

**RANCANG BANGUN MONITORING PROFIL BERKAS
ELEKTRON MENGGUNAKAN *CATHODE RAY TUBE***

SKRIPSI

Oleh:

FAJAR FANANI

NIM. 15640024



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

**RANCANG BANGUN MONITORING PROFIL BERKAS
ELEKTRON MENGGUNAKAN *CATHODE RAY TUBE***

SKRIPSI

Diajukan kepada:

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

Oleh:

**FAJAR FANANI
NIM. 15640024**

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

HALAMAN PERSETUJUAN

RANCANG BANGUN MONITORING PROFIL BERKAS
ELEKTRON MENGGUNAKAN *CATHODE RAY TUBE*

SKRIPSI

Oleh:

Fajar Fanani
NIM. 15640024

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji:
Pada tanggal: 19 Maret 2020

Menyetujui

Pembimbing I



Farid Samsu Hananto, M.T
NIP. 19740513 200312 1 001

Pembimbing II



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



Mengetahui,
Dekan Jurusan Fisika

Riswan Basid, M.Si
NIP. 19650504 199003 1 003

HALAMAN PENGESAHAN

RANCANG BANGUN MONITORING PROFIL BERKAS
ELEKTRON MENGGUNAKAN *CATHODE RAY TUBE*

SKRIPSI

Oleh:

Fajar Fanani
NIM. 15640024

Telah Dipertahankan Didepan Dewan Penguji
Dan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarja Sains (S.Si)
Pada Tanggal, 2 April 2020

Penguji Utama	: <u>Dr. H. M. Tirono, M. Si</u> NIP.19641211 199111 1 001	
Ketua Penguji	: <u>Drs. Abdul Basid, M.Si</u> NIP. 19650504 199003 1 003	
Sekretaris Penguji	: <u>Farid Samsu Hananto, M.T</u> NIP. 19740513 200312 1 001	
Anggota Penguji	: <u>Erna Hastuti, M.Si.</u> NIP. 19811119 200801 2 009	



Dipengesahkan,
Dekan Jurusan Fisika

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

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Fajar Fanani

NIM : 15640024

Jurusan : Fisika

Fakultas : Sains Dan Teknologi

Judul Penelitian : Rancang Bangun Monitoring Profil Berkas Elektron
Menggunakan *Cathode Ray Tube*

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian saya ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat oleh orang lain, kecuali yang tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka. Apabila ternyata hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur jiplakan maka saya bersedia untuk menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 2 April 2020
Yang Membuat Pernyataan



Fajar Fanani
NIM. 15640024

MOTTO

JALANI NIKMATI SYUKURI

“ILING LAN WASPODO”



HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini kupersembahkan untuk:

- Kedua orang tuaku tercinta yang pengorbanannya tak kan pernah sanggup kubalas, Ayah Bambang dan Ibu Dyah
- Saudara-saudaraku, Mas Tomi, Mbak Ayu, Mas Rizal yang
- Para Guru dan teman seperguruan yang senantiasa membimbing dan memberikan yang terbaik untuk mendapatkan gelar sarjana
- Semua teman terbaik dengan nama dan kisah yang selalu terkenang dalam benak dan ingatanku, Khususnya teman-teman masa kecil (Adin, Edi, Rizal) dan Fisika 2015
- Almamaterku, Jurusan Fisika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang



KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan segala rahmat dan nikmatnya berupa kesehatan, kesempatan, kekuatan, keinginan, serta kesabaran, sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi ini dengan baik. Proposal skripsi yang telah penulis susun ini berjudul Rancang Bangun Monitoring Profil Berkas Elektron Menggunakan Sensor Tabung TV. Sholawat serta salam penulis panjatkan kepada Rasulullah Muhammad SAW, yang telah menuntun manuia dari zaman jahiliyah menuju zaman yang terang benderang dan penuh dengan ilmu pengetahuan yang luar biasa saat ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini tidak akan tersusun dengan baik tanpa adanya bantuan dari pihak-pihak yang terkait. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan penulisan skripsi ini. Selanjutnya kami ucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Abdul Harris selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M. Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Drs. Abdul Basid, M. Si selaku Ketua Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Farid Samsu Hananto, M.T dan Muthmainnah, M.Si selaku Dosen Pembimbing Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
7. Kedua orang tua, kakak dan keluarga yang selalu mendoakan serta memberi dukungan yang berharga.

8. Segenap teman-teman Elins Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah membantu penyusunan proposal ini baik dari segi ide dan waktu.
9. Sahabat-sahabat fisika 2015 yang saya cintai dan semua pihak yang telah membantu penyusunan proposal skripsi ini yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Malang, 2 April 2020

Penulis



DAFTAR ISI

COVER	i
HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
ABSTRAK	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II DASAR TEORI	
2.1 Mesin Berkas Elektron	6
2.2 Eksperimen Joseph John Thomson	7
2.3 Sumber Elektron	8
2.4 <i>Chatode Ray Tube</i> (CRT)	9
2.5 Transformator <i>Flyback</i>	11
2.6 Trafo Motor <i>Variable</i>	13
2.7 Gerak Elektron pada <i>Cathode Ray Tube</i>	17
BAB III METODOLOGI	
3.1 Jenis Penelitian	20
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	20
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	20
3.4 Prosedur Penelitian	21
3.5 Prosedur Perancangan Alat	22
3.5.1 Perancangan Rangkaian <i>Cathode Ray Tube</i>	22
3.5.2 Perancangan Trafo Motor <i>Variable</i> (AC)	23
3.6 Prosedur Pengambilan Data	23
3.6.1 Pengukuran Profil Berkas Elektron dengan Variasi Input Tegangannya	23
3.6.2 Pengukuran Korelasi Hasil Data Berkas Elektron <i>Chatode Ray Tube</i> dengan Data Standart Radiasi Bahan Pangan	26
3.7 Analisis Data ..	26
3.7.1 Teknik Analisis Pengaruh Variasi Tegangan terhadap Hasil Pengukuran Diameter Berkas Elektron	27
3.7.2 Teknik Analisis Pengaruh Variasi Tegangan Hasil Pengukuran Intensitas Iluminasi Berkas Elektron	27

3. 7.3	Teknik Analisis Pengaruh Variasi Tegangan Hasil Pengukuran Energi Radiasi Berkas Elektron	28
3. 7.4	Teknik Analisis Korelasi Data Hasil Dosis Serap Berkas Elektron pada <i>Cathode Ray Tube</i> dengan Data SNI Radiasi Bahan Pangan	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Data Hasil Penelitian.....	29
4.2	Hasil Rancangan Rangkaian <i>Cathode Ray Tube</i>	29
4.3	Hasil Pengukuran Profil Berkas Elektron dengan Variasi <i>Input</i> Tegangannya	31
4.4	Analisis Hasil Data Penelitian	33
4. 4.1	Pengaruh Tegangan Terhadap Diameter Berkas Elektron	35
4. 4.2	Pengaruh Tegangan Terhadap Intensitas Iluminasi Berkas Elektron	37
4. 4.3	Pengaruh Tegangan Terhadap Energi Radiasi Berkas Elektron.....	39
4.5	Analisis Korelasi Data Hasil Dosis Serap Berkas Elektron pada <i>Cathode Ray Tube</i> dengan Data SNI Radiasi Bahan Pangan	40
BAB V PENUTUP		
5.1	Kesimpulan.....	44
5.2	Saran	44
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Cara Kerja Pelepasan Elektron dari Katoda ke Anoda.....	8
Gambar 2.2	Elektron Bergerak dalam Medan Magnet B	9
Gambar 2.3	Tabung Katoda	10
Gambar 2.4	Komponen Tabung Katoda.....	11
Gambar 2.5	Transformator <i>Flyback</i>	11
Gambar 2.6	Rangkaian Pembangkit Tegangan Tinggi pada Televisi	12
Gambar 2.7	Diagram Skema Motor Induksi Rotor Lilit	13
Gambar 2.8	Seberkas Titik Cahaya Tampak pada Tabung Televisi	18
Gambar 2.9	Gerakan Elektron.....	19
Gambar 2.10	Gaya Lorentz Menyebabkan Elektron Bergerak Melingkar	19
Gambar 3.1	Diagram Alir Rancang Bangun Monitoring Profil Berkas Elektron Menggunakan <i>Chatode Ray Tube</i>	21
Gambar 3.2	Rancangan <i>Chatode Ray Tube</i>	22
Gambar 3.3	Rangkaian Trafo Motor Variable (AC)	23
Gambar 3.4	Skema Pengukuran Profil Berkas Elektron	23
Gambar 4.1	Grafik Pengaruh Variasi Tegangan Terhadap Diameter Berkas Elektron	35
Gambar 4.2	Grafik Perbesaran Pengaruh Variasi Tegangan Terhadap Diameter Berkas Elektron	35
Gambar 4.3	Grafik Pengaruh Variasi Tegangan Terhadap Intensitas Iluminasi Berkas Elektron	37
Gambar 4.4	Grafik Perbesaran Pengaruh Variasi Tegangan Terhadap Intensitas Berkas Elektron.....	38
Gambar 4.5	Grafik Pengaruh Variasi Tegangan Terhadap Energi Radiasi Berkas Elektron	39

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Tabel Pengukuran Kualitas Bentuk Profil Berkas Elektron dengan Variasi <i>Input</i> Tegangan	24
Tabel 3.2	Data aplikasi dan energi radiasi maksimum radiasi pada bahan pangan	26
Tabel 4.1	Hasil Pengukuran Profil Berkas Elektron pada <i>Cathode Ray Tube</i>	31
Tabel 4.2	Data SNI radiasi pengawet bahan pangan	40
Tabel 4.3	Hasil Pengukuran Profil Berkas Elektron pada <i>Cathode Ray Tube</i>	41



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 *Data Sheet Chatode Ray Tube*
Lampiran 2 Dokumentasi



ABSTRAK

Fanani, Fajar. 2020. **Rancang Bangun Monitoring Profil Berkas Elektron Menggunakan *Cathode Ray Tube***. Skripsi. Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Farid Samsu Hananto, M.T (II) Erna Hastuti, M.Si. Author: Eko Arief Setiadi, M.Sc

Kata Kunci: *Cathode Ray Tube*, Berkas Elektron,

Telah dilakukan rancang bangun monitoring profil berkas elektron menggunakan *cathode ray tube* menggunakan metode bahan pendar. Variasi tegangan inputan dilakukan pada 203 V, 205 V, 208 V, 210 V, 212 V, 213 V, 215 V, 218 V dan 220 V. Tegangan inputan mempengaruhi perubahan pada diameter, intensitas iluminasi dan dosis serap berkas elektron yang ditunjukkan hasil pengukuran pada nilai diameter dan intensitas iluminasi berkas elektron yang berbanding lurus dengan kenaikan tegangan *input*. Sedangkan hasil pengukuran nilai dosis serap berkas elektron terjadi kenaikan pada variabel tegangan 203 V hingga 210 V dan mengalami penurunan pada tegangan 212 V, Kemudian mengalami kenaikan yakni semakin tinggi tegangan inputan, semakin besar pula nilai dosis serap berkas elektron. Hasil akurasi data pengukuran nilai dosis serap berkas elektron pada *cathode ray tube* dengan data SNI radiasi untuk pengawetan bahan makanan, yaitu pada variabel tegangan 208 Volt, 215 Volt dan 220 Volt memenuhi syarat untuk radiasi pengawetan makanan, diantaranya dapat digunakan untuk menghambat pertunasan selama penyimpanan pada umbi lapis dan umbi akar, menunda pematangan dan memperpanjang masa simpan pada sayur dan buah segar selain umbi lapis dan umbi bakar. Dan terakhir, digunakan untuk perlakuan karantina dan membasmi serangga.

ABSTRACT

Fanani, Fajar. 2020. **Design and Monitoring of Electron File Profiles Using Chatode Ray Tube**. Thesis. Physics Department, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University, Malang. Advisor: (I) Farid Samsu Hananto, M.T (II) Erna Hastuti, M.Si. Author: Eko Arief Setiadi, M. Sc

Keywords: Chatode Ray Tube, Electron Beam

The design of monitoring the electron beam profile has been carried out using chatode ray tube using the phosphorescent method. Input voltage variations carried out at 203 V, 205 V, 208 V, 210 V, 212 V, 213 V, 215 V, 218 V and 220 V. Input stresses affect changes in diameter, illumination intensity and absorption dose of electron beams as indicated by the measurement results the diameter and intensity of the electron beam illumination are directly proportional to the increase in the input voltage. While the results of the measurement of the electron beam absorbency dose occurs an increase in the variable voltage of 203 V to 210 V and a decrease in 212 V voltage, then an increase that is the higher the input voltage, the greater the electron beam absorbency dose value. The results of the measurement data accuracy value of electron beam absorption dose on the cathode ray tube with SNI radiation data for food preservation, namely the variable voltage 208 Volts, 215 Volts and 220 Volts meet the requirements for food preservation radiation, including which can be used to inhibit budding during storage at layer tubers and root tubers, delay ripening and extend the shelf life of fresh vegetables and fruit in addition to layer tubers and roasted tubers. And finally, it is used for quarantine treatment and eradicating insects.

ملخص

الفجر ، فاذي. ٢٠٢٠. باستخدام الإلّا كترون تعريف ملفات ومراقبة تصميم الكاؤود أشعة أنبوب أنبوب. البحث الجامعي. قسم الفيزياء، كلية العلوم والتكنولوجيا في جامعة الإسلامية الحكومية مولانا مالك إبراهيم مالانج. المشرفة: (I) إرنا هاستوتي، الماجستير، (II) اوتي الهكمة، الماجستير. المؤلف: ايكو عريف ستيادي، الماجستير.

الكلمات الرئيسية: أشعة أنبوب أنبوب، ملفات ومراقبة تصميم

أنبوب شعاع أنبوب باستخدام الإلّا كترون شعاع حزمة مراقبة تصميم تنفيذ تم 205 ، فولت 203 عند الدخل جهد نوع ال. فس فوربية طريقة باستخدام الكاؤود أشعة فولت 218 ، فولت 215 ، فولت 213 ، فولت 212 ، فولت 210 ، فولت 208 ، فولت وجرعة الإضاءة كثافة، القطر في التغييرات على الإدخال إجهادات تؤثر. فولت 220 و شعاع إضاءة وشدة قطر القياس نتائج في مابين هو كما الإلّا كترون لحزم الامتصاص جرعة قياس نتائج في. الدخل جهد في الزيادة مع طرديات تناسب الإلّا كترون فولت 210 إلى فولت 203 الم تغير الجهد في تزداد الإلّا كتروني الشعاع امتصاص قيمة زادت وكما، للإدخال العالي الجهد من تزيد ثم، فولت 212 الجهد عند ونخفض لجرعة القياس بيانات دقة قيمة نتائج. الإلّا كتروني الشعاع امتصاص جرعة لفظ SNI إشعاعات بيانات مع الكاؤود أشعة أنبوب على الإلّا كترون شعاع امتصاص متطلبات لبي فولت 220 و فولت 215 و فولت 208 الم تغير الجهد وهي، الأغذية أثناء التبرع لمنع استخدامها يمكن التي ذلك في بما، الأغذية على لفظ إشعاع العمر وإطالة النضج وتأخير، الجذر والدرنات طبقة الدرناات في التخزين والدرنات طبقة الدرناات إلى بالإضافة الطازجة والفواكه لخضروات الإفتراضي الحشرات على والقضاء الصحي الحجر لعلاج استخدامها يتم، وأخيرا المحمصة.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Teknologi pengawetan terus berkembang seiring dengan kemajuan zaman dan kepedulian masyarakat terhadap kesehatannya. Teknologi pengawetan dengan menggunakan bahan kimia kini mulai ditinggalkan, dan beralih kepada teknologi yang bersih dari bahan kimia.

