia. Dalam ilmu gizi, syarat makanan yang aman bagi kesehatan adalah makanan dengan gizi lengkap dan seimbang. Makanan yang aman adalah makanan yang bebas dari kuman dan bahan kimia berbahaya. Tanda-tanda umum makanan yang tidak aman bagi kesehatan antara lain berlendir, berjamur, aroma, dan rasa atau warna makanan berubah serta dalam pengolahannya ditambahkan bahan tambahan berbahaya salah satunya boraks (Lusa, 2009).

Boraks merupakan kristal putih yang lunak, bila ditambahkan dalam daging akan menghasilkan produk yang kesat dan kenyal teksturnya. Padahal sejatinya boraks merupakan salah satu elemen pada bahan solder, bahan pembersih, pengawet kayu, antiseptik, dan pengontrol kecoa (Putri, 2011). Boraks disalahgunakan untuk pangan khususnya pada bakso dengan tujuan dapat memperpanjang daya awet, mengenyalkan makanan, memperbaiki tekstur, dan warna. Boraks bersifat sangat beracun sehingga sangat berbahaya jika terhirup, mengenai kulit, dan tertelan. Bahaya yang ditimbulkan bukan hanya dalam jangka pendek tetapi juga jangka panjang (Winarno, 1994). Boraks merupakan salah satu bahan yang dilarang digunakan dalam pangan sebagai bahan tambahan makanan (BTM) menurut Peraturan Undang-Undang Nomor 7 tahun 1996 Tentang Pangan (Lailia, 2007).

Islam memerintahkan kepada umat manusia untuk mengonsumsi makanan yang halal dan baik, agar tidak membahayakan tubuh kita. Bahkan perintah ini disejajarkan dengan bertaqwa kepada Allah SWT, sebagai sebuah perintah yang sangat tegas dan jelas. Perintah ini juga ditegaskan dalam Q.S Al- Baqarah:168, yakni:

يَأْتِيهَا النَّاسُ كُلُّوْا مِمَّا فِي الْأَرْضِ حَلَالًا طَيِّبًا وَلَا تَتَّبِعُوا خُطُوَاتِ الشَّيْطَانِ
إِنَّهُ لَكُمْ عَدُوٌّ مُّبِينٌ

“Hai sekalian manusia, makanlah yang halal lagi baik dari apa yang terdapat di bumi, dan janganlah kamu mengikuti langkah–langkah syaitan, karena sesungguhnya syaitan itu adalah musuh yang nyata bagimu” (Nizam, 2012).

Dari berbagai penelitian yang telah dilakukan diperoleh data bahwa boraks didapati kebanyakan pada bakso. Di DKI Jakarta Badan Pengawasan Obat dan Makanan (BPOM) menemukan 26% bakso mengandung boraks baik di swalayan, pasar tradisional, dan pedagang makanan jajanan. Pada pedagang bakso dorongan ditemukan 7 dari 13 pedagang menggunakan boraks dengan kandungan antara 0,01-0,6% (Thalita, 2012).

Secara kasat mata bakso yang terkontaminasi boraks sangat sukar untuk dibedakan oleh konsumen. Oleh karena itu, untuk membantu konsumen membedakan bakso yang terkontaminasi boraks dan bakso yang tidak terkontaminasi perlu adanya alat yang dapat mendeteksi bakso yang terkontaminasi boraks.

Pada saat ini untuk mendeteksi bakso terkontaminasi boraks dilakukan dengan menggunakan metode *spot test*. Namun demikian metode ini membutuhkan biaya yang mahal disebabkan metode ini hanya dapat dilakukan di laboratorium, sedangkan untuk menguji sampel ke laboratorium tidak semua orang bebas melakukannya, hanya instansi dalam kasus tertentu seperti pendaftaran produk oleh produsen, penelitian mahasiswa, keperluan instansi pemerintah, swasta, dan penyelidikan pihak berwajib yang dapat melakukan uji sampel di laboratorium dan membutuhkan biaya yang mahal. Berdasarkan wawancara di Balai Besar Pengawasan Obat Dan Makanan yang peneliti lakukan biaya yang dikeluarkan untuk mengujikan sampel sebesar Rp. 300.000,00 (Tiga Ratus Ribu Rupiah), oleh karena itu perlu dibuat alat deteksi bakso terkontaminasi boraks yang portabel dan murah harganya.

Alat deteksi ini dibuat dengan mengimplementasikan sensor cahaya TSL230 sebagai pendeteksi (detektor) yang berkerja berdasarkan perubahan pantulan intensitas cahaya dari objek yang di deteksi (bakso). Penelitian ini menggunakan sensor cahaya TSL230 dikarenakan oleh adanya perubahan sifat objek yang diteliti (bakso) ketika diberikan tambahan boraks, bakso akan berubah warna sehingga mempengaruhi perubahan intensitas cahaya dari objek tersebut, Perubahan warna pada bakso tidak begitu signifikan akan sangat sulit untuk membedakannya secara kasat mata, oleh sebab itu pada penelitian ini digunakan sensor cahaya TSL230 dimana sensor cahaya TSL230 ini memiliki kepekaan dalam merespon perubahan cahaya dengan skala ukuran nano.

Penelitian ini juga menggunakan mikrokontroler ATmega8 yang berfungsi sebagai pengontrol sistem. Alat ini memiliki kelebihan dalam sistem komunikasi yaitu memberikan informasi berupa perubahan pantulan intensitas cahaya dari bakso yang ditangkap oleh sensor cahaya TSL230. Diharapkan penelitian ini merupakan suatu langkah pengembangan ilmu Fisika dalam pendeteksian boraks kaitannya dengan penanggulangan masalah penggunaan bahan tambahan pangan berbahaya dalam makanan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan suatu masalah yang relevan dengan judul yang ada yaitu :

1. Bagaimanakah membuat seperangkat alat deteksi bakso daging terkontaminasi boraks dengan menggunakan sensor cahaya TSL230 berbasis mikrokontroler ATmega8?
2. Bagaimanakah kestabilan alat deteksi bakso daging terkontaminasi boraks dengan menggunakan sensor cahaya TSL230?
3. Bagaimanakah tingkat keberhasilan (persentase keberhasilan) alat deteksi dalam mengenali bakso daging terkontaminasi boraks?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang telah dilakukan, diantaranya yaitu :

1. Membuat alat pendeteksi bakso daging yang terkontaminasi boraks dengan menggunakan sensor cahaya TSL230 berbasis mikrokontroler ATmega8.
2. Mengetahui kestabilan alat deteksi bakso daging terkontaminasi boraks dengan menggunakan sensor cahaya TSL230.
3. Mengetahui tingkat keberhasilan (persentase keberhasilan) alat deteksi dalam mengenali bakso daging terkontaminasi boraks.

1.4 Batasan Penelitian

Penelitian ini dibatasi pada pembuatan alat deteksi bakso daging sapi terkontaminasi boraks yang portabel. Alat yang akan dibuat memiliki spesifikasi sebagai berikut:

1. Sensor yang digunakan adalah sensor cahaya TSL230 yang memiliki respon terhadap perubahan intensitas cahaya pada bakso daging sapi.
2. Sistem yang digunakan berbasis mikrokontroler ATmega8 yang berfungsi untuk mengontrol operasi sistem.
3. Sistem yang akan dibuat menggunakan *Light Emiting Diode* (LED) dan *Buzzer* sebagai indikasi adanya kandungan boraks.

1.5 Manfaat penelitian

Alat pendeteksi bakso daging sapi terkontaminasi boraks yang menggunakan sensor cahaya TSL230 berbasis mikrokontroler ATmega8 yang akan dikembangkan ini diharapkan dapat menjadi alat bantu bagi masyarakat dalam mendeteksi bakso daging sapi yang mengandung boraks yang dapat merusak kesehatan, sehingga alat deteksi ini diharapkan juga dapat membantu dalam penanggulangan masalah penggunaan bahan tambahan pangan berbahaya dalam makanan.

BAB V

Penutup

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diberikan pada bab sebelumnya, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Telah dibuat seperangkat alat deteksi bakso daging sapi terkontaminasi boraks dengan menggunakan sensor cahaya TSL230 berbasis mikrokontroler ATmega8 yang mampu mendeteksi ada atau tidaknya bakso daging sapi yang terkontaminasi boraks.
2. Kestabilan alat deteksi pada kadar boraks $\geq 3\%$ lebih stabil yakni pada detik keempat dan detik kelima setelah alat deteksi menyala.
3. Tingkat keberhasilan pengujian alat deteksi pada sampel uji bakso daging sapi menunjukkan bahwa alat deteksi bekerja dengan baik pada kadar boraks $\geq 4\%$ dengan persentase 100%.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah diperoleh disadari bahwa alat deteksi bakso terkontaminasi boraks dengan menggunakan sensor cahaya TSL230 berbasis mikrokontroler ATmega8 yang telah dibuat masih memiliki banyak kekurangan. Oleh sebab itu, untuk mengembangkannya menjadi alat yang lebih sempurna disarankan untuk dilakukan beberapa hal sebagai berikut:

1. Menggunakan sensor cahaya yang memiliki sensitivitas lebih tinggi.

2. Mengaplikasikan alat deteksi ini pada produk makanan lain, seperti tahu, lontong, dan mie basah.
3. Mengkaji tentang hubungan frekuensi keluaran dengan variasi ketebalan dan mencari nilai koefisien serapan dari masing-masing ketebalan bahan (sampel).

DAFTAR PUSTAKA

- Asmawati, N.A. 2005. *Identifikasi penambahan boraks pada bakso daging sapi di pasar kota batu.*(Skripsi), Jurusan Agroindustri, Universitas Muhamadiyah Malang.
- Agus. 2012. *Boraks Dalam Makanan.* Diakses 30 Mei 2012 dari <http://portal.mbandung.com/artikel/boraks-dalam-makanan-kita.html>
- Atmel. 2012. Data sheet. *Mikrokontroler ATmega8.* Diakses Selasa 22 Mei 2012 dari <http://www.atmel.com/Images/doc2486.pdf>
- Chang X.W., and Paige C.C., 2004, *Computation of A Test Statistic in Data Quality Control*, 5th Workshop of The ERCIM Working Group On Matrix Computations and Statistics, Prague.
- Fraden, J. 2003. *Hanbook of Modern Sensor Physics, Designs, and Applications*, Third Edition. United States of America: Springer-Verlag.
- Gani, C.M.A. 2011. Sensor Fotodioda. Jurusan Fisika. Laboratorium Bidang Instrumentasi Dan Elektronika. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- Hasan, M. I., 1999. *Pokok-Pokok Materi Statistik 1*, Bumi Aksara. Jakarta
- Kamaludin, A. 2009. *analisis kadar formalin dalam bakso dari produsen bakso di beberapa kecamatan di kodya yogyakarta.*(Thesis). Program pascasarjana. Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta.
- Lailia, S. 2007. *Penggunaan Bahan Tambahan Pangan (Pengawet) Dalam Makanan Ditinjau Dari Perspektif Hukum Positif Dan Hukum Islam.*(Skripsi). Universitas Muhamadiyah Malang.
- Lestari, C.I, 2008. *Observasi Sanitasi Makanan di Kantin Fkg Usu dan Kantin Pasca Sarjana Usu.* Diakses 1 juni 2012 dari <http://sommelus.wordpress.com>
- Lusa, 2009. *Konsep gizi seimbang.* Diakses tanggal 30 Maret 2012 dari <http://www.lusa.web.id/konsep-gizi-seimbang/>
- Montgomery, D.C. 1984. *Design and Analysis of Experiments.* Canada: John Wiley and Sons, Inc.
- Morris, A.S. 2001. *Measurement and Instrumentation Principles, Third Edition.* Oxford. Auckland. Boston. Johannesburg. Melbourne. New Delhi

- MUI. 2003. *Lembaga Pengkajian Pangan Obat-obatan dan Kosmetika*. . diakses 17 Februari 2011 dari <http://www.article.manager.htm>
- Murtono dan Handayani, 2008. *Optika*. Prodi Fisika dan pendidikan Fisika. UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Nadila,A.I., 2010.*Gelombang elektromagnet*. Diakses 30 Mei 2012 dari <http://nadictator.blogspot.com>
- Nizam, A. 2012.*Makanan yang Halal dan Baik Halallan Toyiban*.Diakses 12 Desember 2012 dari<http://syiarislam.wordpress.com>
- Nurohman, sabar. 2010. *Mengapa Langit Berwarna Biru*. Diakses pada 29 Pril 2013 dari <http://shobru.wordpress.com/sains/mengapa-langit-berwarana-biru/>
- Putri, P. 2011. *Identifikasi borak dalam makanan*. Jurusan Kesehatan Lingkungan Prodi DIII Kesehatan Lingkungan. Politeknik Kesehatan Kemenkes Semarang.
- Saputra, D. Dkk. 2012. Laporan praktikum. *Sehatkah makananku*. Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar. Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan.Universitas Bengkulu, Bengkulu.
- Sandoro, rona. 2013. *Cahaya*. Diakses pada 29 April 2013 dari <http://sciencearsippe.wordpress.com/science-grade8dan>
http://belajar.kemdiknas.go.id/file_storage/modul_online/MO_104/Image/Z9.jpg
- Sayer M. dan Mansingh A. 2000. *Measurement, Instrumentation and Experiment design in Physics and Engineering*. Prentice Hall of India. New Delhi.
- Setiawan, S. 2008. *Mudah dan menyenangkan belajar mirokontoler*. Andi: Yogyakarta.
- Situngkir, F. 2008. *Pengendalian lampu pada ruangan berbasis mikrokontroler AT89S51*. (Skripsi). Jurusan Fisika. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sumatra Utara. Medan.
- Susiana, 2007.*Boraks Ada Dalam Makanan Kita*.Diakses selasa 22 Mei 2012 dari <http://www.suaramerdeka.com/harian/0709/03/ragam05.htm>
- Sugiyatmi, S. 2006. *Analisis Faktor-Faktor Risiko Pencemaran Bahan Toksik Boraks Dan Pewarna Pada Makanan Jajanan Tradisional Yang Dijual*

Di Pasar-Pasar Kota Semarang Tahun 2006. (Thesis). Pasca sarjana Magister Kesehatan Lingkungan. Universitas Diponegoro. Semarang.

Suryono, 2012. *Workshop Fisika Elektronika dan Instrumentasi.* UIN Sunan Kalijaga. Yogyakarta

Sutrisno. 1987. *Elektronika 2. Teori dan Penerapannya.* Bandung: penerbit ITB. Bandung

Taosinc, 2011. Data Sheet. *Light To Frequency.* Diakses pada 30 April 2012 dari <http://www.taosinc.com>

Thalita, R. 2012 *Pertumbuhan Industri Makanan Dan Minuman.* Diakses 30 April 2012 dari <http://www.mediaindonesia.com/>

Tugino, 2012. *Sifat-Sifat Cahaya.* Diakses pada 29 April 2013 dari <http://mastugino.blogspot.com>

Urip. 2012. *Rumus Kimia Boraks Dan Cara Menggambarkannya.* Madrasah Aliyah Negeri. Kalimantan Tengah.

Winarno FG, Rahayu TS. 1994. *Bahan Tambahan Untuk Makanan dan Kontaminan.* Pustaka Sinar Harapan: Jakarta.

Yosi, 2011. *Cara Membuat Bakso Sapi dan Kuahnya Yang Nikmat.* Diakses pada 29 April 2013 dari <http://endramaulana.com/cara-membuat-bakso-sapi.html>

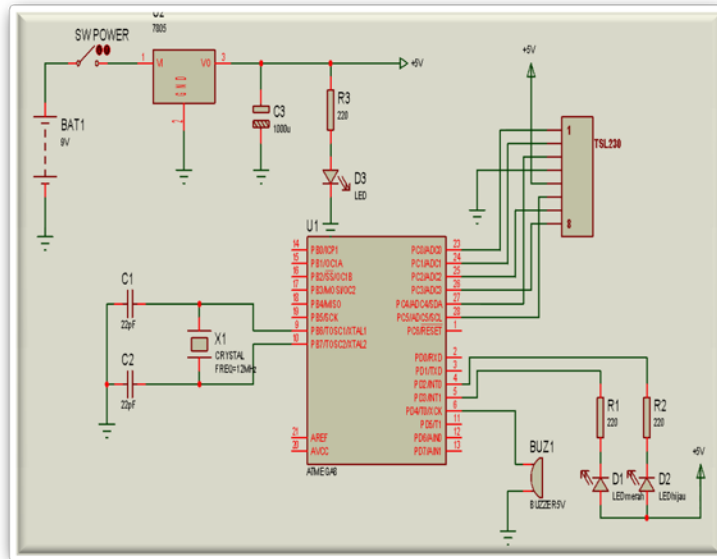
LAMPIRAN

Lampiran 1

PROSES PEMBUATAN ALAT DETEKSI

1. Pembuatan PCB

a. Pembuatan Desain skematik rangkaian



b. Proses penempelan skematik pada PCB polos



c. Pelarutan PCB



d. Pengeboran PCB



e. Pemasangan Komponen pada PCB



f. Proses Peyolderan rangkaian Pada PCB



g. Pengecekan Rangkaian



2. Proses Pembuatan Sampel Bakso

- a. Proses pengolahan daging dan tepung



- b. Adonan bakso yang siap cetak



- c. Proses pencetakan bakso



d. Proses pemasakan bakso



e. Indikasi keluaran pada alat deteksi bakso terkontaminasi boraks



- f. Indikasi keluaran pada alat deteksi bakso yang tidak terkontaminasi boraks



Lampiran 2

Script Program Mikrokontroler Dengan *software CV AVR* versi 2.04

/******

This program was produced by the
CodeWizardAVR V2.04.4a Advanced
Automatic Program Generator
© Copyright 1998-2009 Pavel Haiduc, HP InfoTech s.r.l.
<http://www.hpinfotech.com>

Project :
Version :
Date : 8/7/2012
Author : NeVaDa
Company :
Comments:

Chip type : ATmega8
Program type : Application
AVR Core Clock frequency : 12.000000 MHz
Memory model : Small
External RAM size : 0
Data Stack size : 256

