



KKC
KK
337.94
Amf
a

LAPORAN PENELITIAN
DIK SUPLEMEN UNIVERSITAS AIRLANGGA
TAHUN ANGGARAN 1999/2000

ANALISIS PENGARUH PANJANG GELOMBANG CAHAYA TERHADAP FOTOKONDUKTIVITAS POLI (N-VINIL KARBAZOL)

Peneliti :

Ir. AMINATUN, M.Si.
DYAH HIKMAWATI, S.Si.,M.Si.
KHUSNUL AIN, S.T.

3000 076013141

LEMBAGA PENELITIAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Dibiayai oleh : Dana DIK Suplemen Universitas Airlangga
SK Rektor Nomor : 9171/J03/PG/1999
Tanggal 23 September 1999
Nomor urut : 31

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS AIRLANGGA

Februari, 2000

Cholies Zaini f
30 355 372

RINGKASAN

ANALISIS PENGARUH PANJANG GELOMBANG CAHAYA TERHADAP FOTOKONDUKTIVITAS POLI (N-VINIL KARBAZOL)

(Aminatun, Dyah Hikmawati dan Khusnul 'ain, 2000, 39 halaman)

Penelitian ini dilakukan untuk menjawab permasalahan (1) apakah kecepatan putar motor spin-coater mempengaruhi ketebalan lapisan tipis PVK yang dihasilkan, (2) bagaimana pengaruh ketebalan lapisan tipis terhadap fotokonduktivitas PVK dan (3) bagaimana pengaruh antara panjang gelombang cahaya dengan nilai fotokonduktivitas PVK.

Tujuan penelitian ini adalah (1) mengetahui hubungan antara kecepatan putar motor spin-coater dengan ketebalan lapisan tipis PVK yang dihasilkan, (2) mengetahui pengaruh ketebalan lapisan tipis PVK terhadap fotokonduktivitasnya dan (3) mengetahui pengaruh panjang gelombang cahaya yang mengenai sampel terhadap nilai fotokonduktivitas PVK.

Langkah-langkah penelitian, yang pertama adalah mengambil 100 mg PVK kemudian dilarutkan dalam aquades sambil dipanaskan sampai volume larutan tinggal 2,5 ml. Larutan yang dihasilkan harus berwarna bening, kental, dan lengket. Larutan didiamkan sebentar sampai gelembung udaranya hilang. Selanjutnya larutan tersebut dilapiskan pada substrat yang sekaligus berfungsi sebagai elektroda tembaga terbuat dari PCB ukuran 6,5 cm x 2,5 cm. Proses pelapisan dilakukan dengan menggunakan alat spin-coater yaitu alat pembuat lapisan tipis dengan cara pemutaran. Dalam penelitian ini digunakan 3 variasi kecepatan motor spin-coater yaitu 1978 rpm, 3040 rpm dan 3630 rpm masing-masing dengan lama pemutaran 5 menit. Selanjutnya sampel lapisan tipis yang dihasilkan diukur ketebalannya, kemudian dilakukan uji XRD dan selanjutnya diukur arusfotonya dalam berbagai panjang gelombang cahaya.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketebalan lapisan tipis PVK yang dibuat dengan teknik spin-coating dipengaruhi oleh kecepatan putar motor spin-coater. Dengan kecepatan motor 1978 rpm diperoleh ketebalan lapisan tipis PVK 15,927 μm , 3040 rpm menghasilkan 14,126 μm dan 3630 rpm menghasilkan 14,018 μm . Dari hasil XRD puncak PVK muncul pada sudut $2\theta = 22,8^\circ$ sedangkan ketebalan lapisan tipis PVK menurunkan intensitas relatif dari substrat. Ketebalan lapisan tipis PVK berpengaruh pada harga fotokonduktivitas PVK, semakin tebal lapisannya semakin kecil harga fotokonduktivitasnya (untuk cahaya biru : ketebalan 14,018 μm menghasilkan fotokonduktivitas $6,20 \times 10^{-10} \Omega^{-1} \text{m}^{-1}$; 14,126 μm menghasilkan fotokonduktivitas $2,31 \times 10^{-10} \Omega^{-1} \text{m}^{-1}$ dan ketebalan 15,927 μm menghasilkan fotokonduktivitas $2,19 \times 10^{-10} \Omega^{-1} \text{m}^{-1}$. Hasil pengukuran arusfoto dalam berbagai panjang gelombang cahaya menunjukkan bahwa arusfoto naik dengan turunnya panjang gelombang. Arusfoto naik maka akan menaikkan fotokonduktivitas. Panjang gelombang cahaya yang mengenai sampel PVK juga memberikan pengaruh pada harga fotokonduktivitas PVK, panjang gelombang cahaya berbanding terbalik dengan fotokonduktivitas, semakin kecil panjang gelombang cahaya yang mengenai sampel PVK maka semakin besar fotokonduktivitasnya (untuk ketebalan 14,018 μm ; cahaya biru menghasilkan fotokonduktivitas $6,20 \times 10^{-10} \Omega^{-1} \text{m}^{-1}$, cahaya hijau menghasilkan fotokonduktivitas $4,69 \times 10^{-10} \Omega^{-1} \text{m}^{-1}$, cahaya kuning menghasilkan fotokonduktivitas $3,77 \times 10^{-10} \Omega^{-1} \text{m}^{-1}$ dan cahaya merah menghasilkan fotokonduktivitas $3,15 \times 10^{-10} \Omega^{-1} \text{m}^{-1}$.

Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa (1) kecepatan putar motor spin-coater berpengaruh pada ketebalan lapisan tipis yang dihasilkan, semakin besar kecepatan putar semakin tipis lapisan yang dihasilkan, (2) ketebalan lapisan tipis PVK berpengaruh pada harga fotokonduktivitas PVK, semakin tebal lapisannya semakin kecil harga fotokonduktivitasnya dan (3) panjang gelombang cahaya yang mengenai sampel PVK juga memberikan pengaruh pada harga fotokonduktivitas PVK, panjang gelombang cahaya berbanding terbalik dengan fotokonduktivitas, semakin kecil panjang gelombang cahaya yang mengenai sampel PVK maka semakin besar fotokonduktivitasnya.

Beberapa saran yang dapat diberikan agar penelitian ini memberikan hasil yang lebih optimal adalah (1) sebaiknya panjang gelombang cahaya ditentukan besarnya dengan alat spektrometer, (2) untuk memisahkan panjang gelombang pada range yang lebih kecil diperlukan motor stepper. Sebagai saran pengembangan dalam rangka untuk meningkatkan fotokonduktivitas PVK sesuai aplikasinya maka perlu dilakukan penelitian lanjutan yaitu dengan memberikan doping akseptor elektron dan memberikan perlakuan annealing guna meningkatkan derajat kristalinitasnya.

(L.P. fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Airlangga;
No. Kontrak 795 / JO3.2 / PG/ 1999; 23 September 1999)

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Allah SWT. yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga laporan hasil penelitian yang berjudul “Analisis Pengaruh Panjang Gelombang Cahaya Terhadap Fotokonduktivitas Poli (N-vinilkarbazol)” dapat terselesaikan .

Peneliti menyadari bahwa penelitian ini masih jauh dari kesempurnaan oleh karenanya koreksi dan saran sangat kami harapkan khususnya kepada para penguji dan pembaca sekalian.

Pada kesempatan ini peneliti ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Ketua Lembaga Penelitian Universitas Airlangga, yang telah memberikan kesempatan dan fasilitas penelitian;
2. Dekan Fakultas MIPA Universitas Airlangga, yang telah memberikan kesempatan dan fasilitas penelitian;
3. Ketua Jurusan Fisika FMIPA Universitas Airlangga;
4. Semua pihak yang telah membantu kelancaran penelitian.

Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat.

