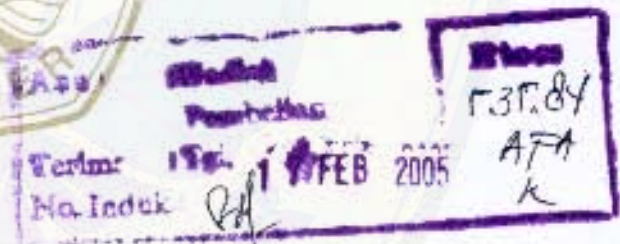




**KARAKTERISTIK SPEKTRUM SUMBER
RADIASI UNTUK SPEKTROSKOPI
SINAR TAMPAK**

**KARYA TULIS ILMIAH
(SKRIPSI)**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Guna
Menyelesaikan Program Sarjana Sains Pada
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Jember



Oleh :

Benny Afandi

981810201041

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2004**

KARAKTERISTIK SPEKTRUM SUMBER
RADIASI UNTUK SPEKTROSKOPI
SINAR TAMPAK

KARYA TULIS ILMIAH
(SKRIPSI)

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Guna
Menyelesaikan Program Sarjana Sains Pada
Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Jember

Oleh:
Benny Afandi
981810201041

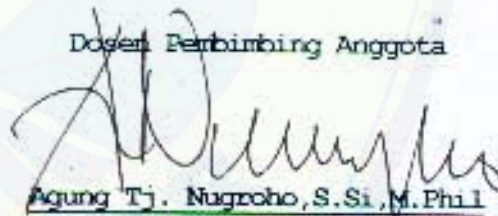
Dosen Pembimbing Utama



Prof. Drs. Agus Subekti, M.Sc, Ph.D

NIP 131 412 121

Dosen Pembimbing Anggota



Agung Tj. Nugroho, S.Si, M.Phil

NIP 132 085 972

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER

2004

Diterima oleh :

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Jember

Sebagai Karya Tulis Ilmiah (SKRIPSI)

Dipertahankan pada :

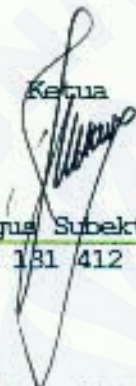
Hari : SELASA

Tanggal : 5 FEB 2005

Tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Jember

TIM PENGUJI

Ketua



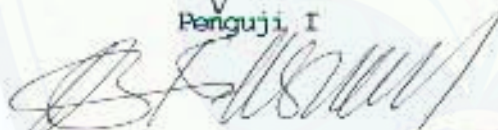
Prof. Drs. Agus Subekti, M.Sc, Ph.D
NIP 131 412 121

Sekretaris



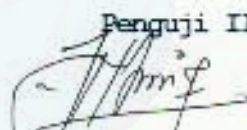
Agung Tj. Nugroho, S.Si, M.Phil
NIP 132 085 972

Penguji I



Drs. Bambang Kuswardi, M.Sc, Ph.D
NIP 132 094 129


Penguji II



Dra. Nahik Yulianti, M.Si
NIP 132 162 508

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Jember




Sumadi, MS
NIP 130 368 784

MOTTO

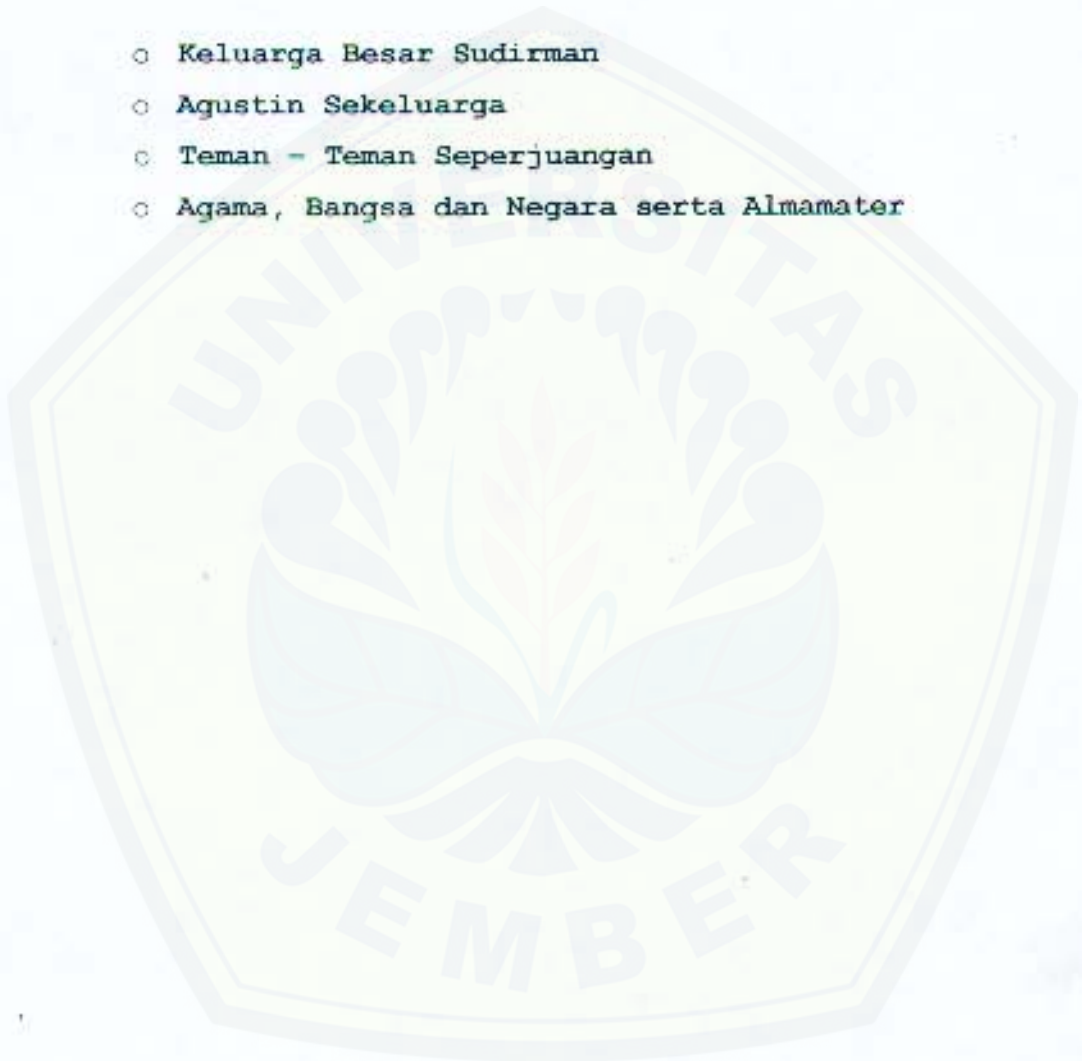
"Jika kalian menyatakan diri
hanya kalian sajalah yang mancintai
dan dicintai Allah dan tiada yang lain,
maka harapkanlah kematianmu
jika kalian memang orang yang benar"
(QS. Al-Jumu'ah: 6)

" Nothing in life is to be afraid,
it is only to be understood"
(Marie Curie)

PERSEMBAHAN

Karya Tulis Ilmiah ini aku persembahkan kepada:

- Keluarga Besar Sudirman
- Agustin Sekeluarga
- Teman - Teman Seperjuangan
- Agama, Bangsa dan Negara serta Almamater



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala limpahan karunia, rahmat, taufik dan hidayah-Nya, sehingga penyusunan Karya Tulis Ilmiah yang berjudul "Karakteristik Spektrum Sumber Radiasi untuk Spektroskopi Optik" dapat diselesaikan dengan baik. Karya Tulis Ilmiah ini merupakan hasil penelitian eksperimental yang dilakukan di Laboratorium Instrumentasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini diselesaikan guna memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan program Sarjana Sains pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember. Pada kesempatan ini kami ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ir. Sumadi, MS. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.
2. Prof. Drs. Agus Subekti, M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Utama (DPU) yang telah memberi bimbingan, arahan serta petunjuk hingga terselesaikannya penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini.
3. Agung Tj. Nugroho, S.Si., M.Phil. selaku Dosen Pembimbing Anggota (DPA) yang telah memberikan bimbingan dan petunjuk hingga terselesaikannya penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini.
4. Drs. Bambang Kuswandi, M.Sc., Ph.D. selaku Penguji I dalam ujian yang telah memberi masukan guna kesempurnaan Karya Tulis Ilmiah ini.

5. Dra. Nanik Yulianti, M.Si. selaku Penguji II dalam ujian yang telah memberi masukan guna kesempurnaan Karya Tulis Ilmiah ini.
6. Kepala Bagian Laboratorium Instrumentasi dan Staf yang telah memberikan tempat dan bantuan dalam pelaksanaan penelitian.
7. Semua rekan - rekan angkatan '98 MIPA UNEJ.
8. Semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan dalam penulisan skripsi ini yang dapat penulis sebutkan satu - persatu.

Kami berharap semoga Karya Tulis Ilmiah ini dapat menambah khasanah ilmu dan wawasan. Amien.

Jember, November 2004

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
ABSTRAK	xiv
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Batasan Masalah	3
1.3 Rumusan Masalah	4
1.4 Tujuan	4
1.5 Manfaat	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Interaksi Gelombang Elektromagnetik dengan Materi	5
2.2 Peralatan Spektroskopi Sinar Tampak	8
2.2.1 Sumber Radiasi Spektroskopi Sinar Tampak	9
a. Sumber Radiasi Sinar Tampak	9
b. Sumber Radiasi Laser	10

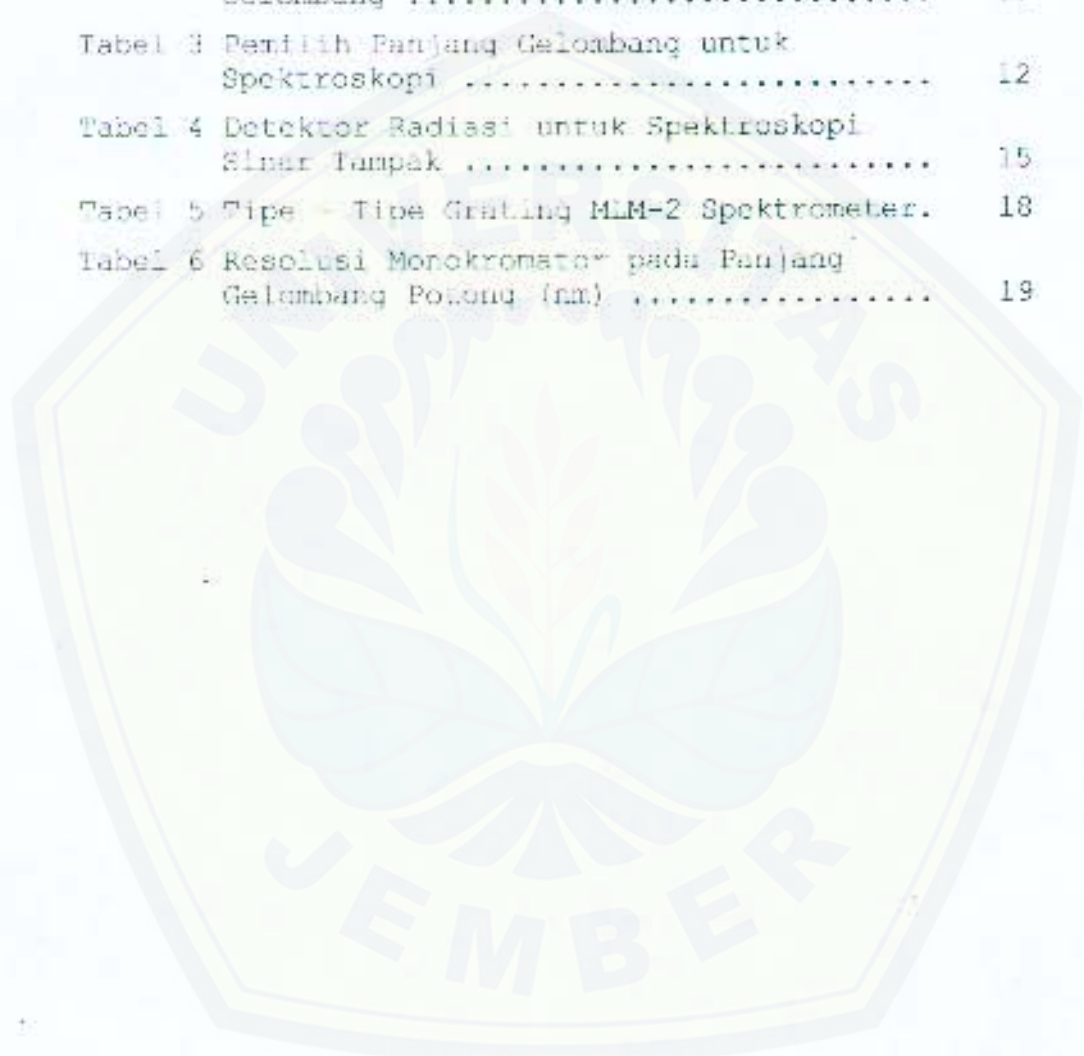
2.2.2	Pemilih Panjang Gelombang	11
	a. Filter	12
	b. Monokromator	13
2.2.3	Detektor Radiasi (Transduser)	15
2.2.4	Pengolah atau Pembacaan Sinyal	17
2.3	Sistim MLM-2 Spektrometer	17
III.	METODE PENELITIAN	20
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian	20
3.2	Objek Penelitian	20
3.2.1	Alat Penelitian	20
3.2.2	Diagram Peralatan Penelitian	23
3.3	Akuisisi Data	24
3.3.1	Preparasi Pengukuran	24
3.3.2	Pengukuran Karakteristik	26
3.4	Data Penelitian	27
3.5	Analisa Data	29
3.5.1	Rasio Sinyal-Noise	29
3.5.2	Uji Karakteristik Spektrum	30
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1	Kalibrasi Sistem MLM-2 Spektrometer	31
4.2	Karakteristik Spektrum Sumber Radiasi ..	33
4.2.1	Karakteristik Spektrum Sumber Radiasi Tungsten	33
4.2.2	Karakteristik Spektrum Sumber Radiasi Laser	38
4.3	Pengaruh Filter Absorpsi	40
4.4	Pengaruh Biasing (Offset)	46

V,	KESIMPULAN DAN SARAN	51
6.1	Kesimpulan	51
6.2	Saran	52
	DAFTAR PUSTAKA	53
	LAMPIRAN	54



DAFTAR TABEL

Tabel 1	Sumber Radiasi untuk Spektroskopi	10
Tabel 2	Beberapa Jenis Laser serta Panjang Gelombang	11
Tabel 3	Pemilih Panjang Gelombang untuk Spektroskopi	12
Tabel 4	Detektor Radiasi untuk Spektroskopi Sinar Tampak	15
Tabel 5	Tipe - Tipe Grating MLM-2 Spektrometer.	18
Tabel 6	Resolusi Monokromator pada Panjang Gelombang Potong (nm)	19



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	Mekanisme interaksi Radiasi Elektromagnetik dengan Materi	8
Gambar 2	(a) Lampu Tungsten/Halogen (b) Karakteristik Lampu Tungsten Lampu Tungsten/Halogen	9
Gambar 3	Karakter Filter Interferensi dan Absorpsi	13
Gambar 4	Proses Dispersi (a) Grating dan (b) Prisma	14
Gambar 5	(a) Phototubes, (b) Penampang Bintang Photomultiplier Tubes (c) Diagram Rangkaian Photomultiplier Tubes	16
Gambar 6	Pengolah Sinyal dengan Photodiode ...	17
Gambar 7	(a) Diagram Optik Grating MM-2 (b) karakteristik Monokromator Model-03..	18
Gambar 8	Grafik Sensitivitas Spektrum Photodiode untuk Sinar Tampak	22
Gambar 9	Diagram Peralatan Penelitian	23
Gambar 10	Rangkaian Preamp Detektor	24
Gambar 11	Diagram Penelitian	26
Gambar 12	Grafik Pengukuran Zeroth Order	32
Gambar 13	Grafik Statistik S/N Zeroth Order ...	32
Gambar 14	Grafik Pengukuran karakteristik Tungsten	34
Gambar 15	Grafik Statistik S/N Tungsten	35
Gambar 16	Grafik Pengukuran Karakteristik Laser	39
Gambar 17	Grafik Statistik S/N Laser	39
Gambar 18	Grafik Pengukuran Menggunakan Filter Absorpsi	41
Gambar 19	Grafik Statistik S/N Filter Absorpsi	44
Gambar 20	Grafik Pengukuran Menggunakan Offset	47
Gambar 21	Grafik Statistik S/N Offset	48

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Data Hasil Pengukuran Zero Order ..	54
Lampiran 2	Data Hasil Pengukuran Tungsten ...	55
Lampiran 3	Data Hasil Pengukuran Laser	58
Lampiran 4	Data Hasil Pengukuran Menggunakan Filter	59
Lampiran 5	Data Hasil Pengukuran Menggunakan Offset	62
Lampiran 6	Data Hasil Perhitungan Statistik Zero Order	65
Lampiran 7	Data Hasil Perhitungan Statistik Tungsten	66
Lampiran 8	Data Hasil Perhitungan Statistik Laser	68
Lampiran 9	Data Hasil Perhitungan Statistik Filter	69
Lampiran 10	Data Hasil Perhitungan Statistik Offset	72
Lampiran 11	Datasheet Photo Diode PNZ300	75

Karakteristik Spektrum Sumber Radiasi untuk Spektroskopi Sinar Tampak, Benny Afandi, 981810201041, Skripsi, November 2004, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember.

ABSTRAK

Penelitian tentang karakteristik spektrum sumber radiasi untuk spektroskopi sinar tampak telah dilakukan di Laboratorium Instrumentasi Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember. Karakteristik spektrum sumber radiasi untuk spektroskopi dilakukan dengan menggunakan Lock In Amplifier dengan referensi frekuensi dari Optical Chopper sebesar 1000 Hz. Sumber radiasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah lampu tungsten dan laser. Pengujian pengaruh filter absorpsi menggunakan filter warna merah, kuning, hijau dan biru. Pengujian juga dilakukan menggunakan offset sebesar 0%, 2%, 5% dan 10%. Spektrum sumber radiasi tungsten terukur pada range panjang gelombang 500 nm sampai 800 nm dan intensitas maksimum terjadi pada panjang gelombang 760 nm. Intensitas spektrum sumber radiasi laser terukur pada panjang gelombang 633 nm dengan lebar band sebesar 2 nm. Intensitas maksimum dan lebar band spektrum sumber radiasi tungsten bergantung warna filter absorpsi yang digunakan. Filter absorpsi warna dasar memiliki distribusi intensitas yang berbeda dengan filter warna turunan. Penambahan offset pada pengukuran meningkatkan kualitas sinyal terukur.

Kata kunci: spektroskopi, panjang gelombang, intensitas, tungsten, laser, filter absorpsi, biasing (offset).



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Analisis terhadap materi mulai berkembang sejak ditemukannya interaksi spektrum gelombang elektromagnetik dengan materi. Interaksi gelombang elektromagnetik dengan materi dapat membantu kita dalam menganalisa materi; yaitu dengan menggunakan metode yang disebut spektroskopi. Metode spektroskopi dapat digunakan untuk mengidentifikasi setiap sampel gas, zat cair, larutan dan zat padat, serta tidak bergantung pada ukuran maupun bentuk materi (Davies,1991). Hamoir seluruh bagian gelombang elektromagnetik digunakan sebagai alat spektroskopi. Metode spektroskopi menggunakan gelombang elektromagnetik seperti sinar X, ultraviolet, sinar tampak, inframerah, dan gelombang mikro. Macam dan jenis spektroskopi bergantung pada gelombang elektromagnetik atau materi yang digunakan.

Peralatan spektroskopi sudah berkembang pesat dari sebelumnya. Mulai dari sumber radiasi (source), monokromator, detektor dan peralatan untuk menampilkan hasil pengukuran. Peranan sumber radiasi sebagai alat penting telah berkembang sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan. Sumber radiasi yang digunakan untuk menghasilkan radiasi elektromagnetik pada daerah sinar tampak adalah lampu tungsten atau tungsten filament (Christian,1994). Contoh lainnya adalah lampu Hg (mercuri).

Laser dapat pula dipakai sebagai sumber radiasi seperti pada Raman Spektroskopi dan Fluorescence Spektroskopi. Laser merupakan sumber radiasi diskrit dengan daerah kerja yang cukup luas; meliputi daerah ultraviolet, sinar tampak bahkan pada daerah inframerah. Jenis laser yang dapat dipergunakan dalam spektroskopi bermacam-macam bergantung bahan yang digunakan.

Pemilih panjang gelombang juga berkembang begitu pesat. Hal ini dimungkinkan untuk pencapaian hasil pemilihan panjang gelombang yang jauh lebih akurat. Pemilih panjang gelombang, secara umum, ada dua macam, yaitu: filter dan monokromator.

Perkembangan detektor lebih pesat dibanding peralatan spektroskopi lainnya. Dua faktor yang mempengaruhi kenandaan sebuah detektor adalah sensitifitas dan waktu tanggap detektor. Macam detektor menjadi sangat banyak, akan tetapi secara umum yang biasa digunakan adalah PhotoTubes dan Diode-Array atau photodiode pada daerah ultraviolet dan sinar tampak (Skoog, 1992).

Peralatan spektroskopi yang tak kalah penting adalah masalah pembacaan hasil pengukuran. Hal ini menyangkut penampilan hasil pengukuran dan pengolahan data.

Sumber radiasi memegang peranan penting dalam spektroskopi. Karakteristik sumber radiasi, baik diskrit maupun kontinu, menjadi penting diketahui dalam analisis spektroskopi. Hal ini menyangkut range panjang gelombang dan intensitas yang dipancarkan. Sumber radiasi dalam spektroskopi sinar tampak dapat

menggunakan laser dan lampu tungsten. Karakteristik spektrum sumber radiasi laser dan lampu tungsten diharapkan dapat menjadi data pendukung dalam pengukuran spektroskopi sinar tampak.

Pengujian sumber radiasi untuk spektroskopi sinar tampak dapat menggunakan filter. Penggunaan filter hanya terbatas pada daerah sinar tampak (khusus filter absorpsi). Pengujian ini diharapkan dapat membuka pengetahuan mengenai sifat - sifat dari sumber radiasi untuk spektroskopi sinar tampak, khususnya pada lampu tungsten.

Pembacaan data hasil pengukuran spektroskopi harus jelas. Data hasil pengukuran spektroskopi haruslah kaya hasil; seperti bentuk garis, noise dan jumlah *band*. Salah satu cara dengan cara memberikan *biasing (offset)* pada pengukuran. Proses *biasing* diharapkan dapat memberikan informasi lebih mengenai karakteristik spektrum sumber radiasi untuk spektroskopi.

Mengingat pentingnya data spektrum sumber radiasi, peneliti berkeinginan "mencari karakteristik spektrum sumber radiasi untuk spektroskopi sinar tampak". Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi data pendukung dalam spektroskopi sinar tampak.

1.2 Batasan Masalah

Penelitian ini mempunyai daerah kerja pada sinar tampak. Sumber radiasi yang digunakan pada penelitian adalah sumber radiasi tungsten dan laser. Filter absorpsi yang digunakan adalah filter warna merah, kuning, hijau dan biru. Monokromator model-33 MLM-2

spektronieter digunakan sebagai pemilih panjang gelombang. Teknik pengukuran intensitas radiasi dan pemberian biasing (offset) menggunakan Lock in Amplifier dan Optical Chopper.

1.3 Rumusan Masalah

- 1) Bagaimana karakteristik spektrum sumber radiasi laser dan lampu tungsten?
- 2) Bagaimana pengaruh filter absorpsi terhadap spektrum sumber radiasi lampu tungsten?
- 3) Bagaimana pengaruh biasing (offset) terhadap karakteristik spektrum sumber radiasi lampu tungsten?.

1.4 Tujuan

- 1) Menentukan karakteristik spektrum sumber radiasi laser dan lampu tungsten.
- 2) Menentukan sifat sumber radiasi lampu tungsten terhadap filter absorpsi.
- 3) Merperoleh informasi spektrum sumber radiasi lampu tungsten dengan proses biasing (offset).