*****/

```
#include <mega8.h>
```

```
// Standard Input/Output functions
```

```
#include <stdio.h>
```

```
#include <delay.h>
```

```
#define s0 PORTC.3
```

```
#define s1 PORTC.2
```

```
#define s2 PORTC.1
```

```
#define s3 PORTC.0
```

```
#define eo PORTC.5
```

```
#define out_tsl PINC.4
```

```
#define led_hijau PORTD.2
```

```
#define led_merah PORTD.3
```

```
#define buzzer PORTD.4
```

```
#define start PINB.2
```

```
unsigned int waktu;  
unsigned int frekuensi;  
float rata_rata_data;  
unsigned int data[10];  
float data_selisih[10];  
float perhitungan_selisih;  
float data_pembanding;  
float nilai_borak, nilai_normal;
```

```

bit k;
unsigned char x;

// Timer 0 overflow interrupt service routine
interrupt [TIM0_OVF] void timer0_ovf_isr(void)
{
// Place your code here
waktu++;
if(waktu>47060){waktu=0;};
}

// Declare your global variables here

void main(void)
{
// Declare your local variables here

// Input/Output Ports initialization
// Port B initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In
Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=P State1=T
State0=T
PORTB=0x04;
DDRB=0x00;

// Port C initialization
// Func6=Out Func5=Out Func4=In Func3=Out Func2=Out Func1=Out
Func0=Out
// State6=1 State5=1 State4=P State3=1 State2=1 State1=1 State0=1
PORTC=0x7F;
DDRC=0x6F;

// Port D initialization
// Func7=In Func6=Out Func5=Out Func4=Out Func3=In Func2=In
Func1=In Func0=In
// State7=T State6=1 State5=1 State4=0 State3=T State2=T State1=T
State0=T
PORTD=0xEF;
DDRD=0xFF;

// Timer/Counter 0 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: 12000.000 kHz
TCCR0=0x01;
TCNT0=0x00;

// Timer/Counter 1 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer1 Stopped

```

```
// Mode: Normal top=FFFFh
// OC1A output: Discon.
// OC1B output: Discon.
// Noise Canceler: Off
// Input Capture on Falling Edge
// Timer1 Overflow Interrupt: Off
// Input Capture Interrupt: Off
// Compare A Match Interrupt: Off
// Compare B Match Interrupt: Off
TCCR1A=0x00;
TCCR1B=0x00;
TCNT1H=0x00;
TCNT1L=0x00;
ICR1H=0x00;
ICR1L=0x00;
OCR1AH=0x00;
OCR1AL=0x00;
OCR1BH=0x00;
OCR1BL=0x00;

// Timer/Counter 2 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer2 Stopped
// Mode: Normal top=FFh
// OC2 output: Disconnected
ASSR=0x00;
TCCR2=0x00;
TCNT2=0x00;
OCR2=0x00;

// External Interrupt(s) initialization
// INT0: Off
// INT1: Off
MCUCR=0x00;

// Timer(s)/Counter(s) Interrupt(s) initialization
TIMSK=0x01;

// USART initialization
// Communication Parameters: 8 Data, 1 Stop, No Parity
// USART Receiver: On
// USART Transmitter: On
// USART Mode: Asynchronous
// USART Baud Rate: 9600
UCSRA=0x00;
UCSRB=0x18;
UCSRC=0x86;
UBRRH=0x00;
UBRRL=0x4D;
```

```

// Analog Comparator initialization
// Analog Comparator: Off
// Analog Comparator Input Capture by Timer/Counter 1: Off
ACSR=0x80;
SFIOR=0x00;

// Global enable interrupts
#asm("sei")
eo=1;

//blok pengambilan data sampel
if(start==0) //program data mentah
{
led_hijau=0;
led_merah=0;
delay_ms(1000);
for(;;)
{
if(start==0)
{
delay_ms(1000);
for(x=0;x<10;x++)
{
s0=1;
s1=1;
s2=0;
s3=0;
eo=0;
led_hijau=0;
led_merah=0;
frekuensi=0;
k=0;
delay_ms(100);
waktu=0;
while(waktu<4705)
{if(out_tsl==0&&k==0){k=1;frekuensi++;}
if(out_tsl==1&&k==1){k=0;}}
data[x]=frekuensi;
}
rata_rata_data=0;
for(x=0;x<10;x++)
{
rata_rata_data=rata_rata_data+data[x];
}
rata_rata_data=rata_rata_data/10;
for(x=0;x<10;x++)
{
perhitungan_selisih=data[x]-rata_rata_data;
if(perhitungan_selisih<0)
{

```



```

        perhitungan_selisih=perhitungan_selisih*(-1);
        data_selisih[x]=perhitungan_selisih;
    }
    else if(perhitungan_selisih>=0)
    {
        data_selisih[x]=perhitungan_selisih;
    };
}
data_pembanding=data_selisih[x];
for(x=0;x<10;x++)
{
    if(data_selisih[x]<data_pembanding)
    {
        frekuensi=data[x];
        data_pembanding=data_selisih[x];
    }
    else
    {
        data_pembanding=data_pembanding;
    };
}
printf("frekuensi= %d",frekuensi);
putchar(10);putchar(13);
buzzer=1;
delay_ms(100);
buzzer=0;
}
}
}

```

```

while (1)
{
    if(start==0)
    {

        //Blok Proses Pembacaan Data
        for(x=0;x<10;x++)
        {
            s0=1;
            s1=1;
            s2=0;
            s3=0;
            eo=0;
            led_hijau=0;
            led_merah=0;
            frekuensi=0;
            k=0;
            delay_ms(100);
            waktu=0;
            while(waktu<4705)

```

```

        {if(out_tsl==0&&k==0){k=1;frekuensi++;}
        if(out_tsl==1&&k==1){k=0;}}
        data[x]=frekuensi;
    }
    rata_rata_data=0;
    for(x=0;x<10;x++)
    {
        rata_rata_data=rata_rata_data+data[x];
    }
    rata_rata_data=rata_rata_data/10;
    for(x=0;x<10;x++)
    {
        perhitungan_selisih=data[x]-rata_rata_data;
        if(perhitungan_selisih<0)
        {
            perhitungan_selisih=perhitungan_selisih*(-1);
            data_selisih[x]=perhitungan_selisih;
        }
        else if(perhitungan_selisih>=0)
        {
            data_selisih[x]=perhitungan_selisih;
        };
    }
    data_pembanding=data_selisih[x];
    for(x=0;x<10;x++)
    {
        if(data_selisih[x]<data_pembanding)
        {
            frekuensi=data[x];
            data_pembanding=data_selisih[x];
        }
    }
    else
    {
        data_pembanding=data_pembanding;
    };
}
    buzzer=1;
    delay_ms(100);
    buzzer=0;

//RUMUS FUNGSI KEANGGOTAAN

    nilai_borak=(1293-frekuensi)/782; //nilai keanggotaan bakso
borak
    nilai_normal=(frekuensi-1059)/265; //nilai keanggotaan bakso
normal

//LOGIKA AND untuk TRESSHOLD

    if(nilai_borak<nilai_normal) //batas bakso Normal

```

```
    {
      led_hijau=0;led_merah=1;
    }
else if(nilai_borak>nilai_normal) //batas bakso Borak
  {
    led_hijau=1;led_merah=0;
    buzzer=1;
    delay_ms(100);
    buzzer=0;
    delay_ms(100);
    buzzer=1;
    delay_ms(100);
    buzzer=0;
    delay_ms(100);
    buzzer=1;
    delay_ms(100);
    buzzer=0;
    delay_ms(100);
    buzzer=1;
    delay_ms(100);
    buzzer=0;
    delay_ms(100);
    buzzer=1;
    delay_ms(100);
    buzzer=0;
    delay_ms(100);
  };
};
}
```

Lampiran 3

HASIL AKUISISI DATA PADA BAKSO

Tabel 3.1 Data akuisisi bakso

TANPA BAKSO										
	901	996	998	1089	1064	986	1051	1051	1041	1068
	867	981	986	1053	1062	980	1042	1037	1038	1066
	863	967	985	1050	1060	980	1030	1032	1037	1062
	862	965	956	1034	1054	971	1028	1030	1034	1052
	854	964	895	1033	1050	965	1021	1020	1033	1036
	851	942	883	1019	1050	946	1014	1018	1025	1033
	839	938	874	1018	1045	937	968	995	1024	1027
	839	938	872	1017	1037	936	942	989	1012	1020
	833	911	872	1016	1034	934	917	953	976	1012
	831	899	860	988	1017	905	869	949	971	1011
Rerata	763	950	918	1031	1047	954	988	1007	1019	1038
BAKSO NORMAL										
	1682	1516	1722	1991	1565	1679	1557	1498	1994	1916
	1620	1503	1518	1726	1540	1505	1490	1495	1682	1641
	1487	1494	1466	1278	1469	1504	1489	1478	1651	1467
	1443	1472	1457	1231	1328	1356	1474	1422	1486	1440
	1428	1329	1336	1228	1325	1320	1458	1388	1388	1385
	1254	1326	1155	1210	1217	1274	1458	1358	1360	1343
	1237	1223	1109	1173	1204	1200	1331	1285	1305	1289
	1217	1202	1108	1144	1173	1185	1143	1271	1185	1274
	1071	1188	1090	1065	1157	1174	1127	1206	1015	1206
	1009	1170	1080	1031	1142	1053	1100	1187	1002	1037
Rerata	1344	1342	1304	1307	1312	1325	1362	1358	1406	1399
BAKSO BORAKS 1%										
	1184	1105	1092	1153	1419	1170	1098	1314	1153	1196
	1114	1070	1079	1139	1383	1139	1090	1135	1139	1193
	1094	1069	1047	1117	1314	1086	1083	1117	1137	1189
	1041	1016	1040	1040	1181	1083	1040	1092	1095	1156
	1028	1002	1013	1039	1156	1075	1015	1079	1040	1120
	978	964	977	948	1141	1044	1009	935	1034	1083
	935	963	905	935	1090	963	988	905	1021	1016
	912	961	894	905	1043	894	977	894	1009	1001
	724	904	875	886	724	875	964	886	1001	948
	593	897	857	870	665	857	935	857	988	886
Rerata	960	995	977	1003	1111	1018	1019	1021	1061	1078
BAKSO BORAKS 2%										
	1200	1217	1306	1253	1268	1616	1276	1068	1233	1226
	1189	1176	1264	1217	1261	1401	1251	1090	1226	1196
	1187	1161	1261	1195	1175	1080	1240	1093	1197	1182
	1176	1136	1229	1177	1152	1041	1238	1099	1196	1140
	1161	745	1152	1100	1135	903	1219	1152	1182	1138

	1136	733	1087	1049	989	882	1211	1211	1172	1137
	1101	664	969	1044	975	826	1204	1251	1121	1121
	936	546	821	894	861	754	1193	1265	1115	1119
	921	546	558	564	613	754	1137	1269	1090	1111
	919	335	405	217	484	648	1111	1276	1068	1068
Rerata	1092	825	1005	971	991	990	1208	1177	1160	1143
BAKSO BORAKS 3%										
	1237	1246	586	1545	1491	1241	1414	1191	800	927
	818	1068	581	1462	1366	1119	1352	887	638	902
	704	983	555	1394	1323	946	1297	768	588	892
	654	905	505	1360	1319	653	797	655	583	879
	610	769	498	1329	1316	586	750	568	572	860
	595	670	489	1277	1293	581	549	562	565	794
	593	638	484	1164	1245	567	478	529	562	725
	590	550	482	622	1217	555	467	512	557	690
	539	491	466	466	1201	498	423	492	549	605
	487	454	464	464	1168	453	383	396	398	409
Rerata	682	777	511	1108	1293	719	791	656	581	768
BAKSO BORAKS 4%										
	1413	1292	972	952	1306	1333	1262	911	935	972
	1302	975	970	878	1268	1316	1111	890	867	952
	1249	929	935	843	1000	1272	615	678	867	880
	867	827	880	802	975	1231	610	642	802	867
	820	575	867	797	929	1201	610	615	731	843
	631	548	867	765	841	1060	584	549	601	797
	628	513	867	762	827	949	584	547	548	774
	513	504	601	731	797	870	580	530	513	765
	450	450	575	713	774	599	513	520	504	713
	409	409	496	708	599	509	499	342	496	708
Rerata	828	702	803	795	931	1034	696	622	686	827
BAKSO BORAKS 5%										
	926	1043	896	982	864	1152	1329	933	983	1329
	883	594	575	745	777	983	1230	830	806	1152
	844	577	573	732	757	935	1152	765	745	830
	674	566	564	720	749	933	1048	575	720	765
	605	564	507	706	745	709	777	573	706	575
	601	555	495	611	720	528	749	564	611	564
	531	495	490	554	706	528	575	495	554	528
	492	493	489	528	605	521	506	493	528	521
	453	489	488	521	560	510	486	493	521	506
	409	474	485	521	538	508	485	474	495	485
Rerata	641	585	556	662	702	730	833	619	666	725

PERHITUNGAN KESTABILAN ALAT DETEKSI

Tabel 3.2 Data kestabilan alat deteksi

Waktu	Tanpa Bakso	BN	BB1%	BB2%	BB3%	BB4%	BB5%
t1	901	1682	1153	1068	586	972	896
t2	867	1620	1139	1090	581	952	575
t3	863	1487	1137	1093	555	880	573
t4	862	1443	1095	1099	505	867	564
t5	854	1428	1040	1152	498	843	507
t6	851	1254	1034	1211	489	797	495
t7	839	1237	1021	1251	484	774	490
t8	839	1217	1009	1265	482	765	489
t9	833	1071	1001	1269	466	713	488
t10	831	1009	988	1276	464	708	485

Tabel 3.3 Hasil Perhitungan kestabilan alat dengan standar deviasi

Hasil Perhitungan Kestabilan Alat Tanpa Bakso					
x_i	\bar{x}	$x_i - \bar{x}$	$\sum(x_i - \bar{x})^2$	Δ_x	$\overline{\Delta_{x_r}}$
t1 dan t2	884	(±)17	578	17	1,92%
t2 dan t3	865	(±)2	8	2	0,23%
t3 dan t4	862,5	(±)0,5	0,5	0,5	0,05%
t4 dan t5	858	(±)4	32	4	0,46%
t5 dan t6	852,5	(±)1,5	4,5	1,5	0,17%
t6 dan t7	845	(±)6	72	6	0,71%
t7 dan t8	839	(±)0	0	0	0%
t8 dan t9	836	(±)3	18	3	0,35%
t9 dan t10	832	(±)1	2	1	0,12%
Hasil Perhitungan kestabilan Alat Bakso Normal					
x_i	\bar{x}	$x_i - \bar{x}$	$\sum(x_i - \bar{x})^2$	Δ_x	$\overline{\Delta_{x_r}}$
t1 dan t2	1651	(±)31	1992	31	1,87%
t2 dan t3	1553,5	(±)66,5	8844,5	66,5	4,28%
t3 dan t4	1465	(±)22	968	22	1,50 %
t4 dan t5	1435,5	(±)7,5	112,5	7,5	0,52%
t5 dan t6	1341	(±)87	15138	87	6,48%
t6 dan t7	1245,5	(±)8,5	144,5	8,5	0,68%
t7 dan t8	1227	(±)10	200	10	0,81%
t8 dan t9	1144	(±)37	10658	37	6,38%
t9 dan t10	1040	(±)31	1922	31	2,98%
Hasil Perhitungan kestabilan Alat Bakso Boraks 1%					
x_i	\bar{x}	$x_i - \bar{x}$	$\sum(x_i - \bar{x})^2$	Δ_x	$\overline{\Delta_{x_r}}$
t1 dan t2	1153	(±)7	98	7	0,61%
t2 dan t3	1138	(±)1	2	1	0,08%
t3 dan t4	1116	(±)21	882	21	1,88%
t4 dan t5	1067,5	(±)27,5	1512,5	27,5	2,57%
t5 dan t6	1037	(±)3	18	3	0,28%
t6 dan t7	1027,5	(±)6,5	84,5	6,5	0,63%
t7 dan t8	1015	(±)6	72	6	0,59%
t8 dan t9	1005	(±)4	32	4	0,39%
t9 dan t10	994,5	(±)6,5	84,5	6,5	0,65%

Hasil Perhitungan kestabilan Alat Bakso Boraks 2%					
x_i	\bar{x}	$x_i - \bar{x}$	$\sum (x_i - \bar{x})^2$	Δ_x	$\overline{\Delta_{x_r}}$
t1 dan t2	1079	(±)11	242	11	1,01%
t2 dan t3	1091,5	(±)1,5	4,5	1,5	0,13%
t3 dan t4	1096	(±)3	18	3	0,27%
t4 dan t5	1125,5	(±)26,5	1404,5	26,5	2,35%
t5 dan t6	1181,5	(±)29,5	1740,5	29,5	2,49%
t6 dan t7	1231	(±)20	800	20	1,62%
t7 dan t8	1258	(±)7	98	7	0,05%
t8 dan t9	1267	(±)2	8	2	0,15%
t9 dan t10	1272,5	(±)3,5	24,5	3,5	0,27%
Hasil Perhitungan kestabilan Alat Bakso Boraks 3%					
x_i	\bar{x}	$x_i - \bar{x}$	$\sum (x_i - \bar{x})^2$	Δ_x	$\overline{\Delta_{x_r}}$
t1 dan t2	583,5	(±)2,5	12,5	2,5	0,42%
t2 dan t3	568	(±)13	338	13	2,28%
t3 dan t4	530	(±)25	1250	25	4,71%
t4 dan t5	501,5	(±)3,5	24,5	3,5	0,69%
t5 dan t6	493,5	(±)4,5	40,5	4,5	0,91%
t6 dan t7	486,5	(±)2,5	12,5	2,5	0,51%
t7 dan t8	483	(±)1	2	1	0,20%
t8 dan t9	474	(±)8	128	8	1,68%
t9 dan t10	465	(±)1	2	1	0,21%
Hasil Perhitungan kestabilan Alat Bakso Boraks 4%					
x_i	\bar{x}	$x_i - \bar{x}$	$\sum (x_i - \bar{x})^2$	Δ_x	$\overline{\Delta_{x_r}}$
t1 dan t2	915	(±)37	2738	37	4,04%
t2 dan t3	860,5	(±)17,5	612,5	17,5	2,03%
t3 dan t4	822,5	(±)20,5	840,5	20,5	2,49%
t4 dan t5	799,5	(±)2,5	12,5	2,5	0,31%
t5 dan t6	781	(±)16	512	16	2,04%
t6 dan t7	763,5	(±)1,5	4,5	1,5	0,19%
t7 dan t8	746,5	(±)15,5	480,5	15,5	2,07%
t8 dan t9	722	(±)9	162	9	1,24%
t9 dan t10	710,5	(±)2,5	12,5	2,5	0,35%
Hasil Perhitungan kestabilan Alat Bakso Boraks 5%					
x_i	\bar{x}	$x_i - \bar{x}$	$\sum (x_i - \bar{x})^2$	Δ_x	$\overline{\Delta_{x_r}}$
t1 dan t2	735,5	(±)160,5	51520,5	160,5	21,82%
t2 dan t3	574	(±)1	2	1	0,17%
t3 dan t4	568,5	(±)4,5	40,5	4,5	0,79%
t4 dan t5	535,5	(±)28,5	1624,5	28,5	5,32%
t5 dan t6	501	(±)6	72	6	1,19%
t6 dan t7	492,5	(±)2,5	12,5	2,5	0,50%
t7 dan t8	489,5	(±)0,5	0,5	0,5	0,10%
t8 dan t9	488,5	(±)0,5	0,5	0,5	0,10%
t9 dan t10	486,5	(±)1,5	4,5	1,5	0,30%

