

RANCANG BANGUN PIRANTI TERKOMPUTERISASI UNTUK VISUALISASI GEJALA FISIKA

M. Imron, J. E. Istiyanto dan A. B. Setio Utomo

¹Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Gadjah Mada

Intisari

Telah dilakukan perancangan, pembuatan, dan penggunaan sebuah piranti untuk visualisasi gejala fisis dibawah kontrol komputer pribadi (PC) menggunakan bahasa pemrograman Visual Basic 6.0. Sistem terdiri dari fotodiode OPT-101 sebagai sensor cahaya dan rel printer LX-800 sebagai penggerak sensor cahaya. Untuk mengendalikan motor langkah pada rel printer dipergunakan demultiplexer CD-4555 dan memanfaatkan kanal paralel pada komputer pribadi sebagai antarmuka. Sinyal analog dikonversi menjadi sinyal digital oleh pengubah 8-bit TLC-0820. Sedangkan hasil pengujian terhadap komponen-komponen penyusun menunjukkan bahwa komponen-komponen tersebut memenuhi uji linieritas.

Kata kunci: Komputer (PC), visualisasi, printer, fotodiode dan demultiplexer.

DESIGNING AND CONSTRUCTING A COMPUTERIZED PERIPHERAL TO VISUALIZED A PHYSICS PHENOMENA

Abstract

A peripheral, which is controlled by a PC in Visual Basic 6.0 programming language, has been designed, constructed, and applied for visualization a Physics phenomena. The system consist of an OPT-101 photodiode as a light sensor and an LX-800 printer rail as a sensor holder. A CD-4555 demultiplexer is used to control the stepper motor on the printer rail dan the system utilizes a parallel port on the PC as an interfacing. The analog output signal of the photodiode is converted to digital using an ADC 8-bits converter TLC-0820. It is shown that the test result of the components are linear.

Keywords: Computer (PC), visualisation, printer, photodiode and demultiplexer.

I. Pendahuluan

Perkembangan teknologi semikonduktor memicu perkembangan teknologi elektronika dan komputer. Otomatisasi berbagai macam peralatan menggunakan bantuan komputer cukup banyak dijumpai terutama di bidang industri. Komputer menawarkan berbagai kemudahan kepada kita, mulai dari pengambilan data, penyimpanan data, pengolahan data, pengiriman data melalui internet dan juga menawarkan beberapa saluran masukan/keluaran (*Input/Output*) yang dapat digunakan untuk keperluan lain (Cooper dan Helfrick, 1987). Saluran-saluran tersebut dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan kita yang lebih spesifik dengan menyesuaikan peralatan yang kita buat dengan spesifikasi saluran yang akan dipakai. Kemudian setelah alatnya sesuai dengan salurannya kita juga harus membuat perangkat lunaknya untuk mengontrol, membaca data yang dikirimkan oleh alat kita, menyimpan data ke dalam disk serta membaca data kembali dari disk untuk diolah dan dianalisis.

Cabang ilmu fisika merupakan salah satu cabang ilmu yang memerlukan pengamatan atau observasi terhadap sebuah fenomena fisis yang terjadi di alam semesta. Pengamatan atau observasi tersebut digunakan untuk membuktikan deskripsi teoritisnya mengenai alam semesta. Hasil pengamatan yang diperoleh dapat digunakan sebagai acuan untuk menerima maupun menolak suatu teori fisika, dan dapat pula dijadikan landasan untuk membangun teori baru yang lebih lengkap. Untuk melakukan pengamatan terhadap suatu fenomena fisis, diperlukan peralatan atau instrumen yang baik dan hal itu kadang memerlukan biaya yang tidak kecil. Dalam hal ini komputer menawarkan suatu alternatif untuk hal mengamati gejala fisis.

Visualisasi dari gejala fisis menggunakan komputer yang pernah dilakukan masih bersifat semi manual dan kurang interaktif. Dalam penelitian ini dibuat suatu sistem berbantuan komputer yang mampu untuk merekam suatu eksperimen, menampilkan hasilnya di layar komputer dalam bentuk data/grafik,

dan menyimpannya dalam bentuk angka desimal. Selanjutnya data yang telah tersimpan tersebut dapat dianalisa lebih lanjut untuk menentukan nilai beberapa besaran fisis.

