

Integrasi Sistem Levitasi Magnetik Menggunakan Labview 8.5

RikaNovita
Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Jakarta
Kampus Baru – UI Depok16425
rika.novita@gmail.com

Franacitra Harta Surya
Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Jakarta
Kampus Baru – UI Depok16425
harta.surya@gmail.com

Diterima: 15 September 2015. Disetujui: 20 Oktober 2015. Dipublikasikan: November 2015

Abstrak- Levitasi magnetic adalah proses melayang objek dengan memanfaatkan medan magnet. Dengan menolak gaya gravitasi pada suatu benda dengan menggunakan medan magnet sebagai penangkal. Dengan mengacu pemodelan matematika Maglev R. Sinha. Integrasi system levitasi magnetik berbasis LabVIEW versi 8.5 dan NI-DAQ 6008 merupakan program untuk mengukur posisi obyek. Perangkat simulasi yang digunakan adalah LabVIEW versi 8.5. Perangkat keras yang digunakan adalah NI-DAQ (National Instrumen Data Acquisition). NI-DAQ berfungsi sebagai interface Pengolahan data dengan aplikasi LabVIEW versi 8.5. Sensor yang digunakan adalah sensor hall effect (UGN 3503) dengan tegangan output 2,69V hingga 3,7V dan sensor infrared yang digunakan untuk mendeteksi objek melayang dalam jarak 4-24mm dari kumparan. Setpoint tegangan yang digunakan dalam software adalah sebesar 3,6V. Objek mengalami setting time pada 2,5 detik dan membutuhkan waktu stabil 3 detik.

Kata kunci : LabVIEW, NI-DAQ 6008, Sensor Hall Effect (UGN 3503), Sensor Infrared, FrontPanel.

I. PENDAHULUAN

Sistem kontrol ini berfungsi mengendalikan kuat medan magnet yang berasal dari kumparan. Proses pengendalian sistem ini menggunakan sistem kontrol PID (*Proportional Integral Derivative*) dengan memanfaatkan software LabVIEW Versi 8.5. Umpan balik sistem kontrol ini menggunakan sensor *hall effect* dan sensor inframerah. Performa sistem diamati melalui para meter settling-time, steady- state error dan maximum overshoot. Data performa sistem ditampilkan dalam bentuk numerik maupun grafik pada monitor HMI (Human Machine Interface). Pengembangan dari Rancang Bangun Magnetik Levitasi ini adalah untuk membuat objek dari besi dapat melayang.

II. METODE PENELITIAN

Metode penyelesaian masalah dalam pembuatan sistem ini adalah dengan melakukan perencanaan yang jelas dan terperinci dengan mempelajari literatur, referensi, dan katalog. Menggunakan LabVIEW dalam pembuatan sistem kontrolnya, melakukan pengujian program, mengukur parameter input dan output sistem, menganalisa dengan menggunakan analisis statistik, dan melakukan pengujian di Laboratorium.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Nama alat dari sistem ini adalah Rancang Bangun Magnetik Levitasi berfungsi sebagai sistem untuk mengatur kuat medan magnet yang berasal dari kumparan.

Program aplikasi kontrol ini menggunakan sistem kontrol PID yang dibuat dalam *software* LabVIEW versi 8.5. Gambar 1 menunjukkan blok diagram sistem levitasi magnetik.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem Levitasi Magnetik

Untuk menjalankan program LabVIEW 8.5, diperlukan komputer dengan spesifikasi minimum seperti yang ditunjukkan oleh tabel 1.

TABEL 1. KEBUTUHAN MINIMUM KOMPUTER

Sistem Operasi	: Windows XP/Vista
Konektivitas	: USB 2.0
Harddisk	: 2GB
Prosesor	: Intel Pentium 4; 2.0 GHz
RAM	: 512MB

Prinsip Kerja

Adapun sistem kontrol magnetik levitasi mempunyai prinsip kerja sebagai berikut:

- 1) Membaca data dari *Hall Effect Sensor* dan sensor inframerah.
- 2) Mengolah data yang telah diperoleh dari kedua sensor tersebut
- 3) Menampilkan data yang diperoleh dalam bentuk grafik.
- 4) Menghasilkan *error* yang kecil pada saat kondisi output *steady state*.
- 5) Menghasilkan respon kontrol yang cepat dalam mendeteksi *levitate object* (bola seng).