1.5 Manfaat

- 1) Dapat mengetahui karakteristik spektrum sumber radiasi laser dan lampu tungsten spektroskopi sinar tampak.
- 2) Dapat mengetahui sifat dan informasi sumber radiasi lampu tungsten terhadap filter absorpsi serta proses biasing (offset).
- 3) Dapat menjadi data pendukung pada pengukuran spektroskopi sinar tampak.
- 4) Dapat menjadi referensi metode/teknik dalam pengukuran spektroskopi optik.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Interaksi Gelombang Elektromagnetik dengan Materi

Persamaan Planck menunjukkan bahwa gelombang elektromagnetik mempunyai energi foton sebesar $E = h\nu$ dimana h adalah konstanta Planck dan ν adalah frekuensi gelombang elektromagnetik. Sebuah foton mempunyai energi tertentu bergantung pada frekuensi gelombang elektromagnetik. Suatu foton dapat menyebabkan terjadinya transisi energi suatu atom atau molekul. Transisi energi oleh foton berbeda pada berbagai materi (atom atau molekul), karena suatu atom atau molekul mempunyai tingkat energi berbeda maka transisi energi juga berbeda. Sifat setiap atom atau molekul berarti pula akan bersifat khas/spesifik (Khöpkar, 1990).

Jika radiasi elektromagnetik berinteraksi dengan materi maka akan diperoleh informasi mengenai materi tersebut. Interaksi ini dapat berupa refleksi, refraksi dan difraksi. Cara interaksi sampel dapat berupa absorpsi, penendaran, emisi dan penghamburan bergantung pada sifat materi (Khöpkar, 1990). Berikut beberapa penjelasan mengenai cara interaksi:

- **Absorpsi** : Radiasi elektromagnetik bila dikenakan pada materi sebagian akan diabsorpsi. Foton terserap akan dipakai sampel untuk bereksitasi ke tingkat energi yang lebih tinggi.

- **Emisi** : Radiasi elektromagnetik dihasilkan bila sampel tereksitasi kembali ke tingkat energi yang lebih rendah atau dasar. Eksitasi dapat dihasilkan dengan cara termal atau elektrik.
- **Pemendaran** : Salah satu proses emisi sampel kembali ke keadaan semula, akan tetapi terjadi relaksasi terlebih dahulu sebelum ke tingkat semula.
- **Penghamburan** : Pengacakan arah berkas radiasi elektromagnetik. Radiasi elektromagnetik ditahan temporal (sementara) kemudian terjadi re-emisi ke segala arah saat kembali ke keadaan semula.

Dalam tingkat atom atau molekul terdapat tingkat-tingkat energi (internal energi) yang terkuantisasi. Ada 3 macam transisi tingkat energi internal, dalam kasus optik, yang terkuantisasi (Christian, 1994), yaitu meliputi:

- **Energi Rotasi** : Molekul tidak mempunyai sembarang energi rotasi tetapi terbatas pada nilai tertentu bergantung pada bentuk dan ukuran molekul.
- **Energi Vibrasi** : Atom dalam molekul tidak dalam posisi relatif tetap tetapi bervibrasi di sekitar posisi rata-rata.

- **Energi Elektron :** Elektron mengitari inti atom memiliki suatu energi tertentu (terkuantisasi). Energi elektron cukup tinggi dibandingkan kedua tingkat lainnya, sehingga diperlukan energi yang lebih tinggi untuk mengeksitasi elektron.

Foton yang terserap oleh suatu sampel materi haruslah mampu mengeksitasi ketiga macam tingkat energi tersebut. Transisi yang terjadi akan ada 3 macam pula (Christian, 1994). Macam transisi dan berikut ciri meliputi:

- **Transisi Rotasi:**
 - Menggunakan panjang gelombang jauh.
 - Menghasilkan spektrum yang tajam.
 - Menggunakan inframerah jauh dan gelombang mikro.
- **Transisi Vibrasi:**
 - Menggunakan panjang gelombang menengah.
 - Menghasilkan spektrum yang kotor.
 - Menggunakan inframerah.
- **Transisi Elektron:**
 - Menggunakan panjang gelombang menengah pendek.
 - Menghasilkan spektrum yang lebih kotor.
 - Menggunakan sinar tampak dan ultraviolet.

Mekanisme interaksi antara radiasi elektromagnetik dengan perubahan nuklir, molekul atau elektron seperti pada gambar 1.

Diagram	Classical description	Charge distribution	Classical electromagnetic	Charge distribution	Classical electromagnetic	Charge distribution
	10^{-1}		100	10 ¹⁴	10 ¹⁴	10 ¹⁴
cm	100 cm	1 cm	100 μm	1 μm	100 nm	100 nm
1×10^8	1×10^8	1×10^{13}	1×10^{14}	1×10^{14}	10 ¹⁴	1×10^{14}
10 ¹⁷	10 ¹⁷	10	10 ¹⁴	10 ¹⁴	10 ¹⁴	10 ¹⁴

Gambar 1 Mekanisme Interaksi Radiasi Elektromagnetik dengan Materi (Sunwell, 1994).

2.2 Peralatan Spektroskopi Sinar Tampak

Komponen instrumen untuk emisi, absorpsi dan pemendaran spektroskopi adalah sama, baik fungsi dan susunannya secara umum, meskipun komponen instrumen didesain untuk radiasi ultraviolet, sinar tampak dan inframerah. Instrumen optik tersebut sedikit banyak memiliki kesamaan meskipun diaplikasikan pada daerah spektrum dimana mata sudah tidak sensitif (Skoog, 1992).

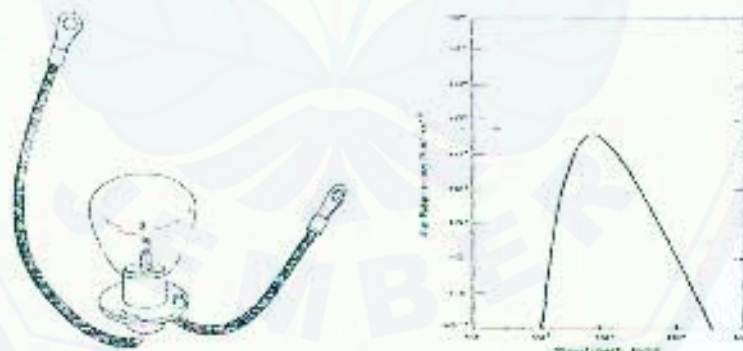
Instrumen spektroskopi dibagi menjadi 5 bagian, yaitu: (1) Sumber Radiasi, (2) Pemilih Panjang gelombang, (3) Kontainer Sampel, (4) Detektor Radiasi atau Transduser dan (5) Pembacaan atau Pengolah Sinyal.

2.2.1 Sumber Radiasi Spektroskopi Sinar Tampak

a. Sumber Radiasi Sinar Tampak

Sumber radiasi pada sinar tampak dan inframerah dekat adalah lampu tungsten. Distribusi energi pada sumber ini mendekati bentuk radiasi benda hitam dan tergantung temperatur. Lampu filamen tungsten berguna pada panjang gelombang 320 sampai 2500 nm.

Lampu tungsten/halogen (gambar 2) berisi sejumlah kecil Iod di dalam quartz envelope. Quartz memungkinkan filamen beroperasi pada temperatur sekitar 3500 °K (Skoog,1992). Lampu tungsten/halogen mempunyai intensitas yang tinggi dan pelebaran jangkauan (range) dalam ultraviolet. Waktu hidup tungsten/halogen banyak digunakan karena range panjang gelombang lebar, intensitas yang besar dan waktu hidup yang lama. Beberapa sumber radiasi untuk spektroskopi seperti ditunjukkan tabel 1 (Skoog,1992).



Gambar 2 (a) Lampu Tungsten/Halogen
(b) Karakteristik Lampu Tungsten

Tabel 1 Sumber Radiasi untuk Spektroskopi

Sumber	Daerah Panjang Gelombang (nm)	Tipe Spektroskopi
Sumber kontinu		
Lampu Xenon	250 - 600	Molekular fluorescensi; Raman
Lampu H ₂ dan D ₂	160 - 380	Absorpsi molekul ultraviolet
Lampu Tungsten/Halogen	240 - 2500	Absorpsi molekul Sinar Tampak / inframerah dekat
Lampu Tungsten	250 - 2200	Absorpsi molekul Sinar Tampak / inframerah dekat
Nernst glower	400 - 20000	Absorpsi molekul inframerah
Kawat Nichrome	750 - 20000	Absorpsi molekul inframerah
Globar	1200 - 40000	Absorpsi molekul inframerah
Sumber diskrit/garis		
Lampu Katode Hollow	sinar lampak / ultraviolet	Absorpsi atom ; Fluorescensi atom
Lampu lucutan tanpa elektrode	sinar tampak / ultraviolet	Absorpsi atom ; Fluorescensi atom
Lampu metal vapor	sinar tampak / ultraviolet	Absorpsi atom ; Fluorescensi molekul ; Raman
<i>Laser</i>	inframerah / sinar lampak / ultraviolet	Raman ; Absorpsi molekul ; Fluorescensi molekul

b. Sumber Radiasi Laser

Laser dapat digunakan sebagai sumber radiasi seperti pada Raman Spektroskopi dan Fluorescence Spektroskopi. Laser dipilih karena beberapa sifatnya yang khas, yaitu: kesearahan, intensitas tinggi, monokromasitas dan koherensi tinggi.

Sistim laser dapat dibentuk dari berbagai macam zat; seperti padatan, gas, uap maupun molekul. Contoh laser zat padat adalah Ruby dan Neodymium, dalam bentuk gas seperti He-Ne, Ar⁺ dan Ion Kr⁺. Laser dalam bentuk uap seperti Ne-Cd dan He-Se, dalam bentuk molekul seperti CO₂ dan *Organic Dye*. Laser dapat

dihasilkan oleh bahan semikonduktor, seperti bahan GaAs dan GaP. Tabel 2 menunjukkan beberapa contoh jenis laser beserta panjang gelombang (Laud B.B, 1996).

Tabel 2 Beberapa Jenis Laser serta Panjang Gelombang (Young K, 1986)

Jenis Laser	Tempat (host)	Panjang gelombang
Ce ³⁺	Al ₂ O ₃	694 nm
Nd ³⁺	Glass	1.06 μ m
Nd ³⁺	YAG	1.06 μ m
Ne	He	633 nm; 1.15 μ m; 3.39 μ m
Cd	He	325 nm; 447 nm
CO ₂	--	10.6 μ m
Ar ⁺	--	488 nm; 515 nm
Kr ⁺	--	647 nm
GaAs	Substrat GaAs	840 nm
GaAlAs	GaAs	850 nm
GaP	GaAs	550-560 nm
GaInAsP	InP	0.9-1.7 μ m
Rhodamine 6G	Ethanol, Metanol, Air	570-610 nm
Sodium Fluorecein	Ethanol, air	530-560 nm
Uap air	--	119 μ m
HCN	--	337 μ m
HF, DF	--	2.6-4 μ m
H	--	337 nm; 1.05 μ m
Eximer (KrCl, XeCl, XeF)	--	511 nm; 518 nm

2.2.2 Pemilih Panjang Gelombang

Instrumen spektroskopi biasanya dilengkapi dengan peralatan yang membatasi radiasi terukur pada band yang sempit. Pemilih panjang gelombang tidaklah selalu benar dalam menghasilkan radiasi dengan panjang gelombang tunggal. Range panjang gelombang kontinu disebut band atau pita; panjang gelombang ini terdistribusi lebih kurang simetri di sekitar pusat nominal panjang gelombang. Lebar band efektif didefinisikan sebagai lebar panjang gelombang pada setengah tinggi puncak. Lebar band sangat bervariasi dari pemilih yang satu dengan yang lain. Tipe pemilih

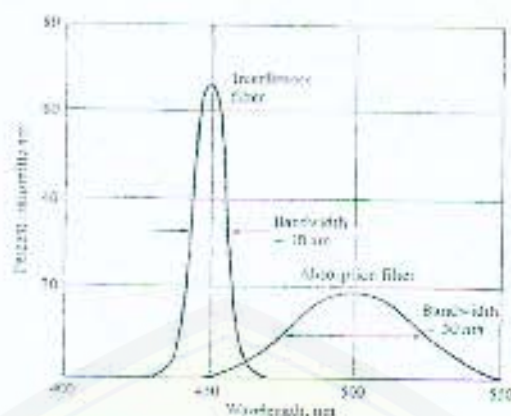
panjang gelombang ada dua macam, yaitu: filter dan monokromator. Macam tipe pemilih panjang gelombang seperti ditunjukkan tabel 3.

Tabel 3. Pemilih Panjang Gelombang untuk Spektroskopi

Tipe	Range panjang gelombang	Keterangan
Variabel kontinu Grating	100 - 40000	3000 grs/mm untuk vakum ultraviolet 50 grs/mm untuk inframerah
Prisma Diskrit	120 - 30000	
Filter Interferensi	200 - 14000	
filter absorpsi	350 - 750	

a. Filter

Filter interferensi baik digunakan untuk ultraviolet dan sinar tampak, dan di atas 14 μm untuk daerah inframerah. Karakteristik tipe ini mempunyai lebar band sekitar 1,5% dari nominal panjang gelombangnya. Filter absorpsi biasanya lebih mahal dibanding filter interferensi dan terbatas aplikasinya untuk daerah sinar tampak. Filter tipe ini berisi plat glass berwarna yang mengurangi radiasi dengan cara absorpsi. Lebar band efektif berkisar dari 30 sampai 250 nm (Skoog, 1992). Karakteristik keluaran filter interferensi dan absorpsi ditunjukkan gambar 3.



Gambar 3 Karakter Filter Interferensi dan Absorpsi

b. Monokromator

Komponen monokromator terdiri atas 4 bagian penting (gambar 5). Komponen ini meliputi : (1) celah masuk/keluar; sebagai tempat masuk dan keluarnya sumber dan output panjang gelombang tunggal, (2) lensa atau cermin; sebagai pemfokus atau membuat sinar paralel, (3) grating atau prisma; sebagai pendispersi sinar, (4) *focal plane*; bidang pemfokus.

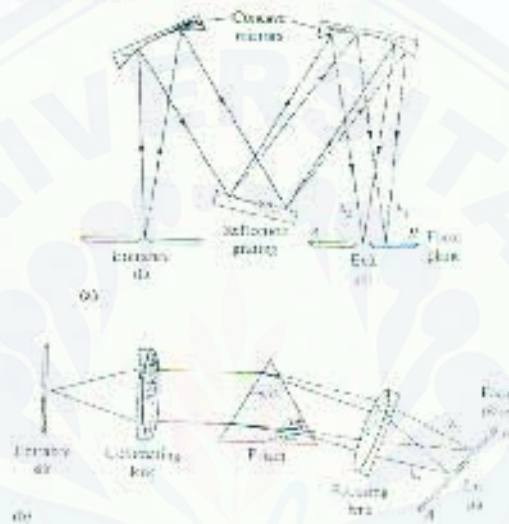
Komponen pendispersi yang banyak dipakai dalam spektroskopi modern adalah *replica grating*. Grating terdiri atas cekungan-cekungan (*grooves*) atau sayatan-sayatan (*blazed*) yang cukup sempit. Grating berisikan 300 sampai 1400 cekungan/mm (umumnya 1200 sampai 1400 cekungan/mm) untuk sinar tampak dan ultraviolet, 10 sampai 200 cekungan/mm untuk inframerah (Skoog, 1992).

Proses dispersi pada grating berbeda dengan dispersi pada prisma. Dispersi grating memenuhi persamaan :

$$n\lambda = d \times (\sin i + \sin r) \quad \dots (1)$$

dimana n adalah orde difraksi; d adalah jarak terdekat cekungan (*grooves*); i dan r masing-masing sudut datang dan sudut pantul.

Dispersi gratings memberikan keuntungan lebih dibanding dispersi prisma. Keuntungan menggunakan gratings adalah sifat dispersi radiasi yang linier terhadap sudut. Dispersi gratings lebih murah dibanding prisma (gambar 4).



Gambar 4 Proses Dispersi (a)Gratings dan (b) Prisma

Celah monokromator memainkan peranan penting pula untuk menentukan kualitas instrumen. Celah biasanya dibuat dari dua buah logam dengan ujung tajam. Lebar band efektif sebuah instrumen monokromator bergantung pada celah masuk/keluar. Celah sempit maka akan menghasilkan resolusi instrumen yang tinggi.

2.2.3 Detektor Radiasi (Tranduser)

Tipe tranduser yang digunakan dalam spektroskopi tampak adalah tranduser yang merespon foton. Detektor foton bekerja berdasarkan interaksi radiasi dengan menghasilkan elektron atau konduksi listrik. Daerah spektrum ultraviolet, sinar tampak dan inframerah dekat yang memiliki energi untuk proses tersebut. Panjang gelombang yang diterima detektor foton harus lebih pendek dari 2 μm . Tipe tranduser yang merespon foton ditunjukkan pada tabel 4.

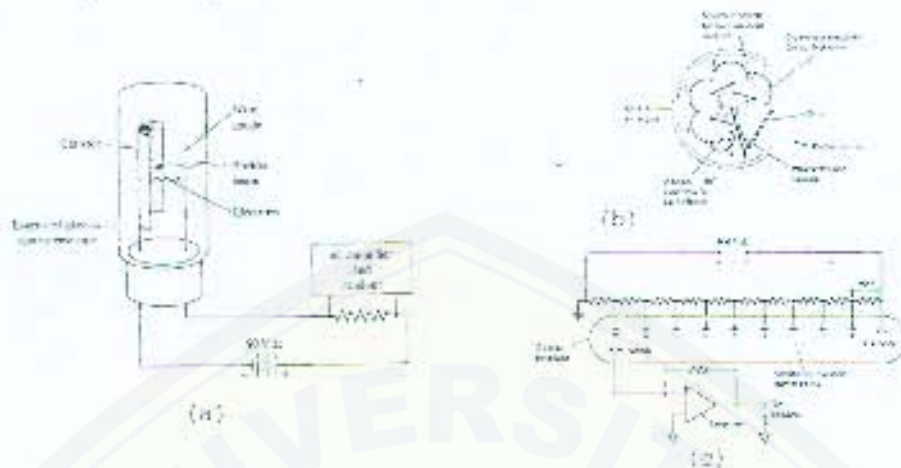
Tabel 4 Detektor Radiasi untuk Spektroskopi Sinar Tampak

Type	Range panjang gelombang (nm)
Phototube	150 - 1000
Photomultiplier tubes	150 - 1000
Silikon dioda	350 - 1100
Sel photovoltaic	380 - 785

Ada 4 macam tipe detektor foton, yaitu : Phototube, Photomultiplier Tubes, Silicon Diodes, Photovoltaic Cell (Skog, 1992). Phototube berisikan katoda dan anoda dengan beda potensial 90 V. Radiasi yang mengenai katoda Phototube (gambar 5.a) akan menghasilkan elektron yang proporsional dengan radiasi. Pergerakan elektron menghasilkan arus listrik sebanding dengan daya radiasi.

Proses kerja Photomultiplier Tubes sama seperti Phototube. Elektron, Photomultiplier Tubes (gambar 5.b), yang berpindah mengalami pelipat gandaan jumlah. Hal ini akan meningkatkan sensitifitas dibanding Phototube. Satu foton bisa menghasilkan sekitar 10^6 sampai 10^7 elektron. Photomultiplier Tubes

bekerja pada potensial 900 volt dan menghasilkan arus sebagai sinyal keluaran.



Gambar 5 (a) Phototube (b) Penampang lintang Photomultiplier Tubes (c) Diagram Rangkaian Photomultiplier Tubes

Photodiode adalah material semikonduktor bertipe pn, persis sama dengan dioda pada umumnya. Radiasi ultraviolet atau sinar tampak mengenai bagian dioda akan menghasilkan elektron dan hole yang lebih banyak. Peningkatan elektron-hole akan meningkatkan konduktivitas dioda. Peningkatan konduktivitas dioda sebanding dengan daya radiasi yang mengenainya. *Silicon Photodiode* lebih sensitif dibanding *Phototube* tetapi masih kurang sensitif dibanding *Photomultiplier Tubes*. Ratusan *Photodiode* disusun sepanjang *Silicon Chip* yang dikenal dengan *Dioda-Array*. *Dioda-Array* cocok untuk pengukuran *multichannel spektroskopi*.

Sel *Photovoltaic* berisikan dua elektroda dan satu material semikonduktor. Absorpsi material semikonduktor menghasilkan elektron-hole yang berlawanan arah ke elektrode. Pergerakan ini

menghasilkan arus yang cukup besar (sekitar $1 \mu\text{A}$ sampai $100 \mu\text{A}$) dan sebanding dengan daya radiasi. Sensitivitas maksimum sel Photovoltaic di 550 nm dan jatuh 10% di 350 nm dan 750 nm . Kerugian sel Photovoltaic adalah tidak begitu sensitif dan arus cenderung menurun. Sedangkan keuntungannya adalah tidak begitu mahal, tidak butuh sumber listrik lain, simple dan portabel.

2.2.4 Pengolahan atau Pembacaan Sinyal

Pengolahan sinyal dari detektor dapat berupa: penguatan, perubahan fase, *electrical filtering*. Pengolahan dapat dibentuk berdasarkan operasi matematika seperti: diferensiasi, integral, konversi logaritma. Salah satu contoh pengolahan sinyal dengan Photodiode seperti ditunjukkan gambar 6.



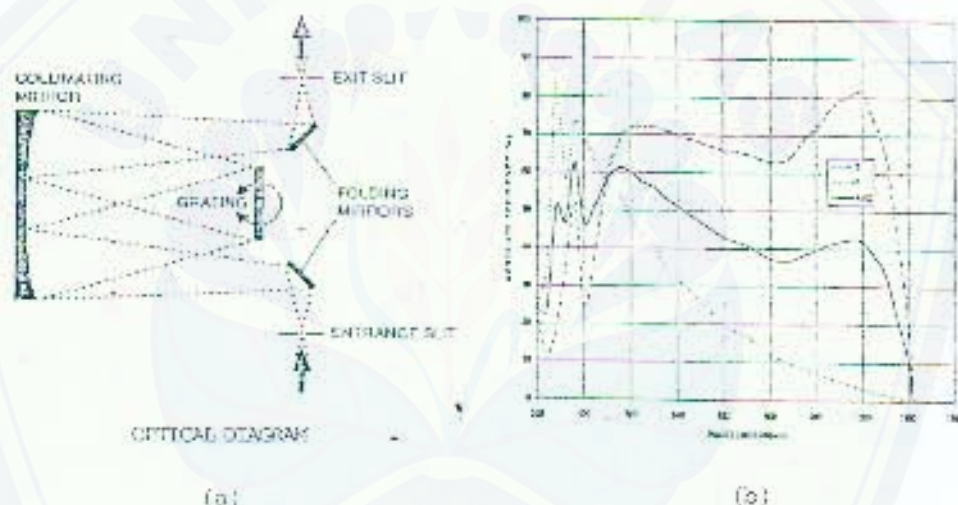
Gambar 6 Pengolahan Sinyal dengan Photodiode.

2.3 Sistem MLM-2 Spektrometer

MLM-2 spektrometer adalah alat penghasil gelombang elektromagnetik monokromatik. MLM-2 spektrometer terdiri atas : (1) Sumber Radiasi Polychromatik, (2) Monokromator, (3) Shutter, (4) Tris (Optometrics, 1998).

Sumber radiasi MIM-2 spektrometer adalah sebuah lampu tungsten dengan daya listrik 20 watt. Spektrum yang dipancarkan lampu tungsten ini mendekati radiasi benda hitam bersuhu 3200 °K.

Monokromator dalam MIM-2 spektrometer mengikuti *Pastic-Ebert* monokromator (gambar 7a). Elemen yang dipakai monokromator adalah grating. Berbagai macam dan tipe grating dapat dipasang pada alat ini. Karakteristik, secara umum, model grating MIM-2 spektrometer seperti pada tabel 5. Karakteristik monokromator model-03 ditunjukkan gambar 7b.



