



BAB IX
URAIAN TUGAS KHUSUS
DESAIN AREA DOCKING UNTUK 2 KEMPU IBC 1000L YANG DI SUSUN
VERTIKAL DAN ANALISIS TUNING PID PADA JAKET REAKTOR
MENGGUNAKAN SOFTWARE MATLAB

IX.1 Desain Area Docking Kempu IBC 1000L

IX.1.1 Pendahuluan

PT. BASF Indonesia *Cengkareng site* merupakan industri yang memproduksi *polymer dispersion*. Bahan baku yang digunakan selama proses produksi adalah air, surfaktan, dan monomer. Monomer dialirkan dari tangki monomer menuju ke tangki premix, sedangkan air di alirkan dari Bak B2. Namun, beberapa jenis surfaktan belum memiliki tangki penyimpanan khusus sehingga masih dipompa dari IBC berkapasitas 1000 L menuju tangki premix. Kondisi ini menimbulkan kendala operasional, karena IBC harus dipindahkan dan dibawa ke area atas untuk mendukung proses transfer. Akibatnya, aspek keselamatan kerja berpotensi terpengaruh, karena kegiatan pemindahan tersebut dapat menyebabkan kelelahan pada operator. Oleh karena itu, peningkatan fasilitas penyimpanan surfaktan yang lebih terintegrasi diperlukan untuk memastikan efisiensi proses sekaligus menjaga keselamatan kerja.

IX.1.2 Tujuan

1. Meningkatkan efisiensi proses suplai bahan baku menuju tangki premix dengan alur transfer yang lebih stabil dan terstruktur.
2. Meningkatkan keselamatan kerja, dengan mengurangi aktivitas manual handling yang berpotensi menimbulkan kelelahan maupun risiko cedera pada operator.

IX.1.3 Pembahasan

Tabel IX. 1. Spesifikasi Kempu IBC 1000L

Parameter	Spesifikasi
Panjang	1,2 m
Lebar	1 m
Tinggi	1,15 m
Kapasitas	1000 liter
Berat kosong	65 Kg
Material	HDPE

Dengan mempertimbangkan dimensi dan karakteristik kempu IBC 1000 L, area docking perlu dirancang secara proporsional agar dapat mendukung stabilitas, aksesibilitas, dan keselamatan kerja selama proses penanganan. Adapun dimensi area docking yang diperlukan adalah sebagai berikut.

A. Data surfaktan yang memerlukan docking

Tabel IX. 2. Data Kebutuhan Surfaktan untuk Docking

Surfaktan	Disponil Fes 27
Kebutuhan poly 3 (kg/hari)	1176 (Data dari batch card)
Kebutuhan poly 1 (kg/hari)	460,5 (Data dari batch card)
Densitas (kg/liter)	1,05
Kebutuhan poly 3 (liter/hari)	1120
Kebutuhan poly 1 (liter/hari)	438,57
Tujuan transfer	Premix poly 1 dan 3

