



Sistem Kontrol pada *Shaking table* Menggunakan *Input Data Gempa* untuk Pengujian Replika Bangunan Berbasis LabView

Badri Salman¹ dan Iwa Sudradjat²

Program Studi Instrumentasi dan Kontrol Industri, Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Jakarta, Kota Depok, Jawa Barat, 16424, Indonesia
e-mail: badri.salman.te19@mhs.w.pnj.ac.id

Abstract— *Earthquake is one of the natural disasters that can cause damage to buildings, in the form of minor, moderate or severe damage. The purpose of this research is to determine the characteristics and behavior building replicas in the face of earthquakes using a shaking table as an experimental method. The research was conducted using the trial-and-error method for P (Proportional) control by changing the Kc value with large values of 3, 4, and 5. The results of this study, the system designed on the shaking table has obtained results that are in accordance with seismic signal earthquake data to represent the characteristics of ground movements that occur during earthquakes so that it can be seen a close correlation with the nature of the earthquake inputted. The movement of the testing table represents the response of the structure to the intensity, amplitude, and frequency of the earthquake, and the maximum deviation error % value of 31.77% was obtained when the Kc value experiment was 3, the maximum deviation error % value was 16.08% when the Kc value experiment was 4, the maximum deviation error % value was 16.08% when the Kc value experiment was 5. A shaking table with integrated LabView software technology can be used to collect and process observed data to provide insight into how control parameters can affect system response.*

Keywords: *Earthquake Seismic Signal, LabView, P (Proportional) Control, Shaking table*

Abstrak— *Gempa merupakan salah satu bencana alam yang dapat menimbulkan kerusakan pada bangunan, berupa kerusakan ringan, sedang atau berat. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui respon replika bangunan dalam menghadapi gempa bumi, seperti frekuensi alami, mode getaran, kekuatan, kerusakan, dan sebagainya untuk mengevaluasi kinerja replika bangunan selama guncangan gempa bumi menggunakan shaking table sebagai metode eksperimental. Penelitian dilakukan menggunakan metode trial and error untuk pengendalian P (Proporsional) dengan mengubah nilai Kc dengan besar nilai 3, 4, dan 5. Hasil penelitian ini, sistem yang dirancang pada shaking table telah didapatkan hasil yang sesuai dengan data gempa sinyal seismik untuk merepresentasikan karakteristik pergerakan tanah yang terjadi selama gempa bumi sehingga dapat terlihat korelasi erat dengan sifat gempa yang diinputkan. Pergerakan meja pengujian merepresentasikan respon struktur terhadap intensitas, amplitudo, dan frekuensi gempa, serta didapatkan nilai % error simpangan maksimum sebesar 31.77% ketika percobaan nilai Kc sebesar 3, nilai % error simpangan maksimum sebesar 16.08% ketika percobaan nilai Kc 4, nilai % error simpangan maksimum sebesar 16.08% ketika percobaan nilai Kc 5. Shaking table yang telah terintegrasi teknologi software LabView dapat digunakan untuk mengumpulkan dan memproses data hasil pengamatan untuk memberikan pandangan tentang bagaimana parameter pengendalian dapat memengaruhi respons pada sistem.*

Kata Kunci: *Earthquake Seismic Signal, LabView, P (Proportional) Control, Shaking table*

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

I. PENDAHULUAN

Gempa merupakan salah satu bencana alam yang menakutkan bagi manusia. Gempa bisa berupa efek dari bencana lain bahkan gempa bisa memicu timbulnya bencana alam yang lain. Gempa dapat menimbulkan kerusakan pada bangunan, berupa kerusakan ringan, sedang atau berat[1]. *Shaking table* merupakan metode eksperimental yang digunakan secara luas dalam teknik gempa untuk mengevaluasi kinerja struktural bangunan atau replika bangunan selama guncangan gempa bumi[2].