Gambar 7 (a) Diagram Optik Grating MIM-2.

(b) Karakteristik Monokromator Model-03

Tabel 5 Tipe-Tipe Grating MIM-2 Spektrometer

Model	Tipe grating	Panjang gelombang Potong	Range Panjang gelombang
01	2400 grs/mm holografik	250 nm	190 - 650 nm
02	1800 grs/mm holografik	250 nm	200 - 800 nm
03	1800 grs/mm holografik	300 nm	300 - 800 nm
04	1200 grs/mm	750 nm	500 nm - 1,2 μ m
05	830 grs/mm	1,2 μ m	750 nm - 1,3 μ m
06	600 grs/mm	1,6 μ m	850 nm - 1,2 μ m

Panjang gelombang yang dihasilkan monokromator MLM-2 mengikuti persamaan:

$$\lambda = (2 \times d \times \sin \theta) / n \dots (2)$$

dimana λ adalah panjang gelombang output; d adalah jarak terdekat cekungan grating; θ adalah sudut datang; n adalah orde difraksi. Monokromator MLM-2 menggunakan orde pertama sebagai outputnya. MLM-2 juga bisa dilengkapi dengan filter orde kedua.

Monokromator memiliki jarak efektif pada f 3,9 serta panjang fokus 74 mm. Stray light pada monokromator dapat terjadi jika jarak efektif pada f 3,9 tidak terpenuhi. lebar celah masuk dan keluar adalah sebesar 300 μm . Aksesoris lain untuk celah dapat dipakai dalam monokromator MLM-2 (Optometrics, 1998).

Resolusi monokromator bergantung pada panjang fokus, dispersi dan lebar celah. Resolusi monokromator sebanding dengan lebar celah yang dipakai. Hubungan resolusi dan lebar celah monokromator MLM-2 seperti pada tabel 6.

Tabel 6 Resolusi Monokromator pada Panjang gelombang Botong (nm)

Monokromator	50 μm	100 μm	150 μm	300 μm	600 μm	1 mm
01	0,28	0,55	0,81	1,66	3,32	5,54
02	0,37	0,74	1,11	2,22	4,44	7,41
03	0,36	0,72	1,08	2,16	4,32	7,21
04	0,56	1,13	1,69	3,34	6,77	11,29
05	0,77	1,54	2,31	4,63	9,25	15,42
06	1,07	2,14	3,22	6,43	12,87	21,45



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Instrumentasi, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember. Penelitian dilaksanakan pada bulan November 2002 sampai Oktober 2004.

3.2. Objek Penelitian

3.2.1. Alat penelitian

Sumber radiasi yang diukur dalam penelitian ini ada 2 macam. Sumber radiasi tungsten didapatkan dari peralatan MEM-2 spektrometer. Sumber radiasi tungsten berdaya 20 W dengan karakteristik seperti spektrum benda hitam pada suhu 3200 °K (Optometrics, 1998). Sumber radiasi laser menggunakan laser He-Ne model 155 SR dengan daya 0,5 W dan panjang gelombang 632,8 nm (Pasco Scientific Product, 1983).

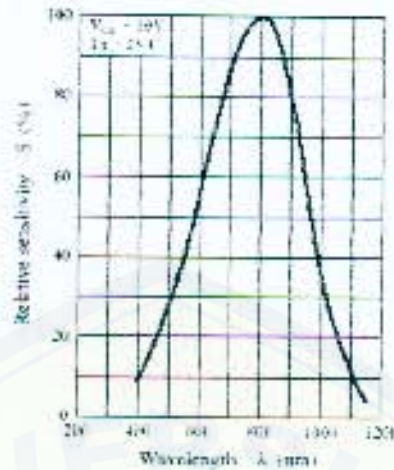
Sistin penguat sinyal menggunakan *Lock In Amplifier* model SR 510 dan *Optical Chopper* model SR 540. *Optical Chopper* (model SR 540) digunakan untuk memecah sumber radiasi dengan frekuensi 1000 Hz. Sinyal diperkuat oleh *Lock In Amplifier* dengan frekuensi referensi dari *Optical Chopper*. *Lock In Amplifier* dapat menerima 3 macam input, yaitu 2 input tegangan (tunggal dan diferensial) dan 1 input arus. Input tegangan tunggal digunakan untuk pengukuran tegangan secara langsung, sedangkan input tegangan

diferensial digunakan untuk mengukur perbedaan tegangan dengan tegangan referensi. Batas input maksimum tegangan sebesar $100 V_{dc}$ dan $10 V_{ac}$. Input arus digunakan untuk mengukur arus dengan batas maksimum input arus sekitar $10 mA$.

Fungsi utama *biasing* (offset) adalah menempatkan kuantitas terukur pada level tertentu. *Lock In Amplifier* dapat digunakan untuk pengujian offset pada data pengukuran. Fungsi *offset Lock In Amplifier*, dalam penelitian ini, ditingkatkan menjadi 2%, 5% dan 10% dari skala outputnya / batas ukur.

Detektor yang dipakai dalam penelitian ini adalah *photodiode*. Detektor silikon *photodiode* mempunyai range panjang gelombang 350 nm sampai 1000 nm (Skocog,1992). *Photodiode* dipilih karena mempunyai sensitifitas tinggi dan waktu tanggap singkat. Beberapa tipe *photodiode* juga tersedia untuk panjang gelombang tertentu, seperti UV *photodiode* dan IR *photodiode*, dan bahan tertentu, seperti GaAs dan GaP (www.alldatasheet.com).

Pemilihan detektor sesuai range panjang gelombang monokromator sistim MLM-2 Spektrometer. Range panjang gelombang dalam penelitian berada pada daerah sinar tampak. Beberapa datasheet *photodiode* untuk sinar tampak seperti ditunjukkan gambar 8 (www.alldatasheet.com). Detektor *Photodiode* didesain dengan diberi panjar (tegangan) mundur.

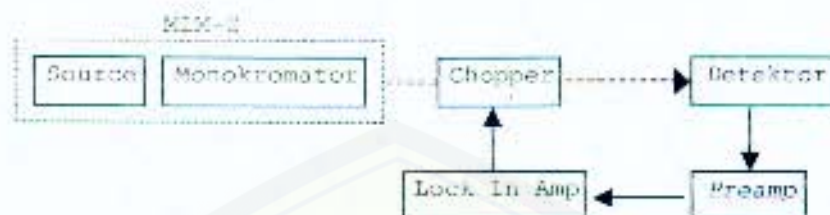


Gambar 8 Sensitivitas Spektrum *Photodiode* untuk Sinar Tampak

Peralatan pendukung lainnya adalah filter absorpsi model AP 9360 (Eason Scientific Product, 1983) untuk melakukan penujian sumber radiasi. Filter absorpsi warna merah, kuning, hijau, dan biru digunakan dalam penelitian. Panjang gelombang filter absorpsi warna merah 700 nm. Panjang gelombang filter absorpsi warna kuning 575 nm. Panjang gelombang filter absorpsi warna hijau 530 nm. Panjang gelombang filter absorpsi warna biru 465 nm. Sumber arus atau tegangan diperlukan guna mendukung detektor *Photodiode*.

3.2.2. Diagram Peralatan Penelitian

Diagram Peralatan penelitian disusun seperti pada gambar 9.



Gambar 9 Diagram Peralatan Penelitian

MIM-2 Spektrometer terdiri dari dua bagian utama, yaitu bagian source dan bagian monokromator. Bagian source dilengkapi dengan sumber radiasi tungsten. Bagian monokromator bertugas mentransmisikan berkas sinar dengan panjang gelombang yang ditunjukkan oleh counter. Chopper digunakan untuk memecah berkas sinar dengan frekuensi tertentu. Frekuensi ini sebagai frekuensi referensi bagi Lock In Amplifier. Detektor digunakan untuk menerima dan mengubah sinyal intensitas menjadi sinyal tegangan. Sinyal output detektor masih kecil sehingga perlu diperkuat menggunakan penguat (preamp). Rangkaian pre-amplifier menggunakan rangkaian penguat emitor ditanahkan. Sinyal kemudian dimasukkan ke input Lock In Amplifier. Lock In Amplifier bertugas mengunci sinyal dengan referensi frekuensi dari chopper dan menghilangkan noise yang tidak dikehendaki.

Rangkaian preamp detektor adalah rangkaian penguat emitor ditanahkan. Desain rangkaian preamp disusun seperti gambar 10.



Sambar 10 Rangkaian Preamp Detektor

Rangkaian preamp memonitorkan catudaya (V_{cc}) sebesar 10 V. transistor BC108 digunakan sebagai penguat dalam rangkaian ini. Transistor BC108 mempunyai penguatan sebesar 100. Variabel resistor pada bagian emitor transistor digunakan untuk mencari titik kerja transistor. Variabel resistor pada bagian Photodiode digunakan untuk menset input tegangan agar tidak melebihi batas output.

Dalam pengukuran spektrokopi sinar tampak, sampel ditempatkan di antara chopper dan detektor. Hal ini untuk terlebih dahulu menciptakan berkas sinar yang tercah dengan frekuensi chopper. Penelitian ini hanya untuk menentukan karakteristik spektrum sumber radiasi, sehingga dalam pengukuran karakteristik tidak digunakan sampel.

3.3. Akuisisi Data

3.3.1. Preparasi Pengukuran

Dua macam sumber radiasi yang dipakai dalam penelitian adalah laser dan lampu tungsten. MIM-2 spektrometer terdiri dari 2 bagian utama, yaitu: sumber radiasi (Source) dan monokromator. Bagian source MIM-2 Spektrometer dilengkapi dengan lampu

tungsten. Pengukuran karakteristik lampu *tungsten* menggunakan source dari sistim MLM-2 Spektrometer.

Bagian *source* (gambar 8), lampu *tungsten*, diganti dengan sumber *laser* pada pengukuran karakteristik *laser*. Dimensi sumber *laser* berbeda dengan MLM-2 spektrometer. *Laser* perlu ditempatkan sedemikian hingga output *laser* dapat masuk ke dalam bagian *aperture monokromator*.

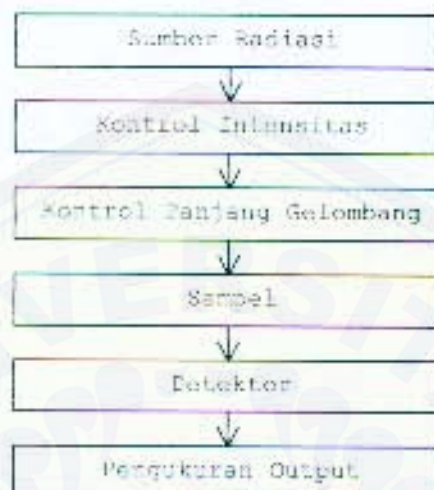
Filter absorpsi ditempatkan tepat pada bagian depan *source* pada pengukuran karakteristik terhadap filter. Hal ini untuk menciptakan panjang gelombang dan lebar band filter absorpsi yang digunakan. Empat macam filter ditempatkan pada tempat yang sama.

Pengukuran karakteristik sumber radiasi terhadap proses *blasing* perlu dipersiapkan dahulu fungsi *offset* pada *Lock In Amplifier*. Nilai *offset* pada *Lock In Amplifier* di-set berdasarkan nilai yang dikehendaki. Nilai *offset* menggunakan 0%, 2%, 5% dan 10% dari batas ukur (skala output).

Hal yang perlu diperhatikan dalam pengukuran adalah adalah mempersiapkan *preamp* dan *Lock In Amplifier* dalam range pengukuran sehingga tidak merusak peralatan. Langkah ini dilakukan dengan cara *men-set preamp* dengan keluaran mendekati sensitifitas *Lock In Amplifier*.

3.3.2. Pengukuran Karakteristik

Pengukuran spektroskopi sinar tampak, secara umum, dapat ditunjukkan pada diagram penelitian gambar 11.



Gambar 11 Diagram Penelitian

Jenis sumber radiasi yang digunakan bergantung pada macam spektroskopi. Sumber radiasi perlu dipersiapkan terlebih dahulu. Hal ini dilakukan agar sumber radiasi dalam kondisi yang baik pada pengukuran spektroskopi.

Setelah sumber radiasi dinyatakan siap, intensitas sumber radiasi diukur untuk intensitas 0% (keadaan gelap) dan intensitas 100% (keadaan terang). Intensitas 0% dapat diukur dengan menutup berkas sinar. Intensitas 100% dapat dilakukan dengan membuka berkas sinar dari sumber radiasi. Intensitas 100% dapat ditunjukkan pada sembarang nilai intensitas yang dikehendaki. Pengukuran intensitas 0% dan 100% dilakukan untuk menentukan range/skala pengukuran.

Langkah berikutnya adalah menentukan panjang gelombang berkas sinar yang ditransmisikan. Langkah

dapat dilakukan dengan men-set counter monokromator. Knop counter monokromator diputar sehingga menunjukkan panjang gelombang yang diinginkan. Counter monokromator menunjukkan panjang gelombang dalam satuan nm.

Berkas sinar yang ditransmisikan harus mampu mencapai sampel dan detektor. Detektor perlu ditempatkan sedemikian sehingga berkas sinar, baik dengan sampel atau tidak, dapat diterima oleh detektor. Langkah berikutnya adalah mengukur output detektor. Output detektor pada penelitian ini menggunakan output tegangan. Output tegangan detektor akan diukur oleh *Lock In Amplifier*. Pengukuran output tegangan detektor dilakukan berdasarkan setiap panjang gelombang yang ditransmisikan monokromator.

3.4. Data Penelitian

Penelitian pertama adalah menentukan karakteristik spektrum sumber radiasi *tungsten* dan laser. Penelitian ini ditentukan oleh variabel spektrum sumber radiasi. Variabel spektrum sumber radiasi dipengaruhi oleh dua parameter, yaitu: parameter panjang gelombang dan parameter intensitas. Parameter panjang gelombang didapatkan dari counter monokromator yang terkalibrasi. Parameter intensitas didapatkan dari pembacaan *display* output *Lock In Amplifier*. Kedua parameter akan diplot untuk memperoleh data spektrum sumber radiasi baik untuk *tungsten* maupun laser.

Penelitian kedua adalah menentukan pengaruh *filter absorpsi* terhadap spektrum sumber radiasi *tungsten*. Ada dua variabel yang menentukan penelitian

ini, yaitu: variabel filter absorpsi dan variabel spektrum sumber radiasi tungsten. Variabel *filter absorpsi* bertindak sebagai variabel bebas. Variabel *filter absorpsi* dipengaruhi oleh parameter warna *filter absorpsi*.

Variabel spektrum sumber radiasi tungsten bertindak sebagai variabel terikat pada penelitian kedua. Variabel spektrum sumber radiasi tungsten diperoleh dengan cara menentukan parameter panjang gelombang dan parameter intensitas. Kedua parameter didapatkan dari counter monokromator dan display output *Lock In Amplifier*. Kedua parameter akan diplot sesuai parameter filter absorpsi yang digunakan.

Penelitian ketiga adalah menentukan pengaruh biasing (*offset*) terhadap spektrum sumber radiasi tungsten. Penelitian ini ditentukan oleh dua variabel, yaitu: variabel *offset* dan variabel spektrum sumber radiasi tungsten. Variabel *offset* bertindak sebagai variabel bebas. Variabel *offset* dipengaruhi oleh parameter nilai *offset*. Parameter nilai *offset* ditentukan sesuai perlakuan *offset* pada *Lock In Amplifier*.

Variabel spektrum sumber radiasi tungsten bertindak sebagai variabel terikat pada penelitian ketiga. Variabel spektrum sumber radiasi tungsten dapat diperoleh dengan memperhatikan parameter panjang gelombang dan parameter intensitas. Kedua parameter didapatkan dari counter monokromator dan display output *Lock In Amplifier*. Kedua parameter akan diplot sesuai parameter nilai *offset* yang digunakan.

3.5. Analisis Data

3.5.1. Rasio Sinyal-Noise

Uji analisis statistik digunakan mean (nilai rata-rata) dan standart deviasi. Mean adalah nilai rata-rata dari sekumpulan data atau perulangan. Perhitungan rata-rata perulangan jauh lebih baik dari pada sebuah pengukuran tunggal. Standart deviasi dianggap sebagai ukuran sebaran atau ketidakpastian data (Kirkup, 1994).

Nilai mean dan standart deviasi terkadang diungkapkan dalam bentuk perbandingan yang biasa disebut sebagai rasio sinyal-noise. Rata-rata kekuatan noise adalah konstan dan bergantung pada besar sinyal sehingga efek noise pada error pengukuran bertambah besar dengan turunya kuantitas terukur. Pengukuran sinyal, secara umum, menjadi tidak mungkin atau tidak jelas jika rasio sinyal-noise kurang dari 2 atau 3 (Skoog, 1998).

Pengukuran rasio sinyal-noise diberikan dengan rata-rata ensemble-nya. Persamaan ini diberikan :

$$\frac{S}{N} = \sqrt{n} \frac{S_x}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (S_i - S_x)^2}} \dots \dots (3)$$

$$\text{dengan } S_x = \frac{\sum_{i=1}^n S_i}{n} \dots \dots (4)$$

dimana n adalah banyaknya pengukuran dan S_x adalah rata-rata pengukuran. Peneliti mengharapkan rasio sinyal-noise adalah sebesar 10.

3.5.2. Uji Karakteristik Spektrum

Data lengkap, setelah data diolah, diuji dengan berbagai karakteristik sumber radiasi dalam literatur. Uji ini untuk menentukan kesamaan dan perbedaan dari hasil penelitian. Uji lain yang dipakai adalah data karakteristik (datashoot) detektor yang digunakan sebagai pembanding data lengkap hasil penelitian.



5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tentang karakteristik spektrum sumber radiasi untuk spektroskopi sinar tampak dapat disimpulkan:

1. Karakteristik sumber radiasi tungsten mengikuti karakteristik spektrum benda hitam pada suhu 3200°K . Karakteristik spektrum sumber radiasi tungsten terukur pada range panjang gelombang 500 nm sampai 800 nm (batas akhir monokromator). Intensitas maksimum spektrum sumber radiasi tungsten terjadi pada panjang gelombang 760 nm . Nilai S/N pengukuran tungsten berkisar 20 sampai 470. Karakteristik sumber radiasi laser terukur mengikuti spektrum sumber radiasi laser He-Ne. Intensitas maksimum terjadi pada panjang gelombang 633 nm dengan lebar band efektif sebesar 2 nm . Nilai S/N pengukuran laser berkisar 15 sampai 75 pada panjang gelombang 621 nm sampai 643 nm .
2. Sumber radiasi tungsten terbagi menjadi beberapa titik puncak intensitas dengan lebar band tertentu bergantung warna filter absorpsi yang digunakan. Intensitas maksimum filter merah pada panjang gelombang 740 nm dengan lebar band 160 nm . Intensitas maksimum filter kuning pada panjang gelombang 720 nm dengan lebar band 220 nm . Intensitas maksimum filter hijau pada panjang gelombang 570 nm dengan lebar band 95

nm. *Intensitas* maksimum *filter* biru pada *panjang gelombang* 505 nm dengan lebar *band* 95 nm. *Filter absorpsi* tidak mempunyai pengaruh di atas *panjang gelombang* 750 nm.

3. Penambahan *offset* meningkatkan kualitas sinyal terukur sehingga meningkatkan kepercayaan data pada setiap pengukuran. Penambahan *offset* sebesar 10% (dari batas ukur) menunjukkan kualitas sinyal terbaik pada pengukuran.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian menggunakan detektor lain dengan tipe yang berbeda.
2. Perlu dilakukan penelitian menggunakan uji sampel.
3. perlu dilakukan penelitian menggunakan teknik/metode pengukuran lainnya.

Daftar Pustaka

- Banwell C.N., E. M. McCash, 1994, *Fundamental Of Molecular Spectroscopy*, 4th edition, Mc Graw-Hill International, New Delhi.
- Christian G.B., 1994, *Analytical Chemistry*, 5th edition, John Wiley & Sons, New York.
- Davies A.M.C., C.S. Creaser, 1991, *Analytical Application Of Spectroscopy II*, Royal Society of Chemistry, Cambridge.
- Khöpkar S.M., 1990, *Konsep Dasar Kimia Analitik*, Asaptoharjo, Anurhadi, UI Press, Jakarta.
- Kirkup L., 1994, *Experimental Methods: An Introduction To The Analysis And Presentation Of Data*, Jacaranda Wiley LTD, Sydney.
- Laud B.S., 1998, *Laser dan Optik Nonlinier*, Sutanto, UI-Press, Jakarta.
- Optometrics, 1998, *MLM 2 Intruction Manual*, The Optometrics Group, ayer MA.
- Pasco Scientific Product, 1983
- Skogg B.A., D.M. West, F.J. Haller, 1992, *Fundamental Of Analytical Chemistry*, 6th edition, Sauders College Publishing, Fort Worth.
- Skogg B.A., F.J. Haller, I.A. Nieman, 1998, *Principles Of Instrumental Analysis*, 5th ed, Thomson Learning, Harcourt College Publishing, South Melbourne, Victoria.
- www.alldatasheet.com.
- Young M., 1986, *Optics and Lasers*, 3rd rev. ed, Springer-Verlag, Berlin.