B. Tinggi Total Area : 2,9 meter

1. Tinggi tangki bawah : 1,25 m
2. Jarak antara kempu bawah dan atas : 0,5 m
3. Tinggi kempu atas : 1,15 m

C. Panjang Area: 2,7 meter

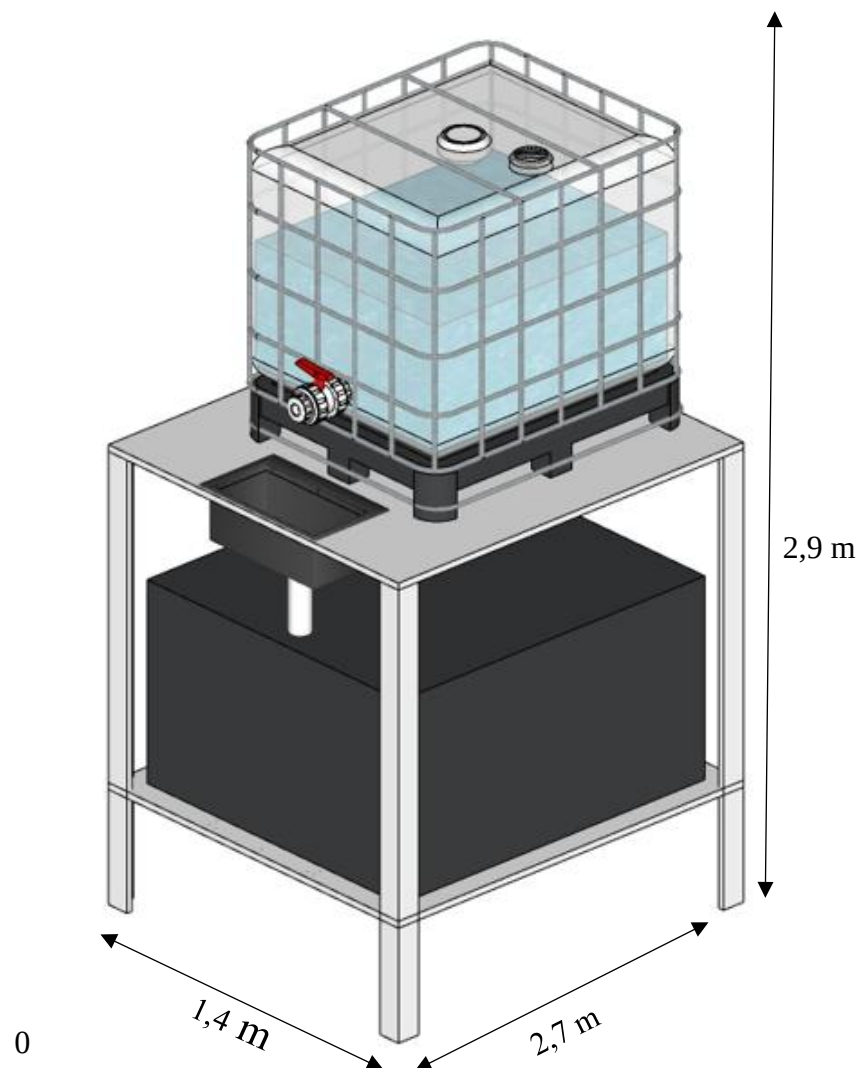
1. Panjang tangki bawah : 2 m
2. Clearance depan : 0,35 m
3. Clearance belakang : 0,35 m

D. Lebar Area: 1,4 meter

1. Lebar kempu : 1 m
2. Clearance samping kiri : 0,2 m
3. Clearance samping kanan : 0,2 m

E. Pemasangan instrument

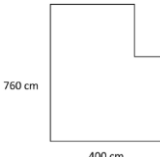
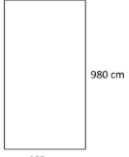
1. Flow meter digunakan untuk mengukur dan menampilkan laju dari bahan yang ditransfer
2. Ball valve digunakan untuk buka tutup aliran saat transfer bahan
3. Level indicator digunakan untuk menampilkan volume total dari kempu bawah



Gambar IX. 1. Desain Docking IBC Kapasitas 1000 L secara Vertikal

Berdasarkan hasil analisis terhadap kebutuhan ruang dan tata letak peralatan, rancangan area docking pada Gambar tersebut menunjukkan dimensi serta tata letak yang memenuhi persyaratan stabilitas, akses operasional, dan kemudahan perawatan. Rekomendasi pemasangan docking dengan dengan pertimbangan tata letaknya adalah sebagai berikut.

Tabel IX. 3. Rekomendasi Area untuk Pemasangan Docking

Parameter	Pertengahan antara poly 1,2, dan 3	sebelah sweco 6, 7, 8	Depan blowdown, TK7121, dan TK2451
Gambar area	-		
Gambar dari atas			
Dimensi area	Tempat terbatas Panjang : 760 cm Lebar : 400 cm Tinggi : ± 1000 cm	Tempat luas Panjang : 980 cm Lebar : 460 cm Tinggi : ± 500 cm	Tempat luas Panjang : 1815 cm / (840 + 975) cm Lebar : 460 cm Tinggi : ± 500 cm
Jalur forklift	Terbatas	Luas	Luas namun, jika bersamaan dengan pengisian TK7121 /

			TK2451, forklift akan bergantian dengan truk pengisian tangki
Jarak dari tujuan	Line untuk ke poly 1, 2, dan 3 dekat	Line untuk ke poly 1, 2, 3 lumayan jauh	Line untuk ke poly 1 dan 3 dekat
Kesimpulan	Berdasarkan pertimbangan yang telah diuraikan, lokasi yang direkomendasikan untuk pemasangan docking adalah area Depan blowdown, TK7121, dan TK2451 karena memiliki ruang yang lebih memadai serta jalur forklift yang lebih luas. Namun demikian, saat surfaktan pada tangki bawah akan habis / mendekati level minimum pengisian tangki harus menggunakan forklift dan jika bersamaan dengan pengisian TK7121 / TK2451 forklift harus bergantian dengan truk isotank.		