Untuk pengembangan lebih lanjut terhadap sistem kontrol magnetik levitasi, diharapkan sistem dapat membuat bola dari seng melayang.

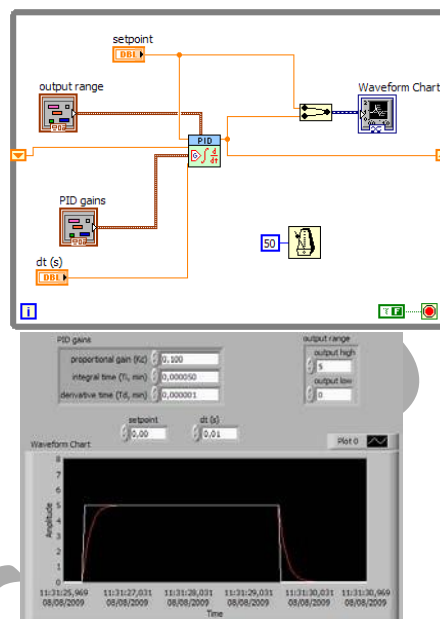
Perencanaan dan realisasi Program LabVIEW pada Sistem Kontrol Magnetik Levitasi.

Sub bab ini akan membahas mengenai perencanaan, simulasi, dan realisasi sistem kontrol magnetik levitasi.

Dasar Pemrograman Kontrol PID

Simulasi dan pemrograman kontrol PID menggunakan PID.vi. Parameter input dan output pada PID.vi tersebut adalah 5 input dengan 1 output. Parameter-parameter input dan output tersebut yakni:

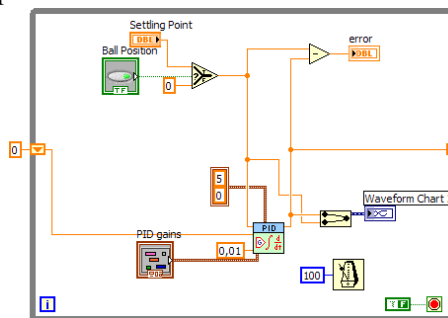
- Setpoint, *SP*. Setpoint adalah setting nilai target dari sistem kontrol PID.
- Process variable, *PV*. *Process Variable* adalah nilai pembanding agar nilai output sesuai dengan setpoint.
- PID Gain (K_p , T_i dan T_d) dimana T_i dan T_d dalam menit. PID gain adalah setting nilai konstanta kontrol proporsional, integral, dan differensial
- Output range (maksimum ± 100). Parameter untuk menentukan nilai maksimum dan minimum dari output controller PID.
- Loop time, $dt(s)$ dalam detik. Loop time adalah setting waktu bagi controller untuk melakukan *looping* dalam memproses data.
- Output. Terminal output adalah terminal yang mengeluarkan nilai hasil dari proses control



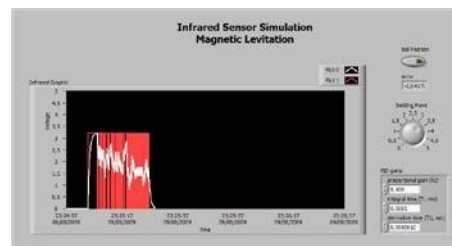
Gambar 3. Respon Sistem Kontrol PID berdasarkan Gambar 2

Program Simulasi Kerja Sensor Inframerah

Sensor inframerah digunakan untuk mendeteksi posisi dari *levitate object*. Sensor inframerah ini juga akan mengatur naik turunnya setpoint yang nantinya akan berpengaruh pada perubahan kuat medan magnet. Dalam program simulasi ini, posisi bola digantikan dengan *switch ball position* yang dioperasikan secara manual.