Lampiran 1

DATA PENGUKURAN ZERO ORDER

Tanggal : 9 Oktober 2004
 Waktu : (14.00 - 14.30) WIB
 Sumber : Tungsten
 Detektor : Photodiode

Offset : 0%
 Frekuensi Referensi : 1000 Hz
 Filter : Tidak Pakai

Ujangan Counter	1 (mV)	2 (mV)	3 (mV)	4 (mV)	5 (mV)	6 (mV)	7 (mV)	8 (mV)	9 (mV)	10 (mV)
-20	0.37	0.34	0.43	0.39	0.35	0.37	0.36	0.39	0.35	0.36
-19	0.53	0.55	0.58	0.54	0.50	0.51	0.53	0.58	0.57	0.52
-18	0.74	0.79	0.81	0.80	0.78	0.83	0.80	0.83	0.82	0.79
-17	1.25	1.25	1.24	1.23	1.19	1.23	1.12	1.19	1.24	1.29
-16	1.82	1.81	1.81	1.80	1.82	1.80	1.91	1.29	1.79	1.80
-15	2.55	2.57	2.58	2.66	2.59	2.57	2.55	2.59	2.57	2.56
-14	3.67	3.70	3.78	3.74	3.73	3.73	3.78	3.90	3.95	3.94
-13	5.66	5.67	5.69	5.69	5.65	5.65	5.82	5.67	5.63	5.63
-12	7.37	7.42	7.43	7.44	7.41	7.47	7.52	7.49	7.54	7.51
-11	11.16	11.11	11.17	11.23	11.39	11.37	11.27	11.30	11.33	11.31
-10	15.55	15.51	15.49	15.53	15.61	15.58	15.53	15.56	15.57	15.43
-9	62.00	61.80	62.10	62.40	62.40	62.00	62.20	61.90	61.70	62.20
-8	321.70	327.50	327.10	326.80	328.70	330.00	328.20	327.10	322.50	323.10
-7	452.60	453.70	451.70	452.20	449.30	453.20	452.30	452.60	451.80	455.10
-6	439.10	440.30	441.30	439.70	440.70	441.60	443.80	444.10	444.20	444.70
-5	252.80	252.80	251.70	250.60	250.80	250.30	251.10	254.00	246.70	241.70
-4	24.00	23.90	23.80	23.90	23.60	23.50	23.60	23.70	23.80	23.70
-3	13.00	12.97	12.95	13.03	13.07	13.01	12.97	13.07	13.01	12.98
-2	8.59	8.52	8.50	8.64	8.69	9.05	9.07	8.06	8.15	9.05
-1	6.41	6.39	6.42	6.37	6.41	6.39	6.39	6.44	6.48	6.40
0	4.34	4.27	4.05	4.14	4.25	4.26	4.27	4.33	4.32	4.33
1	2.97	2.87	2.99	3.00	2.65	2.67	2.90	2.88	2.85	2.86
2	1.94	1.87	1.92	1.94	1.94	1.90	1.90	1.89	1.81	1.94
3	1.30	1.23	1.27	1.26	1.23	1.25	1.25	1.23	1.24	1.25
4	0.81	0.83	0.86	0.84	0.80	0.83	0.82	0.80	0.81	0.83
5	0.58	0.55	0.55	0.54	0.56	0.55	0.53	0.53	0.55	0.56
6	0.38	0.36	0.36	0.37	0.36	0.35	0.33	0.34	0.36	0.35
7	0.26	0.23	0.24	0.23	0.24	0.22	0.24	0.26	0.25	0.23
8	0.17	0.20	0.19	0.15	0.17	0.16	0.15	0.16	0.15	0.14
9	0.14	0.12	0.13	0.09	0.09	0.14	0.13	0.11	0.12	0.11
10	0.08	0.05	0.19	0.05	0.05	0.09	0.08	0.08	0.08	0.08
11	0.09	0.08	0.06	0.07	0.05	0.04	0.05	0.06	0.05	0.06
12	0.08	0.07	0.08	0.07	0.08	0.04	0.03	0.07	0.05	0.08
13	0.04	0.06	0.08	0.08	0.05	0.05	0.05	0.05	0.03	0.02
14	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.04	0.04	0.06
15	0.03	0.02	0.02	0.07	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.01
16	-0.01	0.00	0.02	0.03	0.02	0.01	0.02	-0.01	0.01	0.05
17	0.02	0.02	0.02	0.05	-0.03	0.00	-0.03	0.03	0.01	0.01
18	-0.04	0.02	-0.02	-0.01	0.01	0.01	-0.01	-0.05	-0.02	0.01
19	-0.01	0.01	0.03	-0.01	-0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02
20	-0.03	-0.01	-0.01	-0.03	-0.02	0.03	0.01	0.01	0.03	0.03

Lampiran 2

DATA PENGUKURAN MENGGUNAKAN TUNGSTEN

Tanggal : 9 Oktober 2004
 Waktu : (12.00 - 14.00) WIB
 Sumber : Tungsten
 Detektor : Photodiode

Offset : 0%
 Frekuensi Referensi : 1000 Hz
 Fiber : Tidak Pakai

Ulangan Counter	1 (mV)	2 (mV)	3 (mV)	4 (mV)	5 (mV)	6 (mV)	7 (mV)	8 (mV)	9 (mV)	10 (mV)
7	4.35	4.36	4.36	4.12	4.00	4.10	4.19	4.26	4.24	4.30
12	0.56	0.57	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58
17	0.10	0.11	0.11	0.10	0.10	0.11	0.11	0.10	0.11	0.11
22	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
27	-0.01	-0.03	-0.02	0.03	-0.02	-0.04	-0.03	-0.01	0.01	-0.02
32	-0.01	-0.03	0.00	-0.02	-0.01	0.02	-0.01	-0.01	-0.03	-0.02
37	0.02	0.03	0.03	0.01	0.03	0.00	0.05	0.01	-0.02	-0.02
42	-0.04	-0.02	0.00	0.03	0.03	-0.05	-0.03	-0.02	-0.02	-0.04
47	0.02	0.02	0.05	-0.04	0.01	0.01	0.03	0.05	0.03	-0.01
52	-0.01	-0.02	-0.01	-0.01	-0.01	-0.02	-0.03	-0.02	-0.01	0.02
57	-0.05	-0.03	-0.03	-0.02	-0.02	-0.05	-0.05	-0.04	-0.04	-0.03
62	0.01	-0.01	0.01	-0.01	-0.01	0.04	0.00	-0.06	-0.04	-0.04
67	-0.01	-0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.01	0.02	0.01
72	-0.05	0.04	0.04	-0.03	-0.03	-0.02	0.01	0.02	0.02	-0.01
77	0.01	-0.01	-0.03	-0.04	-0.03	-0.02	-0.02	-0.03	-0.06	-0.05
82	-0.03	-0.05	-0.01	-0.03	-0.06	-0.03	-0.03	-0.02	-0.02	0.01
87	-0.04	0.00	-0.01	-0.02	-0.01	0.01	0.02	-0.03	-0.04	-0.03
92	-0.03	-0.01	0.00	0.01	-0.02	0.01	0.02	0.03	-0.03	-0.03
97	0.04	0.02	0.01	-0.03	-0.03	-0.04	0.04	-0.01	0.02	-0.03
102	0.02	0.01	-0.02	-0.03	-0.03	-0.02	-0.01	-0.01	0.02	-0.05
107	-0.01	0.02	0.01	0.00	-0.01	-0.02	-0.02	-0.03	0.04	-0.01
112	-0.03	-0.05	-0.03	-0.02	-0.02	-0.03	-0.04	-0.01	0.02	-0.02
117	-0.01	-0.01	-0.02	-0.01	-0.01	0.02	-0.01	-0.03	-0.02	-0.03
122	-0.02	-0.03	-0.02	-0.03	-0.04	-0.04	-0.05	-0.07	-0.04	-0.05
127	-0.01	-0.02	0.01	-0.01	-0.03	-0.04	-0.04	-0.04	-0.03	-0.04
132	0.03	0.03	0.00	0.01	0.00	0.01	0.02	-0.03	-0.03	-0.03
137	-0.02	-0.03	-0.03	-0.02	-0.04	0.04	-0.02	0.04	0.03	0.01
142	-0.04	-0.03	-0.03	-0.03	-0.02	-0.03	0.01	0.01	0.02	0.01
147	-0.06	-0.07	-0.08	-0.03	0.00	-0.03	-0.04	-0.02	-0.02	-0.03
152	-0.01	-0.04	-0.07	-0.04	-0.04	-0.05	-0.03	0.02	-0.01	0.01
157	0.01	0.03	-0.02	-0.03	-0.02	-0.02	-0.03	-0.04	-0.07	-0.05
162	0.05	0.01	-0.03	-0.01	0.00	-0.02	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03
167	0.02	0.01	-0.02	0.01	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02	-0.03
172	-0.03	0.03	0.04	0.03	0.01	0.03	0.02	0.01	0.01	0.02
177	-0.06	-0.05	-0.01	-0.03	-0.06	0.05	0.01	0.01	-0.05	-0.06
182	-0.03	-0.03	-0.02	-0.05	-0.03	-0.02	-0.04	-0.07	-0.08	-0.06
187	-0.01	-0.02	-0.03	-0.04	-0.05	-0.04	-0.01	-0.02	-0.01	-0.01
192	-0.01	0.01	-0.02	-0.04	-0.03	-0.04	-0.03	-0.02	-0.02	-0.04
197	-0.03	-0.02	-0.03	-0.03	-0.06	-0.05	-0.03	-0.02	0.01	0.01
202	0.03	0.02	0.00	-0.02	-0.05	-0.01	-0.02	-0.03	-0.02	-0.06
207	-0.04	-0.09	-0.03	-0.02	-0.03	0.03	0.03	0.05	-0.04	-0.03
212	-0.05	-0.03	-0.02	-0.03	-0.03	-0.03	-0.02	-0.02	0.01	-0.01
217	-0.04	-0.04	-0.03	-0.02	-0.03	0.03	-0.01	-0.01	-0.02	-0.01
222	-0.07	-0.05	-0.05	-0.05	-0.03	-0.04	-0.05	-0.05	-0.02	0.00
227	0.05	-0.03	-0.01	-0.02	-0.01	-0.01	-0.02	-0.05	-0.04	-0.03
232	0.06	-0.05	-0.03	0.01	-0.03	-0.05	-0.04	0.01	0.02	0.01
237	0.02	0.25	-0.02	-0.04	-0.08	-0.01	-0.02	0.00	-0.02	0.02
242	-0.03	0.04	0.01	0.01	0.01	-0.01	-0.06	-0.08	-0.06	-0.02
247	-0.02	-0.04	-0.03	-0.02	-0.02	0.02	0.03	-0.01	-0.02	-0.03
252	-0.03	-0.02	-0.02	-0.02	-0.06	-0.08	-0.05	-0.01	0.01	0.01
257	-0.03	-0.03	-0.02	-0.02	-0.02	-0.03	-0.06	-0.05	-0.02	0.04
262	-0.03	-0.03	-0.03	-0.04	-0.02	-0.08	-0.04	-0.04	-0.05	0.04
267	0.03	0.02	0.06	0.04	0.02	-0.03	-0.01	-0.04	-0.03	0.01
272	0.03	0.04	-0.05	-0.02	-0.06	0.05	0.04	-0.05	-0.03	-0.03
277	-0.01	0.01	0.03	0.02	-0.02	-0.01	-0.03	-0.03	-0.02	-0.05
282	-0.05	-0.03	-0.04	-0.04	-0.06	-0.05	-0.03	-0.02	-0.02	0.03
287	-0.06	-0.01	-0.01	0.01	0.01	0.00	-0.01	-0.01	-0.03	0.02
292	-0.03	-0.02	-0.01	0.01	-0.01	-0.01	0.01	0.00	0.01	0.01
297	0.02	-0.02	0.03	0.03	-0.02	0.00	-0.02	-0.04	-0.05	-0.09

DATA PENGUKURAN MENGGUNAKAN TUNGSTEN

Tanggal : 9 October 2024
 Waktu : (12.00 - 14.00) WIB
 Sumber : Tungsten
 Detektor : Photodiode

Offset : 0%
 Frekuensi Referensi : 1000 Hz
 Filter : Tidak Pakai

Ulangan Counter	1 (mV)	2 (mV)	3 (mV)	4 (mV)	5 (mV)	6 (mV)	7 (mV)	8 (mV)	9 (mV)	10 (mV)
302	0.01	0.01	-0.02	-0.01	-0.01	-0.06	-0.05	-0.01	-0.02	0.04
307	-0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	-0.02	-0.01	-0.01	-0.03	-0.01
312	-0.02	-0.03	-0.06	-0.06	-0.03	0.00	-0.01	0.00	-0.01	-0.02
317	-0.01	-0.01	-0.04	-0.04	-0.02	0.02	-0.02	0.03	-0.03	-0.05
322	0.00	-0.01	-0.03	-0.03	-0.05	0.03	-0.02	0.02	-0.03	-0.03
327	-0.02	0.02	-0.03	-0.03	0.01	0.00	-0.01	0.02	0.02	0.00
332	-0.03	-0.06	-0.04	-0.02	-0.01	0.01	0.00	-0.01	-0.04	-0.02
337	0.01	-0.03	-0.03	-0.03	-0.06	-0.05	-0.05	-0.05	0.07	-0.03
342	-0.02	-0.04	-0.06	-0.03	-0.02	-0.03	-0.02	-0.02	-0.01	-0.01
347	-0.06	-0.03	-0.05	-0.02	-0.02	-0.01	0.01	0.03	-0.02	0.01
352	-0.02	-0.06	-0.05	-0.06	-0.04	-0.05	-0.05	0.01	0.01	-0.03
357	-0.02	0.03	-0.04	-0.02	-0.02	0.01	0.01	-0.01	-0.02	-0.02
362	-0.02	0.04	-0.05	-0.03	-0.02	0.04	0.00	-0.05	-0.03	-0.01
367	-0.01	-0.02	0.03	-0.05	-0.06	-0.04	-0.03	-0.04	-0.03	-0.03
372	-0.02	0.03	-0.04	-0.03	-0.04	-0.04	-0.04	-0.03	-0.01	-0.02
377	-0.02	-0.02	-0.03	0.03	0.00	-0.01	-0.02	0.04	-0.03	-0.03
382	-0.01	0.03	0.00	0.03	-0.01	-0.03	-0.01	-0.04	-0.05	0.03
387	-0.05	-0.03	-0.04	-0.03	-0.04	-0.02	0.02	0.02	-0.01	0.02
392	0.00	-0.03	-0.03	-0.03	-0.06	-0.04	-0.03	-0.02	0.01	0.02
397	-0.03	-0.03	-0.02	-0.03	0.06	-0.05	0.03	-0.04	-0.02	-0.03
402	0.03	-0.02	0.04	-0.03	0.05	-0.02	-0.02	-0.02	0.01	-0.02
407	0.00	-0.01	-0.02	-0.03	-0.03	-0.02	0.01	0.02	-0.03	-0.04
412	0.01	0.01	-0.01	-0.01	0.01	0.01	-0.01	-0.02	-0.03	-0.03
417	0.00	0.00	-0.02	0.02	-0.02	0.03	-0.02	-0.02	-0.01	0.03
422	-0.04	0.07	-0.05	0.04	-0.04	0.04	-0.04	-0.04	-0.03	0.02
427	-0.05	-0.06	-0.04	-0.03	-0.02	-0.01	-0.02	-0.01	-0.01	0.00
432	0.01	-0.01	0.00	0.00	0.01	-0.04	0.03	-0.03	-0.02	-0.04
437	-0.02	0.00	-0.01	-0.01	-0.02	-0.01	-0.04	-0.03	0.01	0.01
442	0.01	0.03	0.03	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.04	0.02
447	0.00	0.02	-0.02	0.01	0.02	0.01	0.00	0.01	0.01	0.04
452	0.01	0.02	-0.01	0.00	0.01	0.01	0.04	0.04	0.04	0.05
457	0.00	0.01	0.02	0.00	0.02	0.02	0.01	-0.01	0.00	-0.03
462	0.00	-0.04	-0.03	0.02	0.01	-0.01	0.01	-0.01	0.00	-0.01
467	0.00	0.00	0.02	-0.01	0.04	-0.04	0.03	-0.02	0.01	0.03
472	0.00	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.03
477	0.02	-0.01	0.00	0.03	0.04	0.02	0.02	0.03	0.03	0.01
482	0.03	0.01	0.03	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04	0.05	0.04
487	0.08	0.06	0.06	0.07	0.05	0.05	0.09	0.10	0.09	0.07
492	0.08	0.09	0.10	0.10	0.12	0.10	0.10	0.09	0.10	0.10
497	0.14	0.13	0.14	0.12	0.15	0.15	0.18	0.18	0.18	0.14
502	0.20	0.20	0.20	0.16	0.23	0.24	0.19	0.19	0.18	0.19
507	0.22	0.24	0.22	0.22	0.25	0.28	0.30	0.30	0.26	0.27
512	0.32	0.31	0.35	0.34	0.33	0.35	0.35	0.32	0.32	0.30
517	0.36	0.37	0.38	0.41	0.41	0.41	0.39	0.40	0.42	0.41
522	0.47	0.46	0.46	0.47	0.46	0.46	0.47	0.45	0.44	0.42
527	0.52	0.55	0.56	0.58	0.56	0.58	0.56	0.56	0.53	0.52
532	0.60	0.67	0.66	0.65	0.65	0.69	0.65	0.67	0.65	0.63
537	0.99	0.73	0.75	0.77	0.76	0.70	0.69	0.70	0.74	0.75
542	0.79	0.83	0.84	0.82	0.80	0.74	0.82	0.84	0.84	0.80
547	0.69	0.90	0.89	0.94	0.94	0.94	0.93	0.92	0.93	0.95
552	1.02	1.01	1.04	1.03	1.01	1.03	0.99	1.03	0.99	1.01
557	1.01	1.10	1.11	1.11	1.10	1.15	1.07	1.07	1.10	1.10
562	1.10	1.12	1.13	1.19	1.19	1.18	1.16	1.14	1.14	1.15
567	1.25	1.29	1.30	1.29	1.25	1.24	1.26	1.29	1.29	1.24
572	1.30	1.37	1.37	1.36	1.35	1.37	1.38	1.35	1.34	1.36
577	1.49	1.47	1.50	1.47	1.44	1.50	1.49	1.49	1.50	1.50
582	1.50	1.56	1.59	1.59	1.62	1.61	1.59	1.60	1.59	1.60
587	1.64	1.70	1.70	1.66	1.69	1.71	1.72	1.73	1.72	1.72

DATA PENGUKURAN MENGGUNAKAN TUNGSTEN

Tanggal : 5 Oktober 2004
 Waktu : (12.00 - 14.00) WIB
 Sumber : Tungsten
 Detektor : Photodiode

Offset : 0%
 Frekuensi Referensi : 1000 Hz
 Filter : Tidak Pakai

Ulangan Counter	1 (mV)	2 (mV)	3 (mV)	4 (mV)	5 (mV)	6 (mV)	7 (mV)	8 (mV)	9 (mV)	10 (mV)
552	1.75	1.80	1.81	1.80	1.81	1.84	1.83	1.82	1.83	1.82
557	1.66	1.95	1.94	1.92	1.94	1.92	1.89	1.87	1.89	2.01
592	2.02	2.04	2.01	2.06	2.05	2.03	2.02	2.05	2.04	2.01
607	2.12	2.13	2.13	2.11	2.14	2.15	2.14	2.12	2.14	2.11
612	2.16	2.24	2.24	2.24	2.19	2.18	2.14	2.15	2.19	2.20
617	2.20	2.29	2.28	2.29	2.29	2.30	2.28	2.31	2.29	2.28
622	2.36	2.41	2.42	2.40	2.40	2.40	2.41	2.44	2.44	2.44
627	2.48	2.48	2.53	2.54	2.52	2.54	2.51	2.48	2.50	2.51
632	2.49	2.57	2.61	2.60	2.58	2.59	2.61	2.60	2.57	2.58
637	2.64	2.65	2.64	2.67	2.65	2.68	2.65	2.66	2.69	2.68
642	2.72	2.77	2.75	2.80	2.77	2.81	2.78	2.77	2.81	2.82
647	2.80	2.79	2.80	2.74	2.73	2.76	2.77	2.77	2.72	2.66
652	2.76	2.82	2.89	2.88	2.87	2.88	2.82	2.84	2.89	2.89
657	2.93	2.95	2.98	2.98	2.99	2.95	2.96	2.92	2.97	2.91
662	3.02	3.05	3.02	3.01	3.00	3.02	3.03	3.01	2.95	2.96
667	3.13	3.19	3.19	3.10	3.11	3.14	3.15	3.15	3.15	3.07
672	3.09	3.16	3.17	3.13	3.20	3.24	3.20	3.19	3.21	3.24
677	3.25	3.27	3.29	3.28	3.31	3.35	3.31	3.29	3.31	3.31
682	3.38	3.37	3.40	3.39	3.42	3.39	3.39	3.38	3.38	3.35
687	3.42	3.35	3.32	3.44	3.46	3.48	3.44	3.37	3.43	3.38
692	3.81	3.80	3.72	3.61	3.59	3.73	3.75	3.76	3.78	3.77
697	3.81	3.83	3.83	3.81	3.81	3.76	3.75	3.78	3.79	3.82
702	3.84	3.83	3.84	3.84	3.83	3.84	3.86	3.84	3.85	3.85
707	3.85	3.90	3.90	3.91	3.91	3.92	3.91	3.88	3.87	3.88
712	3.88	3.87	3.88	3.88	3.88	3.86	3.86	3.88	3.85	3.83
717	3.86	3.88	3.88	3.88	3.88	3.90	3.90	3.88	3.88	3.90
722	3.90	3.92	3.93	3.92	3.92	3.93	3.91	3.91	3.80	3.75
727	3.99	3.99	4.01	4.02	4.01	4.01	4.02	4.01	4.02	4.01
732	4.02	4.03	4.00	4.01	4.02	4.00	4.00	3.99	3.98	3.99
737	3.99	3.97	3.99	4.00	3.98	3.94	3.93	3.95	3.96	3.99
742	4.09	4.05	4.09	4.11	4.10	4.06	4.08	4.08	4.09	4.09
747	4.07	4.07	4.06	4.08	4.09	4.06	4.10	4.10	4.11	4.09
752	4.05	4.00	4.05	3.93	3.86	3.85	3.84	3.83	3.99	4.02
757	4.03	4.02	4.01	3.99	3.95	4.01	4.00	4.00	3.93	3.80
762	4.06	4.05	4.03	4.03	4.03	4.01	4.03	4.05	4.01	3.99
767	4.48	4.48	4.47	4.50	4.44	4.35	4.31	4.31	4.32	4.31
772	4.20	4.29	4.27	4.27	4.29	4.29	4.27	4.28	4.27	4.28
777	4.25	4.23	4.23	4.24	4.19	4.18	4.17	4.17	4.16	4.13
782	4.12	4.11	4.19	4.24	4.23	4.24	4.21	4.22	4.22	4.22
787	4.20	4.18	4.18	4.16	4.18	4.17	4.19	4.18	4.17	4.19
792	4.11	4.13	4.12	4.11	4.11	4.12	4.14	4.14	4.12	4.10
797	4.10	4.06	4.04	4.05	4.00	4.06	4.05	4.06	4.06	4.00
802	4.01	4.01	4.00	3.99	3.99	3.99	3.99	3.99	3.96	3.96
807	3.91	3.95	3.97	3.94	3.95	3.95	3.97	3.95	3.97	3.98
812	3.93	3.94	3.94	3.95	3.92	3.94	3.95	3.85	3.92	3.95
817	3.93	3.90	3.87	3.88	3.80	3.80	3.87	3.87	3.89	3.85
822	3.85	3.85	3.86	3.86	3.84	3.85	3.87	3.90	3.90	3.87
827	3.85	3.85	3.83	3.85	3.86	3.85	3.83	3.84	3.85	3.85

Lampiran 3

DATA PENGUKURAN MENGGUNAKAN LASER

Tanggal : 9 Oktober 2024
 Waktu : (14.00 - 14.30) WIB
 Sumber : Tungtan

Detektor : Photodiode
 Frekuensi Referensi : 1000 Hz
 Filter : Tidak Pakai
 Offset : 0 mV

(dalam mV)

Pari. Gelombang	Data Laser				Pari. Gelombang	Data Laser			
	1	2	3	4		1	2	3	4
607	-0.01	-0.01	-0.01	0.01	658	0.00	0.00	0.00	1.00
608	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	659	0.00	-0.01	0.00	-0.01
609	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	660	-0.01	0.00	-0.01	-0.01
610	-0.01	0.00	-0.01	-0.01	661	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
611	0.00	0.00	0.00	0.00	662	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
612	0.00	0.00	0.00	0.00	663	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
613	0.00	0.00	0.00	0.00	664	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
614	0.00	0.00	0.00	0.00	665	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
615	0.00	0.00	0.00	0.00	666	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
616	0.00	0.00	0.00	0.00	667	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
617	0.01	0.01	0.01	0.02	668	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
618	0.02	0.03	0.02	0.02	669	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
619	0.03	0.03	0.03	0.04	670	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
620	0.13	0.12	0.10	0.11	671	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
621	0.22	0.21	0.22	0.24	672	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
622	0.31	0.29	0.30	0.31	673	-0.01	0.01	-0.01	-0.01
623	1.13	1.10	1.13	1.11	674	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
624	0.45	0.46	0.44	0.45	675	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
625	0.27	0.25	0.24	0.28	676	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
626	0.22	0.21	0.22	0.20	677	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
627	0.27	0.27	0.25	0.27	678	-0.01	0.01	-0.01	-0.01
628	0.27	0.28	0.27	0.26	679	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
629	0.50	0.48	0.50	0.49	680	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
630	0.62	0.62	0.65	0.64	681	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
631	1.77	1.67	1.70	1.69	682	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
632	44.00	44.80	47.90	45.30	683	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
633	63.80	65.20	66.80	65.50	684	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
634	10.70	10.10	9.98	9.51	685	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
635	3.13	2.91	2.85	2.73	686	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
636	0.91	0.90	0.86	0.93	687	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
637	0.60	0.58	0.60	0.61	688	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
638	0.31	0.30	0.29	0.30	689	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
639	0.26	0.25	0.26	0.25	690	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
640	0.28	0.27	0.29	0.28	691	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
641	0.15	0.14	0.13	0.14	692	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
642	0.10	0.11	0.12	0.10	693	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
643	0.08	0.07	0.08	0.07	694	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
644	0.03	0.03	0.02	0.03	695	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
645	0.01	0.02	0.01	0.01	696	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
646	0.01	0.01	0.02	0.01	697	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
647	0.01	0.01	0.01	0.01	698	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
648	0.01	0.01	0.01	0.01	699	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
649	0.01	0.01	0.01	0.01	700	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
650	0.01	0.01	0.01	0.01	701	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
651	0.01	0.01	0.01	0.01	702	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
652	0.01	0.01	0.01	0.01	703	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
653	0.01	0.01	0.01	0.01	704	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
654	0.01	0.01	0.01	0.01	705	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
655	0.01	0.01	0.00	0.01	706	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
656	0.01	0.00	0.01	0.01	707	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
657	0.01	0.01	0.00	0.00					

