

PEMBUATAN ADC (ANALOG TO DIGITAL CONVERTER) UNTUK RANCANG BANGUN INSTRUMENTASI TEMPERATUR TINGGI MENGGUNAKAN PRINSIP DEFLEKSI LASER HE-NE SEBAGAI BAGIAN DARI SISTEM KENDALI OPERASI DI BIDANG INDUSTRI.

Nur Kadarisman, Sumarna, Dadan Rosana
Jurusan Pendidikan Fisika FMIPA, UNY

ABSTRACT

Monitoring and control all process variables such as power, temperature, and pressure is an absolute necessity in the field of industry. Instrumentation is a tool that can be used to monitor and control the process variables. From the monitoring results it can be seen whether the system is running in accordance with the desired or not. If deviation occurs, then the control action is needed so that the process can run as expected (the operating control system). One of the instrumentation equipment that need to be investigated is the use of laser deflection, because the laser beam that has a coherent nature, so that this instrumentation can be a very useful tool in the industry. At that stage the second year of this research study focused on the process input and data analysis with the aid of a microcontroller as a stage before applied in the modeling industry. The study was conducted in two stages, namely the manufacture of the ADC program that can send data voltage to the computer via RS 232 serial cable and making the ADC data acquisition software in the computer so the computer can act as a collection station, storage, and display data. This software use Borland Delphi 7.

The results showed that the graph can be known voltage variations can indicate changes in certain deflection. The value of this deflection will determine the temperature of which is shown by the graph. Changes in the analog signal from the source of the potentiometer into a digital signal using ADC is inversely proportional, which is indicated by a linear graph with a correlation $R = 0.99079$ Graph showing the relationship between deflection with temperature according to the graph of the results of previous years of research that is done manually. Thus, further stay pending the outcome of the development of an acceptable deflection pattern detector equipped with a data acquisition system, as the final stage before implemented in the industry. Data acquisition system consists of two parts: signal conditioning systems and interfaces. If the detector is subjected by a laser beam, the optical signal is converted into electrical signals. This causes an electrical current. Because the electric current generated by the detector is very small, it needs to be strengthened and transformed into voltage by a signal conditioning system. Temperatures are measured in a particular room will cause the laser beam deflection at a certain distance so it can be used for high temperature control system.

Keywords: ADC, Instrumentation, He-Ne Laser, Borland Delphi

ABSTRAK

Pemantauan dan pengendalian semua variabel proses seperti daya, temperatur, dan tekanan merupakan kebutuhan mutlak dalam bidang industri. Instrumentasi merupakan alat yang dapat digunakan untuk memantau dan mengendalikan variabel proses tersebut. Dari hasil pemantauan maka dapat diketahui apakah sistem berjalan sesuai dengan yang dikehendaki atau tidak. Bila terjadi penyimpangan, maka diperlukan tindakan kontrol sehingga proses dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan (sistem kendali operasi). Salah satu peralatan instrumentasi yang perlu diteliti adalah pemanfaatan defleksi Laser, karena sinar laser yang mempunyai sifat koheren, sehingga instrumentasi ini dapat menjadi perangkat yang sangat berguna dalam industri. Pada tahapan penelitian tahun kedua ini penelitian difokuskan pada proses input dan analisis data