Tabel 3.4 Ketebalan pada sampel bakso 5%

No	Tanpa bakso	1 cm	2 cm	3 cm	4 cm	5 cm	6 cm	7 cm	8 cm	9 cm	10 cm
1	494	599	599	635	697	495	478	590	467	436	508
2	479	597	586	632	694	494	476	588	455	414	506
3	467	595	578	619	685	489	476	586	444	410	503
4	464	595	574	614	674	484	475	585	418	387	492
5	464	593	568	609	673	482	472	579	409	380	486
6	460	591	560	599	670	477	472	573	409	379	479
7	448	589	552	586	660	476	470	568	406	358	454
8	445	583	517	578	652	462	470	567	402	358	452
9	442	582	496	574	643	461	464	521	400	356	433
10	441	582	496	568	634	459	461	510	395	355	431
11	441	581	467	560	620	458	459	507	372	353	427
12	432	578	466	552	614	428	457	507	361	339	418
13	430	572	457	517	578	428	456	498	333	336	415
14	428	569	438	496	575	420	455	479	315	322	413
15	424	569	438	496	564	419	453	458	310	299	411
16	422	546	430	467	535	415	453	458	310	298	410
17	418	545	422	466	502	410	452	453	279	295	409
18	414	533	408	457	466	407	451	444	267	288	407
19	412	526	405	438	463	392	451	438	264	283	406
20	411	524	399	438	453	389	449	434	252	281	399
Σ	8836	1449	9856	10901	12052	8945	9250	10343	7268	6927	8859
Rerata	441	572	492	545	602	447	462	517	363	346	442

PERHITUNGAN ANALISIS DATA MENGGUNAKAN UJI-T

1. Perhitungan Selisih Bakso

Tabel 3.5 Data Selisih Bakso

Σ BN – BB 1%	Σ BN – BB 2%	Σ BN – BB 3%	Σ BN – BB 4%	Σ BN – BB 5%
1726	403	4502	3047	4911
3046	4738	5223	5975	7147
3451	3188	8130	5213	7678
1815	2137	764	8960	5227
641	1844	1182	2441	4736
1635	1916	4622	1481	4514
1958	77	4247	5189	3820
381	1179	4035	4371	4400
2270	1287	7075	6023	6218
889	239	3994	3406	4422

2. Perhitungan untuk mendapatkan t_0 Bakso normal – bakso boraks 1%

$$\begin{aligned} \bar{d} &= \frac{1}{n} \sum_{j-i}^n d_{BN-BB1\%} \\ &= \frac{1}{10} \times 1726 + 3046 + 3461 + 1815 + 641 + 1635 + 1958 + 381 + 2270 + 889 \\ &= 1782,2 \text{ Hz} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bar{d}^2 &= \sum_{j-i}^n d_{BN-BB1\%}^2 \\ &= 2979076 + 9278116 + 11978521 + 3294225 + 410881 + 2673225 + 3833764 + 145161 + 5152900 + 790321 \\ &= 4053619 \text{ HZ} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_d &= \left[\frac{\sum_{j-i}^n (d_{BN-BB1\%} - \bar{d})^2}{n-1} \right]^{1/2} = \left[\frac{\sum_{j-i}^n d_{BN-BB1\%}^2 - \frac{1}{10} (\sum_{j-i}^n d_{BN-BB1\%})^2}{n-1} \right]^{1/2} \\ &= \left[\frac{40536190 - 31762368}{9} \right]^{1/2} \\ &= 987,3546 \text{ Hz} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_0 &= \frac{\bar{d}}{S_d / \sqrt{n}} \\ &= \frac{1782,2}{987,3546 / \sqrt{10}} \\ &= 5,70 \text{ Hz} \end{aligned}$$

3. Perhitungan untuk mendapatkan t_0 Bakso normal – bakso boraks 2%

$$\bar{d} = \frac{1}{n} \sum_{j-i}^n d_{BN-BB2\%}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{1}{10} \times 403 + 4738 + 3188 + 2137 + 1844 + 1916 + 77 + 1179 + 1287 + 239 \\
&= 1465 \text{ Hz}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\bar{d}^2 &= \sum_{j-i}^n d_{BN-BB2\%}^2 \\
&= 162409+22448644+10163344+456769+3400336+3671056+5929+1390041+1656369+57121 \\
&= 47522018 \text{ Hz}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
S_d &= \left[\frac{\sum_{j-i}^n (d_{BN-BB2\%} - \bar{d})^2}{n-1} \right]^{1/2} = \left[\frac{\sum_{j-i}^n d_{BN-BB2\%}^2 - \frac{1}{10} (\sum_{j-i}^n d_{BN-BB2\%})^2}{n-1} \right]^{1/2} \\
&= \left[\frac{47522018 - 21462250}{9} \right]^{1/2} \\
&= 1701,63 \text{ Hz}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
t_0 &= \frac{\bar{d}}{S_d/\sqrt{n}} \\
&= \frac{1465}{\frac{1701,63/\sqrt{10}}{}} \\
&= 2,72 \text{ Hz}
\end{aligned}$$

4. Perhitungan untuk mendapatkan t_0 Bakso normal – bakso boraks 3%

$$\begin{aligned}
\bar{d} &= \frac{1}{n} \sum_{j-i}^n d_{BN-BB3\%} \\
&= \frac{1}{10} \times 4502 + 5223 + 8130 + 764 + 1182 + 4622 + 4247 + 4035 + 7075 + 3994 \\
&= 4141 \text{ Hz}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\bar{d}^2 &= \sum_{j-i}^n d_{BN-BB3\%}^2 \\
&= 20268004+27279729+66096900+583696+1397124+21362884+18037009+16281225+ \\
&\quad 50055625+15952036 \\
&= 237314232 \text{ Hz}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
S_d &= \left[\frac{\sum_{j-i}^n (d_{BN-BB3\%} - \bar{d})^2}{n-1} \right]^{1/2} = \left[\frac{\sum_{j-i}^n d_{BN-BB3\%}^2 - \frac{1}{10} (\sum_{j-i}^n d_{BN-BB3\%})^2}{n-1} \right]^{1/2} \\
&= \left[\frac{237314232 - 171478810}{9} \right]^{1/2} \\
&= 2701,63 \text{ Hz}
\end{aligned}$$

$$t_0 = \frac{\bar{d}}{S_d/\sqrt{n}}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{4141}{2704,63/\sqrt{10}} \\
 &= 4,84 \text{ Hz}
 \end{aligned}$$

5. Perhitungan untuk mendapatkan t_0 Bakso normal – bakso boraks 4%

$$\begin{aligned}
 \bar{d} &= \frac{1}{n} \sum_{j-i}^n d_{BN-BB4\%} \\
 &= \frac{1}{10} \times 3047 + 5975 + 5210 + 3896 + 2441 + 1481 + 5189 + 4371 + 6023 + 3406 \\
 &= 4103,9 \text{ Hz}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \bar{d}^2 &= \sum_{j-i}^n d_{BN-BB4\%}^2 \\
 &= 9284209 + 35700625 + 27144100 + 15178816 + 5958481 + 2193361 + 26925721 + \\
 &\quad 191056741 + 36276529 + 11600836 \\
 &= 189368319 \text{ Hz}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S_d &= \left[\frac{\sum_{j-i}^n (d_{BN-BB4\%} - \bar{d})^2}{n-1} \right]^{1/2} = \left[\frac{\sum_{j-i}^n d_{BN-BB4\%}^2 - \frac{1}{10} (\sum_{j-i}^n d_{BN-BB4\%})^2}{n-1} \right]^{1/2} \\
 &= \left[\frac{189368319 - 168419952}{9} \right]^{1/2} \\
 &= 1525,65 \text{ Hz}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 t_0 &= \frac{\bar{d}}{S_d/\sqrt{n}} \\
 &= \frac{4103,9}{1525,65/\sqrt{10}} \\
 &= 8,51 \text{ Hz}
 \end{aligned}$$

6. Perhitungan untuk mendapatkan t_0 Bakso normal – bakso boraks 5%

$$\begin{aligned}
 \bar{d} &= \frac{1}{n} \sum_{j-i}^n d_{BN-BB5\%} \\
 &= \frac{1}{10} \times 4491 + 7147 + 7678 + 5227 + 4736 + 4514 + 3820 + 4400 + 6218 \\
 &\quad + 4422 \\
 &= 5307,3 \text{ Hz}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \bar{d}^2 &= \sum_{j-i}^n d_{BN-BB5\%}^2 \\
 &= 24117921 + 51079609 + 58951684 + 27321529 + 22429696 + 20376196 + 14592400 + \\
 &\quad 19360000 + 38663524 + 19554084
 \end{aligned}$$

$$= 296446643 \text{ Hz}$$

$$\begin{aligned} S_d &= \left[\frac{\sum_{j=i}^n (d_{BN-BB5\%} - \bar{d})^2}{n-1} \right]^{1/2} = \left[\frac{\sum_{j=i}^n d_{BN-BB5\%}^2 - \frac{1}{10} (\sum_{j=i}^n d_{BN-BB5\%})^2}{n-1} \right]^{1/2} \\ &= \left[\frac{296446643 - 281674333}{9} \right]^{1/2} \\ &= 1281,16 \text{ Hz} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_0 &= \frac{\bar{d}}{S_d/\sqrt{n}} \\ &= \frac{5307,3}{1281,16/\sqrt{10}} \\ &= 13,10 \text{ Hz} \end{aligned}$$

Lampiran 4

HASIL IMPLEMENTASI

Tabel 4.1 Implementasi alat deteksi pada sampel bakso normal

No	Sampel Bakso	Indikator keluaran		
		<u>LED Merah</u>	<u>LED Hijau</u>	<u>Buzzer</u>
1	Bakso Normal	Tidak menyala	Menyala	Tidak berbunyi
2	Bakso Normal	Tidak menyala	Menyala	Tidak berbunyi
3	Bakso Normal	Tidak menyala	Menyala	Tidak berbunyi
4	Bakso Normal	Tidak menyala	Menyala	Tidak berbunyi
5	Bakso Normal	Tidak menyala	Menyala	Tidak berbunyi
6	Bakso Normal	Tidak menyala	Menyala	Tidak berbunyi
7	Bakso Normal	Tidak menyala	Menyala	Tidak berbunyi
8	Bakso Normal	Tidak menyala	Menyala	Tidak berbunyi
9	Bakso Normal	Tidak menyala	Menyala	Tidak berbunyi
10	Bakso Normal	Tidak menyala	Menyala	Tidak berbunyi

Tabel 4.2 Implementasi alat deteksi pada sampel bakso boraks 1%

No	Sampel Bakso	Indikator keluaran		
		<u>LED Merah</u>	<u>LED Hijau</u>	<u>Buzzer</u>
1	Bakso Boraks 1%	Menyala	Tidak Menyala	Berbunyi
2	Bakso Boraks 1%	Menyala	Tidak Menyala	Berbunyi
3	Bakso Boraks 1%	Menyala	Tidak Menyala	Berbunyi
4	Bakso Boraks 1%	Tidak menyala	Menyala	Tidak berbunyi
5	Bakso Boraks 1%	Menyala	Tidak menyala	Berbunyi
6	Bakso Boraks 1%	Menyala	Tidak menyala	Berbunyi
7	Bakso Boraks 1%	Menyala	Tidak menyala	Berbunyi
8	Bakso Boraks 1%	Menyala	Tidak menyala	Berbunyi
9	Bakso Boraks 1%	Tidak menyala	Menyala	Tidak berbunyi
10	Bakso Boraks 1%	Tidak menyala	Menyala	Tidak berbunyi

Tabel 4.3 Implementasi alat deteksi pada sampel bakso boraks 2%

No	Sampel Bakso	Indikator keluaran		
		<u>LED Merah</u>	<u>LED Hijau</u>	<u>Buzzer</u>
1	Bakso Boraks	Tidak menyala	Menyala	Tidak berbunyi
2	Bakso Boraks	Tidak menyala	Menyala	Tidak berbunyi
3	Bakso Boraks	Menyala	Tidak menyala	Berbunyi
4	Bakso Boraks	Menyala	Tidak menyala	Berbunyi
5	Bakso Boraks	Menyala	Tidak menyala	Berbunyi
6	Bakso Boraks	Tidak menyala	Menyala	Tidak berbunyi
7	Bakso Boraks	Menyala	Tidak menyala	Berbunyi
8	Bakso Boraks	Menyala	Tidak menyala	Berbunyi
9	Bakso Boraks	Menyala	Tidak menyala	Berbunyi
10	Bakso Boraks	Menyala	Tidak menyala	Berbunyi

Tabel 4.4 Implementasi alat deteksi pada sampel bakso boraks 3%

No	Sampel Bakso	Indikator keluaran		
		<u>LED Merah</u>	<u>LED Hijau</u>	<u>Buzzer</u>
1	Bakso Boraks	Tidak menyala	Menyala	Tidak berbunyi
2	Bakso Boraks	Menyala	Tidak menyala	Berbunyi
3	Bakso Boraks	Menyala	Tidak menyala	Berbunyi
4	Bakso Boraks	Menyala	Tidak menyala	Berbunyi
5	Bakso Boraks	Menyala	Tidak menyala	Berbunyi
6	Bakso Boraks	Menyala	Tidak menyala	Berbunyi
7	Bakso Boraks	Menyala	Tidak menyala	Berbunyi
8	Bakso Boraks	Menyala	Tidak menyala	Berbunyi
9	Bakso Boraks	Menyala	Tidak menyala	Berbunyi
10	Bakso Boraks	Menyala	Tidak menyala	Berbunyi

Tabel 4.5 Implementasi alat deteksi pada sampel bakso boraks 4%

No	Sampel Bakso	Indikator keluaran		
		LED Merah	LED Hijau	Buzzer
1	Bakso Boraks	Menyala	Tidak menyala	Berbunyi
2	Bakso Boraks	Menyala	Tidak menyala	Berbunyi
3	Bakso Boraks	Menyala	Tidak menyala	Berbunyi
4	Bakso Boraks	Menyala	Tidak menyala	Berbunyi
5	Bakso Boraks	Menyala	Tidak menyala	Berbunyi
6	Bakso Boraks	Menyala	Tidak menyala	Berbunyi
7	Bakso Boraks	Menyala	Tidak menyala	Berbunyi
8	Bakso Boraks	Menyala	Tidak menyala	Berbunyi
9	Bakso Boraks	Menyala	Tidak menyala	Berbunyi
10	Bakso Boraks	Menyala	Tidak menyala	Berbunyi

Tabel 4.6 Implementasi alat deteksi pada sampel bakso boraks 5%

No	Sampel Bakso	Indikator keluaran		
		<u>LED Merah</u>	<u>LED Hijau</u>	<u>Buzzer</u>
1	Bakso Boraks	Menyala	Tidak menyala	Berbunyi
2	Bakso Boraks	Menyala	Tidak menyala	Berbunyi
3	Bakso Boraks	Menyala	Tidak menyala	Berbunyi
4	Bakso Boraks	Menyala	Tidak menyala	Berbunyi
5	Bakso Boraks	Menyala	Tidak menyala	Berbunyi
6	Bakso Boraks	Menyala	Tidak menyala	Berbunyi
7	Bakso Boraks	Menyala	Tidak menyala	Berbunyi
8	Bakso Boraks	Menyala	Tidak menyala	Berbunyi
9	Bakso Boraks	Menyala	Tidak menyala	Berbunyi
10	Bakso Boraks	Menyala	Tidak menyala	Berbunyi

PERHITUNGAN PERSENTASE KEBERHASILAN ALAT DETEKSI

a. Pada bakso normal

$$\begin{aligned} \text{Persentase (\%)} &= \frac{\text{jumlah keterangan benar}}{n} \times 100\% \\ &= \frac{10}{10} \times 100\% \\ &= 100\% \end{aligned}$$

b. Pada bakso boraks 1%

$$\begin{aligned} \text{Persentase (\%)} &= \frac{\text{jumlah keterangan benar}}{n} \times 100\% \\ &= \frac{7}{10} \times 100\% \\ &= 70\% \end{aligned}$$

c. Pada bakso boraks 2%

$$\begin{aligned} \text{Persentase (\%)} &= \frac{\text{jumlah keterangan benar}}{n} \times 100\% \\ &= \frac{7}{10} \times 100\% \\ &= 70\% \end{aligned}$$

d. Pada bakso boraks 3%

$$\begin{aligned} \text{Persentase (\%)} &= \frac{\text{jumlah keterangan benar}}{n} \times 100\% \\ &= \frac{9}{10} \times 100\% \\ &= 90\% \end{aligned}$$

e. Pada bakso boraks 4%

$$\begin{aligned} \text{Persentase (\%)} &= \frac{\text{jumlah keterangan benar}}{n} \times 100\% \\ &= \frac{10}{10} \times 100\% \\ &= 100\% \end{aligned}$$

f. Pada bakso boraks 5%

$$\begin{aligned} \text{Persentase (\%)} &= \frac{\text{jumlah keterangan benar}}{n} \times 100\% \\ &= \frac{10}{10} \times 100\% \\ &= 100\% \end{aligned}$$

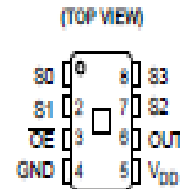
Lampiran 5

Data Sheet Sensor Cahaya TSL230


TSL230, TSL230A, TSL230B
PROGRAMMABLE LIGHT-TO-FREQUENCY CONVERTERS

TAS0004 – MAY 1999

- High-Resolution Conversion of Light Intensity to Frequency With No External Components
- Programmable Sensitivity and Full-Scale Output Frequency
- Communicates Directly With a Microcontroller
- Single-Supply Operation Down to 2.7 V, With Power-Down Feature
- Absolute Output Frequency Tolerance of $\pm 5\%$ (TSL230B)
- Nonlinearity Error Typically 0.2% at 100 kHz
- Stable 100 ppm/°C Temperature Coefficient



Description

The TSL230, TSL230A, and TSL230B programmable light-to-frequency converters combine a configurable silicon photodiode and a current-to-frequency converter on single monolithic CMOS integrated circuits. The output can be either a pulse train or a square wave (50% duty cycle) with frequency directly proportional to light intensity. Device sensitivity is selectable in three ranges, providing two decades of adjustment. The full-scale output frequency can be scaled by one of four preset values. All inputs and the output are TTL compatible, allowing direct two-way communication with a microcontroller for programming and output interface. An output enable (OE) is provided that places the output in the high-impedance state for multiple-unit sharing of a microcontroller input line. The devices are available with absolute-output-frequency tolerances of $\pm 5\%$ (TSL230B), $\pm 10\%$ (TSL230A), or $\pm 20\%$ (TSL230). Each circuit has been temperature compensated for the ultraviolet-to-visible-light range of 300 nm to 700 nm and are characterized for operation over the temperature range of -25°C to 70°C .