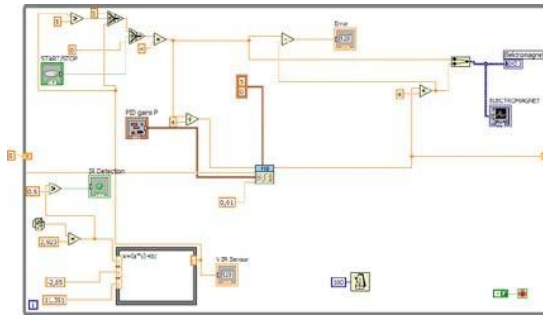


Gambar 4. Diagram blok program simulasi cara kerja sensor inframerah

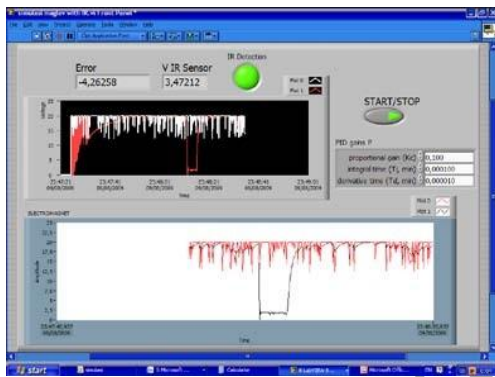


Gambar 5. Front panel program berdasarkan diagram blok gambar 3.2

Simulasi Kontrol Magnetik Levitasi Beserta Simulasi Sensor Inframerah



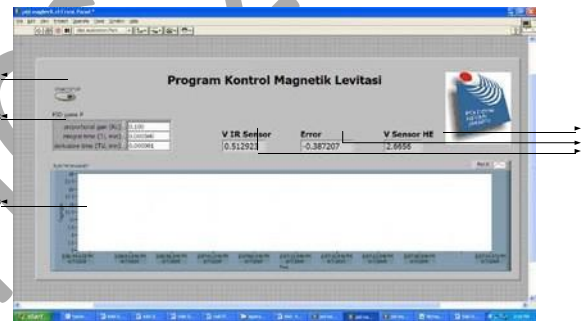
Gambar 6. Diagram blok simulasi kontrol magnetik levitasi dengan sensorinframerah



Gambar 7. Front panel dari diagramblok gambar6.

<p>Indikator</p> <p>WaveformChart</p>	<p>Untuk menampilkan output proses dalam bentukgrafik</p>
<p>Numeric</p> <p>0</p> <p>NumericIndicator</p>	<p>Untuk mengetahui nilai input dari sensor.</p>

HMI program kontrol magnetik levitasi, hanya terdiri dari 1 halaman yang berisi *switch*, *waveformchart*, *PID Gains Control*, dan *numeric indicator*



Gambar 8. User Interface pada front panel

Realisasi HMI (Human Machine Interface)

Pada program LabVIEW, HMI adalah suatu bagian yang mutlak harus dibuat. Karena HMI ini berfungsi untuk mempermudah *user* dalam mengoperasikan suatu sistem. Adapun kontrol dan indikator yang dibutuhkan untukmembuatprogram sistem kontrol magnetik levitasi adalah sebagaiberikut:

TABEL 2. REALISASIHMI

<p>Kontrol</p> <p>Switch</p>	<p>Untuk memulai dan menghentikan proseskontrol</p>
<p>PID gains P</p> <p>proportional gain (Kc) 0.100</p> <p>integral time (Ti, min) 0.000500</p> <p>derivative time (Td, min) 0.000001</p> <p>PID GainsControl</p>	<p>Untuk mengatur nilai <i>Kc</i>, <i>Ti</i>, dan <i>Td</i>.</p>

TABEL 3. NAMA DAN FUNGSI VISUALISASI GAMBAR 8

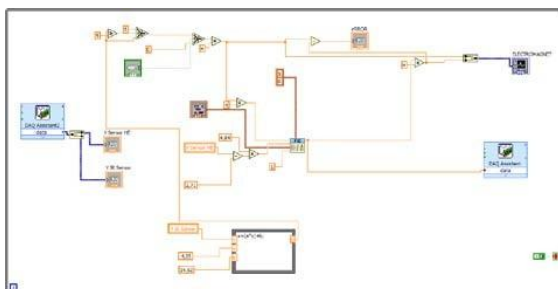
No. Visualisasi	Nama Visualisasi	Fungsi
1	Start/stop control	Memulai atau Menghentikan proses control systemmagnetiklevitasi
2	Kontrol <i>PIDGains</i>	Memberikan nilai konstanta <i>Kp</i> , <i>Ti</i> , dan <i>Td</i>
3	Waveform Chart	Menampilkan nilai output proses kontrol dalam bentuk grafik.
4	Indikator nilai tegangan sensor inframerah	Menampilkan nilai Tegangan yang dihasilkan oleh sensor inframerah.
5	Indikator nilai error	Menampilkan nilai error antara <i>Vpv</i> dan <i>Vsp</i> .
6	Indikator nilai tegangan sensor hall effect	Menampilkan nilai Tegangan yang dihasilkan oleh sensor hall effect.