Untuk merealisasikannya perlu beberapa hal berikut ini, yaitu: 1). Diperlukan komputer yang dapat mengendalikan proses pengambilan data serta penyimpanan data eksperimen (Link, 1995), 2). Suatu fotodioda yang dapat digunakan sebagai transduser untuk mengukur besaran fisis (misal, intensitas cahaya), 3). ADC yang dapat digunakan sebagai pengubah sinyal analog dari fotodioda menjadi digital sehingga dapat dibaca oleh PC melalui kanal paralel dan 4). Suatu motor langkah (*stepper motor*) untuk digunakan sebagai alat penggeser posisi fotodioda yang cukup akurat.

II. Dasar Teori

Komputer dapat didefinisikan sebagai alat pemroses data di bawah kontrol program yang otomatis (Glynn, 1982). Pemrosesan data dilakukan dengan cara memanipulasi angka-angka biner, sedangkan program merupakan serangkaian instruksi yang tersusun secara sistematis. Komputer dapat juga didefinisikan sebagai perpaduan sekelompok perangkat keras (komponen-komponen elektronika) dengan perangkat lunak (program) yang dapat melaksanakan pekerjaan secara sistematis (Kusairi, 1998).

2.1. Teknik antarmuka pada PC

Sebagaimana sistem-sistem digital yang lain, PC hanya dapat mengenali sinyal-sinyal digital. Di lain pihak, peralatan-peralatan eksperimentasi kebanyakan bekerja dengan sinyal analog. Sensor dan transduser misalnya, merupakan peralatan eksperimentasi yang menghasilkan sinyal analog. Sedang motor langkah merupakan peralatan eksperimentasi yang membutuhkan sinyal analog untuk dapat bekerja. Hubungan berbagai peralatan eksperimentasi yang

tergolong sebagai periferal dengan PC memerlukan perangkat pembantu berupa perangkat antarmuka.

Tugas perangkat antarmuka umumnya adalah untuk menyesuaikan sinyal-sinyal analog menjadi sinyal digital yang dapat diumpangkan pada PC. Hubungan antara PC, perangkat antarmuka dan periferal dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hubungan periferal, perangkat antarmuka dan PC

2.2. Kanal paralel (parallel port)

Kanal ini diberi nama kanal paralel karena sistem transfer data dilakukan secara paralel. Pada kanal ini terdapat 8-bit jalur data yang tersusun paralel. Kanal paralel standar pada PC adalah konektor DB-25 betina (Gambar 2).



Gambar 2. Konektor DB-25 betina

Kanal ini lebih dikenal dengan sebutan kanal pencetak (*printer port*) karena ia memang dirancang untuk melayani pencetak paralel. Nama register, nama sinyal dan sifat sinyal, semuanya disesuaikan dengan pencetak. Antarmuka kanal paralel standar memiliki 8 bit data (*data port*), 5 sinyal kontrol (*control port*), dan 5 sinyal status (*status port*). Alamat dasar (*base address*) untuk kanal paralel adalah 0378h untuk lpt1 dan 0278h untuk lpt2 (O'reilly & Associates, 1996; Padilla, 1998a; Padilla, 1998b; Tyson, 1998-2001).

2.3. Sensor

Sensor ataupun transduser adalah suatu alat yang apabila padanya dikenakan suatu bentuk energi, alat ini akan mengubahnya menjadi energi dalam bentuk lain misalnya energi listrik. Seperti halnya sensor pada umumnya, fotodiode memberikan reaksi berupa berubahnya arus listrik jika padanya dikenai cahaya. Perubahan arus listrik ini berbanding lurus dengan intensitas cahaya yang mengenainya. (Wobschall, 1987).