Metode ini menggunakan meja uji yang dapat digerakkan secara horizontal untuk mensimulasikan kondisi gempa bumi dengan berbagai *input* variasi, seperti gelombang sinusoidal yang meliputi amplitudo dan frekuensi dan data real dari rekaman gempa yaitu sinyal seismik. Sinyal Seismik adalah rambatan energi yang biasanya disebabkan oleh gangguan dari dalam bumi atau kerak bumi. Yang memicu adanya gelombang ini biasanya karena adanya ledakan atau patahan dalam kerak bumi[3]. Pengujian serta pengamatan terhadap proses yang dilakukan untuk menguji respon dinamis suatu replika bangunan yang dikenai getaran gempa bumi. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik dan perilaku struktur atau replika bangunan dalam menghadapi gempa bumi, seperti frekuensi alami, mode getaran, kekuatan, kerusakan, dan sebagainya. Gempa bumi dengan frekuensi yang lebih tinggi cenderung merusak struktur yang lebih pendek dan kaku, dan gempa bumi dengan frekuensi yang lebih rendah cenderung merusak

struktur yang lebih tinggi dan lebih ulet. Bangunan dengan periode yang sama dari peristiwa seismik cenderung beresonansi dan lebih rusak[4].

Sistem kontrol merupakan sebuah sistem yang dapat mengatur perilaku dari suatu sistem lain dengan menggunakan umpan balik (*feedback*) dari *output* sistem tersebut. Sistem kontrol dapat digunakan untuk berbagai keperluan seperti; sistem pengukuran, kontrol, simulasi, pengolahan sinyal, pengolahan citra, atau komunikasi data. Terdapat beberapa macam tipe kontroler seperti kontroler proporsional (P), proporsional integral (PI), proporsional diferensial (PD) dan proporsional integral diferensial (PID)[5].

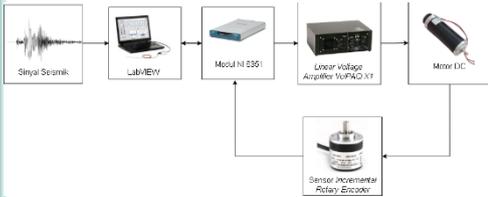
Dalam penelitian ini digunakan kontroler proporsional (P) untuk mengatur posisi motor DC. Dengan penerapan kontroler proporsional (P) ini dalam mengendalikan posisi motor DC, diharapkan mendapatkan respon sistem yang sesuai dengan spesifikasi desain yang telah ditetapkan sebelumnya. Dalam proses pengembangannya, *shaking table* dapat menggunakan teknologi software LabVIEW yang berfungsi sebagai alat untuk mengumpulkan dan memproses data hasil pengamatan. Pada penelitian ini variabel yang dikontrol adalah mengatur pergerakan meja getar menggunakan *software* LabVIEW dengan mengatur nilai Proporsional pada *function* PID gains yang akan berpengaruh pada respon sistem pergerakan linear pada meja uji.

II. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini dibutuhkan blok diagram rancangan yang memberikan informasi berupa blok yang saling terhubung berfungsi untuk menyederhanakan alur kerja, mengatur proses, hingga menampilkan hubungan antara sistem yang berbeda. Gambar 1 menunjukkan blok diagram dalam penelitian ini:

Hak Cipta :

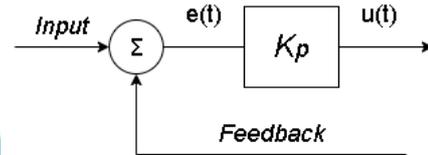
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 1. Blok Diagram Sistem

Proses dimulai dari gelombang seismik digunakan sebagai *input* dalam sistem ini. *Input* ini akan diproses oleh sebuah laptop menggunakan program LabView. Melalui program LabView, laptop akan memberikan instruksi kepada modul NI 6351 untuk mengatur tegangan yang keluar dari pin *output* analog A0. Tegangan ini akan disesuaikan berdasarkan *input* yang diberikan melalui LabView. Tegangan yang dihasilkan dari pin *output* analog modul NI 6351 akan diperkuat menggunakan linear voltage amplifier VoltPAQX1. Tegangan yang telah diperkuat akan digunakan untuk menggerakkan motor DC. Fungsi motor DC adalah untuk menggerakkan linear guide. Pembacaan posisi linear guide ini ditentukan oleh pergerakan rotasi motor. Informasi pergerakan rotasi motor diperoleh melalui sensor incremental rotary encoder. Data mengenai pergerakan rotasi ini kemudian akan dikonversi menjadi informasi pergerakan linear. Data yang diperoleh dari sensor incremental rotary encoder akan dikirimkan ke modul NI 6351 dalam bentuk pulsa. Pulsa-pulsa ini kemudian akan diproses oleh laptop melalui program LabView. Proses ini bertujuan untuk menghitung dan menginterpretasikan pergerakan linear yang sesuai dengan pulsa-pulsa yang diterima. Dengan demikian, keseluruhan sistem ini memanfaatkan gelombang seismik

sebagai *input*, mengolahnya melalui program LabView, mengendalikan keluaran tegangan melalui modul NI 6351, menggunakan motor DC untuk menggerakkan linear guide, membaca posisi linear guide melalui sensor incremental rotary encoder, dan mengolah data pergerakan linear melalui program LabView.