Salah satu teknologi pengawetan yang tidak menggunakan bahan kimia yaitu radiasi berkas elektron yang dihasilkan dari mesin berkas elektron yakni fasilitas pengawetan yang memanfaatkan radiasi elektron yang ditimbulkan oleh sumber energi listrik. Saat ini, teknologi berkas elektron menjadi fokus perhatian banyak negara karena teknologi ini diklaim tidak memiliki efek radiasi pengion dan tidak menggunakan bahan radioaktif ketika difungsikan. Keseriusan negara-negara ini terlihat dengan berkumpulnya para perwakilan dari 14 negara yang tergabung dalam payung kerja sama regional (Regional Cooperative Agreements Regional Officer – RCARO) dalam kerangka kerja sama selatan-selatan (United Nation Office for South-South Cooperation) di Bali, 16-18 Oktober 2018 yang membahas perkembangan pemanfaatan teknologi berkas elektron (Antariksawan, 2015).

Pemanfaatan teknologi berkas elektron di sektor swasta masih cukup tinggi dalam bidang industri kabel listrik. Mengingat pemanfaatan berkas elektron di dunia terus meningkat, diharapkan adanya pengembangan dan pengadaan instalasi berkas elektron dengan kemampuan lokal untuk menguasai teknologi

pengawetan melalui pemanfaatan radiasi berkas elektron dari sumber energi listrik.

Pengembangan teknologi pengawetan yang menggunakan radiasi berkas elektron, mempunyai keunggulan dan kekurangannya masing-masing. Bila menggunakan radiasi berkas elektron, tidak membutuhkan spesifikasi bangunan gedung yang rumit untuk aspek keselamatan terhadap bahaya radiasi, tidak menimbulkan polusi pada lingkungan, mudah dikontrol dan biaya operasi lebih rendah untuk produksi masal.

Darsono, dkk (2015) dalam penelitiannya berhasil merancang modul SE menggunakan 3 (tiga) *electrode* yang diikenal tabung NEC pada tahun 2014, untuk meningkatkan kualitas profil berkas elektron. Tetapi, tabung NEC membutuhkan energi listrik yang besar yaitu 30KV dalam pengujiannya dan dibutuhkan biaya yang tinggi untuk merancang kontruksi dari tabung NEC. Sehingga perlu adanya teknologi alternatif yang membutuhkan energi listrik yang tidak terlalu besar dan biaya untuk merancang alat yang rendah yaitu salah satunya menggunakan *cathode ray tube* sebagai alat ukur untuk meningkatkan kualitas berkas elektron.

Cathode ray tube yang berasal dari tabung televisi, yang telah umum tersebar di masyarakat dan tidak membutuhkan energi listrik yang besar dibanding tabung NEC. Diharapkan mampu menjadi alat ukur dalam meningkatkan profil berkas elektron, yang mana sebagai landasan pemanfaatan teknologi berkas elektron sebagai radiasi atau pemaparan sebagai metode pengawetan makanan.

يَأْيِهَآ النَّآسُ كُلُوا مِمَّا فِي الْآرْضِ حَلَالًا طَيِّبًا وَلَا تَتَّبِعُوا خُطُوَاتِ الشَّيْطَانِ إِنَّهُ لَكُمْ عَدُوٌّ مُّبِينٌ ﴿١٦٨﴾

“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.”(Q.S.Al-baqarah:168).

Surat Al-Baqarah ayat 168 dibahas dalam kitab tafsir *Zubdatut Tafsir Min Fathil Qadir* yaitu makanan yang halal dan baik adalah syarat diterimanya doa, maka banyak kejahatan syaithon terhadap manusia untuk mengantarkan mereka untuk memakan makanan yang haram. Ayat ini menjelaskan bahwa Allah mengarahkan untuk memakan makanan halal yang terbaik untuk umat-Nya. Tetapi manusia itu sendiri lalai dan mengikuti hawa nafsu. Sekarang pola hidup manusia cenderung konsumtif, serba instan, mudah dan yang penting enak dirasa oleh lidah tanpa memikirkan efek buruk yang akan muncul dari kebiasaan keliru tersebut. Tanpa disadari, makanan yang lezat dinikmati, akhirnya merusak jasmani dengan berbagai penyakit yang menyerangnya. Salah satu pemicu makanan ialah bahan zat kimia yang ditambahkan ke dalam makanan tersebut (Asy-Syaukani, 2015).

Bahan pengawet dari bahan kimia yang dapat mencegah atau menghambat proses fermentasi (pembusukan), pengasaman, atau peruraian lain terhadap makanan yang disebabkan oleh mikroorganisme sehingga makanan tidak mudah rusak atau menjadi busuk. Dalam surat Al-Baqarah ayat 172 yaitu:

يَأْيِهَآ الَّذِينَ ءَامَنُوا كُلُوا مِن طَيِّبَاتِ مَا رَزَقْنَاكُمْ وَآشْكُرُوا لِلَّهِ إِن كُنْتُمْ إِيَّاهُ تَعْبُدُونَ ﴿١٧٢﴾

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

Ayat ini pada tafsir kitab *Aisarut Tafasir* yaitu perintah Allah kepada Rasul-Nya untuk memakan makanan yang baik-baik dan beramal shalih. Perintah

memakan yang baik-baik berarti larangan memakan yang kotor seperti halnya orang-orang kafir yang memakan sesuatu yang kotor dan mengharamkan makanan yang baik-baik (Al-Jazairi, 2013).

Makna tafsir ayat diatas menyebutkan bahwa semua yang tidak diharamkan oleh agama adalah bersifat halal, tak terkecuali dengan pengawet yang digunakan sebagai bahan tambahan makan. Tetapi, Pengawet makanan yang digunakan berlebihan menyebabkan kerusakan organisme pada makanan menjadi tidak sehat jika dikonsumsi. Sehingga diperlukan penelitian menentukan dosis pengawetan pada makanan yang dapat menjaga makanan tetap baik dan sehat untuk dikonsumsi.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh tegangan masukan terhadap intensitas, diameter bentuk dan energi radiasi berkas elektron?
2. Bagaimana korelasi data hasil pengukuran energi radiasi berkas elektron menggunakan *cathode ray tube* dengan data standart iradiasi pada pangan?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menganalisis pengaruh variasi tegangan masukan terhadap intensitas, bentuk diameter dan energi radiasi profil berkas elektron.
2. Mengkorelasikan data hasil pengukuran energi radiasi berkas elektron menggunakan *cathode ray tube* dengan data standart iradiasi pada pangan.

1.4 Batasan Penelitian

1. Alat yang digunakan untuk menampilkan profil berkas elektron yaitu memanfaatkan TV bekas 14 Inch.
2. Varisasi tegangan masukan 203V hingga 220V.

3. Proses yang digunakan untuk menampilkan profil berkas menggunakan metode bahan pendar.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai alat yang mampu menentukan kualitas berkas elektron untuk pemanfaatan teknologi berkas elektron sebagai radiasi atau pemaparan sebagai metode pengawetan makanan alternatif.



BAB II DASAR TEORI

2.1 Mesin Berkas Elektron

Mesin berkas elektron merupakan suatu unit alat untuk menghasilkan berkas elektron yang digunakan untuk memancarkan berkas elektron. Sumber elektron merupakan komponen Mesin Berkas Elektron (MBE) yang sangat penting yaitu sebagai penghasil berkas elektron yang akan memancarkan berkas elektron pada suatu bahan. Pada bagian pemancar, elektron dihasilkan dengan cara memanaskan logam dengan arus listrik dan selanjutnya elektron yang dihasilkan tersebut dikeluarkan dari dalam sumber dan dibentuk menjadi berkas elektron. Catu daya sebagai sumber daya listrik digunakan untuk mengatur arus listrik menuju ke sumber elektron yang dipakai dalam pembentukan berkas elektron. Pemfokus berkas elektron mempunyai fungsi untuk mengumpulkan berkas elektron yang dipancarkan oleh sumber elektron sehingga dapat masuk dalam tabung akselerator (Djoko, 2004).

Tabung akselerator berfungsi untuk mempercepat berkas elektron yang dihasilkan dari sumber elektron sehingga berkas elektron tersebut dapat mencapai kecepatan yang tinggi sesuai dengan kebutuhan mesin berkas elektron untuk memancarkan berkas elektron. Untuk mempercepat berkas elektron tersebut tabung akselerator menggunakan tegangan listrik searah digunakan generator yang dapat menghasilkan tegangan tinggi (Djoko, 2004).

Magnet pemayar berfungsi untuk menyimpangkan berkas elektron agar bergerak ke arah samping kiri dan kanan terhadap sumbu tabung akselerator

sehingga berkas elektron yang keluar dari tabung akselerator mengenai ke seluruh permukaan sampel di bawah jendela pemayar. Catu daya sebagai sumber daya listrik berfungsi untuk mengatur arus listrik. Arus listrik yang menuju rangkaian magnet pemayar menghasilkan medan magnet. Medan magnet yang dihasilkan digunakan dalam memayarkan berkas elektron. Dari magnet pemayar sampai jendela pemayar berkas elektron dilindungi oleh corong pemayar agar berbenturan dengan molekul udara lainnya. Dari jendela pemayar menuju sampel terdapat penyetop berkas elektron, kegunaan penyetop berkas elektron adalah untuk mengetahui arus berkas elektron yang menuju sampel, jika sudah sesuai dengan arus berkas elektron yang diinginkan maka penyetop berkas akan terbuka secara otomatis (Djoko, 2004).

Sampel yang dikenai berkas elektron dibawa sampai tepat di bawah corong pemayar dengan *konveyor*. *Konveyor* merupakan roda besi yang diatur sedemikian dan dihubungkan dengan tali karet khusus sehingga dalam berjalan semua roda bergerak. *Konveyor* ini dijalankan dengan kecepatan yang dapat diatur (Djoko, 2004).

2.2 Eksperimen Joseph John Thomson

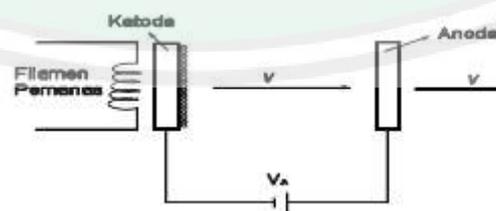
Elektron merupakan partikel dasar penyusun atom yang pertama kali ditemukan. Elektron ditemukan oleh Joseph John Thomson pada tahun 1897. Elektron ditemukan dengan menggunakan tabung kaca yang bertekanan sangat rendah yang tersusun oleh plat logam sebagai elektroda pada bagian ujung tabung katoda, elektroda dengan kutub negatif, dan anoda elektrode dengan kutub positif (Haliday, 1996).

Listrik bertekanan tinggi yang dialirkan melalui plat logam mengakibatkan adanya sinar yang mengalir dari katoda menuju anoda yang disebut sinar katoda. Tabung kaca bertekanan rendah ini selanjutnya disebut tabung sinar katoda. Adanya sinar katoda membuat tabung menjadi gelap. Sinar katoda tidak terlihat oleh mata akan tetapi keberadaannya terdeteksi melalui gelas tabung yang berpendar akibat adanya benturan sinar katoda dengan gelas tabung kaca (Haliday, 1996).

Joseph John Thomson selanjutnya melakukan penelitian untuk menentukan perbandingan harga muatan elektron dan massanya (e/m). Hasil penelitian menunjukkan bahwa sinar katoda dapat dibelokkan oleh medan listrik dan medan magnet. Pembelokan memungkinkan pengukuran jari-jari kelengkungan secara tepat sehingga perbandingan nilai muatan elektron dan massanya dapat ditentukan sebesar $1,76 \times 10^8 \text{ C/g}$ (Haliday, 1996).

2.3 Sumber Elektron

Merancang sumber elektron ada dua hal penting yang harus diperhitungkan yaitu rapat arus jenuh emisi elektron yang dihasilkan katoda panas (filamen) di dalam ruang sumber elektron, dan besarnya arus emisi elektron yang dapat diekstraksi dari ruang sumber elektron (Ghalib, dkk, 2016).

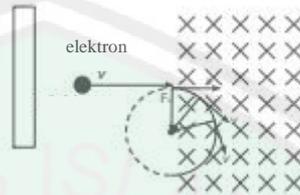


Gambar 2.1 Cara Kerja Pelepasan Elektron dari Katoda ke Anoda.

Filamen panas akan melepaskan elektron-elektron katoda, dan ketika diberikan beda potensial maka elektron-elektron bergerak dipercepat menuju

anoda. Elektron dengan masa m dan muatan e , setelah dipercepat dengan beda potensial V_a akan bergerak dengan kecepatan sebesar V sehingga energi potensial diubah menjadi energi kinetic sebesar (Debyana, 2008).

$$\frac{1}{2}mv^2 = eV_a \rightarrow \frac{e}{m} = \frac{v^2}{2V_a} \quad (2.1)$$



Gambar 2.2 Elektron Bergerak dalam Medan Magnet B.

Bila elektron bergerak dengan kecepatan v berada di dalam medan magnet B , maka elektron tersebut akan mengalami gaya Lorentz (seperti tampak pada gambar 2.2) sebesar (Debyana, 2008).

$$F_L = Bev \quad (2.2)$$

Gaya Lorentz ini menyebabkan elektron bergerak melingkar, dengan gaya sentripetal yang bekerja padanya, sehingga (Debyana, 2008).

$$\frac{mv^2}{r} = B e v \quad (2.3)$$

atau

$$v = \frac{e}{m} B r \quad (2.4)$$

jika persamaan tadi digabungkan menjadi (Debyana, 2008).

$$\frac{e}{m} = \frac{2V_a}{B^2 r^2} \quad (2.5)$$

2.4 Cathode Ray Tube (CRT)

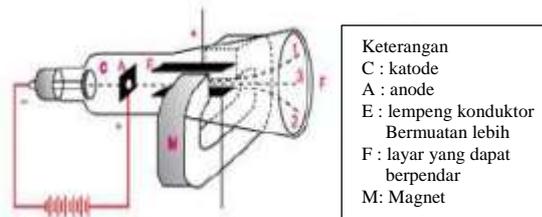
Cathode-ray tube atau disingkat CRT merupakan perangkat yang merubah sinyal listrik menjadi sinyal *optical* melalui proses penembakan elektron (*electron beam*). CRT banyak dipakai sebagai peralatan televisi, osiloskop, radar sistem dan

lain sebagainya. Pada tahun enam puluhan, ketika teknologi *computer* mulai berkembang CRT banyak digunakan sebagai monitor. Sampai saat ini teknologi CRT masih banyak dipakai (French dan middlehoek, 2004).