2.4. Pengubahan sinyal analog menjadi sinyal digital

Ada beberapa metode untuk mengukur sinyal analog dan mengubahnya menjadi sinyal digital. Metode-metode tersebut berbeda dalam hal ketepatan dan kecepatan pengubahannya. Beberapa metode yang dipergunakan antara lain: Pengubah dengan metode perbandingan langsung, Pengubah dengan metode pencacah atau Pengubah dengan metode pendekatan beruntun. (Padilla, 1998a,b)

2.5. Motor langkah (stepper motor)

Motor langkah (*stepper motor*) merupakan motor dengan rotor yang dapat berputar perlangkah (berputar beberapa derajat), berputar penuh, berputar searah atau berlawanan arah perputaran jarum jam. Motor langkah terdiri dari kumparan *stator* dan medan magnet *rotor* yang akan berputar mengikuti medan magnet yang ditimbulkan oleh kumparan *stator*.

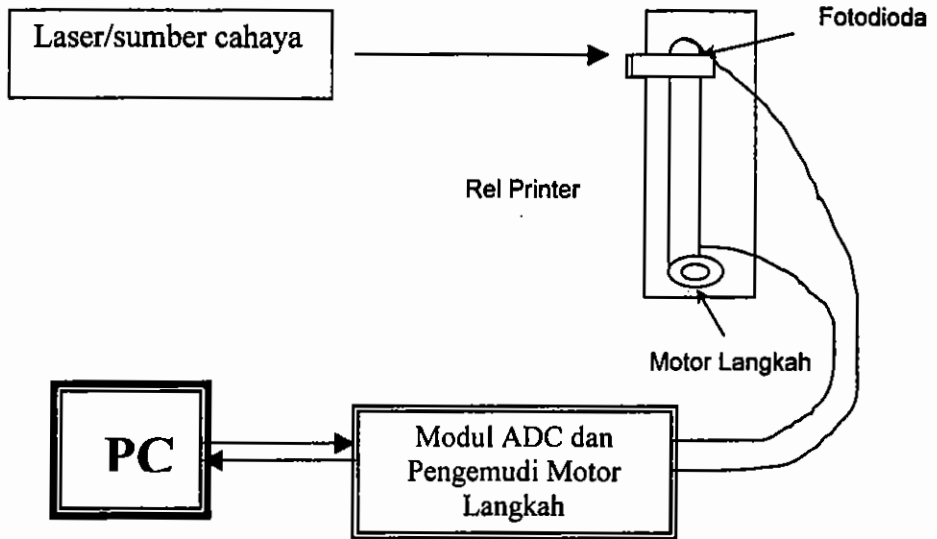
Karakteristik yang membedakan motor langkah dengan motor biasa, antara lain adalah a). motor langkah mempunyai torsi yang tinggi pada kecepatan putar yang rendah, b). dalam keadaan diam kumparan tetap ada arus, sehingga rotor berada dalam keadaan mencengkeram, c). motor langkah dapat dioperasikan dengan ketepatan posisi yang tinggi untuk kecepatan yang rendah, sehingga tidak ada langkah yang hilang selama terjadi perputaran dan d). pengoperasian motor langkah kompatibel dengan teknik kontrol digital sehingga dapat dihubungkan dengan komputer (Johnson, 1998).

III. Metode Penelitian

3.1. Perancangan perangkat keras

Untuk dapat berhubungan dengan dunia luar, sistem komputer memerlukan perangkat keras pembantu yang disebut dengan perangkat antarmuka. Secara umum, perangkat antarmuka bertugas untuk memproses informasi-informasi sistem di luar komputer sedemikian hingga dapat dimengerti oleh sistem komputer atau sebaliknya menyampaikan pesan sistem komputer dalam bentuk informasi yang dapat diterima oleh sistem di luar komputer. Jadi, perangkat antarmuka dapat diibaratkan sebagai jembatan antara sistem komputer dengan sistem di luarnya (misal: sistem detektor cahaya).