Gambar 2. Diagram Blok *Feedback* Proporsional

Pada penelitian sistem *shaking table* menggunakan *input* sinyal seismik ini, metode kontrol yang digunakan adalah metode kontrol proporsional. Kontroler proporsional atau yang dikenal dengan P controller merupakan salah satu jenis sistem kontrol feedback yang memiliki karakteristik mempercepat *output* seperti yang ditunjukkan pada blok diagram pada gambar 2. Hubungan antara *output* kontroler proporsional dengan sinyal error didefinisikan dengan persamaan sebagai berikut.

$$u(t) = Kp e(t)$$

Dimana:

Kp = gain proporsional

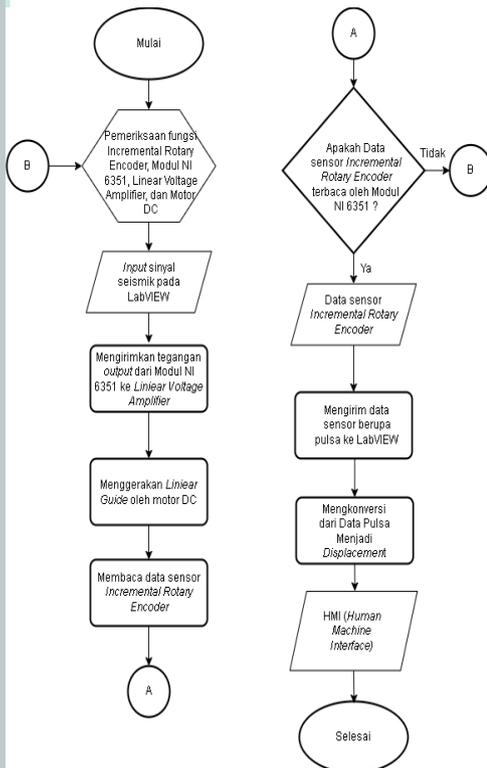
$e(t)$ = sinyal error

$u(t)$ = keluaran kontroler

Berikut adalah penjelasan alur kerja sistem kontrol *shaking table* menggunakan *input* gelombang seismik berbasis LabView berdasarkan *flowchart* berikut.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 3. Flowchart Sistem

Proses dimulai dengan melakukan pengecekan atau pemeriksaan fungsi pada setiap komponen yaitu, sensor incremental rotary encoder, motor DC, linear voltage amplifier, dan modul NI 6351. Selanjutnya user memberikan *input* sinyal sinusoidal melalui LabView. Kemudian LabView memproses untuk menginstruksikan modul NI 6351 mengirimkan tegangan ke linear voltage amplifier berdasarkan *input* yang diberikan pada LabView. Setelah itu, sinyal tegangan akan diperkuat oleh linear voltage amplifier untuk menggerakkan motor DC yang nantinya menggerakkan linear guide. Untuk mengetahui perubahan posisi linear guide block mengacu pada perputaran motor DC. Pembacaan perputaran motor DC tersebut dilakukan oleh sensor incremental rotary encoder yang kemudian hasil

pembacaan tersebut dikirimkan ke modul NI 6351. Jika sensor tersebut tidak dapat membaca, maka perlu dilakukan pengecekan fungsi masing – masing komponen kembali. Jika sensor dapat membaca perputaran motor DC tersebut, maka selanjutnya data hasil pembacaan tersebut dikirimkan ke LabView dalam bentuk pulsa. Kemudian, LabView mengkonversi data dalam bentuk pulsa tersebut menjadi data displacement yang nantinya akan ditampilkan pada HMI LabView.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Validasi Perpindahan Posisi *Linear Guide Block (Up Test) dan (Down Test)*

Pengujian Validasi Perpindahan posisi *linear guide block* perlu dilakukan untuk membandingkan antara nilai keluaran sensor posisi dengan nilai perpindahan posisi yang sebenarnya pada *linear guide block*. Hal tersebut bertujuan untuk validasi terhadap spesifikasi pergerakan *linear guide* berdasarkan perputaran *ballscrew*.