IX.2 Analisis Tuning PID pada Jaket Reaktor

IX.2.1 Pendahuluan

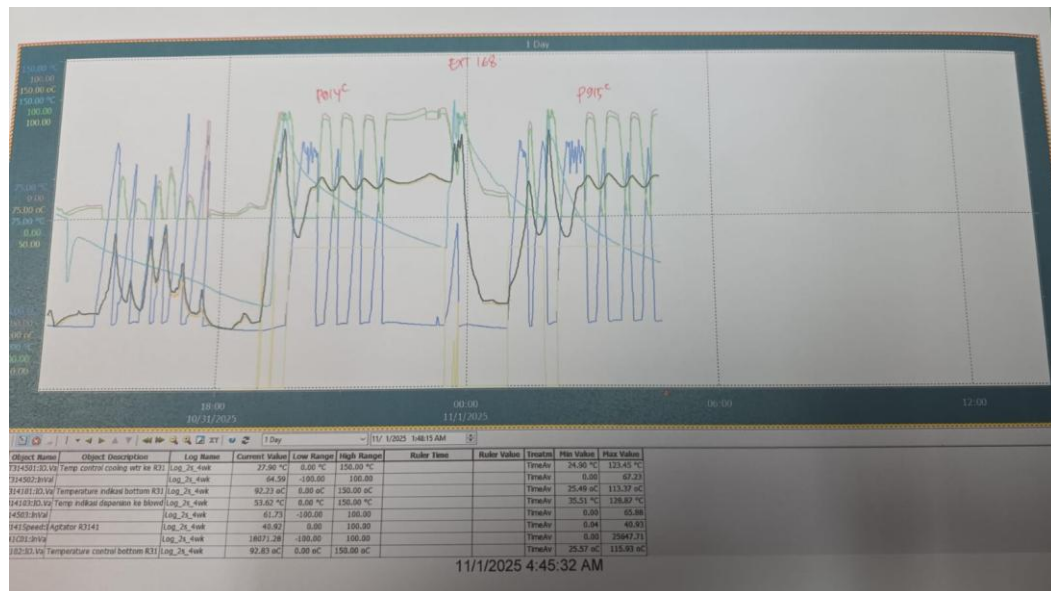
PT. BASF Indonesia *Cengkareng site* merupakan industri yang memproduksi *polymer dispersion*. PT. BASF Indonesia *Cengkareng site* memiliki 3 plant produksi yaitu plant 1, 2, dan 3. Plant 1 dan 2 menghasilkan produk dengan karakteristik aplikasi pada *paint* dan *paper*, sedangkan plant 3 berfokus pada produk dengan karakteristik aplikasi pada *paint*. Proses produksi dijalankan secara semi-batch dan membutuhkan waktu 4-6 jam selama proses reaksinya. Pada pembuatannya terjadi reaksi polimerisasi adhesi yang menghasilkan panas. Oleh karena itu, sistem operasi yang digunakan bersifat non-adiabatik, sehingga perpindahan panas ke atau dari lingkungan perlu dikendalikan untuk menjaga kestabilan kondisi reaksi dan kualitas produk yang dihasilkan. Setiap batch memiliki batch card yang digunakan untuk panduan dalam membuat produk selama produksi per batch. Pada akhir setiap batch, dilakukan pencetakan satu halaman grafik yang menampilkan berbagai parameter proses selama terjadi reaksi di dalam

reaktor. Salah satu garis yang ada pada grafik menunjukkan garis temperatur, dimana pada garis temperatur menunjukkan garis yang fluktuatif, ditandai dengan kenaikan dan penurunan pada interval waktu tertentu. Kondisi ini menimbulkan kebutuhan untuk mengkaji faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya variasi temperatur selama reaksi polimerisasi pada sistem semi-batch. Oleh karena itu, diperlukan analisis untuk memahami mekanisme terjadinya perubahan temperatur tersebut serta kaitannya dengan karakteristik reaksi, pengendalian panas, dan dinamika operasi reaktor.