Surabaya, April 2000

Peneliti

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR IDENTITAS DAN PENGESAHAN	ii
RINGKASAN	iii
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Permasalahan	1
1.2. Rumusan Masalah	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1. Fenomena Fotokonduktivitas	3
2.2. Dinamika Fotokonduktivitas	5
2.3. Polimer Fotokonduktiv	8
BAB III TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	11
3.1. Tujuan Penelitian	11
3.2. Manfaat Penelitian	11
BAB IV METODE PENELITIAN	12
4.1. Waktu dan Tempat Penelitian	12
4.2. Bahan dan Peralatan Penelitian	12
4.3. Prosedur Penelitian	13
4.3.1. Pembuatan alat spin-coater	13
4.3.2. Pembuatan lapisan tipis PVK	16
4.3.2.1. Pembuatan substrat	16
4.3.2.2. Pelarutan PVK	17
4.3.2.3. Pelapisan larutan PVK	18
4.3.3. Pengambilan data	18
4.4. Analisis Data	21
4.4.1. Pengukuran satu variabel	21
4.4.2. Ralat Perhitungan	21
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	23
5.1. Hasil Penelitian	23
5.2. Pembahasan	32
5.2.1. Pengaruh kecepatan putar terhadap ketebalan lapisan tipis PVK	32

5.2.2. Pengaruh ketebalan lapisan tipis PVK terhadap harga fotokonduktivitasnya	35
5.2.3. Pengaruh panjang gelombang cahaya terhadap fotokonduktivitas PVK	35
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	37
6.1. Kesimpulan	37
6.2. Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN	41

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 5.1. Spesifikasi ketiga sampel lapisan tipis PVK	23
Tabel 5.2. Arusfoto untuk ketiga sampel dalam berbagai panjang gelombang	27
Tabel 5.3. Harga fotokonduktivitas PVK dalam berbagai panjang gelombang	28

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 4.1. Spin – coater	13
Gambar 4.2. Rangkaian elektronik counter digital	15
Gambar 4.3. Rangkaian elektronik variac	16
Gambar 4.4. Substrat film PVK	17
Gambar 4.5. Rangkaian eksperimen untuk merekam grafik Arus/tegangan lapisan tipis PVK	19
Gambar 5.1. Grafik hubungan antara ketebalan lapisan tipis PVK terhadap kecepatan motor	24
Gambar 5.2. Hasil uji XRD untuk sampel B	25
Gambar 5.3. Hasil uji XRD untuk sampel C	26
Gambar 5.4. Grafik hubungan antara fotokonduktivitas PVK dengan panjang gelombang cahaya	30
Gambar 5.5. Grafik hubungan antara fotokonduktivitas PVK dengan ketebalannya	31

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1 : Hasil data XRD sampel PVK serbuk (Alimi et al., 1996)	40
Lampiran 2 : Hasil data XRD untuk sampel Cu	41

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Permasalahan

Poli (N- vinil karbazol) yang biasa disingkat PVK atau PVCa adalah salah satu fotokondutor organik . Sejuah ini diketahui bahwa PVK mempunyai harga fotokonduktivitas yang cukup tinggi di antara polimer fotokondktiv yang lain. Mobilitasnya pada medan $4 \times 10^5 \text{ V cm}^{-1}$ adalah $1,4 \times 10^{-7} \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ (Stofka, 1978).

Mengingat pentingnya bahan fotokondutor tersebut perlu kiranya diadakan penelitian guna melengkapi informasi tentang sifat-sifat fisis PVK yang saat ini dinilai masih sangat kurang. Untuk tujuan ini sudah dilakukan penelitian sebelumnya yaitu tentang pengaruh intensitas cahaya terhadap nilai fotokonduktivitas PVK (Aminatun, 1999) dan pengaruh pemberian doping Na_2SO_4 dan Na_2CO_3 terhadap nilai fotokonduktivitas PVK (Aminatun, 1998). Dari beberapa jurnal telah dilakukan penelitian untuk meningkatkan derajat kekristalan PVK yaitu dengan memberikan doping yodin dan perlakuan annealing (Safoula, 1996). Untuk melengkapi informasi tentang sifat-sifat fisis PVK maka akan dilakukan penelitian tentang pengaruh panjang gelombang cahaya terhadap nilai fotokonduktivitas PVK.

Secara teori nilai fotokonduktivitas sangat bergantung pada panjang gelombang cahaya yang digunakan. Semakin kecil panjang gelombang cahaya yang mengenai sampel berarti semakin besar energi kinetik yang dipunyai sampel sehingga akan diperoleh elektron yang tereksitasi dari pita valensi ke pita konduksi semakin banyak. Dengan demikian nilai fotokonduktivitasnya akan semakin besar (Sze, 1985).

Pembuatan lapisan tipis PVK dilakukan dengan teknik spin-coating yaitu teknik pelapisan dengan pemutaran. Dengan memvariasi kecepatan putar maka akan dihasilkan ketebalan lapisan tipis yang berbeda-beda pula. Hal ini dilakukan karena ketebalan lapisan tipis mempengaruhi nilai fotokonduktivitas suatu bahan. Oleh karenanya dalam penelitian ini akan dicoba dengan membuat ketebalan lapisan tipis yang berbeda-beda untuk mengetahui seberapa besar pengaruhnya terhadap fotokonduktivitas PVK.

Fotokonduktor PVK ini mempunyai banyak aplikasi antara lain dapat digunakan sebagai bahan fotokonduktor film holografi yaitu teknik perekaman optik yang menghasilkan citra tiga dimensi. Selain itu dapat pula dipakai sebagai bahan fotokonduktor untuk xeroc-copy.

1.2. Rumusan Masalah :

Berdasarkan latar belakang penelitian tersebut di atas maka peneliti merumuskan beberapa masalah sebagai berikut.

1. Apakah kecepatan putar motor spin-coater mempengaruhi ketebalan lapisan tipis PVK yang dihasilkan ?
2. Bagaimana pengaruh ketebalan lapisan tipis terhadap fotokonduktivitas PVK ?
3. Bagaimana pengaruh panjang gelombang cahaya terhadap nilai fotokonduktivitas PVK ?

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Fenomena Fotokonduktivitas

Fotokonduktivitas dalam zat padat sebagai suatu gejala yang dinyatakan oleh kenaikan nilai konduktivitas disebabkan oleh adanya radiasi. Fenomena fotokonduktivitas meliputi proses penyerapan radiasi, fotogenerasi pembawa muatan, aliran pembawa karena medan listrik yang diterapkan, berhentinya pembawa muatan pada tempat yang disebut trapping, menghilangnya pembawa muatan dari trap dan akhirnya proses rekombinasi pembawa menuju keadaan dasar.

Bila suatu fotokonduktor disinari dengan cahaya atau radiasi foton maka akan menghasilkan kenaikan populasi pembawa muatan bebas pada saat tertentu dan menghasilkan aliran arus ekstra karena pengaruh medan listrik yang diterapkan. Kenaikan populasi pembawa muatan bebas tersebut disebabkan karena adanya interaksi foton dengan bahan yang dapat terjadi dengan berbagai macam cara. Penyerapan foton tunggal untuk dapat memindahkan elektron secara "langsung" dari pita valensi ke pita konduksi sehingga memberikan pasangan elektron-lubang, dengan demikian konsentrasi pembawa muatan akan naik.

Di atas telah disebutkan bahwa fotokonduktivitas dalam zat padat didefinisikan sebagai kenaikan konduktivitas disebabkan adanya radiasi. Besarnya penyerapan radiasi pada bahan padat dinyatakan oleh g_0 pembawa / $\text{cm}^3 \cdot \text{s}$. Rapat pembawa muatan dalam keadaan setimbang (sebelum dihubungkan dengan rangkaian) diberikan oleh :

$$n_0 = g_0 \tau \dots\dots\dots(2.1)$$

dengan τ adalah waktu hidup rekombinasi yaitu selang waktu antara terjadinya fotogenerasi pembawa muatan sampai hilangnya pembawa tersebut karena rekombinasi.

Sedangkan $s_0 = \frac{\eta I}{L}$ dengan I adalah intensitas penyerapan total radiasi (foton/cm²s), η adalah efisiensi kuantum (QE) yaitu jumlah pembawa yang dihasilkan per penyerapan foton dan L adalah tebal film (Stolka, 1978).

Konduktivitas yang ditimbulkan karena radiasi dinyatakan oleh persamaan

$$\sigma = n_0 e \mu \dots\dots\dots(2.2)$$

dengan e adalah muatan elektron dan μ adalah mobilitas hanyut.

Dengan mensubstitusi n_0 dari Persamaan (2.1) ke Persamaan (2.2) maka diperoleh :

$$\begin{aligned} \sigma &= g_0 \tau e \mu \\ &= \left(\frac{\eta I}{L} \right) \tau e \mu \dots\dots\dots(2.3) \end{aligned}$$

Konduktivitas ini memberikan gambaran adanya distribusi pembawa muatan dalam bahan (Stolka, 1978).

Pada saat bahan diberi potensial listrik, maka pada bahan akan mengalir arus listrik. Arus (perubahan rapat muatan) yang ditimbulkan oleh penyinaran, menurut persamaan (2.3) merupakan arus pembawa dengan parameter η , τ dan μ . Ketiga parameter tersebut merupakan parameter dasar fotokonduktiv.