Gambar 2.3 Tabung Katoda (French dan middlehoek, 2004).

Tabung CRT sendiri terdiri dari beberapa komponen dasar seperti : penembak elektron (*electron gun*), pemfokus jalur elektro (*beam focusing*), pengarah jalur sinar elektron (*beam bending*) dan sebuah layar yang dilapisi oleh *phosphor* (*screen with a phosphor layer*). Untuk memastikan agar energi dari elektron (*electron beam*) tidak berkurang karena tumbukan dengan partikel udara maka komponen CRT di letakkan dalam tabung yang *vacum*. Cara kerja dari CRT sendiri adalah elektron bebas di hasilkan dan ditembakkan oleh komponen *electron gun* dengan menggunakan tegangan yang cukup tinggi untuk menghasilkan proses ionisasi. *Electron beam* yang terjadi kemudian difokuskan melalui *focusing coil* akan melewati plat pengarah vertikal dan horizontal atau yang disebut dengan *deflection coil* sehingga elektron akan menumbuk layar berphosphor pada titik yang telah ditentukan. Layar yang berphospor ini kemudian akan berpendar atau menyala jika ditumbuk oleh elektron. Plat pengarah horizontal dan vertikal ini yang berfungsi untuk mengarahkan *electron beam* sehingga membentuk gambar yang diinginkan. CRT yang berwarna menggunakan layar phospor yang dibagi dalam 3 zona yang berbeda untuk 3 warna dasar merah hijau dan biru. *Electron beam* untuk masing-masing komponen warna akan dipisahkan oleh suatu lapisan *masking* (Antonius, 2012).



Gambar 2.4 Komponen Tabung Katoda (Antonius, 2012).

2.5 Transformator *Flyback*

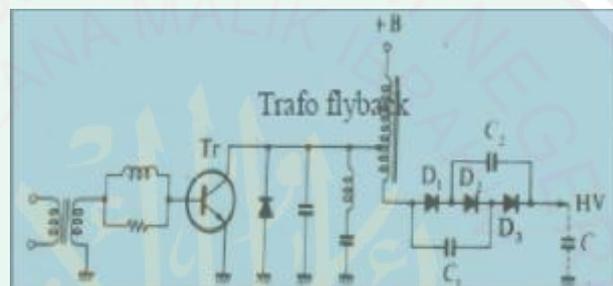
Transformator atau trafo *flyback* ada yang bentuknya seperti Gambar 2.5 dimana trafo telah diintegrasikan dengan dioda penyearah atau pelipat, pembagi tegangan, kapasitor resonansi dan beberapa kumparan tegangan rendah yang keseluruhannya dicor menjadi satu unit (*bulk*). Pada pesawat televisi trafo ini difungsikan sebagai pelipat tegangan pulsa *flyback* dari rangkaian defleksi horizontal (Rio, 1991).



Gambar 2.5 Transformator *Flyback* (Rio, 1991).

Trafo ini menggunakan batang *ferrite* sebagai inti kopling magnetnya yang permeabilitas magnetnya tinggi, histerisisnya rendah sehingga dapat bekerja optimal pada daerah frekuensi tinggi. *HV peak* dengan frekuensi tinggi itu antara 0,95 sampai dengan 0,99 karena ripelnya amat rendah 4 sampai dengan 15% dibanding HV frekuensi rendah 50 sampai dengan 60 Hz *HV peak* hanya 0,71 dengan ripel 100%. Trafo *flyback* yang telah diintegrasikan dengan dioda pelipat dan kapasitor resonansi maka angka atau nilai transformasinya akan meningkat secara kuadratis (Yunus, 2016).

Pada pesawat televisi untuk menghasilkan tegangan tinggi pertama-tama inputannya berupa pulsa output horizontal. Gambar 2.6 merupakan contoh rangkaian pembangkit tegangan tinggi pada tabung televisi. Pulsa output horizontal diberikan kepada transformator *flyback* yang akan memperbesar pulsa output horizontal 10 kali lipat. Kemudian pulsa yang telah diperbesar diberikan ke penyearah pendobel (melipat dua) yang biasanya rangkaian ini telah dirangkai dan ditanam dalam satu unit transformator *flyback* ini sehingga outputnya sudah berupa tegangan tinggi searah (DC) (Rio, 1991).



Gambar 2.6 Rangkaian Pembangkit Tegangan Tinggi pada Televisi (Rio, 1991).

Biasanya pada pesawat televisi rangkaian pembangkit tegangan tinggi dibuat bersama dengan rangkaian *output* defleksi horizontal. Pada pesawat penerima televisi berwarna yang ukuran besar memerlukan daya output horizontal yang juga besar, maka transistor-transistor *output* horizontalnya kadang dirangkai dalam bentuk pasangan Darlington atau paralel, atau ada yang dibuat rangkaian pembangkit tegangan tinggi ini terpisah dari rangkaian defleksi horizontal yang merupakan sumber pulsa tegangan awal dari rangkaian penghasil tegangan tinggi. Jadi jika menghendaki tegangan bisa dilipatgandakan tegangan harus dioscilasi dahulu menjadi bentuk pulsa dengan frekuensi tinggi akan lebih efektif (Yunus, 2016).

Pada tabung televisi tegangan tinggi diperlukan untuk mempercepat gerak elektron ketika menuju layar fosfor pada tabung sehingga meningkatkan kuat

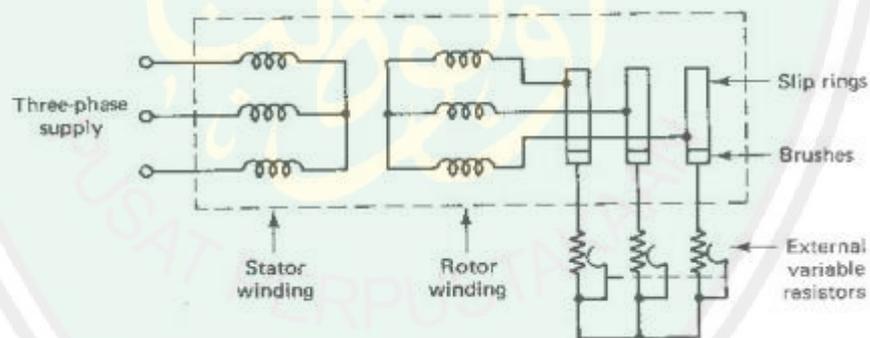
cahaya sinar layar fosfor. Jadi baik pada tabung televisi maupun pada tabung pesawat sinar-x, tegangan tinggi digunakan untuk mempercepat gerak elektron (Rio, 1991).

2.6 Trafo Motor Variable

Motor induksi rotor lilit umumnya dirancang jika dikehendaki pengaturan melalui sisi sekunder, yakni menambah tahanan luar sewaktu motor mulai berputar dan mengatur putaran sesuai kebutuhan beban saat motor sudah berputar. Medan magnet putar stator ini akan memotong-motong konduktor pada kumparan rotor yang mengakibatkan pada ujung-ujung dari masing-masing kumparan rotor timbul gaya-gerak listrik induksi sebesar (Lukman, 2009).

$$E_r = 4,44 \cdot f \cdot N_r \cdot \Phi_m \quad (2.8)$$

dengan E_r : tegangan induksi saat rotor start (Volt)
 f : frekuensi (Hz)
 N_r : jumlah kumparan rotor
 Φ_m : fluks putar maksimum (Weber)



Gambar 2.7 Diagram Skema Motor Induksi Rotor Lilit (Lukman, 2009).

Gambar 2.7 memperlihatkan bahwa ketiga ujung kumparan rotor dihubungkan dengan tiga cincin yang diisolasi satu terhadap yang lainnya. Melalui sikat yang menempel pada cincin tersebut, dihubungkan dengan resistor luar untuk mengatur arus pada rotor. Setelah timbul gaya gerak listrik induksi E_r

pada rotor dan ketiga jepitan dirangkai tertutup, maka arus rotor akan mengalir (Wildi, 2007).

Frekuensi yang dibangkitkan pada lilitan rotor adalah f_2 , dengan (Wildi, 2007).

$$f_2 = \frac{(N_s - N_r) \cdot \rho}{120} \quad (2.9)$$

sedangkan frekuensi medan putar stator adalah f_1 , dengan ρ adalah jumlah kutub. (Wildi, 2007).

$$f_1 = \frac{N_s \times \rho}{120} \quad (2.10)$$

$$\frac{f_2}{f_1} = \frac{N_s - N_r}{N_s} \quad (2.11)$$

$$f_2 = s \times f_1 \quad (2.12)$$

Slip adalah perbedaan kecepatan putar antara kecepatan putar medan stator (N_s) dan kecepatan mekanik rotor (N_r). Dalam prosentase, slip (s) dinyatakan (Wildi, 2007).

$$s = \frac{(N_s - N_r)}{N_s} \times 100\% \quad (2.13)$$

Besarnya slip berkisar antara 0% sampai dengan 100%. Apabila slip = 0 maka kecepatan putaran rotor (N_r) akan sama dengan kecepatan medan putar stator (N_s). Sebaliknya apabila rotor ditahan hingga berhenti (N_r) = 0, maka slip=1 (Wildi, 2007).

Dari persamaan $f_2 = s \times f_1$ diketahui bahwa frekuensi rotor dipengaruhi oleh slip. Artinya bila rotor berhenti, maka baik rotor maupun stator memiliki frekuensi yang sama. Pada saat motor induksi dalam keadaan standstill, artinya motor dihubungkan dengan sumber arus bolak balik (*alternating current*) dan

pada saat awal belum berputar slip = 1, maka performa motor ini mirip dengan transformator tiga fase. Perbedaan yang nyata pada kondisi ini adalah pada transformator umumnya kedua belitan berada pada inti besi yang sama, sedangkan pada motor induksi kedua belitan primer dan sekunder berada pada dua buah inti besi yang berbeda. Karena kedua buah belitan berada pada inti besi yang berbeda dan dibatasi oleh celah udara, maka posisi kedua belitan dimungkinkan untuk diubah-ubah (Wildi, 2007).

Motor induksi dapat diidentikkan dengan transformator dengan kumparan stator sebagai kumparan primer, sedangkan kumparan rotornya sebagai kumparan sekunder. Bila sumber diberikan pada kumparan rotor, maka konfigurasi menjadi sebaliknya, yakni rotor sebagai primer sedangkan stator sebagai sekunder (Ryff, 2004).

Transformator (trafo) adalah suatu alat listrik yang dapat memindahkan daya listrik pada satu tingkat tegangan listrik AC ke tingkat tegangan yang lain melalui gandengan magnet. Kerja transformator yang berdasarkan prinsip induksi memerlukan adanya gandengan magnet antara rangkaian primer dan sekunder. Apabila kumparan primer dihubungkan dengan sumber tegangan sinusoidal maka akan mengalir arus bolak-balik dan timbul fluks magnet yang berubah-ubah terhadap intinya. Akibat adanya fluks magnet yang berubah-ubah pada kumparan primer akan timbul GGL induksi (e_p). Adapun induksi pada kumparan primer dirumuskan sebagai (Ryff, 2004).

$$e_p = - N_p \frac{d\Phi}{dt} \quad (2.14)$$

dengan e_p : GGL induksi pada kumparan primer (volt)
 N_p : Jumlah lilitan kumparan primer
 $d\Phi$: Perubahan garis-garis gaya magnet (weber)

dt : perubahan waktu (detik)

Fluks magnet yang menginduksi GGL (e_p) juga berimbas pada kumparan sekunder dengan demikian fluks tersebut menginduksi GGL (e_s) pada kumparan sekunder yang nilainya adalah (Ryff, 2004).

$$e_s = - N_s \frac{d\Phi}{dt} \quad (2.15)$$

dengan e_s : GGL induksi pada kumparan sekunder (volt)

N_s : Jumlah lilitan kumparan sekunder

$d\Phi$: Perubahan garis-garis gaya magnet (weber)

dt : perubahan waktu (detik)

Fluks pada t dinyatakan dengan pernyataan $\Phi(t) = \Phi_m \times \sin \omega t$, dimana Φ_m nilai fluks maksimum dalam *weber*, sehingga GGL induksi pada kumparan primer adalah (Ryff, 2004).

$$e_p = - N_p \times \omega \times \Phi_m \times \cos \omega t \quad (2.16)$$

Dari persamaan di atas dapat dibuktikan bahwa fluks magnet fungsi sinus akan menimbulkan GGL induksi fungsi sinus. GGL induksi akan tertinggal 0 90 terhadap fluks magnet. GGL induksi kumparan primer maksimum adalah sebesar $(e_p)_{max} = - N_p \times \omega \times \Phi_m$ (Ryff, 2004).

Menurut Hart (2007), tegangan efektif didefinisikan sebagai tegangan yang setara dengan tegangan dc (*direct current*). Dalam pensuplaian daya rerata nilai tegangan efektif juga dikenal sebagai nilai tegangan rms (*root mean square*). Besarnya tegangan efektif (E_p) dapat dihitung dengan persamaan :

$$E_p = \frac{(e_p)_{max}}{\sqrt{2}} \quad (2.17)$$

$$E_p = 4,44 \times f \times N_p \times \Phi_m \quad (2.18)$$

Sedangkan besarnya tegangan imbas kumparan sekunder maksimum adalah $(e_s)_{max} = N_s \times \omega \times \Phi_m$, besarnya tegangan efektif (E_s) dapat dihitung dengan persamaan (Hart, 2007).

$$E_s = 4,44 \times f \times N_s \times \Phi_m \quad (2.19)$$

Ketika keadaan standstill, apabila pada rotor motor induksi posisinya digeser dengan variasi sudut tertentu, maka fluks maksimum yang diterima sisi sekunder akan memiliki nilai yang bervariasi pula. Perbandingan lilitan adalah perbandingan banyaknya lilitan kumparan primer dan sekunder. Hal ini dapat dinyatakan dengan rumus sebagai berikut (Hart, 2007).

$$a = \frac{E_2}{E_1} = \frac{4,44 \times f \times N_2 \times \Phi_m}{4,44 \times f \times N_1 \times \Phi_m} \quad (2.20)$$

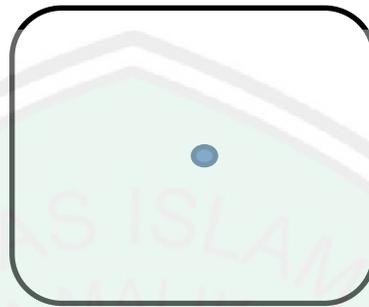
$$a = \frac{E_2}{E_1} = \frac{N_2}{N_1} \quad (2.21)$$

dengan a : perbandingan nilai lilitan
 E_1 : GGL induksi pada primer
 E_2 : GGL induksi pada sekunder
 N_1 : Jumlah lilitan primer
 N_2 : Jumlah lilitan sekunder

2.7 Gerak Elektron pada *Cathode Ray Tube*

Tabung sinar katoda yang berasal dari tabung televisi (TV), yang telah disediakan tegangan pemanas filamen dan tegangan pemercepat V_a . Di bagian televisi *Defleksi youke* (DY) dan *Verit* telah dilepaskan. Saat tegangan diberikan pada filamen pada ekor tabung televisi, katoda akan melepaskan elektron-elektron, sedangkan elektron-elektron tersebut akan bergerak menuju anoda, elektron-elektron yang bergerak menuju ke anoda hanya elektron-elektron yang memiliki tenaga yang besar saja. Oleh karena itu diperkuat dengan tegangan pemercepat V_a sehingga elektron-elektron tersebut menyentuh pada lapisan *posfor*

di tabung televisi (Daryanto, 2006). Tampak dari tabung televisi hanyalah sebuah seberkas titik cahaya, hal ini dikarenakan elektron-elektron yang menumbuk atom-atom dalam tabung TV akan menyebabkan atom tersebut tereksitasi disusul deeksitasi dengan memancarkan cahaya tampak (Elyakim, dkk, 2015).