IX.2.2 Tujuan

1. Mengetahui faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya grafik yang fluktuatif
2. Merencanakan evaluasi ulang terhadap faktor-faktor yang menyebabkan grafik fluktuatif

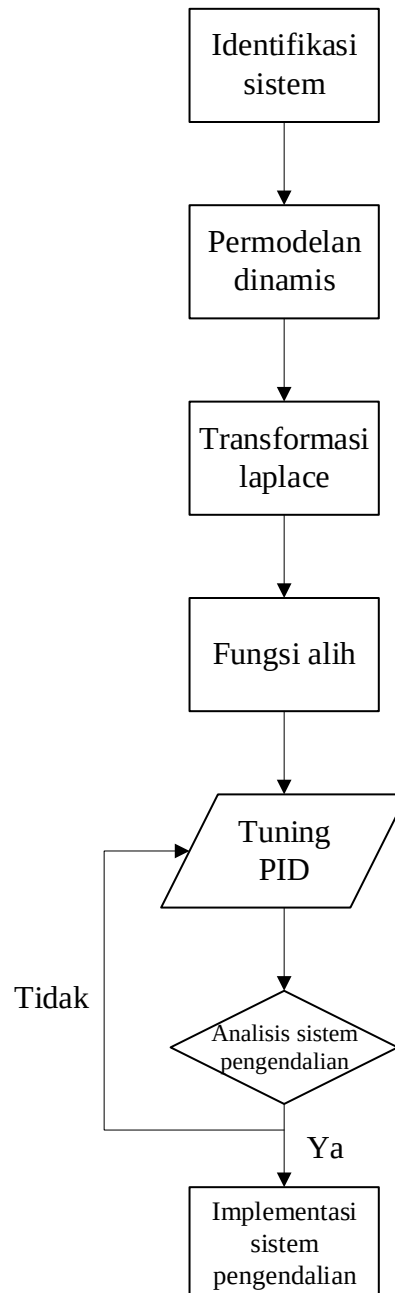
IX.2.3 Pembahasan



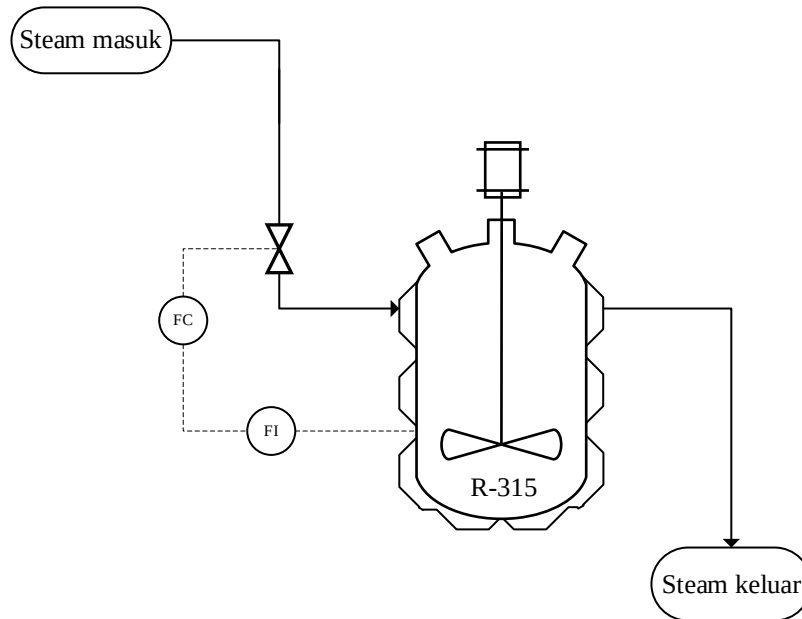
Gambar IX. 2. Hasil Print Out Grafik pada Poly Reactor R315

Berdasarkan hasil observasi, grafik trends parameter temperatur menunjukkan pola fluktuatif terhadap nilai setpoint, di mana nilai aktual tidak pernah mencapai setpoint yang ditetapkan. Ketidakstabilan temperatur tersebut berpotensi memicu kondisi *thermal runaway* atau menurunkan kualitas produk. Pola fluktuatif pada grafik ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor, salah satunya

ketidaktepatan dalam proses tuning PID. Untuk memperoleh performa kontrol yang lebih stabil, simulasi dan optimalisasi untuk tuning PID dapat dilakukan melalui prosedur pada gambar berikut.