Terminal Functions

TERMINAL NAME	NO.	IO	DESCRIPTION
GND	4		Ground
OE	3	I	Enable for f_o (active low)
OUT	6	O	Scaled-frequency (f_o) output
S0, S1	1, 2	I	Sensitivity-select inputs
S2, S3	7, 8	I	f_o scaling-select inputs
VDD	5		Supply voltage

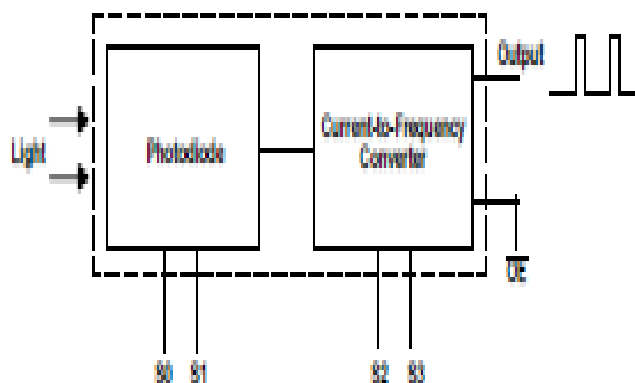
Selectable Options

S1	S0	SENSITIVITY	S3	S2	f_o SCALING (divide-by)
L	L	Power Down	L	L	1
L	H	1x	L	H	2
H	L	10x	H	L	10
H	H	100x	H	H	100

TSL230, TSL230A, TSL230B PROGRAMMABLE LIGHT-TO-FREQUENCY CONVERTERS

TAC0004 - MAY 1999

Functional Block Diagram



Absolute Maximum Ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)[†]

Supply voltage, V_{DD} (see Note 1)	6.5 V
Input voltage range, all inputs, V_I	-0.3 V to $V_{DD} + 0.3$ V
Operating free-air temperature range, T_A	-25°C to 70°C
Storage temperature range	-25°C to 85°C
Lead temperature: 1.6 mm (1/16 inch) from case for 10 seconds	260°C

[†] Stresses beyond those listed under "absolute maximum ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under "recommended operating conditions" is not implied. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.

NOTE 1: All voltage values are with respect to GND.

Recommended Operating Conditions

		MIN	NOM	MAX	UNIT
Supply voltage, V_{DD}		2.7	5	6	V
High-level input voltage, V_{IH}	$V_{DD} = 4.5$ V to 5.5 V	2	V_{DD}		V
Low-level input voltage, V_{IL}	$V_{DD} = 4.5$ V to 5.5 V	0	0.8		V
Operating free-air temperature range, T_A		-25	70		°C

Electrical Characteristics at $T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_{DD} = 5\text{ V}$ (unless otherwise noted)

PARAMETER		TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
V_{OH}	High-level output voltage	$I_{OH} = -4\text{ mA}$	4	4.3		V
V_{OL}	Low-level output voltage	$I_{OL} = 4\text{ mA}$		0.17	0.28	V
I_{IH}	High-level input current				1	μA
I_{IL}	Low-level input current				1	μA
I_{DD}	Supply current	Power-on mode		2	3	mA
		Power-down mode			10	μA
Full-scale frequency [†]			1.1			MHz
Temperature coefficient of output frequency		$\lambda \leq 700\text{ nm}$, $-25^\circ\text{C} \leq T_A \leq 70^\circ\text{C}$		± 100		ppm/°C
k_{DVS}	Supply voltage sensitivity	$V_{DD} = 5\text{ V} \pm 10\%$		0.5		%/V

Operating Characteristics at $V_{DD} = 5\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$

PARAMETER	TEST CONDITIONS	TSL230			TSL230A			TSL230B			UNIT	
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX		
f_O	Output frequency	$S0 = H$, $S1 = S2 = S3 = L$, $E_a = 130\text{ mW/cm}^2$, $\lambda_p = 670\text{ nm}$	0.8	1	1.2	0.9	1	1.1	0.95	1	1.05	MHz
		$E_a = 0$, $S0 = H$, $S1 = S2 = S3 = L$		0.1	10		0.1	10		0.1	10	Hz
		$S1 = H$, $S0 = S2 = S3 = L$, $E_a = 13\text{ mW/cm}^2$, $\lambda_p = 670\text{ nm}$	0.8	1	1.2	0.9	1	1.1	0.95	1	1.05	MHz
		$E_a = 0$, $S1 = H$, $S0 = S2 = S3 = L$		0.13	10		0.13	10		0.13	10	Hz
		$S0 = S1 = H$, $S2 = S3 = L$, $E_a = 1.3\text{ mW/cm}^2$, $\lambda_p = 670\text{ nm}$	0.8	1	1.2	0.9	1	1.1	0.95	1	1.05	MHz
		$E_a = 0$, $S0 = S1 = H$, $S2 = S3 = L$		0.5	10		0.5	10		0.5	10	Hz
t_w	Output pulse duration	$S2 = S3 = L$	125		550	125		550	125		550	ns
		$S2$ or $S3 = H$		$10t_O$			$10t_O$			$10t_O$		s
Nonlinearity [‡]		$f_O = 0\text{ MHz to }10\text{ kHz}$	$\pm 0.1\%$			$\pm 0.1\%$			$\pm 0.1\%$			%F.S.
		$f_O = 0\text{ MHz to }100\text{ kHz}$	$\pm 0.2\%$			$\pm 0.2\%$			$\pm 0.2\%$			%F.S.
		$f_O = 0\text{ MHz to }1\text{ MHz}$	$\pm 0.5\%$			$\pm 0.5\%$			$\pm 0.5\%$			%F.S.
Recovery from power down				100			100			100	μs	
Step response to full-scale step input		1 pulse of new frequency plus $1\text{ }\mu\text{s}$										
Response time to programming change		2 periods of new principal frequency plus $1\text{ }\mu\text{s}$ [§]										
Response time to output enable (OE)			50	150		50	150		50	150	ns	

[†] Full-scale frequency is the maximum operating frequency of the device without saturation.

[‡] Nonlinearity is defined as the deviation of f_O from a straight line between zero and full scale, expressed as a percent of full scale.

[§] Principal frequency is the internal oscillator frequency, equivalent to divide-by-1 output selection.

Lampiran 6

Data Sheet Mikrokontroler ATmega8

Features

- High-performance, Low-power AVR® 8-bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
 - 130 Powerful Instructions – Most Single-clock Cycle Execution
 - 32 x 8 General Purpose Working Registers
 - Fully Static Operation
 - Up to 16 MIPS Throughput at 16 MHz
 - On-chip 2-cycle Multiplier
- High Endurance Non-volatile Memory segments
 - 8K Bytes of In-System Self-programmable Flash program memory
 - 512 Bytes EEPROM
 - 1K Byte Internal SRAM
 - Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/100,000 EEPROM
 - Data retention: 20 years at 85°C/100 years at 25°C⁽¹⁾
 - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
 - In-System Programming by On-chip Boot Program
 - True Read-While-Write Operation
 - Programming Lock for Software Security
- Peripheral Features
 - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescaler, one Compare Mode
 - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
 - Real Time Counter with Separate Oscillator
 - Three PWM Channels
 - 8-channel ADC in TQFP and QFN/MLF package
 - Eight Channels 10-bit Accuracy
 - 6-channel ADC in PDIP package
 - Six Channels 10-bit Accuracy
 - Byte-oriented Two-wire Serial Interface
 - Programmable Serial USART
 - Master/Slave SPI Serial Interface
 - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
 - On-chip Analog Comparator
- Special Microcontroller Features
 - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
 - Internal Calibrated RC Oscillator
 - External and Internal Interrupt Sources
 - Five Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, and Standby
- I/O and Packages
 - 23 Programmable I/O Lines
 - 28-lead PDIP, 32-lead TQFP, and 32-pad QFN/MLF
- Operating Voltages
 - 2.7 - 5.5V (ATmega8L)
 - 4.5 - 5.5V (ATmega8)
- Speed Grades
 - 0 - 8 MHz (ATmega8L)
 - 0 - 16 MHz (ATmega8)
- Power Consumption at 4 Mhz, 3V, 25°C
 - Active: 3.6 mA
 - Idle Mode: 1.0 mA
 - Power-down Mode: 0.5 µA

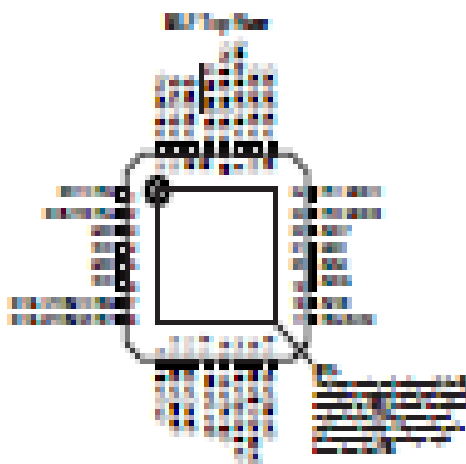
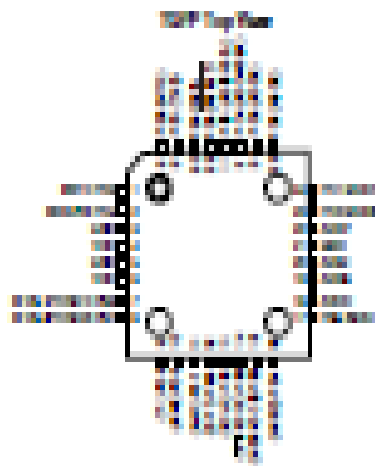


8-bit AVR®
with 8K Bytes
In-System
Programmable
Flash

ATmega8
ATmega8L



Pin Configurations:



2 ATmega8(L)



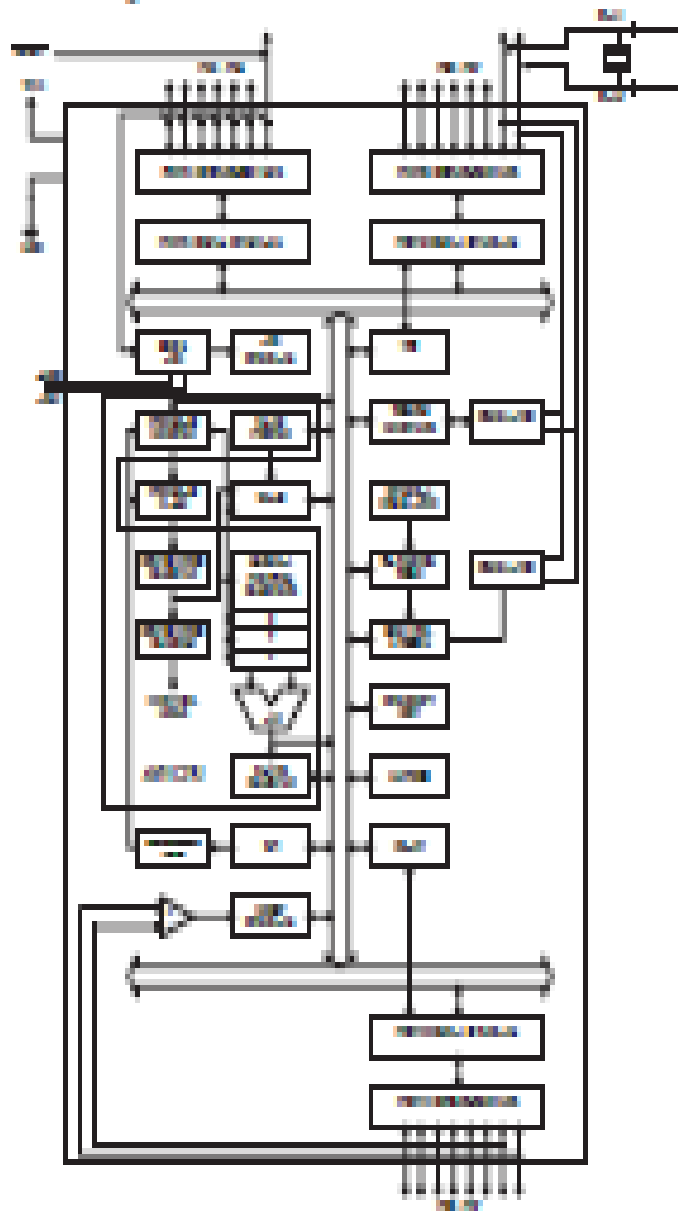
www.digikey.com

Overview

The ATmega8 is a low-power CMOS 8-bit microcontroller based on the AVR RISC architecture. By executing powerful instructions in a single clock cycle, the ATmega8 achieves throughput approaching 1 MIPS per MHz, allowing the system designer to optimize power consumption versus processing speed.

Block Diagram

Figure 1. Block Diagram





The AVR core combines a rich instruction set with 32 general purpose working registers. All the 32 registers are directly connected to the Arithmetic Logic Unit (ALU), allowing two independent registers to be accessed in one single instruction executed in one clock cycle. The resulting architecture is more code efficient while achieving throughputs up to ten times faster than conventional CISC microcontrollers.

The ATmega8 provides the following features: 8K bytes of In-System Programmable Flash with Read-While-Write capabilities, 512 bytes of EEPROM, 1K byte of SRAM, 23 general purpose I/O lines, 32 general purpose working registers, three flexible Timer/Counters with compare modes, internal and external interrupts, a serial programmable USART, a byte oriented Two-wire Serial Interface, a 6-channel ADC (eight channels in TQFP and QFNMLF packages) with 10-bit accuracy, a programmable Watchdog Timer with Internal Oscillator, an SPI serial port, and five software selectable power saving modes. The Idle mode stops the CPU while allowing the SRAM, Timer/Counters, SPI port, and interrupt system to continue functioning. The Power-down mode saves the register contents but freezes the Oscillator, disabling all other chip functions until the next Interrupt or Hardware Reset. In Power-save mode, the asynchronous timer continues to run, allowing the user to maintain a timer base while the rest of the device is sleeping. The ADC Noise Reduction mode stops the CPU and all I/O modules except asynchronous timer and ADC, to minimize switching noise during ADC conversions. In Standby mode, the crystal/resonator Oscillator is running while the rest of the device is sleeping. This allows very fast start-up combined with low-power consumption.

The device is manufactured using Atmel's high density non-volatile memory technology. The Flash Program memory can be reprogrammed In-System through an SPI serial interface, by a conventional non-volatile memory programmer, or by an On-chip boot program running on the AVR core. The boot program can use any interface to download the application program in the Application Flash memory. Software in the Boot Flash Section will continue to run while the Application Flash Section is updated, providing true Read-While-Write operation. By combining an 8-bit RISC CPU with In-System Self-Programmable Flash on a monolithic chip, the Atmel ATmega8 is a powerful microcontroller that provides a highly-flexible and cost-effective solution to many embedded control applications.

The ATmega8 AVR is supported with a full suite of program and system development tools, including C compilers, macro assemblers, program debugger/simulators, In-Circuit Emulators, and evaluation kits.

Disclaimer

Typical values contained in this datasheet are based on simulations and characterization of other AVR microcontrollers manufactured on the same process technology. Min and Max values will be available after the device is characterized.

ATmega8(L)

Pin Descriptions

VCC	Digital supply voltage.
GND	Ground.
Port B (PB7..PB0) XTAL1/XTAL2/TOSC1/ TOSC2	<p>Port B is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port B output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port B pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port B pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.</p> <p>Depending on the clock selection fuse settings, PB6 can be used as input to the inverting Oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.</p> <p>Depending on the clock selection fuse settings, PB7 can be used as output from the inverting Oscillator amplifier.</p> <p>If the Internal Calibrated RC Oscillator is used as chip clock source, PB7..6 is used as TOSC2..1 input for the Asynchronous Timer/Counter2 if the AS2 bit in ASSR is set.</p> <p>The various special features of Port B are elaborated in "Alternate Functions of Port B" on page 58 and "System Clock and Clock Options" on page 25.</p>
Port C (PC5..PC0)	<p>Port C is an 7-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port C output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port C pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port C pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.</p>
PC6/RESET	<p>If the RSTDISBL Fuse is programmed, PC6 is used as an I/O pin. Note that the electrical characteristics of PC6 differ from those of the other pins of Port C.</p> <p>If the RSTDISBL Fuse is unprogrammed, PC6 is used as a Reset input. A low level on this pin for longer than the minimum pulse length will generate a Reset, even if the clock is not running. The minimum pulse length is given in Table 15 on page 38. Shorter pulses are not guaranteed to generate a Reset.</p> <p>The various special features of Port C are elaborated on page 61.</p>
Port D (PD7..PD0)	<p>Port D is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port D output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port D pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port D pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.</p> <p>Port D also serves the functions of various special features of the ATmega8 as listed on page 63.</p>
RESET	<p>Reset input. A low level on this pin for longer than the minimum pulse length will generate a reset, even if the clock is not running. The minimum pulse length is given in Table 15 on page 38. Shorter pulses are not guaranteed to generate a reset.</p>



AV_{CC}	AV _{CC} is the supply voltage pin for the A/D Converter, Port C (3..0), and ADC (7..6). It should be externally connected to V _{CC} , even if the ADC is not used. If the ADC is used, it should be connected to V _{CC} through a low-pass filter. Note that Port C (5..4) use digital supply voltage, V _{CC} .
AREF	AREF is the analog reference pin for the A/D Converter.
ADC7..6 (TQFP and QFN/MLF Package Only)	In the TQFP and QFN/MLF package, ADC7..6 serve as analog inputs to the A/D converter. These pins are powered from the analog supply and serve as 10-bit ADC channels.