DATA PENGUKURAN MENGGUNAKAN FILTER

Tanggal 18 Oktober 2014
 Waktu (11.00 - 15.00) WIB
 Sumber Tegangan Tunggal
 Detektor Photodiode
 Offset: 0.04
 Frekuensi Referensi: 1000 Hz

Panj. Gelombang	Filter				Merah				Kuning				Hijau				Biru				Idem (mV)
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
307	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02
312	0.01	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03
317	0.01	0.03	0.04	0.06	0.02	0.02	0.03	0.03	0.01	0.02	0.03	0.04	0.01	0.02	0.03	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03
322	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.03
327	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	0.01	0.02	0.03	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.03	0.02	0.03
332	0.02	0.01	0.02	0.03	0.03	0.01	0.03	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.03	0.03	0.02	0.03
337	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.01	0.03	0.03	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.02	0.03
342	0.03	0.02	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.02	0.03
347	0.03	0.03	0.03	0.03	0.01	0.03	0.03	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02
352	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02
357	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02
362	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02
367	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.05	0.06	0.01	0.02	0.01	0.01	0.03	0.03	0.03	0.02
372	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.03	0.02
377	0.03	0.03	0.03	0.03	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.03	0.02
382	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.03	0.02
387	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.03	0.02
392	0.03	0.04	0.04	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.03	0.02
397	0.03	0.04	0.04	0.04	0.02	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.03	0.02
402	0.04	0.04	0.04	0.04	0.02	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.03	0.02
407	0.04	0.04	0.04	0.04	0.02	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.03	0.02
412	0.04	0.04	0.06	0.04	0.02	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.03	0.02
417	0.05	0.05	0.05	0.05	0.03	0.03	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.03	0.02
422	0.05	0.06	0.05	0.05	0.02	0.03	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.03	0.02
427	0.03	0.06	0.05	0.07	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.03	0.02
432	0.07	0.07	0.07	0.09	0.02	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.03	0.02
437	0.09	0.08	0.09	0.09	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.03	0.02
442	0.09	0.10	0.09	0.09	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.03	0.02
447	0.10	0.11	0.11	0.11	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.03	0.02
452	0.12	0.13	0.13	0.12	0.02	0.03	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.03	0.02
457	0.12	0.13	0.12	0.12	0.02	0.03	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.03	0.02
462	0.12	0.13	0.13	0.12	0.02	0.03	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.03	0.02
467	0.13	0.14	0.14	0.14	0.02	0.03	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.03	0.02
472	0.13	0.14	0.14	0.14	0.02	0.03	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.03	0.02
477	0.15	0.15	0.17	0.19	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.03	0.02
482	0.19	0.20	0.21	0.21	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.03	0.02
487	0.27	0.28	0.28	0.27	0.01	0.02	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.03	0.02
492	0.33	0.39	0.37	0.36	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.03	0.02

DATA PENGUKURAN MENGGUNAKAN FILTER

Tanggal : 16 October 2004
 Waktu : (11:30 - 15:00) WIB
 Sumber : Tungsten
 Detektor : Photodiode
 Offset : 0.04
 Frkuensi Referens : 1000 Hz

Panj. Gelombang Å	Tidax Pajal				Merah				Kuning				Hijau				Biru				Idalat: mV
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
467	0.48	0.50	0.49	0.49	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.05	0.09	0.08	0.09	0.21	0.23	0.23	0.23	0.11	0.11	0.11	0.11
502	0.61	0.61	0.63	0.63	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.13	0.16	0.15	0.14	0.29	0.32	0.30	0.28	0.11	0.11	0.11	0.12
507	0.79	0.78	0.76	0.78	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.21	0.23	0.24	0.24	0.41	0.41	0.43	0.42	0.12	0.11	0.11	0.11
512	0.95	0.97	0.96	0.96	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.37	0.42	0.44	0.44	0.54	0.54	0.55	0.55	0.11	0.10	0.11	0.11
517	1.2	1.24	1.25	1.25	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.58	0.60	0.60	0.60	0.86	0.86	0.86	0.84	0.11	0.10	0.10	0.10
522	1.45	1.49	1.48	1.48	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.80	0.85	0.85	0.85	1.13	1.13	1.13	1.13	0.09	0.09	0.09	0.09
527	1.61	1.62	1.63	1.63	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	1.11	1.13	1.13	1.13	1.46	1.46	1.46	1.46	0.08	0.08	0.08	0.08
532	2.20	2.23	2.22	2.21	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	1.41	1.44	1.43	1.43	1.89	1.89	1.89	1.89	0.09	0.09	0.09	0.09
537	2.52	2.50	2.51	2.51	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	1.77	1.76	1.76	1.75	2.36	2.36	2.36	2.36	0.08	0.08	0.08	0.08
542	2.84	2.98	2.95	2.95	0.01	0.03	0.02	0.02	0.02	2.12	2.15	2.15	2.14	2.89	2.89	2.89	2.89	0.07	0.07	0.07	0.07
547	3.39	3.42	3.40	3.41	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	2.55	2.54	2.55	2.56	3.41	3.41	3.41	3.41	0.06	0.06	0.06	0.06
552	3.80	3.61	3.60	3.61	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	2.91	2.93	2.92	2.91	3.87	3.87	3.87	3.87	0.04	0.04	0.04	0.04
557	4.21	4.22	4.25	4.25	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	3.72	3.73	3.76	3.75	4.93	4.93	4.93	4.93	0.04	0.04	0.04	0.04
562	4.72	4.73	4.72	4.71	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	4.70	4.73	4.77	4.76	6.35	6.35	6.35	6.35	0.04	0.04	0.04	0.04
567	5.40	5.43	5.42	5.43	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	4.80	4.79	4.93	4.93	6.53	6.53	6.53	6.53	0.03	0.03	0.03	0.03
572	5.95	6.03	6.04	6.03	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	5.76	5.77	5.83	5.83	7.74	7.74	7.74	7.74	0.03	0.03	0.03	0.03
577	6.73	6.75	6.77	6.78	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	6.89	6.86	6.21	6.09	9.14	9.14	9.14	9.14	0.03	0.03	0.03	0.03
582	7.41	7.43	7.41	7.42	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	8.19	8.16	8.16	8.16	10.83	10.83	10.83	10.83	0.03	0.03	0.03	0.03
587	8.12	8.17	8.18	8.18	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	9.50	9.53	9.53	9.53	12.57	12.57	12.57	12.57	0.03	0.03	0.03	0.03
592	8.91	8.95	8.93	8.94	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	10.83	10.83	10.83	10.83	14.35	14.35	14.35	14.35	0.03	0.03	0.03	0.03
597	9.70	9.71	9.72	9.71	0.25	0.24	0.25	0.25	0.25	12.57	12.57	12.57	12.57	16.53	16.53	16.53	16.53	0.03	0.03	0.03	0.03
602	10.40	10.39	10.39	10.37	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	14.35	14.35	14.35	14.35	18.83	18.83	18.83	18.83	0.03	0.03	0.03	0.03
607	11.15	11.15	11.17	11.15	1.61	1.54	1.59	1.60	1.60	16.53	16.53	16.53	16.53	21.83	21.83	21.83	21.83	0.03	0.03	0.03	0.03
612	11.95	12.00	12.01	12.01	2.69	2.71	2.72	2.72	2.72	18.83	18.83	18.83	18.83	24.83	24.83	24.83	24.83	0.03	0.03	0.03	0.03
617	12.69	12.91	12.92	12.91	3.78	3.78	3.79	3.80	3.80	21.83	21.83	21.83	21.83	28.83	28.83	28.83	28.83	0.03	0.03	0.03	0.03
622	13.81	13.89	13.91	13.92	4.81	4.62	4.62	4.62	4.62	24.83	24.83	24.83	24.83	31.83	31.83	31.83	31.83	0.03	0.03	0.03	0.03
627	14.78	14.83	14.82	14.91	5.23	5.25	5.25	5.24	5.24	28.83	28.83	28.83	28.83	36.83	36.83	36.83	36.83	0.03	0.03	0.03	0.03
632	15.56	15.58	15.59	15.59	6.86	6.76	6.76	6.76	6.76	31.83	31.83	31.83	31.83	40.83	40.83	40.83	40.83	0.03	0.03	0.03	0.03
637	16.37	16.45	16.44	16.44	8.19	8.20	8.19	8.19	8.19	36.83	36.83	36.83	36.83	45.83	45.83	45.83	45.83	0.03	0.03	0.03	0.03
642	17.39	17.43	17.46	17.49	9.50	9.50	9.50	9.50	9.50	40.83	40.83	40.83	40.83	50.83	50.83	50.83	50.83	0.03	0.03	0.03	0.03
647	18.39	18.37	18.40	18.38	10.83	10.83	10.83	10.83	10.83	45.83	45.83	45.83	45.83	55.83	55.83	55.83	55.83	0.03	0.03	0.03	0.03
652	18.01	19.00	19.98	18.99	7.13	7.15	7.17	7.15	7.15	50.83	50.83	50.83	50.83	60.83	60.83	60.83	60.83	0.03	0.03	0.03	0.03
657	19.64	19.66	19.63	19.56	7.25	7.27	7.28	7.27	7.27	55.83	55.83	55.83	55.83	65.83	65.83	65.83	65.83	0.03	0.03	0.03	0.03
662	20.52	20.48	20.47	20.46	7.74	7.75	7.73	7.73	7.73	60.83	60.83	60.83	60.83	70.83	70.83	70.83	70.83	0.03	0.03	0.03	0.03
667	21.70	21.89	21.66	21.56	7.92	7.94	7.93	7.92	7.92	65.83	65.83	65.83	65.83	75.83	75.83	75.83	75.83	0.03	0.03	0.03	0.03
672	22.52	22.55	22.56	22.56	8.31	8.32	8.33	8.33	8.33	70.83	70.83	70.83	70.83	80.83	80.83	80.83	80.83	0.03	0.03	0.03	0.03
677	23.40	23.44	23.42	23.42	8.44	8.45	8.44	8.45	8.44	75.83	75.83	75.83	75.83	85.83	85.83	85.83	85.83	0.03	0.03	0.03	0.03
682	24.19	24.17	24.16	24.16	8.81	8.80	8.82	8.78	8.78	80.83	80.83	80.83	80.83	90.83	90.83	90.83	90.83	0.03	0.03	0.03	0.03

DATA PENGUKURAN MENGGUNAKAN FILTER

Tanggal: 18 Oktober 2004
Waktu: (11.00 - 15.00) WIB

Sumber: Tunggal
Direktor: Photocode

Offset: 0.04
Frekuensi Referensi: 1000 Hz

Pan. Geombang	Filter				Merah				Kuning				Hijau				Biru			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
687	24.85	24.89	24.87	24.88	5.18	9.19	8.18	9.20	17.63	17.56	17.64	17.93	0.39	0.38	0.38	0.39	2.81	3.18	3.18	3.20
692	25.36	25.43	25.36	25.36	8.73	9.13	8.10	9.14	19.03	18.98	18.10	18.18	0.37	0.38	0.37	0.36	7.25	5.03	5.04	5.03
697	28.02	25.99	25.97	25.86	9.75	9.81	9.83	9.80	18.42	18.52	18.49	18.68	0.36	0.35	0.36	0.36	7.25	7.45	7.45	7.47
702	28.12	26.15	26.08	26.11	10.03	10.34	10.05	10.05	19.42	19.38	19.22	19.03	0.37	0.37	0.37	0.38	8.84	8.80	8.81	8.94
707	28.33	26.37	26.38	26.36	10.25	10.25	10.30	10.25	19.26	19.00	19.25	19.30	0.41	0.42	0.42	0.43	11.23	11.28	11.24	11.28
712	28.77	26.75	26.73	26.75	10.74	10.97	10.89	10.87	19.08	19.00	19.03	19.03	0.48	0.50	0.51	0.51	13.05	13.07	13.09	13.04
717	27.11	27.03	27.09	27.05	12.03	12.08	12.08	12.02	19.42	19.42	19.30	19.23	0.71	0.75	0.75	0.74	13.22	13.15	13.22	13.18
722	27.65	27.55	27.55	27.52	12.79	12.84	12.85	12.83	20.00	20.07	19.99	19.93	1.09	1.08	1.08	1.06	14.03	14.04	14.03	14.03
727	27.69	27.55	27.72	27.69	13.19	13.18	13.24	13.22	19.81	19.77	19.74	19.74	1.55	1.58	1.59	1.54	15.84	15.04	15.03	15.12
732	27.66	27.61	27.59	27.60	13.73	13.83	13.82	13.83	19.50	19.48	19.45	19.43	2.08	2.07	2.03	1.96	16.59	16.61	16.61	16.58
737	27.42	27.36	27.40	27.40	14.38	14.38	14.40	14.39	19.40	19.41	19.38	19.34	2.85	3.05	3.04	3.01	16.33	16.22	16.21	16.36
742	27.22	27.11	27.08	27.09	14.77	14.62	14.68	14.63	19.10	19.10	19.15	19.25	4.38	4.78	4.76	4.34	15.90	15.62	15.78	15.86
747	26.77	26.73	26.58	26.69	14.90	14.92	14.80	14.80	18.81	18.80	18.81	18.77	5.62	5.55	5.58	5.65	15.95	15.61	15.53	15.82
752	26.10	26.00	26.03	26.05	14.70	14.63	14.70	14.72	17.82	17.89	17.79	17.86	7.44	7.43	7.43	7.29	15.30	15.23	15.27	15.32
757	25.35	25.27	25.25	25.27	14.50	14.48	14.53	14.53	17.72	17.51	17.60	17.64	8.75	8.77	8.90	8.82	15.07	14.88	14.72	14.88
762	24.72	24.73	24.73	24.78	14.18	14.16	14.15	14.11	17.20	17.30	17.30	17.34	10.10	10.05	10.08	10.04	14.58	14.25	14.18	14.17
767	24.35	24.35	24.35	24.33	13.85	13.80	13.69	13.89	17.01	17.33	17.00	15.98	11.54	11.44	11.58	11.48	14.00	14.34	14.05	14.39
772	23.77	23.73	23.78	23.78	13.61	13.60	13.61	13.60	16.68	16.51	16.46	16.40	12.57	12.67	12.78	12.89	13.98	13.98	13.97	13.99
777	23.18	23.06	23.05	23.05	12.93	12.97	12.91	12.95	15.43	15.82	15.58	15.13	13.98	13.46	13.41	13.39	13.69	13.68	13.68	13.69
782	22.41	22.36	22.40	22.36	12.84	12.02	12.62	12.62	15.51	15.92	15.53	15.55	13.58	13.80	13.60	13.40	13.38	13.31	13.29	13.28
787	21.43	21.41	21.40	21.43	12.22	12.18	12.14	12.15	14.86	14.93	14.94	14.91	13.94	13.94	13.91	13.96	12.74	12.70	12.71	12.78
792	20.01	20.56	20.68	20.61	11.74	11.73	11.74	11.73	14.14	14.19	14.17	14.20	13.90	14.01	13.60	14.08	11.88	11.94	12.01	11.92
797	19.87	19.86	19.87	19.85	11.42	11.41	11.41	11.41	12.59	13.54	13.54	13.53	13.79	13.70	13.67	13.65	11.69	11.52	11.46	11.48
802	19.07	18.96	18.91	18.91	10.74	10.72	10.74	10.72	12.96	12.84	12.78	12.87	13.45	13.60	13.59	13.62	10.79	10.78	10.89	10.95
807	17.80	17.91	17.61	17.81	10.03	10.10	10.08	10.03	12.21	12.29	12.33	12.36	13.00	13.01	13.04	12.97	10.38	10.28	10.28	10.25
812	17.10	17.07	17.11	17.12	9.58	9.54	9.54	9.51	11.63	11.56	11.40	11.41	12.86	12.77	12.76	12.78	9.87	9.65	9.69	9.67
817	16.38	16.31	16.30	16.31	9.05	9.07	9.08	9.06	11.19	11.16	11.13	11.15	12.34	12.31	12.31	12.32	9.84	9.69	9.62	9.62
822	15.87	15.88	15.88	15.70	8.75	8.71	8.67	8.69	10.68	10.70	10.77	10.73	12.07	12.12	12.07	12.07	9.68	9.63	9.63	9.48
827	15.03	15.05	15.00	15.00	8.68	8.35	8.31	8.31	10.32	10.37	10.39	10.27	11.52	11.59	11.53	11.56	8.24	8.10	8.17	9.21

DATA PENGUKURAN MENGGUNAKAN OFFSET

Tanggal : 6 Oktober 2004
Waktu : 11.00 - 14.30 WIB

Sumber : Tumbuhan
Dabedori Phytolabale

Frekuensi Referensi 1000 Hz
Filter Tidak Pakai

Farij. Geomorfis	0%				2%				5%				10%				(dalam mV)
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
367	-0.02	-0.02	-0.02	0.03	0.38	0.35	0.40	0.39	0.60	0.60	0.60	0.60	0.67	0.67	0.66	0.67	
372	-0.02	-0.01	-0.01	-0.03	0.36	0.40	0.38	0.40	0.60	0.60	0.60	0.60	0.67	0.67	0.66	0.67	
377	-0.04	-0.06	-0.02	-0.03	0.34	0.34	0.38	0.34	0.60	0.60	0.60	0.60	0.67	0.67	0.66	0.67	
322	-0.03	-0.04	-0.02	-0.04	0.34	0.36	0.39	0.36	0.60	0.60	0.60	0.60	0.67	0.67	0.66	0.67	
327	-0.05	-0.04	-0.01	-0.03	0.37	0.34	0.38	0.38	0.60	0.60	0.60	0.60	0.67	0.67	0.66	0.67	
332	-0.02	-0.02	-0.02	-0.03	0.36	0.37	0.39	0.38	0.60	0.60	0.60	0.60	0.67	0.67	0.66	0.67	
337	0.03	-0.02	-0.02	-0.03	0.36	0.38	0.37	0.35	0.60	0.60	0.60	0.60	0.67	0.67	0.66	0.67	
342	-0.02	-0.02	-0.01	-0.03	0.37	0.37	0.38	0.38	0.60	0.60	0.60	0.60	0.67	0.67	0.66	0.67	
347	-0.03	-0.04	-0.02	-0.04	0.38	0.35	0.39	0.39	0.60	0.60	0.60	0.60	0.67	0.67	0.66	0.67	
352	-0.02	-0.02	-0.01	-0.03	0.39	0.38	0.39	0.35	0.60	0.60	0.60	0.60	0.67	0.67	0.66	0.67	
357	0.03	-0.03	-0.01	-0.03	0.39	0.38	0.39	0.35	0.60	0.60	0.60	0.60	0.67	0.67	0.66	0.67	
362	-0.03	-0.04	-0.02	-0.04	0.38	0.34	0.37	0.34	0.60	0.60	0.60	0.60	0.67	0.67	0.66	0.67	
367	-0.03	-0.03	-0.02	-0.03	0.38	0.34	0.37	0.34	0.60	0.60	0.60	0.60	0.67	0.67	0.66	0.67	
372	-0.02	-0.03	-0.01	-0.03	0.38	0.36	0.39	0.36	0.60	0.60	0.60	0.60	0.67	0.67	0.66	0.67	
377	0.02	0.02	0.02	-0.02	0.36	0.38	0.38	0.41	0.60	0.60	0.60	0.60	0.67	0.67	0.66	0.67	
382	0.03	-0.06	-0.01	-0.03	0.34	0.34	0.37	0.35	0.60	0.60	0.60	0.60	0.67	0.67	0.66	0.67	
387	-0.03	-0.03	-0.02	-0.02	0.35	0.35	0.38	0.35	0.60	0.60	0.60	0.60	0.67	0.67	0.66	0.67	
392	-0.02	-0.04	-0.01	-0.03	0.36	0.36	0.38	0.35	0.60	0.60	0.60	0.60	0.67	0.67	0.66	0.67	
397	-0.02	0.02	0.01	-0.03	0.36	0.36	0.38	0.35	0.60	0.60	0.60	0.60	0.67	0.67	0.66	0.67	
402	-0.02	-0.02	-0.01	-0.03	0.36	0.36	0.38	0.35	0.60	0.60	0.60	0.60	0.67	0.67	0.66	0.67	
407	-0.02	-0.02	-0.01	-0.03	0.37	0.36	0.38	0.39	0.60	0.60	0.60	0.60	0.67	0.67	0.66	0.67	
412	-0.02	-0.03	-0.01	-0.02	0.37	0.37	0.39	0.39	0.60	0.60	0.60	0.60	0.67	0.67	0.66	0.67	
417	-0.02	-0.02	-0.01	-0.03	0.39	0.39	0.39	0.37	0.60	0.60	0.60	0.60	0.67	0.67	0.66	0.67	
422	-0.02	-0.02	-0.01	-0.02	0.39	0.39	0.38	0.39	0.60	0.60	0.60	0.60	0.67	0.67	0.66	0.67	
427	-0.01	-0.02	0.00	-0.02	0.39	0.37	0.38	0.36	0.60	0.60	0.60	0.60	0.67	0.67	0.66	0.67	
432	0.01	-0.01	0.00	-0.01	0.38	0.36	0.37	0.36	0.60	0.60	0.60	0.60	0.67	0.67	0.66	0.67	
437	0.00	-0.01	0.00	-0.01	0.38	0.36	0.40	0.40	0.60	0.60	0.60	0.60	0.67	0.67	0.66	0.67	
442	0.00	0.01	0.00	0.00	0.41	0.38	0.40	0.41	0.60	0.60	0.60	0.60	0.67	0.67	0.66	0.67	
447	0.03	0.03	0.03	0.03	0.42	0.42	0.42	0.44	0.60	0.60	0.60	0.60	0.67	0.67	0.66	0.67	
452	0.03	0.03	0.03	0.03	0.42	0.43	0.43	0.43	0.60	0.60	0.60	0.60	0.67	0.67	0.66	0.67	
457	0.03	0.02	0.03	0.03	0.41	0.43	0.41	0.42	0.60	0.60	0.60	0.60	0.67	0.67	0.66	0.67	
462	0.02	0.02	0.03	0.01	0.41	0.42	0.43	0.42	0.60	0.60	0.60	0.60	0.67	0.67	0.66	0.67	
467	0.02	0.02	0.03	0.02	0.41	0.44	0.41	0.41	0.60	0.60	0.60	0.60	0.67	0.67	0.66	0.67	
472	0.03	0.03	0.04	0.02	0.42	0.43	0.46	0.40	0.60	0.60	0.60	0.60	0.67	0.67	0.66	0.67	
477	0.05	0.05	0.05	0.04	0.44	0.44	0.46	0.46	0.60	0.60	0.60	0.60	0.67	0.67	0.66	0.67	
482	0.08	0.08	0.08	0.08	0.48	0.48	0.48	0.48	0.60	0.60	0.60	0.60	0.67	0.67	0.66	0.67	
487	0.13	0.15	0.14	0.12	0.53	0.52	0.52	0.52	0.60	0.60	0.60	0.60	0.67	0.67	0.66	0.67	
492	0.20	0.20	0.22	0.18	0.60	0.61	0.61	0.61	0.60	0.60	0.60	0.60	0.67	0.67	0.66	0.67	
497	0.28	0.30	0.28	0.28	0.70	0.68	0.73	0.68	0.60	0.60	0.60	0.60	0.67	0.67	0.66	0.67	

