

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan dilakukan dengan melakukan pengujian keseluruhan sistem baik dengan kontroler maupun tanpa diberi kontroler. Serta pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah parameter yang sudah ditentukan dapat diaplikasikan pada alat dan sudah sesuai dengan *setpoint* yang diinginkan. Pada pengujian ini semua blok rangkaian dihubungkan setelah itu memasukkan nilai parameter yang telah ditentukan, serta mengamati dan menganalisa hasil kinerja alat.

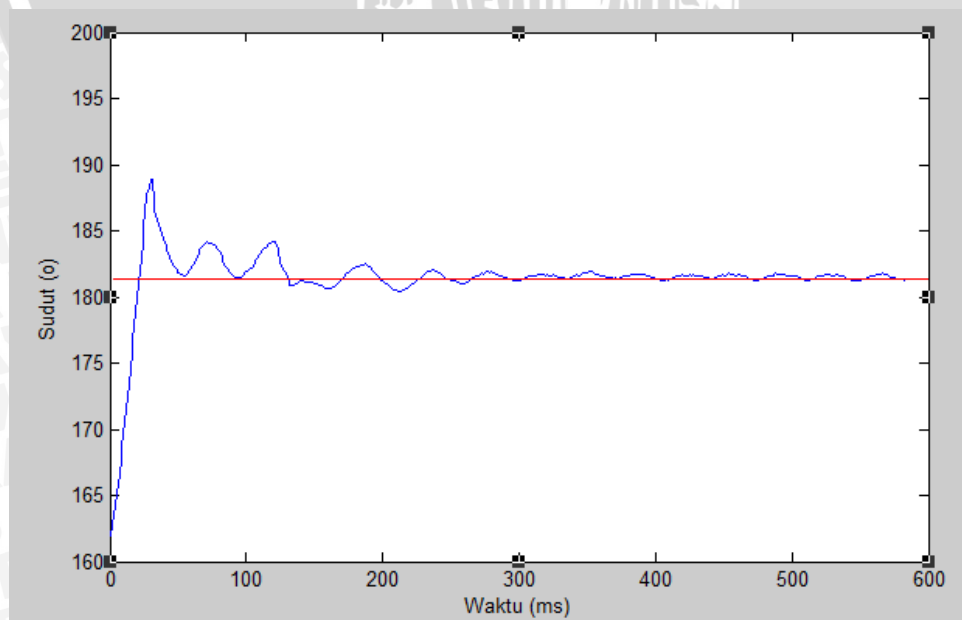
4.1 Pengujian grafik nilai PID terhadap sensor

Pengujian nilai PID terhadap sensor MPU6050 dilakukan dengan cara *hand tuning*. Dengan mengubah beberapa nilai K_p , K_i dan K_d dalam 5 kali percobaan. Beban pada skateboard sebesar 8 kilogram dan tegangan voltase yang digunakan untuk mensuplai skateboard sebesar 24 volt dan 27 A.

Skateboard diberi gangguan dengan cara dimiringkan sampai nilai sensor sebesar 166, setelah itu dilepas agar skateboard kembali ke posisi awal dengan sendirinya sampai skateboard mencapai *setpoint* sensor antara 182 derajat. Nilai akan didapat pada serial monitor arduino, setelah itu di olah ke matlab agar menemukan respon yang di inginkan.

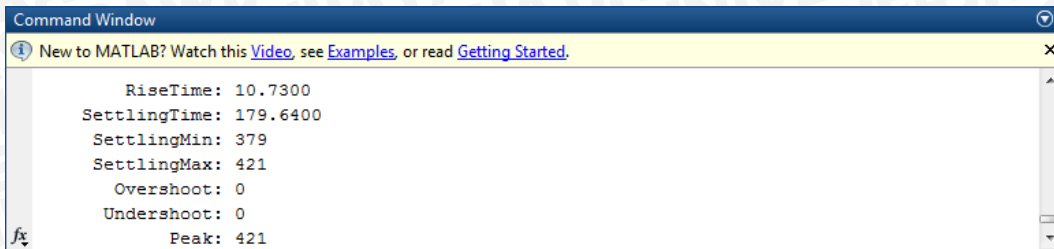
4.1.1 Pengujian pertama

Pada skateboard diberi nilai $K_p=4$, $K_i=3$ dan $K_d=1$ seperti gambar 4.1.



Gambar 4.1 Grafik Kp=4,Ki=3,Kd=1

Setpoint pada sensor mencapai titik tertinggi pada nilai sensor 188,03. Dengan beban pada skateboard sebesar 8 kilogram, skateboard menyetimbangkan sendirinya tanpa putaran roda sampai nilai sensor 182,42.

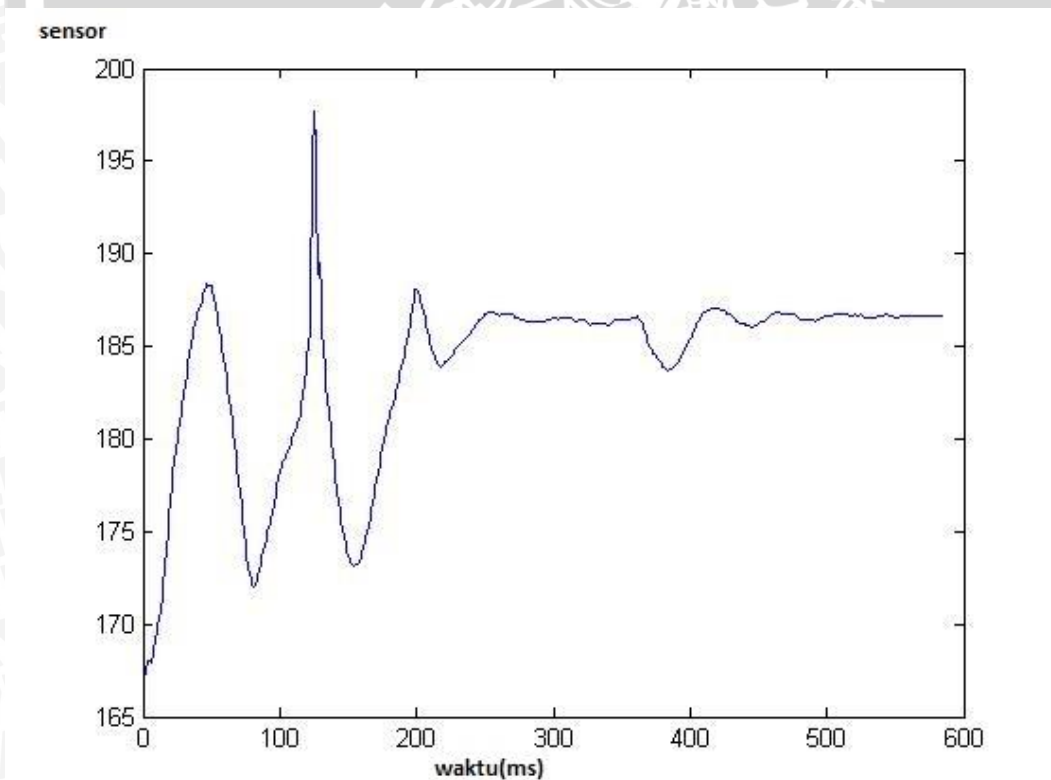


Gambar 4.2 Stepinfo Matlab Kp=4,Ki=3,Kd=1

Pada gambar 4.2 menunjukkan waktu naik selama 0,01073 dan waktu penyelesaian selama 0.17964 detik.

4.1.2 Pengujian kedua

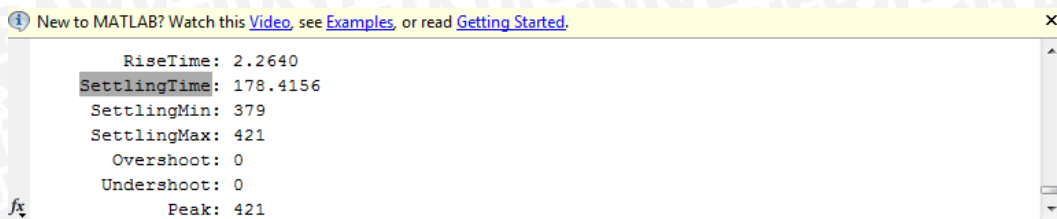
Pada skateboard diberi nilai Kp=7, Ki=1 dan Kd=1 seperti gambar 4.3.



Gambar 4.3 Kp=7,Ki=1,Kd=1

repository.ub.ac.id

Setpoint pada sensor mencapai titik tertinggi pada nilai sensor 180. Dengan beban pada skateboard sebesar 8 kilogram, skateboard menyetimbangkan sendirinya tanpa putaran roda sampai nilai sensor 179,25 .

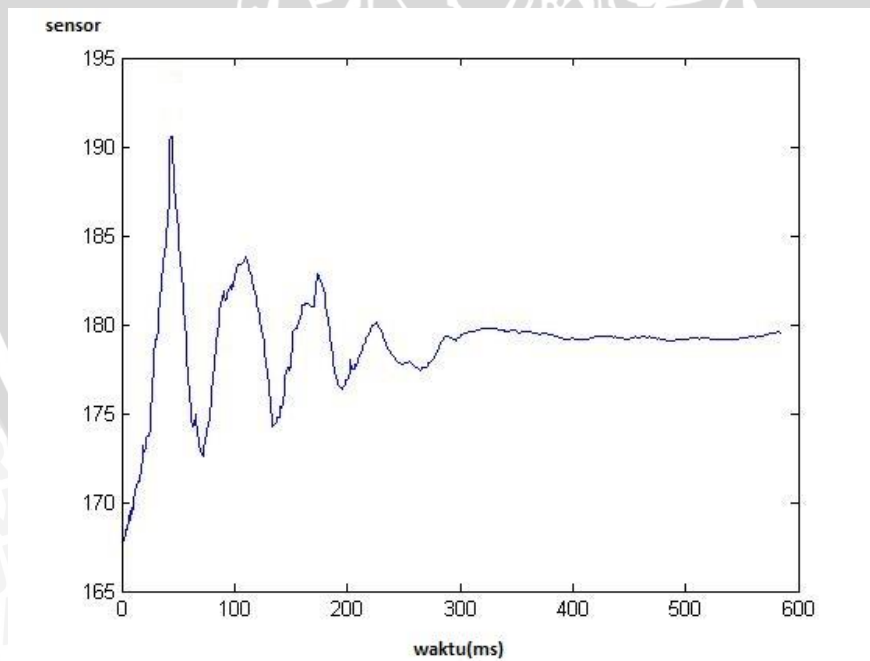


Gambar 4.4 Stepinfo Matlab $K_p=7, K_i=1, K_d=1$

Pada gambar 4.4 menunjukkan waktu naik selama 0.002264 detik dan waktu penyelesaian selama 0,178416 detik.

4.1.3 Pengujian ketiga

Pada skateboard diberi nilai $K_p=7, K_i=3$ dan $K_d=1$ seperti gambar 4.5.



Gambar 4.5 Grafik $K_p=7, K_i=3, K_d=1$

Setpoint pada sensor mencapai titik tertinggi pada nilai sensor 191,03. Dengan beban pada skateboard sebesar 8 kilogram, skateboard menyetimbangkan sendirinya tanpa putaran roda sampai nilai sensor 179,9.

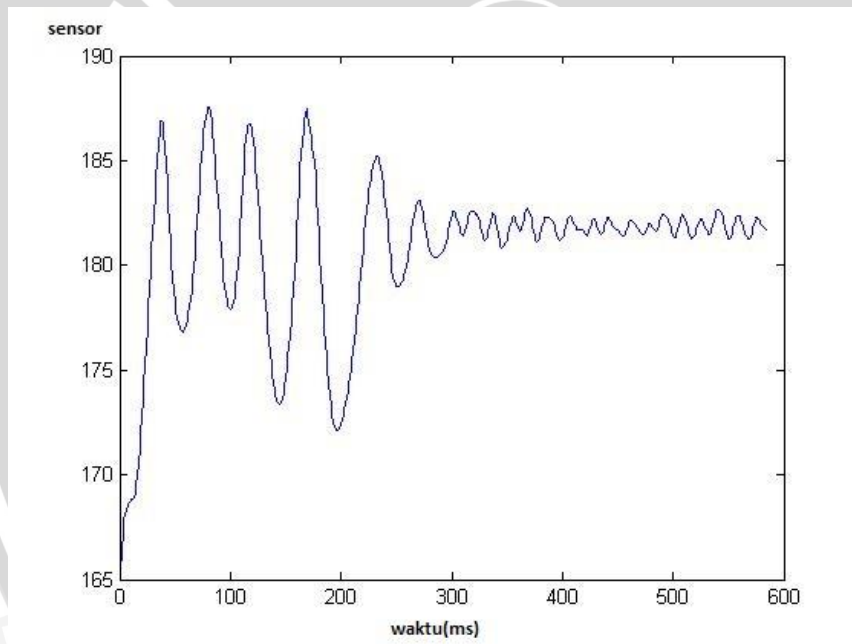
```
Command Window
New to MATLAB? Watch this Video, see Examples, or read Getting Started.
RiseTime: 2.3550
SettlingTime: 179.4402
SettlingMin: 526
SettlingMax: 584
Overshoot: 0
Undershoot: 0
Peak: 584
PeakTime: 179.5600
>>
```

Gambar 4.6 Stepinfo Matlab $K_p=7, K_i=3, K_d=1$

Pada gambar 4.6 menunjukkan waktu naik selama 0,002355 detik dan waktu penyelesaian selama 0,1994402 detik.

4.1.4 Pengujian keempat

Pada skateboard diberi nilai $K_p=10, K_i=3$ dan $K_d=2$ seperti gambar 4.7.



Gambar 4.7 Grafik $K_p=10, K_i=3, K_d=2$

Setpoint pada sensor mencapai titik tertinggi pada nilai sensor 191,03. Dengan beban pada skateboard sebesar 8 kilogram, skateboard menyetimbangkan sendirinya tanpa putaran roda sampai nilai sensor 181,75.

```
Command Window
New to MATLAB? Watch this Video, see Examples, or read Getting Started.

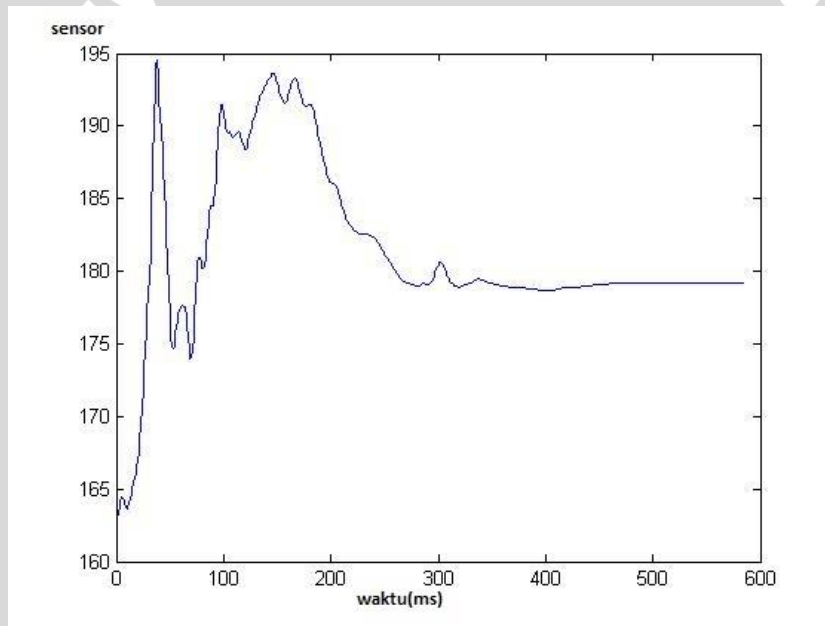
RiseTime: 5.1316
SettlingTime: 181.8787
SettlingMin: 526
SettlingMax: 584
Overshoot: 0
Undershoot: 0
Peak: 584
PeakTime: 181.7200
```

Gambar 4.8 Stepinfo Matlab Kp=10,Ki=3,Kd=2

Pada gambar 4.8 menunjukkan waktu naik selama 0,0051316 detik dan waktu penyelesaian selama 0,1818797 detik.

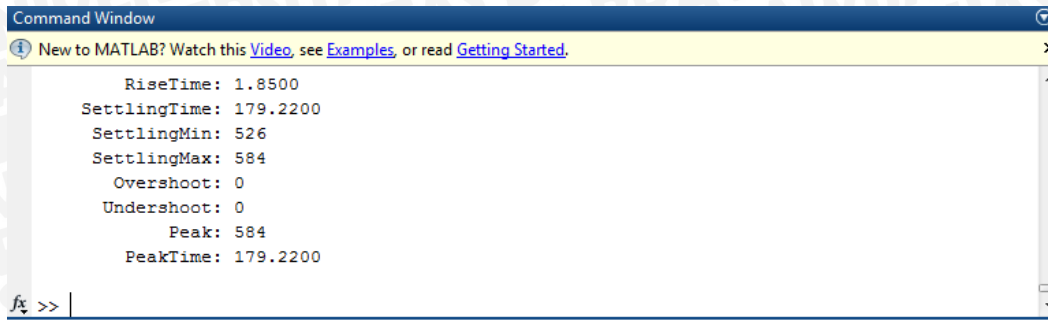
4.1.5 Pengujian kelima

Pada skateboard diberi nilai Kp=15, Ki=2 dan Kd=1 seperti gambar 4.9.



Gambar 4.9 Grafik Kp=15,Ki=2,Kd=1

Setpoint pada sensor mencapai titik tertinggi pada nilai sensor 191,03. Dengan beban pada skateboard sebesar 8 kilogram, skateboard menyetimbangkan sendirinya tanpa putaran roda sampai nilai sensor 181,56.

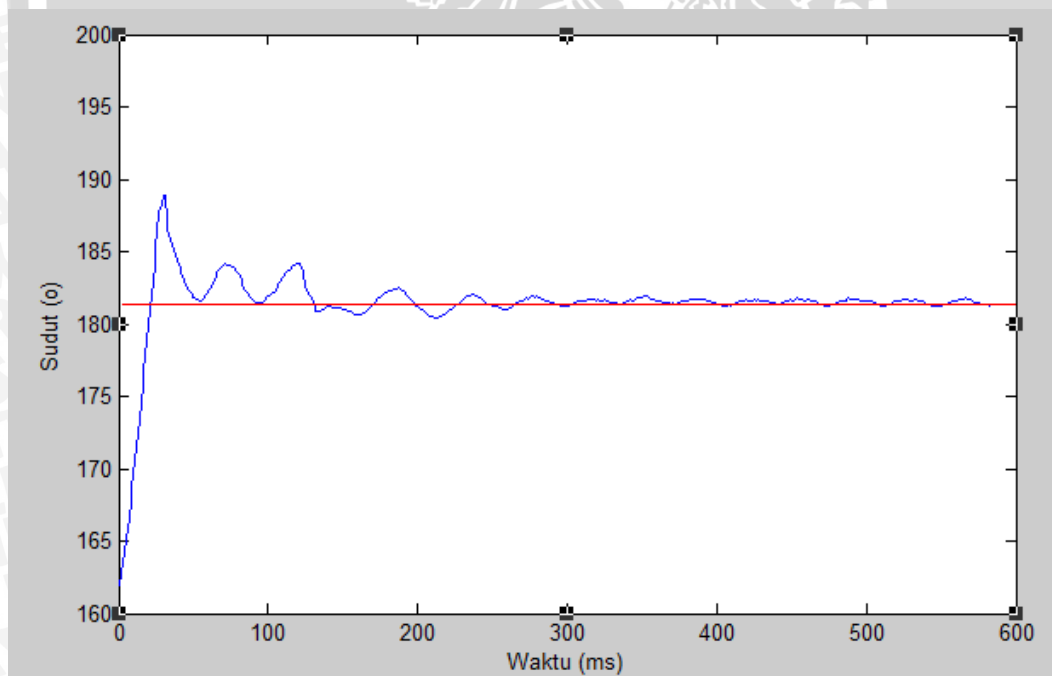


Gambar 4.10 Stepinfo Matlab $K_p=15, K_i=2, K_d=1$

Pada gambar 4.10 menunjukkan waktu naik selama 0,00185 detik dan waktu penyelesaian selama 0,17922 detik.

4.2 Pengujian Keseluruhan Sistem Tanpa Gangguan

Pengujian keseluruhan bertujuan untuk mengetahui kinerja dari perangkat keras dan perangkat lunak untuk menghasilkan data-data yang diinginkan. Pengujian keseluruhan sistem meliputi pengujian parameter PID dan pengujian akurasi sensor terhadap pwm dan rpm motor.



Gambar 4.11 Respon Sistem Tanpa Gangguan dengan Menggunakan $K_p = 4$ $K_i = 3$ dan $K_d = 1$

Dari grafik *output* respon sistem yang ditunjukkan dalam Gambar 4.11 dapat disimpulkan waktu keadaan mantap (t_s) selama 0,17964 detik, waktu naik (t_r) selama 0,01073 detik dan *overshoot* sebesar 3,29%.

$$\text{rumus Overshoot} = \frac{\text{nilai puncak} - \text{Setpoint}}{\text{Setpoint}} \times 100\%$$

$$\text{contoh Overshoot} = \frac{188 - 182}{182} \times 100\% = 3,2967\%$$

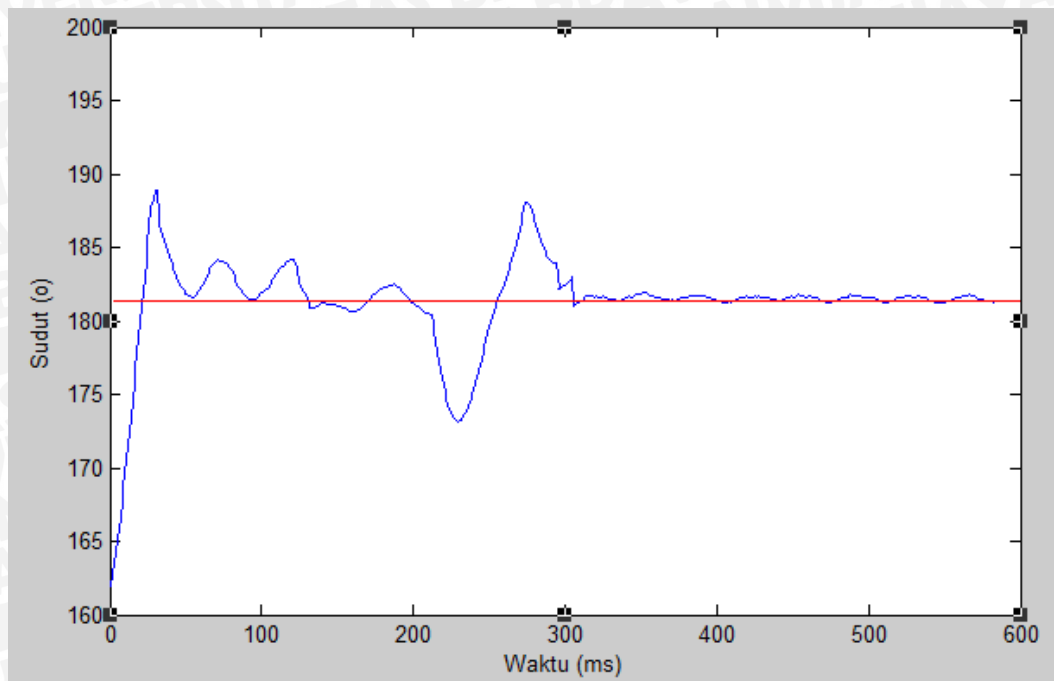
4.3 Analisa

Pada hasil pengujian keseluruhan untuk mendapatkan nilai PID terbaik menggunakan cara *hand tuning* dengan mencoba coba memasukan nilai Kp, Ki dan Kd untuk menemukan hasil grafik terbaik. PID didapat nilai terbaik yaitu Kp=4, Ki=3 dan Kd=1. Selanjutnya dipengujian keseluruhan pada tabel 3.2 didapatkan nilai rata-rata akurasi 98.01% dan hasil sistem berjalan sesuai yang diinginkan. Nilai akurasi keseluruhan terjelek terjadi dikarenakan pada sudut antara 179 sampai 181 dinyatakan badan skateboard itu sendiri sebenarnya telah setimbang, oleh karena itu terjadi perubahan nilai PWM secara cepat dan tidak signifikan yang mendekati titik nilai nol. Sedangkan nilai akurasi keseluruhan yang terbaik yaitu mendekati nilai sudut puncak dan sudut terendah pada badan skateboard, dikarenakan mendekati nilai PWM tertinggi yaitu 255. Nilai RPM mengikuti nilai PWM dikarenakan pada putaran motor tersebut tidak dipasang sensor rotary untuk melihat nilai RPM pada *skateboard*.

4.4 Pengujian Keseluruhan Sistem dengan Gangguan

a. Tujuan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja sistem dengan mengamati respon sistem terhadap setpoint ketika mendapatkan gangguan berupa tekanan dari tangan ketika *skateboard* beroperasi.



Gambar 4.12 Respon Sistem diberi Gangguan dengan Menggunakan $K_p = 4$ $K_i = 3$ dan $K_d = 1$

Sesuai dengan hasil grafik dalam Gambar 4.12 dapat disimpulkan bahwa sistem dengan nilai $K_p=4$, $K_i=3$ dan $K_d=1$ mengalami perubahan kondisi setelah diberi gangguan dengan diberikan tekanan berupa tangan ketika *skateboard onewheel* beroperasi. Sistem akan kembali ke keadaan mantap ketika sudah sesuai dengan *setpoint*. *Recovery time* pada sistem adalah 90 detik dan *error steady state* sebesar 0.25824%.