2.2. Dinamika Fotokonduktivitas

Ada dua macam mekanisme yang menyebabkan arus mengalir yaitu :

- (1). arus mengalir disebabkan oleh berjalannya partikel bermuatan karena adanya medan listrik yang diterapkan ,disebut arus hanyut (arus drift)
- (2). arus mengalir disebabkan oleh perbedaan konsentrasi pembawa muatan dari satu titik ke titik yang lain walaupun tanpa ada medan listrik luar , disebut arus difusi.

Jadi arus yang disebabkan oleh elektron diberikan oleh :

$$J_n = e \mu_n n E + eD_n \frac{dn}{dx} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana suku pertama dari ruas kanan menyatakan arus drift dan suku kedua menyatakan arus difusi. Di samping itu rapat elektron n memenuhi persamaan kontinuitas, yaitu :

$$\frac{\partial \Delta n}{\partial t} + \frac{1}{e} (\nabla \cdot J_n) = G - \frac{\Delta n}{\tau_n} \dots\dots\dots(2.5)$$

Dalam ruas kanan G adalah kecepatan pembentukan pasangan dan $\Delta n/\tau_n$ adalah kehilangan pasangan bila berada di atas rapat elektron dalam kesetimbangan termal. Persamaan yang serupa untuk lubang juga berlaku. Untuk itu dalam persamaan (2.4) dan (2.5) indeks n diganti dengan p. Apabila kita mengabaikan difusi maka persamaan kontinuitas menjadi :

$$\frac{\partial \Delta n}{\partial t} = G - \frac{\Delta n}{\tau_n} \dots\dots\dots(2.6)$$

Suku G menyatakan kecepatan pembentukan pasangan oleh penyinaran dan suku kedua $\Delta n/\tau_n$ adalah kecepatan rekombinasi termal. Besar G oleh penyinaran diberikan oleh :

$$G = \frac{\alpha \eta I}{h \omega} \dots\dots\dots(2.7)$$

dimana α koefisien absorpsi (prosentase foton disetop) , η adalah efisiensi kuantum yaitu prosentase foton yang menghasilkan elektron, $I/h\omega$ adalah banyaknya foton dalam sinar yang datang.

Hilangnya pembawa dalam semikonduktor di samping karena aliran ke luar pembawa dari suatu daerah juga karena adanya proses rekombinasi yaitu proses bergabungnya elektron dan lubang kemudian hilang setelah menghamburkan energi.

Konduktivitas diberikan oleh :

$$\sigma_o = e (\mu_n n_o + \mu_p p_o) \dots\dots\dots(2.8)$$

Oleh penyinaran rapat elektron n dan rapat lubang p akan naik berturut-turut menjadi $n + \Delta n$ dan $p + \Delta p$ sehingga konduktivitas tanpa penyinaran yang semula σ_o akan menjadi $\sigma_s + \Delta \sigma$ di mana :

$$\Delta \sigma = e (\mu_n \Delta n + \mu_p \Delta p) \dots\dots\dots(2.9)$$

Secara eksperimen fotokonduktivitas PVE dapat dihitung dengan menggunakan rumus hukum Ohm :

$$\sigma_{ph} = \frac{I_{ph} L}{A V} \dots\dots\dots(2.10)$$

dengan ketentuan σ_{ph} , I_{ph} , A , L dan V masing-masing adalah fotokonduktivitas sampel, arus foto, luas permukaan sampel yang dikenai cahaya, tebal sampel dan tegangan bias yang diberikan.

Syarat agar terjadi eksitasi elektron dari pita valensi ke pita konduksi adalah energi foton ($h\nu$) yang diberikan harus lebih besar dari energi gapnya (E_g).

$$h\nu > E_g$$

$$h \frac{c}{\lambda} > E_g$$

$$\lambda < \frac{hc}{E_g} \dots\dots\dots(2.11)$$

Jadi panjang gelombang yang diberikan harus memenuhi persamaan di atas (Sze, 1985).

Nilai fotokonduktivitas sangat bergantung pada panjang gelombang cahaya yang digunakan. Semakin kecil panjang gelombang cahaya yang mengenai sampel berarti semakin besar energi kinetik yang dipunyai sampel sehingga akan diperoleh elektron yang tereksitasi dari pita valensi ke pita konduksi semakin banyak. Dengan demikian nilai fotokonduktivitasnya akan semakin besar (Sze, 1985).

2.3. Polimer Fotokonduktif

Seperti telah dijelaskan dalam pasal 2.1 bahwa fenomena fotokonduktivitas salah satunya meliputi fotogenerasi pembawa muatan dan transport pembawa muatan karena pengaruh medan listrik yang diterapkan. Kedua proses di atas dapat menerangkan kualitas intrinsik polimer khususnya dalam daerah UV. Jika polimer mempunyai kemampuan yaitu memproduksi pembawa muatan sekaligus mentransportnya maka polimer tersebut disebut fotokonduktor. Selain itu pembawa dapat dibangkitkan dalam suatu bahan yang berbatasan dengan bahan yang lain kemudian diinjeksikan menuju polimer. Polimer yang demikian bukan disebut fotokonduktor tetapi mirip konduktor elektronik atau disebut juga polimer yang berfungsi sebagai media transport pembawa. Tetapi di banyak literatur istilah fotokonduktor sering digunakan walaupun polimer tersebut secara jelas hanya berfungsi sebagai media transport. Klasifikasi polimer ke dalam dua istilah di atas dikaitkan dengan panjang gelombang yang dipakai.

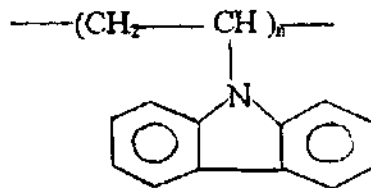
Ditinjau dari strukturnya polimer fotokonduktif dibagi menjadi tiga kelompok (Blythe, 1979) :

1. Polimer dengan derajat konjugasi yang tinggi pada rantai utamanya. Polimer ini pada umumnya bersifat fotokonduktor dalam spektrum daerah tampak.
2. Polimer dengan gugus aromatik polimukdir besar dengan sistem H besar. Polimer ini bersifat fotokonduktif dalam range UV, sedangkan di luar range UV hanya bersifat sebagai media transport pembawa.

3. Polimer yang mengandung substitusi gugus amina aromatik yang dapat tersusun dalam banyak konfigurasi. Polimer golongan ini bersifat fotokonduktif dalam spektrum daerah tampak.

Ditinjau dari segi strukturnya, poli (N- vinil karbazol) adalah contoh dari polimer fotokonduktif yang mengandung gugus arilamino (tergolong kelompok ketiga).

Poli (N-vinil karbazol) atau PVK mempunyai rumus bangun sebagai berikut :



Temperatur transisi gelas PVK adalah 205°C yang merupakan temperatur transisi gelas tertinggi di antara polimer vinil yang diketahui. Temperatur transisi gelas PVK akan bertambah dengan naiknya berat molkul.

PVK larut dalam berbagai pelarut, antara lain :

- tetrahidrofur (THF)
- toluen
- aquades
- chlorobenzene, dan
- 1,2- dichloroethane.

Polimer-polimer fotokonduktif merupakan fotokonduktor tipe-p sehingga pembawa mayoritasnya adalah lubang. Demikian juga dengan PVK murni, proses

konduksinya didominasi oleh lubang sehingga efisiensi fotogenerasinya dapat dinaikkan dengan menambah sejumlah akseptor elektron dan yang paling efektif adalah 2,4,7-trinitro-9 fluorenone (TNF) (Mort,J.,1978)

BAB III

TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1. Tujuan Penelitian :

Penelitian ini bertujuan :

1. untuk mengetahui hubungan antara kecepatan putar motor spin – coater dengan ketebalan lapisan tipis PVK yang dihasilkan .
2. untuk mengetahui pengaruh ketebalan lapisan tipis PVK terhadap fotokonduktivitasnya.
3. untuk mengetahui pengaruh panjang gelombang cahaya yang mengenai sampel terhadap nilai fotokonduktivitas PVK.

3.2. Manfaat Penelitian :

Dengan melakukan penelitian ini diharapkan dapat memperkaya pengetahuan tentang sifat-sifat fisis PVK yang saat ini dirasa sangat kurang. Selain itu dalam penelitian telah dibuat alat spin coater yaitu alat untuk membuat lapisan tipis dengan metode pelapisan dengan pemutaran. Dengan demikian manfaat tambahan dari penelitian ini adalah dapat melengkapi peralatan di laboratorium fisika material sehingga dapat digunakan mahasiswa yang akan melakukan tugas akhir di bidang fisika material.