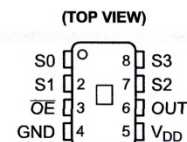
Lampiran 5

Data Sheet Sensor Cahaya TSL230


TSL230, TSL230A, TSL230B
PROGRAMMABLE LIGHT-TO-FREQUENCY CONVERTERS

TAOS004 – MAY 1999

- High-Resolution Conversion of Light Intensity to Frequency With No External Components
- Programmable Sensitivity and Full-Scale Output Frequency
- Communicates Directly With a Microcontroller
- Single-Supply Operation Down to 2.7 V, With Power-Down Feature
- Absolute Output Frequency Tolerance of $\pm 5\%$ (TSL230B)
- Nonlinearity Error Typically 0.2% at 100 kHz
- Stable 100 ppm/ $^{\circ}\text{C}$ Temperature Coefficient



Description

The TSL230, TSL230A, and TSL230B programmable light-to-frequency converters combine a configurable silicon photodiode and a current-to-frequency converter on single monolithic CMOS integrated circuits. The output can be either a pulse train or a square wave (50% duty cycle) with frequency directly proportional to light intensity. Device sensitivity is selectable in three ranges, providing two decades of adjustment. The full-scale output frequency can be scaled by one of four preset values. All inputs and the output are TTL compatible, allowing direct two-way communication with a microcontroller for programming and output interface. An output enable (OE) is provided that places the output in the high-impedance state for multiple-unit sharing of a microcontroller input line. The devices are available with absolute-output-frequency tolerances of $\pm 5\%$ (TSL230B), $\pm 10\%$ (TSL230A), or $\pm 20\%$ (TSL230). Each circuit has been temperature compensated for the ultraviolet-to-visible-light range of 300 nm to 700 nm and are characterized for operation over the temperature range of -25°C to 70°C .

Terminal Functions

TERMINAL NAME	NO.	I/O	DESCRIPTION
GND	4		Ground
OE	3	I	Enable for f_O (active low)
OUT	6	O	Scaled-frequency (f_O) output
S0, S1	1, 2	I	Sensitivity-select inputs
S2, S3	7, 8	I	f_O scaling-select inputs
V _{DD}	5		Supply voltage

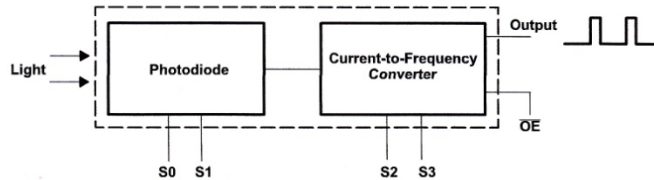
Selectable Options

S1	S0	SENSITIVITY	S3	S2	f_O SCALING (divide-by)
L	L	Power Down	L	L	1
L	H	1x	L	H	2
H	L	10x	H	L	10
H	H	100x	H	H	100

**TSL230, TSL230A, TSL230B
PROGRAMMABLE LIGHT-TO-FREQUENCY CONVERTERS**

TAOS004 – MAY 1999

Functional Block Diagram



Absolute Maximum Ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)†

Supply voltage, V_{DD} (see Note 1)	6.5 V
Input voltage range, all inputs, V_I	-0.3 V to $V_{DD} + 0.3$ V
Operating free-air temperature range, T_A	-25°C to 70°C
Storage temperature range	-25°C to 85°C
Lead temperature 1,6 mm (1/16 inch) from case for 10 seconds	260°C

† Stresses beyond those listed under "absolute maximum ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under "recommended operating conditions" is not implied. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.
NOTE 1: All voltage values are with respect to GND.

Recommended Operating Conditions

		MIN	NOM	MAX	UNIT
Supply voltage, V_{DD}		2.7	5	6	V
High-level input voltage, V_{IH}	$V_{DD} = 4.5$ V to 5.5 V	2		V_{DD}	V
Low-level input voltage, V_{IL}	$V_{DD} = 4.5$ V to 5.5 V	0		0.8	V
Operating free-air temperature range, T_A		-25		70	°C

TSL230, TSL230A, TSL230B PROGRAMMABLE LIGHT-TO-FREQUENCY CONVERTERS

TAOS004 – MAY 1999

Electrical Characteristics at $T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_{DD} = 5\text{ V}$ (unless otherwise noted)

PARAMETER		TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
V_{OH}	High-level output voltage	$I_{OH} = -4\text{ mA}$	4	4.3		V
V_{OL}	Low-level output voltage	$I_{OL} = 4\text{ mA}$		0.17	0.26	V
I_{IH}	High-level input current				1	μA
I_{IL}	Low-level input current				1	μA
I_{DD}	Supply current	Power-on mode		2	3	mA
		Power-down mode			10	μA
	Full-scale frequency [†]		1.1			MHz
	Temperature coefficient of output frequency	$\lambda \leq 700\text{ nm}$, $-25^\circ\text{C} \leq T_A \leq 70^\circ\text{C}$		± 100		ppm/ $^\circ\text{C}$
k_{SVS}	Supply voltage sensitivity	$V_{DD} = 5\text{ V} \pm 10\%$		0.5		%/V

Operating Characteristics at $V_{DD} = 5\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$

PARAMETER	TEST CONDITIONS	TSL230			TSL230A			TSL230B			UNIT	
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX		
f_O	Output frequency	$S0 = H$, $S1 = S2 = S3 = L$, $E_e = 130\text{ mW/cm}^2$, $\lambda_p = 670\text{ nm}$	0.8	1	1.2	0.9	1	1.1	0.95	1	1.05	MHz
		$E_e = 0$, $S0 = H$, $S1 = S2 = S3 = L$		0.1	10		0.1	10		0.1	10	Hz
		$S1 = H$, $S0 = S2 = S3 = L$, $E_e = 13\text{ mW/cm}^2$, $\lambda_p = 670\text{ nm}$	0.8	1	1.2	0.9	1	1.1	0.95	1	1.05	MHz
		$E_e = 0$, $S1 = H$, $S0 = S2 = S3 = L$		0.13	10		0.13	10		0.13	10	Hz
		$S0 = S1 = H$, $S2 = S3 = L$, $E_e = 1.3\text{ mW/cm}^2$, $\lambda_p = 670\text{ nm}$	0.8	1	1.2	0.9	1	1.1	0.95	1	1.05	MHz
		$E_e = 0$, $S0 = S1 = H$, $S2 = S3 = L$		0.5	10		0.5	10		0.5	10	Hz
t_w	Output pulse duration	$S2 = S3 = L$	125		550	125		550	125		550	ns
		$S2$ or $S3 = H$		$1/2f_O$			$1/2f_O$			$1/2f_O$		s
Nonlinearity [‡]		$f_O = 0\text{ MHz to }10\text{ kHz}$	$\pm 0.1\%$			$\pm 0.1\%$			$\pm 0.1\%$			%F.S.
		$f_O = 0\text{ MHz to }100\text{ kHz}$	$\pm 0.2\%$			$\pm 0.2\%$			$\pm 0.2\%$			%F.S.
		$f_O = 0\text{ MHz to }1\text{ MHz}$	$\pm 0.5\%$			$\pm 0.5\%$			$\pm 0.5\%$			%F.S.
Recovery from power down			100			100			100		μs	
Step response to full-scale step input		1 pulse of new frequency plus $1\text{ }\mu\text{s}$										
Response time to programming change		2 periods of new principal frequency plus $1\text{ }\mu\text{s}$ [§]										
Response time to output enable (OE)			50	150		50	150		50	150	ns	

[†] Full-scale frequency is the maximum operating frequency of the device without saturation.

[‡] Nonlinearity is defined as the deviation of f_O from a straight line between zero and full scale, expressed as a percent of full scale.

[§] Principal frequency is the internal oscillator frequency, equivalent to divide-by-1 output selection.

Lampiran 6

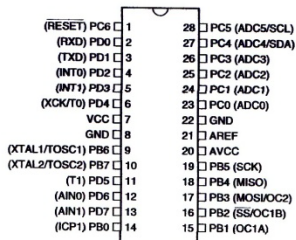
Data Sheet Mikrokontroler ATmega8

Features

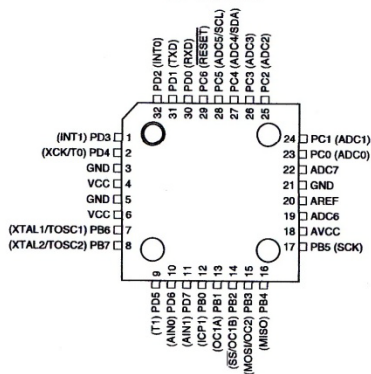
- **High-performance, Low-power AVR[®] 8-bit Microcontroller**
- **Advanced RISC Architecture**
 - 130 Powerful Instructions – Most Single-clock Cycle Execution
 - 32 x 8 General Purpose Working Registers
 - Fully Static Operation
 - Up to 16 MIPS Throughput at 16 MHz
 - On-chip 2-cycle Multiplier
- **High Endurance Non-volatile Memory segments**
 - 8K Bytes of In-System Self-programmable Flash program memory
 - 512 Bytes EEPROM
 - 1K Byte Internal SRAM
 - Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/100,000 EEPROM
 - Data retention: 20 years at 85°C/100 years at 25°C⁽¹⁾
 - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
 - In-System Programming by On-chip Boot Program
 - True Read-While-Write Operation
 - Programming Lock for Software Security
- **Peripheral Features**
 - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescaler, one Compare Mode
 - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
 - Real Time Counter with Separate Oscillator
 - Three PWM Channels
 - 8-channel ADC in TQFP and QFN/MLF package
 - Eight Channels 10-bit Accuracy
 - 6-channel ADC in PDIP package
 - Six Channels 10-bit Accuracy
 - Byte-oriented Two-wire Serial Interface
 - Programmable Serial USART
 - Master/Slave SPI Serial Interface
 - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
 - On-chip Analog Comparator
- **Special Microcontroller Features**
 - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
 - Internal Calibrated RC Oscillator
 - External and Internal Interrupt Sources
 - Five Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, and Standby
- **I/O and Packages**
 - 23 Programmable I/O Lines
 - 28-lead PDIP, 32-lead TQFP, and 32-pad QFN/MLF
- **Operating Voltages**
 - 2.7 - 5.5V (ATmega8L)
 - 4.5 - 5.5V (ATmega8)
- **Speed Grades**
 - 0 - 8 MHz (ATmega8L)
 - 0 - 16 MHz (ATmega8)
- **Power Consumption at 4 Mhz, 3V, 25°C**
 - Active: 3.6 mA
 - Idle Mode: 1.0 mA
 - Power-down Mode: 0.5 µA

Pin Configurations

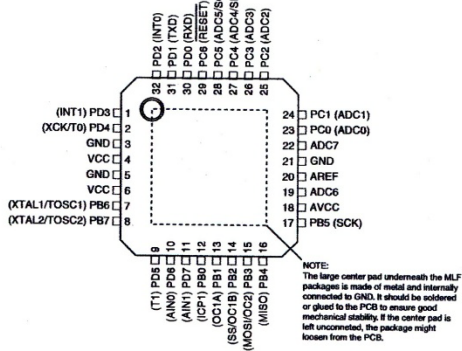
PDIP



TQFP Top View



MLF Top View

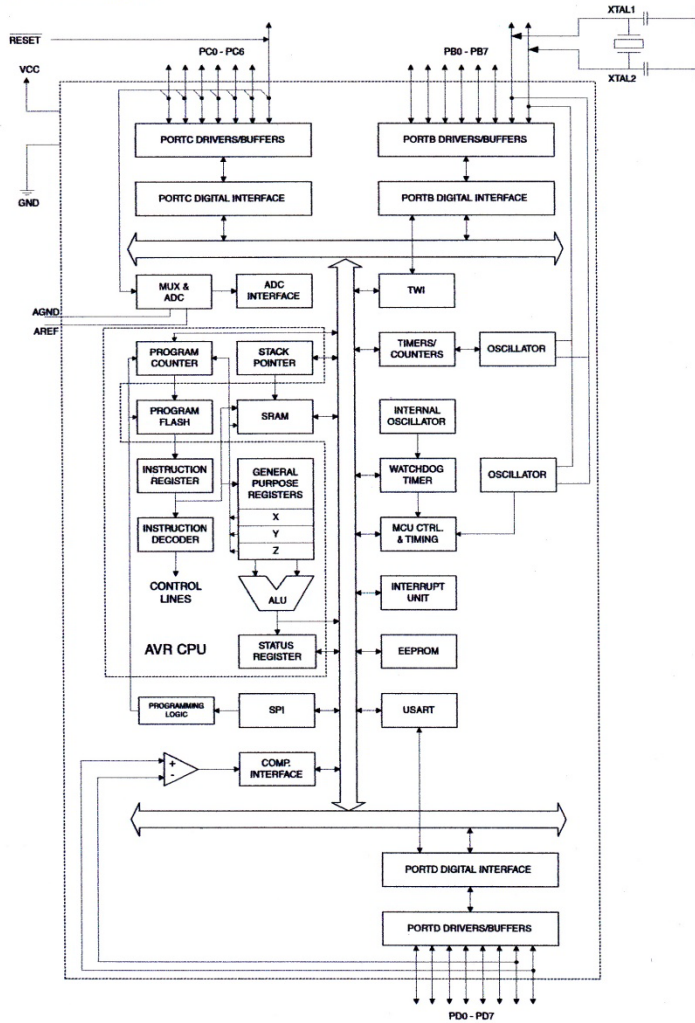


Overview

The ATmega8 is a low-power CMOS 8-bit microcontroller based on the AVR RISC architecture. By executing powerful instructions in a single clock cycle, the ATmega8 achieves throughputs approaching 1 MIPS per MHz, allowing the system designer to optimize power consumption versus processing speed.

Block Diagram

Figure 1. Block Diagram



32 registers are directly connected to the Arithmetic Logic Unit (ALU), allowing two independent registers to be accessed in one single instruction executed in one clock cycle. The resulting architecture is more code efficient while achieving throughputs up to ten times faster than conventional CISC microcontrollers.

The ATmega8 provides the following features: 8K bytes of In-System Programmable Flash with Read-While-Write capabilities, 512 bytes of EEPROM, 1K byte of SRAM, 23 general purpose I/O lines, 32 general purpose working registers, three flexible Timer/Counters with compare modes, internal and external interrupts, a serial programmable USART, a byte oriented Two-wire Serial Interface, a 6-channel ADC (eight channels in TQFP and QFN/MLF packages) with 10-bit accuracy, a programmable Watchdog Timer with Internal Oscillator, an SPI serial port, and five software selectable power saving modes. The Idle mode stops the CPU while allowing the SRAM, Timer/Counters, SPI port, and interrupt system to continue functioning. The Power-down mode saves the register contents but freezes the Oscillator, disabling all other chip functions until the next Interrupt or Hardware Reset. In Power-save mode, the asynchronous timer continues to run, allowing the user to maintain a timer base while the rest of the device is sleeping. The ADC Noise Reduction mode stops the CPU and all I/O modules except asynchronous timer and ADC, to minimize switching noise during ADC conversions. In Standby mode, the crystal/resonator Oscillator is running while the rest of the device is sleeping. This allows very fast start-up combined with low-power consumption.

The device is manufactured using Atmel's high density non-volatile memory technology. The *Flash Program memory can be reprogrammed In-System through an SPI serial interface*, by a conventional non-volatile memory programmer, or by an On-chip boot program running on the AVR core. The boot program can use any interface to download the application program in the Application Flash memory. Software in the Boot Flash Section will continue to run while the Application Flash Section is updated, providing true Read-While-Write operation. By combining an 8-bit RISC CPU with In-System Self-Programmable Flash on a monolithic chip, the Atmel ATmega8 is a powerful microcontroller that provides a highly-flexible and cost-effective solution to many embedded control applications.

The ATmega8 AVR is supported with a full suite of program and system development tools, including C compilers, macro assemblers, program debugger/simulators, In-Circuit Emulators, and evaluation kits.

Disclaimer

Typical values contained in this datasheet are based on simulations and characterization of other AVR microcontrollers manufactured on the same process technology. Min and Max values will be available after the device is characterized.

Pin Descriptions

VCC	Digital supply voltage.
GND	Ground.
Port B (PB7..PB0) XTAL1/XTAL2/TOSC1/ TOSC2	<p>Port B is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port B output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port B pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port B pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.</p> <p>Depending on the clock selection fuse settings, PB6 can be used as input to the inverting Oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.</p> <p>Depending on the clock selection fuse settings, PB7 can be used as output from the inverting Oscillator amplifier.</p> <p>If the Internal Calibrated RC Oscillator is used as chip clock source, PB7..6 is used as TOSC2..1 input for the Asynchronous Timer/Counter2 if the AS2 bit in ASSR is set.</p> <p>The various special features of Port B are elaborated in "Alternate Functions of Port B" on page 58 and "System Clock and Clock Options" on page 25.</p>
Port C (PC5..PC0)	<p>Port C is an 7-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port C output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port C pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port C pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.</p>
PC6/RESET	<p>If the RSTDISBL Fuse is programmed, PC6 is used as an I/O pin. Note that the electrical characteristics of PC6 differ from those of the other pins of Port C.</p> <p>If the RSTDISBL Fuse is unprogrammed, PC6 is used as a Reset input. A low level on this pin for longer than the minimum pulse length will generate a Reset, even if the clock is not running. The minimum pulse length is given in Table 15 on page 38. Shorter pulses are not guaranteed to generate a Reset.</p> <p>The various special features of Port C are elaborated on page 61.</p>
Port D (PD7..PD0)	<p>Port D is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port D output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port D pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port D pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.</p> <p>Port D also serves the functions of various special features of the ATmega8 as listed on page 63.</p>
RESET	<p>Reset input. A low level on this pin for longer than the minimum pulse length will generate a reset, even if the clock is not running. The minimum pulse length is given in Table 15 on page 38. Shorter pulses are not guaranteed to generate a reset.</p>

AV_{CC}	AV _{CC} is the supply voltage pin for the A/D Converter, Port C (3..0), and ADC (7..6). It should be externally connected to V _{CC} , even if the ADC is not used. If the ADC is used, it should be connected to V _{CC} through a low-pass filter. Note that Port C (5..4) use digital supply voltage, V _{CC} .
AREF	AREF is the analog reference pin for the A/D Converter.
ADC7..6 (TQFP and QFN/MLF Package Only)	In the TQFP and QFN/MLF package, ADC7..6 serve as analog inputs to the A/D converter. These pins are powered from the analog supply and serve as 10-bit ADC channels.