Gambar 2.8 Seberkas Titik Cahaya Tampak pada Tabung Televisi

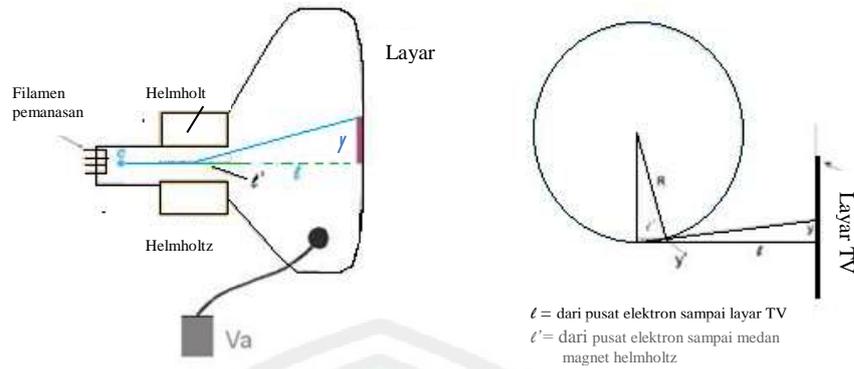
Besar pindahannya seberkas cahaya tadi tergantung pada arus (i) yang mengalir pada medan magnet helmholtz, perpindahan titik-titik ini untuk menentukan jari-jari pada perhitungan e/m yang disebabkan adanya gaya Lorentz ini menyebabkan elektron bergerak melingkar, dan gaya sentripetal yang bekerja padanya mengikuti persamaan berikut (Debyana, 2008).

$$\frac{mv^2}{r} = B e v \quad (2.22)$$

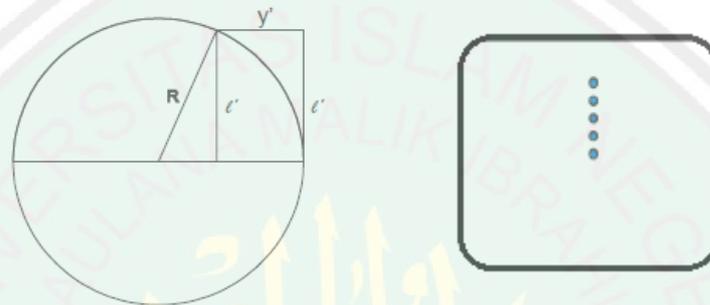
Tetapi dalam gerakan elektron yang melingkar pada eksperimen ini tidaklah penuh yang disebabkan medan magnet hanya ada dalam helmholtz tidak sampai di luar, tampak pada gambar 2.8. Sebelum mencari jari-jari (r) pada gerakan elektron, terlebih dahulu tentukan nilai Y' (dengan anggapan sudut sangat kecil sehingga berbentuk segitiga) (Debyana, 2008).

$$\frac{Y}{l} = \frac{Y'}{l'} \quad (2.23)$$

$$Y' = \frac{Yl'}{l} \quad (2.24)$$



Gambar 2.9 Gerakan Elektron (Debyana, 2008).



l = jarak dari pusat elektron sampai medan magnet helmholtz hilang

Gambar 2.10 Gaya Lorentz Menyebabkan Elektron Bergerak Melingkar (Debyana, 2008).

Ketika terjadi gerakan elektron yang melingkar yang disebabkan adanya gaya Lorentz ini kita dapat menghitung jari-jari (r) sebagai berikut (Debyana, 2008).

$$r^2 = l'^2 + (r - y')^2 \quad (2.25)$$

$$r^2 = l'^2 + r^2 - 2ry' + y'^2 \quad (2.26)$$

$$r^2 - r^2 = l'^2 - 2ry' + y'^2 \quad (2.27)$$

$$-2ry = l'^2 - y'^2 \quad (2.28)$$

$$r = \frac{l'^2 + y'^2}{2y'} \quad (2.29)$$

Gerakan elektron-elektron yang bergerak lurus tadi akan dibelokkan dengan medan magnet helmholtz. Seberkas titik cahaya yang tampak pada layar tadi akan berpindah tempat (Debyana, 2008).

BAB III METODOLOGI

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan salah satu jenis penelitian dengan metode eksperimen, dimana variable penelitian dan juga karakterisasi pengujiannya telah ditentukan. Perancangan monitoring berkas elektron menggunakan sensor tabung CRT dengan memvariasi tegangan masukan, yang diharapkan menghasilkan bentuk profil berkas elektron bulat dan homogen. Sehingga menjadi alat yang optimal untuk pemaparan suatu materi.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

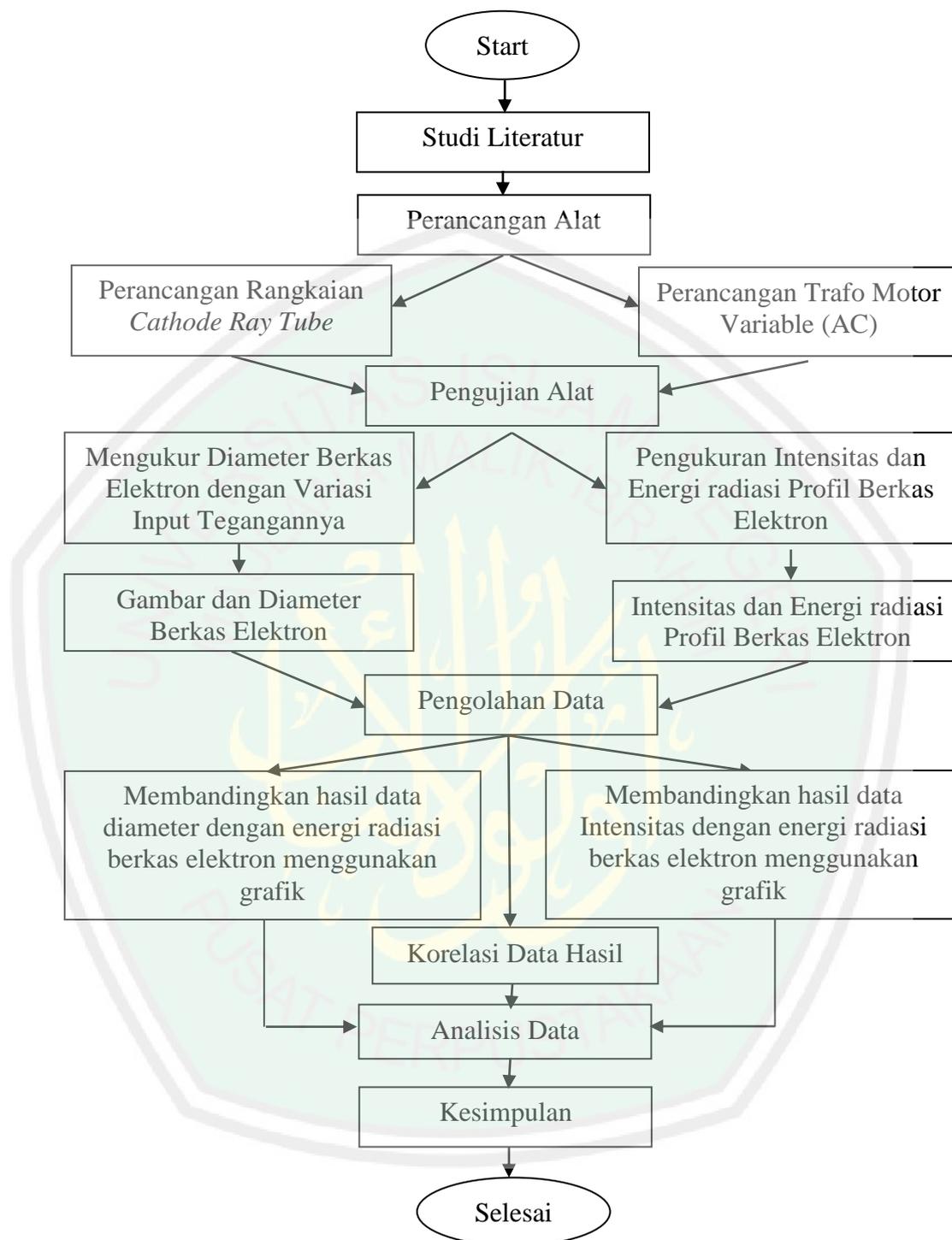
Tempat penelitian ini dilakukan di Laboratorium Elektronika Fisika – UIN Maliki Malang. Penelitian dimulai pada tanggal 18 Juni - 18 September 2019.

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

Penelitian ini menggunakan peralatan yang terdiri dari beberapa bagian utama yaitu :

1. Tabung TV 14 Inc
2. *Cathode Ray Tube*
3. Rangkaian Transformator *Flyback*
4. Trafo Motor AC
5. Avometer
6. Luxmeter
7. Kamera 13 *Megapixel*
8. Dosimeter

3.4 Prosedur Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Rancang Bangun Monitoring Profil Berkas Elektron Menggunakan *Cathode Ray Tube*

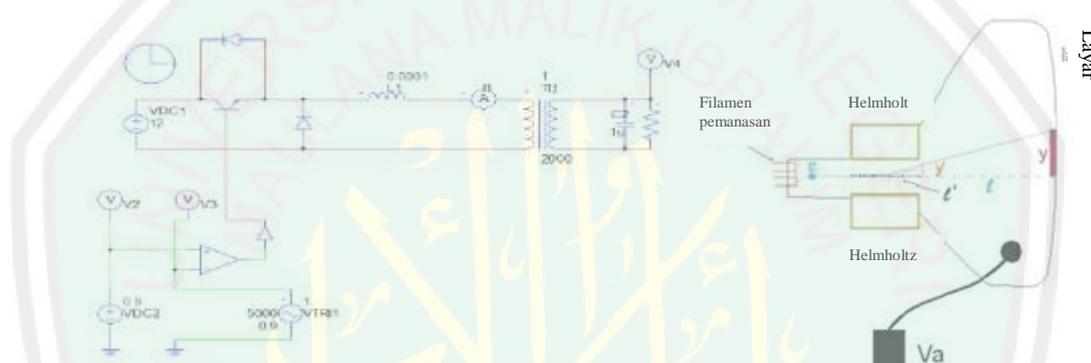
Pelaksanaan penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap yaitu: Tahap pertama adalah perancangan (desain) alat, pembuatan atau perakitan, pengujian

hasil rancangan, pengamatan dan analisis data. Tahap-tahap penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.

3.5 Prosedur Perancangan Alat

Terdapat beberapa komponen yang harus disiapkan diantaranya tabung sinar katoda, rangkaian transformator *flyback* dan trafo motor (AC). Pada perancangan alat terdapat 2 tahapan yaitu perancangan rangkaian *cathode ray tube* dan perancangan trafo motor variable (AC).

3.5.1 Perancangan Rangkaian *Cathode Ray Tube*



Gambar 3.2 Rancangan *Cathode Ray Tube*.

Penelitian ini menggunakan tabung sinar katoda yang berasal dari tabung televisi (TV), yang telah disediakan tegangan pemanas filamen dan tegangan pemercepat V_a . Di bagian televisi *Defleksi youke* (DY) dan *Verit* telah dilepaskan. Saat tegangan diberikan pada filamen pada ekor tabung televisi, katoda akan melepaskan elektron-elektron, sedangkan elektron-elektron tersebut akan bergerak menuju anoda, elektron-elektron yang bergerak menuju ke anoda hanya elektron-elektron yang memiliki tenaga yang besar saja.

Rangkaian transformator *flyback* dihubungkan pada ekor tabung sinar katoda yang digunakan untuk memperkuat tegangan pemercepat V_a sehingga elektron-elektron tersebut menyentuh pada lapisan *posfor* di tabung televisi.

Pengukuran kualitas profil berkas elektron menggunakan empat parameter data dengan memvariasi tegangan *input cathode ray tube* yaitu bentuk berkas elektron, nilai intensitasnya, nilai diameternya dan energi radiasi berkas elektron . Prosedur pengambilan data sebagai berikut :

1. Pertama, memastikan ruang pengujian harus dalam keadaan gelap atau intensitas cahayanya minim agar pengujian mendapatkan hasil yang optimal.
2. Setelah itu, mengatur *output* tegangan trafo motor dengan variabel 203V, 205V, 208V, 210V, 212V, 213V, 215V, 218V dan 220V yang telah dihubungkan pada inputan *cathode ray tube*.
3. Jika profil berkas elektron yang ditembakkan pada *cathode ray tube* telah terdeteksi oleh layar monitor TV. Maka, kamera segera mengambil gambar, dan mengukur diameter berkas elektron menggunakan mistar dengan pengulangan pengukuran sebanyak 5 kali,.
4. Kemudian, luxmeter didekatkan pada titik sampel untuk mengukur nilai intensitasnya, dan mengukur energi radiasi berkas elektron menggunakan dosimeter. Setelah itu, data pengukuran dimasukkan pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Tabel Pengukuran Kualitas Bentuk Profil Berkas Elektron dengan Variasi *Input* Tegangan

No	Input (Volt)	Profil Berkas Elektron	Diameter (cm)		Diameter Rata-Rata (cm)	Intensitas Iluminasi Berkas Elektron (Ix)	Energi radiasi (kGy)
1	203		Pengulangan				

2	205		Pengulangan				
3	208		Pengulangan				
4	210		Pengulangan				
5	212		Pengulangan				
6	213		Pengulangan				
7	215		Pengulangan				
8	218		Pengulangan				
9	220		Pengulangan				

3.6.2 Pengukuran Korelasi Hasil Data Berkas Elektron *Cathode Ray Tube* dengan Data Standart Radiasi Bahan Pangan.

Korelasi hasil data berkas elektron pada rangkaian *cathode ray tube* dengan data standart maksimum dosis iradiasi berkas elektron pada bahan pangan, yang mana membandingkan data hasil pengukuran profil berkas elektron dengan data standart radiasi bahan pangan yaitu berupa nilai energi radiasi berkas elektron. Energi radiasi yang mana jumlah energi yang diserap per satuan massa pangan iradiasi. Satuan Dosis adalah gray (Gy), di mana 1 Gy setara dengan penyerapan 1 joule per kilogram. Data tersebut sebagai acuan alat radiasi untuk proses radiasi pada bahan pangan.