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama 6 bulan mulai bulan Oktober 1999 sampai dengan bulan Maret 2000. Pembuatan sampel film tipis dilakukan di laboratorium Fisika Material sedangkan pengukuran arusfoto dilakukan di laboratorium Optik jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Airlangga. Karakterisasi sampel dengan XRD dilakukan di Research Center Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

4.2. Bahan dan Peralatan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi : poli (N- vinil karbazol), H_2O , $NaOH$, $FeCl_3$, dan substrat PCB yang berfungsi sebagai elektroda tembaga.

Peralatan yang digunakan dalam eksperimen ini adalah sebagai berikut .

1. Sumber cahaya yaitu lampu 6V/30 W
2. Prisma kaca "flint" untuk mendispersikan cahaya sumber .
3. Celah yang dapat diatur untuk meneruskan panjang gelombang spesifik dari sumber cahaya ke sampel.
4. Lensa positif, untuk mengunpulkan cahaya agar diperoleh intensitas yang lebih tinggi.
5. Sumber tegangan 15 volt

6. Mikrovoltmeter , untuk mengukur tegangan keluaran dari sampel

7. Spin – coater

Digunakan untuk membuat lapisan tipis PVK

8. Measuring Microscope, OSK 4695 TMZ-25, untuk mengukur ketebalan lapisan tipis

9. X-Ray Difrraction (X^rD) , X'Pert- MPD System; Philips

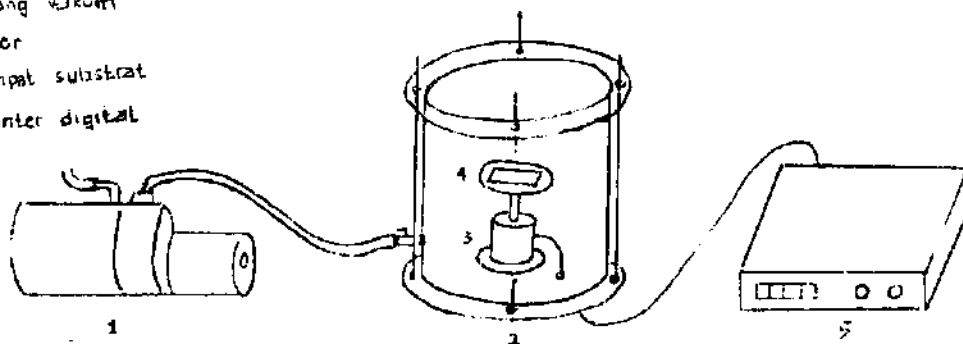
4.3. Prosedur Penelitian

Meliputi tiga tahap, yaitu : pembuatan alat spin-coater, pembuatan sampel lapisan tipis PVK dan pengukuran serta karakterisasi sampel

4.3.1. Pembuatan alat spin-coater

Spin-coater adalah suatu peralatan teknik yang digunakan untuk membuat lapisan tipis. Prinsip kerja alat ini adalah pelapisan dengan cara pemutaran. Bentuk peralatan ini seperti ditunjukkan pada gambar 4.1.

- 1 : Pompa vakum
- 2 : Tabung vakum
- 3 : Motor
- 4 : Tempat substrat
- 5 : Counter digital



Gambar 4.1. Spin-coater

Pada dasarnya alat ini terdiri dari spiner (alat pemutar) yang diletakkan dalam ruang hampa udara (vakum). Alat pemutar ini terbuat dari motor tape (motor dc) yang pada bagian porosnya dipasang lempengan PCB diameter 7 cm yang digunakan sebagai landasan saat proses pelapisan. Pada bagian ini juga dilengkapi dengan penjepit. Hal ini dimaksudkan agar substrat sampel tidak terlempar dari landasan pada saat motor diputar.

Motor yang digunakan mempunyai spesifikasi :

- tegangan operasi maksimum +15 volt
- jumlah putaran maksimum 5000 rpm
- dayanya dapat memutar sampel seberat ± 50 gram

Optokopler untuk sensor putaran diletakkan di dekat motor . Pada saat tongkat logam tuas motor yang berputar masuk ke sensor optokopler akan terjadi perubahan tegangan keluaran pada optokopler dan hal ini memberi pesan 1 untuk counter digital.

Selimut tabung vakum terbuat dari PVC dengan ketebalan 3mm, diameter 11 cm dan tinggi tabung 11 cm. Sedangkan tutup bagian atas dan bawah tabung terbuat dari mika dengan ketebalan 5 mm.

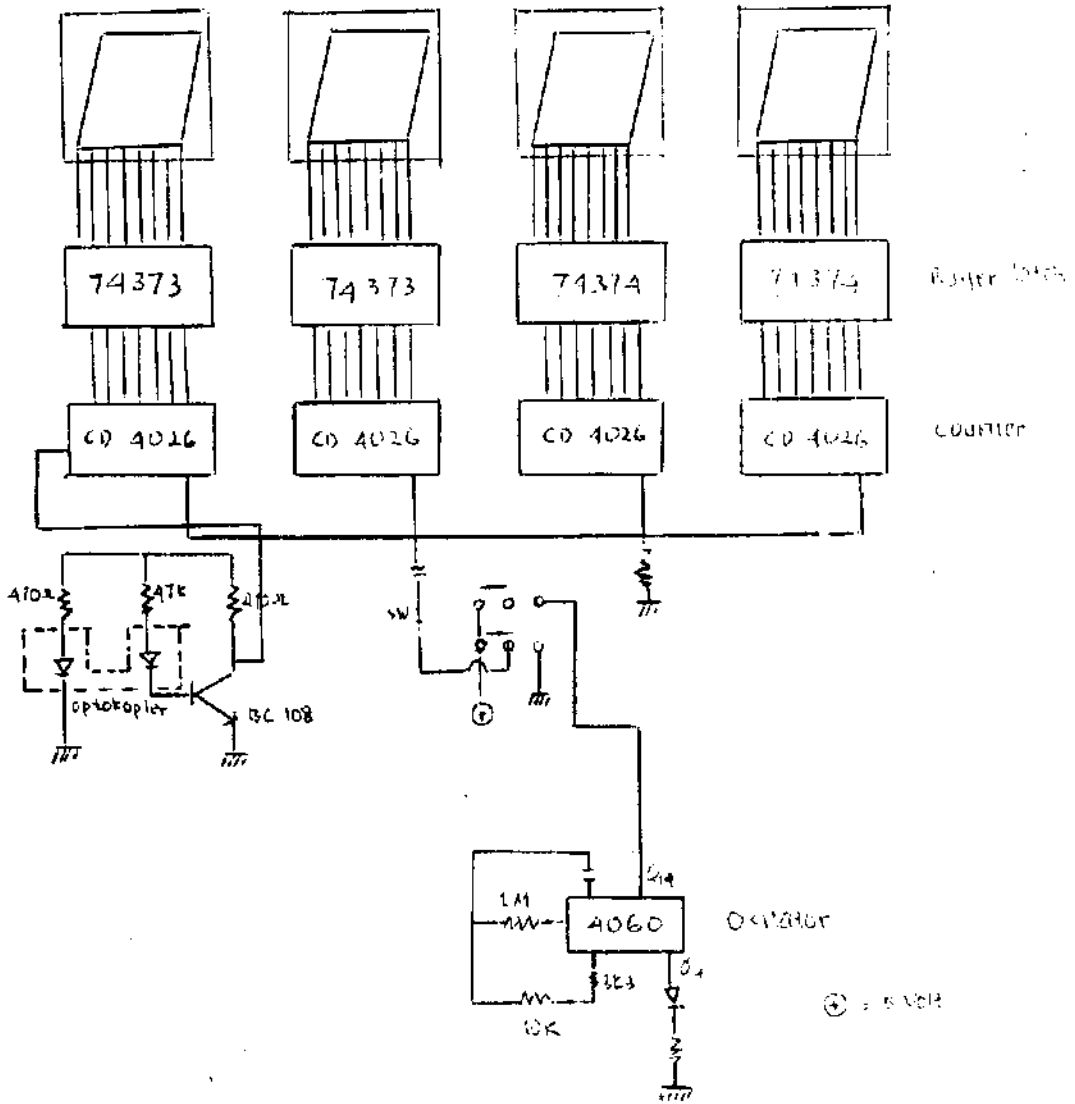
Komponen elektronik pendukung spin coater ini terdiri dari counter digital, penunjukan seven segmen dan variabel tegangan (variac).