dengan bantuan mikrokontroler sebagai tahapan pemodelan sebelum diaplikasikan di industri. Penelitian dilakukan dalam dua tahapan, yaitu pembuatan program ADC sehingga dapat mengirim data tegangan ke komputer melalui kabel serial RS 232 dan pembuatan perangkat lunak akuisisi data ADC di dalam komputer sehingga komputer dapat berperan sebagai stasiun pengumpul, penyimpanan, dan penampil data. Perangkat lunak ini menggunakan Borland Delphi 7. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari grafik dapat diketahui variasi tegangan dapat menunjukkan perubahan defleksi tertentu. Nilai defleksi ini akan menentukan besarnya suhu yang ditampilkan oleh grafik. Perubahan sinyal analog dari sumber potensiometer menjadi sinyal digital dengan menggunakan ADC adalah berbanding terbalik, yang ditunjukkan oleh grafik linier dengan korelasi $R = 0.99079$ Grafik hubungan antara defleksi dengan suhu sesuai dengan grafik hasil penelitian tahun sebelumnya yang dilakukan secara manual. Dengan demikian maka, selanjutnya tinggal menunggu hasil pengembangan detektor pola defleksi yang diterima yang dilengkapi dengan sistem akuisisi data, sebagai tahapan akhir sebelum diimplementasikan di industri. Sistem akuisisi data terdiri dari dua bagian yaitu sistem pengkondisi sinyal dan interface. Jika detektor ini dikenai oleh sinar laser maka sinyal optik akan diubah menjadi sinyal elektrik. Hal ini menyebabkan timbulnya arus listrik. Karena arus listrik yang ditimbulkan oleh detektor sangat kecil, maka perlu diperkuat dan diubah menjadi tegangan oleh sistem pengkondisi sinyal. Temperatur yang terukur pada ruangan tertentu akan menimbulkan defleksi sinar laser pada jarak tertentu sehingga dapat digunakan untuk sistem pengendali temperatur tinggi.

Kata-kata Kunci: ADC, Instrumentasi, Laser He-Ne, Borland Delphi

PENDAHULUAN

Di dalam industri banyak dilakukan pengukuran suhu suatu obyek yang memiliki suhu yang tinggi. Alat ukur yang biasa dipergunakan adalah alat ukur yang membutuhkan kontak fisik dengan obyek yang diukur. Jika obyek yang diukur mempunyai suhu tinggi, diperlukan sensor dengan titik leleh yang tinggi juga. Selain itu tuntutan penggunaan alat pengukur suhu nonkontak juga dikarenakan obyek yang berada pada daerah yang berbahaya atau adanya kebutuhan untuk menghindari kontaminasi dengan obyek, seperti makanan dan obat-obatan (www.wid.wikipedia.org/termometer-inframerah). Oleh karena itu dipergunakan alat ukur suhu nonkontak seperti *radiation thermometer* yang memanfaatkan radiasi panas serta *optical pyrometer* yang memanfaatkan radiasi panas dan pancaran cahaya (optik). Akan tetapi, alat ukur suhu dengan radiasi memerlukan harga emitansi dan emisivitas bahan dari material yang penentuannya tidaklah mudah.

Pencarian metode pengukuran suhu nonkontak terus dilakukan, agar

diperoleh suatu metode dan alat ukur yang menghasilkan hasil pengukuran suhu yang akurat. Di dalam penelitian ini, diperkenalkan suatu metode pengukuran suhu nonkontak yang sederhana, yakni dengan mempergunakan prinsip defleksi. Ketika seberkas sinar dilewatkan di daerah yang berbeda suhu secara bertahap, maka sinar tersebut akan dibiaskan secara berulang, yang akan menyebabkan sinar tersebut terdefleksi (terbelokkan). Sesuai dengan hukum Snellius tentang pembiasan, bahwa ketika cahaya datang dari medium kurang rapat ke medium lebih rapat maka cahaya tersebut akan dibiaskan mendekati garis normal.

Di dalam penelitian ini pada tahap pertama dilakukan penelitian skala laboratorium dengan menggunakan sinar laser He-Ne yang dilewatkan di atas pelat yang dipanaskan. Ketika sebuah pelat dipanaskan, maka akan terjadi daerah bergradien suhu di atas pelat tersebut, semakin ke atas suhunya semakin rendah atau mendekati suhu lingkungan. Akibat gradien suhu tersebut, akan terjadi daerah bergradien indeks bias. Apabila sinar laser

dilewatkan pada daerah tersebut maka sinar laser akan dibiaskan secara berulang, akibatnya sinar laser akan bergerak menjauhi pelat atau terdefleksi.

Tahap kedua penelitian difokuskan pada proses input dan analisis data dengan bantuan mikrokontroler sebagai tahapan pemodelan sebelum diaplikasikan di industri. Penelitian dilakukan dalam dua tahapan, yaitu pembuatan program ADC sehingga dapat mengirim data tegangan ke komputer melalui kabel serial RS 232 dan pembuatan perangkat lunak akuisisi data ADC di dalam komputer sehingga komputer dapat berperan sebagai stasiun pengumpul, penyimpanan, dan penampil data. Perangkat lunak ini menggunakan Borland Delphi 7.