Gambar IX. 3. Blok Diagram Alur dalam Simulasi dan Optimalisasi Tuning PID



Gambar IX. 4. Identifikasi Sistem

Setelah dilakukannya identifikasi sistem, diperoleh bahwa jaket bekerja secara kontinyu, tidak ada reaksi, dan mendapatkan panas dari reaktor (karena ada reaksi didalam reaktor). Berdasarkan sistem jaket tersebut diperoleh model dinamis sebagai berikut.

1. Neraca massa

$$A \frac{dh}{dt} = 0$$

2. Neraca panas

$$\frac{dT}{dt} = \frac{1}{\tau} T_i - aT + K \cdot T_{\text{reaktor}}$$

3. Fungsi Alih

Fungsi alih diperoleh dari persamaan model dinamis yang di transformasikan kedalam domain laplace. Persamaan fungsi alih dari sistem tersebut adalah

$$T_{(s)} = \frac{\frac{1}{\tau}}{(S + a)} T_{i(s)} + \frac{K}{(S + a)} T_{\text{reaktor}(s)}$$

Keterangan

τ = waktu tinggal (0,0163 menit) (asumsi)

F = laju alir volumetrik (140,9 m³/menit)

V = volume jaket ($2,307 \text{ m}^3$) (asumsi)

ρ = densitas steam ($0,597 \text{ kg/m}^3$)

C_p = kapasitas panas ($2,08 \text{ kJ/kg.K}$)

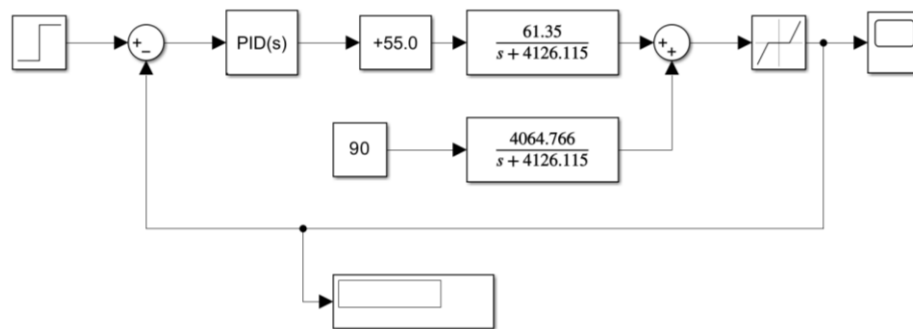
U = koefisien perpindahan panas ($210 \text{ W/m}^2.\text{K}$)

A = luas penampang perpindahan panas ($55,45 \text{ m}^2$)

Data-data diatas dimasukkan kedalam persamaan fungsi alih dan diperoleh hasil sebagai berikut.

$$T_{(s)} = \frac{61,35}{(S + 4126,115)} T_{i(s)} + \frac{4064,766}{(S + 4126,115)} T_{reaktor(s)}$$

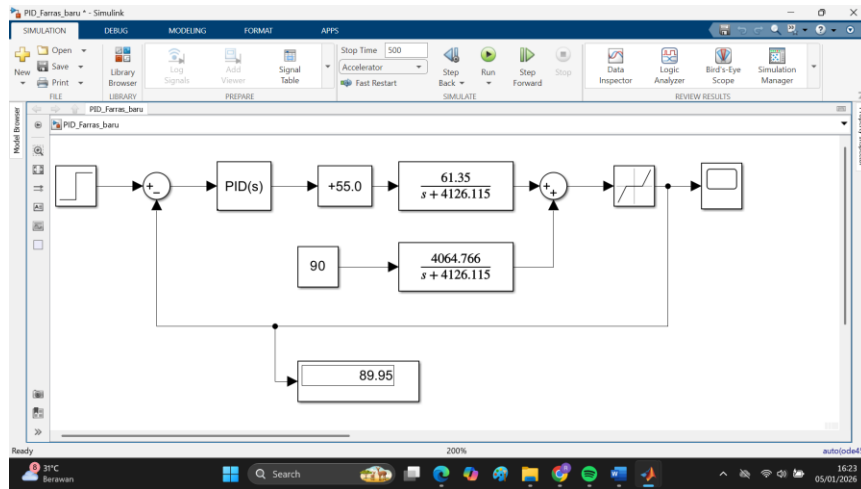
Dari fungsi diatas, diperoleh dua fungsi transfer input untuk satu output. Untuk mencapai kinerja kontrol yang lebih stabil, diperlukan adanya tuning PID. Tuning PID dapat di lakukan melalui software simulink. Simulasi dan optimasi melalui software simulink bertujuan untuk memperoleh parameter PID yang mendekati kondisi aktual dan selanjutnya dapat diterapkan pada sistem di *panel room*. Berdasarkan hasil persamaan fungsi alih tersebut diperoleh blok diagram sebagai berikut.



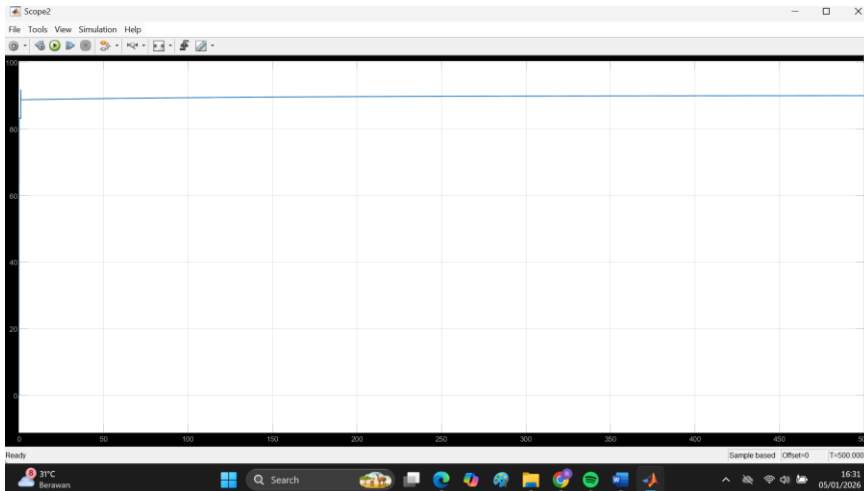
Gambar IX. 5. Blok Diagram Simulasi Sistem Jaket pada Software Simulink

Tuning PID awal, yang digunakan dalam sistem jaket di poly reactor R315 dengan hasil grafik sebagai berikut.

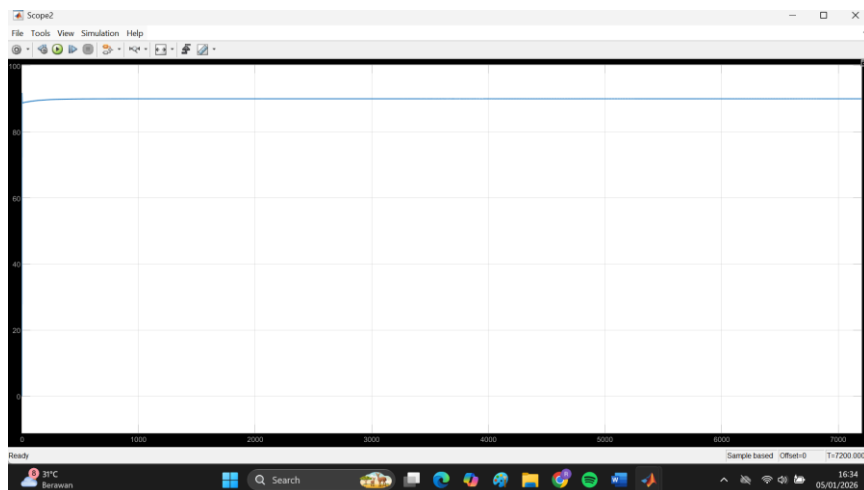
1. $K_p = 7,00$
2. $K_i = 0,5$
3. $K_d = 0,05$
4. Set Point = 90
5. Stop Time = 500 detik



Gambar IX. 6. Nilai Aktual dengan Tuning PID Awal pada Stop Time 500



Gambar IX. 7. Hasil Grafik dengan Tuning PID Awal dan Stop Time 500



Gambar IX. 8. Hasil Grafik dengan Tuning PID Awal dan Stop Time 7200

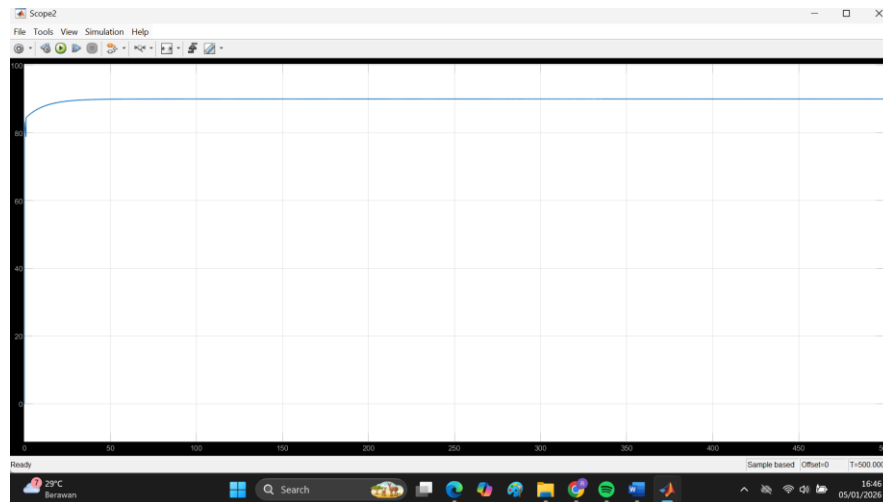
Menggunakan tuning PID akhir dengan diperoleh nilai PID seperti berikut:

$$K_p = 7$$

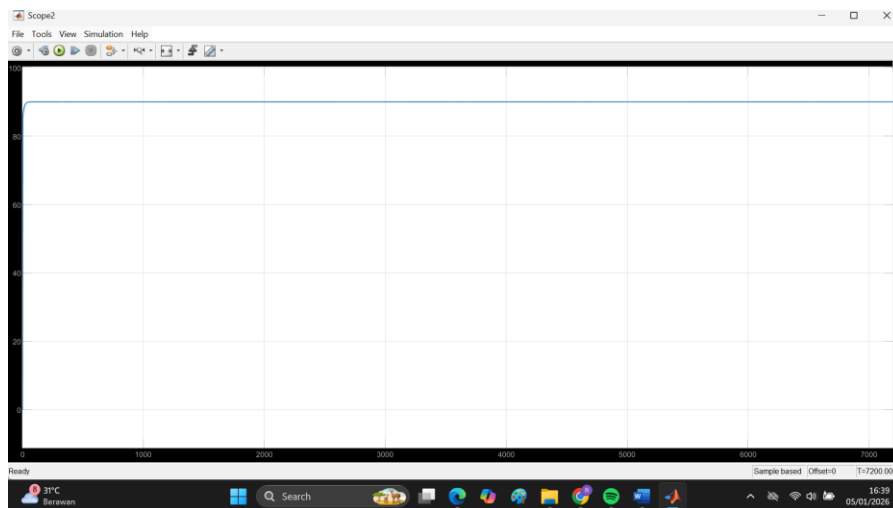
$$K_i = 6,7$$

$$K_d = 0$$

Stop Time = 500 detik dan 7200 detik



Gambar IX. 9. Hasil Grafik dengan Tuning PID Akhir dan Stop Time 500



Gambar IX. 10. Hasil Grafik dengan Tuning PID Akhir dan Stop Time 7200

Berdasarkan hal tersebut tuning PID awal belum dapat memenuhi setpoint yang diinginkan, dimana untuk menaikkan nilai aktual agar mencapai setpoint dibutuhkan waktu yang lama, hal ini menandakan bahwa respon dari tuning PID awal masih memiliki respon yang lambat, dan tuning PID akhir dapat menaikkan kondisi aktual dengan respon yang cepat (waktu yang digunakan sedikit) untuk mencapai nilai setpoint yang diinginkan.