Tabel 3.2 Data aplikasi dan energi radiasi maksimum radiasi pada bahan pangan

No.	Jenis Pangan	Tujuan Iradiasi	Energi radiasi Maksimum (kGy)
1.	Umbi lapis dan umbi akar	Menghambat pertunasan selama penyimpanan	0,15
2.	Sayur dan buah segar (selain yang termasuk kelompok 1)	a. Menunda pematangan b. Membasmi serangga c. Memperpanjang masa simpan d. Perlakukan karantina	1,0 1,0 2,5 1,0
3.	Produk olahan sayur dan buah	Memperpanjang masa simpan	7,0
4.	Mangga	Memperpanjang masa simpan	7,0

3.7 Analisis Data

Tahap Analisis data ini dilakukan dengan cara membandingkan hasil data diameter dengan energi radiasi berkas elektron menggunakan grafik, membandingkan hasil data Intensitas dengan energi radiasi berkas elektron menggunakan grafik dan korelasi data dengan menghubungkan data hasil pengukuran profil berkas elektron dengan data standart radiasi bahan pangan yaitu berupa nilai energi radiasi berkas elektron.

Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan menggunakan grafik pengaruh tegangan terhadap intensitas berkas elektron dan pengaruh tegangan terhadap diameter dan luas permukaan bentuk berkas elektron. Data diolah dengan Origin untuk mendapatkan grafik pengaruh tegangan terhadap intensitas, bentuk dan luas permukaan berkas elektron. Kemudian analisis grafik dari data pengujian *cathode ray tube* dibandingkan dengan data SNI radiasi bahan pangan.

3.7.1 Teknik Analisis Pengaruh Variasi Tegangan Terhadap Hasil Pengukuran Diameter Berkas Elektron

Membandingkan variasi input tegangan dengan data pengukuran diameter bentuk berkas elektron yang dihasilkan *chatode ray tube*. Kemudian membuat grafik perbandingan data untuk dianalisis. Beberapa faktor utama yang dianalisis yaitu :

1. Pengaruh variasi input tegangan terhadap diameter berkas elektron dari
2. Pengaruh gambar dan diameter berkas elektron terhadap energi radiasi yang dihasilkan dari *chatode ray tube*.

3.7.2 Teknik Analisis Pengaruh Variasi Tegangan Terhadap Hasil Pengukuran Intensitas Iluminasi Berkas Elektron

Membandingkan variasi input tegangan dengan data pengukuran intensitas iluminasi berkas elektron yang dihasilkan *chatode ray tube*. Kemudian membuat grafik perbandingan data pengaruh variasi input tegangan terhadap intensitas berkas elektron untuk dianalisis.

3.7.3 Teknik Analisis Pengaruh Variasi Tegangan Terhadap Hasil Pengukuran Energi radiasi Berkas Elektron

Membandingkan variasi input tegangan dengan data pengukuran energi radiasi berkas elektron yang dihasilkan *chatode ray tube*. Kemudian membuat grafik perbandingan data pengaruh variasi input tegangan terhadap energi radiasi berkas elektron untuk dianalisis.

3.7.4 Teknik Analisis Korelasi Data Hasil Energi radiasi Berkas Elektron pada Cathode Ray Tube dengan Data SNI Radiasi Bahan Pangan

Korelasi data pengukuran energi radiasi berkas elektron pada *cathode ray tube* dengan data SNI radiasi bahan pangan untuk menentukan korelasi data. Sehingga dapat diketahui energi radiasi yang dihasilkan *chatode ray tube* yang dapat menentukan kualitas radiasi berkas elektron untuk bahan pangan. Faktor utama korelasi data yang dianalisis yaitu :

1. Mengkorelasikan data hasil energi radiasi berkas elektron maksimum yang sesuai untuk bahan pangan.
2. Menentukan sifat dan fungsi radiasi berkas elektron pada *chatode ray tube* untuk bahan pangan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Penelitian

Perancangan monitoring berkas elektron menggunakan *cathode ray tube* dilakukan di Laboratorium Elektronika Fakultas Saintek UIN Maliki Malang. Tahap pertama adalah perancangan rangkaian *cathode ray tube* menggunakan tabung sinar katoda yang berasal dari tabung televisi (TV). Kedua merancang trafo dari motor trafo (AC).

4.2 Hasil Rancangan Rangkaian *Cathode Ray Tube*

Rangkaian *cathode ray tube* menggunakan tabung sinar katoda yang berasal dari tabung televisi (TV) rancang yang terdiri dari beberapa komponen dasar seperti penembak elektron (*electron gun*), pemfokus jalur elektron (*beam focusing*), pengarah jalur sinar elektron (*beam bending*) dan sebuah layar yang dilapisi oleh *phosphor* (*screen with a phosphor layer*). Di bagian televisi *Defleksi youke* (DY) dan *Verit* telah dilepaskan, sehingga berkas elektron yang di hasilkan dan ditembakkan oleh komponen *electron gun* dengan menggunakan Transformator atau trafo *flyback* dimana trafo telah diintegrasikan dengan dioda penyearah atau pelipat, pembagi tegangan, kapasitor resonansi dan beberapa kumparan tegangan rendah yang keseluruhannya dicor menjadi satu unit (*bulk*). Pulsa output horisontal diberikan kepada transformator *flyback* yang akan memperbesar pulsa output horisontal 10 kali lipat. Kemudian pulsa yang telah diperbesar diberikan ke penyearah pendobel (melipat dua) yang biasanya rangkaian ini telah dirangkai dan ditanam dalam satu unit transformator *flyback* ini sehingga outputnya sudah berupa tegangan tinggi searah (DC). Trafo ini

difungsikan sebagai pelipat tegangan yang cukup tinggi untuk menghasilkan proses ionisasi. *Electron beam* yang terjadi kemudian difokuskan melalui *focusing coil* yang mana akan melewati medan magnet yang telah dimodifikasi sehingga berkas elektron akan menumbuk layar berphosphor pada titik yang telah ditentukan. Tampak dari tabung televisi hanyalah sebuah seberkas titik cahaya, hal ini dikarenakan elektron-elektron yang menumbuk atom-atom dalam tabung TV akan menyebabkan atom tersebut tereksitasi disusul deeksitasi dengan memancarkan cahaya tampak.

Perancangan trafo motor (AC) menjadi trafo merupakan komponen yang ada pada *Stavolt* didesain dengan melepaskan beberapa komponen yang mana nilai keluaran dari trafo motor dapat diatur sesuai yang dibutuhkan dengan menghubungkan avometer yang divariasasi menjadi 203V, 205 V, 210 V, 215 V, dan 220 V. Kemudian, *Output* tegangan dari trafo motor dihubungkan pada rangkaian *chatode ray tube*.

Kerja transformator yang berdasarkan prinsip induksi memerlukan adanya gandengan magnet antara rangkaian primer dan sekunder. Apabila kumparan primer dihubungkan dengan sumber tegangan sinusoidal maka akan mengalir arus bolak-balik dan timbul fluks magnet yang berubah ubah terhadap intinya. Akibat adanya fluks magnet yang berubah-ubah pada kumparan primer akan timbul GGL induksi.

4.3 Hasil Pengukuran Profil Berkas Elektron dengan Variasi *Input*

Tegangannya

4.1 Hasil Pengukuran Profil Berkas Elektron pada *Cathode Ray Tube*

No	Input (Volt)	Profil Berkas Elektron	Diameter (cm)	Diameter Rata-Rata (cm)	Intensitas Iluminasi Berkas Elektron (lx)	Energi Radiasi (kGy)	
1	203		Pengulangan	0,42	0,402	530	0,0031
				0,41			
				0,39			
				0,41			
2	205		Pengulangan	1,31	1,310	1093	0,0498
				1,30			
				1,32			
				1,32			
3	208		Pengulangan	1,31	1,316	1120	0,1507
				1,32			
				1,30			
				1,33			
4	210		Pengulangan	1,30	1,316	1125	0,4382
				1,32			
				1,33			
				1,31			
5	212		Pengulangan	1,31	1,318	1131	0,3949
				1,32			
				1,31			
				1,33			

6	213		Pengulangan	1,32	1,322	1143	0,8281
				1,33			
				1,32			
				1,31			
7	215		Pengulangan	1,31	1,324	1163	1,0236
				1,32			
				1,32			
				1,34			
8	218		Pengulangan	1,32	1,332	1186	1,6927
				1,34			
				1,33			
				1,35			
9	220		Pengulangan	1,32	1,336	1258	2,5002
				1,34			
				1,33			
				1,35			

Data hasil pengukuran diameter bentuk profil berkas elektron dengan variasi *input* tegangan rangkaian *chatode ray tube* menggunakan jangka sorong yaitu pada *input* tegangan 203 V diameter berkas elekton adalah 0.402 cm, pada *input* tegangan 205 V diameter berkas elekton adalah 1,310 cm, pada *input* tegangan 208 V diameter berkas elektron adalah 1,316 cm, pada *input* tegangan 210 V diameter berkas elekton adalah 1,316 cm, pada *input* tegangan 212 V diameter berkas elekton adalah 1,318 cm, pada *input* tegangan 213 V diameter berkas elekton adalah 1,322 cm, pada *input* pada *input* tegangan 215 V diameter berkas elekton adalah 1,324 cm, pada *input* tegangan 218 V diameter berkas elekton

adalah 1,332 cm, dan *input* tegangan 220 V diameter berkas elektron adalah 1,336 cm.

Data hasil pengukuran intensitas yang diperoleh yaitu pada *input* tegangan 203 V intensitas iluminasinya bernilai 530 lx, pada *input* tegangan 205 V intensitas iluminasinya bernilai 1093 lx, pada *input* tegangan 208 V intensitas iluminasinya bernilai 1120 lx, pada *input* tegangan 210V intensitas iluminasinya bernilai 1125 lx, pada *input* tegangan 212 V intensitas iluminasinya bernilai 1318 lx, pada *input* tegangan 213 V intensitas iluminasinya bernilai 1143 lx, pada *input* tegangan 215 V intensitas iluminasinya bernilainya 1163 lx, pada *input* tegangan 218 V intensitas iluminasinya bernilai 1186 lx, dan *input* tegangan 220 V intensitas iluminasinya bernilainya 1258 lx.

Data hasil pengukuran energi radiasi yang diperoleh yaitu pada *input* tegangan 203 V energi radiasi maksimum bernilai 0,0032 kGy, pada *input* tegangan 205 V energi radiasi maksimum bernilai 0,0498 kGy, pada *input* tegangan 208 V energi radiasi maksimum bernilai 0,1507 kGy, pada *input* tegangan 210 V energi radiasi maksimum bernilai 0,4382 kGy, pada *input* tegangan 212 V energi radiasi maksimum bernilai 0,3949 kGy, pada *input* tegangan 213 V energi radiasi maksimum bernilai 0,8281 kGy, pada *input* tegangan 215 V energi radiasi maksimum bernilai 1,0236 kGy, pada *input* tegangan 218 V energi radiasi maksimum bernilai 1,6927 kGy, dan *input* tegangan 220 V energi radiasi maksimum bernilai 2,5002 kGy.

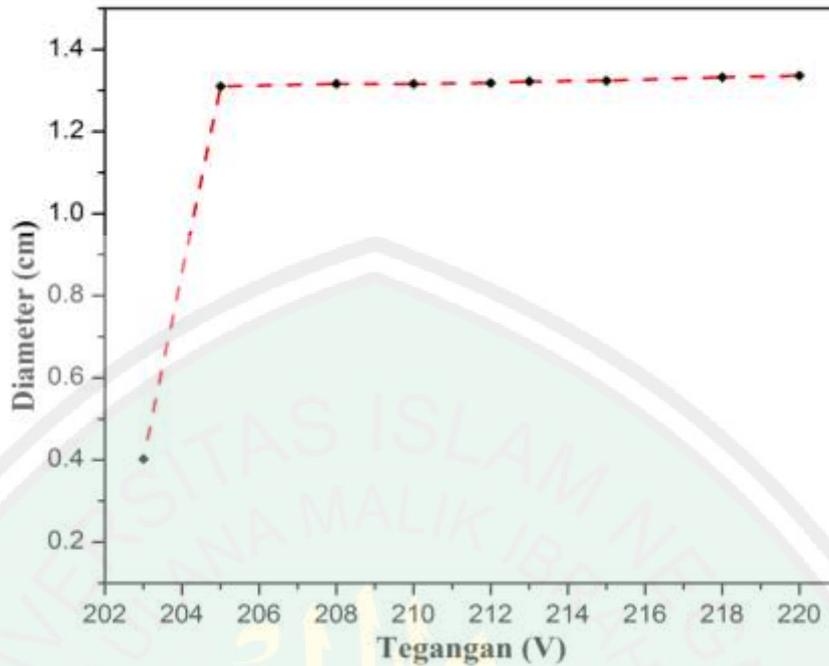
4.4 Analisis Hasil Data Penelitian

Pengujian ruang dari monitor harus dalam keadaan gelap atau intensitas cahayanya minim agar pengujian mendapatkan hasil yang optimal. Setelah itu

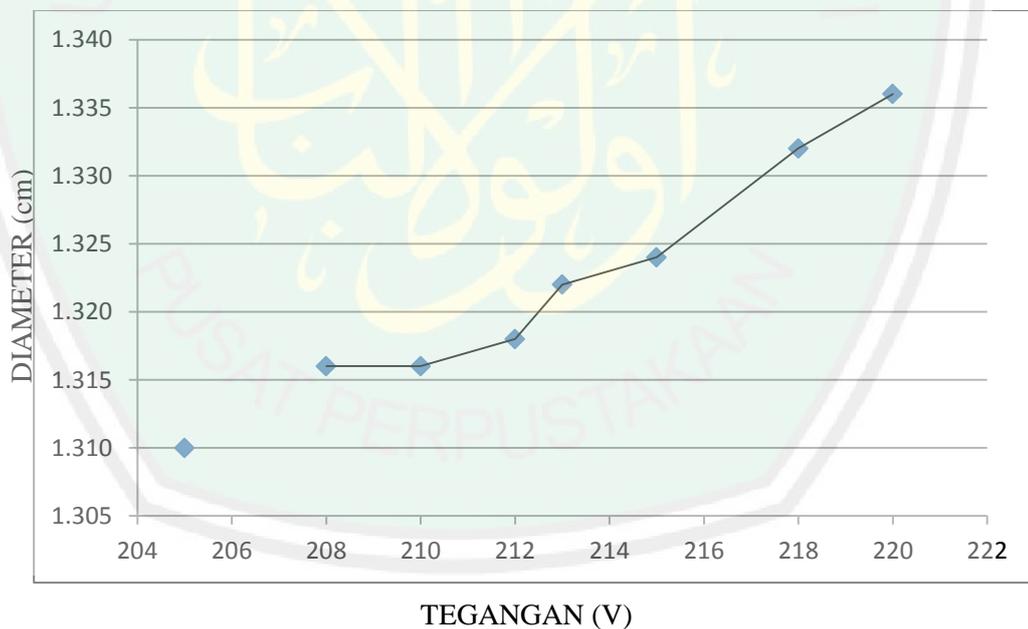
trafo motor dihubungkan pada rangkaian *chatode ray tube*, kemudian memvariasikan tegangan masukan dari trafo motor 203V, 205V, 208V, 210V, 212V, 213V, 215V, 218V dan 220V untuk mengamati bentuk berkas elektron yang menembak jendela Ti tabung TV. Kemudian diukur menggunakan kamera 13 megapixel untuk mengambil gambar profil berkas elektron, luxmeter untuk mengukur intensitas, mistar untuk mengukur diameter bentuk berkas elektron dan dosimeter untuk mengukur energi radiasi berkas elektron.