RANCANG BANGUN ALAT DETEKSI BAKSO DAGING TERKONTAMINASI BORAKS DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR CAHAYA TSL230 BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA8

Tria Yulli Andariska¹ dan Frida Agung Rakhmadi²

¹Mahasiswa program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

²Dosen Program Studi Fisika dan Peneliti di *Halal Research Center* Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

Jl. Marsda Adisucipto Yogyakarta 55281

andariska@gmail.com, agungfrida@yahoo.co.id

Abstrak – Penelitian tentang rancang bangun alat deteksi bakso daging terkontaminasi boraks dengan menggunakan sensor cahaya TSL230 berbasis mikrokontroler ATmega8 dilakukan untuk mendeteksi ada tidaknya bakso daging sapi terkontaminasi boraks yang ditampilkan pada LED dan Buzzer. Sistem pada alat deteksi agar dapat bekerja dengan baik diperlukan adanya kestabilan alat deteksi serta menentukan tingkat persentase keberhasilan alat deteksi pada sampel uji. Perancangan alat deteksi ini menggunakan sensor cahaya TSL230 berfungsi sebagai detektor. Mikrokontroler ATmega8 sebagai pengontrol sistem dari sinyal masukan dan keluaran. Hasil penelitian ini menunjukkan kestabilan alat deteksi lebih stabil pada kadar boraks $\geq 3\%$ yakni stabil pada detik keempat dan detik kelima setelah alat deteksi menyala. Tingkat keberhasilan pengujian alat deteksi pada sampel uji bakso daging sapi menunjukkan bahwa alat deteksi bekerja dengan baik pada kadar $\geq 4\%$ dengan persentase 100%.

Kata Kunci: Bakso, Sensor Cahaya TSL230, LED, Buzzer, dan Mikrokontroler ATmega8.

Abstract – Penelitian tentang rancang bangun alat deteksi bakso daging terkontaminasi boraks dengan menggunakan sensor cahaya TSL230 berbasis mikrokontroler ATmega8 dilakukan untuk mendeteksi ada tidaknya bakso daging sapi terkontaminasi boraks yang ditampilkan pada LED dan Buzzer. Sistem pada alat deteksi agar dapat bekerja dengan baik diperlukan adanya kestabilan alat deteksi serta menentukan tingkat persentase keberhasilan alat deteksi pada sampel uji. Perancangan alat deteksi ini menggunakan sensor cahaya TSL230 berfungsi sebagai detektor. Mikrokontroler ATmega8 sebagai pengontrol sistem dari sinyal masukan dan keluaran. Hasil penelitian ini menunjukkan kestabilan alat deteksi lebih stabil pada kadar boraks $\geq 3\%$ yakni stabil pada detik keempat dan detik kelima setelah alat deteksi menyala. Tingkat keberhasilan pengujian alat deteksi pada sampel uji bakso daging sapi menunjukkan bahwa alat deteksi bekerja dengan baik pada kadar $\geq 4\%$ dengan persentase 100%.

Kata Kunci: Bakso, Sensor Cahaya TSL230, LED, Buzzer, dan Mikrokontroler ATmega8.

I. PENDAHULUAN

Beredarnya bakso daging sapi yang terkontaminasi boraks sangat meresahkan masyarakat, mereka takut mengkonsumsi bakso daging sapi. Bakso daging sapi terkontaminasi boraks ini tidak layak untuk dikonsumsi karena berbahaya bagi kesehatan manusia. Dalam ilmu gizi, syarat makanan yang aman bagi kesehatan adalah makanan dengan gizi lengkap dan seimbang. Makanan yang aman adalah makanan yang bebas dari kuman dan bahan kimia berbahaya. Tanda-tanda umum makanan yang tidak aman bagi kesehatan antara lain berlendir, berjamur, aroma, dan rasa atau warna makanan berubah serta dalam pengolahannya ditambahkan bahan tambahan berbahaya salah satunya boraks^[1].

Boraks bersifat sangat beracun sehingga sangat berbahaya jika terhirup, mengenai kulit, dan tertelan. Bahaya yang ditimbulkan bukan hanya dalam jangka pendek tetapi juga jangka panjang^[2]. Boraks merupakan salah satu bahan yang dilarang digunakan dalam pangan sebagai bahan tambahan makanan (BTM) menurut Peraturan Undang-Undang Nomor 7 tahun 1996 Tentang Pangan^[3].

Secara kasat mata bakso daging sapi yang terkontaminasi boraks sangat sukar untuk dibedakan oleh konsumen. Oleh karena itu, untuk membantu konsumen membedakan bakso daging sapi yang terkontaminasi boraks dan bakso daging sapi yang tidak terkontaminasi boraks perlu adanya alat yang dapat mendeteksi bakso terkontaminasi boraks.

II. LANDASAN TEORI

A. BAKSO

Bakso adalah produk olahan daging yang banyak dikonsumsi dan merupakan bahan pangan yang sangat populer dimasyarakat, sehingga konsumsi protein hewani melalui produk ini dapat meningkatkan gizi masyarakat. Pada proses pengolahan bakso sering ditambahkan bahan tambahan makanan (BTM) tertentu, antara lain *Sodium Tri Poli Phosfat* (STTP), putih telur (*albumen*), dan soda kue (NaHCO_3) yang berfungsi sebagai bahan pengental. STTP berfungsi sebagai pengemulsi dalam adonan bakso sehingga menghasilkan tekstur bakso yang lebih baik dan kenyal. Putih telur merupakan bahan pengental alami, sedangkan soda kue merupakan bahan pengental sintesis yang diizinkan^[4].

Bakso merupakan produk dari protein daging, baik daging sapi, ayam, ikan maupun udang. Bakso dibuat dari daging giling dengan bahan tambahan utama garam dapur (NaCl), tepung tapioka, dan bumbu, berbentuk variatif umumnya berbentuk bulat seperti kelereng. Kualitas bakso sangat bervariasi karena perbedaan bahan baku dan bahan tambahan yang digunakan, proporsi daging dan tepung serta proses pembuatannya.

B. BORAKS

Boraks berasal dari bahasa arab yaitu Bouraq yang berarti kristal lunak. Boraks merupakan kristal lunak dengan nama kimia Natrium Tetraborat ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), bila ditambahkan dalam daging akan menghasilkan produk yang kesat dan kenyal teksturnya. Padahal sejatinya boraks merupakan salah satu elemen pada bahan solder, bahan pembersih, pengawet kayu, antiseptik, dan pengontrol kecoa. Karakteristik boraks antara lain berbentuk serbuk halus kristal transparan atau granul putih tak berwarna, tidak berbau serta agak manis, dan dapat larut dalam air. Boraks di pasaran terkenal dengan nama pijer, petitet, bleng, gendar, dan air kl^[5].

C. SENSOR CAHAYA TSL230

Sensor cahaya TSL230 adalah chips sensor yang bekerja dengan mengkonversikan besaran fisis yang berupa cahaya menjadi sinyal listrik yang berupa arus kemudian arus tersebut akan diubah menjadi frekuensi oleh IC konverter (*single monolithic CMOS integrated circuit*). Pada dasarnya sensor TSL230 merupakan sensor cahaya yang dilengkapi dengan filter cahaya untuk warna dasar RGB (*Red-Green-Blue*) dan sensor cahaya tanpa filter dengan skala 8 bit untuk tiap bagian sensornya. Fotodiode dalam sensor cahaya TSL230 disusun secara array 8x8 dengan konfigurasi internal sensor fotodiode (tiap fotodiode berukuran 120mm x 120 mm). 16 fotodiode untuk sensor cahaya dengan filter cahaya warna merah, 16 fotodiode untuk sensor dengan filter cahaya warna hijau, 16 fotodiode untuk sensor cahaya dengan filter warna biru, dan 16 fotodiode untuk sensor cahaya tanpa filter warna^[6].

Cara kerja dari fotodiode jika sebuah sambungan positif negatif (P-N) dibias maju dan diberikan cahaya padanya maka pertambahan arus sangat kecil sedangkan jika sambungan P-N dibias mundur arus akan bertambah cukup besar. Cahaya yang dikenakan pada fotodiode akan

mengakibatkan terjadinya pergeseran foton yang akan menghasilkan pasangan elektron yang dihasilkan itu masuk ke pita konduksi maka elektron-elektron itu akan mengalir ke arah positif sumber tegangan sedangkan hole yang dihasilkan mengalir ke arah negatif sumber tegangan sehingga arus akan mengalir dalam rangkaian. Besarnya pasangan elektron ataupun hole yang dihasilkan tergantung dari besarnya intensitas cahaya yang dikenakan pada fotodiode^[7].

Sensor cahaya TSL230 tersusun dari 2 bagian utama, yaitu bagian pertama berupa fotodiode yang tersusun secara *array* dan bagian konverter cahaya ke arus. Pada sistem sensor TSL230, terdapat fotodiode yang terbuat dari silikon yang mampu mengubah besaran fisis cahaya menjadi arus. Kemudian arus ini diubah menjadi frekuensi oleh IC konverter (*single monolithic CMOS integrated circuit*) yang ada di dalam sistem sensor TSL230^[6].

D. MIKROKONTROLER ATMEGA8

Mikrokontroler merupakan suatu komponen elektronika yang di dalamnya terdapat rangkaian mikroprosesor memori (RAM/ROM) dan I/O atau biasa disebut *single chip microcomputer*. Pada mikrokontroler sudah terdapat komponen-komponen mikroprosesor dengan bus-bus *internal* yang saling berhubungan, diantaranya: RAM, ROM, *timer*, I/O parallel dan serial, dan *interrupt* kontroler. Mikrokontroler juga mempunyai fungsi yang sama dengan mikroprosesor yaitu untuk mengontrol suatu kerja dari suatu sistem, mikrokontroler mempunyai CPU, ALU, Program Counter (PC), *Stack Pointer* (SP), dan register-register seperti dalam mikroprosesor, tapi juga ditambah dengan perangkat-perangkat lain seperti ROM, RAM, PIO, SIO, *counter* dan sebuah rangkaian *clock*^[8].

III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan cara membandingkan dua bakso daging sapi yang berbeda perlakuan. Bakso daging sapi yang pertama merupakan bakso daging sapi normal, sedangkan yang kedua merupakan bakso daging sapi boraks. Kedua sampel bakso memiliki komposisi perbandingan bahan yang sama.

Pendeteksian besar frekuensi yang dihasilkan dilakukan menggunakan alat deteksi yang telah dibuat. Pendeteksian awal dilakukan pada bakso daging sapi normal terlebih dahulu agar, bakso daging sapi ini tidak terkontaminasi boraks,

sehingga bakso daging sapi normal tetap dimanfaatkan.

Pendeteksian menggunakan alat deteksi dilakukan dengan cara membelah bakso daging sapi menjadi dua bagian, dan diukur ketebalannya dengan menggunakan penggaris (mistar) dan sensor pada alat deteksi didekatkan tepat sejajar dan tegak lurus terhadap sampel bakso daging sapi kemudian tomol star ditekan dan ditunggu sampai nilai frekuensi terbaca pada komputer. Pengambilan data dilakukan sebanyak 10 kali pada 10 pentol bakso daging sapi dari setiap sampel bakso normal.

Pendeteksian berikutnya dilakukan dengan mengganti objeknya dengan bakso daging sapi boraks. Proses pendeteksian sama seperti pada saat melakukan pendeteksian pada sampel bakso normal.

Data frekuensi yang telah didapatkan kemudian dianalisis dengan menggunakan uji-t. Analisis uji-t biasa digunakan untuk mengamati hasil penelitian yang bertujuan untuk membandingkan dua buah data yang berbeda baik dari segi obyek yang diteliti maupun dari segi alat yang digunakan^[9]. Metode uji-t ini merupakan metode statistik. Analisis data uji-t ini diperlukan perhitungan selisih pasangan, misalnya

$$d_j = Y_{1j} - Y_{2j} \quad (1)$$

Pengujian statistik untuk hipotesis ini menggunakan persamaan:

$$t_0 = \frac{\bar{d}}{S_d / \sqrt{n}} \quad (2)$$

Dimana \bar{d} adalah rata-rata deviasi. Yakni:

$$\bar{d} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n d_j \quad (3)$$

Dan S_d adalah standar deviasi, yakni:

$$S_d = \left[\frac{\sum_{j=1}^n (d_j - \bar{d})^2}{n-1} \right]^{1/2} = \left[\frac{\sum_{j=1}^n d_j^2 - \frac{1}{n} \left(\sum_{j=1}^n d_j \right)^2}{n-1} \right]^{1/2} \quad (4)$$

Uji-t menggunakan hipotesa nol (H_0) dan hipotesa satu (H_1) yakni:

$$H_0 : \mu_d = 0 \quad \text{dan} \quad H_1 : \mu_d \neq 0$$

Jika $|t_0| > t_{\alpha/2, n-1}$, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Jika $|t_0| < t_{\alpha/2, n-1}$, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak. Besar nilai $t_{\alpha/2, n-1}$ dapat dilihat dari tabel distribusi uji-t. Taraf kepercayaan yang digunakan pada penelitian ini adalah 5% atau 0,05 dan jumlah data penelitian (n) adalah 10 buah, sehingga $t_{0,259}$ berdasarkan nilai $t_{0,259}$ pada tabel distribusi uji-t adalah 2,262.

Hasil yang didapatkan tersebut kemudian dibandingkan dengan data pada tabel distribusi uji-t. Berdasarkan hasil tersebut dapat diambil kesimpulan apakah bakso normal dan bakso boraks dapat dibedakan berdasarkan frekuensi yang dihasilkan.

Keterangan :

H_0 : Frekuensi BN= Frekuensi BB

H_1 : Frekuensi BN \neq Frekuensi BB

t_0 : t perhitungan

$t_{\alpha/2, n-1}$: t tabel distribusi uji-t

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Alat deteksi bakso daging sapi terkontaminasi boraks

Alat deteksi bakso daging sapi terkontaminasi boraks ditunjukkan oleh Gambar 4.1.

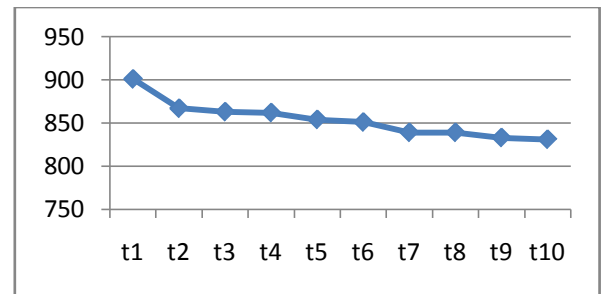


Gambar 4.1 Alat deteksi baksodaging sapi terkontaminasi boraks

Alat deteksi ini terdiri dari: sensor cahaya TSL230, mikrokontroler ATmega8, dan rangkaian elektronik, serta dilengkapi dengan baterai 9 volt sebagai sumber tegangan.

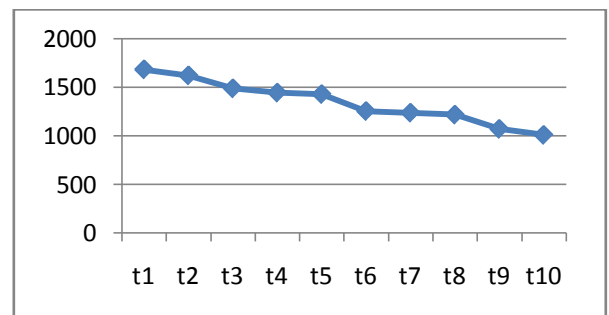
2. Kestabilan alat deteksi

Kestabilan alat deteksi sebelum ada sampel bakso daging sapi yakni pada detik ketujuh setelah alat deteksi menyala, seperti yang diperlihatkan oleh Gambar 4.2



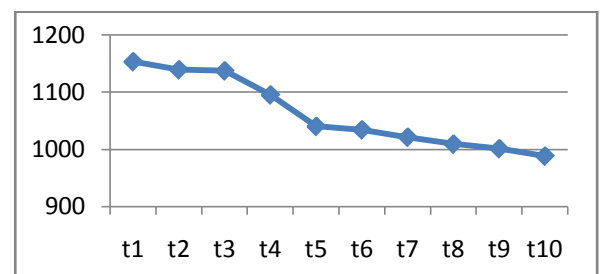
Gambar 4.2 Grafik kestabilan alat deteksi sebelum ada sampel bakso

Kestabilan alat deteksi pada sampel bakso normal yakni pada detik keenam setelah alat deteksi menyala, seperti yang diperlihatkan oleh Gambar 4.3



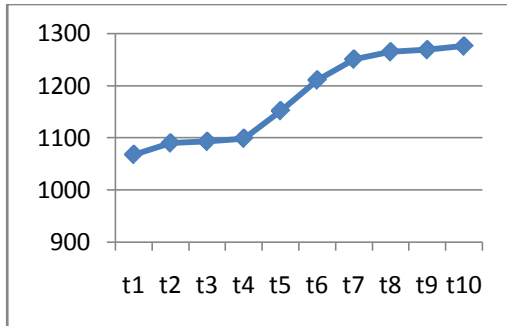
Gambar 4.3 Grafik kestabilan alat deteksi pada sampel bakso normal

Kestabilan alat deteksi pada sampel bakso boraks 1% yakni pada detik ketujuh setelah alat deteksi menyala, seperti yang diperlihatkan oleh Gambar 4.4



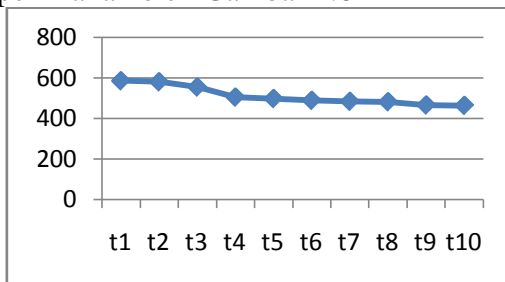
Gambar 4.4 Grafik kestabilan alat deteksi pada sampel bakso boraks 1%

Kestabilan alat deteksi pada sampel bakso boraks 2% yakni pada detik ketujuh setelah alat deteksi menyala, seperti yang diperlihatkan oleh Gambar 4.5