Pada tahapan berikutnya dimana instrumentasi di implementasikan untuk pengukuran temperatur industri. Pemantauan dan pengendalian semua variabel proses seperti daya, temperatur, dan tekanan merupakan kebutuhan mutlak dalam bidang industri. Instrumentasi merupakan alat yang dapat digunakan untuk memantau dan mengendalikan variabel proses tersebut. Dari hasil pemantauan maka dapat diketahui apakah sistem berjalan sesuai dengan yang dikehendaki atau tidak. Bila terjadi penyimpangan, maka diperlukan tindakan kontrol sehingga proses dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Instrumentasi temperatur menggunakan prinsip defleksi Laser ini dalam penggunaannya dikembangkan untuk pengukuran suhu nonkontak pada suatu logam yang panas, dengan sinar laser sebagai sensor suhunya. Jadi dengan mengetahui nilai

defleksinya kita dapat mengetahui nilai suhu yang kita ukur.

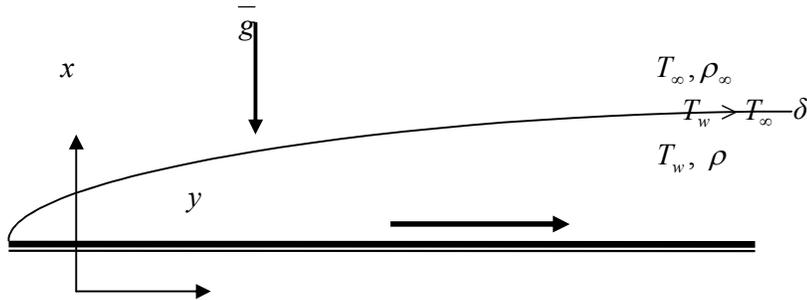
Penelitian ini sangat bermanfaat baik secara praktis maupun teoritis. Beberapa manfaat lain dari penelitian ini adalah:

1. Instrumentasi temperatur nonkontak sangat berguna untuk aplikasi industri karena instrumentasi tidak memerlukan persyaratan alat ukur memiliki titik leleh yang tinggi.
2. Pengolahan data melalui komputer sangat bermanfaat untuk analisa data sekaligus sebagai input untuk pengendalian sistem operasi produksi.
3. Peneliti dapat melakukan identifikasi mengenai berbagai kemungkinan untuk menjalin kerjasama secara lebih luas dengan kalangan industri

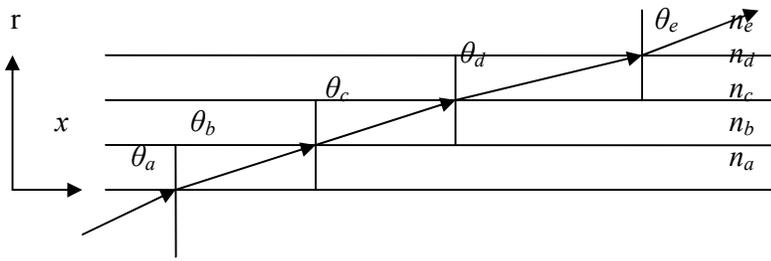
METODE PENELITIAN

1. Distribusi Suhu di Atas Pelat Horisontal

Apabila pelat dipanaskan, maka panas tersebut akan memanaskan fluida di atasnya, dimana fluida yang dekat dengan permukaan pelat akan berkurang kerapatannya akibat pemanasan pelat tersebut. Sehingga fluida yang dekat dengan permukaan pelat akan berbeda kerapatannya jika dibandingkan dengan fluida yang jauh dengan pelat. Perbedaan kerapatan tersebutlah yang menyebabkan fluida yang lebih berat mengalir ke bawah dan fluida yang lebih ringan akan mengalir ke atas. Jika gerakan itu hanya disebabkan oleh perbedaan kerapatan yang diakibatkan oleh gradien suhu, maka perpindahan panas itu disebut konveksi alami (Frank Kreith, 1987 : 383)[6].