Setelah dilakukan pengujian validasi perpindahan posisi linear guide block pada skema up test antara pengukuran manual dengan menggunakan mistar terhadap hasil pembacaan sensor sebanyak 10 data, didapatkan hasil yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Hasil Validasi Perpindahan Posisi *Linear Guide Block (Up Test)*

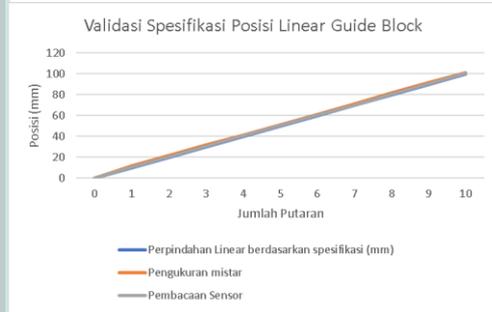
Jumlah Putaran	Perpindahan Linear berdasarkan spesifikasi (mm)	Pengukuran mistar	Pembacaan Sensor
0	0.0	0.00	0.00
1	10.0	12.00	10.28
2	20.0	22.00	20.34
3	30.0	32.00	30.30
4	40.0	41.00	40.26
5	50.0	51.00	50.28
6	60.0	61.00	60.24
7	70.0	71.00	70.20
8	80.0	82.00	80.24
9	90.0	92.00	90.20
10	100.0	101.00	100.21



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Setelah didapat hasil data seperti pada Tabel 1 berikutnya menampilkan grafik validasi posisi *linear guide block up test*



Gambar 4. Grafik Validasi Posisi *Linear Guide Block Up Test*

Berdasarkan hasil pengujian validasi posisi linear guide block, dapat diketahui tingkat kesalahan tersebut dengan persamaan sebagai berikut.

$$\%EP = \left(\frac{|(PS - PSO) - (PP - PPO)|}{(PS - PSO)} \right) \times 100\%$$

Dimana:

- EP = Besar error pengukuran perpindahan posisi terhadap titik awal nol
- PS = Posisi spesifikasi berdasarkan jumlah putaran
- PP = Posisi pengukuran mistar atau sensor berdasarkan jumlah putaran
- PSO = Posisi awal spesifikasi sebelum diputar
- PPO = Posisi awal Pengukuran mistar atau sensor sebelum diputar

Hasil perhitungan tingkat kesalahan pengukuran posisi tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Validasi Perpindahan Posisi *Linear Guide Block (Up Test)*

Jumlah Putaran	Perpindahan spesifik asi (mm)	Pengukuran Mistar	Pembacaan Sensor	%Error Pengukuran Mistar	%Error Pembacaan Sensor
0	0	0	0	-	-
1	10.0	12.00	10.28	20.00%	2.80%
2	20.0	22.00	20.34	10.00%	1.70%
3	30.0	32.00	30.30	6.67%	1.00%
4	40.0	41.00	40.26	2.50%	0.65%
5	50.0	51.00	50.28	2.00%	0.56%
6	60.0	61.00	60.24	1.67%	0.40%
7	70.0	71.00	70.20	1.43%	0.29%
8	80.0	82.00	80.24	2.50%	0.30%
9	90.0	92.00	90.20	2.22%	0.22%
10	100.0	101.00	100.21	1.00%	0.21%

Berdasarkan data hasil pengujian validasi posisi linear guide block dengan skema up test pada Tabel 2, dapat dilihat bahwa nilai %error perpindahan posisi antara pembacaan sensor dan pengukuran menggunakan mistar terhadap spesifikasi perpindahan posisi linear block berdasarkan jumlah putaran ballscrew dapat dikatakan kecil. Sehingga, berdasarkan analisis hasil pengujian validasi, dapat diketahui bahwa perpindahan posisi linear block berdasarkan jumlah putaran ballscrew telah sesuai dengan spesifikasi.