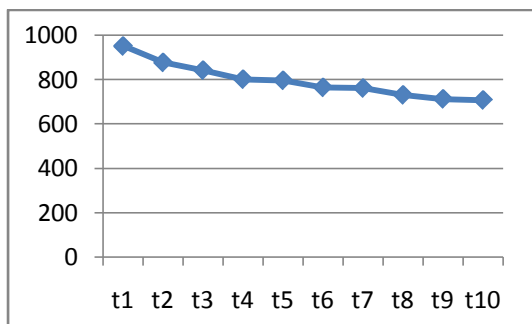
Gambar 4.5 Grafik kestabilan alat deteksi pada sampel bakso boraks 2%

Kestabilan alat deteksi pada sampel bakso boraks 3% yakni pada detik keempat setelah alat deteksi menyala, seperti yang diperlihatkan oleh Gambar 4.6



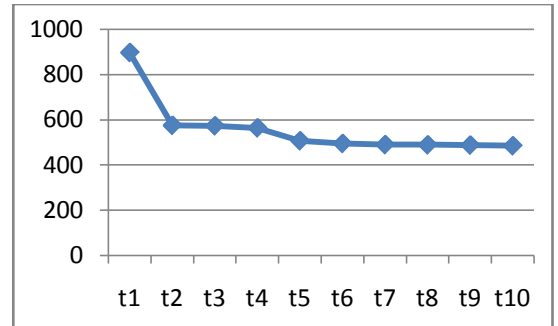
Gambar 4.6 Grafik kestabilan alat deteksi pada sampel bakso boraks 3%

Kestabilan alat deteksi pada sampel bakso boraks 4% yakni pada detik keempat setelah alat deteksi menyala, seperti yang diperlihatkan oleh Gambar 4.7



Gambar 4.7 Grafik kestabilan alat deteksi pada sampel bakso boraks 4%

Kestabilan alat deteksi pada sampel bakso boraks 5% yakni pada detik kelima setelah alat deteksi menyala, seperti yang diperlihatkan oleh Gambar 4.8



Gambar 4.8 Grafik kestabilan alat deteksi pada sampel bakso boraks 5%

3. Pengolahan Data Sampel Latih

Range frekuensi data sampel latih bakso normal dan bakso boraks disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Range frekuensi dari data sampel latih dengan ketebalan 3 cm

Hasil ini menunjukkan bahwa frekuensi

Frekuensi (Hz)					
Bakso Normal	Bakso Boraks 1%	Bakso Boraks 2%	Bakso Boraks 3%	Bakso Boraks 4%	Bakso Boraks 5%
1059 - 1324	960 - 1098	825 - 1208	511 - 1293	622 - 1034	556 - 833

bakso normal lebih besar dari pada frekuensi bakso boraks $\geq 5\%$, meskipun pada frekuensi bakso boraks dengan kadar boraks $\leq 4\%$ terdapat data yang bersinggungan (*overlap*) dengan data frekuensi bakso normal.

4. Analisis Data Sampel Latih

Analisis data menggunakan uji-t pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Analisis data menggunakan uji-t

Bakso normal	Bakso borak 1%
	$t_o 5,708$
	$t_o 5,708 > t_o 2,262$
Bakso normal	Bakso borak 2%
	$t_o 2,723$
	$t_o 2,723 > t_o 2,262$
Bakso normal	Bakso borak 3%
	$t_o 4,842$
	$t_o 4,842 > t_o 2,262$
Bakso normal	Bakso borak 4%
	$t_o 8,506$
	$t_o 8,506 > t_o 2,262$
Bakso normal	Bakso borak 5%
	$t_o 13,10$
	$t_o 13,10 > t_o 2,262$

Berdasarkan Tabel 4.1 perbedaan tersebut diperkuat dengan hasil analisis uji-t, dimana $t_0 > t_{\alpha/2, 10-1}$ pada Tabel distribusi untuk semua data (bakso normal dengan bakso boraks 1% sampai dengan bakso normal dengan bakso boraks 5%). Hasil ini menunjukkan bahwa hipotesa satu (H_1) diterima, yang berarti bahwa kondisi antara bakso normal dengan bakso boraks memiliki frekuensi yang berbeda. Hal ini berbeda disebabkan oleh adanya tambahan boraks dengan kadar yang berbeda-beda pada setiap bakso daging sapi.

5. Implementasi Alat Deteksi Pada Sampel Uji

Persentase keberhasilan pengujian alat deteksi pada sampel uji disajikan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Persentase keberhasilan pengujian alat deteksi

No	Jenis Sampel Bakso	Persentase Keberhasilan (%)
1	Bakso Normal	100%
2	Bakso Boraks 1%	70%
3	Bakso Boraks 2%	70%
4	Bakso Boraks 3%	90%
5	Bakso Boraks 4%	100%
6	Bakso Boraks 5%	100%

Berdasarkan hasil data yang diperoleh menunjukkan bahwa jika semakin besar kadar boraks dalam bakso daging sapi ($\geq 4\%$), maka semakin tinggi pula tingkat pengenalannya. Hal ini dikarenakan boraks ketika dicampurkan pada bakso daging sapi akan mempengaruhi perubahan warna dan perubahan kekompakan atau kerapatan bentuk permukaan pada bakso daging, sehingga permukaan pada bakso ketika dibelah akan menjadi rata. Ketika permukaan bakso rata, bakso akan memantulkan intensitas cahaya secara teratur tepat mengenai detektor yakni sensor cahaya, sehingga semakin besar kadar boraksnya akan semakin baik pula pengenalan yang dihasilkan oleh keluaran pada alat deteksi. Sebaliknya jika semakin kecil kadar boraks dalam bakso daging sapi ($\leq 3\%$), maka semakin rendah pula tingkat pengenalannya. Hal ini disebabkan karena kadar boraks $\leq 3\%$ tidak mempengaruhi perubahan warna dan kekompakan atau kerapatan bentuk permukaan

bakso. Bentuk dan permukaan bakso ketika di belah menjadi tidak rata, sehingga bakso memantulkan cahaya baur tidak tepat mengenai detektor (sensor cahaya), karena pemantulan baur sensor tidak dapat menangkap pantulan cahaya dengan baik, dengan kecilnya kadar boraks maka alat deteksi tidak dapat mengenali sampel bakso dengan baik.

V. KESIMPULAN

Telah dibuat seperangkat alat deteksi bakso daging sapi terkontaminasi boraks dengan menggunakan sensor cahaya TSL230 berbasis mikrokontroler ATmega8 yang mampu mendeteksi ada atau tidaknya bakso daging sapi yang terkontaminasi boraks. Kestabilan alat deteksi pada kadar boraks $\geq 3\%$ lebih stabil yakni pada detik keempat dan detik kelima setelah alat deteksi menyala. Tingkat keberhasilan pengujian alat deteksi pada sampel uji bakso daging sapi menunjukkan bahwa alat deteksi bekerja dengan baik pada kadar boraks $\geq 4\%$ dengan persentase 100%.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1]Lusa, 2009. *Konsep gizi seimbang*. Diakses tanggal 30 Maret 2012 dari <http://www.lusa.web.id/konsep-gizi-seimbang/>
- [2]Winarno FG, Rahayu TS. 1994. *Bahan Tambahan Untuk Makanan dan Kontaminan*. Pustaka Sinar Harapan: Jakarta.
- [3]Lailia, S. 2007. *Penggunaan Bahan Tambahan Pangan (Pengawet) Dalam Makanan Ditinjau Dari Perspektif Hukum Positif Dan Hukum Islam*.(Skripsi).Universitas Muhammadiyah Malang.
- [4]Kamaludin, A. 2009. *analisis kadar formalin dalam bakso dari produsen bakso di beberapa kecamatan di kodya yogyakarta*.(Thesis). Program pascasarjana.Universitas Negeri Yogyakarta.Yogyakarta.
- [5]Putri, P. 2011. *Identifikasi borak dalam makanan*. Jurusan Kesehatan Lingkungan Prodi DIII Kesehatan Lingkungan.

Politeknik Kesehatan Kemenkes
Semarang.

^[6]Taosinc, 2011. Data Sheet. *Light To Frequency*. Diakses pada 30 April 2012 dari <http://www.taosinc.com>

^[7]Gani, C.M.A. 2011. Sensor Fotodiode. Jurusan Fisika. Laboratorium Bidang Instrumentasi Dan Elektronika. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya

^[8]Atmel. 2012. Data sheet. *Mikrokontroler ATmega8*. Diakses Selasa 22 Mei 2012 dari <http://www.atmel.com/Images/doc2486.pdf>

^[9]Montgomery, D.C. 1984. *Design and Analysis of Experiments*. Canada: John Wiley and Sons, Inc.

**RANCANG BANGUN ALAT DETEKSI
BAKSO DAGING TERKONTAMINASI BORAKS
DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR CAHAYA TSL230
BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA8**

RESUME SKRIPSI

**Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Mencapai Derajat Sarjana S-1
Program Studi Fisika**



Oleh:

Tria Yulli Andariska
08620009

Kepada

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIGAJA
YOGYAKARTA
2013**

**RANCANG BANGUN ALAT DETEKSI
BAKSO DAGING TERKONTAMINASI BORAKS DENGAN
MENGUNAKAN SENSOR CAHAYA TSL230
BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA8**

Tria Yulli Andariska
08620009

Abstrak

Penelitian tentang rancang bangun alat deteksi bakso daging terkontaminasi boraks dengan menggunakan sensor cahaya TSL230 berbasis mikrokontroler ATmega8 dilakukan untuk mendeteksi ada tidaknya bakso daging sapi terkontaminasi boraks yang ditampilkan pada LED dan Buzzer. Sistem pada alat deteksi agar dapat bekerja dengan baik diperlukan adanya kestabilan alat deteksi serta menentukan tingkat persentase keberhasilan alat deteksi pada sampel uji. Perancangan alat deteksi ini menggunakan sensor cahaya TSL230 berfungsi sebagai detektor. Mikrokontroler ATmega8 sebagai pengontrol sistem dari sinyal masukan dan keluaran. Hasil penelitian ini menunjukkan kestabilan alat deteksi lebih stabil pada kadar boraks $\geq 3\%$ yakni stabil pada detik keempat dan detik kelima setelah alat deteksi menyala. Tingkat keberhasilan pengujian alat deteksi pada sampel uji bakso daging sapi menunjukkan bahwa alat deteksi bekerja dengan baik pada kadar $\geq 4\%$ dengan persentase 100%.

Kata Kunci: *Bakso, Sensor Cahaya TSL230, LED, Buzzer, dan Mikrokontroler ATmega8.*

BAB I

PENDAHULUAN

Beredarnya bakso daging sapi yang terkontaminasi boraks sangat meresahkan masyarakat, mereka takut mengkonsumsi bakso daging sapi. Bakso daging sapi terkontaminasi boraks ini tidak layak untuk dikonsumsi karena berbahaya bagi kesehatan manusia, Dalam ilmu gizi, syarat makanan yang aman bagi kesehatan adalah makanan dengan gizi lengkap dan seimbang. Makanan yang aman adalah makanan yang bebas dari kuman dan bahan kimia berbahaya. Tanda-tanda umum makanan yang tidak aman bagi kesehatan antara lain berlendir, berjamur, aroma, dan rasa atau warna makanan berubah serta dalam pengolahannya ditambahkan bahan tambahan berbahaya salah satunya boraks^[1].

Boraks bersifat sangat beracun sehingga sangat berbahaya jika terhirup, mengenai kulit, dan tertelan. Bahaya yang ditimbulkan bukan hanya dalam jangka pendek tetapi juga jangka panjang^[2]. Boraks merupakan salah satu bahan yang dilarang digunakan dalam pangan sebagai bahan tambahan makanan (BTM) menurut Peraturan Undang-Undang Nomor 7 tahun 1996 Tentang Pangan^[3].

Secara kasat mata bakso daging sapi yang terkontaminasi boraks sangat sukar untuk dibedakan oleh konsumen. Oleh karena itu, untuk membantu konsumen membedakan bakso daging sapi yang terkontaminasi boraks dan bakso daging sapi yang tidak terkontaminasi

boraks perlu adanya alat yang dapat mendeteksi bakso terkontaminasi boraks.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. BAKSO

Bakso adalah produk olahan daging yang banyak dikonsumsi dan merupakan bahan pangan yang sangat populer dimasyarakat, sehingga konsumsi protein hewani melalui produk ini dapat meningkatkan gizi masyarakat. Pada proses pengolahan bakso sering ditambahkan bahan tambahan makanan (BTM) tertentu, antara lain *Sodium Tri Poli Phosfat* (STTP), putih telur (*albumen*), dan soda kue (NaHCO_3) yang berfungsi sebagai bahan pengental. STTP berfungsi sebagai pengemulsi dalam adonan bakso sehingga menghasilkan tekstur bakso yang lebih baik dan kenyal. Putih telur merupakan bahan pengental alami, sedangkan soda kue merupakan bahan pengental sintesis yang diizinkan^[4].

Bakso merupakan produk dari protein daging, baik daging sapi, ayam, ikan maupun udang. Bakso dibuat dari daging giling dengan bahan tambahan utama garam dapur (NaCl), tepung tapioka, dan bumbu, berbentuk variatif umumnya berbentuk bulat seperti kelereng. Kualitas bakso sangat bervariasi karena perbedaan bahan baku dan bahan tambahan yang digunakan, proporsi daging dan tepung serta proses pembuatannya.

B. BORAKS

Boraks berasal dari bahasa arab yaitu Bouraq yang berarti kristal lunak. Boraks merupakan kristal lunak dengan nama kimia Natrium Tetraborat ($\text{Na}_2\cdot\text{B}_4\text{O}_7\cdot 10\text{H}_2\text{O}$), bila ditambahkan dalam daging akan menghasilkan produk yang kesat dan kenyal teksturnya. Padahal sejatinya boraks merupakan salah satu elemen pada bahan solder, bahan pembersih, pengawet kayu, antiseptik, dan pengontrol kecoa. Karakteristik boraks antara lain berbentuk serbuk halus kristal transparan atau granul putih tak berwarna, tidak berbau serta agak manis, dan dapat larut dalam air. Boraks di pasaran terkenal dengan nama pijer, petitet, bleng, gendar, dan air kl^[5].

C. SENSOR CAHAYA TSL230

Sensor cahaya TSL230 adalah chips sensor yang bekerja dengan mengkonversikan besaran fisis yang berupa cahaya menjadi sinyal listrik yang berupa arus kemudian arus tersebut akan diubah menjadi frekuensi oleh IC konverter (*single monolithic CMOS integrated circuit*). Pada dasarnya sensor TSL230 merupakan sensor cahaya yang dilengkapi dengan filter cahaya untuk warna dasar RGB (*Red-Green-Blue*) dan sensor cahaya tanpa filter dengan skala 8 bit untuk tiap bagian sensornya. Fotodioda dalam sensor cahaya TSL230 disusun secara array 8x8 dengan konfigurasi internal sensor fotodioda (tiap fotodioda berukuran 120mm x 120 mm). 16 fotodioda untuk

sensor cahaya dengan filter cahaya warna merah, 16 fotodioda untuk sensor dengan filter cahaya warna hijau, 16 fotodioda untuk sensor cahaya dengan filter warna biru, dan 16 fotodioda untuk sensor cahaya tanpa filter warna^[6].

Cara kerja dari fotodioda jika sebuah sambungan positif negatif (P-N) dibias maju dan diberikan cahaya padanya maka pertambahan arus sangat kecil sedangkan jika sambungan P-N dibias mundur arus akan bertambah cukup besar. Cahaya yang dikenakan pada fotodioda akan mengakibatkan terjadinya pergeseran foton yang akan menghasilkan pasangan elektron yang dihasilkan itu masuk ke pita konduksi maka elektron-elektron itu akan mengalir ke arah positif sumber tegangan sedangkan hole yang dihasilkan mengalir ke arah negatif sumber tegangan sehingga arus akan mengalir dalam rangkaian. Besarnya pasangan elektron ataupun hole yang dihasilkan tergantung dari besarnya intensitas cahaya yang dikenakan pada fotodioda^[7].

Sensor cahaya TSL230 tersusun dari 2 bagian utama, yaitu bagian pertama berupa fotodioda yang tersusun secara *array* dan bagian konverter cahaya ke arus. Pada sistem sensor TSL230, terdapat fotodioda yang terbuat dari silikon yang mampu mengubah besaran fisis cahaya menjadi arus. Kemudian arus ini diubah menjadi frekuensi oleh IC konverter (*single monolithic CMOS integrated circuit*) yang ada di dalam sistem sensor TSL230^[6].

D. MIKROKONTROLER ATMEGA8

Mikrokontroler merupakan suatu komponen elektronika yang di dalamnya terdapat rangkaian mikroprosesor memori (RAM/ROM) dan I/O atau biasa disebut *single chip microcomputer*. Pada mikrokontroler sudah terdapat komponen-komponen mikroprosesor dengan bus-bus *internal* yang saling berhubungan, diantaranya: RAM, ROM, *timer*, I/O parallel dan serial, dan *interrupt* kontroler. Mikrokontroler juga mempunyai fungsi yang sama dengan mikroprosesor yaitu untuk mengontrol suatu kerja dari suatu sistem, mikrokontroler mempunyai CPU, ALU, Program Counter (PC), *Stack Pointer* (SP), dan register-register seperti dalam mikroprosesor, tapi juga ditambah dengan perangkat-perangkat lain seperti ROM, RAM, PIO, SIO, *counter* dan sebuah rangkaian *clock*^[8].

BAB III

METODE PENELITIAN

a membandingkan dua bakso daging sapi yang berbeda perlakuan. Bakso daging sapi yang pertama merupakan bakso daging sapi normal, sedangkan yang kedua merupakan bakso daging sapi boraks. Kedua sampel bakso memiliki komposisi perbandingan bahan yang sama.

Pendeteksian besar frekuensi yang dihasilkan dilakukan menggunakan alat deteksi yang telah dibuat. Pendeteksian awal dilakukan pada bakso daging sapi normal terlebih dahulu agar, bakso daging sapi ini tidak terkontaminasi boraks, sehingga bakso daging sapi normal tetap dimanfaatkan.

Pendeteksian menggunakan alat deteksi dilakukan dengan cara membelah bakso daging sapi menjadi dua bagian, dan diukur ketebalannya dengan menggunakan penggaris (mistar) dan sensor pada alat deteksi didekatkan tepat sejajar dan tegak lurus terhadap sampel bakso daging sapi kemudian tombol star ditekan dan ditunggu sampai nilai frekuensi terbaca pada komputer. Pengambilan data dilakukan sebanyak 10 kali pada 10 pentol bakso daging sapi dari setiap sampel bakso normal.