Perangkat antarmuka ini terbagi menjadi dua bagian utama yaitu bagian pengambilan data dan bagian kontrol posisi (Krutz, 1988; Peacock, 2001a; Peacock, 2001b). Bagian pengambilan data terdiri dari fotodiode OPT-101 (Anonim₁, 1998) dan ADC TLC-08820 (Anonim₂, 1994). Fotodiode berfungsi sebagai penerjemah berkas cahaya menjadi sinyal listrik yang besarnya sesuai dengan intensitas cahaya yang ditangkap. ADC bertugas mengubah sinyal analog dari fotodiode menjadi sinyal digital agar dapat dibaca oleh PC. Bagian kontrol posisi terdiri dari rel printer LX-800 bekas dan motor langkahnya beserta rangkaian pengemudi motor langkah. Rel printer bekas bertugas untuk menopang fotodiode sedangkan motor langkah bertugas untuk menggeser posisi penopang fotodiode. Untuk mendukung rangkaian pengemudi motor langkah digunakan demultiplekser 4555 dan beberapa komponen lainnya. Susunan peralatan yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Susunan peralatan

Seperti telah dibahas dibagian depan, bahwa kanal paralel menyediakan 8-bit jalur data pada pena 2 sampai pena 9. Delapan pena jalur data ini akan digunakan untuk transfer data dari ADC ke PC. Untuk pemberian sinyal ke ADC akan digunakan sinyal “/select input” pada pena 17. Pena 11 (sinyal “busy”) akan digunakan untuk memberitahu program bahwa konversi ADC telah selesai. Untuk memberikan sinyal kepada pengemudi motor langkah akan digunakan sinyal “/strobe” dan sinyal “/autofeed” pada pena 1 dan 14. Pena 12 (sinyal “pe”) digunakan sebagai indikator posisi kiri pada penggerak. (O’reilly & Associates, 1996; Padilla, 1998a; Padilla, 1998b; Tyson, 1998-2001).

3.2. Perancangan perangkat lunak

Perangkat lunak yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah Visual Basic versi 6.0 yang merupakan bahasa pemrograman tingkat tinggi yang berorientasi obyek (*Object Oriented Programming*) (Nelson, 1993). Visual Basic ini dapat dijalankan di bawah sistem operasi Windows sehingga lebih mudah dan interaktif penggunaannya. Visual Basic telah menyediakan banyak obyek dan komponen standar yang berisi tetapan, tipe data, variabel, prosedur serta fungsi

sehingga memudahkan dalam proses penyusunan, pengolahan, penyimpanan dan pembacaan data.

Kemampuan utama yang harus dimiliki oleh perangkat lunak dalam penelitian ini antara lain adalah: a). mengambil data numerik dari ADC, b).mengendalikan motor langkah, dan c) menyimpan data ke dalam disk, membaca data dari disk, dan menampilkannya di layar monitor dalam bentuk grafik sehingga dapat dianalisis.

IV. Hasil dan Pembahasan

Sebagai komponen sebuah alat ukur, perangkat keras pendukung yang dipergunakan dalam penelitian ini terlebih dulu harus diuji kualitasnya terutama linieritas agar nilai-nilai pengukuran sistem komputer dapat dipercaya kebenarannya. Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini antara lain adalah pengujian linieritas motor langkah, pengujian linieritas ADC, dan pengujian linieritas fotodiode.

4.1 Pengujian linieritas motor langkah

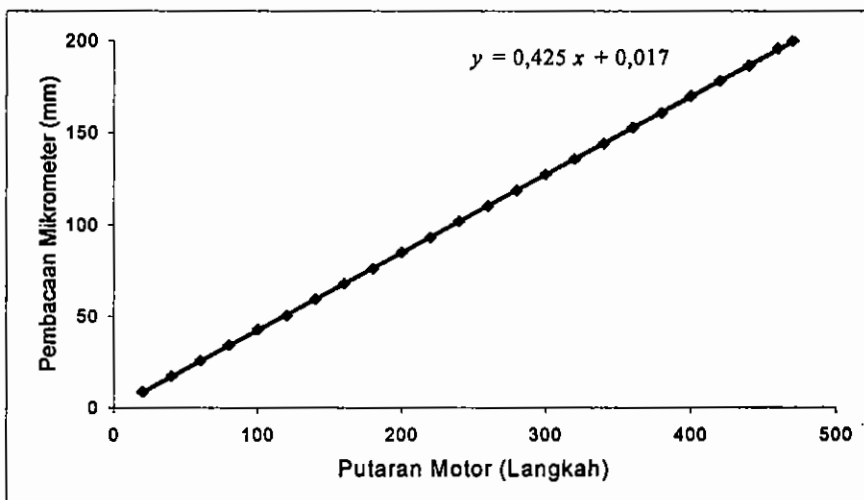
Dalam penelitian ini motor langkah berfungsi untuk menggerakkan posisi fotodiode yang diletakkan di atas rel pencetak (Gambar 4).