DATA PENGUKURAN MENGGUNAKAN OFFSET

Tanggal 5 Oktober 2004
Waktu 14.00 - 14.30 WIB

Sumber : Turpan
Detektor : Photocoda

Frekuensi Referensi 1000 Hz
Filter : Icak Pakat

No. Gambar	0%				2%				5%				10%				(dalam mV)
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
502	0.30	0.42	0.38	0.37	0.61	0.63	0.61	0.61	1.36	1.41	1.36	1.40	2.37	2.35	2.37	2.37	
507	0.54	0.57	0.56	0.52	0.56	0.56	0.56	0.56	1.58	1.55	1.58	1.54	2.53	2.51	2.52	2.53	
512	0.60	0.73	0.66	0.67	1.12	1.13	1.13	1.13	1.88	1.88	1.88	1.89	2.85	2.83	2.70	2.85	
517	0.88	0.96	0.84	0.85	1.35	1.36	1.36	1.35	1.85	1.86	1.85	1.84	2.85	2.85	2.83	2.88	
522	1.07	1.13	1.06	1.04	1.53	1.54	1.51	1.53	1.98	2.07	2.08	2.08	3.04	3.03	3.05	3.04	
527	1.82	1.56	1.31	1.27	1.80	1.78	1.78	1.77	2.31	2.31	2.31	2.30	3.27	3.27	3.28	3.26	
532	1.54	1.58	1.62	1.61	2.03	2.00	1.95	1.95	2.49	2.53	2.53	2.54	3.49	3.51	3.51	3.51	
537	1.78	1.81	1.76	1.78	2.21	2.23	2.21	2.18	2.87	2.78	2.77	2.78	3.75	3.78	3.80	3.80	
542	2.05	2.08	2.06	2.01	2.48	2.45	2.45	2.41	3.04	3.06	3.06	3.06	4.03	4.00	4.03	4.05	
547	2.41	2.47	2.38	2.36	2.92	2.83	2.85	2.86	3.80	3.40	3.36	3.36	4.35	4.35	4.35	4.35	
552	2.78	2.81	2.72	2.70	3.30	3.31	3.33	3.31	3.70	3.73	3.73	3.72	4.88	4.73	4.70	4.71	
557	3.14	3.11	3.04	3.07	3.69	3.71	3.73	3.73	3.89	4.08	4.08	4.07	5.08	5.08	5.09	5.09	
562	3.50	3.71	3.30	3.41	4.09	4.14	4.11	4.11	4.37	4.38	4.40	4.40	5.41	5.40	5.41	5.41	
567	3.90	4.12	3.90	3.76	4.51	4.54	4.54	4.51	4.78	4.81	4.81	4.81	5.77	5.78	5.77	5.79	
572	4.28	4.34	4.16	4.16	4.84	4.97	4.83	4.83	5.05	5.18	5.18	5.19	6.12	6.14	6.14	6.18	
577	4.76	5.01	4.65	4.62	5.40	5.42	5.37	5.44	5.33	5.37	5.35	5.35	6.60	6.60	6.63	6.63	
582	5.10	5.37	4.95	4.95	5.92	5.82	5.82	5.83	5.93	5.99	5.99	6.01	6.99	6.97	6.99	7.00	
587	5.61	5.81	5.52	5.48	6.27	6.15	6.17	6.24	6.32	6.31	6.32	6.32	7.47	7.48	7.50	7.48	
592	6.07	6.27	5.98	5.95	6.87	6.64	6.73	6.89	6.95	6.97	7.00	6.98	7.94	7.84	7.95	7.88	
597	6.47	6.65	6.42	6.33	7.21	7.05	7.11	7.04	7.37	7.42	7.45	7.43	8.24	8.30	8.28	8.40	
602	6.97	7.17	6.81	6.93	7.59	7.55	7.54	7.59	7.60	7.62	7.63	7.61	8.85	8.82	8.91	8.85	
607	7.43	7.71	7.35	7.23	8.12	8.15	8.11	8.05	8.30	8.37	8.37	8.32	9.24	9.29	9.23	9.19	
612	7.94	8.29	7.82	7.71	8.69	8.69	8.65	8.60	8.67	8.71	8.71	8.65	9.75	9.70	9.68	9.70	
617	8.48	8.79	8.55	8.14	9.26	9.26	9.26	9.07	9.48	9.54	9.57	9.59	10.09	10.12	10.19	10.17	
622	8.88	9.33	8.95	8.41	9.83	9.77	9.81	9.60	9.80	9.84	9.94	9.90	10.36	10.40	10.40	10.49	
627	9.48	9.89	9.43	8.90	10.32	10.20	10.28	10.24	10.51	10.47	10.36	10.37	11.06	11.06	11.04	11.09	
632	9.88	10.35	9.63	9.48	10.76	10.66	10.74	10.77	10.78	10.83	10.85	10.85	11.46	11.51	11.46	11.46	
637	10.36	10.84	10.33	9.51	11.24	11.31	11.21	11.18	11.29	11.32	11.37	11.35	11.87	11.86	11.86	11.86	
642	10.76	11.21	10.72	10.35	11.64	11.56	11.52	11.53	11.59	11.77	11.76	11.76	12.30	12.32	12.35	12.36	
647	11.30	11.64	11.21	11.07	12.12	12.09	12.14	12.14	12.19	12.14	12.23	12.24	12.83	12.82	12.78	13.02	
652	11.69	12.11	11.71	11.25	12.52	12.59	12.54	12.54	12.59	12.54	12.77	12.77	13.24	13.22	13.24	13.61	
657	12.15	12.66	12.21	11.80	13.09	13.07	13.01	13.01	13.21	13.20	13.23	13.19	13.45	13.59	13.84	13.69	
662	12.65	12.94	12.69	12.10	13.34	13.33	13.32	13.30	13.61	13.62	13.65	13.64	14.13	14.11	14.09	14.09	
667	13.06	13.44	13.07	12.45	13.75	13.95	13.95	13.78	14.06	14.10	14.29	14.29	14.47	14.45	14.52	14.49	
672	13.36	13.80	13.41	12.79	14.36	14.25	14.22	14.28	14.37	14.38	14.43	14.48	14.83	14.79	14.82	14.79	
677	13.61	13.84	13.67	13.22	14.53	14.20	14.20	14.53	14.68	14.85	14.87	14.87	15.25	15.20	15.18	15.22	
682	13.96	14.48	13.94	13.47	14.90	14.90	14.90	14.68	14.98	14.99	14.91	14.97	15.43	15.47	15.51	15.43	
687	14.29	14.75	14.24	13.60	15.10	15.20	15.16	15.20	15.18	15.23	15.28	15.33	15.89	15.82	15.82	15.91	
692	14.57	15.15	14.43	14.12	15.33	15.37	15.37	15.31	15.47	15.43	15.40	15.40	16.08	16.14	16.14	16.13	

DATA PENGUKURAN MENGGUNAKAN OFFSET

Tanggal : 9 Oktober 2024
Waktu : 14.00 - 14.30 WIB

Sumber : Tunggal
Defleksi : Photocd

Frekuensi Referensi : 1000 Hz
Filter : Tidak Pakal

Poin	0%				2%				5%				10%				(dalam mV)
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
597	14.75	15.28	14.64	14.32	15.74	15.62	15.70	15.88	15.55	15.92	15.67	15.70	15.70	16.35	16.26	16.37	16.32
702	14.88	15.69	14.87	14.50	15.80	15.63	15.67	16.04	15.77	15.93	15.82	15.84	15.84	16.03	16.58	16.47	16.40
707	15.20	15.64	15.05	14.61	16.35	16.25	16.33	16.39	16.05	16.02	16.02	16.10	16.02	16.62	16.66	16.65	16.61
712	15.15	15.62	15.13	14.84	16.06	16.01	15.99	16.00	16.12	16.10	16.10	16.15	16.06	16.60	16.60	16.65	16.62
717	15.34	15.75	15.35	14.82	16.05	16.19	16.20	16.37	16.36	16.36	16.28	16.38	16.65	16.69	16.69	16.71	16.65
722	15.35	15.76	15.32	14.98	16.17	16.22	16.15	16.10	16.30	16.44	16.32	16.23	16.39	16.92	16.99	16.97	16.97
727	15.41	15.83	15.38	15.02	16.25	16.18	16.23	16.21	16.35	16.41	16.46	16.32	16.49	17.25	17.23	17.33	17.33
732	15.29	15.67	15.37	15.11	16.10	15.88	16.08	16.25	16.40	16.36	16.27	16.35	16.13	17.28	17.10	17.12	17.12
737	15.41	15.67	15.38	15.13	16.21	16.05	16.01	16.02	16.36	16.41	16.36	16.39	16.21	17.18	17.17	17.21	17.21
742	15.32	15.58	15.28	15.07	16.00	15.99	15.99	16.01	16.30	16.45	16.35	16.05	16.05	17.08	17.04	17.11	17.08
747	15.28	15.54	15.18	15.04	15.91	15.97	15.91	16.08	16.21	16.17	16.20	16.18	16.11	17.02	17.02	17.00	17.04
752	15.17	15.51	15.10	14.92	15.93	15.91	15.93	16.05	16.08	16.10	16.11	16.13	16.03	16.93	16.92	16.92	16.90
757	15.07	15.32	14.97	14.92	15.75	15.70	15.78	16.03	16.05	16.01	16.00	15.78	16.01	16.92	16.93	16.93	16.92
762	14.51	14.03	14.72	14.72	14.35	14.41	14.59	14.00	16.70	16.68	16.70	16.68	16.70	16.84	16.86	16.86	16.83
767	14.38	13.95	14.58	14.69	14.27	14.21	14.23	14.27	15.62	15.61	15.63	15.48	16.75	16.84	16.84	16.83	16.82
772	14.13	13.90	14.30	14.29	14.11	14.18	14.18	14.34	16.29	16.30	16.30	16.29	16.30	16.30	16.30	16.30	16.30
777	13.91	13.79	13.95	14.11	14.21	14.19	14.16	14.14	14.74	14.75	14.63	15.01	16.13	16.13	16.09	16.11	16.10
782	13.68	13.48	13.80	13.76	13.92	13.90	13.87	13.84	14.77	14.60	14.78	14.84	15.79	15.79	15.77	15.77	15.70
787	13.35	13.13	13.50	13.42	13.57	13.52	13.53	13.51	14.43	14.51	14.53	14.51	15.63	15.30	15.31	15.31	15.38
792	13.00	12.87	13.12	13.01	13.07	13.19	13.25	13.27	14.13	14.14	14.13	14.09	15.74	14.00	14.06	14.01	15.01
797	12.55	12.28	12.77	12.63	12.63	12.70	12.78	12.78	13.78	13.78	13.78	13.75	14.99	14.68	14.68	14.63	14.61
802	12.30	12.08	12.48	12.33	12.48	12.49	12.44	12.60	13.61	13.44	13.44	13.44	14.31	14.30	14.34	14.34	14.30
807	11.98	11.84	12.03	12.09	12.24	12.24	12.27	12.21	13.07	12.80	13.04	13.09	14.09	14.09	14.11	14.06	14.06
812	11.75	11.52	11.60	11.65	11.91	11.92	11.91	11.92	12.86	12.86	12.86	12.86	13.86	13.86	13.86	13.84	13.84
817	11.48	11.24	11.69	11.50	11.65	11.64	11.64	11.61	12.64	12.64	12.64	12.72	13.54	13.54	13.51	13.41	13.41
822	11.20	10.95	11.46	11.26	11.34	11.27	11.24	11.28	12.44	12.54	12.43	12.44	13.20	13.26	13.26	13.26	13.26
827	10.82	10.36	11.13	10.96	10.63	10.67	10.72	10.85	12.12	12.13	12.13	12.13	12.62	12.69	12.64	13.06	13.06

DATA STATISTIK PENGUKURAN ZERO ORDER

Counter (nm)	Mean Pengukuran (mV)	Standart Deviasi	S/N	%
-20	0.37	0.03	14	0.08
-19	0.54	0.03	21	0.12
-18	0.80	0.03	30	0.18
-17	1.22	0.04	29	0.27
-16	1.76	0.16	11	0.39
-15	2.57	0.01	195	0.57
-14	3.79	0.10	37	0.84
-13	5.66	0.02	244	1.25
-12	7.46	0.05	136	1.65
-11	11.26	0.09	120	2.49
-10	16.52	0.08	211	3.65
-9	62.07	0.24	263	13.72
-8	326.19	2.82	116	72.09
-7	452.45	1.50	302	100.00
-6	441.95	2.07	213	97.68
-5	250.45	3.08	81	55.35
-4	23.75	0.16	150	5.25
-3	13.01	0.04	316	2.87
-2	8.85	0.26	34	1.96
-1	6.41	0.03	205	1.42
0	4.26	0.09	46	0.94
1	2.92	0.05	55	0.65
2	1.93	0.03	77	0.43
3	1.25	0.02	57	0.28
4	0.82	0.02	44	0.18
5	0.55	0.02	32	0.12
6	0.36	0.01	25	0.08
7	0.24	0.01	18	0.05
8	0.17	0.02	9	0.04
9	0.12	0.02	6	0.03
10	0.09	0.03	3	0.02
11	0.06	0.02	4	0.01
12	0.06	0.02	4	0.01
13	0.05	0.02	3	0.01
14	0.03	0.01	3	0.01
15	0.03	0.03	1	0.01
16	0.01	0.02	1	0.00
17	0.01	0.02	0	0.00
18	-0.01	0.02	1	0.00
19	0.01	0.01	0	0.00
20	-0.01	0.02	0	0.00

Lampiran 7

DATA STATISTIK MENGGUNAKAN TUNGSTEN

(pers. gelombang di mm; mean pengukuran di μm)

Pers. Gelombang	Mean Pengukuran	Standart Deviasi	S/N	%	Pers. Gelombang	Mean Pengukuran	Standart Deviasi	S/N	%
7	4.24	0.11	39	96.41	347	-0.02	0.02	1	0.50
12	0.58	0.01	85	13.13	352	-0.04	0.03	1	0.99
17	0.11	0.01	71	2.41	357	-0.02	0.02	1	0.35
22	0.05	0.00	9	0.88	362	0.02	0.03	1	-0.46
27	-0.01	0.02	1	-0.32	367	-0.03	0.01	2	-0.77
30	-0.01	0.01	1	-0.27	372	-0.02	0.02	1	0.55
37	0.01	0.02	1	0.32	377	-0.02	0.01	2	0.52
42	-0.03	0.01	2	-0.64	382	-0.01	0.03	0	-0.27
47	-0.03	0.02	1	-0.57	387	0.02	0.03	1	-0.96
50	0.01	0.01	1	0.27	392	-0.02	0.02	1	-0.48
57	-0.03	0.01	3	-0.77	397	-0.03	0.01	3	0.77
62	-0.01	0.03	0	-0.25	402	-0.03	0.01	2	0.58
67	0.00	0.02	0	-0.05	407	-0.02	0.02	1	-0.34
72	-0.02	0.03	1	-0.30	412	-0.01	0.02	0	-0.16
77	0.03	0.02	1	0.64	417	-0.02	0.01	2	-0.35
82	-0.03	0.02	1	-0.61	422	-0.04	0.01	3	0.92
87	-0.02	0.02	1	-0.43	427	-0.03	0.02	1	-0.57
82	-0.02	0.01	2	-0.43	432	-0.02	0.02	1	-0.43
87	-0.02	0.00	1	0.48	437	-0.01	0.02	1	-0.27
102	-0.02	0.01	2	-0.50	442	0.02	0.01	1	0.41
107	-0.01	0.02	1	-0.25	447	0.01	0.02	0	0.14
112	-0.02	0.02	1	0.52	452	0.02	0.02	1	0.48
117	-0.01	0.01	1	-0.30	457	0.01	0.02	0	0.15
122	-0.04	0.02	3	-0.88	462	-0.01	0.02	0	-0.14
127	-0.03	0.02	1	-0.57	467	-0.01	0.02	1	-0.27
132	0.02	0.02	1	0.34	472	0.01	0.01	2	0.32
137	0.03	0.01	3	0.64	477	0.02	0.02	1	0.43
142	-0.01	0.02	1	-0.30	482	0.04	0.01	3	0.84
147	-0.04	0.02	2	-0.86	487	0.02	0.02	1	1.02
152	-0.03	0.03	1	-0.59	492	0.10	0.01	9	2.23
157	-0.03	0.02	2	-0.73	497	0.15	0.02	7	3.46
162	-0.02	0.01	2	-0.55	502	0.20	0.02	10	4.55
167	-0.01	0.02	0	-0.23	507	0.25	0.03	8	5.02
172	-0.02	0.02	1	-0.34	512	0.32	0.02	20	7.44
177	-0.04	0.03	1	-0.89	517	0.40	0.02	20	8.01
182	-0.04	0.02	2	-0.86	522	0.48	0.02	27	10.44
187	-0.02	0.02	2	-0.55	527	0.55	0.03	22	12.63
192	-0.02	0.02	2	-0.50	532	0.65	0.02	27	14.04
197	-0.03	0.00	1	-0.57	537	0.73	0.03	24	16.58
202	-0.02	0.03	1	-0.36	542	0.81	0.03	25	18.45
207	-0.04	0.02	2	-0.86	547	0.92	0.02	42	21.00
212	-0.02	0.01	2	0.48	552	1.02	0.02	59	23.12
217	-0.02	0.02	1	-0.41	557	1.09	0.04	29	24.87
222	-0.04	0.02	2	-0.98	562	1.15	0.03	38	25.17
227	-0.03	0.02	2	-0.61	567	1.27	0.02	55	28.90
232	-0.02	0.03	1	-0.52	572	1.30	0.02	50	30.85
237	0.05	0.07	1	1.09	577	1.49	0.03	49	32.92
242	-0.03	0.03	1	-0.66	582	1.58	0.02	97	36.25
247	-0.02	0.01	3	-0.55	587	1.70	0.02	50	38.73
252	-0.03	0.03	1	-0.61	592	1.81	0.03	72	41.21
257	-0.02	0.05	1	0.55	597	1.94	0.04	47	44.15
262	0.04	0.01	3	0.86	602	2.02	0.02	115	48.26
267	-0.03	0.02	1	-0.61	607	2.13	0.01	155	48.44
272	-0.04	0.01	3	-0.93	612	2.19	0.04	60	49.92
277	-0.01	0.02	0	0.25	617	2.28	0.03	76	51.90
282	-0.04	0.01	3	-0.84	622	2.41	0.02	97	54.88
287	-0.01	0.02	1	-0.30	627	2.51	0.02	106	57.09
292	-0.01	0.01	1	-0.16	632	2.68	0.04	67	58.89
297	-0.03	0.03	1	-0.61	637	2.85	0.02	150	60.89
302	0.02	0.02	1	0.48	642	2.79	0.03	90	63.25
307	-0.01	0.01	1	-0.20	647	2.75	0.04	65	62.64
312	-0.02	0.02	1	-0.55	652	2.85	0.05	55	65.42
317	-0.02	0.02	1	-0.52	657	2.95	0.03	110	67.17
322	0.03	0.01	2	0.67	662	3.01	0.03	82	68.42
327	0.01	0.02	0	0.18	667	3.13	0.03	118	71.17
332	0.02	0.02	1	-0.50	672	3.18	0.05	68	72.42
337	-0.04	0.02	2	-0.68	677	3.30	0.03	120	75.02
342	-0.03	0.02	2	-0.59	682	3.36	0.02	194	77.02

DATA STATISTIK MENGGUNAKAN TUNGSTEN

(par) gelombang di/nm, mean pengukuran di/nm²

Par	Gelombang	Mean Pengukuran	Standart Deviasi	S/N	%	Par	Gelombang	Mean Pengukuran	Standart Deviasi	S/N	%
687		3.41	0.05	70	77.52	762		4.03	0.02	189	91.57
692		3.73	0.06	50	84.91	767		4.40	0.03	54	100.00
697		3.88	0.03	138	86.44	772		4.28	0.01	404	67.30
702		3.84	0.01	418	87.42	777		4.20	0.04	105	95.45
707		3.89	0.02	160	88.53	782		4.20	0.05	88	95.54
712		3.67	0.02	227	87.89	787		4.18	0.01	362	85.11
717		3.88	0.01	307	88.37	792		4.12	0.01	306	83.74
722		3.89	0.06	83	88.49	797		4.06	0.02	260	82.38
727		4.01	0.01	364	91.22	802		3.86	0.02	204	90.60
732		4.00	0.02	235	91.09	807		3.96	0.02	198	89.96
737		3.97	0.02	165	90.33	812		3.93	0.03	135	89.35
742		4.09	0.02	260	92.47	817		3.85	0.02	213	88.44
747		4.09	0.02	258	92.95	822		3.87	0.02	187	87.64
752		3.94	0.09	42	89.74	827		3.85	0.01	388	87.51
757		4.00	0.02	254	91.00						



Lampiran 8

DATA STATISTIK PENGUKURAN MENGGUNAKAN LASER

(panj. gelombang dim rim, mean dim: mV)

Pani	Gelombang	Data Laser				Pani	Gelombang	Data Laser			
		Mean	Standart Deviasi	S/N	%			Mean	Standart Deviasi	S/N	%
607	-0.01	0.00	4	-0.02	657	0.01	0.01	1	0.01		
608	-0.01	0.00	3	-0.02	658	0.25	0.50	1	0.38		
609	-0.01	0.00	4	-0.02	659	-0.01	0.01	1	-0.01		
610	-0.01	0.01	2	-0.01	660	-0.01	0.01	2	-0.01		
611	0.00	0.00	1	0.00	661	-0.01	0.00	2	-0.02		
612	0.00	0.00	1	0.00	662	-0.01	0.00	2	-0.02		
613	0.00	0.00	1	0.00	663	-0.01	0.00	2	-0.02		
614	0.00	0.00	1	0.00	664	-0.01	0.00	2	-0.02		
615	0.00	0.00	1	0.00	665	-0.01	0.00	2	-0.02		
616	0.00	0.00	1	0.00	666	-0.01	0.00	2	-0.02		
617	0.01	0.01	3	0.02	667	-0.01	0.00	2	-0.02		
618	0.02	0.00	6	0.03	668	-0.01	0.00	2	-0.02		
619	0.03	0.00	7	0.05	669	-0.01	0.00	2	-0.02		
620	0.12	0.01	9	0.18	670	-0.01	0.00	2	-0.02		
621	0.22	0.01	18	0.34	671	-0.01	0.00	2	-0.02		
622	0.30	0.01	32	0.48	672	-0.01	0.00	2	-0.02		
623	1.12	0.02	74	1.71	673	-0.01	0.00	2	-0.02		
624	0.45	0.01	55	0.69	674	-0.01	0.00	2	-0.02		
625	0.26	0.02	14	0.40	675	-0.01	0.00	2	-0.02		
626	0.21	0.01	22	0.33	676	-0.01	0.00	2	-0.02		
627	0.27	0.01	27	0.41	677	-0.01	0.00	2	-0.02		
628	0.27	0.01	46	0.41	678	-0.01	0.00	2	-0.02		
629	0.49	0.01	51	0.75	679	-0.01	0.00	2	-0.02		
630	0.63	0.01	42	0.97	680	-0.01	0.00	2	-0.02		
631	1.71	0.04	39	2.62	681	-0.01	0.00	2	-0.02		
632	45.65	1.53	30	69.93	682	-0.01	0.00	2	-0.02		
633	65.28	1.31	50	100.00	683	-0.01	0.00	2	-0.02		
634	10.07	0.49	21	15.43	684	-0.01	0.00	2	-0.02		
635	2.91	0.17	17	4.45	685	-0.01	0.00	2	-0.02		
636	0.91	0.02	43	1.39	686	-0.01	0.00	2	-0.02		
637	0.60	0.01	73	0.92	687	-0.01	0.00	2	-0.02		
638	0.30	0.01	37	0.46	688	-0.01	0.00	2	-0.02		
639	0.26	0.00	52	0.39	689	-0.01	0.00	2	-0.02		
640	0.28	0.01	21	0.42	690	-0.01	0.00	2	-0.02		
641	0.14	0.01	17	0.21	691	-0.01	0.00	2	-0.02		
642	0.11	0.01	11	0.16	692	-0.01	0.00	2	-0.02		
643	0.08	0.01	13	0.11	693	-0.01	0.00	2	-0.02		
644	0.03	0.01	5	0.04	694	-0.01	0.00	2	-0.02		
645	0.01	0.01	3	0.02	695	-0.01	0.00	2	-0.02		
646	0.01	0.01	3	0.02	696	-0.01	0.00	2	-0.02		
647	0.01	0.00	4	0.02	697	-0.01	0.00	2	-0.02		
648	0.01	0.00	4	0.02	698	-0.01	0.00	2	-0.02		
649	0.01	0.00	4	0.02	699	-0.01	0.00	2	-0.02		
650	0.01	0.00	4	0.02	700	-0.01	0.00	2	-0.02		
651	0.01	0.00	4	0.02	701	-0.01	0.00	2	-0.02		
652	0.01	0.00	4	0.02	702	-0.01	0.00	2	-0.02		
653	0.01	0.00	4	0.02	703	-0.01	0.00	2	-0.02		
654	0.01	0.00	4	0.02	704	-0.01	0.00	2	-0.02		
655	0.01	0.01	2	0.01	705	-0.01	0.00	2	-0.02		
656	0.01	0.01	2	0.01	706	-0.01	0.00	2	-0.02		
					707	-0.01	0.00	2	-0.02		