Pendeteksian berikutnya dilakukan dengan mengganti objeknya dengan bakso daging sapi boraks. Proses pendeteksian sama seperti pada saat melakukan pendeteksian pada sampel bakso normal.

Data frekuensi yang telah didapatkan kemudian dianalisis dengan menggunakan uji-t. Analisis uji-t biasa digunakan untuk mengamati hasil penelitian yang bertujuan untuk membandingkan dua buah data yang berbeda baik dari segi obyek yang diteliti maupun dari segi alat yang digunakan^[9]. Metode uji-t ini merupakan metode statistik. Analisis data uji-t ini diperlukan perhitungan selisih pasangan, misalnya

$$d_j = Y_{1j} - Y_{2j} \dots\dots\dots (1)$$

Pengujian statistik untuk hipotesis ini menggunakan persamaan:

$$t_0 = \frac{\bar{d}}{S_d / \sqrt{n}}$$

Dimana \bar{d} adalah rata-rata deviasi. Yakni:

$$\bar{d} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n d_j$$

Dan S_d adalah standar deviasi, yakni:

$$S_d = \left[\frac{\sum_{j=1}^n (d_j - \bar{d})^2}{n-1} \right]^{1/2} = \left[\frac{\sum_{j=1}^n d_j^2 - \frac{1}{n} \left(\sum_{j=1}^n d_j \right)^2}{n-1} \right]^{1/2}$$

Uji-t menggunakan hipotesa nol (H_0) dan hipotesa satu (H_1) yakni:

$$H_0 : \mu_d = 0 \quad \text{dan} \quad H_1 : \mu_d \neq 0$$

Jika $|t_0| > t_{\alpha/2, n-1}$, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Jika $|t_0| < t_{\alpha/2, n-1}$, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak. Besar nilai $t_{\alpha/2, n-1}$ dapat dilihat dari tabel distribusi uji-t. Taraf kepercayaan yang digunakan pada penelitian ini adalah 5% atau 0,05 dan jumlah data penelitian (n) adalah 10 buah,

sehingga $t_{0,259}$ berdasarkan nilai $t_{0,259}$ pada tabel distribusi uji-t adalah 2,262.

Hasil yang didapatkan tersebut kemudian dibandingkan dengan data pada tabel distribusi uji-t. Berdasarkan hasil tersebut dapat diambil kesimpulan apakah bakso normal dan bakso boraks dapat dibedakan berdasarkan frekuensi yang dihasilkan.

Keterangan :

H_0 : Frekuensi BN = Frekuensi BB

H_1 : Frekuensi BN \neq Frekuensi BB

t_0 : t perhitungan

$t_{\alpha/2, n-1}$: t tabel distribusi uji-t

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Alat deteksi bakso daging sapi terkontaminasi boraks

Alat deteksi bakso daging sapi terkontaminasi boraks ditunjukkan oleh Gambar 4.1.

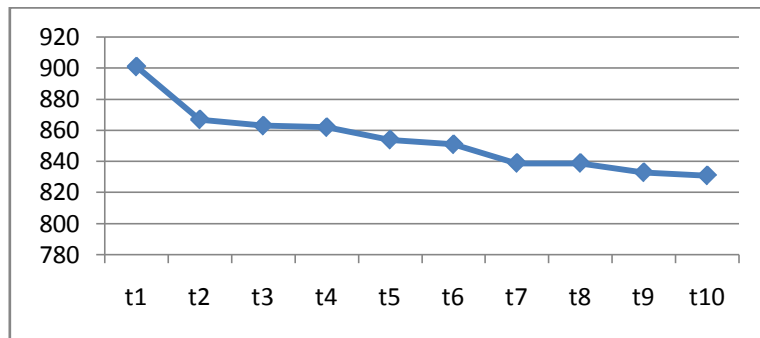


Gambar 4.1 Alat deteksi bakso daging sapi terkontaminasi boraks

Alat deteksi ini terdiri dari: sensor cahaya TSL230, mikrokontroler ATmega8, dan rangkaian elektronik, serta dilengkapi dengan baterai 9 volt sebagai sumber tegangan.

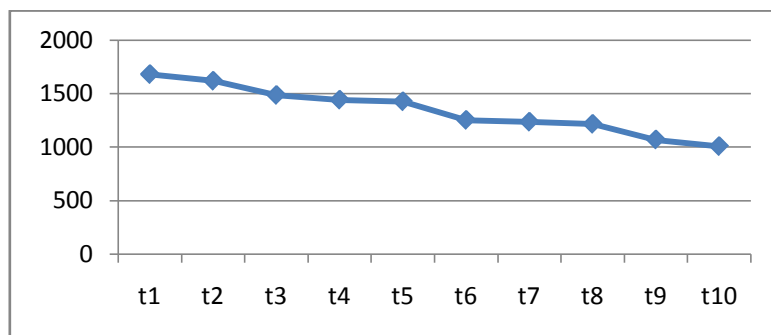
2. Kestabilan alat deteksi

Kestabilan alat deteksi sebelum ada sampel bakso daging sapi yakni pada detik ketujuh setelah alat deteksi menyala, seperti yang diperlihatkan oleh Gambar 4.2



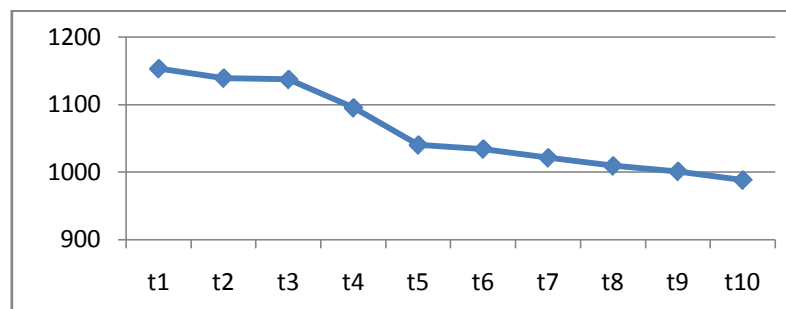
Gambar 4.2 Grafik kestabilan alat deteksi sebelum ada sampel bakso

Kestabilan alat deteksi pada sampel bakso normal yakni pada detik keenam setelah alat deteksi menyala, seperti yang diperlihatkan oleh Gambar 4.3



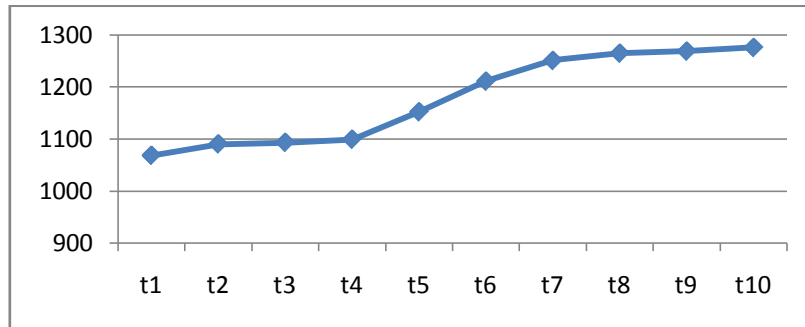
Gambar 4.3 Grafik kestabilan alat deteksi pada sampel bakso normal

Kestabilan alat deteksi pada sampel bakso boraks 1% yakni pada detik ketujuh setelah alat deteksi menyala, seperti yang diperlihatkan oleh Gambar 4.4



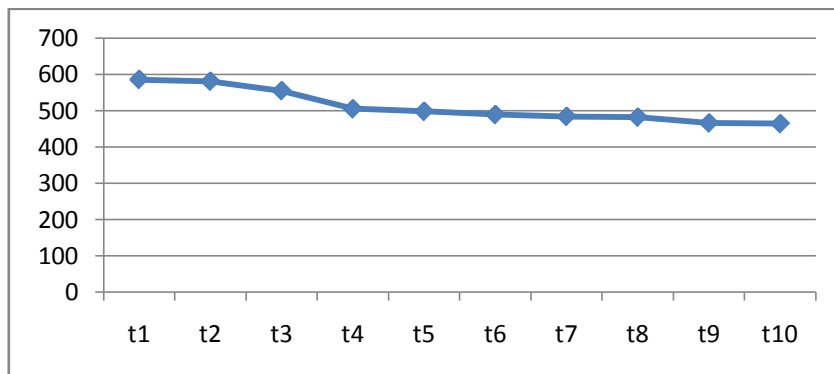
Gambar 4.4 Grafik kestabilan alat deteksi pada sampel bakso boraks 1%

Kestabilan alat deteksi pada sampel bakso boraks 2% yakni pada detik ketujuh setelah alat deteksi menyala, seperti yang diperlihatkan oleh Gambar 4.5



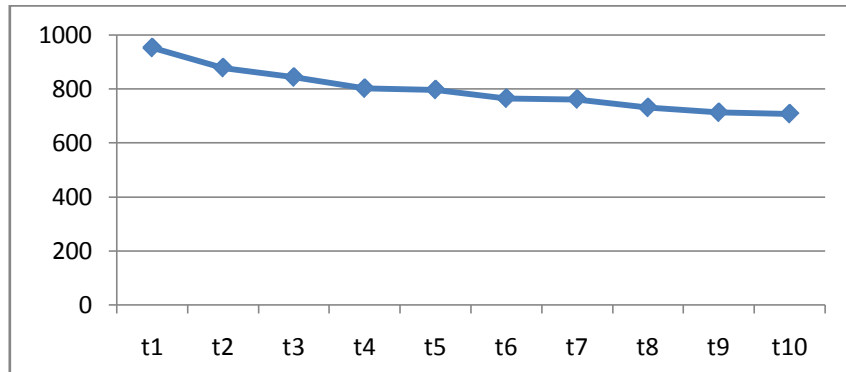
Gambar 4.5 Grafik kestabilan alat deteksi pada sampel bakso boraks 2%

Kestabilan alat deteksi pada sampel bakso boraks 3% yakni pada detik keempat setelah alat deteksi menyala, seperti yang diperlihatkan oleh Gambar 4.6



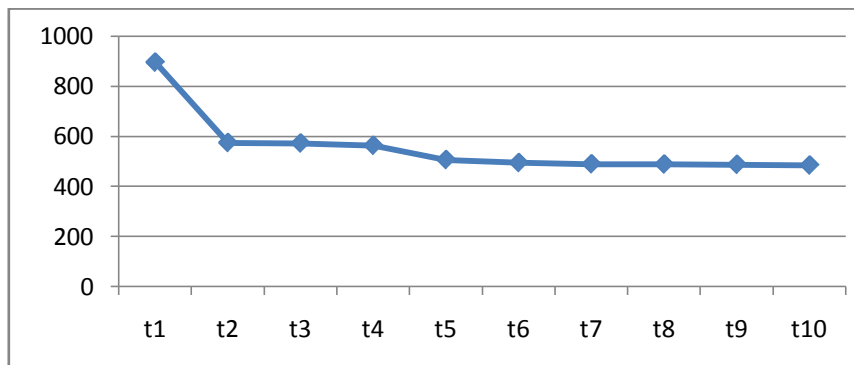
Gambar 4.6 Grafik kestabilan alat deteksi pada sampel bakso boraks 3%

Kestabilan alat deteksi pada sampel bakso boraks 4% yakni pada detik keempat setelah alat deteksi menyala, seperti yang diperlihatkan oleh Gambar 4.7



Gambar 4.7 Grafik kestabilan alat deteksi pada sampel bakso boraks 4%

Kestabilan alat deteksi pada sampel bakso boraks 5% yakni pada detik kelima setelah alat deteksi menyala, seperti yang diperlihatkan oleh Gambar 4.8



Gambar 4.8 Grafik kestabilan alat deteksi pada sampel bakso boraks 5%

3. Pengolahan Data Sampel Latih

Range frekuensi data sampel latih bakso normal dan bakso boraks disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Range frekuensi dari data sampel latih dengan ketebalan 3 cm

Frekuensi (Hz)					
Bakso Normal	Bakso Boraks 1%	Bakso Boraks 2%	Bakso Boraks 3%	Bakso Boraks 4%	Bakso Boraks 5%
1059 - 1324	960 - 1098	825 - 1208	511 - 1293	622 - 1034	556 - 833

Hasil ini menunjukkan bahwa frekuensi bakso normal lebih besar dari pada frekuensi bakso boraks 5%, meskipun pada frekuensi bakso boraks dengan kadar boraks 4% terdapat data yang bersinggungan (*overlab*) dengan data frekuensi bakso normal.

4. Analisis Data Sampel Latih

Analisis data menggunakan uji-t pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Analisis data menggunakan uji-t

Bakso normal		Bakso borak 1%
	$t_o 5,708$	
	$t_o 5,708 > t_o 2,262$	
Bakso normal		Bakso borak 2%
	$t_o 2,723$	
	$t_o 2,723 > t_o 2,262$	
Bakso normal		Bakso borak 3%
	$t_o 4,842$	
	$t_o 4,842 > t_o 2,262$	
Bakso normal		Bakso borak 4%
	$t_o 8,506$	
	$t_o 8,506 > t_o 2,262$	
Bakso normal		Bakso borak 5%
	$t_o 13,10$	
	$t_o 13,10 > t_o 2,262$	

Berdasarkan Tabel 4.1 perbedaan tersebut diperkuat dengan hasil analisis uji-t, dimana $t_0 > t_{\alpha/2, 10-1}$ pada Tabel distribusi untuk semua data (bakso normal dengan bakso boraks 1% sampai dengan bakso normal dengan bakso boraks 5%). Hasil ini menunjukkan bahwa hipotesa satu (H_1) diterima, yang berarti bahwa kondisi antara bakso normal dengan bakso boraks memiliki frekuensi yang berbeda. Hal ini berbeda disebabkan oleh adanya tambahan boraks dengan kadar yang berbeda-beda pada setiap bakso daging sapi.

5. Implementasi Alat Deteksi Pada Sampel Uji

Persentase keberhasilan pengujian alat deteksi pada sampel uji disajikan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Persentase keberhasilan pengujian alat deteksi

No	Jenis Sampel Bakso	Persentase Keberhasilan (%)
1	Bakso Normal	100%
2	Bakso Boraks 1%	70%
3	Bakso Boraks 2%	70%
4	Bakso Boraks 3%	90%
5	Bakso Boraks 4%	100%
6	Bakso Boraks 5%	100%

Berdasarkan hasil data yang diperoleh menunjukkan bahwa jika semakin besar kadar boraks dalam bakso daging sapi ($\geq 4\%$), maka semakin tinggi pula tingkat pengenalannya. Hal ini dikarenakan boraks ketika dicampurkan pada bakso daging sapi akan mempengaruhi perubahan warna dan perubahan kekompakan atau kerapatan bentuk permukaan pada bakso daging,

sehingga permukaan pada bakso ketika dibelah akan menjadi rata. Ketika permukaan bakso rata, bakso akan memantulkan intensitas cahaya secara teratur tepat mengenai detektor yakni sensor cahaya, sehingga semakin besar kadar boraksnya akan semakin baik pula pengenalan yang dihasilkan oleh keluaran pada alat deteksi. Sebaliknya jika semakin kecil kadar boraks dalam bakso daging sapi ($\leq 3\%$), maka semakin rendah pula tingkat pengenalannya. Hal ini disebabkan karena kadar boraks 3% tidak mempengaruhi perubahan warna dan kekompakan atau kerapatan bentuk permukaan bakso. Bentuk dan permukaan bakso ketika di belah menjadi tidak rata, sehingga bakso memantulkan cahaya baur tidak tepat mengenai detektor (sensor cahaya), karena pemantulan baur sensor tidak dapat menangkap pantulan cahaya dengan baik, dengan kecilnya kadar boraks maka alat deteksi tidak dapat mengenali sampel bakso dengan baik.

BAB V

KESIMPULAN

Telah dibuat seperangkat alat deteksi bakso daging sapi terkontaminasi boraks dengan menggunakan sensor cahaya TSL230 berbasis mikrokontroler ATmega8 yang mampu mendeteksi ada atau tidaknya bakso daging sapi yang terkontaminasi boraks. Kestabilan alat deteksi pada kadar boraks $\geq 3\%$ lebih stabil yakni pada detik keempat dan detik kelima setelah alat deteksi menyala. Tingkat keberhasilan pengujian alat deteksi pada sampel uji bakso daging sapi menunjukkan bahwa alat deteksi bekerja dengan baik pada kadar boraks $\geq 4\%$ dengan persentase 100%.

DAFTAR PUSTAKA

- [¹]Lusa, 2009. *Konsep gizi seimbang*. Diakses tanggal 30 Maret 2012 dari <http://www.lusa.web.id/konsep-gizi-seimbang/>
- [²]Winarno FG, Rahayu TS. 1994. *Bahan Tambahan Untuk Makanan dan Kontaminan*. Pustaka Sinar Harapan: Jakarta.
- [³]Lailia, S. 2007. *Penggunaan Bahan Tambahan Pangan (Pengawet) Dalam Makanan Ditinjau Dari Perspektif Hukum Positif Dan Hukum Islam*.(Skripsi).Universitas Muhamadiyah Malang.
- [⁴]Kamaludin, A. 2009. *analisis kadar formalin dalam bakso dari produsen bakso di beberapa kecamatan di kodya yogyakarta*.(Thesis). Program pascasarjana.Universitas Negeri Yogyakarta.Yogyakarta.
- [⁵]Putri, P. 2011. *Identifikasi borak dalam makanan*. Jurusan Kesehatan Lingkungan Prodi DIII Kesehatan Lingkungan. Politeknik Kesehatan Kemenkes Semarang.
- [⁶]Taosinc, 2011. Data Sheet. *Light To Frequency*.Diakses pada 30 April 2012 dari <http://www.taosinc.com>
- [⁷]Gani, C.M.A. 2011. *Sensor Fotodioda*. Jurusan Fisika. Laboratorium Bidang Instrumentasi Dan Elektronika. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya

^[8]Atmel. 2012. Data sheet. *Mikrokontroler ATmega8*. Diakses Selasa 22

Mei 2012 dari <http://www.atmel.com/Images/doc2486.pdf>

^[9]Montgomery, D.C. 1984. *Design and Analysis of Experiments*. Canada: John Wiley and Sons, Inc.