Tabel 4.1 dapat terlihat bahwa monitoring profil berkas elektron menggunakan *chatode ray tube* dapat memberikan gambaran bentuk profil berkas elektron dengan baik. Hal ini diyakinkan dari data hasil pengukuran bahwa tegangan input dari trafo dialirkan pada rangkaian transformator *flyback* yang akan memperbesar tegangan inputan 10 kali lipat. Kemudian tegangan yang telah diperbesar diberikan ke penyearah pendobel (melipat dua) sehingga outputnya sudah berupa tegangan tinggi searah (DC) untuk proses penembakan berkas elektron yang sangat mempengaruhi bentuk profil berkas elektron. Gambar bentuk profil berkas elektron yang tertampil pada layar kaca tabung TV merupakan gambar sesungguhnya dari bentuk profil berkas elektron.

4.4.1 Pengaruh Tegangan Terhadap Diameter Berkas Elektron



Gambar 4.1 Grafik Pengaruh Variasi Tegangan Terhadap Diameter Berkas Elektron.



Gambar 4.2 Grafik Perbesaran Pengaruh Variasi Tegangan Terhadap Diameter Berkas Elektron.

Berdasarkan grafik pengaruh tegangan terhadap diameter bentuk berkas elektron menunjukkan diameter profil berkas elektron tidak memiliki perubahan yang signifikan. Diameter optimum berkas elektron adalah 1,336 cm, sedangkan

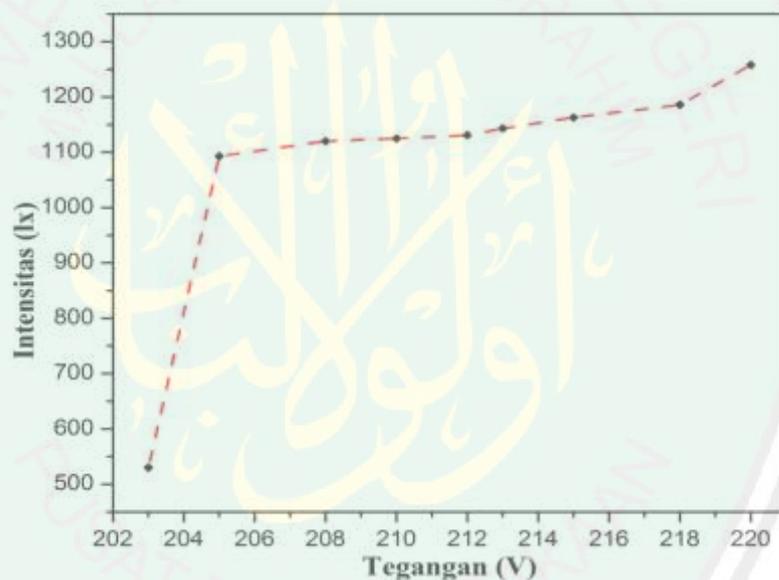
diameter minimum berkas elektron adalah 0.402 cm. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tegangan dibawah 203 V tidak memberikan profil berkas elektron yang berkualitas sesuai teori Darsono (2015) bahwa berkas elektron yang berkualitas untuk pemaparan atau radiasi yakni berbentuk bulat dan homogen. Sedangkan pada tegangan 203 V diperoleh bentuk berkas elektron berupa setengah lingkaran, sehingga tidak memenuhi syarat dalam proses pemaparan.

Tegangan optimum berdasarkan grafik menjelaskan bahwa tegangan 220 Volt menghasilkan bentuk berkas elektron bulat dan homogen sesuai dengan teori, serta menghasilkan diameter yang lebih besar dari pada tegangan dibawahnya, Data pada tegangan 203 Volt hingga 212 Volt menunjukkan terjadi kenaikan diameter yang tidak konsisten. tegangan 203 hingga 212 volt yang digunakan untuk memanaskan filamen, menghasilkan kenaikan inkonsisten diameter dari berkas elektron yang menumbuk layar. Faktor yang menyebabkan inkonsisten ini adalah ketidakstabilan berkas elektron yang dihasilkan pada tegangan 203 hingga 212 volt. Sedangkan pada tegangan 213 hingga 220 volt menunjukkan perubahan tegangan berbanding lurus dengan diameter berkas, yakni semakin tinggi tegangan inputannya, semakin besar pula diameter berkas elektron.

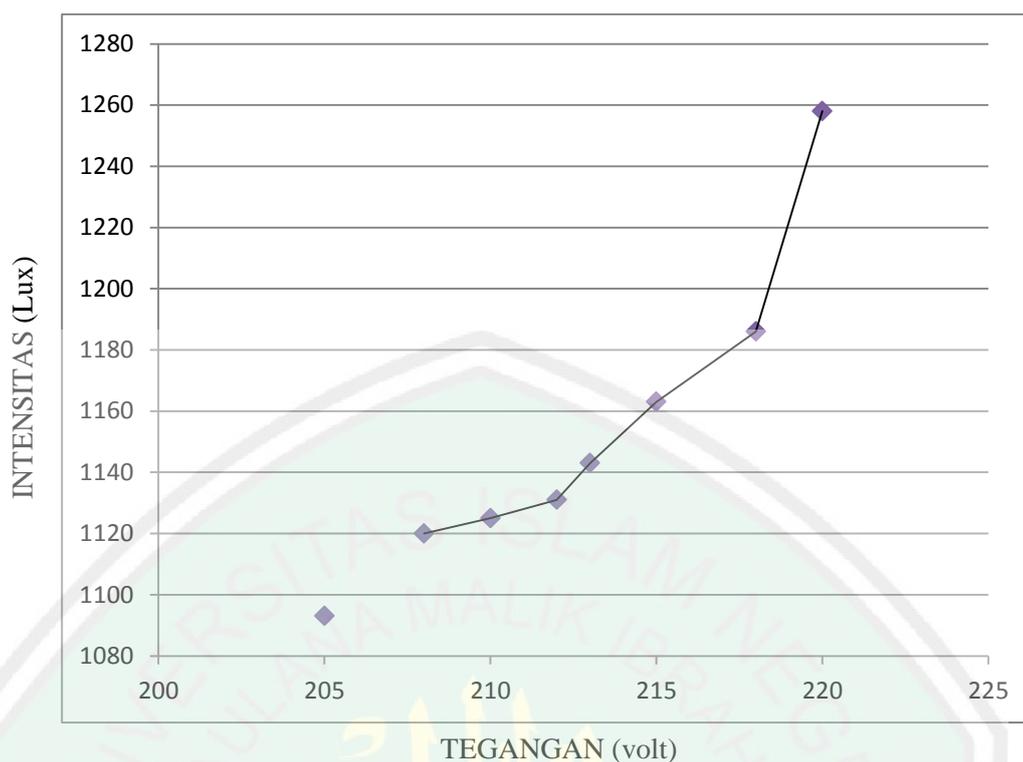
Data bentuk profil berkas elektron yang optimum pada rancangan sensor profil berkas elektron menggunakan *cathode ray tube* sebagai sumber elektron dan tabung pemercepat. Tegangan pemercepatnya adalah 10 KV dan tegangan pemfokusnya adalah 9 KV sehingga mendapatkan profil berkas elektron yang optimum yaitu berbentuk bulat dan homogen.

Rangkaian *chatode ray tube* memberikan hasil tegangan optimumnya sebesar 220 V lalu diarahkan pada transformator *flyback* yang melipat gandakan tegangan sebesar 10 kali lipat, sehingga tegangan yang digunakan untuk melucuti berkas elektron pada filamen adalah kurang lebih 2,2 KV. Kualitas profil berkas elektron berbentuk bulat dan homogen yang mana secara teori, menurut Darsono (2015) bahwa berkas elektron yang mempunyai kualitas optimal yaitu berkas elektron terfokus (tidak ada berkas yang menyebar) dan mempunyai lintasan berkas sejajar dengan sumbu.

4.4.2 Pengaruh Tegangan Terhadap Intensitas Iuminasi Berkas Elektron



Gambar 4.3 Grafik Pengaruh Variasi Tegangan Terhadap Intensitas Berkas Elektron



Gambar 4.4 Grafik Perbesaran Pengaruh Variasi Tegangan Terhadap Intensitas Berkas Elektron

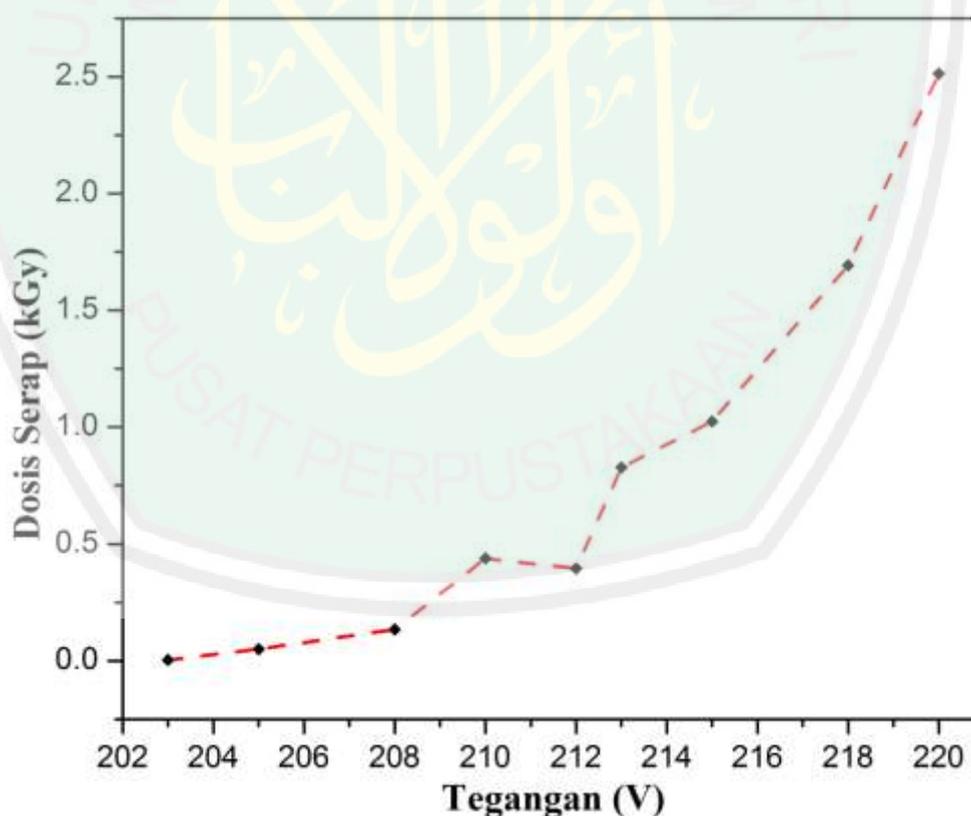
Berdasarkan grafik pengaruh tegangan pada inputan rangkain *chatode ray tube* terhadap intensitas berkas elektron yaitu semakin besar tegangan inputannya semakin besar pula intensitas dari profil berkas elektron.

Data pada tegangan 203 Volt hingga 212 Volt menunjukkan terjadi kenaikan intensitas iluminasi yang tidak konsisten. tegangan 203 hingga 212 volt yang digunakan untuk memanaskan filamen, menghasilkan kenaikan inkonsisten intensitas iluminasi dari berkas elektron yang menumbuk layar. Faktor yang menyebabkan inkonsisten ini adalah ketidakstabilan berkas elektron yang dihasilkan pada tegangan 203 hingga 212 volt. Sedangkan pada tegangan 2013 hingga 220 volt menunjukkan perubahan tegangan berbanding lurus dengan intensitas iluminasi berkas elektron, yakni semakin tinggi tegangan inputannya, semakin besar pula intensitas iluminasi berkas elektron. Hal ini dikarenakan, tegangan 203 hingga 220 volt menghasilkan berkas elektron yang

optimal pada proses pelucutan filamen, sehingga berkas elektron yang dihasilkan stabil dan optimal ketika menumbuk layar.

Intensitas optimum iluminasi adalah 1258 lx, sedangkan intensitas minimum iluminasi adalah 530 lx. Sehingga tegangan 220 V merupakan tegangan optimum yang digunakan *flyback* sebagai pelipat ganda tegangan untuk memanaskan filamen pada *beam* elektron ditembakkan dengan intensitas yang berbanding lurus dengan tegangannya. Redup terangnya bentuk profil berkas elektron bersesuaian dengan besar kecilnya intensitas berkas elektron. Berdasarkan teori Darsono (2015) semakin besar intensitas berkas elektron maka kualitas berkas elektron semakin baik untuk radiasi atau pemaparan.

4.4.3 Pengaruh Tegangan Terhadap Energi Radiasi Berkas Elektron



Gambar 4.5 Grafik Pengaruh Variasi Tegangan Terhadap Energi Radiasi Berkas Elektron.

Berdasarkan grafik pengaruh tegangan pada inputan rangkaian *chatode ray tube* terhadap energi radiasi berkas elektron yaitu semakin besar tegangan inputannya semakin besar pula energi radiasi dari berkas elektron. Tetapi pada tegangan 212 V terjadi penurunan, hal ini dikarenakan input tegangan 203 hingga 212 Volt belum terjadi kesetabilan dalam penembakan berkas elektron ke layar. Namun, pada tegangan 213 Volt hingga 220 Volt mengalami kenaikan konstan atau tanpa adanya penurunan energi radiasi. Energi optimum radiasi berkas elektron pada *chatode ray tube* adalah 2,5002 kGy, sedangkan energi minimum radiasi adalah 0,0031 kGy. Hal ini dikarenakan tegangan 220 V merupakan tegangan optimum yang digunakan *flyback* pada *chatode ray tube* sebagai pelipat ganda tegangan untuk memanaskan filamen pada *beam* elektron ditembakkan dengan energi radiasi yang berbanding lurus dengan nilai tegangannya.

4.5 Analisis Akurasi Data Hasil Energi radiasi Berkas Elektron pada *Cathode Ray Tube* dengan Data SNI Radiasi Bahan Pangan

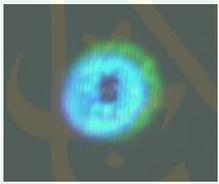
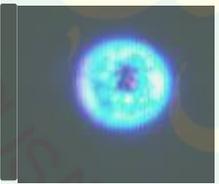
Akurasi pengukuran hasil data penelitian profil berkas elektron pada rangkaian *chatode ray tube* dengan membandingkan data SNI dari radiasi bahan pangan. Data yang dibandingkan adalah nilai energi radiasi berkas elektron pada *chatode ray tube*.