Setelah dilakukan pengujian validasi perpindahan posisi linear guide block pada skema Down Test antara pengukuran manual dengan menggunakan mistar terhadap hasil pembacaan sensor sebanyak 10 data, didapatkan hasil seperti dalam Tabel 3.

Tabel 3. Data Hasil Validasi Perpindahan Posisi *Linear Guide Block (Down Test)*

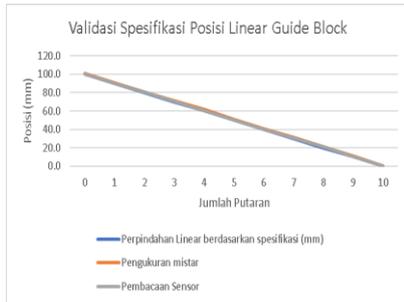
Jumlah Putaran	Posisi Berdasarkan Spesifikasi (mm)	Posisi Berdasarkan Pengukuran mistar (mm)	Posisi Berdasarkan Pengukuran Sensor (mm)
0	100.0	101.00	100.21
1	90.0	91.00	90.30
2	80.0	81.00	80.33
3	70.0	71.00	70.30
4	60.0	62.00	60.30
5	50.0	51.00	50.34
6	40.0	41.00	40.31
7	30.0	31.00	30.30
8	20.0	21.00	20.80

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

9	10.0	11.00	10.38
10	0.0	0.00	0.10

Setelah didapat hasil data seperti pada Tabel 3 berikutnya menampilkan grafik validasi posisi *linear guide block down test*



Gambar 5. Grafik Validasi Posisi *Linear Guide Block DownTest*

Berdasarkan hasil pengujian validasi posisi linear guide block, dapat diketahui tingkat kesalahan tersebut dengan persamaan:

$$\%EP = \left(\frac{|(PS - PS0) - (PP - PP0)|}{(PS - PS0)} \right) \times 100\%$$

Hasil perhitungan tingkat kesalahan pengukuran posisi tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Validasi *Perpindahan Posisi Linear Guide Block (Down Test)*

Jumlah Putaran	Posisi Berdasar Spesifikasi (mm)	Posisi Berdasar Pengukuran mistar	Posisi Berdasar Pembacaan Sensor	%Error Perindahan pengukuran mistar	%Error Perpindahan Pembacaan sensor
0	100.0	101.00	100.21	-	-
1	90.0	91.00	90.30	0.00%	0.90%
2	80.0	81.00	80.33	0.00%	0.60%
3	70.0	71.00	70.30	0.00%	0.30%
4	60.0	62.00	60.30	2.50%	0.23%
5	50.0	51.00	50.34	0.00%	0.26%
6	40.0	41.00	40.31	0.00%	0.17%
7	30.0	31.00	30.30	0.00%	0.13%
8	20.0	21.00	20.80	0.00%	0.74%
9	10.0	11.00	10.38	0.00%	0.19%
10	0.0	0.00	0.10	1.00%	0.11%

Berdasarkan data hasil pengujian validasi perubahan posisi linear guide block pada Tabel 4, dapat dilihat bahwa nilai %error antara pembacaan sensor dan pengukuran menggunakan mistar terhadap spesifikasi perubahan posisi linear block berdasarkan jumlah putaran ballscrew dapat dikatakan kecil. Sehingga, berdasarkan analisis hasil pengujian validasi, dapat diketahui bahwa perubahan posisi linear block berdasarkan jumlah putaran ballscrew telah sesuai dengan spesifikasi.

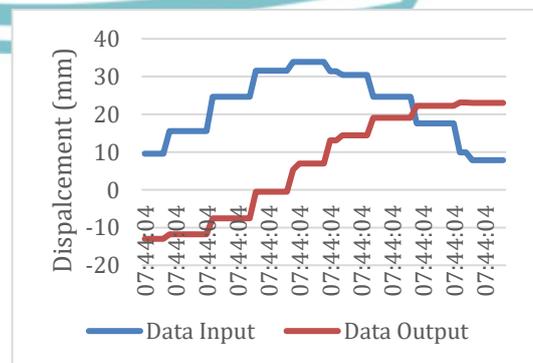
B. Pengujian *Shaking table*

Pada pengujian ini dilakukan menggunakan sistem kontrol dengan metode trial and error. Metode trial and error ini dilakukan untuk mencari nilai Kc yang sesuai dengan keluaran sistem yang diinginkan. Data hasil pengujian *shaking table* terhadap rasio amplitudo sinyal seismik dan nilai Kc yaitu berupa grafik antara *input* sinyal seismik dan hasil pembacaan sensor sebagai *output*. Selain itu, terdapat error simpangan dengan rumus pada persamaan sebagai berikut.