Realisasi Diagram Blok Program

Pada program LabVIEW dalam pembuatan blok diagram dilakukan dengan cara meletakkan blok-blok fungsi yang akan digunakan. Kemudian, blok-blok fungsi tersebut akan dihubungkan dengan menggunakan *wire* sesuai dengan fungsinya masing-masing. Dalam melakukan *wiring*, hal yang harus diperhatikan adalah tipe data yang berbeda-beda dari setiap penghubung pada suatu blok fungsi.

Tabel 4. menjelaskan nama, *icon*, dan fungsi dari masing-masing blok fungsi yang digunakan dalam program kontrol magnetik levitasi.

TABEL 4. BLOK DIAGRAM PADA LABVIEW



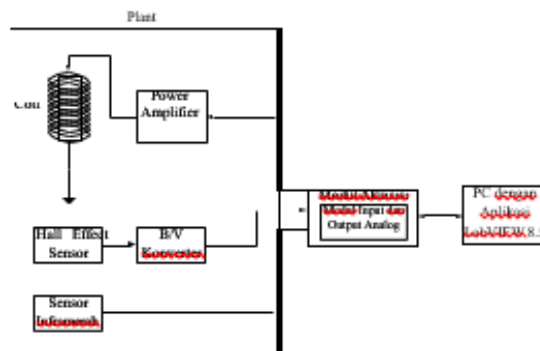
Nama	Icon	Fungsi
DAQ Assistant		Sebagai blok fungsi yang mewakili fungsi NI-DAQ dalam blok diagram.
While Loop		Untuk membuat siklus Program dapat diproses berulang-ulang.
Formula Node		Untuk menuliskan dan mengeksekusi rumus matematis secara langsung dengan menentukan variabelnya.
Select		Untuk pemilihan sinyal. Apabila input true, maka sinyal atas dilewatkan. Jika input false, maka sinyal bawah dilewatkan.
Greater?		Untuk comparison atau perbandingan kondisi.
PID.vi		Sebagai fungsi untuk menjalankan kontrol PID.
Subtract		Operator pengurangan
Multiply		Operator perkalian

Divide		Operator Pembagian
Merge Signals		Menggabungkan dua sinyal atau lebih.
Numeric Indicator		Menampilkan nilai data numerik.
Waveform Chart		Untuk menampilkan data dalam bentuk grafik.
PID Gains Control		Untuk memberi nilai Kp, Ti, dan Td.
Split Signal		Memisahkan satu sinyal majemuk menjadi beberapa sinyal data tunggal.
Push Button		Sebagai switch untuk menghasilkan data boolean.
Output Range Control		Untuk memberi nilai batas atas dan batas bawah dari output yang berasal dari PID.vi.

Gambar 9. Diagram blok program kontrol magnetik levitasi pada LabVIEW 8.5

Perencanaan Interkoneksi dengan Hardware

Pada gambar 10 dapat dilihat output keluaran dari sensor berupa tegangan setelah dikonversi oleh B/V konverter, masuk ke modul akuisisi data (NIDAQ 6008). Begitu juga dengan output dari sensor inframerah yang langsung masuk ke NIDAQ 6008. Setelah output dari kedua sensor tersebut masuk ke NIDAQ 6008, data-data tersebut diproses oleh program LabVIEW pada PC dan menghasilkan sinyal output yang melalui NIDAQ 6008 kemudian masuk ke *power amplifier* dan akhirnya masuk ke *coil*.

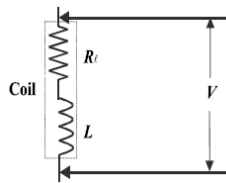


Gambar 10. Diagram blok interkoneksi plant dengan komputer

Pemodelan Matematis Sistem Kontrol Magnetik Levitasi

Pada bagian ini membahas pemodelan matematis ideal levitasi magnetik. Gambar

skematik dari levitasi magnetik yang ideal ditunjukkan dalam gambar 11.