Lampiran 9

DATA STATISTIK PENGUKURAN MENGGUNAKAN FILTER

Parti. Geombang	Filter			Tidak Pasak			Molah			Kuring			Ilau			panj. Gekembang dlm nm. mean dlm mV.				
	Mean	Standart Deviasi	S/N	%	Mean	Standart Deviasi	S/N	%2	Mean	Standart Deviasi	S/N	%	Mean	Standart Deviasi	S/N	%5	Mean	Standart Deviasi	S/N	%10
307	0.03	0.01	4	0.08	0.00	0.01	5	0.20	0.01	3	0.05	0.02	3	0.27	0.03	3	0.27	0.03	3	10.11
312	0.02	0.01	2	0.08	0.00	0.01	4	0.18	0.02	2	0.08	0.01	2	0.23	0.03	3	0.23	0.03	3	9.83
317	0.03	0.02	2	0.12	0.00	0.01	4	0.18	0.03	2	0.09	0.02	2	0.32	0.02	2	0.32	0.02	4	9.13
322	0.03	0.00	7	0.12	0.02	0.01	4	0.18	0.03	8	0.10	0.01	3	0.23	0.03	3	0.23	0.03	4	9.03
327	0.03	0.00	7	0.12	0.02	0.01	2	0.18	0.01	3	0.06	0.01	3	0.23	0.03	3	0.23	0.03	5	9.93
332	0.02	0.01	2	0.07	0.03	0.01	3	0.19	0.01	3	0.06	0.01	3	0.23	0.03	3	0.23	0.03	5	9.83
337	0.03	0.01	6	0.10	0.02	0.01	2	0.14	0.01	3	0.06	0.01	3	0.23	0.03	3	0.23	0.03	6	9.93
342	0.03	0.00	6	0.10	0.02	0.01	2	0.15	0.02	4	0.06	0.01	3	0.23	0.03	3	0.23	0.03	5	9.93
347	0.03	0.00	6	0.10	0.02	0.01	2	0.18	0.02	4	0.06	0.01	3	0.23	0.03	3	0.23	0.03	5	9.93
352	0.03	0.00	6	0.10	0.02	0.01	2	0.19	0.02	4	0.06	0.01	4	0.20	0.03	3	0.20	0.03	6	9.83
357	0.03	0.00	6	0.10	0.02	0.01	2	0.14	0.01	3	0.05	0.02	3	0.23	0.03	3	0.23	0.03	8	10.75
362	0.03	0.00	8	0.10	0.02	0.00	4	0.13	0.02	2	0.17	0.01	2	0.23	0.03	3	0.23	0.03	9	10.75
367	0.03	0.00	9	0.10	0.02	0.01	3	0.11	0.04	3	0.15	0.01	3	0.23	0.03	3	0.23	0.03	8	10.75
372	0.03	0.00	9	0.10	0.02	0.01	3	0.13	0.03	10	0.20	0.01	10	0.23	0.03	3	0.23	0.03	9	10.75
377	0.03	0.00	6	0.10	0.02	0.01	2	0.14	0.03	11	0.21	0.01	11	0.23	0.03	3	0.23	0.03	8	10.75
382	0.03	0.00	7	0.12	0.02	0.01	2	0.14	0.05	11	0.19	0.02	11	0.23	0.03	3	0.23	0.03	8	10.75
387	0.03	0.00	7	0.12	0.02	0.00	2	0.14	0.05	10	0.20	0.04	10	0.23	0.03	3	0.23	0.03	6	10.75
392	0.04	0.01	6	0.13	0.02	0.01	3	0.18	0.06	11	0.19	0.03	11	0.23	0.03	3	0.23	0.03	5	9.93
402	0.04	0.00	6	0.14	0.02	0.01	4	0.19	0.05	11	0.19	0.02	11	0.23	0.03	3	0.23	0.03	3	4.52
407	0.04	0.00	10	0.15	0.03	0.01	4	0.19	0.05	11	0.19	0.01	11	0.23	0.03	2	0.36	0.01	3	4.52
412	0.04	0.00	12	0.14	0.02	0.01	4	0.19	0.05	10	0.17	0.02	10	0.23	0.03	3	0.23	0.03	3	4.52
417	0.06	0.00	8	0.15	0.03	0.01	4	0.18	0.05	10	0.17	0.02	10	0.23	0.03	4	0.32	0.01	3	4.52
422	0.06	0.01	11	0.19	0.02	0.01	2	0.14	0.04	8	0.15	0.02	8	0.23	0.03	4	0.32	0.02	4	6.32
427	0.06	0.01	13	0.20	0.03	0.01	2	0.13	0.05	8	0.15	0.02	8	0.23	0.03	4	0.32	0.02	4	6.32
432	0.07	0.01	12	0.20	0.03	0.01	2	0.13	0.05	8	0.15	0.02	8	0.23	0.03	2	0.41	0.02	4	6.32
437	0.07	0.01	15	0.26	0.02	0.01	4	0.13	0.03	7	0.12	0.01	7	0.23	0.03	4	0.45	0.03	4	8.03
442	0.06	0.00	20	0.28	0.02	0.00	5	0.16	0.03	5	0.10	0.01	5	0.23	0.03	3	0.23	0.03	7	8.77
447	0.06	0.00	19	0.33	0.02	0.00	5	0.16	0.03	5	0.10	0.01	5	0.23	0.03	3	0.23	0.03	3	9.48
452	0.13	0.01	21	0.38	0.02	0.00	3	0.16	0.02	2	0.03	0.02	2	0.34	0.03	6	0.34	0.03	3	9.48
457	0.13	0.01	22	0.45	0.02	0.00	5	0.18	0.02	2	0.06	0.01	2	0.23	0.03	3	0.23	0.03	3	9.48
462	0.12	0.01	24	0.44	0.02	0.00	3	0.11	0.02	2	0.06	0.02	2	0.36	0.03	2	0.36	0.03	3	9.48
467	0.13	0.01	25	0.48	0.02	0.00	3	0.18	0.01	3	0.06	0.01	3	0.20	0.03	5	0.20	0.03	3	9.48
472	0.14	0.01	27	0.50	0.02	0.01	4	0.13	0.02	4	0.06	0.02	4	0.20	0.03	5	0.20	0.03	6	15.35
477	0.16	0.00	33	0.59	0.03	0.01	4	0.19	0.02	2	0.07	0.02	2	0.41	0.04	2	0.41	0.04	12	22.58
482	0.20	0.01	33	0.59	0.03	0.01	5	0.20	0.05	2	0.07	0.02	2	0.59	0.07	7	0.59	0.07	11	23.69
487	0.28	0.01	48	0.89	0.03	0.01	4	0.18	0.04	7	0.12	0.03	7	0.68	0.08	4	0.68	0.08	15	29.80
492	0.36	0.02	17	1.30	0.02	0.01	6	0.16	0.04	6	0.13	0.06	6	1.40	0.09	6	1.40	0.09	17	29.80
497	0.49	0.01	93	1.77	0.02	0.01	5	0.16	0.05	11	0.21	0.13	11	2.35	0.09	16	2.35	0.09	19	33.41
502	0.63	0.02	27	2.27	0.02	0.01	4	0.15	0.03	15	0.31	0.23	15	4.08	0.11	20	4.08	0.11	21	36.83
507	0.79	0.01	136	2.84	0.02	0.00	3	0.11	0.14	15	0.51	0.30	15	5.42	0.11	21	5.42	0.11	23	40.64
512	0.97	0.01	132	3.51	0.05	0.01	4	0.16	0.23	18	0.83	0.42	18	7.54	0.11	44	7.54	0.11	22	40.64
										13	1.51	0.55	13	9.94	0.11	54	9.94	0.11	21	36.83

DATA STATISTIK PENGUKURAN MENGGUNAKAN FILTER

Panj. Celubangs	Filter	Tidak Peleka			Merah			Kuning			Hijau			Biru				
		Mean	Standart Deviasi	S/N	%	Mean	Standart Deviasi	S/N	%	Mean	Standart Deviasi	S/N	%	Mean	Standart Deviasi	S/N		
517	1.24	0.02	65	4.47	0.02	2	0.18	0.60	0.01	47	2.16	0.67	34	12.10	0.10	0.00	21	37.03
522	1.46	0.01	117	6.34	0.02	5	0.16	0.94	0.00	31	3.03	0.78	155	14.13	0.06	0.00	19	33.41
527	1.63	0.02	107	6.60	0.03	6	0.20	1.13	0.01	173	3.55	0.98	41	17.61	0.28	0.00	17	29.80
532	2.22	0.01	172	8.00	0.03	5	0.20	1.42	0.02	75	3.13	1.05	74	16.97	0.28	0.01	13	27.09
537	2.51	0.01	307	6.07	0.02	2	0.16	1.75	0.01	218	3.35	1.12	75	20.16	0.38	0.00	13	22.68
542	2.85	0.01	306	10.87	0.02	3	0.15	2.14	0.01	151	7.73	1.20	93	21.58	0.08	0.01	10	18.67
547	3.41	0.01	264	12.30	0.02	5	0.18	2.55	0.01	312	9.21	1.37	110	22.84	0.04	0.00	8	15.35
552	3.91	0.01	656	13.75	0.02	2	0.14	2.92	0.01	305	10.54	1.32	67	23.53	0.04	0.00	9	15.35
557	4.23	0.02	285	16.28	0.03	4	0.19	3.27	0.02	192	11.62	1.35	104	24.29	0.04	0.01	7	13.55
562	4.72	0.01	578	17.05	0.02	2	0.16	3.74	0.02	205	13.61	1.48	25	26.37	0.04	0.01	7	13.55
567	5.42	0.01	393	19.58	0.02	3	0.11	4.24	0.08	185	17.38	1.56	39	26.13	0.04	0.01	7	13.55
572	6.07	0.04	143	21.72	0.02	2	0.13	4.81	0.02	155	17.38	1.54	315	26.58	0.03	0.00	8	10.75
577	6.76	0.02	305	24.41	0.01	3	0.06	5.39	0.10	55	13.55	1.64	151	25.14	0.03	0.00	9	10.75
582	7.42	0.01	775	26.79	0.01	3	0.05	6.21	0.11	55	22.43	1.45	87	23.12	0.03	0.00	6	10.75
587	8.17	0.03	263	29.50	0.02	2	0.14	6.93	0.02	317	23.93	1.28	266	27.73	0.03	0.00	8	10.75
592	8.94	0.02	472	32.28	0.01	1	0.47	7.25	0.05	135	26.18	1.17	67	21.04	0.03	0.00	6	10.75
597	9.71	0.01	1199	35.06	0.25	3	1.81	7.80	0.13	80	23.75	1.22	53	21.05	0.02	0.01	5	11.35
602	10.39	0.01	828	37.52	0.66	0	4.77	8.15	0.01	576	26.44	1.17	90	21.04	0.03	0.01	5	11.35
607	11.16	0.01	1115	40.33	1.56	0	11.25	8.31	0.02	344	31.09	1.06	82	18.19	0.04	0.01	5	11.35
612	12.00	0.02	574	46.33	2.71	0.02	125	19.68	9.48	428	34.25	0.85	90	15.35	0.04	0.01	8	12.84
617	12.91	0.02	745	48.92	3.76	0.02	221	27.33	10.54	273	39.95	0.88	71	12.33	0.00	0.00	7	11.74
622	13.85	0.05	264	50.18	4.62	0.01	799	33.34	10.75	231	39.97	0.88	45	11.96	0.02	0.00	7	11.74
627	14.81	0.02	686	53.50	5.24	0.01	548	37.99	11.32	394	40.88	0.84	112	10.16	0.03	0.00	7	11.74
632	15.59	0.01	1557	56.26	5.73	0.04	139	41.36	11.60	170	42.85	0.59	41	9.26	0.02	0.00	7	11.74
637	16.43	0.04	416	59.34	6.19	0.01	758	44.72	12.42	399	44.85	0.61	59	6.49	0.03	0.00	7	11.74
642	17.43	0.03	583	62.67	6.59	0.02	387	47.61	13.52	14	48.64	0.47	47	8.08	0.03	0.00	7	11.74
647	18.38	0.02	1207	65.40	6.83	0.00	1355	49.33	13.93	263	49.89	0.45	47	8.08	0.03	0.00	7	11.74
652	19.00	0.01	1984	68.63	7.15	0.02	498	51.66	14.22	151	50.83	0.44	44	7.66	0.04	0.00	6	12.84
657	19.65	0.02	1310	73.97	7.27	0.01	828	55.87	15.00	895	51.83	0.43	86	7.90	0.04	0.00	5	16.35
662	20.46	0.02	924	74.21	7.74	0.01	938	57.27	15.45	187	54.19	0.43	67	7.91	0.05	0.00	11	16.97
667	21.66	0.02	1270	78.33	7.68	0.01	828	57.27	15.45	982	56.79	0.42	44	7.93	0.09	0.01	17	31.61
672	22.55	0.02	1191	81.45	8.32	0.01	668	60.13	16.07	941	58.06	0.40	35	7.22	0.24	0.01	49	87.60
677	23.42	0.02	1434	84.00	8.45	0.01	1463	61.01	16.66	266	60.26	0.39	49	7.04	0.72	0.01	71	259.25
682	24.17	0.01	1709	87.31	9.80	0.02	515	63.90	17.22	577	62.20	0.30	31	7.00	1.67	0.04	47	304.17
687	24.87	0.01	1758	89.64	9.19	0.01	1829	66.41	17.87	123	63.81	0.36	30	6.62	3.12	0.14	22	1126.18
692	25.38	0.02	1231	91.67	9.13	0.02	527	65.63	19.13	380	65.39	0.37	63	6.59	5.04	0.02	266	1921.55
697	25.99	0.02	1172	93.66	9.01	0.02	574	70.88	19.53	189	68.93	0.37	24	6.64	7.41	0.10	71	2674.98
702	26.12	0.03	935	94.24	10.05	0.01	1231	72.61	19.26	139	69.55	0.37	74	6.73	8.90	0.04	212	3274.12
707	26.55	0.02	1543	95.20	10.26	0.03	410	74.14	19.20	142	69.36	0.42	51	7.59	11.27	0.06	239	4072.07
712	26.75	0.02	1636	96.53	10.84	0.07	162	78.32	19.04	574	68.76	0.50	35	9.03	13.06	0.02	389	4716.69
717	27.29	0.02	1106	97.82	12.05	0.00	457	87.04	19.36	269	68.92	0.74	39	13.32	13.20	0.02	440	4766.55

panj. Celubangs dim cm; mean abm mv

DATA STATISTIK PENGUKURAN MENGGUNAKAN FILTER

Panj. Gelombang	Filter			Tidak Pakai			Merah			Kuning			Hijau			Biru					
	Mean	Standard Deviasi	S/N	%	Mean	Standard Deviasi	S/N	%	Mean	Standard Deviasi	S/N	%	Mean	Standard Deviasi	S/N	%	Mean	Standard Deviasi	S/N	%	
722	27.54	0.01	1636	89.49	12.93	0.03	466	92.88	20.00	0.08	340	72.24	1.08	66	13.48	14.03	0.00	2907	808.08	0.00	
727	27.68	0.03	664	100.00	13.21	0.02	539	95.44	19.77	0.03	593	71.40	1.57	02	29.27	16.01	0.12	135	5782.83	0.12	
732	27.89	0.02	1244	89.08	13.80	0.05	306	99.87	19.49	0.08	258	70.41	2.04	45	38.85	16.50	0.02	702	5583.85	0.02	
737	27.40	0.02	1678	93.98	14.39	0.01	1503	103.95	19.98	0.03	628	70.02	3.01	67	34.41	16.28	0.09	214	5080.87	0.09	
742	27.12	0.07	408	87.98	14.82	0.04	396	107.07	16.15	0.07	271	60.18	4.34	115	78.30	15.81	0.04	380	5711.15	0.04	
747	25.72	0.04	613	96.51	14.81	0.02	904	137.74	18.80	0.02	993	67.90	5.59	003	130.99	16.06	0.04	397	5628.12	0.04	
752	28.05	0.04	620	84.06	14.89	0.04	312	106.11	17.84	0.04	408	64.46	7.38	008	132.89	15.26	0.04	390	5518.73	0.04	
757	25.29	0.04	570	91.34	14.82	0.02	705	104.78	17.64	0.05	324	63.73	9.79	003	139.97	14.78	0.20	76	5349.83	0.20	
762	24.72	0.02	1028	89.28	14.15	0.03	461	102.23	17.29	0.08	278	62.46	10.07	003	141.89	14.27	0.15	85	5153.89	0.15	
767	24.35	0.01	1635	87.85	13.88	0.02	723	98.82	17.07	0.02	917	61.43	11.51	007	174	207.94	14.05	0.04	330	5073.90	0.04
772	23.77	0.02	988	86.66	13.02	0.02	788	99.37	16.51	0.11	148	60.63	12.87	006	181	228.89	15.09	0.01	389	5051.83	0.01
777	23.08	0.05	475	83.98	12.93	0.03	378	93.38	15.84	0.30	53	57.22	13.41	004	318	242.12	13.68	0.01	967	4841.75	0.01
782	22.38	0.03	851	80.65	12.53	0.04	36	90.49	15.73	0.21	74	86.62	13.92	004	345	249.52	13.92	0.05	295	4038.90	0.05
787	21.42	0.01	1428	77.37	12.17	0.04	339	87.91	14.80	0.02	674	53.84	13.93	004	358	251.90	12.73	0.04	364	4589.48	0.04
792	20.58	0.07	307	74.37	11.74	0.01	2082	84.78	14.18	0.03	506	61.21	13.97	008	173	232.29	11.86	0.04	287	4321.32	0.04
797	19.87	0.01	3441	71.76	11.46	0.03	432	82.82	13.30	0.47	28	48.04	13.70	003	252	247.49	11.54	0.09	135	4188.89	0.09
802	18.92	0.04	501	88.34	10.73	0.01	829	77.52	12.78	0.09	138	48.16	13.54	002	207	244.80	10.65	0.08	133	3820.35	0.08
807	17.81	0.00	3582	64.33	10.22	0.30	54	73.82	12.30	0.07	189	44.42	13.01	003	451	234.90	10.27	0.02	894	3709.02	0.02
812	17.10	0.02	792	61.77	9.54	0.03	332	69.94	11.50	0.11	101	41.54	12.70	006	283	230.97	9.77	0.07	136	3533.02	0.07
817	16.33	0.04	442	56.07	9.07	0.01	782	65.49	11.18	0.02	580	40.39	12.32	001	871	222.52	8.68	0.04	282	3673.66	0.04
822	15.68	0.02	818	56.63	8.71	0.03	255	52.89	10.72	0.05	230	38.71	12.08	002	483	218.23	8.60	0.08	120	3488.86	0.08
827	15.02	0.02	813	54.28	8.41	0.17	50	60.74	10.34	0.05	182	37.34	11.55	003	385	208.82	8.16	0.05	152	3316.17	0.05

panj. Gelombang dm mm, mean dbm/mV



Lampiran 10

DATA STATISTIK PENGUKURAN MENGGUNAKAN OFFSET

Parti Geombang	0%				2%				5%				10%			
	Mean	Standart Deviasi	S/N	%	Mean	Standart Deviasi	S/N	%	Mean	Standart Deviasi	S/N	%	Mean	Standart Deviasi	S/N	%
307	-0.02	0.01	3	-0.15	0.38	17	2.48	0.96	0.00	197	6.37	1.97	6.37	0.01	340	12.75
312	-0.02	0.01	2	-0.13	0.39	20	2.50	0.99	0.00	199	6.41	1.97	6.41	0.01	305	12.75
317	-0.04	0.02	2	-0.23	0.35	35	2.24	0.93	0.01	171	6.38	1.97	6.38	0.01	340	12.75
322	-0.03	0.01	3	-0.20	0.35	22	2.34	0.99	0.01	171	6.38	1.96	6.38	0.01	205	12.73
327	-0.03	0.01	3	-0.17	0.36	21	2.35	0.99	0.01	197	6.41	1.97	6.41	0.01	393	12.76
332	-0.02	0.01	3	-0.16	0.38	29	2.43	0.99	0.01	171	6.39	1.97	6.39	0.01	205	12.76
337	-0.03	0.01	3	-0.18	0.37	22	2.38	0.99	0.01	171	6.39	1.97	6.39	0.01	340	12.75
342	-0.02	0.01	3	-0.15	0.36	39	2.45	0.99	0.00	196	6.41	1.97	6.41	0.01	340	12.75
347	-0.02	0.01	3	-0.19	0.37	21	2.37	0.93	0.01	171	6.38	1.96	6.38	0.01	392	12.73
352	-0.02	0.01	3	-0.15	0.35	20	2.45	0.99	0.00	198	6.41	1.97	6.41	0.01	393	12.76
357	-0.03	0.02	1	-0.19	0.35	30	2.27	1.00	0.01	104	6.47	1.97	6.37	0.01	340	12.75
362	-0.03	0.01	3	-0.21	0.36	17	2.32	0.99	0.01	76	6.39	1.96	6.39	0.01	392	12.73
367	-0.03	0.01	4	-0.17	0.37	18	2.42	0.96	0.01	103	6.37	1.97	6.37	0.01	393	12.75
372	-0.02	0.01	3	-0.15	0.36	12	2.43	0.99	0.00	196	6.41	1.97	6.41	0.00	394	12.75
377	-0.03	0.01	4	-0.15	0.36	76	2.45	0.98	0.00	197	6.37	1.97	6.37	0.01	197	12.75
382	-0.03	0.02	2	-0.20	0.35	25	2.27	0.99	0.02	45	6.41	1.97	6.41	0.03	76	12.78
387	-0.03	0.01	3	-0.18	0.37	18	2.42	0.98	0.00	157	6.37	1.95	6.37	0.01	133	12.72
392	-0.02	0.01	2	-0.16	0.36	29	2.35	0.99	0.01	104	6.44	1.97	6.44	0.01	354	12.80
397	-0.02	0.01	3	-0.12	0.38	40	2.49	0.99	0.01	197	6.41	1.97	6.41	0.01	394	12.80
402	-0.02	0.01	3	-0.12	0.36	27	2.47	0.99	0.00	196	6.41	1.98	6.41	0.01	198	12.81
407	-0.02	0.01	3	-0.13	0.35	47	2.47	0.99	0.00	195	6.41	1.97	6.41	0.01	205	12.80
412	-0.02	0.01	2	-0.13	0.35	30	2.42	0.99	0.01	197	6.41	1.96	6.41	0.00	395	12.83
417	-0.02	0.01	3	-0.11	0.38	77	2.46	0.99	0.01	158	6.44	1.97	6.44	0.01	306	12.80
422	-0.02	0.01	3	-0.11	0.38	75	2.45	0.99	0.01	188	6.44	1.99	6.44	0.00	396	12.83
427	-0.01	0.01	1	-0.09	0.38	47	2.47	1.00	0.01	122	6.49	1.99	6.49	0.01	396	12.86
432	-0.01	0.01	1	-0.05	0.39	41	2.55	1.00	0.01	122	6.49	1.99	6.49	0.01	344	12.88
437	0.00	0.00	1	-0.03	0.40	31	2.56	1.01	0.02	49	6.57	1.99	6.57	0.01	397	12.89
442	0.00	0.00	1	0.02	0.41	41	2.63	1.01	0.02	52	6.62	2.00	6.62	0.03	400	12.95
447	0.03	0.00	13	0.20	0.43	45	2.77	1.03	0.02	73	6.70	2.03	6.70	0.04	45	13.19
452	0.03	0.00	15	0.19	0.43	96	2.77	1.03	0.01	69	6.70	2.03	6.70	0.04	45	13.19
457	0.03	0.01	4	0.18	0.42	44	2.71	1.03	0.02	179	6.71	2.01	6.71	0.01	402	13.06
462	0.02	0.01	2	0.14	0.42	51	2.72	1.04	0.01	126	6.66	2.02	6.66	0.01	349	13.07
467	0.02	0.01	3	0.14	0.42	26	2.71	1.03	0.01	74	6.75	2.02	6.75	0.01	404	13.12
472	0.03	0.01	4	0.19	0.43	17	2.77	1.04	0.01	110	6.96	2.04	6.96	0.01	250	13.23
477	0.05	0.01	7	0.31	0.45	47	2.90	1.05	0.01	217	7.06	2.08	7.06	0.01	164	13.35
482	0.08	0.01	7	0.51	0.45	64	3.15	1.09	0.01	45	7.36	2.12	7.36	0.01	142	13.77
487	0.13	0.01	15	0.67	0.55	18	3.54	1.14	0.03	127	7.50	2.18	7.50	0.01	217	14.11
492	0.20	0.02	11	1.29	0.60	63	3.91	1.22	0.01					0.01		