Gambar 4. Skema pengujian linieritas motor langkah

Untuk memastikan bahwa tiap langkah motor menempuh jarak yang relatif sama maka diperlukan pengujian pergeseran posisi fotodiode terhadap langkah motor. Rangkaian peralatan untuk melakukan pengujian linieritas motor langkah ini adalah sebagai berikut :

Kalibrasi Motor pada program utama, sehingga motor digeser tiap 20 langkah kemudian dihitung pergeseran posisi fotodiode menggunakan mikrometer. Data hasil pengamatan dapat dilihat pada grafik hasil pengujian pada Gambar 5.

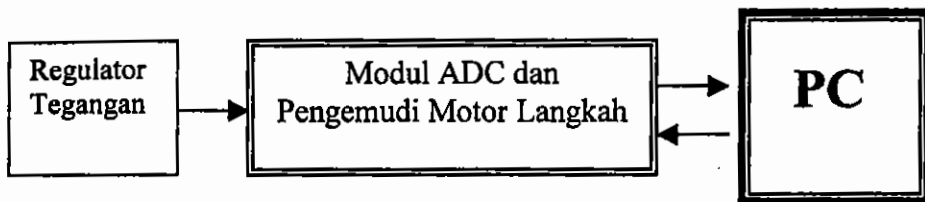


Gambar 5. Grafik hasil uji linieritas motor langkah

Dengan analisis regresi linear sederhana didapatkan garis pendekatan dengan persamaan : $y = 0,43 x - 0,017$ dengan simpangan sebesar 0,001. Hal ini menunjukkan bahwa selain pergeseran fotodiode linier terhadap motor langkah, setiap langkah motor menghasilkan gerakan sebesar $(0,43 \pm 0,001)$ mm pada rel penggerak fotodiode.

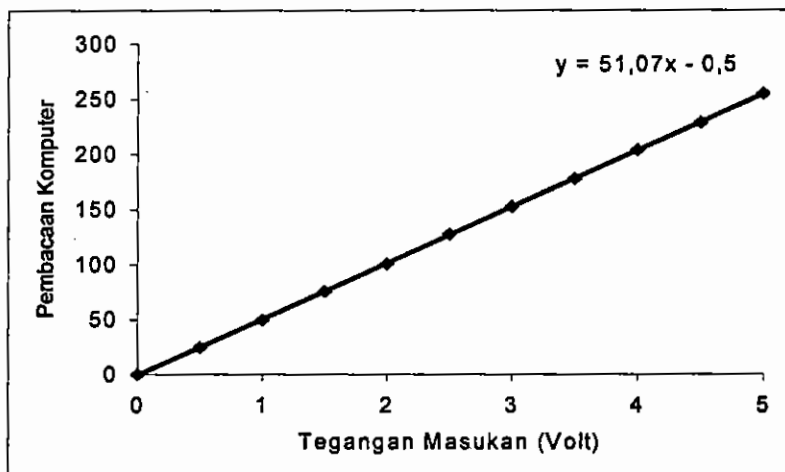
4.2 Pengujian linieritas ADC

ADC berfungsi untuk mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital yang dapat dibaca oleh komputer. Pada penelitian ini dipergunakan TLC-0820. Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah ADC yang dihubungkan ke komputer ini menghasilkan nilai yang sebanding dengan tegangan analog masukan. Susunan peralatan seperti tertera pada Gambar 6 untuk pengujian ini.