Gambar 11. Ideal skematik levitasimagnetik

Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan dengan mengkoneksikan perangkat lunak dengan perangkat lunak. Pengujian sistem ini dilakukan untuk mengetahui *Settling time*, *Steady State Error*, *Rise-Time*, dan *Overshoot* yang terjadi pada output

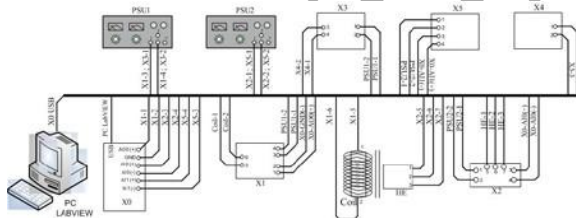
Deskripsi Pengujian Sistem

Tujuan Pengujian

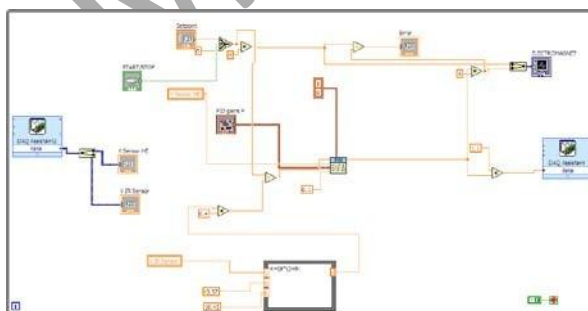
- a) Untuk mendapatkan data-data yang diperlukan yang kemudian dianalisis, agar kinerja dan spesifikasi sistem setelah direalisasikan dapat diketahui (settling- time, rise-time, delay-time, overshoot, dan steady state error).
- b) Jika terjadi penyimpangan pada parameter-parameter yang telah diisyaratkan, dapat dapat dijadikan masukan untuk dilakukannya perbaikan.

Target Pengujian Sistem

Mengetahui berapa besar settling-time, rise- time, delay-time, overshoot, dan steady state error pada controller PID



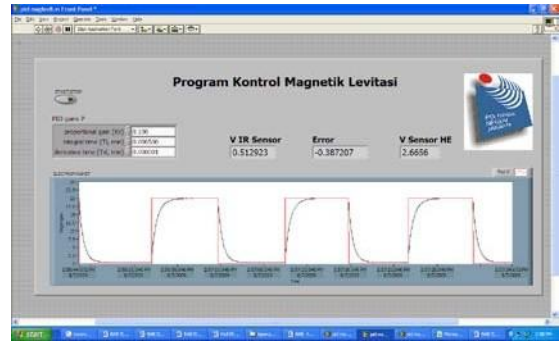
Gambar 12. Konfigurasi hardware pengujian sistem



Gambar 13. Konfigurasi software pengujian system

Data Hasil Pengujian

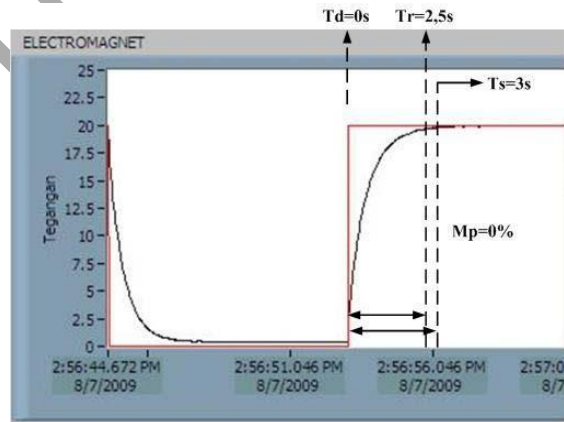
Pengujian Sistem Kontrol Magnetik Levitasi dengan menggunakan Kontroler PID. Pengujian dilakukan dengan setpoint sebesar 20 Vdc dan hasilnya ditunjukkan pada gambar 15