$$\%error = \left(\frac{|Input - Output|}{Input} \right) \times 100\%$$

$$\text{Rasio Amplitudo} = \left(\frac{\text{Amplitudo Output}}{\text{Amplitudo Input}} \right)$$

Dari pengujian yang sudah dilakukan diambil cuplikan sampel data pada setiap ukuran atau tinggi fluktuasi sinyal dari nilai tengahnya. Gambar 6 merupakan grafik antara *input* sinyal seismik dengan Amplitudo dan hasil pembacaan sensor rotary encoder dengan nilai Kc 3.





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 6 Grafik Hasil Pengujian dengan nilai Kc 3

Berdasarkan hasil pengujian dengan menggunakan nilai Kc sebesar 3 didapatkan nilai yang ditunjukkan pada tabel 5

Tabel 5 Data hasil Pengujian Pada Kc 3

Nilai Terukur	Rasio Amplitudo
Nilai Max <i>Input</i> : 33.9	0.68
Nilai Max <i>Output</i> : 23.13	
Error %: 31.77%	

Simpangan *input* maksimum sebesar 33.9 mm sedangkan untuk nilai simpangan *output* maksimum sebesar 23.13 mm. Berdasarkan data tersebut dapat diperoleh nilai % *error* simpangan maksimum dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\%error\ Max = \left(\frac{|33.9 - 23.13|}{33.9} \right) \times 100\%$$

$$\%error\ Max = 31.77\%$$

Sehingga didapatkan nilai % *error* simpangan maksimum sebesar 31.77%. kemudian untuk nilai Rasio Amplitudo menggunakan persamaan sebagai berikut.

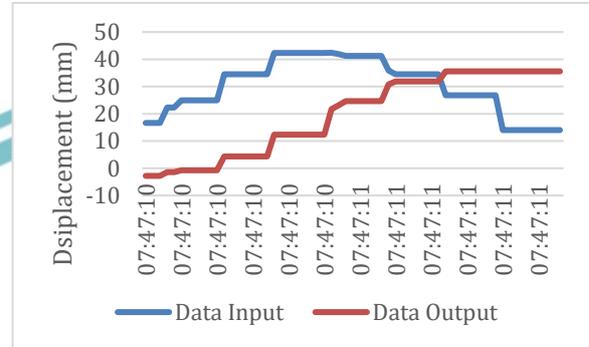
$$Rasio\ Amplitudo = \left(\frac{23.13}{33.9} \right)$$

$$Rasio\ Amplitudo = 0.6$$

Sehingga didapatkan nilai Rasio Amplitudo sebesar 0.6.

Dari pengujian yang sudah dilakukan diambil cuplikan sampel data pada setiap ukuran atau tinggi

fluktuasi sinyal dari nilai tengahnya. Gambar 7 merupakan grafik antara *input* sinyal seismik dengan Amplitudo dan hasil pembacaan sensor *rotary encoder* dengan nilai Kc 4.



Gambar 7 Grafik Hasil Pengujian dengan nilai Kc 4

Berdasarkan hasil pengujian dengan menggunakan nilai Kc sebesar 4 didapatkan nilai yang ditunjukkan pada tabel 6

Tabel 6 Data hasil Pengujian Pada Kc 4

Nilai Terukur	Rasio Amplitudo
Nilai Max <i>Input</i> : 42.4	0.84
Nilai Max <i>Output</i> : 35.58	
Error %: 16.08%	

Simpangan *input* maksimum sebesar 42.4 mm sedangkan untuk nilai simpangan *output* maksimum sebesar 35.58 mm. Berdasarkan data tersebut dapat diperoleh nilai % *error* simpangan maksimum dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\%error\ Max = \left(\frac{|42.4 - 35.58|}{42.4} \right) \times 100\%$$

$$\%error\ Max = 16.08\%$$

Sehingga didapatkan nilai % *error* simpangan maksimum sebesar 16.08%. kemudian untuk nilai Rasio Amplitudo menggunakan persamaan sebagai berikut