Counter digital

Counter digital adalah alat penghitung jumlah putaran dinamo dengan penampil jumlah putaran dinamo berupa seven segmen. Counter ini di set dalam satuan putaran per menit (rpm). Alat ini dilengkapi dengan tombol reset dan start untuk melakukan proses perhitungan putaran. Rangkaian elektronik counter digital ditunjukkan pada gambar 4.2.

Penunjukan seven segmen

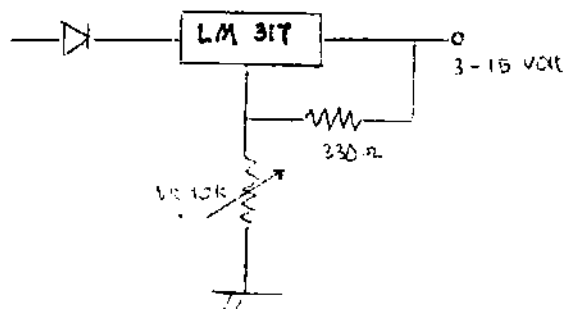
Pada saat counter sudah mencapai 1 menit, jumlah putaran akan berhenti dan akan ditampilkan selama 1/2 menit dan itulah jumlah putaran yang sesungguhnya. Kemudian pada saat itu juga proses perhitungan yang kedua dimulai dan seterusnya.



Gambar 4.2. Rangkaian elektronik counter digital

Variabel Tegangan (Variat)

Variabel tegangan adalah sumber tegangan bervariasi yang digunakan untuk menggerakkan dinamo sesuai dengan jumlah putaran yang diinginkan. Variabel tegangan memberikan tegangan variasi antara 3 – 15 volt yang diatur oleh tombol potensiometer putar yang terdapat bersamaan dalam kotak counter digital. Rangkaian elektronik variac ditunjukkan pada gambar 4.3.



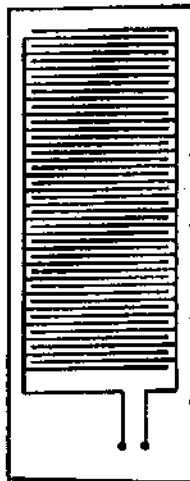
Gambar 4.3. Rangkaian elektronik Variac

4.3.2. Pembuatan sampel lapisan tipis PVK

4.3.2.1. Pembuatan substrat

Sebagai alas dari film PVK digunakan substrat yang dibuat dari PCB. Substrat ini sekaligus berfungsi sebagai elektroda tembaga dengan bentuk dan ukuran seperti terlihat pada gambar 4.4.

Panjang PCB : 6,5 cm
 Lebar PCB : 2,5 cm
 Tebal elektroda : 0,5 mm
 Jarak elektroda : 0,8 mm



Gambar 4.4. Substrat Film PVK

Cara pembuatannya adalah sebagai berikut :

Pertama adalah membuat gambar elektroda (seperti gambar 1), kemudian dibuat negatif filmnya. Negatif film ditempelkan pada PCB yang telah disemprot positif 20, kemudian dikeringkan dalam ruang gelap selama 30 menit. Setelah kering, lalu disinari dengan sinar matahari, selanjutnya dimasukkan ke dalam larutan NaOH encer untuk mencetak gambar elektroda pada lapisan positif 20. Kemudian dimasukkan ke dalam larutan FeCl_3 untuk mengikis sampai elektrodanya terbentuk kemudian dicuci dengan air aquades, selanjutnya dikeringkan dalam oven $T=100^\circ\text{C}$ selama 1 jam.

4.3.2.2. Pelarutan PVK

Bahan PVK berbentuk serbuk berwarna putih sehingga untuk dijadikan film (lapisan tipis) PVK harus dilarutkan terlebih dahulu ke dalam salah satu pelarutnya, dalam penelitian ini dipakai aquades.

Dianambil 100 mg PVK dilarutkan dalam aquades sambil diaduk dengan pengaduk magnetik dan dipanaskan untuk mempercepat proses pelarutan. Sampai volume larutan menjadi 2,5 ml. Larutan yang dihasilkan berwarna bening dan kental serta lengket.

Larutan didiamkan beberapa saat untuk menghilangkan gelembung-gelembung udara dalam larutan. Selanjutnya larutan siap untuk dilapiskan pada substrat

4.3.2.3. Pelapisan Larutan PVK

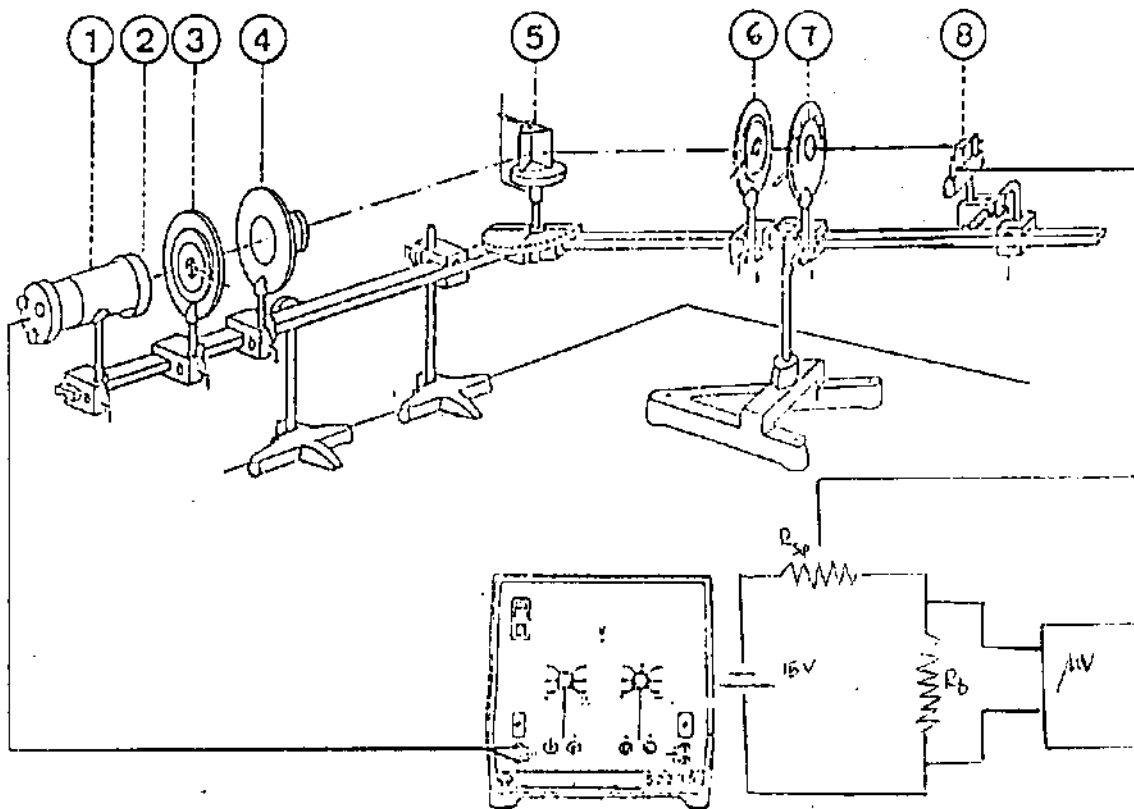
Proses pelapisan larutan PVK pada substrat tembaga dilakukan dengan menggunakan alat yang disebut spin-coater. Dalam metode spin-coating (pelapisan dengan pemutaran) ini, pembentukan lapisan bekerja berdasarkan tersebarnya larutan di atas substrat. Substrat dipercepat dengan merotasikan piringan tempat kedudukan substrat dengan kecepatan tertentu. Substrat ditetesi larutan PVK, lalu diletakkan tepat di pusat putaran laudasan spin-coater, kemudian tabung divakumkan. Jika tabung sudah vakum kemudian sampel diputar sampai lapisan PVK rata dan cukup tipis. Pembuatan lapisan tipis PVK dalam penelitian ini menggunakan tiga variasi putaran dinamo yaitu 1978 rpm, 3040 rpm dan 3630 rpm masing-masing dengan lama pemutaran 5 menit. Substrat yang telah dilapisi PVK harus diletakkan di tempat tertutup dan bersih.

4.3.3. Pengambilan Data

Pengambilan data sampel lapisan tipis dilakukan dengan cara merangkaiakan secara seri sampel lapisan tipis PVK dengan suatu resistor yang nilainya telah diketahui (R_b) dalam hal ini nilai R_b bervariasi dari 1 M ohm sampai 10 M ohm. Rangkaian tersebut kemudian diberi beda potensial (V_i) sebesar 15 volt. Tegangan R_b dihubungkan dengan Microvoltmeter untuk mengetahui tegangan keluarannya. Arus yang melalui lapisan tipis PVK sama dengan arus yang melalui R_b , dinyatakan oleh:

$$I = \frac{V_i}{R_b} \dots\dots\dots(4.1)$$

Rangkaian peralatan eksperimen secara lengkap dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 4.5. Rangkaian eksperimen untuk merekam grafik arus/tegangan lapisan tipis PVK

Keterangan alat :

- (1) sumber cahaya
- (2) kondensor
- (3) celah masukan
- (4) obyektif proyektor
- (5) prisma kaca flin
- (6) celah yang dapat diatur
- (7) attenuator
- (8) sampel lapisan tipis PVK

Instruksi kerja untuk proses pengukuran arus foto lapisan tipis PVK dapat dijelaskan sebagai berikut .

1. Dalam keadaan gelap (lubang celah ditutup kertas hitam , sampel diberi beda potensial 15 volt, data tegangan keluaran dicatat
2. Kemudian kertas hitam penutup celah tersebut dibuka artinya sampel dikenai cahaya dengan panjang gelombang biru , dicatat harga tegangan yang konstan.
3. Selanjutnya ditutup kembali (sampel dalam keadaan gelap), dicatat data tegangan keluarannya sampai menunjukkan harga semula (keadaan kesetimbangan)
4. Mengulangi langkah 2 sampai langkah 3 sebanyak 3 kali
5. Mengulangi langkah 2 sampai 4 untuk setiap panjang gelombang yang berbeda, yaitu hijau, kuning dan merah.

Pengukuran ini dilakukan pada intensitas yang sama sehingga yang ditinjau hanya pengaruh panjang gelombang saja. Intensitas cahaya yang mengenai sampel sangat kecil sekali sehingga tidak bisa diukur oleh luxmeter. Pengukuran intensitas dilakukan dengan menggunakan fotosel sebagai sampelnya. Rangkaian eksperimen sama seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.5. Cahaya mengenai sampel fotosel dengan panjang gelombang yang berbeda-beda yaitu biru, hijau, kuning dan merah. Tegangan keluaran untuk panjang gelombang yang berbeda diusahakan sama dilakukan dengan cara mengatur posisi attenuator . Posisi attenuator inilah yang dipakai untuk pengukuran sampel lapisan tipis PVK.

4.4. Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil eksperimen berupa data tegangan yang dikonversikan ke data arus. Untuk setiap panjang gelombang dilakukan 3 kali pengukuran sehingga perlu dilakukan ralat untuk menentukan nilai keseksamaan hasil eksperimen.

4.4.1. Pengukuran satu variabel

Untuk pengukuran yang hanya tergantung pada satu variabel dapat dilakukan ralat pengukuran sebagai berikut :

$$L = L \pm S_i$$

$$S_i = \sqrt{\frac{\sum(L_i - L)^2}{n(n-1)}} \dots\dots\dots(4.2)$$

Kesalahan relatif : $\frac{S_i}{L} \times 100\%$

Keseksamaan sistem : $100\% - (\frac{S_i}{L} \times 100\%)$

Ralat ini dipakai untuk menentukan arusfoto (I_{ph})

4.4.2. Ralat perhitungan

Dari nilai arusfoto yang diperoleh selanjutnya dicari nilai fotokonduktivitas PVK. Fotokonduktivitas tidak hanya bergantung pada satu variabel saja, oleh karenanya perlu dilakukan ralat perhitungan seperti ditunjukkan pada persamaan di bawah ini :

$$S_{\sigma}^2 = \left[\frac{\partial \sigma}{\partial I_{ph}} \cdot S_{I_{ph}} \right]^2 + \left[\frac{\partial \sigma}{\partial L} \cdot S_L \right]^2 + \left[\frac{\partial \sigma}{\partial A} \cdot S_A \right]^2 + \left[\frac{\partial \sigma}{\partial V} \cdot S_V \right]^2$$

$$S_{\sigma}^2 = \left[\frac{L}{A \cdot V} \cdot S_{I_{ph}} \right]^2 + \left[\frac{I_{ph}}{A \cdot V} \cdot S_L \right]^2 + \left[\frac{I_{ph} \cdot L}{A^2 \cdot V} \cdot S_A \right]^2 + \left[\frac{I_{ph} \cdot L}{A \cdot V^2} \cdot S_V \right]^2 \quad \dots\dots\dots(4.3)$$

dimana :

I_{ph} = arusfoto

A = luas penampang sampel

L = ketebalan sampel

V = tegangan bias yang diberikan

Untuk mengetahui hubungan antara kecepatan putar dengan ketebalan lapisan tipis PVK yang dihasilkan dan hubungan antara fotokonduktivitas lapisan tipis PVK dengan panjang gelombang cahaya yang diberikan dilakukan analisis regresi linier dengan bantuan microsoft excel 97.

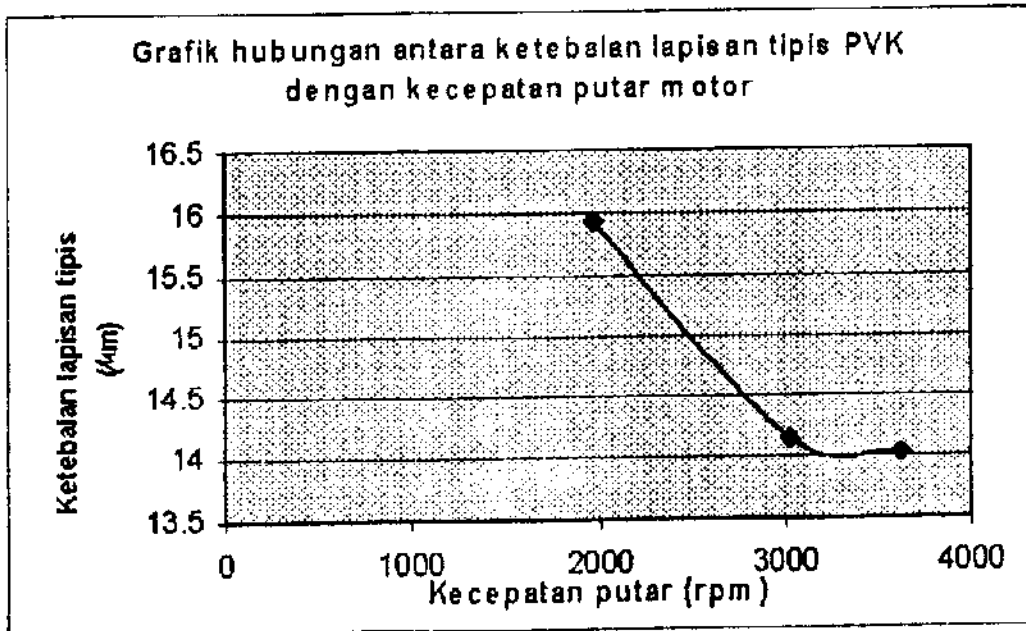
BAB V**HASIL DAN PEMBAHASAN****5.1. Hasil Penelitian**

Sampel lapisan tipis PVK dibuat dengan memvariasi putaran motor. Hal ini dilakukan untuk menguji apakah alat spin-coater ini dapat berfungsi dengan baik. Spesifikasi ketiga sampel tersebut ditunjukkan pada tabel 5.1.

Tabel 5.1. Spesifikasi ketiga sampel lapisan tipis PVK

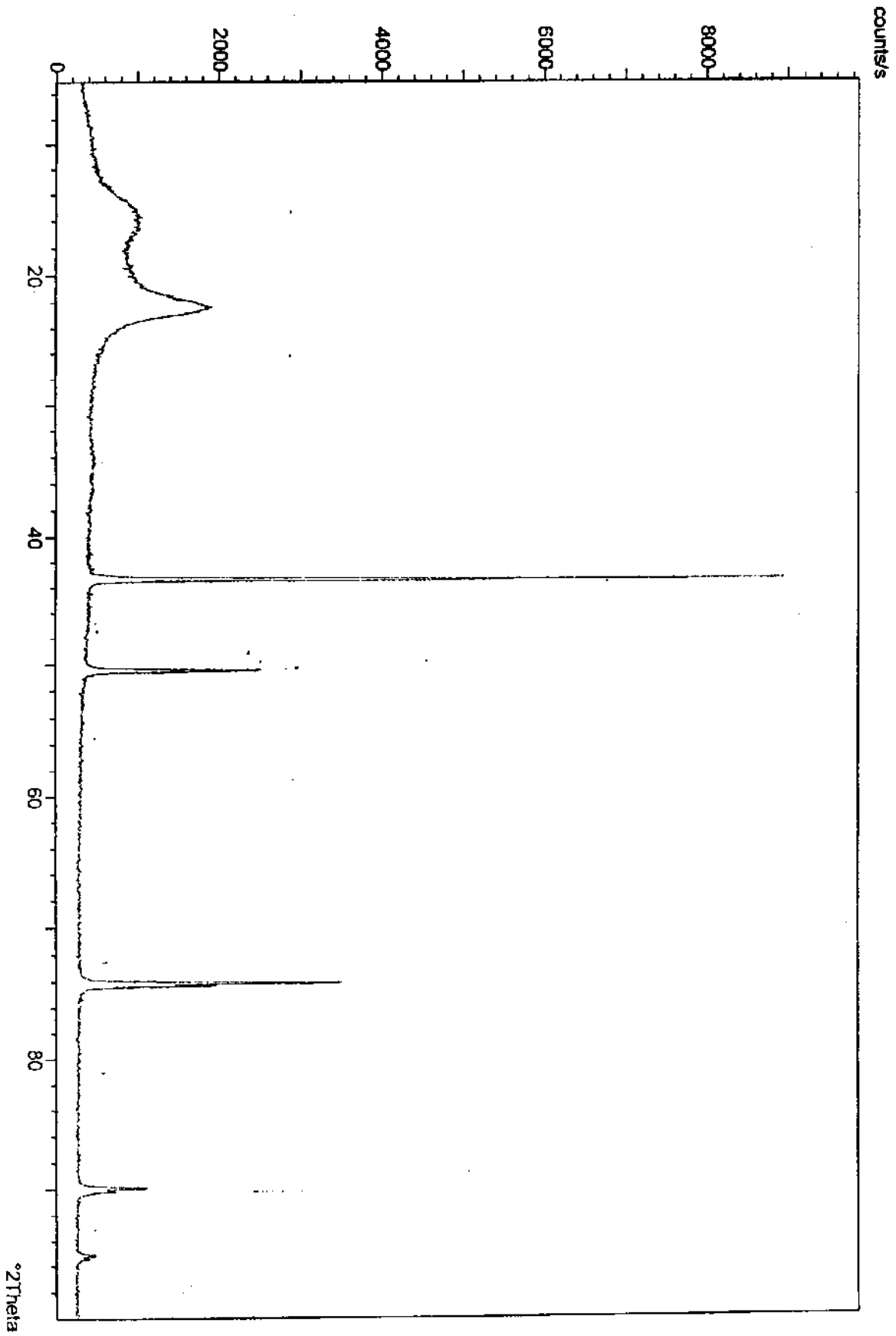
Sampel	Kecepatan Putar (rpm)	Ketebalan (μm)
A	3630	14,018
B	3040	14,126
C	1978	15,927

Selanjutnya untuk melihat keterkaitan antara kecepatan putar dengan ketebalan lapisan tipis yang dihasilkan maka dari tabel 5.1. dibuat grafik hubungan antara kecepatan putar dengan ketebalan lapisan tipis PVK, ditunjukkan pada gambar 5.1.

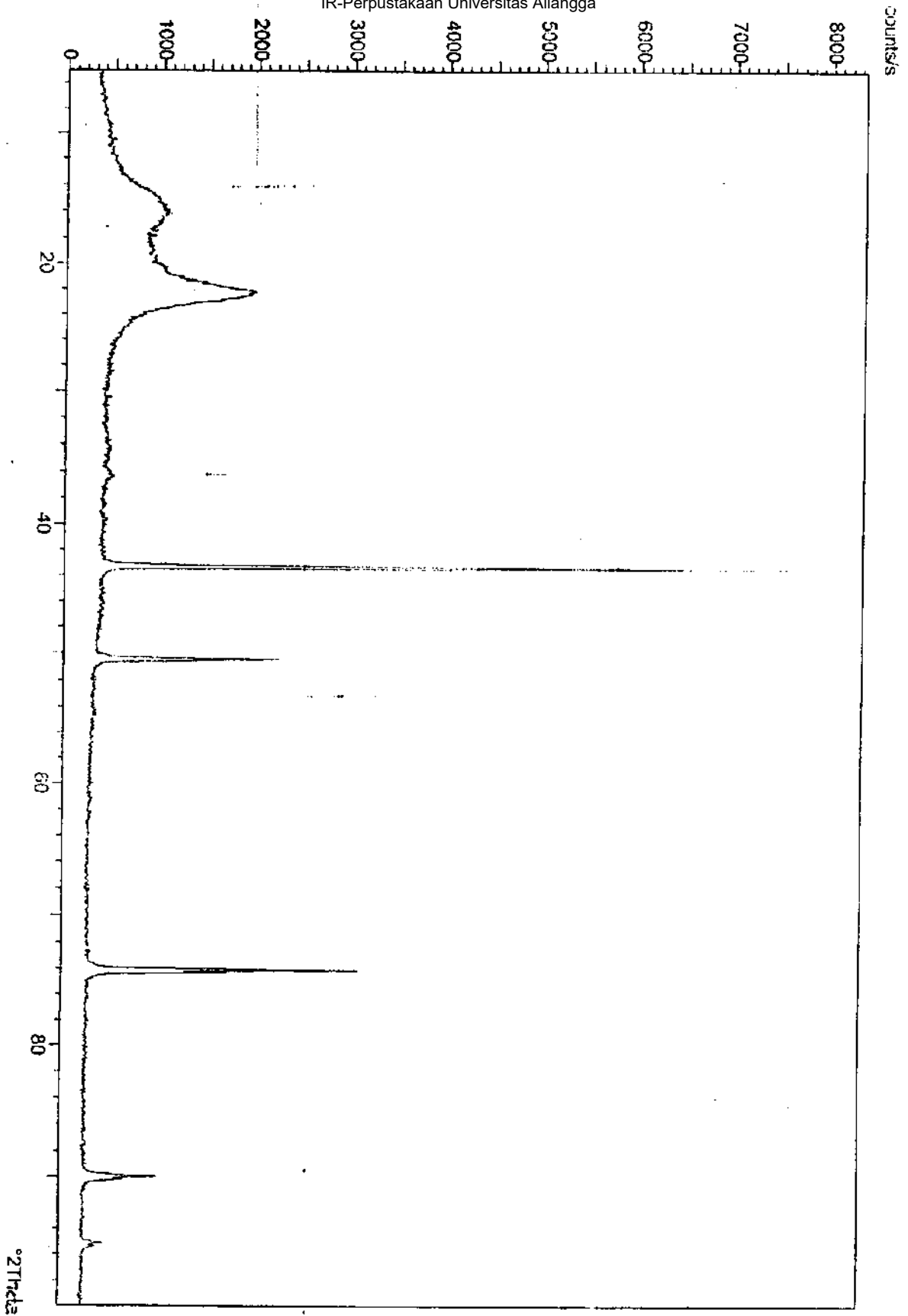


Gambar 5.1. Grafik hubungan antara ketebalan lapisan tipis PVK terhadap kecepatan motor

Untuk menguji apakah lapisan tipis yang terbentuk sudah mengandung PVK, maka dilakukan uji XRD, hasilnya seperti ditunjukkan pada gambar 5.2. dan gambar 5.3.



Gambar 5.2. Hasil uji XRD untuk sampel B



Gambar 5.3. Hasil uji XRD untuk sampel C

Selanjutnya dilakukan pengukuran untuk mengetahui harga fotokonduktivitas lapisan tipis PVK yang terbentuk. Data yang diperoleh dari eksperimen berupa data tegangan dalam keadaan gelap (sampel tidak diberi cahaya) dan data tegangan dalam keadaan sampel diberi cahaya. Data tegangan yang diperoleh dikonversikan ke nilai arus dengan menggunakan persamaan (4.1). Arusfoto untuk setiap sampel diperoleh dari selisih antara arus dalam keadaan gelap dengan arus pada saat diberi cahaya. Harga arusfoto untuk ketiga sampel dalam berbagai panjang gelombang ditunjukkan pada tabel 5.2.

Tabel 5.2. Arusfoto untuk ketiga sampel dalam berbagai panjang gelombang

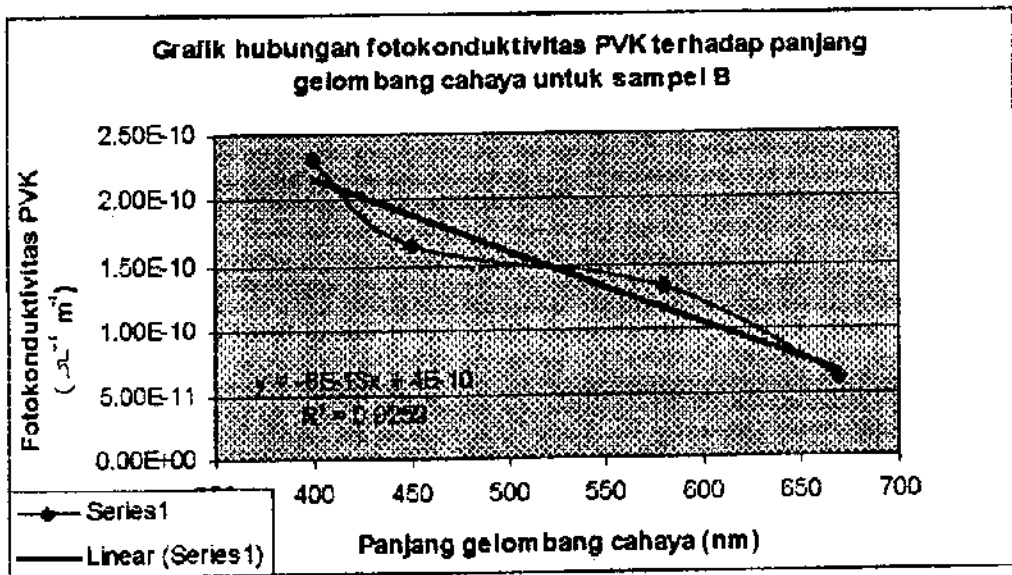
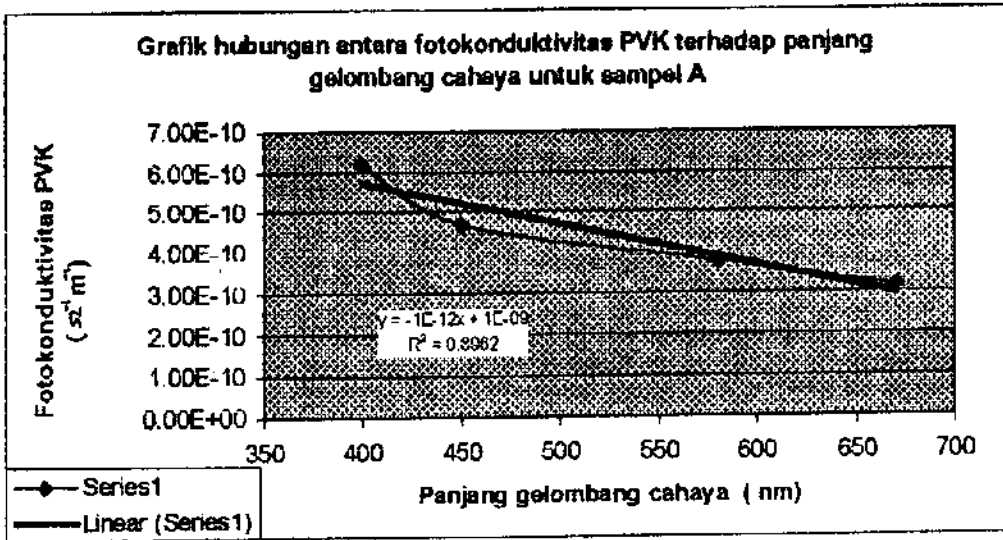
Sampel	Pengukuran Ke	Arusfoto I_{ph} ($\times 10^{-10}$ A) pada panjang gelombang			
		biru	hijau	kuning	merah
A	1	10	7,5	6,0	5,0
	2	9,9	7,4	6,0	5,2
	3	10	7,7	6,2	5,0
$I_{ph} \pm \Delta I_{ph}$		$9,97 \pm 0,058$	$7,53 \pm 0,15$	$6,06 \pm 0,11$	$5,06 \pm 0,11$
B	1	3,7	2,5	2,0	1,0
	2	3,7	2,8	2,1	1,0
	3	3,6	2,6	2,3	0,9
$I_{ph} \pm \Delta I_{ph}$		$3,67 \pm 0,058$	$2,63 \pm 0,15$	$2,13 \pm 0,15$	$0,97 \pm 0,058$
C	1	3,0	2,4	1,3	1,0
	2	3,1	2,3	1,3	0,9
	3	3,2	2,5	1,4	0,8
$I_{ph} \pm \Delta I_{ph}$		$3,10 \pm 0,10$	$2,33 \pm 0,058$	$1,33 \pm 0,058$	$0,90 \pm 0,10$

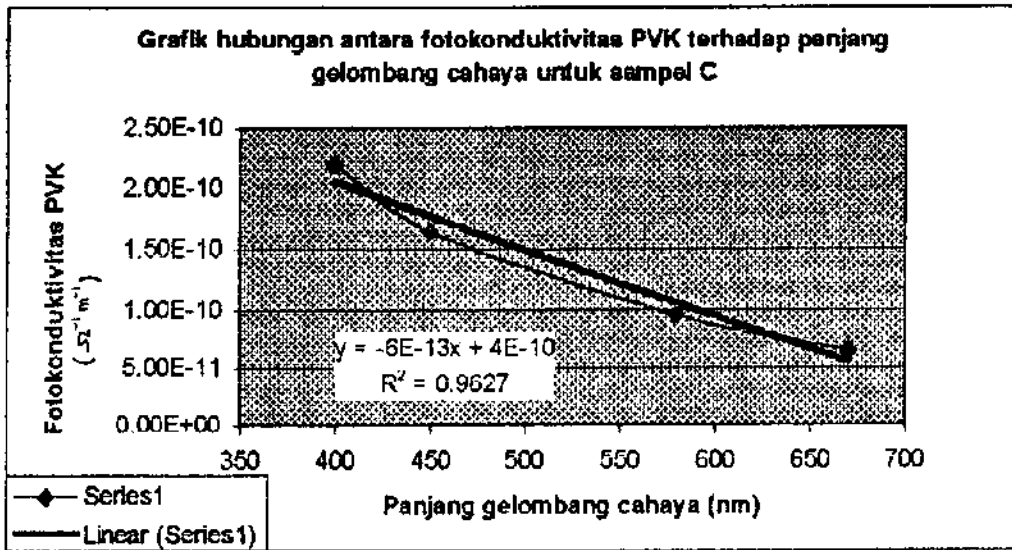
Selanjutnya dari nilai arusfoto ini dapat dihitung harga fotokonduktivitas sampel dengan menggunakan persamaan (2.11). Hasil perhitungan ditunjukkan pada tabel 5.3.

Tabel 5.3. Harga fotokonduktivitas PVK dalam berbagai panjang gelombang

Sampel	Panjang Gelombang	Arusfoto I_{ph} ($\times 10^{-10}$ A)	Fotokonduktivitas σ ($\times 10^{-10} \Omega^{-1} m^{-1}$)
A	biru	$9,97 \pm 0,058$	$6,20 \pm 0,476$
	hijau	$7,53 \pm 0,15$	$4,69 \pm 0,372$
	kuning	$6,06 \pm 0,11$	$3,77 \pm 0,298$
	merah	$5,06 \pm 0,11$	$3,15 \pm 0,288$
B	biru	$3,67 \pm 0,058$	$2,31 \pm 0,180$
	hijau	$2,63 \pm 0,15$	$1,65 \pm 0,158$
	kuning	$2,13 \pm 0,15$	$1,34 \pm 0,140$
	merah	$0,97 \pm 0,058$	$0,61 \pm 0,059$
C	biru	$3,10 \pm 0,10$	$2,19 \pm 0,182$
	hijau	$2,33 \pm 0,058$	$1,65 \pm 0,132$
	kuning	$1,33 \pm 0,058$	$0,94 \pm 0,085$
	merah	$0,90 \pm 0,10$	$0,64 \pm 0,086$

Untuk melihat keterkaitan antara harga fotokonduktivitas PVK terhadap perubahan panjang gelombang maka dari tabel 4.3 tersebut dapat dibuat grafik hubungan fotokonduktivitas PVK terhadap panjang gelombang seperti yang ditunjukkan pada gambar 5.4. Berhubung panjang gelombang dinyatakan dengan warna biru, hijau, kuning dan merah maka untuk pembuatan grafik, besarnya panjang gelombang tersebut mengacu pada nilai standart yang ada.





(c)

Gambar 5.4. Grafik hubungan antara fotokonduktivitas PVK dengan panjang gelombang cahaya
(a) untuk sampel A
(b) untuk sampel B
(c) untuk sampel C