Tabel 4.2 Data SNI radiasi pengawet bahan pangan (Batan.org.id)

No.	Jenis Pangan	Tujuan Iradiasi	Energi radiasi Maksimum (kGy)
1.	Umbi lapis dan umbi akar	Menghambat pertunasian selama penyimpanan	0,15
2.	Sayur dan buah segar (selain yang termasuk	a. Menunda pematangan	1,0

	kelompok 1)	b. Membasmi serangga	1,0
		c. Memperpanjang masa simpan	2,5
		d. Perlakukan karantina	1,0
3.	Produk olahan sayur dan buah	Memperpanjang masa simpan	7,0
4.	Mangga	Memperpanjang masa simpan	7,0

Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Profil Berkas Elektron pada *Cathode Ray Tube*

No	Input (Volt)	Profil Berkas Elektron	Diameter Rata-Rata (cm)	Intensitas Iluminasi Berkas Elektron (lx)	Energi radiasi (kGy)
1	208		1,316	1120	0,1507
2	215		1,324	1163	1,0236
9	220		1,336	1258	2,5002

Berdasarkan hasil pengukuran profil berkas elektron pada *cathode ray tube* yang diakurasi energi radiasinya dengan data SNI Radiasi untuk pengawetan bahan makanan, maka pada tegangan 208 Volt, 215 Volt dan 220 Volt memenuhi syarat untuk radiasi pengawetan makanan.

Tegangan 208 Volt pada *chatode ray tube* menghasilkan dosis pemaparan berkas elektron sebesar 0,1507 kGy. Berdasarkan data SNI radiasi pengawetan

bahan pangan, energi radiasi 0,1507 kGy dapat digunakan untuk menghambat pertunasan selama penyimpanan pada umbi lapis dan umbi akar.

Tegangan 215 Volt pada *chatode ray tube* menghasilkan dosis pemaparan berkas elektron sebesar 1,0236 kGy. Berdasarkan data SNI radiasi pengawetan bahan pangan, energi radiasi 1,0236 kGy dapat digunakan untuk menunda pematangan pada sayur dan buah segar selain umbi lapis dan umbi bakar. Selain itu, dapat digunakan untuk perlakuan karantina dan membasmi serangga.

Tegangan 220 Volt pada *chatode ray tube* menghasilkan dosis pemaparan berkas elektron sebesar 2,5002 kGy. Berdasarkan data SNI radiasi pengawetan bahan pangan, energi radiasi 2,5 kGy dapat digunakan untuk memperpanjang masa simpan sayur dan buah segar selain umbi lapis dan umbi bakar.

Pengujian dari *chatode ray tube* diharapkan mampu menjadi alat radiasi berkas elektron yang sedang berkembang dalam dunia industri, terutama dalam bidang pengawetan bahan makanan. Kelebihan menggunakan radiasi elektron yaitu diantaranya menghasilkan kualitas produksi yang tinggi, tidak menimbulkan polusi pada lingkungan, hemat energi, reaksi-reaksi kimia terjadi pada suhu kamar, mudah dikontrol, biaya operasi lebih rendah untuk produksi masal. Agar dapat bermanfaat dengan baik, perlu adanya ketepatan ukuran dan porsi yang sesuai dengan kebutuhan manusia, yang mana telah dijelaskan pada Qur'an surat Al-Furqon ayat 2.

الَّذِي لَهُ مُلْكُ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَلَمْ يَتَّخِذْ وَلَدًا وَلَمْ يَكُنْ لَهُ شَرِيكٌ فِي الْمَلِكِ وَخَلَقَ كُلَّ شَيْءٍ
فَقَدَرَهُ نَقْدِيرًا ﴿٢﴾

"Dia telah menciptakan segala sesuatu dan Dia menetapkan ukuran-ukurannya dengan serapi-rapinya." (Al Furqan :2).

Berdasarkan tafsir Al-Wajiz ayat diatas mengisyaratkan bahwa kata “Ukuran” adalah apa yang ada di alam ini dapat dinyatakan dalam dengan dua peran, yang pertama sebagai bilangan dengan sifat dan ketelitian yang terkandung didalamnya dan yang keduanya sebagai hukum atau aturan (Az-Zuhaili, 2015).

Menentukan dosis radiasi berkas elektron untuk pengawetan makanan, sejatinya telah diatur oleh Allah SWT. Hanya saja sebagai hamba yang berakal dan beriman, harus mempelajari dan meneliti sendiri, salah satunya dengan melakukan penelitian. Agar dapat mengetahui manfaat dan mudlarat radiasi berkas elektron sebagai teknologi alternatif pengawet makanan.



BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian rancang bangun monitoring profil berkas elektron menggunakan *chatode ray tube* dapat disimpulkan :

1. Variasi tegangan input pada *chatode ray tube* mempengaruhi diameter dan intensitas iluminasi berkas elektron, yakni semakin tinggi tegangan inputannya, semakin besar pula diameter dan intensitas iluminasinya. Sedangkan nilai dosis serap terjadi kenaikan pada tegangan 203 V hingga 210 V dan mengalami penurunan pada tegangan 212 V, Kemudian mengalami kenaikan yakni semakin tinggi tegangan inputan, semakin besar pula nilai dosis serap berkas elektron.
2. Hasil akurasi data pengukuran nilai dosis serap berkas elektron pada *cathode ray tube* dengan data SNI radiasi untuk pengawetan bahan makanan, yaitu pada tegangan 208 Volt, 215 Volt dan 220 Volt memenuhi syarat untuk radiasi pengawetan makanan, diantaranya dapat digunakan untuk menghambat pertunasan selama penyimpanan pada umbi lapis dan umbi akar, menunda pematangan dan memperpanjang masa simpan pada sayur dan buah segar selain umbi lapis dan umbi bakar. Dan terakhir, digunakan untuk perlakuan karantina dan membasmi serangga.

5.2 Saran

Setelah pengujian *chatode ray tube* dinyatakan berhasil, maka perlu penelitian lebih lanjut agar dapat diaplikasikan sebagai alat radiasi bahan pangan untuk pengawetan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alonso, M., & Finn, E. 1992. *Dasar-dasar Fisika Universitas edisi kedua*. jilid 2 Medan dan Gelombang. Jakarta. Penerbit Erlangga.
- Al-
han. 2008. Bandung : Departemen Agama RI.
- Al-Asyqar, Muhammad Sulaiman. 2015. *Zubdatut Tafsir*. Terjemahan : Daris Musthofa. Madinatul Al-Munawaroh : Arab. 615 hal.
- Al-Jazairi, Syaikh Abu Bakar Jabir. 2013. *Aisarut Tafasir*, ed. ke-2. Terjemahan : Djati Purnomo Sidhi. Dar Alamiyyah : Mesir. 1015 hal.
- Al-Zuhaili, Wahbah. 2015. *Tafsir Al-Wajiz*. Terjemah : M. Alfi Nazlil Chanif. Dar Alamiyyah : Suriah. 659 hal.
- Antariksawan Riza A, dan M. Anwar S. 2015. *Persembahan Untuk Negeri*. Yogyakarta : BATAN Press.
- Antonius S. A., Handoyo I. P. 2012. Studi Penggunaan Energi pada Monitor CRT dan LCD. *Jurnal Teknik Elektro*. Vol. 2. No. 3x.
- Beiser, Arthur. 1987. *Konsep Fisika Modern*. Erlangga Jakarta.
- Daryanto, 2016. *Pengetahuan Praktis Televisi*. Jakarta : Bumi Aksara.
- Darsono, Suhartono, Suprpto, dan Elin Nuraini. 2015. Pengukuran Profil Berkas Elektron dari Sumber Elektron Tipe *Pierce* menggunakan sensor Tabung TV Bekas. *Jurnal BATAN*. Vol. 17.
- Debyana S. 2008. *Menentukan Medan Magnet Bumi dengan Menggunakan Kumpanan Hemholz dan Solenoida*. Skripsi : UKRIM.
- Djoko, S, P. 2004. *Teknologi Mesin Berkas Elektron*. Diktat Materi Kuliah BATAN Accelerator School.
- Elyakim N. S., Patty, Endiyas Waluyo, dan Liefson Lacobus. 2015. Pengukuran e/m Elektron Menggunakan Tabung Televisi (TV) dan Kumpanan Hemholz. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*. Vol. 1 No. 1.
- French P. J. dan S. Middelhoek. 2004. *Display and Storage*. Tudelft : The Netherlands.
- a thermioic hairpin source DC electron beam gun Optik - International Journal for Light and Electron Optics, Volume 127, Issue 4, pp. 1905-1908, 2016.

- Haliday, D, R . 1996. *Fisika. Edisi ke 3, Jilid 2*. Jakarta pusat. Penerbit Erlangga.
- Hart, D. W. 2007. *Electrical Machines Drives and Power Systems, 1ed, Prentice-Hall International Editions*, New Jersey, pp-38-43.
- Hidayat S., Lilik. 2004. *Kamus Fisika Bergambar*. Bandung : Pakar Raya.
- Krane, Kenneth. S. 1982. *Fisika Modern*, Terjemahan : Hans. J. Wospakrik dan Sofia.
- Lukman S., Budiyanto M. 2009. Unjuk Kerja Motor Induksi Rotor Lilit sebagai Variable Transformator. *Jurnal Elektro*. Vol. 4 No. 6.2.
- Rio S. R, Sawamura Y. 1991. *Teknik Reparasi Televisi Berwarna*. Jakarta : PT. Pradnya Paramita.
- Ryff, Peter F. 2004. *Electrical Machines Drives and Power Systems, 2ed, Prentice-Hall International Editions*. New Jersey. pp-184-195.
- Santosa, Ign, Edi. 2003. *Petunjuk Praktikum Fisika Modern*. Yogyakarta : USD.
- Siegfried Schiller, Ullrich Heisig, Siegfried Panzer. 1982. *Electron beam technology*, Jhon Wiley & Sons : New York.
- Sutrisno. 1978. *Fisika dasar*. Bandung : Penerbit ITB.
- Wildi, Theodore. 2007. *Electrical Machines Drives and Power Systems, 3ed, Prentice-Hall International Editions*. New Jersey. pp-184-269.
- Yunus Yadi, Nugroho Trisanyoto, dan Ari Ekasakti. 2016. Analisis Transformator Flyback sebagai Pembangkit Tegangan Tinggi untuk Pesawat Sinar-X Medik. *Jurnal SNATIF*. Vol. 3 No. 3.
- Zaidan, A. 2009. *Pengantar Fisika Modern*. tidak di publikasikan. departemen fisika, universitas Airlangga.

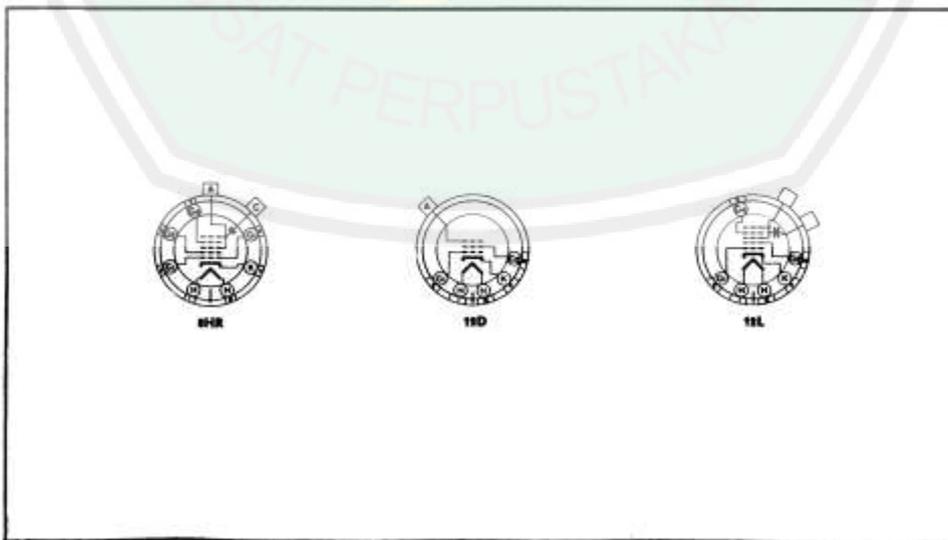


LAMPIRAN

TUBE COMPARISON CHART
14ACP4-15DP4A

TUBE DESCRIPTION BY GROUPS	TYPE	KIND OF GLASS	MAGNETIC DEFLECTION	HORIZONTAL DEFLECTION	TUBE DIMENSIONS IN INCHES									
					HEIGHT	DEPTH	WIDTH	FLATNESS	FLATNESS AT NECK	NECK LENGTH	NECK AREA	EXTERNAL CONDUCTIVE COATING	ANCHOR CONNECTION	TYPE OF MOUNTING
RECTANGULAR GLASS — MAGNETIC DEFLECTION ELECTROSTATIC FOCUS — 40° DEFLECTION ANGLE	14ACP4	24	GRAY (ALUMINIZED)	12L	14½	13¼ x 10¾	6½	12¼ x 9½	800-1200	CAVITY	SINGLE	14	14ACP4	
	14AEP4	24	GRAY (ALUMINIZED)	12L	13½	13¼ x 10¾	5½	12¼ x 9½	800-1200	CAVITY	HOOK	14	14AEP4	
	14ARP4	24	CLEAR (ALUMINIZED)	12L	13½	13 x 10¾	5½	12¼ x 9½	800-1200	CAVITY	HOOK	14	14ARP4	
	14ATP4*	24	GRAY (ALUMINIZED)	12L	13¾	13¼ x 10¾	5½	12¼ x 9½	500-1900	CAVITY	HOOK	14	14ATP4*	
	14AUP4*	24	GRAY (ALUMINIZED)	12L	13¾	13¼ x 10¾	5½	12¼ x 9½	1000-1500	CAVITY	HOOK	16.5	14AUP4*	
RECTANGULAR GLASS — MAGNETIC DEFLECTION ELECTROSTATIC FOCUS — 11° DEFLECTION ANGLE	14AJP4	16½	GRAY (ALUMINIZED)	8HR	11½	13½ x 10½	5½	12¼ x 9½	500-850	CAVITY	SINGLE	11	14AJP4	
	14ASP4	16½	GRAY (ALUMINIZED)	8HR	11¼	13½ x 10½	5½	12¼ x 9½	500-850	CAVITY	HOOK	14	14ASP4	
	14AVP4	16½	GRAY (ALUMINIZED)	8HR	11½	13½ x 10½	5½	12¼ x 9½	450-700	CAVITY	HOOK	14	14AVP4	
RECTANGULAR GLASS — MAGNETIC DEFLECTION ELECTROSTATIC FOCUS — 40° DEFLECTION ANGLE	14NP4	24	GRAY	12L	14½	13¼ x 10¾	6½	12¼ x 9½	800-1200	CAVITY	SINGLE	14	14NP4	
	14NP4A	24	GRAY (ALUMINIZED)	12L	14½	13¼ x 10¾	6½	12¼ x 9½	800-1200	CAVITY	SINGLE	14	14NP4A	
	14RP4	24	GRAY	12L	14½	13¼ x 10¾	6½	12¼ x 9½	800-1200	CAVITY	SINGLE	14	14RP4	
	14RP4A	24	GRAY (ALUMINIZED)	12L	14½	13¼ x 10¾	6½	12¼ x 9½	800-1200	CAVITY	SINGLE	14	14RP4A	
	14WP4	24	GRAY (ALUMINIZED)	12L	13¾	13¼ x 10¾	5½	12¼ x 9½	800-1200	CAVITY	HOOK	14	14WP4	
RECTANGULAR GLASS — MAGNETIC DEFLECTION ELECTROSTATIC FOCUS — 65° DEFLECTION ANGLE	14QP4	27	GRAY	12L	15¾	17¾ x 9½	6½	11½ x 8½	600-1600	CAVITY	SINGLE	11	14QP4	
	14QP4A	27	GRAY (ALUMINIZED)	12L	15¾	17¾ x 9½	6½	11½ x 8½	600-1600	CAVITY	SINGLE	11	14QP4A	
RECTANGULAR GLASS — MAGNETIC DEFLECTION ELECTROSTATIC FOCUS — 14° DEFLECTION ANGLE	14SP4	24	GRAY (ALUMINIZED)	12L	14¾	13¼ x 10¾	6½	12¼ x 9½	900-1200	CAVITY	SINGLE	15.4	14SP4	
	14XP4*	24	GRAY	12L	14½	13¼ x 10¾	6½	12¼ x 9½	1100-1500	CAVITY	SINGLE	16.3	14XP4*	
	14XP4A*	24	GRAY (ALUMINIZED)	12L	14½	13¼ x 10¾	6½	12¼ x 9½	1000-1500	CAVITY	SINGLE	16.5	14XP4A*	
ROUND GLASS — MAGNETIC FOCUS & DEFLECTION 30° TO 51° DEFLECTION ANGLE	15AP4	43	CLEAR	12D	20½	13½	9¾	12¼ x 9½	NONE	BALL	DOUBLE	15	15AP4	
	15CP4	43	CLEAR	12D	21¾	15½	8	12¼ x 9½	NONE	CAVITY	DOUBLE	15	15CP4	
	15DP4	43	CLEAR	12D	20½	13½	9¾	12¼ x 9½	NONE	BALL	DOUBLE	15	15DP4	
	15DP4A	43	GRAY	12D	20½	13½	9¾	12¼ x 9½	NONE	BALL	SINGLE	15	15DP4A	