Gambar 1. Aliran konveksi alami diatas pelat horisontal



Gambar 2 Segmen-segmen indeks bias $n_a \leq n_b \leq n_c \leq n_d \leq n_e$

Gambar-1, menunjukkan aliran konveksi alami pada sebuah pelat horisontal yang dipengaruhi oleh gaya luar yakni gaya gravitasi g . Ketika pelat dengan suhu T_w memanaskan fluida yang berbatasan dengan pelat tersebut ke atas, maka fluida yang dekat dengan permukaan pelat menjadi lebih panas daripada fluida yang jauh dengan permukaan pelat dengan suhu T_∞ . Akibatnya terjadi perbedaan tekanan, yang akan menyebabkan lapisan batas mengalir diatas permukaan pelat sepanjang permukaan pelat (A.Bejan & A.D Krauss 2003 : 541)[1].

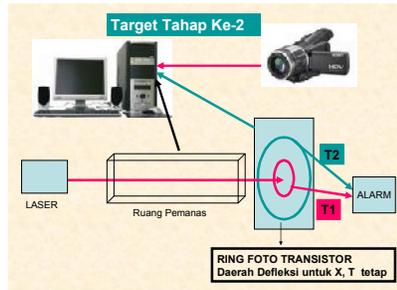
2. Lintasan Cahaya Dalam Medium dengan Gradien Index Bias

Jika seberkas sinar melewati medium optik yang bervariasi indeks

biasnya, maka sinar tersebut akan mempunyai lintasan yang melengkung. Gambar 2.3 menunjukkan jika seberkas sinar melewati medium yang mempunyai perubahan indeks bias secara bertahap, yang dibayangkan sebagai segmen-segmen tipis yang mempunyai indeks yang masing-masing berbeda.

Menurut hukum Snellius $n_a \sin \theta_a = n_b \sin \theta_b = n_c \sin \theta_c = \dots =$ konstan.

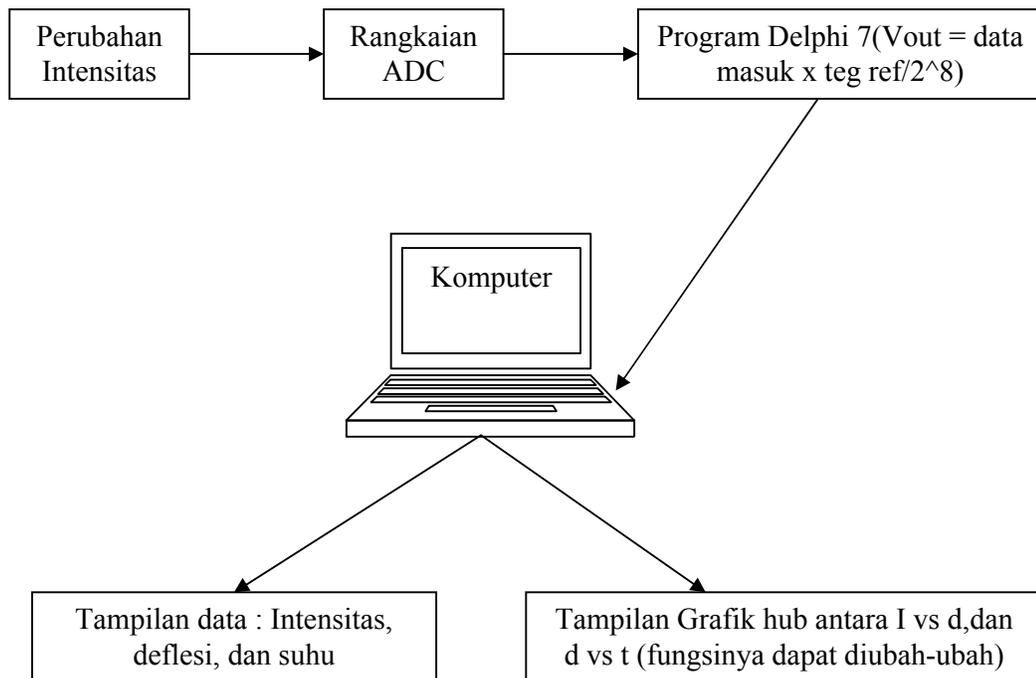
Defleksi yang teramati menunjukkan bahwa setiap perubahan suhu ruangan menunjukkan perubahan besarnya defleksi laser. Hasil fitting data hubungan keduanya adalah linier, sehingga dapat dibuat instrumen suhu non kontak dengan desain sebagai berikut :



Gambar - 3 , Desain Instrumentasi Suhu non kontak untuk kendali operasi dibidang Industri pada temperatur tinggi.

Pengambilan data dilakukan dengan menghubungkan potensiometer yang digunakan sebagai masukan dengan ADC, setelah sinyal analog dari

potensiometer ditangkap oleh ADC, maka sinyal tersebut akan diubah menjadi sinyal digital. Sinyal yang keluar dari ADC akan dikirim ke program Delphi 7 melalui *port serial* . untuk ditampilkan menjadi suatu grafik. Di dalam penelitian ini yang digunakan untuk menganalisis data dan menampilkan grafik hubungan antara intensitas VS defleksi dan grafik hubungan antara defleksi VS suhu adalah program delphi 7 . Data yang masuk dari serial diproses oleh program Delphi 7 sehingga bisa menunjukkan grafik yang diharapkan.



Gambar , proses input dan analisis data dengan bantuan mikrokontroler sebagai tahapan pemodelan sebelum diaplikasikan di industri.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada tahap pertama data diperoleh berdasarkan variabel bebas suhu ruangan dengan variasi ketinggian dari plat pemanas dan variabel terikatnya adalah defleksi sinar laser setelah keluar dari ruangan temperatur tinggi. Variabel yang dikontrol adalah jarak sumber Laser dengan ruangan sebelum elemen pemanas dan ruangan dengan tempat pengukuran defleksi diukur dari sisi akhir elemen pemanas. Untuk sumber pemanas ruangan dicobakan penutup elemen pemanas dari beberapa jenis logam. Dari hasil pengambilan data dengan variabel tersebut diatas maka akan dapat diketahui hubungan antara setiap perubahan temperatur dengan defleksi yang dihasilkan sehingga dapat difitting persamaan fungsinya.

Sedangkan pada penelitian tahap kedua berdasarkan spesifikasi

sistem yang telah dijelaskan sebelumnya, maka dilakukan pengujian terhadap sistem menggunakan beberapa metode pengujian. Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui apakah sistem yang diimplementasikan telah memenuhi spesifikasi yang telah direncanakan atau belum. Hasil pengujian akan dimanfaatkan untuk penyempurnaan kinerja sistem dan sekaligus digunakan untuk pengembangan lebih lanjut.

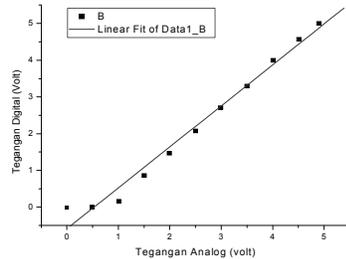
Metode pengujian dipilih berdasarkan fungsi operasional. Pemilihan metode pengujian berdasarkan fungsi operasional bertujuan untuk mengetahui beberapa parameter yang ingin diketahui dari sistem tersebut, sehingga data yang diperoleh dari metode pengujian yang dipilih tersebut dapat memberikan informasi yang cukup untuk penyempurnaan sistem.

Dari pengujian alat didapat data sebagai berikut :

Tabel-1 data hasil penelitian

No	Tegangan Analog (volt)	Tegangan Digital (volt)
1	5.00	0.0196
2	4.48	0.6667
3	4.05	1.1765
4	3.51	1.902
5	2.94	2.6275
6	2.52	3.1373
7	1.98	3.8039
8	1.52	4.4118
9	1.04	5
10	0.5	5

Dari data ini apabila dibuat grafik menggunakan program origin akan terlihat sebagai berikut :



Gambar-5 Grafik hubungan antara tegangan digital dengan tegangan analog

```
[1/21/2002 11:05
"/Graph2" (2452295)]
Linear Regression for
Data1_B:

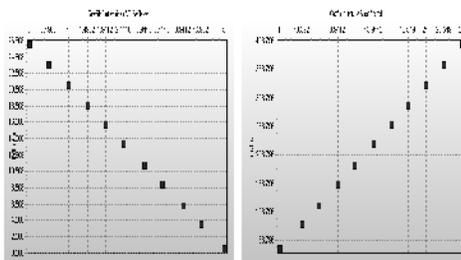
$$\bar{Y} = A + B * X$$

```

Parameter	Value	Error
A	-0.58402	0.1496
B	1.1154	0.05081

R	SD	N	P
0.99079	0.26447	11	0.0001

Dari grafik di atas dapat diketahui bahwa hubungan antara sinyal analog dengan sinyal digital berbanding lurus secara linier. Korelasi atau tingkat kedeterimaan antara tegangan analog terhadap tegangan digital sebesar = 0.99079.



Gambar-6 , tampilan output hubungan antar variabel yang diprogram

KESIMPULAN

A. KESIMPULAN

1. Perubahan tegangan sinyal analog dari sumber potensiometer menjadi tegangan sinyal digital dengan menggunakan ADC adalah berbanding lurus, yang ditunjukkan oleh grafik linier dengan korelasi $R = 0.99079$. Secara operasional system ADC dapat digunakan sebagai pengubah perubahan intensitas menjadi sinyal digital untuk menentukan perubahan intensitas sinar laser yang terdefleksi terhadap perubahan temperatur ruangan.
2. Grafik hubungan antara defleksi dengan suhu dapat di ekstrapolasi dalam bentuk simulasi dan sesuai dengan grafik hasil studi laboratorium terdahulu untuk dapat digunakan sebagai sistem kendali dibidang industri temperatur tinggi.

Hal ini mendukung tujuan dari penelitian tahap pertama telah direalisasikan melalui tahapan kegiatan yang terstruktur dan sistematis, yaitu; (1) didapatkannya persamaan tentang pengaruh suhu terhadap defleksi Laser, (2). dapat diketahui pengaruh panjang pelat (ruangan) terhadap defleksi laser pada setiap perubahan suhu, (3). dapat diketahui pengaruh jarak Laser dengan permukaan pelat terhadap defleksi Laser, dan (4). dapat dibuatnya model instalasi alarm pengendali operasi pada ruangan dengan suhu tertentu. Dari hasil kegiatan yang telah dilakukan pada tahap pertama telah didapatkan:

Hubungan antara Temperatur ruangan dengan defleksi yang terjadi adalah linier dengan konstanta A dan B pada persamaan $Y = A + B.X$ hasil fitting data tersebut di atas, Panjang pelat pemanas ruangan juga berpengaruh terhadap defleksi sinar laser sehingga perlu diperhitungkan lagi persamaan dengan tiga variabel

yang berpengaruh yaitu panjang pelat, temperatur ruangan dan defleksinya. Data untuk pengaruh panjang pelat terhadap defleksi sudah diambil tapi belum dianalisis secara sempurna. Pengukuran suhu dengan variasi tinggi dari pelat tidak mempengaruhi bentuk linieritas hubungan perubahan temperatur dengan defleksi. Model alarm temperatur tinggi dapat dibuat dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Bejan, A & Krauss, A.D. 2003. Heat Transfer Handbook. New Jersey : John Wiley & Sons, Inc.
- [2]. Born, M & Wolf, E.1980. Principles of Optics. New York : Pergamon Press Inc.
- [3]. Giancolli. 1991. Fisika Untuk Universitas (Terjemahan) Jakarta :Erlangga
- [4]. Holman, J.P. (Alih Bahasa oleh Ir. E. Jasjfi, Msc). 1991. Perpindahan Kalor Jakarta: Erlangga
- [5]. Issac, A 1990. Kamus Fisika. Jakarta : Erlangga
- [6]. Kreith, Frank. (Alih Bahasa oleh Arko Prijono, MSc).1991 Prinsip-prinsip Perpindahan Panas Jakarta : Erlangga
- [7]. Laud, B.B (terjemahan Sutanto). 1988. Laser dan Optik Nonlinear. Jakarta
- [8]. Universitas Indonesia-Press http://en.wikipedia.org/wiki/Helium-neon_laser
www.wid.wikipedia.org/termometer-inframerah