Gambar 14. Data hasil pengujian menggunakan Kontroler PID

Analisa Data Hasil Pengujian

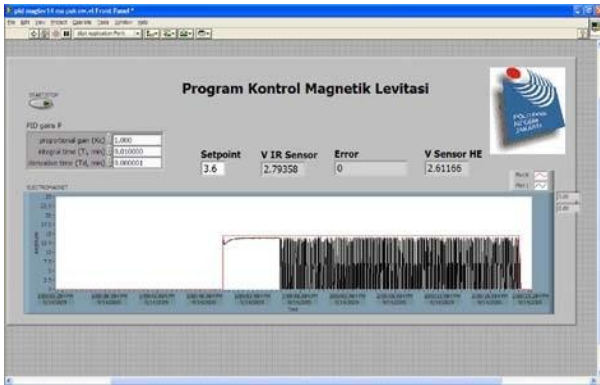
Analisis data pengujian dilakukan dengan cara mengamati gelombang output dengan memperhatikan *Settling time*, *Steady State Error*, *Rise-Time*, dan *Overshoot* yang terjadi. Hasil analisis dapat dilihat pada gambar 15.



Gambar 15. Analisis Respons Output PID

Keterangan

X0 = NI DAQ6008 AO0 (+) = Analog Output0 (+) GND= Ground AI0 (+) = Analog Input0 (+) AI0 (-) = Analog Input0 (GND) AI1 (+) = Analog Input1 (+) AI1 (-) = Analog Input1 (GND) USB = Terminal USB DAQ	Coil = Lilitan Coil-1 = +20V Coil-2 = GND	X3 = Voltage Regulator X3-1 = V input(+) X3-2 = V input(GND) X3-3 = Vout(+) X3-4 = Vout(GND)
X1 = Power Amplifier X1-1 = V input(+) X1-2 = V input(-) X1-3 = Vcc(+) X1-4 = Vcc(-) X1-5 = Vout(+) X1-6 = Vout(-)	HE = Hall Effect Sensor HE-1 = Vcc+5V HE-2 = GND HE-3 = Vout	X4 = IR Transmitter X4-1 = GND X4-2 = +8,5V
PSU1 = Power Supply PSU1-1 = 26V (+) PSU1-2 = Gnd	X2 = Modul Sensor X2-1 = Vcc+5V X2-2 = GND X2-3 = Vout Sensor X2-4 = GND HE-5 = Port pin1 HE HE-6 = Port pin2 HE HE-7 = Port pin3 HE	X5 = IR Receiver X5-1 = Vcc(+5V) X5-2 = GND X5-3 = GND X5-4 = Output IR sensor
PSU2 = Power Supply PSU2-1 = 5V (+) PSU2-2 = GND		



Gambar 16. Respons Output dengan setpoint 3,6 V

IV. PENUTUP

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa data yang dilakukan pada bab IV, dapat diambil kesimpulan sebagaiberikut.

1. Dari hasil pengujian pada saat keadaan mantap (*steady state*), kesalahan yang terjadi sebesar 0%.
2. Dari grafik respons yang dihasilkan, diketahui bahwa *rise time* = 2,5s, *settling time* = 3s, dan *delay time* = 0s.
3. Untuk membuat objek bola besi dapat melayang, diperlukan transfer data dan respons yang cepat baik dari modul sensor maupun program LabVIEW sebagai pengolahdata.
4. Dengan menggunakan setpoint tegangan sebesar 3,6 Volt, bola beresilasi dengan dengan sangatcepat

DAFTARPUSTAKA

- [1] Ogata, Katsuhiko. 1991. Teknik Kontrol Automatik. Erlangga.Jakarta.
- [2] Gunterus, Frans. 1994. Falsafah Dasar: Sistem Pengendalian Proses. PT. Elex Media Komputindo.Jakarta.
- [3] R. Sinha, M.L. Nagurka. 2005. "Analog and LabVIEW Control of a Maglev System with NI-ELVIS". ASMEInternational Engineering Congress and Exposition. Orlando. FloridaUSA.
- [4] http://www.elearning-jogja.org/file.php/84/hukum_faraday_dan_le_nz.doc, 3 Agustus 2009.
- [5] National Instruments. "What isLabVIEW" <http://www.ni.com>, 30 Juli2009
- [6] "PID Controllers" <http://www.wikipedia.com>, 30 Juli 2009.
- [7] National Instruments. 2001. PID ControlToolset Manual. Corporate Headquarters. Austin