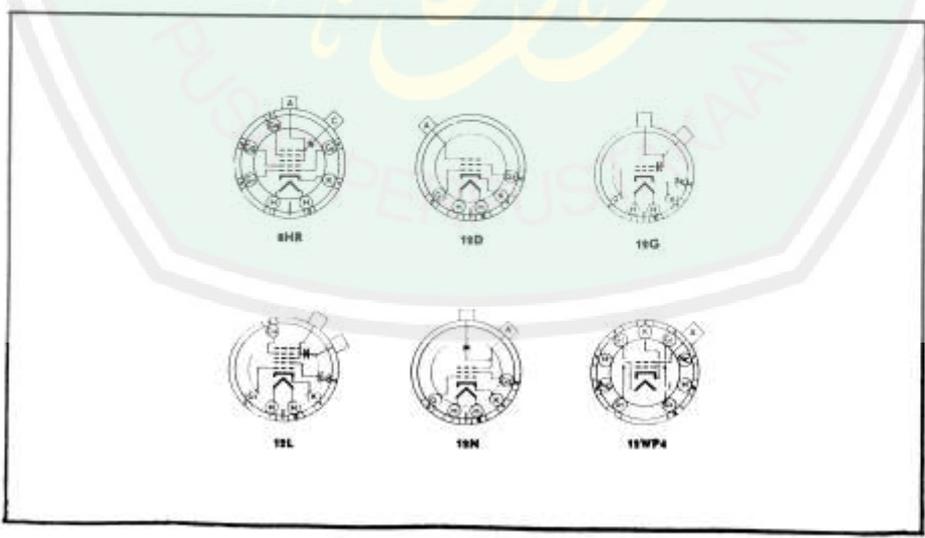
* Height: 8.3 Volts, 450 Ma.



12UP4A-14DP4

TYPE	DESCRIPTION	HEATER										RATINGS				TYPICAL OPERATING CONDITIONS AND CHARACTERISTICS						TYPE			
		VOLTS	AMPERES	CON-TACT	RESISTANCE	TEMPERATURE	FACE	DEFLECTION	COLOUR	OPEN FROM	INTERNAL	EXTERNAL	MAXIMUM	MINIMUM	WIND	WIND	WIND	WIND	WIND	WIND	WIND		WIND		
12UP4A	ROUND METAL—DIRECT VIEW	4.5	0.4	DOUBLE	YES	YES	M	M	54	NO	12	1.5	11		250	-45	110								12UP4A
12UP4B	ROUND METAL—DIRECT VIEW	6.5	0.4	DOUBLE	YES	YES*	M	M	36	NO	12	1.5	11		250	-45	130								12UP4B
12VP4	ROUND GLASS—DIRECT VIEW	6.5	0.4	DOUBLE	YES	NO	M	M	35	YES	12	1.5	11												12VP4
12VP4A	ROUND GLASS—DIRECT VIEW	6.5	0.4	DOUBLE	YES	YES	M	M	35	YES	12	1.5	11												12VP4A
12WP4	ROUND GLASS—DIRECT VIEW	6.5	0.5	SINGLE	YES	YES	M	M	55	YES	12	1.5	11												12WP4
12YP4	ROUND GLASS—DIRECT VIEW	6.5	0.5	SINGLE	NO	NO	M	R	54	YES	12	1.5	11									1.50	41		12YP4
12ZP4	ROUND GLASS—DIRECT VIEW (ALL SIDES SCREEN)	6.5	0.6	SINGLE	YES	NO	M	M	54	YES	12	1.5	11		250	-45	115								12ZP4
12ZP4A	ROUND GLASS—DIRECT VIEW (ALL SIDES SCREEN)	6.5	0.6	SINGLE	YES	YES	M	M	54	YES	12	1.5	11		250	-45	135								12ZP4A
14ACP4	RECTANGULAR GLASS—DIRECT VIEW (ALL SIDES SCREEN)	6.5	0.6	SINGLE	YES	YES	M	E	0.85 0.60	YES	14	1.5	11		-50* 10 +350	125	-60								14ACP4
14AEP4	RECTANGULAR GLASS—DIRECT VIEW (ALL SIDES SCREEN)	6.5	0.6	NONE	NO	YES	M	E	0.85 0.60	YES	14	1.5	12		-50* 10 +350	110	-41								14AEP4
14AJP4	RECTANGULAR GLASS—DIRECT VIEW (ALL SIDES SCREEN)	6.5	0.6*	SINGLE	YES	YES	M	E	0.50 0.110	YES	14	1.5	9		-100* 10 +100	250	-44					-11 10 +150			14AJP4
14ARP4	RECTANGULAR GLASS—DIRECT VIEW (ALL SIDES SCREEN)	6.5	0.6	NONE	NO	NO	M	E	0.85 0.50	YES	14	1.5	11		-50* 10 +350	50	-9								14ARP4
14ASP4	RECTANGULAR GLASS—DIRECT VIEW (ALL SIDES SCREEN)	6.5	0.6	NONE	NO	YES	M	E	0.100 0.110	YES	14	1.5	12		-50* 10 +350	100	-50								14ASP4
14ATP4	RECTANGULAR GLASS—DIRECT VIEW (ALL SIDES SCREEN)	6.5	0.45*	NONE	NO	YES	M	E	0.85 0.80	YES	14	1.5	11		0* 10 400	100	-47								14ATP4
14AUP4	RECTANGULAR GLASS—DIRECT VIEW (ALL SIDES SCREEN)	6.5	0.45*	NONE	NO	YES	M	E	0.85 0.30	YES	14.5	1.5	12		0* 10 100	50	-48								14AUP4
14AVP4	RECTANGULAR GLASS—DIRECT VIEW (ALL SIDES SCREEN)	6.5	0.8	NONE	NO	YES	M	E	0.100 0.120	YES	14	1.5	12		-50* 10 +350	200	-50								14AVP4
14AWP4	RECTANGULAR GLASS—DIRECT VIEW (ALL SIDES SCREEN)	6.5	0.61	NONE	NO	YES	M	E	0.85 0.60	YES	14	1.5	12		-50* 10 +350	50	-19.5								14AWP4
14BP4	RECTANGULAR GLASS—DIRECT VIEW	6.5	0.5	SINGLE	YES	YES	M	M	0.65 0.20	YES	12	1.5	11												14BP4
14CP4	RECTANGULAR GLASS—DIRECT VIEW	6.5	0.6	SINGLE	YES	YES	M	M	0.65 0.10	YES	14	1.5	12												14CP4
14CP4A	RECTANGULAR GLASS—DIRECT VIEW (ALL SIDES SCREEN)	6.5	0.6	SINGLE	YES	YES	M	M	0.65 0.20	YES	14	1.5	12												14CP4A
14DP4	RECTANGULAR GLASS—DIRECT VIEW	6.5	0.6	DOUBLE	YES	YES	M	M	0.65 0.20	NO	14	1.5	11												14DP4

* Thermal characteristics of the heater are controlled such that during the warm-up cycle are maintained provided it is used with other types which are similarly controlled. Heater warm-up time: 11.8 seconds. * Diagonal, * Horizontal, ** Cold # 3 Voltage.



PHOSPHOR CURVES

DESCRIPTIONS OF PHOSPHORS BY COLOR AND PERSISTENCE

Phosphors, as used for the screens of cathode-ray tubes, have two important characteristics: COLOR and PERSISTENCE. These characteristics can be used to define the phosphor. Descriptions of phosphors which have been used in the manufacture of cathode-ray tubes are listed in the index table below, and are each described in the following pages. These phosphors are identified by the designation P1, P2, etc., as assigned by the RETMA Data Bureau.

Color may be specified by a Spectral-Energy Emission Characteristic Curve, or by the coordinates x and y on the ICI Color Chart.

Persistence may be specified by a Persistence Characteristic Curve, or by numerical limit values.

In the following table, B_0 = Initial Brightness,
and B = Brightness at Time T

PHOSPHOR DESIGNATION	COLOR			PERSISTENCE	
	FLUO-RESCENT	PHOSPHOR-ESCENT	SPECIFIED BY	DURATION	SPECIFIED BY
P1	GREEN	GREEN	CURVE PAGE 1	MEDIUM	CURVE PAGE 1
P2	BLUE-GREEN	GREEN	CURVE PAGE 2	LONG	CURVE PAGE 2 $B = B_0/T^n, n = 1.0$ TO 1.2
P3	YELLOW	YELLOW	CURVE PAGE 3	MEDIUM	CURVE PAGE 3
P4 SULFIDE	WHITE	WHITE	ICI COLOR COORDINATES $x = 0.313, y = 0.324$ CURVE PAGE 4	SHORT	BRIGHTNESS NOT OVER 75 OF PEAK VALUE 18 33 MILLISECONDS AFTER CESSATION OF EXCITATION
P4 SILICATE	WHITE	BLUE	ICI COLOR COORDINATES $x = 0.313, y = 0.324$ CURVE PAGE 5	MEDIUM	BRIGHTNESS NOT OVER 75 OF PEAK VALUE 18 33 MILLISECONDS AFTER CESSATION OF EXCITATION
P4 SILICATE-SULFIDE	WHITE	YELLOW	ICI COLOR COORDINATES $x = 0.313, y = 0.324$ CURVE PAGE 4	MEDIUM	BRIGHTNESS NOT OVER 75 OF PEAK VALUE 18 33 MILLISECONDS AFTER CESSATION OF EXCITATION
P5	BLUE	BLUE	CURVE PAGE 5	VERY SHORT	CURVE PAGE 6 TIME CONSTANT = 5 TO 10 μ SEC.
P6	WHITE	WHITE	CURVE PAGE 6	SHORT	CURVE PAGE 7 $B = B_0/T^n, n = 1.6$ TO 2.0
P7	BLUE-WHITE	YELLOW	CURVE PAGE 7	LONG	CURVE PAGE 8 $B = B_0/T^n, n = 0.7$ TO 1.2
P10	DARK TRACE: COLOR DEPENDS ON ABSORPTION CHARACTERISTICS AND TYPE OF ILLUMINATION			VERY LONG	LONG VARIABLE PERSISTENCE DEPENDENT ON TEMPERATURE, AMOUNT OF ILLUMINATION, AND ELECTRON-ENERGY DENSITY OF BOMBARDMENT
P11	BLUE	BLUE	CURVE PAGE 8	SHORT	CURVE PAGE 9
P12	ORANGE	ORANGE	CURVE PAGE 9	MEDIUM LONG	CURVE PAGE 10 TIME CONSTANT = 100 TO 130 MILLISEC
P14	PURPLE	ORANGE	CURVE PAGE 10	MEDIUM LONG	CURVE PAGE 11 $B = B_0/T^n, n = 0.9$ TO 1.4
P15	BLUE-GREEN	BLUE-GREEN	CURVE PAGE 11	EXTREMELY SHORT	VISIBLE DECAY: HYPERBOLIC TO 30% IN 1.5 μ SEC. ULTRAVIOLET DECAY: EXPONENTIAL, TIME CONSTANT ≈ 0.1 μ SEC.
P16	VIOLET AND NEAR-ULTRAVIOLET	VIOLET AND NEAR-ULTRAVIOLET	CURVE PAGE 12	EXTREMELY SHORT	CURVE PAGE 12
P17	GREENISH-YELLOW	YELLOW	CURVE PAGE 13	ONE COMP'T: EXTREMELY SHORT OTHER COMP'T: LONG	SHORT COMPONENT: HYPERBOLIC TO 30% IN 1.5 μ SEC. LONG COMPONENT: CURVE PAGE 13 $B = B_0/T^n, n = 0.7$ TO 1.2
P18	----	----	CURVE PAGE 14	----	CURVE PAGE 14
P19	----	----	CURVE PAGE 15	----	CURVE PAGE 15
P20	----	----	CURVE PAGE 16	----	CURVE PAGE 16

Lampiran 2

Dokumentasi Penelitian



Pembuatan Skema Perancangan *Chatode Ray Tube*



Perancangan *Chatode Ray Tube* untuk Sensor Berkas Elektron



Perancangan Penguat Tegangan pada Trafo Variabel



Perancangan Trafo Variabel



Pengujian Trafo Variabel



Pengujian Rancangan *Chatode Ray Tube*



Tampilan Profil Berkas Elektron
Pada Layar CRT



**KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

Jl. Gajayana No. 50 Dinoyo Malang (0341) 551345 Fax. (0341) 572533

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Fajar Fanani
NIM : 15640024
Fakultas/ Jurusan : Sains dan Teknologi/ Fisika
Judul Skripsi : Rancang Bangun Monitoring Profil Berkas Elektron
Menggunakan *Chatode Ray Tube*
Pembimbing I : Farid Samsu Hananto, M.T
Pembimbing II : Erna Hastuti, M.Si

No	Tanggal	HAL	Tanda Tangan
1	24 Maret 2019	Konsultasi Bab I, II, dan III	
2	5 Agustus 2019	Konsultasi Bab I, II, III dan ACC	
3	23 Oktober 2019	Konsultasi Data Hasil Bab IV	
4	27 November 2019	Konsultasi Bab IV	
5	28 Januari 2020	Konsultasi Integrasi Agama	
6	5 Desember 2019	Konsultasi Bab IV dan ACC	
7	18 Februari 2020	Konsultasi Bab V	
8	28 Februari 2020	Konsultasi Integrasi Agama dan ACC	
9	5 Maret 2020	Konsultasi Semua Bab, Abstrak dan ACC	

Malang, 23 April 2020
Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika,

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