Gambar 6. Skema pengujian linieritas ADC

Tegangan analog diubah setiap 0,5 volt dan diukur dengan voltmeter digital (metex m-4630). Setiap perubahan tegangan analog tersebut angka pembacaan oleh komputer dibaca di layar monitor pada form kalibrasi sensor. Dengan demikian akan didapatkan data yang secara keseluruhan dapat dilihat pada grafik hasil pengujian (Gambar 7).

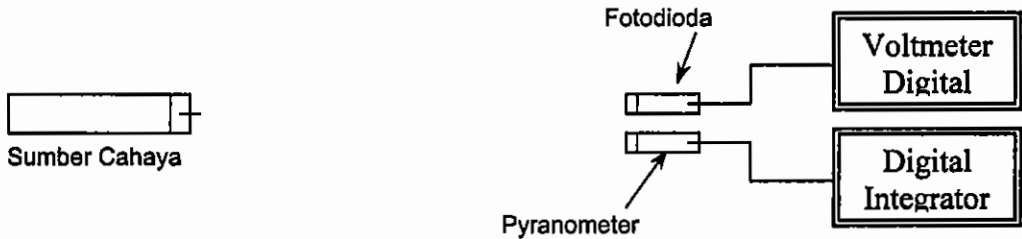


Gambar 7. Grafik hasil uji linieritas ADC

Dengan analisis regresi linier sederhana didapatkan garis pendekatan dengan persamaan : y (pembacaan komputer) = $51,1 x$ (tegangan masukan) - $0,5$ dengan simpangan $0,1$. Hal ini menunjukkan bahwa keluaran ADC linear terhadap perubahan tegangan analog masukan.

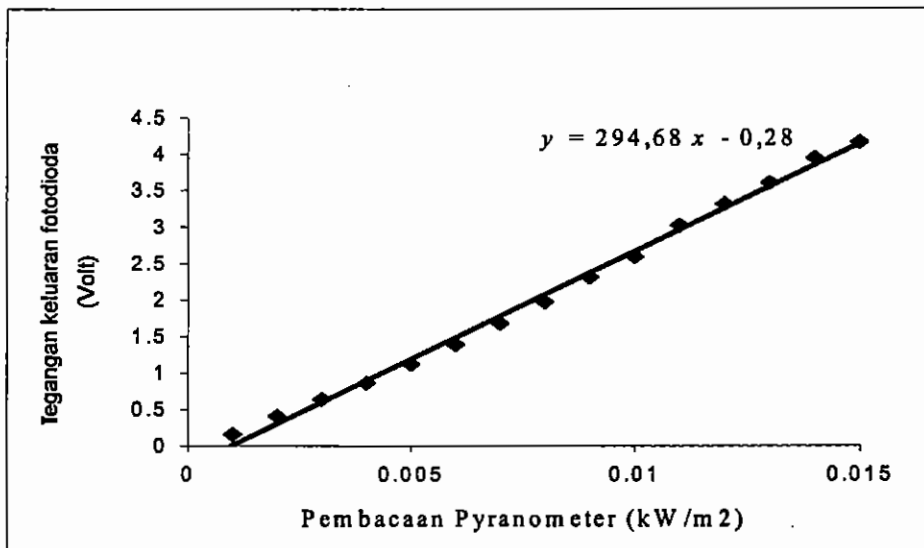
4.3 Pengujian linieritas fotodioda

Fotodioda yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah OPT-101 yang lengkap dengan penguat operasional dalam satu IC. Sebelum dimanfaatkan untuk melakukan pengukuran yang sesungguhnya terlebih dulu dilakukan pengujian terhadap linieritas fotodioda ini. Sebagai pembanding digunakan pyranometer untuk mengukur energi cahaya yang datang sehingga hasil pengukuran fotodioda dapat dibandingkan dengan alat ukur standar. Kemudian keluaran tegangan dari fotodioda dibaca menggunakan voltmeter digital. Susunan peralatan untuk pengujian ini tertera pada Gambar 8.



Gambar 8. Skema pengujian linieritas fotodioda

Data hasil pengukuran dapat dilihat pada grafik hasil uji linieritas fotodioda Gambar 9.



Gambar 9. Grafik hasil uji linieritas fotodioda.

Untuk uji linieritas fotodiode, dilakukan dengan membandingkan tegangan keluaran fotodiode dengan hasil pembacaan pyranometer sebagai alat ukur energi cahaya standar. Dengan analisis regresi linear sederhana didapatkan garis pendekatan dengan persamaan : $y(\text{tegangan keluaran foto diode}) = 294,7 x(\text{pembacaan pyranometer}) - 0,3$ dengan simpangan sebesar 5,2. Hal ini menunjukkan bahwa pengukuran oleh fotodiode linear terhadap perubahan intensitas cahaya yang diterimanya.

V. Kesimpulan

1. Kanal paralel komputer dapat dimanfaatkan sebagai antarmuka yang membutuhkan kontrol dan pembacaan data oleh komputer.
2. Fotodiode OPT-101 dapat digunakan sebagai transduser untuk mengukur intensitas cahaya secara linier.
3. ADC TLC-0820 dapat digunakan sebagai pengubah sinyal analog menjadi sinyal digital yang linier.
4. Motor langkah pada rel printer LX-800 dapat digunakan untuk menggeser posisi yang akurat dengan pergeseran $(0,43 \pm 0,001)$ mm per langkah.
5. Dengan menggunakan fotodiode OPT-101 dan ADC TLC-0820 serta memanfaatkan motor langkah pada rel printer LX-800 dapat ditampilkan gejala fisika dalam bentuk grafik pada komputer.

Saran

1. Perlu dikembangkan perangkat lunak (yang lebih lanjut) untuk menambah kemampuan unjuk kerja dari keseluruhan sistem ini, misalnya untuk analisis kurva (*curve fitting*).
2. Mencari kemungkinan aplikasi lain yang memerlukan pengambilan berkas serupa dengan pengambilan berkas dalam penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Anonim₁, 1998, *OPT101, Monolithic Photodiode And Single-Supply Transimpedance Amplifier*, Burr-Brown Corporation.
- Anonim₂, 1994, *TLC0820ac, TLC0820AI, Advanced LinCMOS™ High-Speed 8-bit Analog-To-Digital Converters Using Modified Flash Techniques*, Texas Instruments, Dallas, Texas.
- Cooper, W. D., dan Helfrick, A. D., 1987, *Electronic Instrumentation and Measurement Techniques*, Prentice Hall of India, New Delhi.
- Glynn, D. R., 1982, *Personal Computer*, John Wiley and Sons, Singapore.
- Johnson, J., 1998, *Working With Stepper Motors*, Electronic Design & Prototyping Pages, Jason's Home Page.
- Krutz, R. L., 1988, *Interfacing Techniques in Digital Design with Emphasis on Microprocessor*, John Wiley and Sons, Singapore.
- Kusairi, S., 1998, *Otomatisasi Sistem Interferometer Michelson Berbasis PC*, Tesis S2, Program Studi Fisika, UGM, Yogyakarta.
- Link, W., 1995, *Pengukuran Pengendalian dan Pengaturan Dengan PC*, Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Nelson, R. P., 1993, *Menguasai Visual Basic for Windows*, PT Elex Media Komputindo kelompok Gramedia, Jakarta.
- O'reilly & Associates, 1996, Parallel Port, *The Internet Journal*.
- Padilla, V L, 1998a, Parallel port, *The Internet Journal*.
- Padilla, V L, 1998b, Serial Port, *The Internet Journal*.
- Peacock, C., 2001a, Interfacing The Enhanced Parallel Port, *The Internet Journal*.
- Peacock, C., 2001b, Interfacing the Extended Capabilities Port, *The Internet Journal*.
- Tyson, J., 1998-2001, *How Parallel Port Work*, Howstuffworks, inc., www.howstuffworks.com,
- Wobschall, D., 1987, *Circuit Design for Electronic Instrumentation*, McGraw-Hill Book Company, USA.