DATA STATISTIK PENGUKURAN MENGGUNAKAN OFFSET

(panj. gelombang dim nm; mean dlm mV)

Panj. Gelombang	0%				2%				5%				10%			
	Mean	Standart Deviasi	S/N	%	Mean	Standart Deviasi	S/N	%	Mean	Standart Deviasi	S/N	%	Mean	Standart Deviasi	S/N	%
497	0,26	0,02	18	1,61	0,70	0,01	120	4,51	1,28	0,02	98	8,32	2,26	0,00	452	14,85
502	0,39	0,02	21	2,54	0,82	0,01	81	5,29	1,39	0,02	64	9,02	2,37	0,01	237	15,34
507	0,54	0,02	26	3,51	0,97	0,01	36	6,25	1,55	0,01	120	10,02	2,52	0,01	195	15,32
512	0,69	0,03	22	4,44	1,13	0,00	226	7,31	1,66	0,04	41	10,77	2,67	0,02	112	17,39
517	0,83	0,05	17	5,71	1,26	0,01	233	8,79	1,84	0,03	70	11,52	2,85	0,01	228	18,47
522	1,07	0,04	26	6,96	1,53	0,01	121	9,91	2,05	0,05	42	13,32	3,04	0,01	372	19,72
527	1,32	0,04	30	8,55	1,78	0,02	104	11,53	2,31	0,00	462	14,87	3,27	0,01	430	21,21
532	1,54	0,03	46	9,97	1,98	0,04	50	12,86	2,62	0,02	114	16,36	3,51	0,01	351	22,74
537	1,78	0,03	59	11,54	2,21	0,02	107	14,32	2,75	0,05	54	17,81	3,78	0,02	160	24,54
542	2,05	0,03	51	13,32	2,49	0,02	156	16,17	3,05	0,01	306	19,82	4,01	0,04	102	26,02
547	2,41	0,05	50	15,61	2,87	0,03	90	18,84	3,39	0,02	195	21,96	4,36	0,01	308	26,29
552	2,78	0,10	29	19,01	3,31	0,01	263	21,49	3,72	0,01	295	24,12	4,70	0,01	575	30,49
557	3,14	0,12	26	20,36	3,71	0,02	157	24,09	4,04	0,07	55	26,21	5,07	0,01	492	32,69
562	3,50	0,15	24	22,72	4,11	0,02	199	26,58	4,39	0,02	232	29,45	5,41	0,01	1091	35,98
567	3,90	0,16	25	25,31	4,02	0,01	302	29,34	4,80	0,02	320	31,15	5,78	0,01	603	37,48
572	4,28	0,18	23	27,79	4,94	0,02	261	32,06	5,15	0,07	77	33,41	6,16	0,03	185	35,95
577	4,75	0,18	27	30,85	5,41	0,03	181	35,08	5,53	0,02	246	36,55	6,52	0,02	382	42,92
582	5,10	0,19	27	33,08	5,77	0,11	52	37,40	5,95	0,10	68	38,52	6,99	0,01	541	45,32
587	5,61	0,14	39	36,36	6,21	0,06	109	40,27	6,52	0,07	199	42,30	7,49	0,01	595	48,56
592	6,07	0,15	42	39,95	6,67	0,03	42	43,29	6,98	0,02	335	45,25	7,95	0,02	420	51,59
597	6,47	0,14	47	41,94	7,05	0,04	158	45,75	7,42	0,03	218	48,12	8,33	0,07	119	54,01
602	6,97	0,14	49	45,22	7,57	0,03	288	49,09	7,91	0,02	463	51,33	8,83	0,02	360	57,26
607	7,43	0,20	37	48,19	8,11	0,04	193	52,60	8,35	0,04	215	54,15	8,23	0,03	314	59,85
612	7,94	0,25	32	51,50	8,69	0,03	301	56,34	8,82	0,05	172	57,24	9,71	0,03	325	62,98
617	8,49	0,27	32	55,10	9,19	0,09	100	59,80	9,55	0,04	220	61,94	10,14	0,05	222	65,62
622	8,88	0,37	24	57,50	9,73	0,13	73	63,11	9,85	0,03	264	63,90	10,41	0,06	189	67,55
627	9,45	0,34	28	61,35	10,23	0,03	310	66,72	10,43	0,07	152	67,69	11,05	0,01	1353	71,59
632	9,69	0,35	29	64,13	10,73	0,04	256	69,71	10,83	0,03	383	70,26	11,48	0,02	469	74,49
637	10,35	0,38	27	67,18	11,24	0,05	202	72,89	11,33	0,03	343	73,49	11,91	0,05	249	77,23
642	10,75	0,35	31	69,82	11,61	0,06	185	75,34	11,72	0,11	107	76,05	12,35	0,02	494	80,14
647	11,30	0,24	47	73,34	12,24	0,16	73	78,58	12,21	0,03	394	79,23	13,07	0,50	26	84,76
652	11,69	0,35	33	75,94	12,51	0,14	67	81,18	12,71	0,16	81	82,42	13,25	0,04	396	85,98
657	12,15	0,44	28	79,85	13,06	0,03	377	84,73	13,21	0,02	773	85,88	13,60	0,10	133	88,20
662	12,55	0,35	36	81,45	13,34	0,04	345	86,53	13,63	0,02	747	88,43	14,10	0,01	1092	91,44
667	12,98	0,41	32	84,24	13,84	0,09	153	89,76	14,07	0,03	471	91,26	14,45	0,02	659	93,74
672	13,35	0,45	30	85,68	14,28	0,06	236	92,64	14,41	0,03	257	93,49	14,79	0,02	592	95,97
677	13,67	0,30	46	89,26	14,34	0,13	106	93,02	14,67	0,01	1165	95,16	15,22	0,03	577	98,74
682	13,96	0,41	34	90,57	14,88	0,07	202	95,50	14,94	0,05	311	96,89	15,47	0,03	258	100,38

DATA STATISTIK PENBUKURAN MENGGUNAKAN OFFSET

(panj. gelombang dim.nm. mean d.t.r. m.v)

Panj. Gelombang	2%				5%				10%							
	Mean	Standar Deviasi	S/N	%	Mean	Standar Deviasi	S/N	%	Mean	Standar Deviasi	S/N	%				
587	14.29	0.38	38	92.71	15.16	0.56	239	95.46	15.24	0.06	159	98.99	15.65	0.04	371	102.94
592	14.57	0.43	34	94.60	15.55	0.43	36	100.92	15.43	0.03	463	100.07	16.12	0.03	561	104.60
597	14.75	0.40	37	95.65	15.68	0.35	304	101.72	15.84	0.07	238	101.43	15.32	0.05	311	105.89
702	14.88	0.45	33	97.20	15.99	0.38	193	103.70	15.87	0.06	203	102.94	16.50	0.08	212	107.01
707	15.20	0.55	28	99.60	16.34	0.56	255	105.89	16.05	0.04	425	104.11	16.61	0.05	365	107.76
712	15.19	0.32	47	99.57	16.02	0.34	392	103.93	16.13	0.03	367	104.63	16.84	0.04	396	105.22
717	15.34	0.34	46	99.51	16.15	0.07	241	104.76	16.35	0.05	357	105.06	16.92	0.07	236	109.79
722	15.35	0.32	47	99.56	16.16	0.04	384	104.61	16.32	0.09	167	105.89	16.96	0.02	929	110.03
727	15.41	0.33	47	99.96	16.23	0.03	491	105.28	16.39	0.06	262	105.30	17.02	0.03	570	110.43
732	15.39	0.23	67	99.80	16.07	0.16	100	104.27	16.37	0.02	758	106.20	17.11	0.02	772	110.99
737	15.41	0.20	78	100.09	16.07	0.06	172	104.27	16.36	0.02	693	105.25	17.19	0.02	634	111.54
742	15.32	0.21	72	99.37	15.99	0.02	1096	103.75	16.29	0.17	56	105.67	17.07	0.03	572	110.76
747	15.26	0.21	73	99.98	15.94	0.04	422	103.43	16.19	0.02	660	105.00	17.04	0.05	356	110.56
752	15.17	0.25	62	99.44	15.91	0.04	420	103.16	16.10	0.03	547	104.45	16.92	0.01	1344	105.75
757	15.07	0.18	66	97.76	15.72	0.07	240	101.95	15.97	0.07	230	103.62	16.92	0.01	2072	109.77
762	14.51	0.30	49	94.11	14.49	0.12	117	93.97	15.72	0.04	354	101.55	16.72	0.09	193	109.46
767	14.36	0.36	40	93.13	14.25	0.03	475	92.41	15.55	0.07	233	100.55	16.66	0.06	275	109.08
772	14.13	0.23	61	91.66	14.20	0.10	146	92.14	15.30	0.01	1874	99.26	16.28	0.05	297	105.63
777	13.91	0.14	99	90.26	14.18	0.03	456	91.96	14.88	0.13	111	95.39	15.11	0.02	774	104.48
782	13.55	0.14	90	88.74	13.69	0.04	397	90.06	14.80	0.03	478	95.00	15.76	0.04	426	102.21
787	13.35	0.15	85	86.61	13.53	0.03	515	87.79	14.50	0.04	327	94.04	15.42	0.14	108	100.05
792	13.00	0.11	123	84.32	13.27	0.06	172	86.05	14.12	0.02	637	91.62	15.01	0.03	567	97.35
797	12.55	0.22	59	81.41	12.66	0.15	83	82.10	13.77	0.01	919	85.32	14.63	0.08	192	94.98
802	12.30	0.17	74	79.78	12.49	0.03	474	90.95	13.46	0.05	287	87.47	14.33	0.04	359	92.98
807	11.96	0.10	115	77.75	12.24	0.02	600	79.41	13.03	0.04	305	84.52	14.09	0.02	677	91.36
812	11.75	0.17	73	76.24	11.92	0.01	2064	77.30	12.89	0.02	545	83.54	13.65	0.01	1446	89.84
817	11.48	0.19	62	74.44	11.64	0.02	355	75.50	12.69	0.06	196	82.34	13.50	0.05	233	87.50
822	11.20	0.24	47	72.84	11.25	0.04	268	73.20	12.46	0.05	240	80.65	13.25	0.04	356	85.94
827	10.82	0.32	34	70.20	10.75	0.14	76	69.92	12.13	0.00	2426	76.68	12.96	0.11	119	84.06

PNZ0300, PNZ300F

Silicon PIN Photodiodes

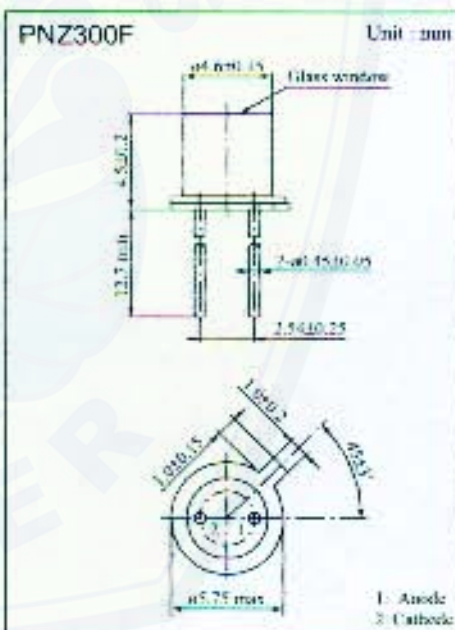
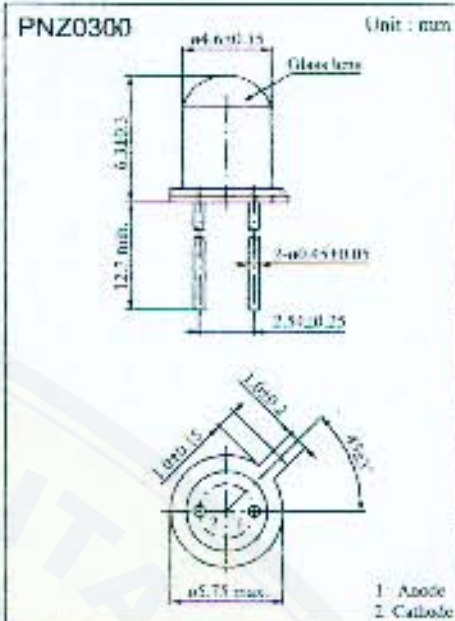
For optical control systems

■ Features

- Fast response which is well suited to high speed modulated light detection
- Wide spectral sensitivity
- Low dark current and low noise
- Good photo current linearity and wide dynamic sensitivity
- Narrow directivity (PNZ0300)
- Wide directivity (PNZ300F)

■ Absolute Maximum Ratings (Ta = 25°C)

Parameter	Symbol	Rating	Unit
Reverse voltage (DC)	V_R	50	V
Power dissipation	P_D	100	mW
Operating ambient temperature	T_{op}	-25 to +85	°C
Storage temperature	T_{stg}	-30 to +100	°C

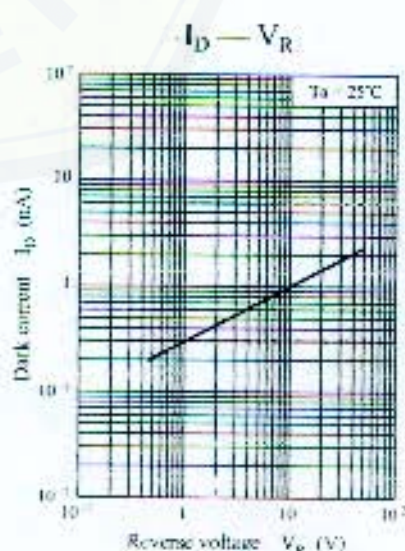
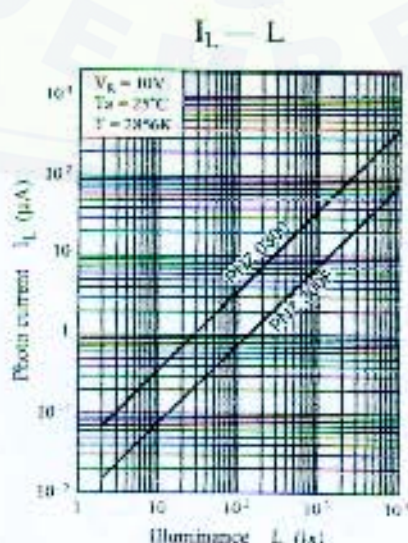
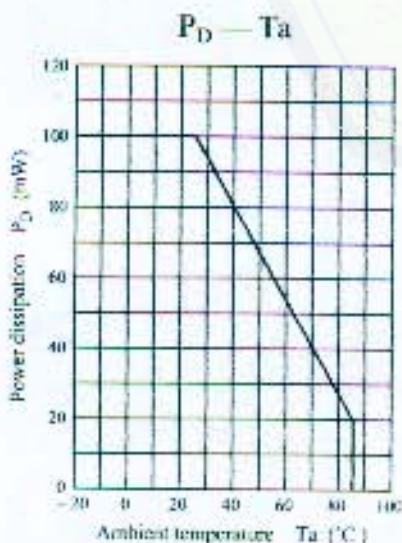
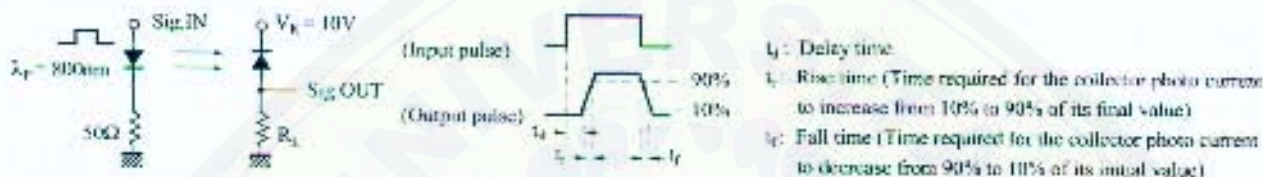


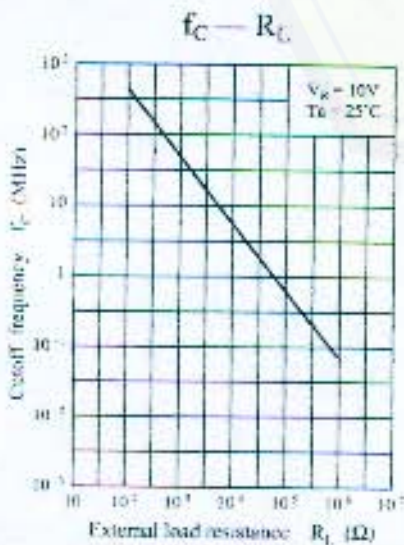
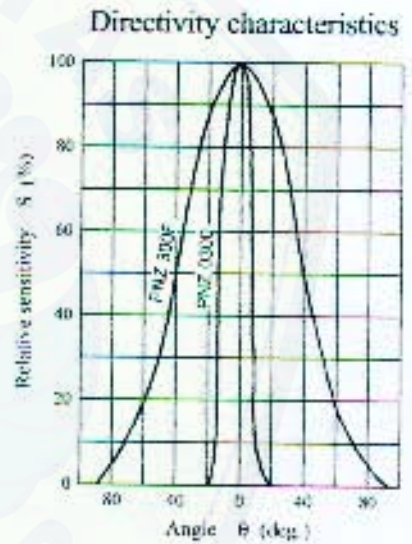
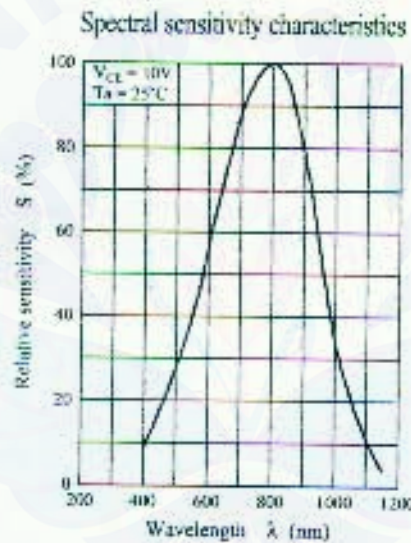
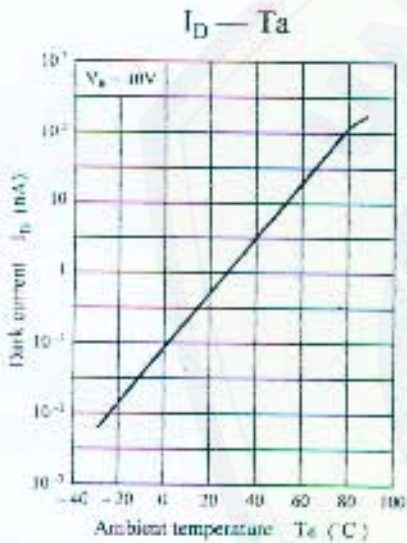
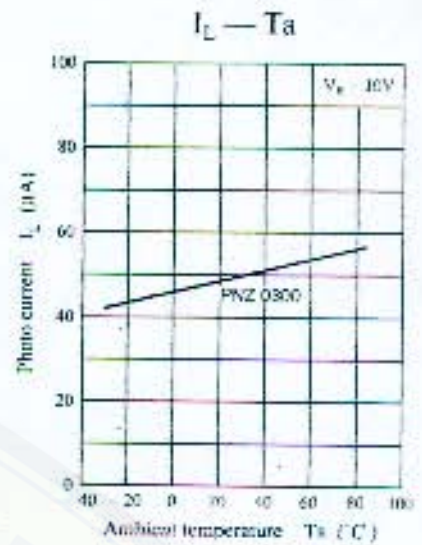
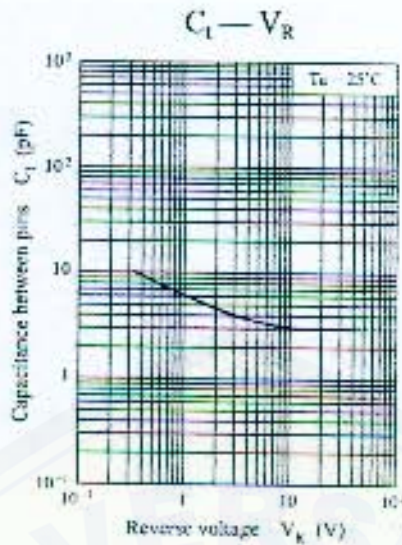
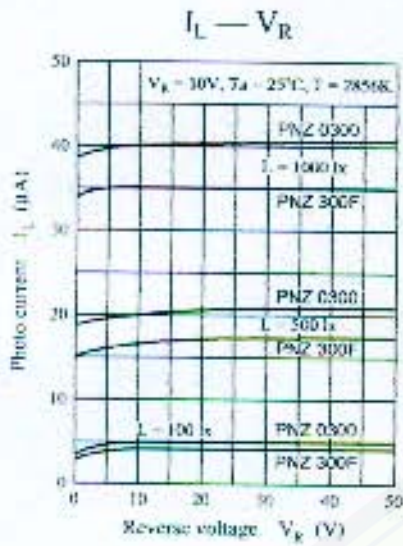
■ Electro-Optical Characteristics (Ta = 25°C)

Parameter	Symbol	Conditions	min	typ	max	Unit
Dark current	I_D	$V_R = 10V$		0.1	10	nA
Photo current	PNZ0300	$V_R = 10V, L = 1000 \text{ lx}^*$	30	55		μA
	PNZ300F		5	7		μA
Peak sensitivity wavelength	λ_p	$V_R = 10V$		800		nm
Response time	t_r, t_f^{**}	$V_R = 20V, R_L = 50\Omega$		3		ns
Capacitance between pins	C_j	$V_R = 10V, f = 1\text{MHz}$		7		pF
Acceptance half angle	PNZ0300	θ	Measured from the optical axis to the half power point		10	deg.
	PNZ300F		40	deg.		

*1 Measurements were made using a tungsten lamp (color temperature T = 2856K) as a light source.

**2 Switching time measurement circuit





SURAT KETERANGAN

Dengan ini mahasiswa :

Nama : Benny Afandi
NIM : 981810201041
Jurusan : Fisika
Judul skripsi : Karakteristik Spektrum Sumber Radiasi Untuk Spektroskopi
Sinar Tampak
Tanggal ujian : 20 Januari 2005

Telah selesai melaksanakan perbaikan (revisi) skripsi sesuai dengan ketentuan sidang ujian. Selanjutnya mahasiswa tersebut di atas dapat menggandakan dan membendel hasil karya tulis ilmiah sesuai aturan skripsi.

Demikian surat ini dibuat untuk dipergunakan sebaik-baiknya.

Tim penguji

Ketua

Prof. Drs. Agus Subekti, M.Sc., Ph.D.
NIP 131 412 121

Sekretaris

Agung Tj. Nugroho, S.Si., M.Phil.
NIP 132 085 972

Penguji I

Drs. Bambang Kuswandi, M.Sc., Ph.D.
NIP 132 094 129

Penguji II

Dra. Nanik Yulianti, M.Si.
NIP 132 162 508