Hak Cipta :

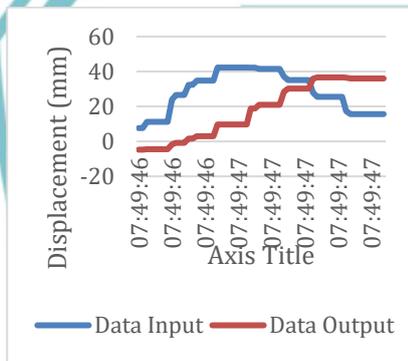
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

$$\text{Rasio Amplitudo} = \left(\frac{35.58}{42.4} \right)$$

$$\text{Rasio Amplitudo} = 0.84$$

Sehingga didapatkan nilai Rasio Amplitudo sebesar 0.84.

Dari pengujian yang sudah dilakukan diambil cuplikan sampel data pada setiap ukuran atau tinggi fluktuasi sinyal dari nilai tengahnya. Gambar 8 merupakan grafik antara *input* sinyal seismik dengan Amplitudo dan hasil pembacaan sensor rotary encoder dengan nilai Kc 5.



Gambar 8 Grafik Hasil Pengujian dengan nilai Kc 5

Berdasarkan hasil pengujian dengan menggunakan nilai Kc sebesar 5 didapatkan nilai yang ditunjukkan pada tabel 7

Tabel 7 Data hasil Pengujian Pada Kc 5

Nilai Terukur	Rasio Amplitudo
Nilai Max <i>Input</i> : 42.21	0.87
Nilai Max <i>Output</i> : 36.63	
Error %: 13.22%	

Simpangan *input* maksimum sebesar 42.21 mm sedangkan untuk nilai simpangan *output* maksimum sebesar 36.63 mm. Berdasarkan data tersebut dapat diperoleh nilai % *error* simpangan maksimum dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\%error\ Max = \left(\frac{|42.21 - 36.63|}{42.21} \right) \times 100\%$$

$$\%error\ Max = 13.22\%$$

Sehingga didapatkan nilai % *error* simpangan maksimum sebesar 13.22 %.

kemudian untuk nilai Rasio Amplitudo menggunakan persamaan sebagai berikut

$$\text{Rasio Amplitudo} = \left(\frac{36.63}{42.21} \right)$$

$$\text{Rasio Amplitudo} = 0.84$$

Sehingga didapatkan nilai Rasio Amplitudo sebesar 0.87

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dari hasil pengujian adalah sebagai berikut:

1. Alat *shaking table* sesuai dengan data gempa sinyal seismik telah berhasil dirancang dan dibangun. Sinyal seismik memungkinkan peneliti untuk merepresentasikan karakteristik pergerakan tanah yang terjadi selama gempa bumi.
2. Pada pengaturan Kc=5 memiliki performa yang lebih baik dalam mengurangi kesalahan antara nilai yang diinginkan dan nilai yang dicapai oleh sistem dibandingkan dengan pengaturan Kc yang lebih rendah, seperti Kc=4 dan Kc=3.

DAFTAR PUSTAKA

[1] R. Zelly, A. W. Purwantiasning, and R. D. Nur'aini, "Analisa Konstruksi Tahan Gempa Rumah Tradisional Rumah Tradisional Suku Basemah di Kota Pagaralam Sumatera Utara," *Semin. Nas. Sains dan Teknol.*, no. November, pp. 1–10, 2015.

[2] N. A. I. E. Putra, "RANCANG



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

BANGUN SIMULATOR GEMPA BUMI,” no. 8.5.2017, pp. 2003–2005, 2022.

[3] Y. A. Pratama *et al.*, “Noise Handling Pada Sinyal Seismik Menggunakan Fourier Transform,” vol. 7, no. 2, pp. 4699–4710, 2020.

[4] A. GHANY, M. Kabib, Q. Qomaruddin, and T. Hidayat, “Desain Dan Implementasi Sistem Kontrol Putaran Motor Pada Gerak Simulator Gempa 3 Axis,” *J. Crankshaft*, vol. 3, no. 1, pp. 25–34, 2020.

[5] R. Ardiansyah, “KONTROL POSISI MOTOR DC MENGGUNAKAN KONTROLER PI PADA LINEAR SLIDE AKTUATOR ROBOT DIVISI KRAL.”.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA