

TUGAS AKHIR

ANALISA SISTEM CONTROL PADA MASSA MATERIAL BULK

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

RAYFRANA GINTING
2007230148



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan penelitian Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Rayfrana Ginting
NPM : 2007230148
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Analisa sistem control pada massa material bulk
Bidang ilmu : Konstruksi dan Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Medan, 14 September 2024

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



(Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T)

Dosen Penguji II



(Rahmatullah, S.T., M.SC)

Dosen Penguji III



(Khairul Umurani, S.T., M.T)

Ketua Program Studi Teknik Mesin



(Chandra A Siregar, S.T., M.T)

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Lengkap : Rayfrana Ginting
Tempat /Tanggal Lahir : Kabanjahe, 01 maret 2001
NPM : 2007230148
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul :

“ANALISA SISTEM CONTROL PADA MASSA MATERIAL BULK”

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 14 September 2024

Saya yang menyatakan,



Rayfrana Ginting

ABSTRAK

Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk menganalisis pembukaan katub terhadap kapasitas pengisian material bulk. Alat dan Bahan yang digunakan dalam penelitian ini berupa Pipa PVC, Motor Servo, Sensor Load Cell, Arduino Uno, Besi Hollow, HX711, Cawan/wadah, LCD, keypad, kabel Arduino, dan laptop. Pada alat system control ini memiliki diameter tabung 3,5 inch atau sama dengan 9 cm dengan kapasitas penampungan material bulk sebanyak 1 kg dan ukuran pipa keluar material bulk memiliki diameter 1 inch atau sama dengan 2,54 cm. Untuk penelitian ini memiliki variasi pengambilan data yaitu dengan pembukaan katub mulai dari 40, 50, dan 60 derajat. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh alat system control ini dapat digunakan untuk bahan material bulk seperti gula, beras, tepung, dan bahan kering lainnya yang tidak dikemas dengan manual. Dari percobaan alat system control ini semakin kecil pembukaan katub penakarnya maka kesesuaian dari berat set dan berat aktual lebih sesuai yaitu pembukaan katub 40 derajat.

Kata kunci: Sistem kontrol, Material bulk.

ABSTRACT

The purpose of this research is to analyze the opening of the valve on the filling capacity of bulk materials. Tools and Materials used in this research are PVC Pipe, Servo Motor, Load Cell Sensor, Arduino Uno, Hollow Iron, HX711, Cup/container, LCD, keypad, Arduino cable, and laptop. In this control system tool has a tube diameter of 3.5 inches or equal to 9 cm with a bulk material storage capacity of 1 kg and the size of the bulk material exit pipe has a diameter of 1 inch or equal to 2.54 cm. For this study, there are variations in data collection, namely by opening the valve starting from 40, 50, and 60 degrees. Based on the results of the research obtained, this control system tool can be used for bulk materials such as sugar, rice, flour, and other dry materials that are not packaged manually. From this control system tool experiment, the smaller the opening of the measuring valve, the suitability of the set weight and the actual weight is more appropriate, namely the opening of the 40 degree valve.

Keywords: Control system, Bulk material.

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan proposal penelitian ini dengan judul “Analisa Sistem Control Pada Massa Material Bulk”.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Khairul Umurani, S.T.,M.T, Selaku Dosen Pembimbing yang telah mengarahkan penulis menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Chandra A Siregar, S.T.,M.T, Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Ahmad Marabdi Siregar, S.T.,M.T, Selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T.,M.T, Selaku Dosen pembeding I Serta Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknikmesinan kepada penulis.
6. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Kedua orang tua penulis, Ayahanda Fredy Ginting dan Ibunda Serpina br Sembiring, dimana mereka yang telah membesarkan, mengasuh, mendidik, serta memberikan semangat dan do'a yang tulus, ikhlas, sehingga penulis dapat menyelesaikan studi di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Kepada diri sendiri yang selalu bersemangat dan pantang menyerah dalam menyelesaikan permasalahan apapun.
9. Kekasih penulis Nurjannah Br Barus, S.Pd yang selalu membantu dan memberi semangat penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

10. Sahabat-sahabat penulis: Alziqra Handa Yahu Koto, Tengku Syahrul Amri, Rendika Gilang Syaputra, M.L.Teguh Samudra, Tri Arohman, M.meirza renaldi, dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.

Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu keteknik-mesinan.

Medan, 14 September 2024

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Rayfrana', with a long horizontal stroke extending to the right.

Rayfrana Ginting

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	
Error! Bookmark not defined.	
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang lingkup	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Pengertian Bulk Material	3
2.2 Perencanaan Bulk Material	4
2.3 Sistem Pengemasan Bulk Material	5
2.4 Sistem Kontrol	5
2.5 Tinjauan Teori Sistem Kontrol	8
2.6 Arduino Uno	12
BAB 3 METODE PENELITIAN	16
4.1 Tempat dan Waktu Penelitian	16
4.1.1. Tempat Penelitian	16
4.1.2. Waktu Penelitian	16
4.2 Bahan dan Alat Penelitian	17
4.3 Bagan Alir Penelitian	23
4.5 Prosedur Penelitian	24
4.6 Variabel Yang Akan diteliti	24
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	25

4.1	Laju aliran material bulk berat 50 gr dengan pembukaan katub 40 derajat.	25
4.2	Laju aliran material bulk berat 50 gr dengan pembukaan katub 50 derajat.	28
4.3	Laju aliran material bulk berat 50 gr dengan pembukaan katub 60 derajat.	31
4.4	Laju aliran material bulk berat 100 gr dengan pembukaan katub 40 derajat.	35
4.5	Laju aliran material bulk berat 100 gr dengan pembukaan katub 50 derajat.	38
4.6	Laju aliran material bulk berat 100 gr dengan pembukaan katub 60 derajat.	42
4.7	Laju aliran material bulk berat 200 gr dengan pembukaan katub 40 derajat.	45
4.8	Laju aliran material bulk berat 200 gr dengan pembukaan katub 50 derajat.	48
4.9	Laju aliran material bulk berat 200 gr dengan pembukaan katub 60 derajat.	51
4.10	Laju aliran material bulk berat 100 gr dengan pembukaan katub 40 derajat menggunakan delay 500.	54
4.11	Laju aliran material bulk berat 100 gr dengan pembukaan katub 40 derajat menggunakan delay 1000.	57
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		61
5.1	Kesimpulan	61
5.2	Saran	61
DAFTAR PUSTAKA		62
LAMPIRAN		64

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Waktu Kegiatan Penelitian

16

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Diagram Umum Sistem Kontrol	6
Gambar 2.2	Diagram Sistem Kontrol Secara Lengkap	8
Gambar 2.3	Diagram Open Loop	9
Gambar 2.4	Diagram Closed Loop	10
Gambar 2.5	Kurva Respon Sistem	11
Gambar 2.6	Diagram Blok PID	11
Gambar 2.7	Arduino UNO	12
Gambar 3.1	Rangkaian Alat Sistem Kontrol	17
Gambar 3.2	Pipa PVC	17
Gambar 3.3	Besi Hollow	18
Gambar 3.4	Motor Servo	18
Gambar 3.5	LCD	19
Gambar 3.6	Arduino Uno	19
Gambar 3.7	Laptop	20
Gambar 3.8	Kabel Arduino	20
Gambar 3.9	Keypad	21
Gambar 3.10	HX711	21
Gambar 3.11	Cawan/wadah	22
Gambar 3.12	Sensor Loadcell	22
Gambar 3.13	Bagan Alir Penelitian	23
Gambar 4.1	Pengaruh laju aliran material bulk berat 50 gr dengan bukaan katub 40 derajat percobaan pertama	25
Gambar 4.2	Pengaruh laju aliran material bulk berat 50 gr dengan bukaan katub 40 derajat percobaan kedua.	26
Gambar 4.3	Pengaruh laju aliran material bulk berat 50 gr dengan bukaan katub 40 derajat percobaan ketiga.	27
Gambar 4.4	Pengaruh laju aliran material bulk berat 50 gr dengan bukaan katub 50 derajat percobaan pertama.	28
Gambar 4.5	Pengaruh laju aliran material bulk berat 50 gr dengan bukaan katub 50 derajat percobaan kedua.	30
Gambar 4.6	Pengaruh laju aliran material bulk berat 50 gr dengan bukaan katub 50 derajat percobaan ketiga.	31
Gambar 4.7	Pengaruh laju aliran material bulk berat 50 gr dengan bukaan katub 60 derajat percobaan pertama.	32
Gambar 4.8	Pengaruh laju aliran material bulk berat 50 gr dengan bukaan katub 60 derajat percobaan kedua.	33
Gambar 4.9	Pengaruh laju aliran material bulk berat 50 gr dengan bukaan katub 60 derajat percobaan ketiga.	34
Gambar 4.10	Pengaruh laju aliran material bulk berat 100 gr dengan bukaan katub 40 derajat percobaan pertama.	35
Gambar 4.11	Pengaruh laju aliran material bulk berat 100 gr dengan bukaan katub 40 derajat percobaan kedua.	37
Gambar 4.12	Pengaruh laju aliran material bulk berat 100 gr dengan bukaan katub 40 derajat percobaan ketiga.	38
Gambar 4.13	Pengaruh laju aliran material bulk berat 100 gr dengan bukaan katub 50 derajat percobaan pertama.	39

Gambar 4.14 Pengaruh laju aliran material bulk berat 100 gr dengan bukaan katub 50 derajat percobaan kedua.	40
Gambar 4.15 Pengaruh laju aliran material bulk berat 100 gr dengan bukaan katub 50 derajat percobaan ketiga.	41
Gambar 4.16 Pengaruh laju aliran material bulk berat 100 gr dengan bukaan katub 60 derajat percobaan pertama.	42
Gambar 4.17 Pengaruh laju aliran material bulk berat 100 gr dengan bukaan katub 60 derajat percobaan kedua.	44
Gambar 4.18 Pengaruh laju aliran material bulk berat 100 gr dengan bukaan katub 60 derajat percobaan ketiga.	45
Gambar 4.19 Pengaruh laju aliran material bulk berat 200 gr dengan bukaan katub 40 derajat percobaan pertama.	46
Gambar 4.20 Pengaruh laju aliran material bulk berat 200 gr dengan bukaan katub 40 derajat percobaan kedua.	47
Gambar 4.21 Pengaruh laju aliran material bulk berat 200 gr dengan bukaan katub 40 derajat percobaan ketiga.	48
Gambar 4.22 Pengaruh laju aliran material bulk berat 200 gr dengan bukaan katub 50 derajat percobaan pertama.	49
Gambar 4.23 Pengaruh laju aliran material bulk berat 200 gr dengan bukaan katub 50 derajat percobaan kedua.	50
Gambar 4.24 Pengaruh laju aliran material bulk berat 200 gr dengan bukaan katub 50 derajat percobaan ketiga.	51
Gambar 4.25 Pengaruh laju aliran material bulk berat 200 gr dengan bukaan katub 60 derajat percobaan pertama.	52
Gambar 4.26 Pengaruh laju aliran material bulk berat 200 gr dengan bukaan katub 60 derajat percobaan kedua.	53
Gambar 4.27 Pengaruh laju aliran material bulk berat 200 gr dengan bukaan katub 60 derajat percobaan ketiga.	54
Gambar 4.28 Pengaruh laju aliran material bulk berat 100 gr dengan bukaan katub 40 derajat percobaan pertama dealay 500.	55
Gambar 4.29 Pengaruh laju aliran material bulk berat 100 gr dengan bukaan katub 40 derajat percobaan kedua dealay 500.	56
Gambar 4.30 Pengaruh laju aliran material bulk berat 100 gr dengan bukaan katub 40 derajat percobaan ketiga dealay 500.	57
Gambar 4.31 Pengaruh laju aliran material bulk berat 100 gr dengan bukaan katub 40 derajat percobaan pertama dealay 1000.	58
Gambar 4.32 Pengaruh laju aliran material bulk berat 100 gr dengan bukaan katub 40 derajat percobaan kedua dealay 1000.	59
Gambar 4.33 Pengaruh laju aliran material bulk berat 100 gr dengan bukaan katub 40 derajat percobaan ketiga dealay 1000.	60

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Permasalahan di dalam perdagangan seperti toko sembako biasanya adalah bagaimana cara memproses suatu bahan material seperti beras, gula, tepung dan lainnya dengan cepat, salah satunya yakni proses pengisian dan pengemasan barang. Di masyarakat masih banyak sering di temukan menggunakan proses pengemasan atau penakaran secara manual yang membutuhkan waktu yang cukup lama. Dan juga tidak mungkin atau akan menyusahkan bila memerintahkan manusia mengisi barang yang jumlahnya sampai ratusan kilogram bahkan ton.

Beras merupakan salah satu komoditas penting dan merupakan makanan pokok sebagian besar penduduk Indonesia. Hal ini mendorong diperlukannya alat bantu yang tepat agar tidak menyita banyak waktu. Alat bantu yang diperlukan tentu mesti mampu beroperasi dengan cepat dan tepat sehingga proses produksi dapat berjalan dengan lebih baik, serta dapat meningkatkan kualitas dan jumlah hasil produksi.

Salah satu faktor pendukung dalam proses penjualan beras adalah timbangan. Metode penimbangan beras yang ada sekarang masih dilakukan secara manual sehingga membutuhkan tenaga yang besar dan waktu yang lama. Selain itu, masih sering terjadi kesalahan pengamatan dalam penentuan berat beras. Penerapan teknologi menjadi salah satu solusi yang bisa dikembangkan untuk mengatasi permasalahan tersebut. Penggunaan teknologi pada bidang perdagangan merupakan salah satu langkah maju untuk memudahkan aktivitas penjualan.

Mikrokontroler Arduino UNO sebagai alat pengontrol, dimana sensor loadcell yang dihubungkan nelalui HX711 lalu mengirimkan data yang diterima ke Arduino UNO dan motor servo sebagai penggerak membuka dan menutup katub secara otomatis sesuai data yang dikirim oleh Arduino UNO. Proses pengemasan yang dilakukan yaitu untuk mengatur beban yang diinginkan agar sesuai dengan yang disetting dari keypad.

Pada penelitian ini dilakukan analisis sebuah alat yang sederhana dengan menguji ketepatan massa yang telah disetting dari keypad dan menghitung waktu

yang dibutuhkan dalam proses penakaran tersebut. Kemudian membuat versi pembukaan katub untuk mendapatkan hasil pembukaan katub yang paling baik.

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perkembangan teknologi system otomatis dalam pengemasan pada bulk material. Sebagai perwujudan dari penerapan pemikiran tersebut maka penulis memilih judul. "*Analisa system control pada massa material bulk*". Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat membantu perdagangan dalam penakaran material bulk.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka diperoleh suatu rumusan masalah sebagai berikut :

1. Pengaruh pembukaan katub dan waktu tunda terhadap kapasitas pengisian material bulk.

1.3 Ruang lingkup

Ruang lingkup masalah pada penelitian ini dapat dilihat sebagai berikut :

1. Menganalisis alat sistem kontrol.
2. Material yang dianalisis berupa beras.
3. Parameter kontrol berupa kecepatan dan massa bulk material.

1.4 Tujuan Penelitian

1.4.1. Tujuan Umum

1. Untuk menganalisis alat sistem kontrol secara eksperimental.

1.4.2. Tujuan Khusus

1. Untuk menganalisis pembukaan katub terhadap kapasitas pengisian material bulk.
2. Untuk menganalisis waktu tunda terhadap kapasitas pengisian material bulk.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapat dari penelitian kali ini adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan produksi pada pengelolaan massa material bulk agar mengurangi pemborosan waktu.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Material Bulk

Material Bulk adalah barang yang dibeli atau dibuat, yang disimpan untuk keperluan kemudian, baik untuk dipakai, diproses lebih lanjut atau dijual. Contoh bulk material termasuk pasir, batu bara, kayu, biji-bijian, bubuk logam, dan lain-lain. Substansi atau bahan dalam jumlah besar yang disimpan, diangkut, atau diolah dalam bentuk partikel-partikel yang tidak terkemas secara individual disebut bulk material. (Ii & Pustaka, 2010). Pengertian material (Hasan Shadaly, 1983) : Bahan dasar untuk membuat membentuk sesuatu, Atau secara umum material didefinisikan sebagai obyek pengalaman indra dengan ciri-ciri kekeluasan, masa, gerak, dan ditentukan oleh uang dan waktu (Ii & Pustaka, 2010).

Manajemen material didefinisikan sebagai suatu pendekatan organisasional untuk menyelesaikan permasalahan material yang memerlukan kombinasi kemampuan manajerial dan teknis. Dalam proyek konstruksi material merupakan komponen biaya terbesar, oleh karena itu dibutuhkan suatu manajemen material untuk mengendalikan arus material proyek agar tidak terjadi kerugian. Manajemen material diterapkan sejak perencanaan pengadaan material konstruksi yang terlihat pada diagram batang (*bar-chart*) berdasarkan diagram kerja (*network planning*) suatu proyek (Ii & Pustaka, 2010).

Material merupakan bahan baku, suku cadang, barang jadi, barang habis pakai, kemasan dan peralatan. Material dibagi atas tiga bagian, yaitu (Stukhatr, 1995) :

- a. *Engineered material*, termasuk peralatan pembantu lainnya adalah yang paling mahal, tampak nyata, rumit dan secara kualitas sangat menentukan. *Engineered material* adalah produk khusus yang dibuat berdasarkan perhitungan dan perencanaan. Material ini secara khusus didetail dengan gambar dan digunakan sepanjang masa pelaksanaan proyek tersebut, yang sangat menentukan durasi proyek tersebut, serta apabila terjadi penundaan akan mempengaruhi keseluruhan jadwal penyelesaian proyek.

- b. *Bulk material*, adalah bahan yang dibuat dengan standar industri tertentu dan dapat dibeli dengan kuantitas tertentu. Material jenis ini sering kali sulit diperkirakan karena lebih beraneka macam kuantitasnya, contohnya : pipa dan kabel, atau lainnya yang dapat diukur dengan satuan panjang, luas dan volume.
- c. *Fabricated material*, adalah bahan yang dibuat atau dirakit di luar *site* berdasarkan spesifikasi dan gambar perencanaan. Material jenis ini umumnya memerlukan persetujuan (*approved*), contohnya kusen kayu dan rangka baja.

2.2 Perencanaan Bulk Material

Perencanaan sistem harus dapat mengintegrasikan, mengkoordinasikan, dan mengendalikan semua komponen sistem manajemen material, diperlukan perencanaan yang terpisah untuk setiap komponen mulai dari perhitungan material, pembelian, pemeriksaan, pengangkutan, operasi lapangan, penyimpanan dan lain sebagainya.

Beberapa syarat perencanaan :

- a. Harus dikembangkan dari dan dicantumkan ke perencanaan proyek.
- b. Harus dimulai sebelum proyek dikerjakan dan dikembangkan bersamaan dengan pelaksanaan proyek.
- c. Harus mencerminkan kebijaksanaan perusahaan, prioritas dan kebutuhan pengguna.
- d. Harus dikoordinasi dengan perencanaan yang lain.
- e. Harus ada komitmen untuk mencapai sukses dari anggota project team yang lain, khususnya bagian teknik dan pelaksana. Hal ini membutuhkan keterlibatan, pelatihan dan komunikasi.
- f. Mencakup suatu penjadwalan yang sesuai dengan persyaratan teknis dan pelaksanaan, jika penundaan dan faktor lainnya diperhitungkan, maka harus juga tercermin dalam penjadwalan ini.
- g. Mampu meramalkan kondisi yang akan datang dan mungkin dilakukan perubahan bila diperlukan.

- h. Disajikan dalam bentuk yang dapat dengan mudah diterapkan oleh pelaksana, mandor, bila mungkin oleh pekerja.
- i. Tanggung jawab harus dipertegas bagi semua material yang digunakan termasuk fasilitas sementara, bahan habis pakai, material konstruksi sementara (Li & Pustaka, 2010).

2.3 Sistem Pengemasan Bulk Material

Proses penakaran dengan cara manual, yaitu memasukkan produk ke dalam kemasan lalu ditimbang. Jika berat kurang dari berat bersih produk, maka akan ditambahkan. Sedangkan jika berat melebihi berat bersih, maka produk akan dikurangi, sehingga akan menambah waktu dalam proses pengemasannya, (Iqbal Sholehuddin Ghofur, Slamet Budiprayitno, dkk., 2021). Selain melakukan penakaran diperlukan juga teknologi dalam melakukan pengemasan. Pengemasan merupakan suatu cara dalam memberikan kondisi sekeliling yang tepat bagi bahan pangan dan dengan demikian membutuhkan pemikiran dan perhatian yang lebih besar untuk mengembangkan kemasan yang ramah lingkungan (Uno & Pasir, 2023).

2.4 Sistem Kontrol

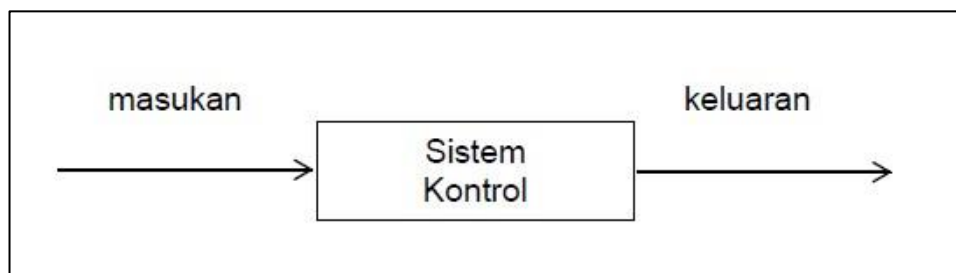
Perkembangan teknologi komputer baik hardware maupun software terus berkembang seiring perkembangan teknologi elektronika yang semakin maju, demikian juga teknologi kontrol yang mengalami banyak kemajuan dari kontrol konvensional ke kontrol otomatis sampai ke kontrol cerdas. Perkembangan teknik kontrol sudah merambah dari peralatan industri yang kompleks, perlengkapan militer sampai ke peralatan rumah tangga. Beberapa sistem kontrol yang mudah dijumpai di antaranya adalah pengaturan suhu, pengaturan kelembaban ruangan, pengaturan pencucian pakaian, pengaturan gerak robot, pengaturan mobil remote dan lain sebagainya. Hal inilah yang menjadikan pemikiran sistem kontrol menjadi kompetensi yang harus dimiliki oleh mahasiswa Jurusan Pendidikan Teknik Elektro untuk memenuhi kebutuhan masyarakat (Ali, 2004).

Dalam mata kuliah sistem kontrol, salah satu materi yang diberikan adalah perancangan sistem kontrol. Untuk dapat merancang sistem kontrol yang baik diperlukan analisis untuk mendapatkan gambaran tanggapan sistem terhadap aksi

pengontrolan. Sebelum dapat merancang sistem kontrol tentunya mahasiswa harus lebih dulu dibekali materi pemodelan sistem dinamik. Sistem kontrol dibutuhkan untuk memperbaiki tanggapan sistem dinamik agar didapat sinyal keluaran seperti yang diinginkan. Sistem kontrol yang baik mempunyai tanggapan yang baik terhadap sinyal masukan yang beragam. Dalam perancangan sistem kontrol ini diperlukan gambaran tanggapan sistem dengan sinyal masukan dan aksi pengontrolan yang meliputi : (1)Tanggapan sistem terhadap masukan yang dapat berupa fungsi langkah, fungsi undak, fungsi impuls atau fungsi lainnya, (2) Kestabilan sistem yang dirancang, (3)Tanggapan sistem terhadap berbagai jenis aksi pengontrolan (Ali, 2004).

2.4.1 Sasaran Sistem Kontrol

Dalam aplikasinya, suatu sistem kontrol memiliki tujuan/sasaran tertentu. Sasaran sistem kontrol adalah untuk mengatur keluaran (output) dalam suatu sikap / kondisi / keadaan yang telah ditetapkan oleh masukan (input) melalui elemen sistem control, seperti pada gambar 2.1.



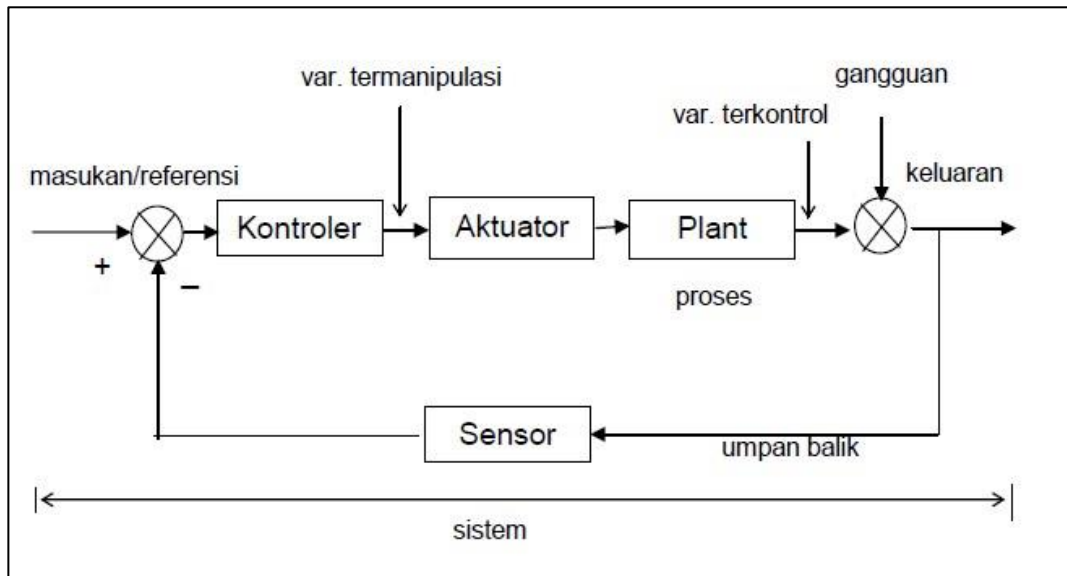
Gambar 2.1 Diagram Umum Sistem Kontrol (Dunia Elektro, 2013).

2.4.2 Definisi Istilah Sistem Kontrol

Untuk memperjelas keterangan-keterangan dalam buku ini, berikut diberikan beberapa definisi istilah yang sering dipakai :

- a. Sistem (system) adalah kombinasi dari komponen-komponen yang bekerja bersama-sama membentuk suatu obyek tertentu.
- b. Variabel terkontrol (controlled variable) adalah suatu besaran (quantity) atau kondisi (condition) yang terukur dan terkontrol. Pada keadaan normal merupakan keluaran dari sistem.

- c. Variabel termanipulasi (manipulated variable) adalah suatu besaran atau kondisi yang divariasi oleh kontroler sehingga mempengaruhi nilai dari variabel terkontrol.
- d. Kontrol (control) – mengatur, artinya mengukur nilai dari variabel terkontrol dari sistem dan mengaplikasikan variabel termanipulasi pada sistem untuk mengoreksi atau mengurangi deviasi yang terjadi terhadap nilai keluaran yang dituju.
- e. Plant (Plant) adalah sesuatu obyek fisik yang dikontrol.
- f. Proses (process) adalah sesuatu operasi yang dikontrol. Contoh : proses kimia, proses ekonomi, proses biologi, dll.
- g. Gangguan (disturbance) adalah sinyal yang mempengaruhi terhadap nilai keluaran sistem.
- h. Kontrol umpan balik (feedback control) adalah operasi untuk mengurangi perbedaan antara keluaran sistem dengan referensi masukan.
- i. Kontroler (controller) adalah suatu alat atau cara untuk modifikasi sehingga karakteristik sistem dinamik (dynamic system) yang dihasilkan sesuai dengan yang kita kehendaki.
- j. Sensor adalah peralatan yang digunakan untuk mengukur keluaran sistem dan menyatakannya dengan sinyal masukan sehingga bisa dilakukan suatu operasi hitung antara keluaran dan masukan.
- k. Aksi kontrol (control action) adalah besaran atau nilai yang dihasilkan oleh perhitungan kontroler untuk diberikan pada plant (pada kondisi normal merupakan variabel termanipulasi).
- l. Aktuator (actuator), adalah suatu peralatan atau kumpulan komponen yang menggerakkan plant, seperti pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Sistem Kontrol Secara Lengkap (Blodgelektroku, 2015).

2.5 Tinjauan Teori Sistem Kontrol

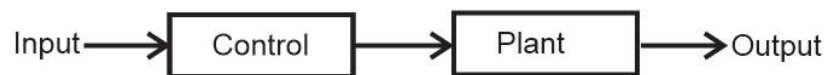
Sistem kendali atau sistem kontrol (*Control system*) adalah suatu alat (kumpulan alat) untuk mengendalikan, memerintah dan mengatur keadaan dari suatu sistem. Istilah-istilah dari sistem kendali atau sistem kontrol adalah:

- a. *Plant* dapat berupa suatu peralatan atau suatu kelengkapan dari perangkat mesin yang bekerja bersama untuk mengerjakan suatu tujuan tertentu^[3].
- b. *Process* sebagai suatu kelanjutan operasi atau pengembangan yang ditandai dengan serangkaian perubahan bertahap yang menggantikan satu sama lain dengan cara yang relatif tetap dan mengarahkan pada suatu tujuan^[3]
- c. *System* merupakan kombinasi dari komponen yang bertindak bersama dan melakukan suatu tujuan^[3].
- d. *Disturbance* adalah suatu sinyal yang cenderung mempengaruhi nilai keluaran dari suatu sistem. *Disturbance* yang dihasilkan oleh sistem dinamakan *internal disturbance* sedangkan *disturbance* yang muncul dari luar sistem disebut *external disturbance*^[3].
- e. *Feedback control* mengartikan pada suatu operasi yang memiliki gangguan dan cenderung mengurangi perbedaan diantara keluaran dan referensi sistem(Pratama, 2020).

Dalam melakukan sebuah penelitian sistem kendali atau sistem kontrol terdapat tiga jenis variabel kendali atau kontrol yaitu variabel manipulasi, variabel respon, dan variabel kontrol. Dimana antara satu variabel dengan variabel lain akan saling berhubungan, tetapi belum tentu saling mempengaruhi. Variabel manipulasi adalah variabel yang secara sengaja diubah-ubah untuk memperoleh hasil tertentu, dalam penelitian ini yang menjadi variabel manipulasi adalah mekanisme dari pengontrolan pesawat *tailsitter*. Variabel terkontrol adalah besaran yang dapat berubah karena perubahan yang dilakukan pada variabel manipulasi, pada penelitian ini yang menjadi variabel kontrol yaitu kecepatan putaran motor *BLDC*, dan pergerakan motor *servo*. Variabel respon adalah variabel yang mendefinisikan tentang semua hal yang terjadi akibat dari perubahan variabel manipulasi dan variabel kontrol, pada penelitian ini yang menjadi variabel respon adalah *attitude* (sikap) dari pesawat *tailsitter* (Pratama, 2020).

2.5.1 Sistem Kendali *Open loop* dan *Closed loop*

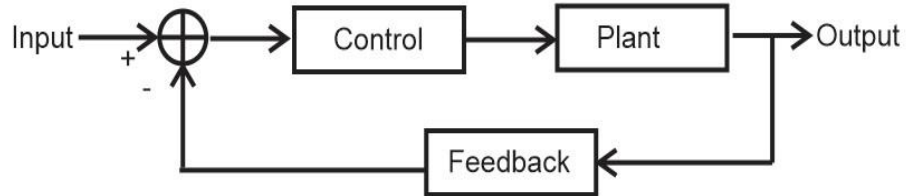
Open loop control system merupakan suatu sistem kontrol yang keluarannya tidak mempunyai pengaruh terhadap aksi kontrol. Pada sistem kontrol loop terbuka tidak terdapat jaringan umpan balik. Dengan kata lain, sistem kontrol loop terbuka keluarannya tidak dapat digunakan sebagai perbandingan umpan balik dengan masukan. Oleh karena itu sistem kontrol loop terbuka hanya dapat digunakan jika hubungan antara masukan dan keluaran sistem diketahui dan tidak terdapat gangguan internal maupun eksternal, seperti pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Diagram Open Loop

Closed control system atau sistem kontrol loop tertutup merupakan sistem kontrol dimana sinyal keluaran mempunyai pengaruh langsung terhadap sinyal kontrol (aksi kontrol). Pada sistem kontrol loop tertutup terdapat jaringan umpanbalik (*feedback*) karenanya sistem kontrol loop tertutup seringkali disebut sebagai sistem kontrol umpan balik. Praktisnya, istilah kontrol loop tertutup dan

sistem kontrol umpan balik dapat saling dipertukarkan penggunaannya, seperti pada gambar 2.4.



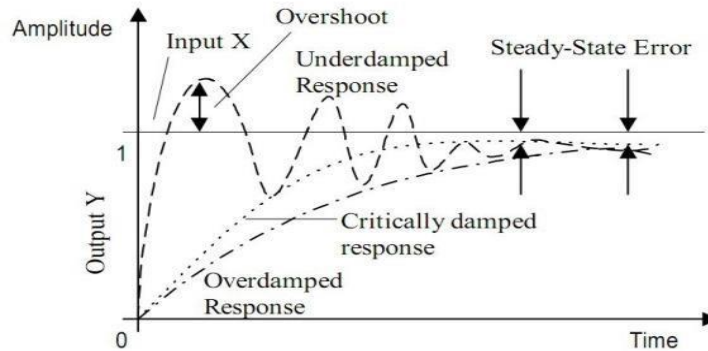
Gambar 2.4 Diagram closed loop

2.5.2 Respon Sistem kontrol

Respon sistem adalah perubahan perilaku *output* terhadap sinyal *input*. Respon sistem berupa kurva ini akan menjadi dasar untuk menganalisa kinerja sistem selain menggunakan persamaan/model matematika. Bentuk kurva respon sistem dapat dilihat setelah mendapatkan sinyal *input*. Ada beberapa hal yang menjadi titik penentu respon sistem yaitu :

- a. *Steady-state error* merupakan perbedaan antara nilai yang diinginkan terhadap nilai yang dihasilkan. Sistem yang diharapkan akan memiliki *steady-state error* sekecil mungkin.
- b. *Rise time, t_r* merupakan waktu yang diperlukan sistem untuk melakukan kenaikan dari suatu nilai ke nilai lainnya. Untuk sistem yang memiliki redaman cukup (*underdamped*) nilai yang digunakan adalah 0% ke 100%. Sedangkan untuk sistem yang memiliki redaman berlebihan (*overdamped*) digunakan nilai 10% ke 90%. Respon sistem yang dianggap baik memiliki *rise time* yang kecil.
- c. *Maximum overshoot, M_p* ; *Maximum overshoot* merupakan nilai simpangan maksimum dari nilai puncak respon. Sistem yang stabil tidak memiliki *overshoot* yang besar.

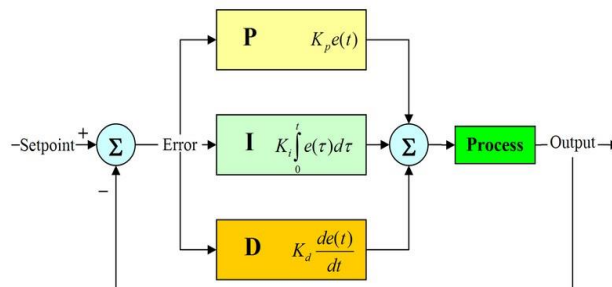
- d. *Settling time, t_s* ; Settling time merupakan waktu yang diperlukan untuk mencapai dan diam pada nilai akhirnya yang memiliki persentase *steadystate error* sekitar 0,02 atau 0,05. Respon sistem yang dianggap baik memiliki *Settling time* yang kecil, seperti pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 Kurva Respon Sistem

2.5.3 Kontrol PID (Proportional Integral Derivative)

Kontrol *Proportional Integral Derivative* (PID) merupakan salah satu jenis kontrol yang telah umum digunakan pada dunia industri^[1]. Pengontrol PID akan memberikan aksi berdasarkan *error* yang telah diperoleh. *Error* adalah perbedaan dari set point yang telah ditentukan, seperti pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 Diagram Blok PID

Kontrol PID terdapat tiga komponen utama yaitu kontrol P (*Proportional*), kontrol I (*Integral*), dan kontrol D (*Derivative*). Komponen-komponen tersebut bertujuan untuk mempercepat reaksi sebuah sistem, menghilangkan *offset* dan menghasilkan perubahan awal yang besar. Keluaran dari kontroler PID adalah hasil penjumlahan dari ketiga komponen tersebut. Karakteristik kontroler PID ini dipengaruhi oleh ketiga komponen P, I, dan D, penyetelan nilai setiap konstanta K_p , K_i , dan K_d akan mengakibatkan penonjolan sifat dari masing-masing komponen (Pratama, 2020).

2.6 Arduino Uno



Gambar 2.7 Arduino Uno (Sumber : ilearning.me)

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328 (datasheet). Memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan board Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang-ke adaptor-DC atau baterai untuk menjalankannya.

Uno berbeda dengan semua board sebelumnya dalam hal koneksi USB-to-serial yaitu menggunakan fitur Atmega8U2 yang diprogram sebagai konverter USB-to-serial berbeda dengan board sebelumnya yang menggunakan chip FTDI driver USB-to-serial.

Nama “Uno” berarti satu dalam bahasa Italia, untuk menandai peluncuran Arduino 1.0. Uno dan versi 1.0 akan menjadi versi referensi dari Arduino. Uno adalah yang terbaru dalam serangkaian board USB Arduino, dan sebagai model referensi untuk platform Arduino, untuk perbandingan dengan versi sebelumnya, lihat indeks board Arduino(Purnomo, 2020).

2.6.1 Summary

- Microcontroller ATmega328
- Operasi dengan daya 5V Voltage

- Input Tegangan (disarankan) 7-12V
- Input Tegangan (batas) 6-20V
- Digital I / O Pins 14 (dimana 6 memberikan output PWM)
- Analog Input Pin 6
- DC Lancar per I / O Pin 40 mA
- Saat 3.3V Pin 50 mA DC
- Flash Memory 32 KB (ATmega328) yang 0,5 KB digunakan oleh bootloader
- SRAM 2 KB (ATmega328)
- EEPROM 1 KB (ATmega328)
- Clock Speed 16 MHz

2.6.2 Daya

- Uno Arduino dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catu daya eksternal (otomatis).
- Eksternal (non-USB) daya dapat berasal baik dari AC-ke adaptorDC atau baterai. Adaptor ini dapat dihubungkan dengan menancapkan plug jack pusat-positif ukuran 2.1mm konektor POWER. Ujung kepala dari baterai dapat dimasukkan kedalam Gnd dan Vin pin header dari konektor POWER.
- Kisaran kebutuhan daya yang disarankan untuk board Uno adalah 7 sampai dengan 12 volt, jika diberi daya kurang dari 7 volt kemungkinan pin 5v Uno dapat beroperasi tetapi tidak stabil kemudian jika diberi daya lebih dari 12V, regulator tegangan bisa panas dan dapat merusak board Uno.
- Pin listrik adalah sebagai berikut:
- VIN. Tegangan masukan kepada board Arduino ketika itu menggunakan sumber daya eksternal (sebagai pengganti dari 5 volt koneksi USB atau sumber daya lainnya).
- 5V. Catu daya digunakan untuk daya mikrokontroler dan komponen lainnya.
- 3v3. Sebuah pasokan 3,3 volt dihasilkan oleh regulator on-board.
- GND. Ground pin.

2.6.3 Memori

ATmega328 memiliki 32 KB (dengan 0,5 KB digunakan untuk bootloader), 2 KB dari SRAM dan 1 KB EEPROM (yang dapat dibaca dan ditulis dengan EEPROM library).

2.6.4 Input dan Output

Masing-masing dari 14 pin digital di Uno dapat digunakan sebagai input atau output, dengan menggunakan fungsi `pinMode ()`, `digitalWrite ()`, dan `digitalRead ()`, beroperasi dengan daya 5 volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima maksimum 40 mA dan memiliki internal pull-up resistor (secara default terputus) dari 2050 kOhms. Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus:

-Serial: 0 (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirimkan (TX) TTL data serial. Pin ini dihubungkan ke pin yang berkaitan dengan chip Serial ATmega8U2 USB-toTTL.

-Eksternal menyela: 2 dan 3. Pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu interrupt pada nilai yang rendah, dengan batasan tepi naik atau turun, atau perubahan nilai. Lihat (`attachInterrupt`) fungsi untuk rincian lebih lanjut.

-PWM: 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Menyediakan output PWM 8-bit dengan fungsi `analogWrite ()`.

-SPI: 10 (SS), 11 (Mosi), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin ini mendukung komunikasi SPI menggunakan SPI library.

-LED: 13. Ada built-in LED terhubung ke pin digital 13. Ketika pin bernilai nilai HIGH, LED on, ketika pin bernilai LOW, LED off.

-Uno memiliki 6 masukan analog, berlabel A0 sampai dengan A5, yang masing-masing menyediakan 10 bit dengan resolusi (yaitu 1024 nilai yang berbeda). Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus:

-I2C: A4 (SDA) dan A5 (SCL). Dukungan I2C (TWI) komunikasi menggunakan perpustakaan Wire.

-Aref. Tegangan referensi (0 sampai 5V saja) untuk input analog. Digunakan dengan fungsi `analogReference ()`.

-Reset. Bawa baris ini LOW untuk me-reset mikrokontroler.

-Lihat juga mapping pin Arduino dan port ATmega328.

2.6.5 Komunikasi

Uno Arduino memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, Arduino lain, atau mikrokontroler lainnya. ATmega328 menyediakan UART TTL (5V) untuk komunikasi serial, yang tersedia di pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). Sebuah ATmega8U2 sebagai saluran komunikasi serial melalui USB dan sebagai port virtual com untuk perangkat lunak pada komputer.

Firmware '8 U2 menggunakan driver USB standar COM, dan tidak ada driver eksternal yang diperlukan. Namun, pada Windows diperlukan, sebuah file inf. Perangkat lunak Arduino terdapat monitor serial yang memungkinkan digunakan memonitor data tekstual sederhana yang akan dikirim ke atau dari board Arduino. LED RX dan TX di papan tulis akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui chip USB-to-serial dengan koneksi USB ke komputer (tetapi tidak untuk komunikasi serial pada pin 0 dan 1). Sebuah SoftwareSerial library memungkinkan untuk berkomunikasi secara serial pada salah satu pin digital pada board Uno's. ATmega328 juga mendukung I2C (TWI) dan komunikasi SPI. Perangkat lunak Arduino termasuk perpustakaan Kawat untuk menyederhanakan penggunaan bus I2C, lihat dokumentasi untuk rincian. Untuk komunikasi SPI, menggunakan perpustakaan SPI(Purnomo, 2020).

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1. Tempat Penelitian

Penelitian yang dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Fakultas Teknik UMSU Jl. Kapten Muchtar Basri No. 3, Glugur Darat 2, Kecamatan. Medan Timur, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara.

3.1.2. Waktu Penelitian

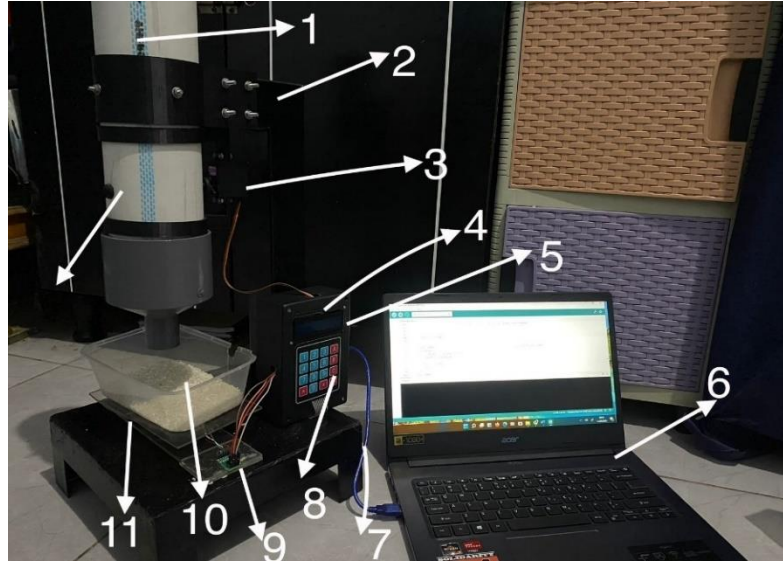
Waktu Penerapan tugas akhir ini direncanakan selama 6 bulan dari disetujuinya penulisan proposal tugas akhir, pengambilan data, pengolahan data, seminar hasil sampai sidang akhir.

Tabel 3.1. Waktu Kegiatan Penelitian

No	Kegiatan	Waktu (Bulan)					
		1	2	3	4	5	6
1	Pengajuan Judul	■					
2	Studi Literatur	■	■				
3	Seminar Proposal			■			
4	Rancang Bangun			■	■		
5	Pengujian Alat				■	■	
6	Analisa dan Evaluasi Data					■	
7	Penyusunan Skripsi					■	
8	Penyelesaian Skripsi						■
9	Sidang Skripsi						■

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Adapun alat dan bahan yang digunakan untuk mengambil data yang akan di analisa system control menggunakan alat seperti pada gambar 3.1 dibawah ini.



Gambar 3.1 Rangkaian alat system control

Adapun keterangan dari rangkaian alat system control sebagai berikut:

1. Pipa PVC

Pada penelitian ini pipa paralon/PVC digunakan sebagai tempat penampungan material bulk yang akan ditakar menggunakan katub yang berada didalam pipa pvc tersebut, tinggi dari pipa pvc ini 30 cm dengan diameter 3,5 inch atau sama dengan 9 cm. Kapasitas dari pipa penampung material bulk ini mampu penampung material bulk sebanyak 1 kg., seperti pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Pipa PVC

2. Besi Hollow

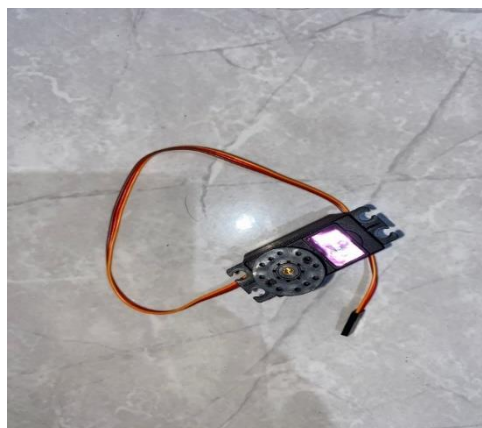
Pada penelitian ini besi hollow digunakan sebagai rangka alat system control yang akan dirangkai sebagai penahan dari pipa PVC dengan ukuran besi hollow 4,5 cm yang kuat menahan beban dari penampungan material bulk sebanyak 1 kg, seperti pada gambar 3.3 dibawah ini.



Gambar 3.3 Besi hollow

3. Motor Servo

Pada penelitian ini motor servo digunakan sebagai penerima informasi dari sensor load cell kemudian mengarah ke HX711 yang di control dari Arduino untuk membuka dan menutup katub, motor servo ini berada diluar tabung penyimpanan material bulk yang dapat memutar 360 derajat dan mempunyai kekuatan mampu mengatur material hingga 7 kg, arah pembukaan katub bisa diatur dari program Arduino. seperti pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Motor Servo

4. LCD

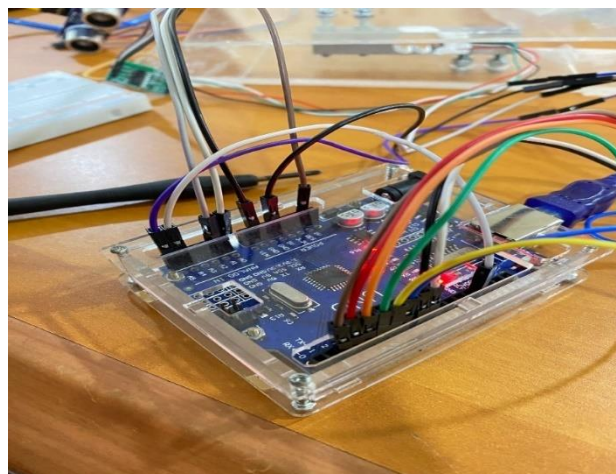
Pada penelitian ini LCD berfungsi untuk menampilkan data set dan angka berat dari load cell, LCD ini terhubung langsung kearduino dengan penghubung kabel jumper jadi lebih mempermudah untuk melihat tampilan massa yang detik dari keypad dan tampilan massa yang telah tercapai, seperti pada gambar 3.5.



Gambar 3.5 LCD

5. Arduino Uno

Pada penelitian ini Arduino UNO digunakan sebagai pengendali mikrokontroler yang telah diprogram dari aplikasi Arduino dari laptop yang sesuai dengan cara kerja alat sistem control kemudian dihubungkan dengan bagian-bagian lainnya seperti motor servo, keypad, LCD, dan loadcell dihubungkan dengan kabel jumper, seperti pada gambar 3.6.



Gambar 3.6 Arduino Uno

6. Laptop

Pada penelitian ini laptop berfungsi sebagai pemberi daya kearduino UNO dan pembuatan program ke Arduino. Laptop pada penelitian ini sangat dibutuhkan mulai dari awal penguplodan program Arduino UNO dari aplikasi Arduino sampai pengumpulan data dari Arduino secara otomatis terhubung ke aplikasi PLX-DAQ yang selanjutnya data tersebut dikumpulkan dan dianalisa hasil percobaannya, tersebut, seperti pada gambar 3.7.



Gambar 3.7 Laptop

7. Kabel Arduino UNO

Pada penelitian ini kabel Arduino UNO berfungsi untuk menghubungkan antara laptop dengan Arduino dan sebagai alat mengupload program, kabel ini apabila dihubungkan dari laptop kearduino UNO akan memberikan daya dari laptop kearduino UNO dan dapat menjalankan alat system control tersebut, seperti pada gambar 3.8.



Gambar 3.8 Kabel Arduino.

8. Keypad

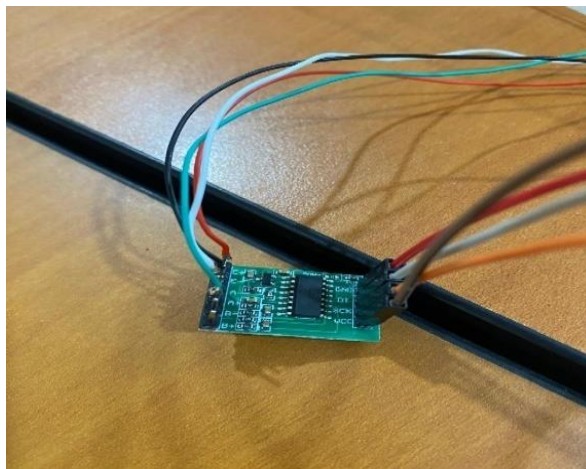
Pada alat ini keypad berfungsi sebagai menginput data berupa angka untuk mengatur banyaknya material bulk yang akan ditakar, keypad ini juga terhubung ke Arduino UNO menggunakan kabel jumper yang sangat berguna untuk menyetting seberapa banyak material bulk keluar yang kita inginkan, seperti pada gambar 3.9.



Gambar 3.9 keypad

9. HX711

Pada penelitian ini HX711 digunakan untuk memberikan informasi berat dari loadcell menuju ke Arduino uno dan diteruskan ke motor servo, HX711 digunakan untuk mengonversi sinyal analog yang dihasilkan oleh sensor beban menjadi data digital yang bisa diproses oleh mikrokontroler. Ini memungkinkan sistem untuk mengukur berat dengan akurasi tinggi. HX711 ini merupakan alat kecil yang dihubungkan menggunakan kabel jumper dari loadcell ke Arduino UNO, seperti pada gambar 3.10.



Gambar 3.10 hx711

10. Cawan/wadah

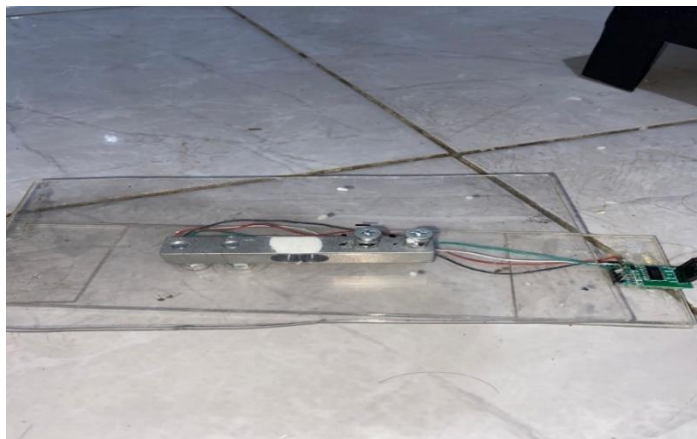
Pada penelitian ini cawan/wadah digunakan untuk menampung material bulk yang dikeluarkan dari tabung alat system control sesuai yang diinginkan yang di setting dari keypad, wadah ini diletakkan diatas sensor loadcell dan menekan tombol C pada keypad untuk menormalkan timbangan Kembali ke 0 seperti pada gambar 3.11.



Gambar 3.11 Cawan/Wadah

11. Sensor Load Cell

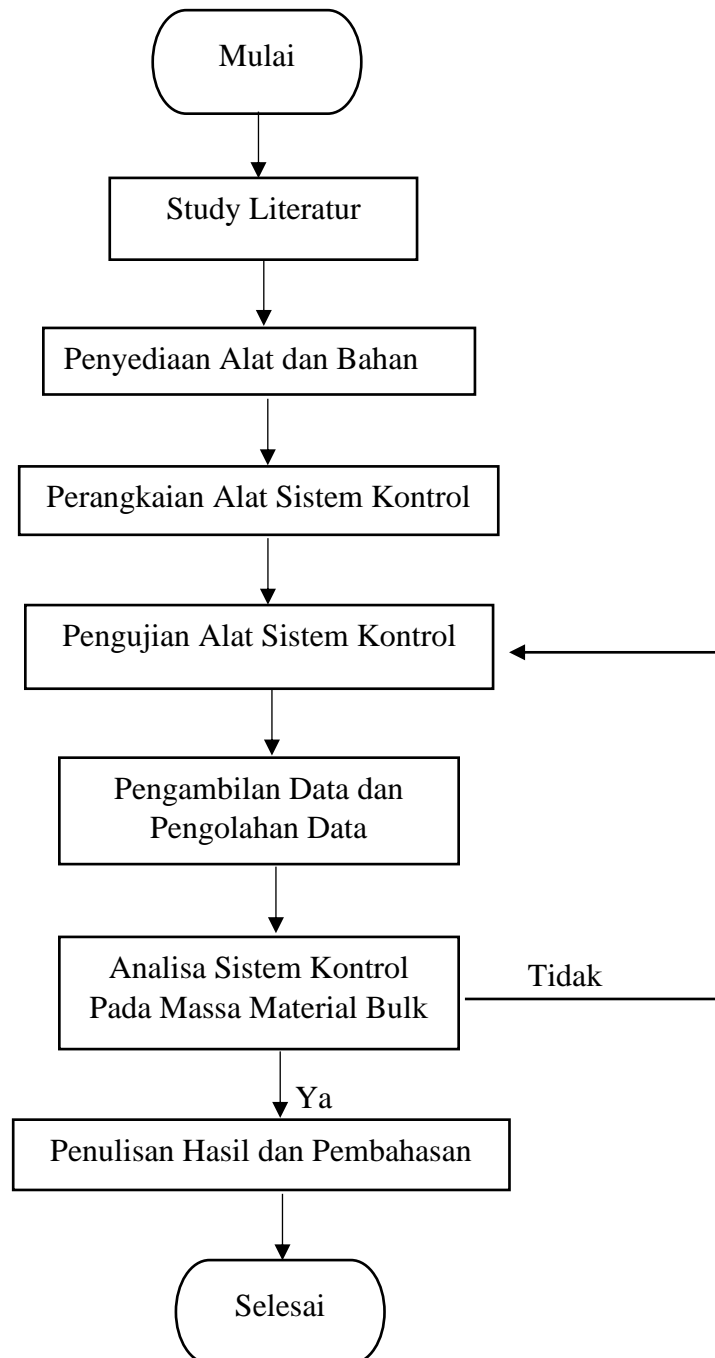
Pada penelitian ini sensor load cell digunakan sebagai mendeteksi tekanan dan diteruskan ke hx711, dengan kata sederhana alat ini digunakan sebagai timbangan pada alat system control yang letakkan pas dibawah corong keluar dari pipa penampung material bulk yang diatasnya diletakkan wadah penampung material bulk, seperti pada gambar 3.12.



Gambar 3.12 Sensor Load Cell

3.3 Bagan Alir Penelitian

Agar penelitian dapat berjalan sistematis, maka diperlukan bagan alir penelitian atau langkah-langkah penelitian. Adapun diagram alir penelitian sebagai berikut :



Gambar 3.13 Diagram Alir Penelitian

3.4 Prosedur Penelitian

Langkah langkah yang dilakukan dalam melakukan prosedur penelitian system control ini sebagai berikut :

1. Menyalakan laptop terlebih dahulu.
2. Menyambungkan kabel data arduino ke laptop dan upload program Arduino.
3. Meletakkan wadah di atas timbangan.
4. Menyeting Indikator pada LED agar menjadi 0 dengan menekan tombol C Pada keypad.
5. Input nilai target pada LCD dengan menekan keypad.
6. Pastikan katub Pengatur pada posisi tertutup atar 0 derajat.
7. Memasukkan material balk pada tabung penampung.
8. Membuka aplikasi PLX-DAQ.
9. Menyeting shett pada halaman exel kemudian tekan load dan mengatur port sesuaikan dengan Port Arduino.
10. Mengatur baud rate disesuaikan juga dengan Arduino.
11. Kemudian tekan connect hingga data yang diperoleh terpenuhi.
12. Untuk mengakhiri Pengumpulan data tekan dist connect.

Setelah melakukan percobaan tersebut kemudian menganalisis kecepatan aliran beras untuk menghasilkan data agar sensor dapat bekerja ketika massa beras sesuai dengan yang diinginkan dan secara otomatis katup akan tertutup.

3.5 Variabel Yang Akan diteliti

3.5.1. Variabel Bebas

Adapun variabel bebas pada penelitian ini yaitu :

1. Sudut katup.
2. Lama waktu yang di butuhkan katup pada saat membuka dan menutup.

3.5.2. Variabel Tetap

Adapun variabel tetap pada penelitian ini yaitu :

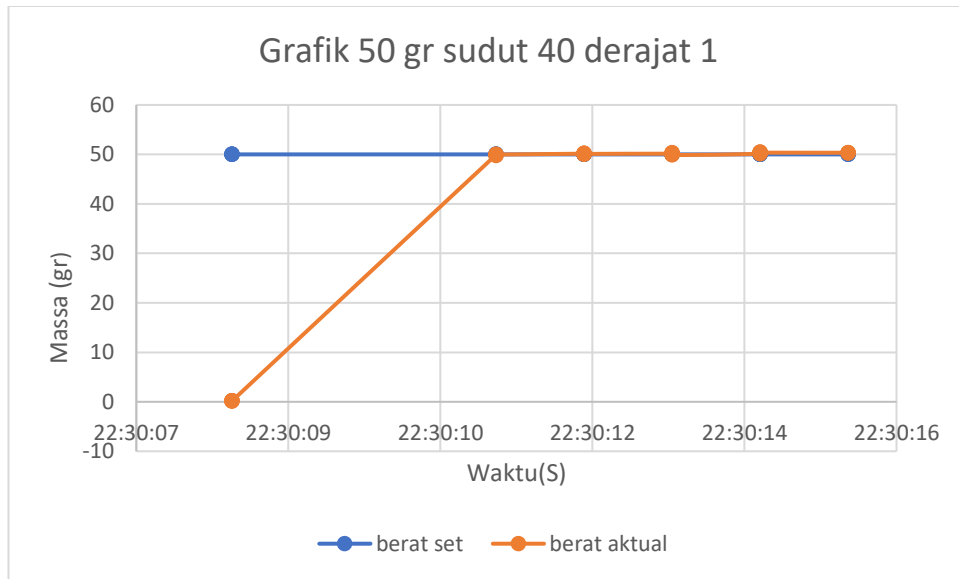
1. Berat material bulk yang dihasilkan.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Laju aliran material bulk berat 50 gr dengan pembukaan katub 40 derajat.

1. Percobaan pertama



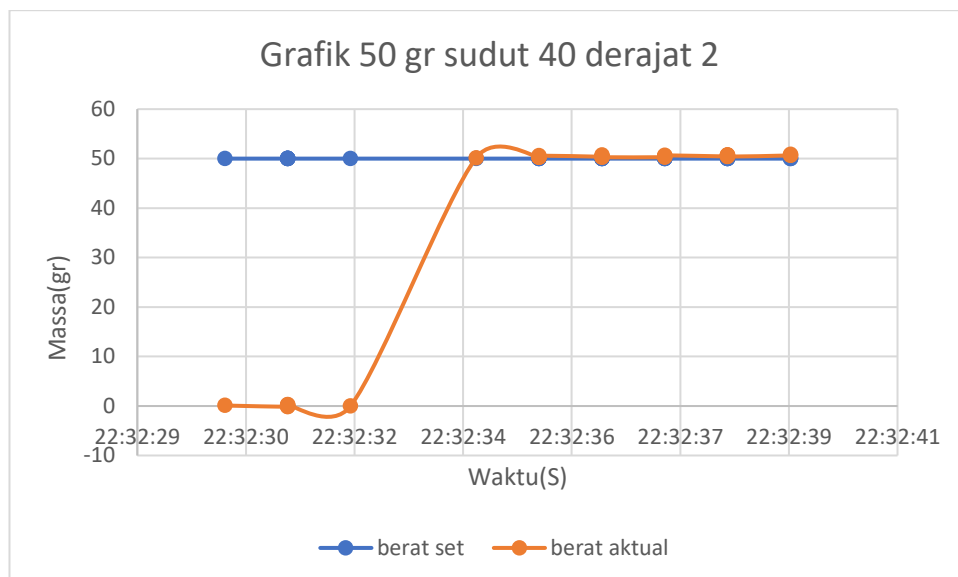
Gambar 4.1 Pengaruh laju aliran material bulk berat 50 gr dengan bukaan katub 40 derajat percobaan pertama.

Pada gambar 4.1 data tersebut menunjukkan perubahan berat aktual seiring dengan perubahan waktu yang terjadwal untuk pengukuran berat setting yang tetap pada nilai 50 gram. Secara umum, berat setting yang konsisten pada nilai 50 gram menunjukkan bahwa pengukuran dilakukan pada standar yang sama. Sementara itu, berat aktual yang terukur bervariasi pada setiap waktu pengukuran, mencerminkan fluktuasi dalam hasil yang diperoleh. Data menunjukkan pengukuran dilakukan pada rentang waktu yang cukup singkat, yaitu dari 22:30:08 hingga 22:30:15.

Data menunjukkan variasi dalam berat aktual di setiap interval waktu pengukuran. Pada awalnya, berat aktual cenderung lebih rendah dari berat setting, dengan nilai terendah sekitar 49,73 gram pada 22:30:11. Kemudian, berat aktual meningkat melebihi berat setting, mencapai nilai tertinggi sekitar 50,47 gram pada 22:30:14.

Berat setting tetap konstan pada nilai 50 gram di seluruh waktu pengukuran. Hal ini menunjukkan bahwa setiap pengukuran dilakukan dengan standar berat yang sama, dan perbedaan yang diamati pada berat aktual bukan disebabkan oleh perubahan dalam berat setting. Secara keseluruhan, data menunjukkan bahwa berat aktual mengalami variasi yang signifikan seiring berjalannya waktu. Fluktuasi ini mungkin disebabkan oleh beberapa faktor eksternal seperti perubahan suhu, kelembaban, atau faktor lain yang mempengaruhi hasil pengukuran. Berat rata-rata aktual pada percobaan ini yaitu 50,160416 kemudian untuk nilai erornya yaitu 0,319807285 dan untuk mencapai nilai aktual dari nol membutuhkan waktu 4 detik.

2. Percobaan kedua



Gambar 4.2 Pengaruh laju aliran material bulk berat 50 gr dengan bukaan katub 40 derajat percobaan kedua.

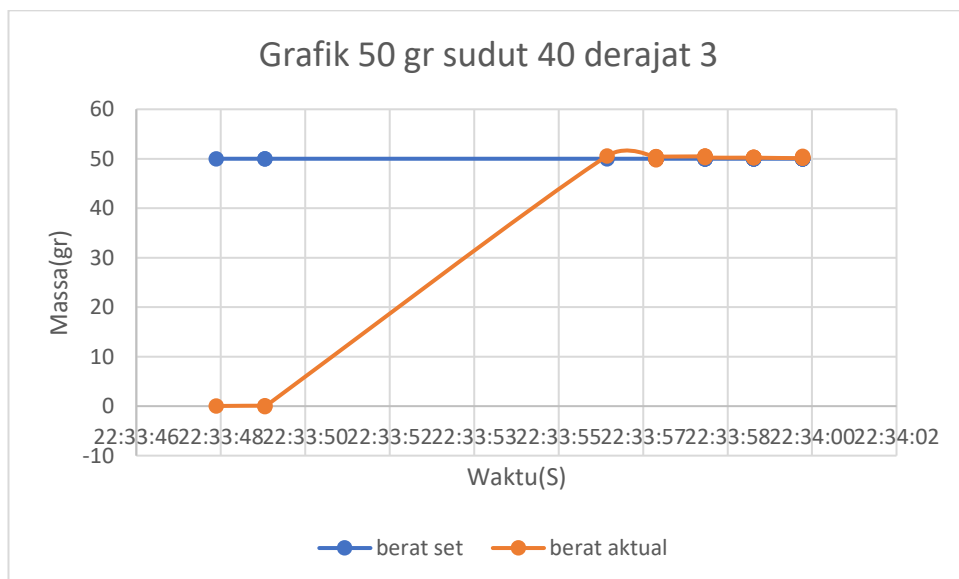
Pada gambar 4.2 data yang dikumpulkan mencakup waktu pengukuran, berat setting, dan berat aktual dari suatu material. Berat setting tetap pada nilai 50 gram, sedangkan berat aktual menunjukkan variasi selama periode waktu pengukuran. Berat setting konsisten pada nilai 50 gram sepanjang periode pengukuran. Ini memastikan bahwa setiap pengukuran berat aktual dilakukan dengan referensi standar yang sama, yaitu 50 gram. Berat aktual menunjukkan fluktuasi yang signifikan sepanjang periode waktu yang terukur. Pada awal pengukuran sekitar 22:32:30 hingga 22:32:34, terdapat nilai-nilai berat aktual yang bervariasi dari -0,16 gram hingga 50,17 gram, dengan beberapa pembacaan yang mendekati nol

atau negatif. Selanjutnya, berat aktual menunjukkan tren meningkat secara bertahap dari 50,17 gram pada 22:32:34 hingga 50,85 gram pada 22:32:39.

Dalam interval waktu yang lebih singkat, terutama dari 22:32:35 hingga 22:32:39, berat aktual menunjukkan kecenderungan kenaikan yang konsisten, dengan nilai tertinggi mencapai 50,85 gram. Fluktuasi ini mencerminkan peningkatan yang stabil dalam berat aktual, kemungkinan besar disebabkan oleh perubahan dalam kondisi lingkungan, alat ukur, atau material yang sedang ditimbang.

Variasi yang lebih besar terlihat dalam pembacaan berat aktual pada waktu yang lebih awal, sedangkan di waktu-waktu berikutnya, terdapat pola peningkatan yang lebih teratur. Hal ini dapat menunjukkan adanya periode adaptasi atau stabilisasi dalam sistem pengukuran seiring berjalannya waktu. Berat rata-rata aktual pada percobaan ini yaitu 50,473846 kemudian untuk nilai erornya yaitu 0,93879 dan untuk mencapai nilai aktual dari nol membutuhkan waktu 2 detik.

3. Percobaan ketiga



Gambar 4.3 Pengaruh laju aliran material bulk berat 50 gr dengan bukaan katub 40 derajat percobaan ketiga.

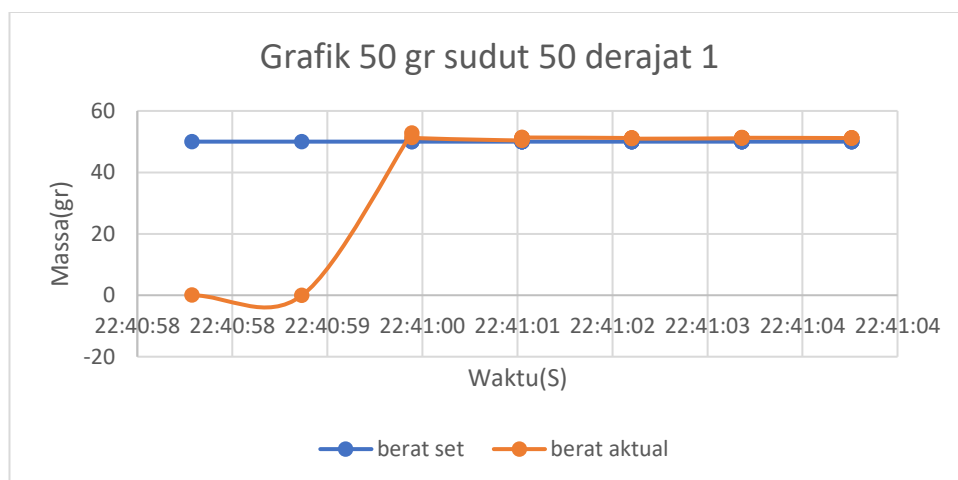
Pada gambar 4.3 menganalisis data pengukuran yang mencakup waktu, berat setting, dan berat aktual dari sebuah material. Data menunjukkan pengukuran berat aktual pada interval waktu tertentu dengan berat setting yang tetap pada 50 gram. Berat setting tetap konstan pada 50 gram selama seluruh periode pengukuran,

memastikan bahwa variasi yang terlihat dalam berat aktual tidak disebabkan oleh perubahan dalam standar pengukuran. Berat aktual menunjukkan fluktuasi signifikan pada setiap titik waktu pengukuran. Pada awal periode pengukuran sekitar 22:33:48 hingga 22:33:56, nilai berat aktual berada pada kisaran yang rendah, antara 0,03 gram dan 50,57 gram. Perubahan mendadak terlihat pada 22:33:57, di mana berat aktual meningkat pesat dan menunjukkan variasi yang lebih kecil di sekitar 50 gram, dengan nilai yang berkisar antara 49,78 gram hingga 50,43 gram.

Selama periode waktu yang lebih lama, terutama dari 22:33:57 hingga 22:34:00, terdapat tren kenaikan yang relatif stabil dalam berat aktual. Nilai berat aktual menunjukkan kecenderungan untuk meningkat secara konsisten dari sekitar 50,03 gram pada 22:33:57 hingga 50,48 gram pada 22:34:00. Pola ini menunjukkan bahwa setelah periode fluktuasi awal, berat aktual stabil di sekitar nilai 50 gram. Pada interval waktu tertentu, terutama pada 22:33:58 dan 22:33:59, terdapat pola berat aktual yang lebih teratur, dengan nilai-nilai yang lebih konsisten sekitar 50,23 gram hingga 50,30 gram. Ini menunjukkan bahwa pada fase tertentu dari pengukuran, sistem mencapai keadaan yang lebih stabil. Berat rata-rata aktual pada percobaan ini yaitu 50,289090 kemudian untuk nilai erornya yaitu 0,574858 dan untuk mencapai nilai aktual dari nol membutuhkan waktu 7 detik.

4.2 Laju aliran material bulk berat 50 gr dengan pembukaan katub 50 derajat.

1. Percobaan pertama

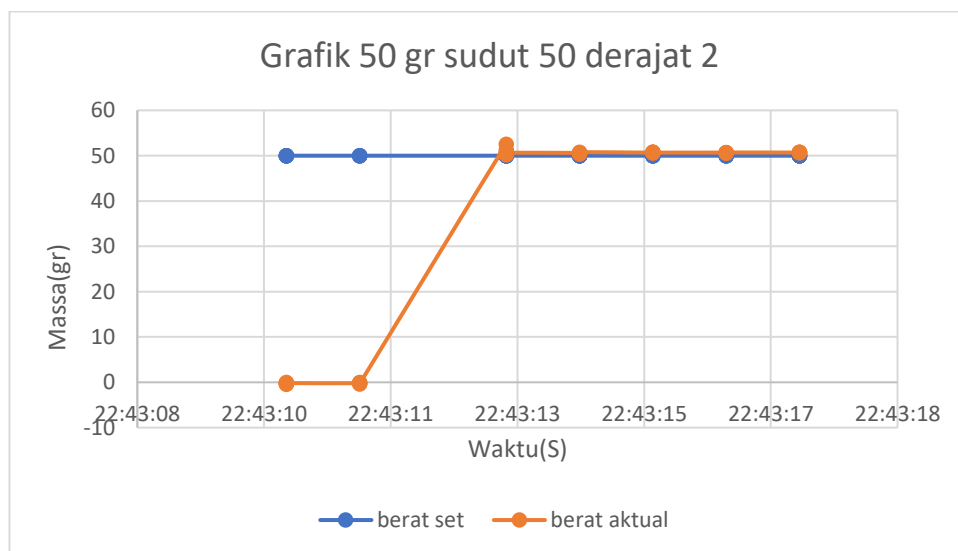


Gambar 4.4 Pengaruh laju aliran material bulk berat 50 gr dengan bukaan katub 50 derajat percobaan pertama.

Pada gambar 4.4 berat setting konsisten pada 50 gram di seluruh periode pengukuran. Hal ini memberikan dasar yang stabil untuk analisis, menunjukkan bahwa variasi dalam berat aktual tidak disebabkan oleh perubahan dalam standar pengukuran. Berat aktual menunjukkan variasi yang signifikan pada beberapa titik waktu. Pada awal pengukuran, yaitu pada 22:40:58 hingga 22:41:00, terdapat nilai berat aktual yang cukup rendah, seperti 0 gram dan -0,08 gram, yang tidak sesuai dengan berat setting 50 gram. Namun, setelah itu, terjadi lonjakan mendadak dalam berat aktual, dengan nilai yang bervariasi dari 51,27 gram hingga 52,82 gram pada 22:41:00. Setelah lonjakan awal, berat aktual menunjukkan kecenderungan untuk stabil dengan nilai-nilai yang berkisar antara 50,37 gram hingga 51,36 gram. Fluktuasi ini berlanjut dengan nilai yang relatif konsisten di sekitar 51 gram pada interval waktu berikutnya, menunjukkan bahwa setelah periode awal yang tidak stabil, berat aktual mulai mendekati nilai-nilai yang lebih teratur.

Periode stabilisasi berat aktual terlihat jelas setelah pengukuran awal, dengan nilai yang relatif konsisten dan mendekati nilai 51 gram dari 22:41:02 hingga 22:41:04. Variasi yang lebih kecil pada fase ini menunjukkan bahwa sistem pengukuran menjadi lebih stabil setelah mengalami fluktuasi awal. Berat rata-rata aktual pada percobaan ini yaitu 50,165 kemudian untuk nilai erornya yaitu 2,2769 dan untuk mencapai nilai aktual dari nol membutuhkan waktu 2 detik.

2. Percobaan kedua

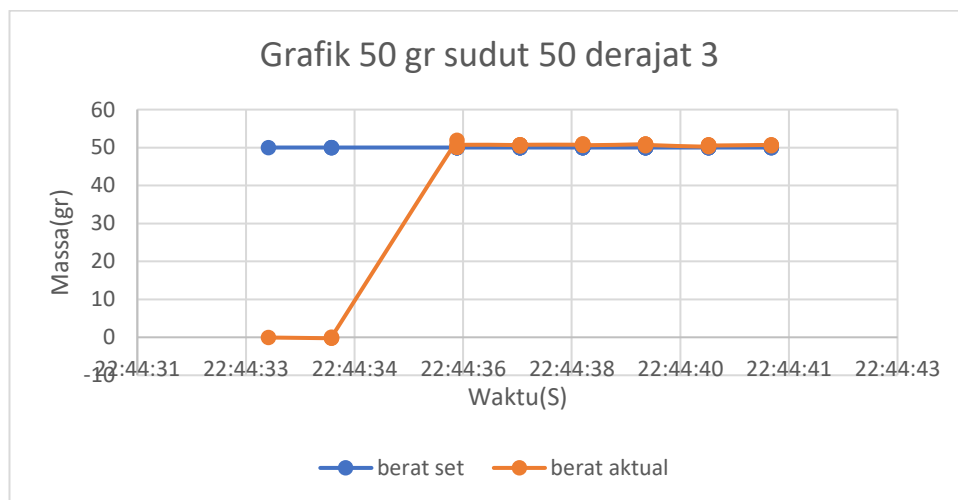


Gambar 4.5 Pengaruh laju aliran material bulk berat 50 gr dengan bukaan katub 50 derajat percobaan kedua.

Pada gambar 4.5 berat setting terjaga pada nilai 50 gram selama seluruh periode pengukuran. Konsistensi ini memastikan bahwa variasi yang teramati dalam berat aktual tidak disebabkan oleh perubahan dalam berat setting. Pada awal pengukuran, yaitu sekitar 22:43:10 hingga 22:43:11, berat aktual menunjukkan fluktuasi yang signifikan dengan nilai-nilai yang bervariasi dari -0,39 gram hingga 0,02 gram. Fluktuasi ini menunjukkan adanya ketidakstabilan pada fase awal pengukuran, di mana berat aktual sangat berbeda dari berat setting 50 gram. Setelah periode fluktuasi awal, terjadi lonjakan mendadak dalam berat aktual pada 22:43:13. Nilai berat aktual melonjak dari 50,25 gram hingga 52,58 gram. Lonjakan ini diikuti oleh fluktuasi yang relatif stabil, dengan berat aktual yang berkisar antara 50,43 gram hingga 50,78 gram pada 22:43:14 dan 22:43:15.

Setelah lonjakan awal, berat aktual menunjukkan tren stabil dengan nilai yang relatif konstan di sekitar 50,60 gram hingga 50,80 gram dari 22:43:16 hingga 22:43:17. Data ini menunjukkan bahwa setelah fase fluktuasi dan lonjakan awal, sistem pengukuran mencapai keadaan yang lebih stabil. Selama periode stabilisasi, berat aktual menunjukkan variasi yang kecil dan konsisten di sekitar nilai 50,70 gram hingga 50,80 gram. Ini menandakan bahwa setelah fase ketidakstabilan awal, pengukuran menjadi lebih konsisten dan mendekati nilai berat setting. Berat rata-rata aktual pada percobaan ini yaitu 50,738928 kemudian untuk nilai erornya yaitu 1,456334 dan untuk mencapai nilai aktual dari nol membutuhkan waktu 2 detik.

3. Percobaan ketiga



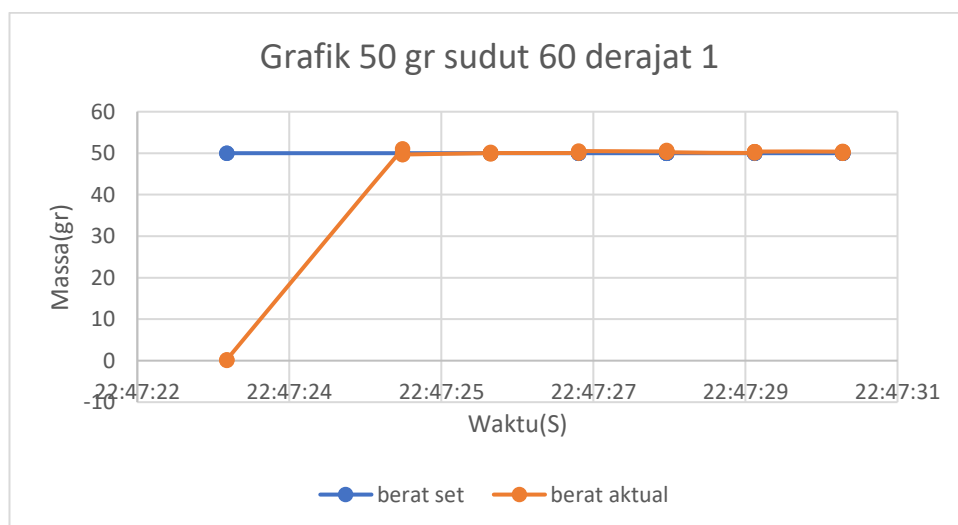
Gambar 4.6 Pengaruh laju aliran material bulk berat 50 gr dengan bukaan katub 50 derajat percobaan ketiga.

Pada gambar 4.6 berat setting tetap pada nilai konstan 50 gram sepanjang periode pengukuran. Stabilitas berat setting ini memastikan bahwa variasi dalam berat aktual dapat dianalisis tanpa perlu mempertimbangkan perubahan dalam berat setting. Pada waktu 22:44:41, berat aktual menunjukkan nilai-nilai yang relatif seragam, dengan pembacaan berkisar antara 50,5 gram hingga 50,55 gram. Ini menunjukkan tingkat konsistensi yang tinggi pada awal pengukuran. Namun, pada interval berikutnya, terutama pada 22:44:42 dan 22:44:43, terdapat sedikit variasi dengan nilai berat aktual yang berkisar antara 50,39 gram hingga 50,70 gram.

Setelah periode awal yang relatif konsisten, terdapat fluktuasi kecil pada nilai berat aktual, dengan pembacaan yang kembali ke kisaran 50,25 gram hingga 50,56 gram pada 22:44:44 dan 22:44:45. Fluktuasi ini menunjukkan adanya variasi yang terukur namun tetap dalam rentang yang mendekati berat setting. Secara keseluruhan, data menunjukkan bahwa berat aktual stabil pada nilai yang dekat dengan berat setting. Fluktuasi yang terjadi tidak terlalu besar, dengan nilai berat aktual cenderung kembali ke nilai sekitar 50,5 gram, meskipun terdapat variasi kecil dari waktu ke waktu. Berat rata-rata aktual pada percobaan ini yaitu 50,515833 kemudian untuk nilai erornya yaitu 1,021131 dan untuk mencapai nilai aktual dari nol membutuhkan waktu 3 detik.

4.3 Laju aliran material bulk berat 50 gr dengan pembukaan katub 60 derajat.

1. Percobaan pertama

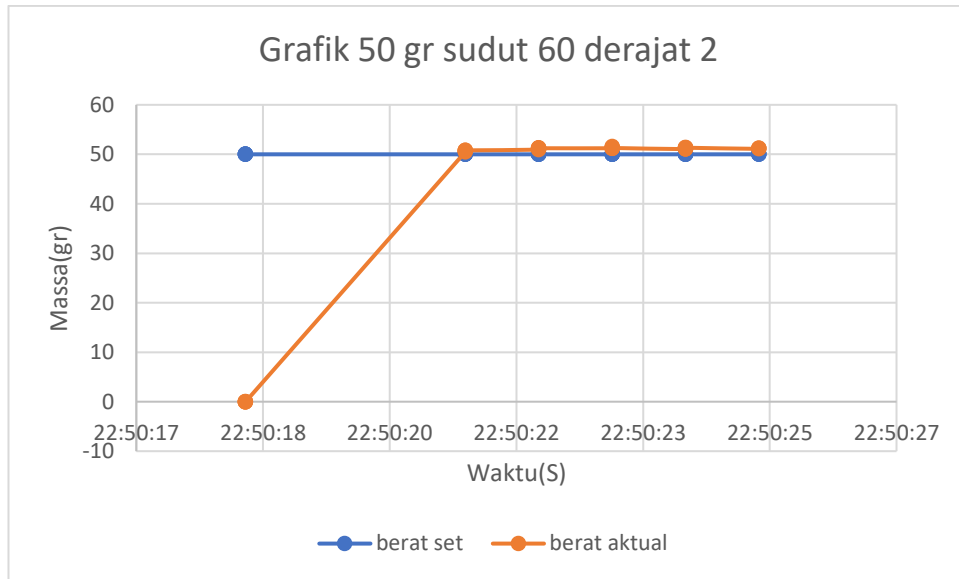


Gambar 4.7 Pengaruh laju aliran material bulk berat 50 gr dengan bukaan katub 60 derajat percobaan pertama.

Pada gambar 4.7 data pengukuran yang mencakup waktu, berat setting, dan berat aktual dari suatu objek dengan berat setting yang konsisten. Tujuan dari analisis ini adalah untuk mengevaluasi bagaimana berat aktual bervariasi sepanjang waktu meskipun berat setting tetap pada nilai yang sama. Berat setting tetap pada nilai 50 gram sepanjang periode pengukuran. Keberadaan berat setting yang stabil memungkinkan analisis yang lebih fokus pada variasi berat aktual tanpa pengaruh perubahan berat setting. Pada awal pengukuran, yaitu sekitar 22:47:23 hingga 22:47:25, terdapat fluktuasi berat aktual yang signifikan. Nilai berat aktual pada waktu ini bervariasi dari 0,1 gram hingga 51,07 gram, menunjukkan adanya ketidakstabilan awal dalam sistem pengukuran atau kondisi pengukuran yang tidak ideal.

Setelah periode fluktuasi awal, berat aktual menunjukkan pola stabilisasi. Pada interval waktu 22:47:26 hingga 22:47:28, nilai berat aktual menunjukkan konsistensi yang lebih besar, dengan nilai-nilai yang bervariasi dari 49,79 gram hingga 50,71 gram. Rentang ini menunjukkan bahwa setelah fluktuasi awal, berat aktual cenderung mendekati nilai sekitar 50 gram, dengan sedikit variasi di atas dan di bawah nilai tersebut. Selama periode stabilisasi, terdapat variasi kecil dalam nilai berat aktual, tetapi tetap dalam rentang yang dekat dengan berat setting. Pada 22:47:27 hingga 22:47:28, berat aktual cenderung berada dalam rentang yang konsisten antara 50,04 gram dan 50,71 gram, menunjukkan bahwa sistem pengukuran telah mencapai keadaan yang relatif stabil. Berat rata-rata aktual pada percobaan ini yaitu 50,2383 kemudian untuk nilai erornya yaitu 0,4745 dan untuk mencapai nilai aktual dari nol membutuhkan waktu 2 detik.

2. Percobaan kedua



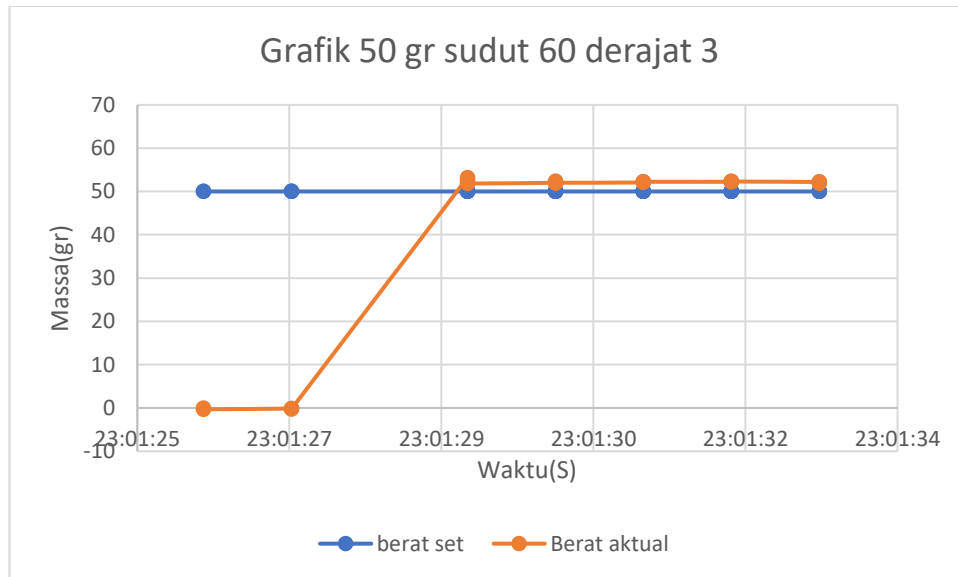
Gambar 4.8 Pengaruh laju aliran material bulk berat 50 gr dengan bukaan katub 60 derajat percobaan kedua.

Pada gambar 4.8 data pengukuran yang melibatkan waktu, berat setting, dan berat aktual dari suatu objek. Berat setting dipertahankan pada nilai konstan 50 gram selama periode pengukuran. Analisis ini bertujuan untuk memahami bagaimana berat aktual bervariasi sepanjang waktu. Berat setting tetap pada nilai 50 gram di seluruh periode pengukuran. Konsistensi ini memastikan bahwa variasi dalam berat aktual tidak disebabkan oleh perubahan dalam berat setting, melainkan oleh faktor-faktor lain yang mempengaruhi pengukuran. Pada awal pengukuran, yaitu sekitar 22:50:18, terdapat fluktuasi berat aktual yang relatif besar. Nilai berat aktual berkisar antara -0,08 gram hingga 0,03 gram. Fluktuasi ini menunjukkan ketidakstabilan awal yang mungkin disebabkan oleh faktor-faktor seperti kalibrasi alat ukur atau gangguan eksternal.

Pada 22:50:21, terjadi lonjakan signifikan dalam berat aktual dengan nilai-nilai meningkat tajam dari sekitar 50,51 gram hingga 50,80 gram. Lonjakan ini diikuti oleh periode stabilisasi di mana berat aktual menunjukkan nilai yang konsisten di sekitar 51 gram dari 22:50:22 hingga 22:50:25. Selama periode ini, berat aktual berada dalam rentang 50,94 gram hingga 51,38 gram, menunjukkan bahwa setelah lonjakan awal, pengukuran menjadi lebih stabil. Pada interval waktu 22:50:23 hingga 22:50:25, berat aktual menunjukkan variasi kecil di sekitar nilai 51 gram. Pembacaan bervariasi dari 51,05 gram hingga 51,36 gram, dengan fluktuasi yang relatif kecil, menandakan bahwa sistem pengukuran telah mencapai

kestabilan setelah periode lonjakan awal. Berat rata-rata aktual pada percobaan ini yaitu 51,1362 kemudian untuk nilai erornya yaitu 2,2220 dan untuk mencapai nilai aktual dari nol membutuhkan waktu 3 detik.

3. Percobaan ketiga



Gambar 4.9 Pengaruh laju aliran material bulk berat 50 gr dengan bukaan katub 60 derajat percobaan ketiga.

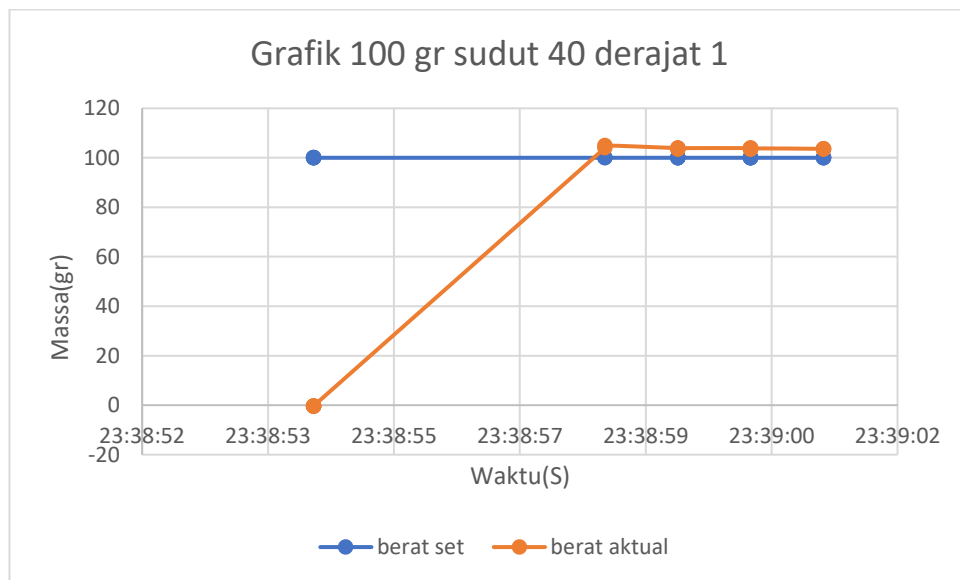
Pada gambar 4.9 berat setting tetap pada nilai 50 gram sepanjang periode pengukuran, yang memberikan dasar yang stabil untuk mengevaluasi fluktuasi berat aktual. Ini memastikan bahwa variasi dalam berat aktual bukan disebabkan oleh perubahan dalam berat setting. Pada waktu 23:01:26 hingga 23:01:27, berat aktual menunjukkan fluktuasi yang cukup besar, dengan nilai-nilai berkisar antara -0,31 gram hingga -0,07 gram. Fluktuasi ini mengindikasikan ketidakstabilan awal yang mungkin disebabkan oleh kalibrasi alat atau gangguan pada pengukuran awal. Pada 23:01:29, terjadi lonjakan signifikan dalam berat aktual, dengan nilai berat meningkat dari -0,31 gram menjadi sekitar 51,84 gram hingga 53,19 gram. Lonjakan ini menunjukkan adanya perubahan dramatis dalam pengukuran yang mungkin disebabkan oleh perubahan kondisi pengukuran atau masalah pada alat ukur.

Setelah lonjakan awal, berat aktual menunjukkan pola stabilisasi. Dari 23:01:30 hingga 23:01:33, berat aktual bervariasi antara 51,84 gram dan 52,30 gram. Meskipun terdapat beberapa fluktuasi kecil, nilai-nilai ini tetap dalam rentang

yang relatif sempit, menunjukkan bahwa setelah lonjakan, pengukuran menjadi lebih stabil. Secara keseluruhan, setelah fase lonjakan, berat aktual menunjukkan kecenderungan untuk tetap stabil dalam rentang yang mendekati nilai 52 gram. Fluktuasi kecil di sekitar nilai ini mencerminkan stabilitas dalam sistem pengukuran setelah periode awal yang tidak stabil. Berat rata-rata aktual pada percobaan ini yaitu 52,1967 kemudian untuk nilai erornya yaitu 4,208639 dan untuk mencapai nilai aktual dari nol membutuhkan waktu 2 detik.

4.4 Laju aliran material bulk berat 100 gr dengan pembukaan katub 40 derajat.

1. Percobaan pertama



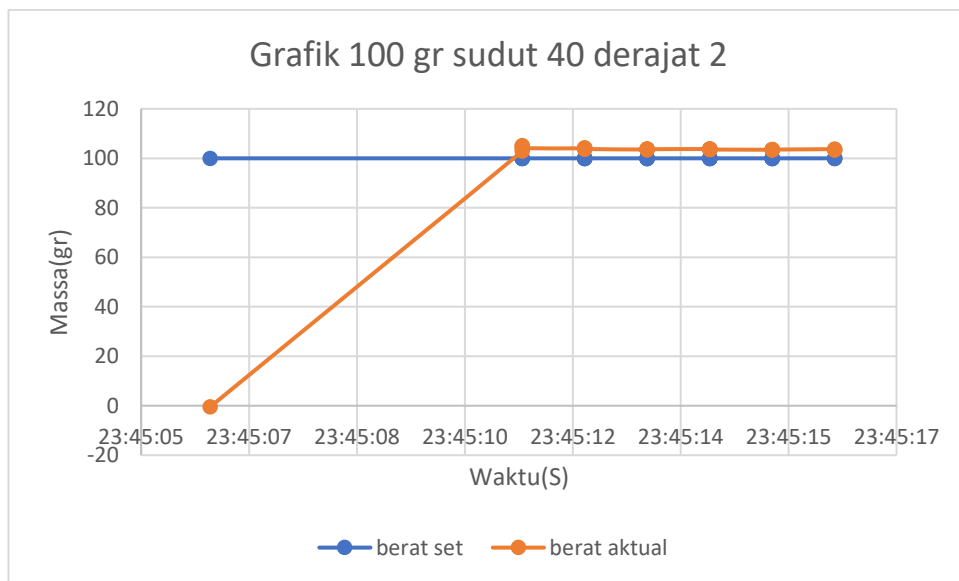
Gambar 4.10 Pengaruh laju aliran material bulk berat 100 gr dengan bukaan katub 40 derajat percobaan pertama.

Pada gambar 4.10 berat setting dipertahankan pada nilai konstan 100 gram sepanjang pengukuran. Keberadaan berat setting yang stabil memungkinkan kita untuk mengevaluasi variasi dalam berat aktual tanpa mempertimbangkan perubahan berat setting. Pada waktu 23:38:54, terdapat fluktuasi berat aktual yang cukup besar, dengan nilai-nilai bervariasi antara -0,48 gram hingga -0,32 gram. Fluktuasi ini mungkin mengindikasikan ketidakstabilan awal atau ketidakakuratan alat ukur pada fase awal pengukuran. Pada 23:38:58, terjadi lonjakan signifikan dalam berat aktual, dengan nilai berat meningkat drastis dari sekitar -0,32 gram menjadi sekitar 103 gram. Lonjakan ini menunjukkan adanya perubahan besar

dalam pengukuran, yang mungkin disebabkan oleh perubahan kondisi pengukuran atau kesalahan sistem.

Setelah lonjakan awal, berat aktual menunjukkan pola stabilisasi dengan nilai-nilai yang relatif konsisten antara 103,51 gram dan 104,96 gram dari 23:38:59 hingga 23:39:01. Selama periode ini, meskipun ada fluktuasi kecil, nilai berat aktual tetap dalam rentang yang sempit, menunjukkan bahwa sistem pengukuran telah mencapai kondisi stabil setelah fase lonjakan. Secara keseluruhan, setelah fase lonjakan, berat aktual menunjukkan variasi kecil di sekitar nilai 103 gram. Rentang berat aktual yang stabil mencerminkan bahwa sistem pengukuran dapat menghasilkan hasil yang konsisten dalam interval waktu ini. Berat rata-rata aktual pada percobaan ini yaitu 103,7741 kemudian untuk nilai erornya yaitu 3,6368 dan untuk mencapai nilai aktual dari nol membutuhkan waktu 4 detik.

2. Percobaan kedua



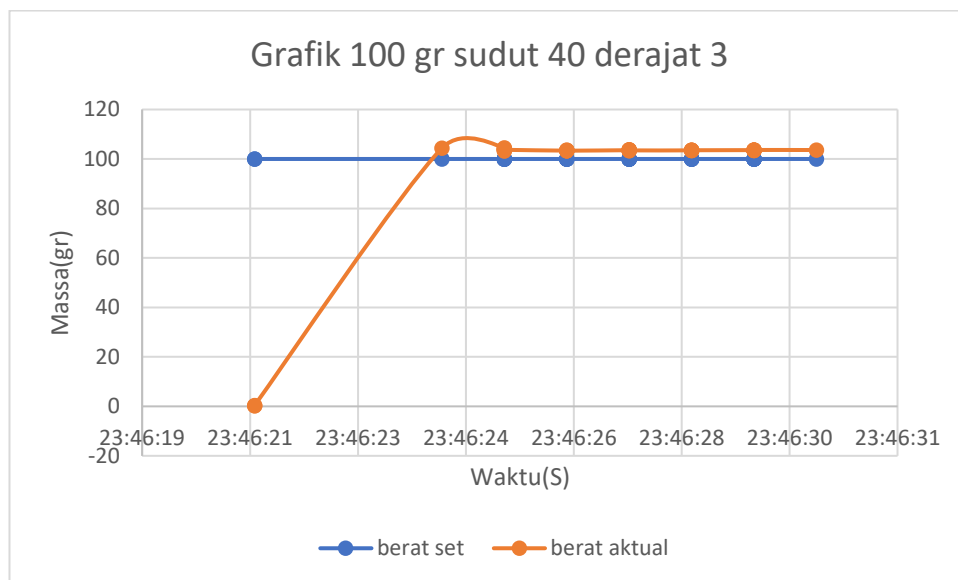
Gambar 4.11 Pengaruh laju aliran material bulk berat 100 gr dengan bukaan katub 40 derajat percobaan kedua.

Pada gambar 4.11 berat setting tetap pada nilai 100 gram sepanjang periode pengukuran, memberikan basis yang stabil untuk menganalisis variasi berat aktual. Ini memastikan bahwa perbedaan dalam berat aktual bukan disebabkan oleh perubahan dalam berat setting. Pada waktu 23:45:06, terdapat pembacaan berat aktual yang sangat rendah, yaitu -0,5 gram. Pembacaan ini menunjukkan adanya ketidakstabilan awal yang mungkin disebabkan oleh kesalahan sistem atau

gangguan eksternal pada tahap awal pengukuran. Pada 23:45:11, terjadi lonjakan signifikan dalam berat aktual dengan nilai mencapai hingga 105,1 gram. Lonjakan ini menunjukkan perubahan drastis dalam pengukuran, yang dapat mengindikasikan adanya perubahan kondisi pengukuran atau ketidakakuratan alat ukur.

Setelah lonjakan awal, berat aktual menunjukkan pola stabilisasi dari 23:45:12 hingga 23:45:16. Selama periode ini, berat aktual bervariasi antara 103,38 gram hingga 104,87 gram. Fluktuasi ini tetap dalam rentang sempit, menunjukkan bahwa setelah lonjakan, sistem pengukuran menjadi lebih stabil dan konsisten. Secara keseluruhan, berat aktual stabil dalam rentang sempit di sekitar nilai 103 gram hingga 105 gram setelah fase lonjakan. Nilai-nilai ini menunjukkan bahwa sistem pengukuran dapat menghasilkan hasil yang konsisten setelah periode ketidakstabilan awal. Berat rata-rata aktual pada percobaan ini yaitu 103,7382 kemudian untuk nilai erornya yaitu 3,6035 dan untuk mencapai nilai aktual dari nol membutuhkan waktu 5 detik.

3. Percobaan ketiga



Gambar 4.12 Pengaruh laju aliran material bulk berat 100 gr dengan bukaan katub 40 derajat percobaan ketiga.

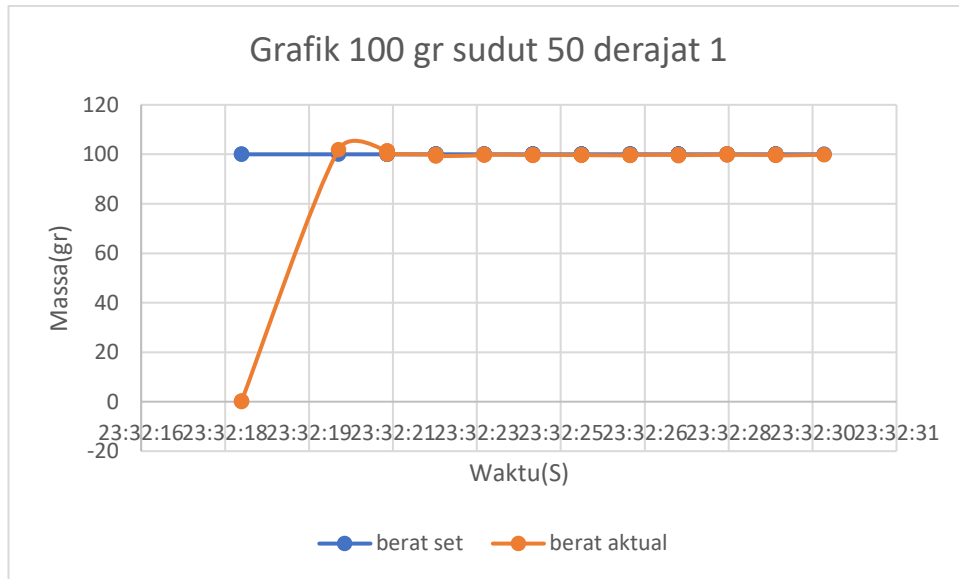
Pada gambar 4.12 berat setting tetap pada 100 gram sepanjang seluruh periode pengukuran. Konsistensi ini memastikan bahwa variasi berat aktual yang tercatat adalah hasil dari perubahan dalam sistem pengukuran atau kondisi

lingkungan, bukan perubahan pada berat setting itu sendiri. Pada awal periode pengukuran, terdapat dua pembacaan berat aktual yang menunjukkan nilai jauh dari nilai stabil, yaitu 0,2 gram dan 0,35 gram pada 23:46:21. Fluktuasi ini mengindikasikan adanya ketidakstabilan awal dalam pengukuran yang mungkin disebabkan oleh kesalahan sistem atau gangguan eksternal. Pada waktu 23:46:24 hingga 23:46:25, terjadi lonjakan signifikan dalam berat aktual dengan nilai-nilai yang berkisar antara 103,2 gram hingga 104,54 gram. Lonjakan ini menunjukkan adanya perubahan besar dalam sistem pengukuran yang dapat disebabkan oleh faktor seperti perubahan mendadak dalam kondisi objek yang diukur atau ketidakakuratan alat ukur.

Setelah lonjakan, berat aktual menunjukkan pola stabilisasi dari 23:46:26 hingga 23:46:30. Selama periode ini, berat aktual berfluktuasi dalam rentang sempit antara 103,35 gram hingga 104,36 gram. Konsistensi ini menunjukkan bahwa sistem pengukuran telah mencapai kestabilan setelah fase lonjakan, dengan variasi berat yang tetap dalam rentang yang relatif sempit. Secara keseluruhan, setelah fase lonjakan, berat aktual menunjukkan pola stabil dengan variasi kecil di sekitar nilai 103 gram hingga 104 gram. Fluktuasi kecil dalam rentang ini menunjukkan bahwa setelah ketidakstabilan awal dan lonjakan berat, sistem pengukuran dapat memberikan hasil yang lebih konsisten. Berat rata-rata aktual pada percobaan ini yaitu 103,6366 kemudian untuk nilai erornya yaitu 3,5090 dan untuk mencapai nilai aktual dari nol membutuhkan waktu 3 detik.

4.5 Laju aliran material bulk berat 100 gr dengan pembukaan katub 50 derajat.

1. Percobaan pertama



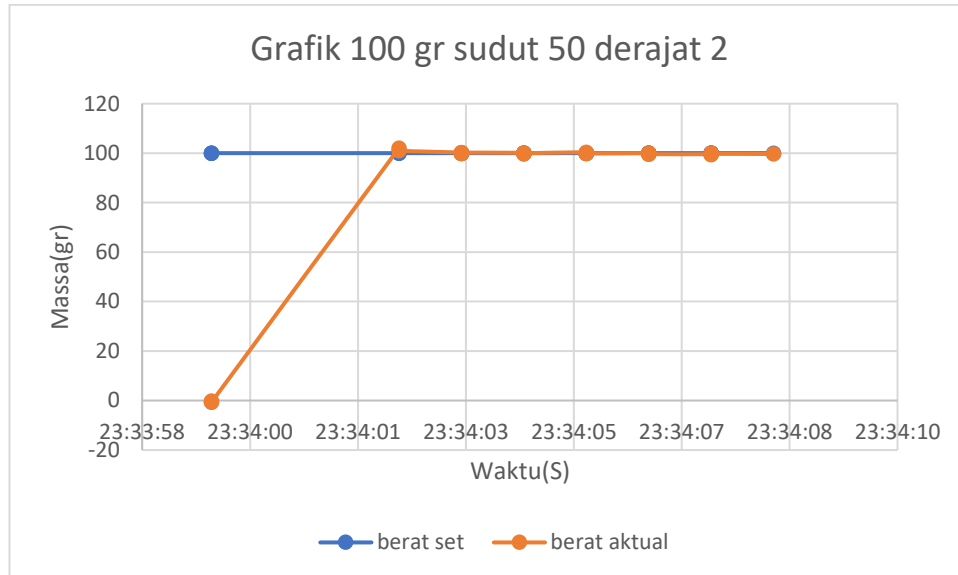
Gambar 4.13 Pengaruh laju aliran material bulk berat 100 gr dengan bukaan katub 50 derajat percobaan pertama.

Pada gambar 4.13 data yang dikumpulkan berfokus pada pengukuran berat aktual terhadap waktu, dengan berat setting yang konstan yaitu 100 gram. Tujuan analisis ini adalah untuk mengevaluasi kestabilan berat aktual dari waktu ke waktu serta menilai apakah ada pola atau fluktuasi signifikan dalam pengukuran. Pada awal pengukuran, yaitu pada 23:32:18, terdapat dua pembacaan berat aktual yang sangat rendah, masing-masing 0,23 gram dan 0,06 gram. Fluktuasi ekstrem ini menunjukkan adanya ketidakstabilan pada awal pengukuran, yang mungkin disebabkan oleh penyesuaian sistem atau kesalahan pengukuran awal.

Terjadi lonjakan berat aktual dari sekitar 100 gram menjadi kisaran 101 gram pada 23:32:20 hingga 23:32:21. Selama interval waktu ini, berat aktual menunjukkan nilai yang bervariasi, antara 100,04 gram hingga 101,40 gram. Lonjakan ini mungkin mengindikasikan transisi sistem atau penyesuaian yang menyebabkan fluktuasi sementara dalam hasil pengukuran. Setelah lonjakan, berat aktual menunjukkan periode stabilitas relatif dari 23:32:22 hingga 23:32:28. Selama periode ini, berat aktual tetap dalam rentang sempit antara 99,25 gram hingga 100,16 gram. Fluktuasi dalam rentang ini menunjukkan konsistensi dalam pengukuran dengan variasi kecil di sekitar nilai rata-rata 99,7 gram. Pada akhir periode pengukuran, fluktuasi kecil berlanjut dengan berat aktual berkisar antara 99,44 gram hingga 100,16 gram. Fluktuasi kecil ini menunjukkan bahwa setelah periode stabil, pengukuran berat tetap konsisten dengan sedikit variasi. Berat rata-

rata aktual pada percobaan ini yaitu 99,8807 kemudian untuk nilai erornya yaitu -0,1194 dan untuk mencapai nilai aktual dari nol membutuhkan waktu 4 detik.

2. Percobaan kedua



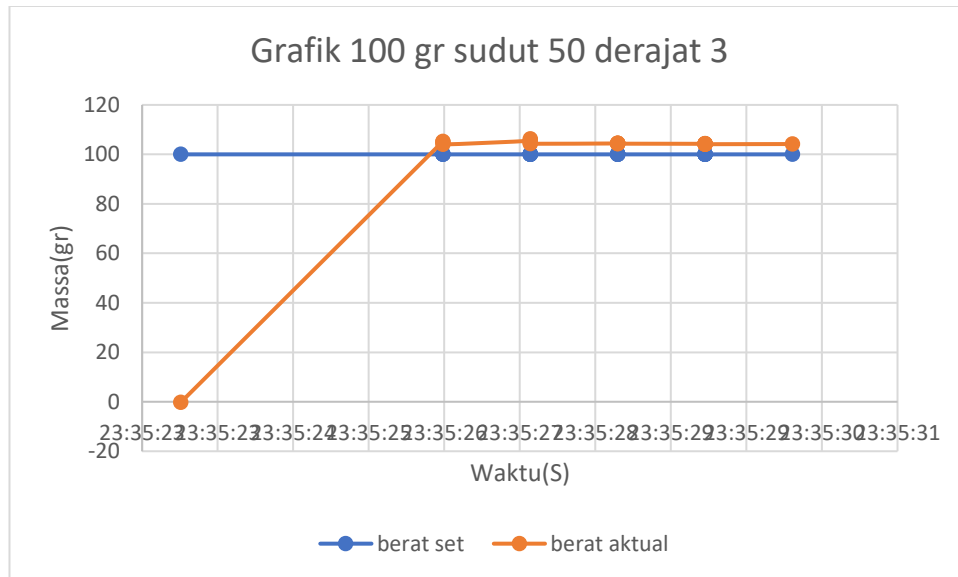
Gambar 4.14 Pengaruh laju aliran material bulk berat 100 gr dengan bukaan katub 50 derajat percobaan kedua.

Pada gambar 4.14 Pada waktu 23:33:59, terdapat pembacaan berat aktual yang signifikan di bawah berat setting, yaitu -0,24 gram, -0,62 gram, dan -0,65 gram. Fluktuasi ini mungkin menunjukkan adanya masalah teknis atau kesalahan kalibrasi awal, yang menyebabkan nilai pengukuran sangat rendah dan tidak konsisten dengan berat setting yang seharusnya. Pada 23:34:02 hingga 23:34:05, berat aktual menunjukkan peningkatan drastis menuju nilai yang lebih mendekati berat setting. Nilai berat aktual bervariasi antara 99,73 gram hingga 102,02 gram selama interval ini. Fluktuasi ini mungkin disebabkan oleh transisi sistem atau penyesuaian yang dilakukan untuk mencapai kestabilan.

Setelah periode transisi, terdapat periode stabilitas relatif di mana berat aktual menunjukkan rentang yang konsisten, antara 99,83 gram hingga 100,36 gram, pada 23:34:05. Rentang ini menunjukkan bahwa setelah penyesuaian awal, sistem pengukuran menjadi lebih stabil dengan variasi yang kecil di sekitar nilai 100 gram. Data yang disajikan menunjukkan pengulangan yang signifikan, dengan banyak entri waktu dan nilai berat yang sama berulang kali. Hal ini mungkin disebabkan oleh pengambilan sampel yang berulang atau pencatatan yang sama dari

pengukuran yang dilakukan dalam interval waktu yang sangat pendek. Berat rata-rata aktual pada percobaan ini yaitu 100,1833 kemudian untuk nilai erornya yaitu 0,1829 dan untuk mencapai nilai aktual dari nol membutuhkan waktu 3 detik.

3. Percobaan ketiga



Gambar 4.15 Pengaruh laju aliran material bulk berat 100 gr dengan bukaan katub 50 derajat percobaan ketiga.

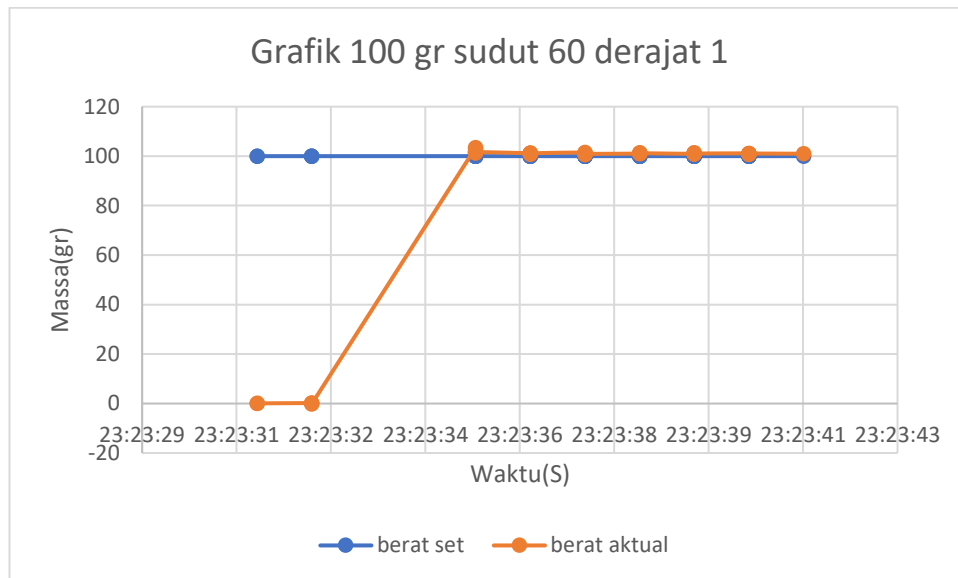
Pada gambar 4.15 pada waktu 23:35:23, terdapat pembacaan berat aktual yang jauh di bawah berat setting, yaitu -0,3 gram. Ini menunjukkan adanya ketidaksesuaian awal yang signifikan dan bisa mengindikasikan adanya kesalahan pengukuran atau kalibrasi yang tidak tepat pada permulaan periode pengukuran. Pada waktu 23:35:26, terdapat lonjakan besar dalam berat aktual, dengan nilai yang beragam antara 104,02 gram hingga 105,23 gram. Lonjakan ini menunjukkan bahwa sistem pengukuran mengalami perubahan besar dari kondisi awal yang tidak stabil menuju nilai yang jauh lebih tinggi.

Setelah lonjakan awal, berat aktual menunjukkan periode stabilitas relatif. Dari 23:35:28 hingga 23:35:30, berat aktual cenderung stabil di sekitar 104,18 gram hingga 104,48 gram. Rentang ini menunjukkan bahwa setelah penyesuaian awal, sistem pengukuran mulai memberikan hasil yang lebih konsisten dengan sedikit variasi. Data menunjukkan konsistensi dalam rentang berat aktual pada periode stabil dengan variasi yang relatif kecil, berkisar antara 104,07 gram hingga 104,27 gram. Ini menandakan bahwa sistem pengukuran dapat mencapai kestabilan setelah

periode fluktuasi awal, dengan hasil yang mendekati berat setting yang diinginkan. Berat rata-rata aktual pada percobaan ini yaitu 104,5990 kemudian untuk nilai erornya yaitu 4,3968 dan untuk mencapai nilai aktual dari nol membutuhkan waktu 3 detik.

4.6 Laju aliran material bulk berat 100 gr dengan pembukaan katub 60 derajat.

1. Percobaan pertama



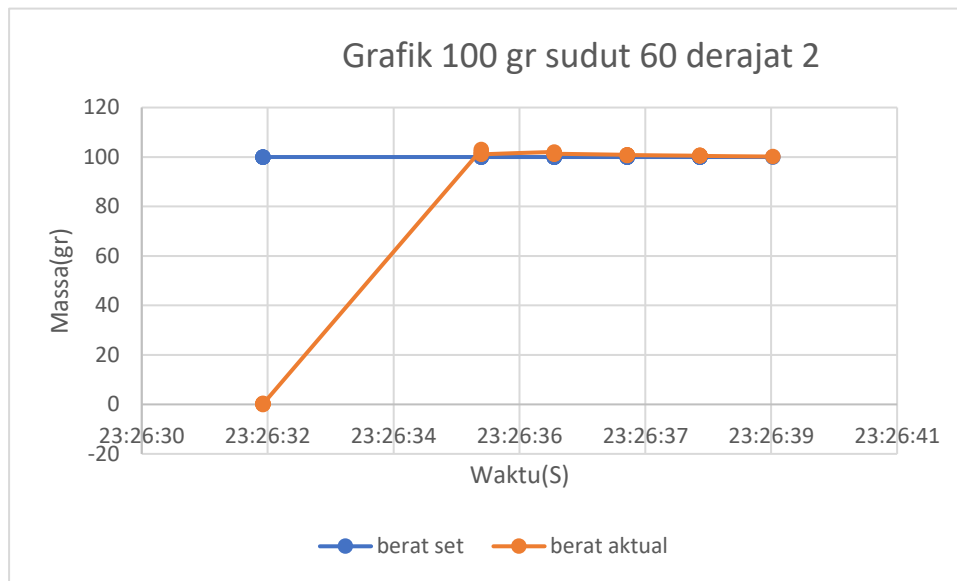
Gambar 4.16 Pengaruh laju aliran material bulk berat 100 gr dengan bukaan katub 60 derajat percobaan pertama.

Pada gambar 4.16 pada waktu 23:23:31, berat aktual menunjukkan nilai yang sangat rendah, yaitu 0,05 gram hingga 0,07 gram, yang jauh dari berat setting 100 gram. Fluktuasi ini mengindikasikan adanya ketidaksesuaian awal dalam sistem pengukuran atau mungkin kesalahan kalibrasi. Pada waktu 23:23:35, terdapat lonjakan signifikan dalam berat aktual dengan nilai yang beragam antara 101,33 gram hingga 103,46 gram. Lonjakan ini menandakan bahwa sistem pengukuran mengalami perubahan besar dari kondisi awal yang tidak stabil menuju nilai yang mendekati berat setting.

Setelah lonjakan awal, data menunjukkan periode stabilitas relatif dengan berat aktual berkisar antara 100,66 gram hingga 101,49 gram dari waktu 23:23:37 hingga 23:23:41. Stabilitas ini menunjukkan bahwa sistem pengukuran mulai mencapai konsistensi setelah penyesuaian awal. Berat aktual yang terukur menunjukkan variasi yang terkontrol dalam rentang 100 gram hingga 101,49 gram.

Meskipun ada fluktuasi kecil, rentang berat aktual relatif konsisten dan mendekati berat setting yang diinginkan. Variasi ini mungkin merupakan hasil dari ketidakstabilan sistem atau faktor lingkungan yang mempengaruhi pengukuran. Berat rata-rata aktual pada percobaan ini yaitu 101,2594 kemudian untuk nilai erornya yaitu 1,2437 dan untuk mencapai nilai aktual dari nol membutuhkan waktu 4 detik.

2. Percobaan kedua



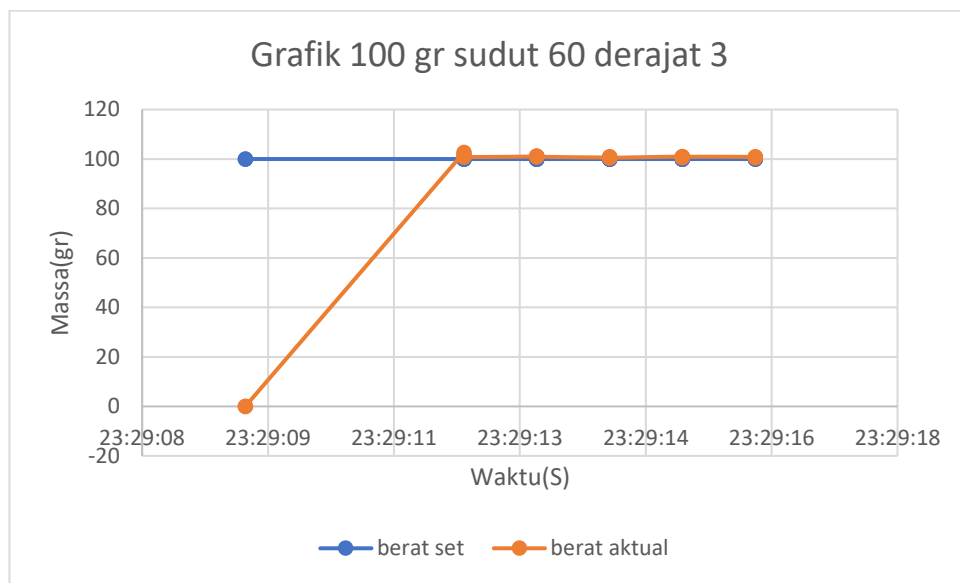
Gambar 4.17 Pengaruh laju aliran material bulk berat 100 gr dengan bukaan katub 60 derajat percobaan kedua.

Pada gambar 4.17 pada waktu 23:26:32, berat aktual menunjukkan fluktuasi signifikan dengan nilai yang bervariasi antara -0,03 gram hingga 0,51 gram. Nilai-nilai ini jauh dari berat setting 100 gram, mengindikasikan ketidakstabilan awal dalam sistem pengukuran atau mungkin adanya masalah teknis pada awal pengukuran. Pada waktu 23:26:35, terjadi lonjakan signifikan dalam berat aktual yang berkisar antara 101,09 gram hingga 103,06 gram. Perubahan ini menunjukkan transisi dari nilai-nilai yang tidak sesuai dengan berat setting menuju rentang yang mendekati nilai 100 gram.

Setelah lonjakan pada waktu 23:26:35, berat aktual menunjukkan periode stabilitas relatif dari waktu 23:26:37 hingga 23:26:39. Selama periode ini, berat aktual berkisar antara 100,19 gram hingga 100,89 gram, menunjukkan bahwa sistem mulai stabil dan mendekati berat setting yang diinginkan. Fluktuasi berat

aktual yang terukur pada periode stabil menunjukkan variabilitas kecil di sekitar berat setting, dengan nilai-nilai yang umumnya mendekati 100 gram. Variasi kecil ini mungkin disebabkan oleh faktor-faktor seperti ketidakstabilan sistem atau pengaruh lingkungan yang mempengaruhi pengukuran. Berat rata-rata aktual pada percobaan ini yaitu 101,0990 kemudian untuk nilai erornya yaitu 1,0871 dan untuk mencapai nilai aktual dari nol membutuhkan waktu 3 detik.

3. Percobaan ketiga



Gambar 4.18 Pengaruh laju aliran material bulk berat 100 gr dengan bukaan katub 60 derajat percobaan ketiga.

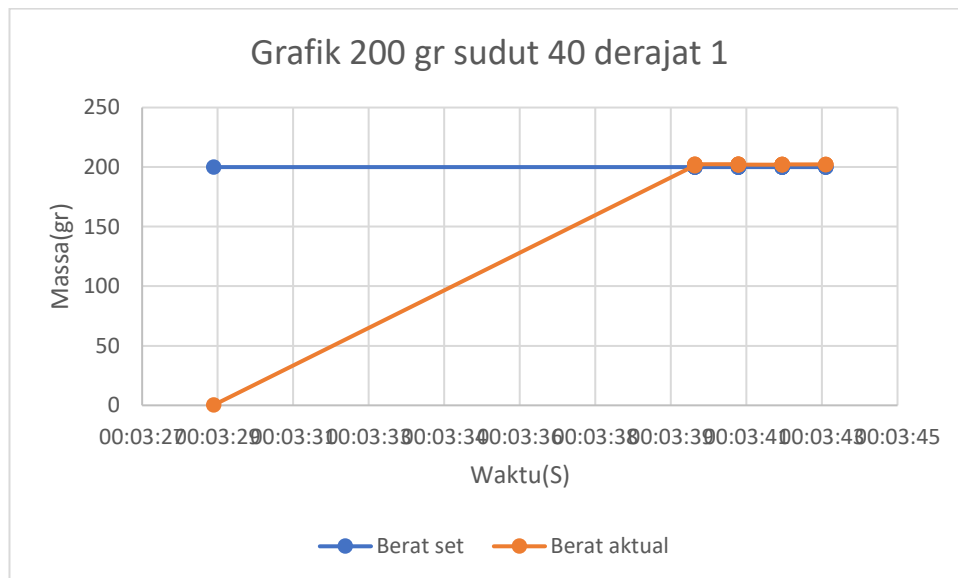
Pada gambar 4.18 pada waktu 23:29:09, berat aktual menunjukkan nilai yang sangat dekat dengan 0 gram, yaitu 0,01 gram dan 0 gram. Ini menunjukkan adanya fluktuasi awal yang signifikan dari berat setting 100 gram. Fluktuasi ini bisa disebabkan oleh faktor-faktor seperti penempatan awal benda yang tidak stabil atau kalibrasi sistem yang belum optimal. Pada waktu 23:29:12, terdapat lonjakan berat aktual yang signifikan dengan nilai antara 100,80 gram hingga 102,64 gram. Hal ini menunjukkan transisi dari nilai awal yang jauh dari berat setting menuju rentang yang lebih mendekati berat setting yang diinginkan. Ini mungkin menunjukkan bahwa sistem mulai stabil dan benda yang diukur mendekati posisi yang benar.

Setelah lonjakan tersebut, dari waktu 23:29:13 hingga 23:29:16, berat aktual menunjukkan periode stabilitas relatif dengan nilai yang berkisar antara 100,53 gram hingga 101,17 gram. Selama periode ini, nilai berat aktual secara konsisten

mendekati berat setting 100 gram, menunjukkan bahwa sistem pengukuran telah mencapai stabilitas yang relatif baik. Fluktuasi kecil yang terjadi di sekitar berat setting pada waktu 23:29:15 hingga 23:29:16 menunjukkan bahwa meskipun berat aktual relatif stabil, masih ada variabilitas kecil. Nilai-nilai ini berkisar antara 100,53 gram hingga 100,99 gram. Variasi ini dapat disebabkan oleh faktor-faktor lingkungan, ketidakstabilan sistem, atau kesalahan pengukuran kecil. Berat rata-rata aktual pada percobaan ini yaitu 100,9575 kemudian untuk nilai erornya yaitu 0,9484 dan untuk mencapai nilai aktual dari nol membutuhkan waktu 3 detik.

4.7 Laju aliran material bulk berat 200 gr dengan pembukaan katub 40 derajat.

1. Percobaan pertama

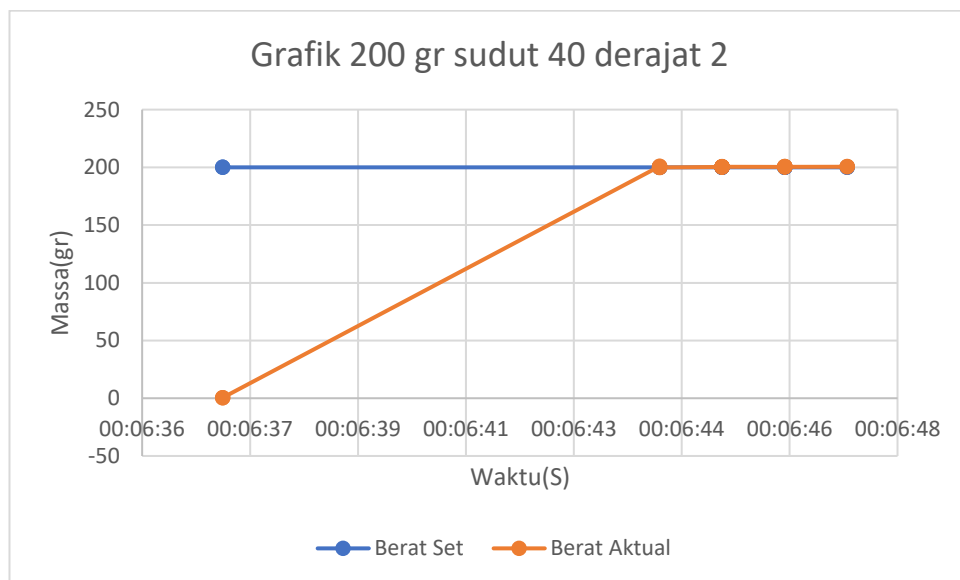


Gambar 4.19 Pengaruh laju aliran material bulk berat 200 gr dengan bukaan katub 40 derajat percobaan pertama.

Pada gambar 4.19 pada waktu 00:03:29, berat aktual menunjukkan nilai yang jauh dari berat setting, yaitu 0,3 gram. Fluktuasi besar ini menandakan ketidakstabilan awal sistem pengukuran atau kesalahan kalibrasi. Nilai ini menunjukkan bahwa sistem belum mencapai kondisi stabil saat pengukuran pertama dilakukan. Dari waktu 00:03:40 hingga 00:03:43, berat aktual menunjukkan nilai yang secara konsisten mendekati berat setting 200 gram, dengan nilai berkisar antara 201,26 gram hingga 202,37 gram. Ini menunjukkan bahwa setelah periode awal, sistem pengukuran mulai stabil dan mendekati nilai yang diinginkan.

Selama interval waktu dari 00:03:40 hingga 00:03:43, berat aktual menunjukkan fluktuasi kecil di sekitar berat setting, dengan nilai yang cukup konsisten. Selisih antara pengukuran berkisar sekitar 1 gram, yang menunjukkan bahwa setelah periode awal, sistem pengukuran mencapai stabilitas relatif baik. Meskipun berat aktual stabil di sekitar nilai 202 gram, ada variasi minor yang dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti ketidakstabilan lingkungan, variasi dalam pengukuran sistem, atau kesalahan pengukuran kecil. Fluktuasi ini, meskipun kecil, menunjukkan bahwa sistem mungkin perlu kalibrasi lebih lanjut untuk mencapai presisi yang lebih tinggi. Berat rata-rata aktual pada percobaan ini yaitu 202,1977 kemudian untuk nilai erornya yaitu 1,0869 dan untuk mencapai nilai aktual dari nol membutuhkan waktu 11 detik.

2. Percobaan kedua



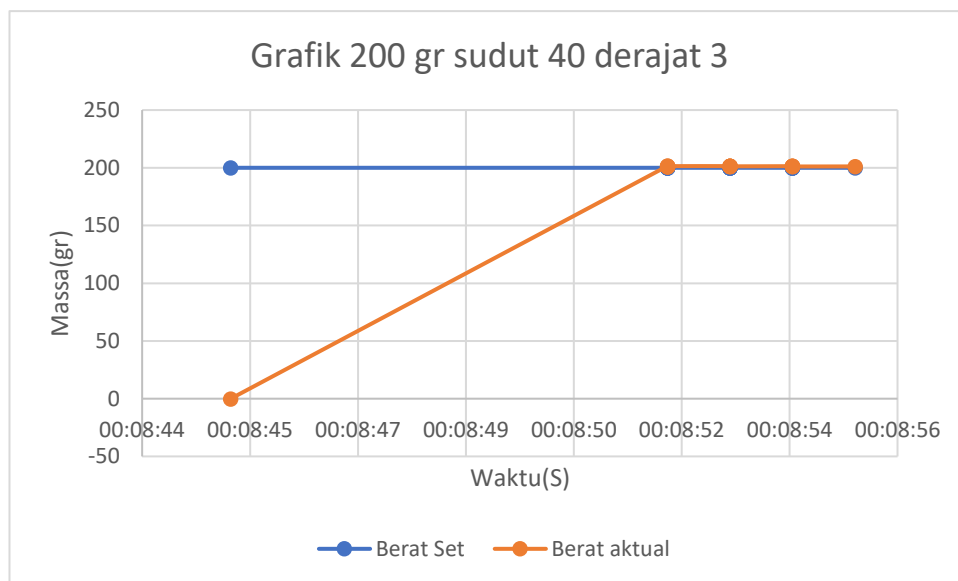
Gambar 4.20 Pengaruh laju aliran material bulk berat 200 gr dengan bukaan katub 40 derajat percobaan kedua.

Pada gambar 4.20 pada awal pengukuran, yaitu pada waktu 00:06:37, berat aktual menunjukkan nilai yang jauh dari berat setting 200 gram, dengan nilai sekitar 0,36 gram hingga 0,43 gram. Nilai-nilai ini menunjukkan ketidakstabilan awal atau masalah kalibrasi pada sistem pengukuran. Pada waktu 00:06:44, terdapat transisi signifikan dalam pengukuran. Berat aktual menunjukkan nilai yang mendekati berat setting, dengan pengukuran berkisar antara 199,81 gram hingga 200,94 gram. Ini

mengindikasikan bahwa sistem mulai stabil dan mendekati berat yang diatur setelah periode penyesuaian awal.

Dari waktu 00:06:45 hingga 00:06:47, berat aktual menjadi cukup konsisten di sekitar nilai berat setting, dengan pengukuran berkisar antara 200,14 gram hingga 200,5 gram. Fluktuasi kecil dalam rentang ini menunjukkan bahwa sistem pengukuran telah mencapai stabilitas relatif baik setelah periode penyesuaian awal. Selama interval waktu dari 00:06:45 hingga 00:06:47, variasi berat aktual adalah kecil, menunjukkan bahwa sistem pengukuran stabil dan mampu memberikan hasil yang konsisten di sekitar berat setting. Rentang fluktuasi sekitar 0,36 gram adalah wajar dalam konteks akurasi pengukuran dan menunjukkan bahwa sistem pengukuran cukup akurat setelah penyesuaian. Berat rata-rata aktual pada percobaan ini yaitu 200,4157 kemudian untuk nilai erornya yaitu 0,2074 dan untuk mencapai nilai aktual dari nol membutuhkan waktu 7 detik.

3. Percobaan ketiga



Gambar 4.21 Pengaruh laju aliran material bulk berat 200 gr dengan bukaan katub 40 derajat percobaan ketiga.

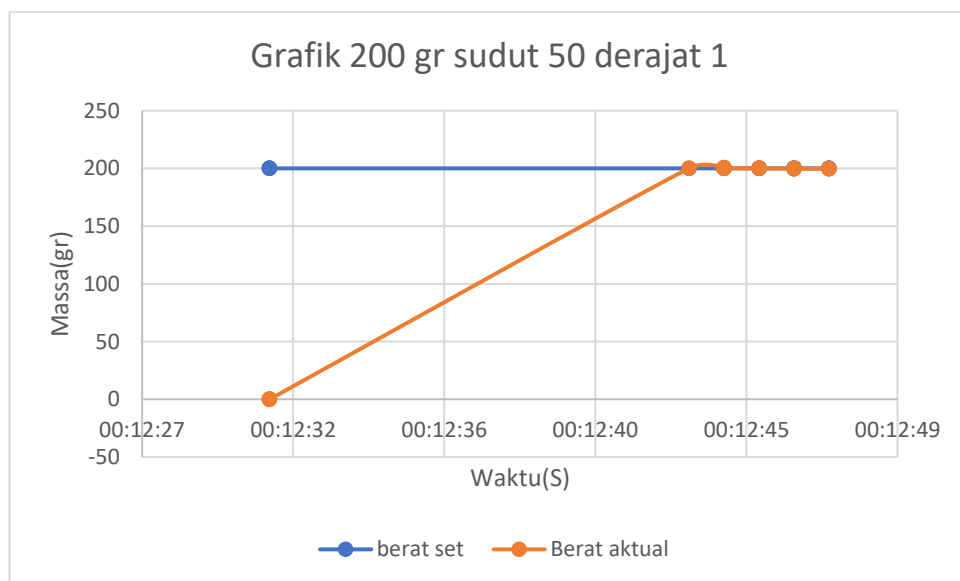
Pada gambar 4.21 pada waktu 00:08:45, terdapat nilai berat aktual yang jauh dari berat setting, yaitu -0,1 gram. Nilai ini menunjukkan adanya ketidakstabilan atau kesalahan pengukuran pada awal periode. Ketidaksesuaian ini bisa disebabkan oleh kalibrasi yang tidak tepat atau gangguan sistem. Mulai dari waktu 00:08:52, data menunjukkan nilai berat aktual yang jauh lebih dekat ke berat setting 200 gram.

Pengukuran selama periode ini berkisar antara 200,94 gram hingga 201,42 gram. Peningkatan nilai ini menunjukkan bahwa sistem mulai stabil dan mendekati berat setting setelah periode penyesuaian awal.

Pada waktu 00:08:53 hingga 00:08:55, pengukuran menunjukkan kestabilan yang baik di sekitar berat setting. Nilai berat aktual yang terukur berada dalam rentang sempit antara 201,17 gram hingga 201,44 gram. Fluktuasi kecil ini menandakan bahwa sistem pengukuran telah mencapai kondisi stabil dan konsisten setelah periode awal yang tidak stabil. Selama periode pengukuran, terutama setelah 00:08:53, berat aktual menunjukkan kestabilan yang signifikan dengan fluktuasi yang kecil di sekitar berat setting. Ini mengindikasikan bahwa sistem pengukuran sudah cukup stabil dan akurat setelah penyesuaian awal. Berat rata-rata aktual pada percobaan ini yaitu 201,2735 kemudian untuk nilai erornya yaitu 0,6327 dan untuk mencapai nilai aktual dari nol membutuhkan waktu 12 detik.

4.8 Laju aliran material bulk berat 200 gr dengan pembukaan katub 50 derajat.

1. Percobaan pertama



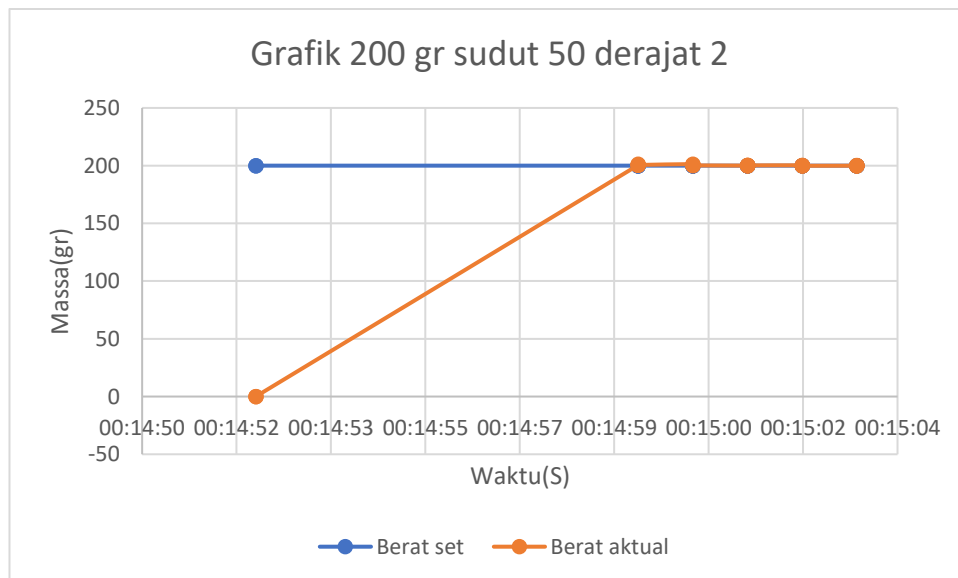
Gambar 4.22 Pengaruh laju aliran material bulk berat 200 gr dengan bukaan katub 50 derajat percobaan pertama.

Pada gambar 4.22 pada waktu 00:12:31, terdapat fluktuasi signifikan dalam berat aktual dengan nilai yang bervariasi dari -0,2 gram hingga 0,06 gram. Fluktuasi ini menunjukkan adanya ketidakstabilan awal dalam sistem pengukuran yang mungkin disebabkan oleh kalibrasi yang belum optimal atau gangguan sistem.

Setelah waktu 00:12:43, pengukuran berat aktual menunjukkan nilai yang lebih mendekati berat setting 200 gram, dengan nilai berkisar antara 199,98 gram hingga 200,58 gram. Selama periode ini, terdapat peningkatan dalam kestabilan pengukuran, meskipun masih terdapat fluktuasi kecil di sekitar berat setting. Pengukuran yang lebih konsisten ini menandakan bahwa sistem pengukuran sedang dalam proses penyesuaian menuju kestabilan.

Pada waktu 00:12:46 dan seterusnya, pengukuran menunjukkan fluktuasi lebih kecil tetapi masih menunjukkan variabilitas dengan nilai berat aktual berkisar antara 199,56 gram hingga 199,94 gram. Meskipun nilai-nilai ini mendekati berat setting 200 gram, fluktuasi ini menunjukkan adanya kemungkinan ketidakstabilan minor atau variasi dalam sistem pengukuran. Pada waktu 00:12:47, pengukuran menunjukkan konsistensi yang relatif baik dengan berat aktual berada dalam rentang sempit antara 199,57 gram dan 199,78 gram. Ini menunjukkan bahwa sistem pengukuran telah mencapai kestabilan yang memadai setelah penyesuaian awal, meskipun fluktuasi kecil tetap terlihat. Berat rata-rata aktual pada percobaan ini yaitu 199,9466 kemudian untuk nilai erornya yaitu -0,0266 dan untuk mencapai nilai aktual dari nol membutuhkan waktu 12 detik.

2. Percobaan kedua

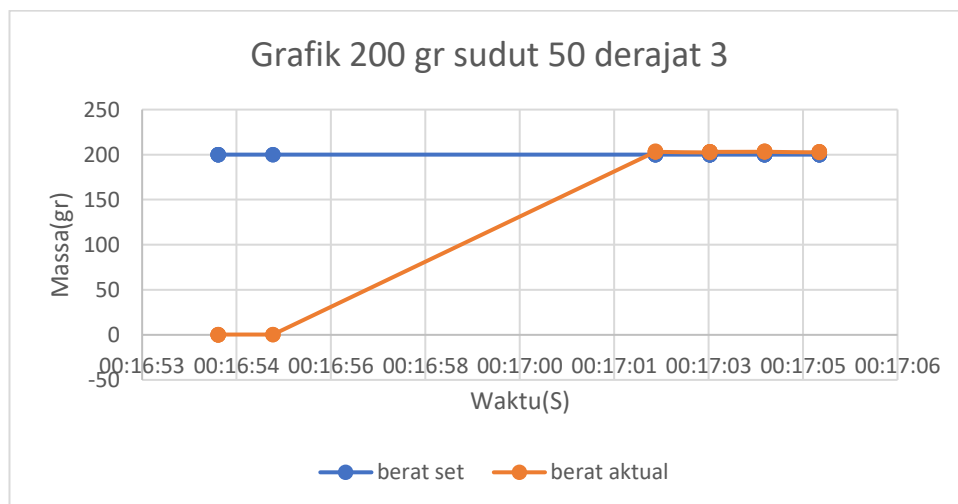


Gambar 4.23 Pengaruh laju aliran material bulk berat 200 gr dengan bukaan katub 50 derajat percobaan kedua.

Pada gambar 4.23 pada waktu 00:14:52, pengukuran menunjukkan nilai berat aktual yang sangat dekat dengan 0 gram, dengan variasi kecil dari 0 hingga 0,02 gram. Fluktuasi ini kemungkinan disebabkan oleh kalibrasi awal atau pengaturan sistem yang belum stabil sepenuhnya. Pada waktu 00:14:59, pengukuran menunjukkan nilai berat aktual yang berfluktuasi di sekitar berat setting 200 gram, dengan nilai berkisar antara 200,43 gram hingga 201,38 gram. Periode ini menunjukkan proses penyesuaian sistem pengukuran untuk mendekati berat setting. Nilai-nilai ini menunjukkan bahwa sistem mungkin sedang mengalami proses stabilisasi setelah kalibrasi awal.

Pada waktu 00:15:00, pengukuran menunjukkan rentang nilai berat aktual yang relatif lebih sempit, dengan nilai berkisar antara 200,2 gram hingga 201,35 gram. Hal ini menunjukkan peningkatan dalam kestabilan sistem pengukuran. Namun, masih terdapat fluktuasi kecil di sekitar berat setting, yang menunjukkan adanya beberapa variabilitas dalam pengukuran. Pada waktu 00:15:01 hingga 00:15:03, nilai berat aktual menunjukkan konsistensi yang relatif baik dengan rentang nilai berkisar antara 199,87 gram hingga 200,31 gram. Ini menunjukkan bahwa sistem pengukuran telah mencapai tingkat kestabilan yang lebih baik dengan nilai yang mendekati berat setting 200 gram. Berat rata-rata aktual pada percobaan ini yaitu 200,2776 kemudian untuk nilai erornya yaitu 0,1386 dan untuk mencapai nilai aktual dari nol membutuhkan waktu 8 detik.

3. Percobaan ketiga



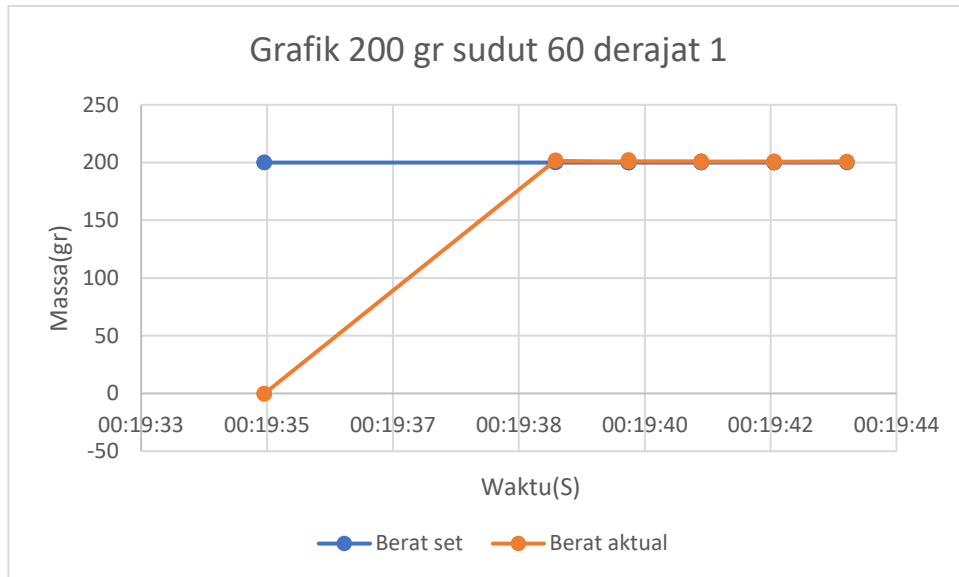
Gambar 4.24 Pengaruh laju aliran material bulk berat 200 gr dengan bukaan katub 50 derajat percobaan ketiga.

Pada gambar 4.24 yaitu antara 00:16:54 dan 00:16:55, berat aktual menunjukkan variasi signifikan dari berat setting 200 gram, dengan nilai berkisar antara -0,11 gram hingga 0,31 gram. Fluktuasi ini dapat menunjukkan fase penyesuaian sistem atau kemungkinan ketidakstabilan awal dalam pengukuran. Pada waktu 00:17:02, pengukuran menunjukkan lonjakan signifikan dalam berat aktual, dengan nilai-nilai yang jauh melebihi berat setting, berkisar antara 203,00 gram hingga 203,74 gram. Lonjakan ini menunjukkan kemungkinan adanya kesalahan atau gangguan dalam sistem pengukuran pada periode tersebut, yang menyebabkan hasil yang tidak sesuai dengan berat setting.

Selama waktu 00:17:03 hingga 00:17:05, nilai berat aktual berfluktuasi di sekitar nilai yang tinggi, antara 202,41 gram hingga 203,69 gram. Meskipun ada fluktuasi, nilai-nilai ini tetap di atas berat setting, menunjukkan bahwa sistem pengukuran mungkin belum kembali ke kestabilan setelah lonjakan sebelumnya. Pada periode akhir, yaitu setelah 00:17:05, pengukuran menunjukkan konsistensi relatif dengan nilai berat aktual yang sedikit menurun namun masih berada di atas berat setting, berkisar antara 202,54 gram hingga 203,12 gram. Ini menunjukkan bahwa meskipun sistem telah mengalami gangguan sebelumnya, ada upaya untuk kembali ke kestabilan. Berat rata-rata aktual pada percobaan ini yaitu 203,1245 kemudian untuk nilai erornya yaitu 1,5382 dan untuk mencapai nilai aktual dari nol membutuhkan waktu 7 detik.

4.9 Laju aliran material bulk berat 200 gr dengan pembukaan katub 60 derajat.

1. Percobaan pertama

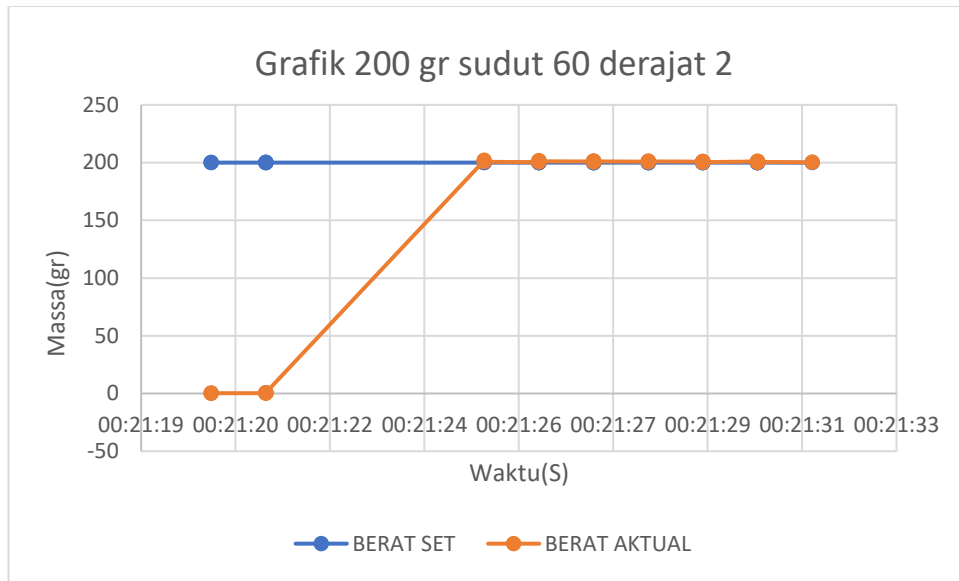


Gambar 4.25 Pengaruh laju aliran material bulk berat 200 gr dengan bukaan katub 60 derajat percobaan pertama.

Pada gambar 4.25 awal periode pengukuran antara 00:19:35 hingga 00:19:39, berat aktual menunjukkan variasi negatif yang signifikan dari berat setting 200 gram, dengan nilai-nilai berkisar antara -0,1 gram hingga -0,33 gram. Fluktuasi ini menunjukkan bahwa sistem pengukuran mengalami deviasi negatif dari berat setting pada awal pengamatan. Variasi ini mungkin mencerminkan ketidakstabilan awal atau penyesuaian sistem yang belum sepenuhnya dikalibrasi.

Memasuki waktu 00:19:39, berat aktual menunjukkan lonjakan yang signifikan, dengan nilai yang melampaui berat setting, berkisar antara 201,46 gram hingga 202,16 gram. Lonjakan ini menunjukkan adanya perubahan besar dalam hasil pengukuran, yang mungkin disebabkan oleh perubahan mendadak dalam kondisi sistem atau lingkungan sekitar. Selanjutnya, terdapat penurunan nilai yang stabil di sekitar 200 gram pada periode 00:19:42 hingga 00:19:43. Setelah lonjakan awal dan periode fluktuasi, berat aktual menunjukkan kestabilan relatif di sekitar nilai yang mendekati berat setting, berkisar antara 200,51 gram hingga 200,96 gram pada waktu 00:19:42 hingga 00:19:43. Ini menunjukkan bahwa meskipun terjadi deviasi awal, sistem menunjukkan kecenderungan untuk mencapai kestabilan mendekati berat setting setelah fase penyesuaian. Berat rata-rata aktual pada percobaan ini yaitu 201,0538 kemudian untuk nilai erornya yaitu 0,5241 dan untuk mencapai nilai aktual dari nol membutuhkan waktu 4 detik.

2. Percobaan kedua

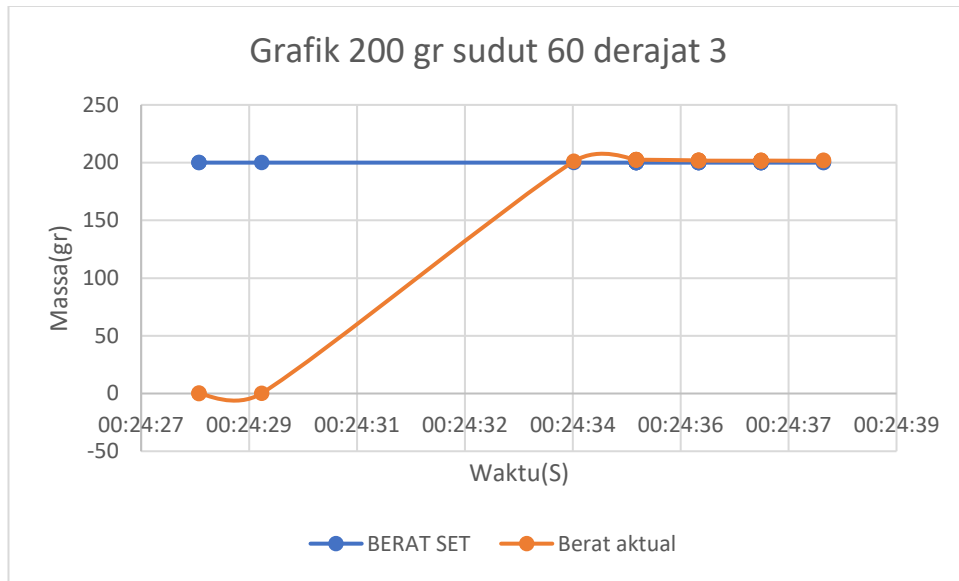


Gambar 4.26 Pengaruh laju aliran material bulk berat 200 gr dengan bukaan katub 60 derajat percobaan kedua.

Pada gambar 4.26 waktu 00:21:20 hingga 00:21:21, berat aktual menunjukkan deviasi positif kecil dari berat setting 200 gram. Nilai berat aktual berkisar antara 0,19 gram hingga 0,62 gram di atas berat setting. Fluktuasi ini menunjukkan adanya variasi kecil pada awal pengamatan. Perubahan ini bisa mengindikasikan adanya penyesuaian sistem atau fluktuasi awal dalam pengukuran. Pada waktu 00:21:25, terjadi lonjakan signifikan dalam berat aktual, dengan nilai berkisar antara 200,78 gram hingga 201,85 gram. Lonjakan ini menunjukkan deviasi yang lebih besar dari berat setting, yang mungkin disebabkan oleh perubahan mendadak dalam sistem atau kondisi pengukuran. Lonjakan ini diikuti oleh beberapa pengukuran dengan nilai yang relatif stabil tetapi sedikit bervariasi di sekitar nilai berat setting.

Setelah lonjakan awal, berat aktual menunjukkan kestabilan relatif di sekitar nilai 200 gram pada waktu 00:21:28 hingga 00:21:31. Selama periode ini, berat aktual berkisar antara 200,23 gram hingga 201,01 gram. Ini menunjukkan bahwa meskipun ada lonjakan awal, sistem cenderung mencapai kestabilan mendekati berat setting setelah periode penyesuaian. Berat rata-rata aktual pada percobaan ini yaitu 200,817 kemudian untuk nilai erornya yaitu 0,4068 dan untuk mencapai nilai aktual dari nol membutuhkan waktu 4 detik.

3. Percobaan ketiga



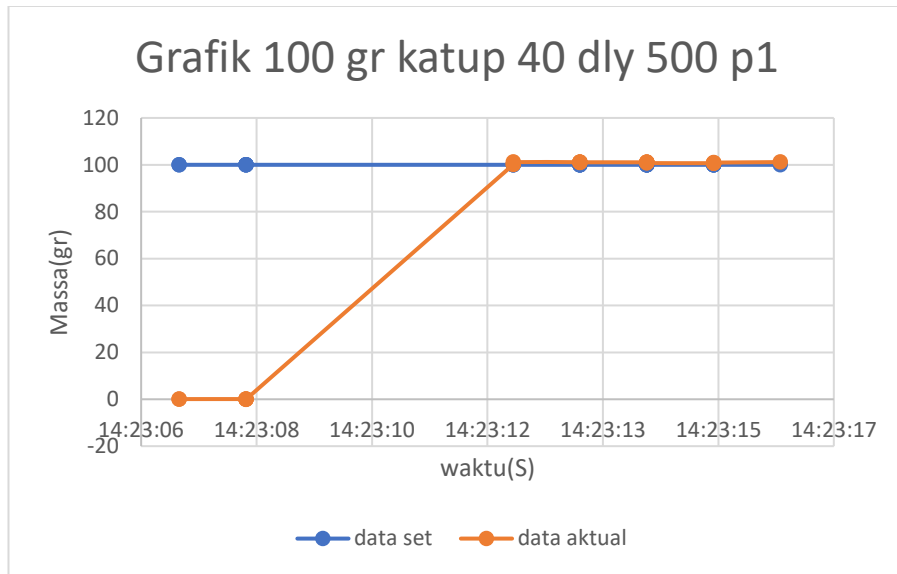
Gambar 4.27 Pengaruh laju aliran material bulk berat 200 gr dengan bukaan katub 60 derajat percobaan ketiga.

Pada gambar 4.27 waktu 00:24:28 hingga 00:24:29, terdapat fluktuasi kecil dalam berat aktual dengan nilai berkisar dari -0,1 gram hingga 0,23 gram di atas berat setting. Fluktuasi ini relatif kecil dan menunjukkan variasi awal yang mungkin disebabkan oleh ketidakstabilan sistem atau fluktuasi pengukuran yang normal. Pada waktu 00:24:34 hingga 00:24:37, berat aktual menunjukkan lonjakan signifikan di atas berat setting. Nilai berat aktual berkisar antara 200,99 gram hingga 202,54 gram. Lonjakan ini menunjukkan adanya deviasi besar dari berat setting, yang dapat disebabkan oleh perubahan mendadak dalam kondisi sistem, gangguan eksternal, atau penyesuaian dalam proses pengukuran.

Setelah lonjakan awal, berat aktual menunjukkan kestabilan relatif di sekitar nilai 201 gram hingga 201,78 gram pada waktu 00:24:38. Ini menunjukkan bahwa setelah periode fluktuasi dan lonjakan, sistem kembali ke kestabilan mendekati berat setting yang lebih tinggi dari 200 gram, tetapi tetap dalam rentang yang dapat diterima. Berat rata-rata aktual pada percobaan ini yaitu 201,8805 kemudian untuk nilai erornya yaitu 0,9314 dan untuk mencapai nilai aktual dari nol membutuhkan waktu 5 detik.

4.10 Laju aliran material bulk berat 100 gr dengan pembukaan katub 40 derajat menggunakan delay 500.

1. Percobaan pertama

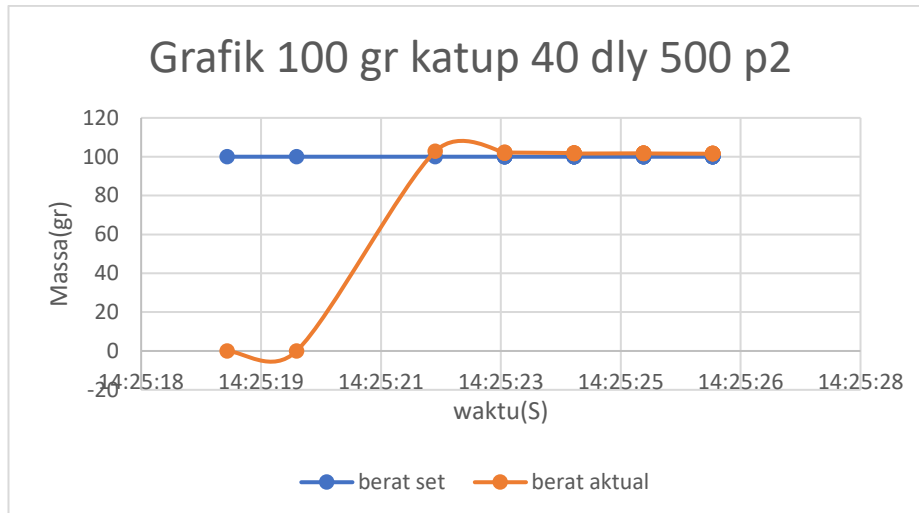


Gambar 4.28 Pengaruh laju aliran material bulk berat 100 gr dengan bukaan katub 40 derajat percobaan pertama dengan delay 500.

Pada gambar 4.28 berat setting tetap konstan pada nilai 100 untuk seluruh rentang waktu yang diamati. Ini menunjukkan bahwa meskipun terdapat fluktuasi dalam berat aktual, berat setting tidak berubah dan tetap stabil sepanjang periode pengukuran. Kesimpulan ini menunjukkan bahwa variabel berat setting tidak dipengaruhi oleh waktu dalam dataset ini.

Berbeda dengan berat setting, berat aktual menunjukkan variasi yang signifikan dari waktu ke waktu. Pada awal pengamatan, yaitu pukul 14:23:07, nilai berat aktual adalah 0 dan meningkat secara signifikan pada pukul 14:23:12 dengan nilai tertinggi mencapai 101,14. Setelah itu, terjadi fluktuasi dalam nilai berat aktual yang berkisar antara 100,7 hingga 101,16 pada waktu-waktu berikutnya. Berat rata-rata aktual pada percobaan ini yaitu 100,8625 kemudian untuk nilai erornya yaitu 0,8551 dan untuk mencapai nilai aktual dari nol membutuhkan waktu 4 detik.

2. Percobaan kedua

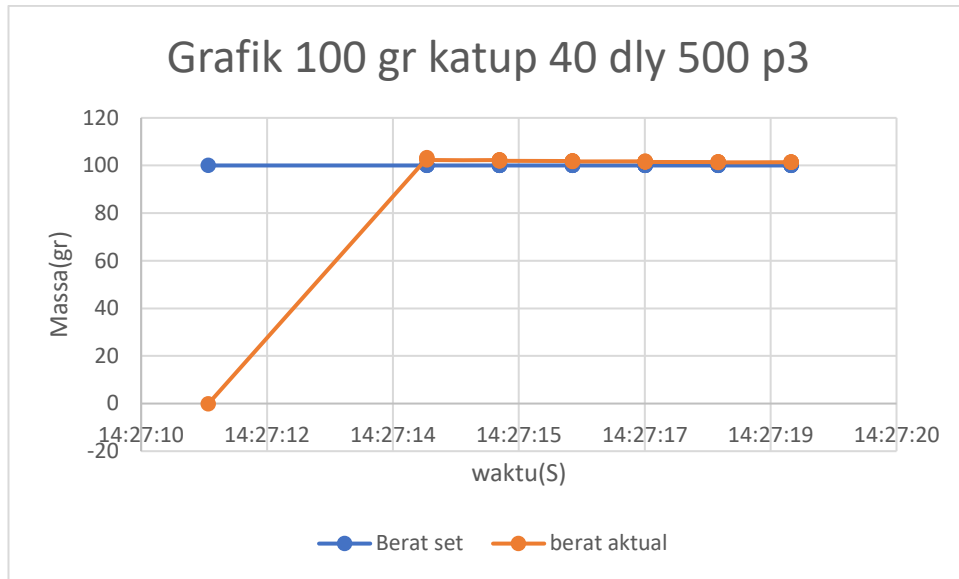


Gambar 4.29 Pengaruh laju aliran material bulk berat 100 gr dengan bukaan katub 40 derajat percobaan kedua dengan delay 500.

Pada gambar 4.29 berat aktual menunjukkan fluktuasi yang signifikan sepanjang waktu. Pada awal pengamatan, pada pukul 14:25:19, nilai berat aktual adalah -0,1, yang merupakan nilai yang sangat rendah dan negatif. Namun, nilai ini berubah secara drastis pada pukul 14:25:22, dengan berat aktual mencapai 102,8. Setelah itu, terjadi fluktuasi nilai berat aktual yang berkisar antara 101,62 hingga 102,16 pada rentang waktu berikutnya (14:25:23 hingga 14:25:26).

Fluktuasi ini menunjukkan adanya variasi yang relatif besar dalam berat aktual dalam periode waktu yang singkat. Perubahan ini dapat diakibatkan oleh berbagai faktor, seperti perubahan dalam kondisi pengukuran, ketidakstabilan sistem, atau variabilitas instrumen yang digunakan. Berat rata-rata aktual pada percobaan ini yaitu 101,8074 kemudian untuk nilai erornya yaitu 1,7753 dan untuk mencapai nilai aktual dari nol membutuhkan waktu 3 detik.

3. Percobaan ketiga



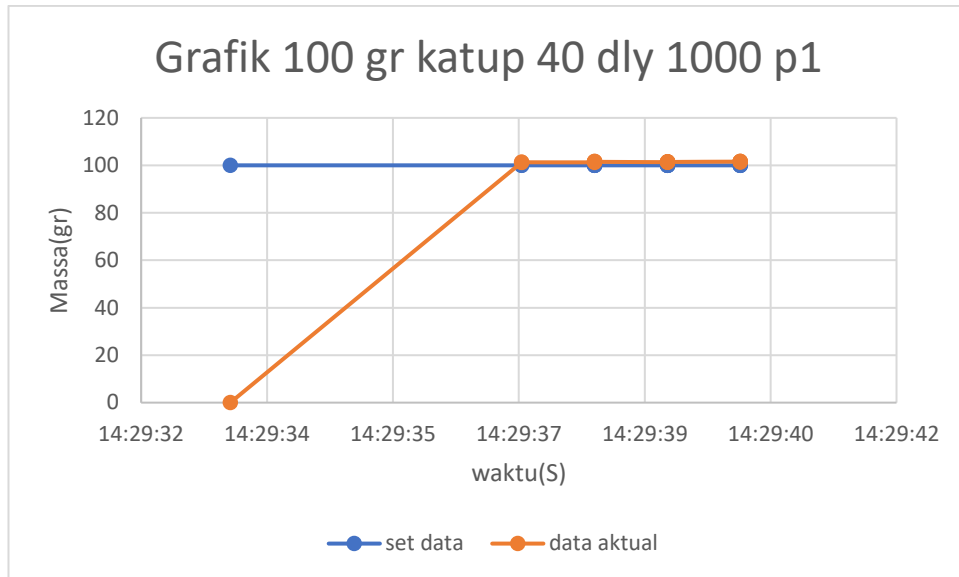
Gambar 4.30 Pengaruh laju aliran material bulk berat 100 gr dengan bukaan katub 40 derajat percobaan ketiga dengan delay 500.

Pada gambar 4.30 berat aktual menunjukkan fluktuasi yang signifikan dari waktu ke waktu. Pada pukul 14:27:11, nilai berat aktual adalah -0,17, yang merupakan nilai negatif dan jauh dari nilai-nilai pengukuran berikutnya. Kemudian, pada pukul 14:27:14, terjadi lonjakan yang signifikan dengan nilai berat aktual mencapai hingga 103,21. Setelah itu, terdapat penurunan bertahap pada rentang waktu berikutnya, dengan nilai berat aktual berfluktuasi antara 101,30 dan 103,21.

Secara umum, berat aktual menunjukkan pola variabilitas yang mencolok dengan pergerakan naik dan turun yang signifikan selama periode yang diamati. Penurunan nilai berat aktual tampaknya stabil dalam rentang waktu yang lebih lama, mencapai nilai paling rendah pada pukul 14:27:18 dan 14:27:19, dengan nilai yang mendekati 101,30. Berat rata-rata aktual pada percobaan ini yaitu 101,7952 kemudian untuk nilai erornya yaitu 1,7635 dan untuk mencapai nilai aktual dari nol membutuhkan waktu 4 detik.

4.11 Laju aliran material bulk berat 100 gr dengan pembukaan katub 40 derajat menggunakan delay 1000.

1. Percobaan pertama

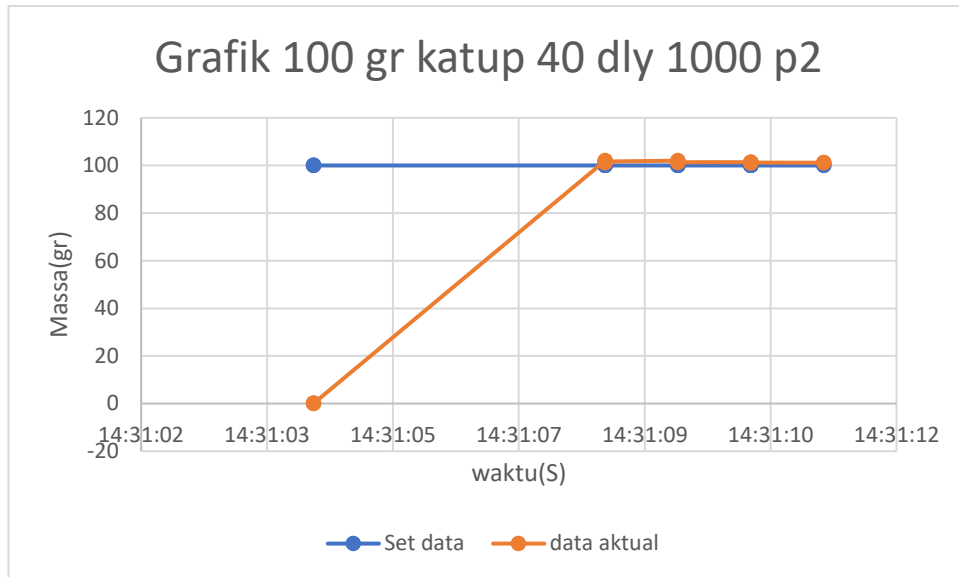


Gambar 4.31 Pengaruh laju aliran material bulk berat 100 gr dengan bukaan katub 40 derajat percobaan pertama dengan delay 1000.

Pada gambar 4.31 berat aktual menunjukkan variasi yang signifikan sepanjang rentang waktu yang dianalisis. Pada pukul 14:29:33, nilai berat aktual adalah 0, yang merupakan nilai ekstrem rendah dan berbeda jauh dari nilai-nilai yang tercatat pada waktu-waktu berikutnya. Selanjutnya, nilai berat aktual mulai meningkat secara konsisten mulai dari pukul 14:29:37, mencapai 101,25, dan terus mengalami fluktuasi yang relatif kecil dalam kisaran 101,25 hingga 101,65 hingga pukul 14:29:40.

Secara keseluruhan, meskipun berat aktual menunjukkan variasi yang relatif kecil selama periode ini, terdapat pola peningkatan yang jelas dari nilai awal yang sangat rendah. Fluktuasi kecil yang terjadi pada nilai berat aktual menunjukkan bahwa setelah lonjakan awal, nilai stabil pada kisaran 101,26 hingga 101,65. Berat rata-rata aktual pada percobaan ini yaitu 101,4018 kemudian untuk nilai erornya yaitu 1,3823 dan untuk mencapai nilai aktual dari nol membutuhkan waktu 4 detik.

2. Percobaan kedua

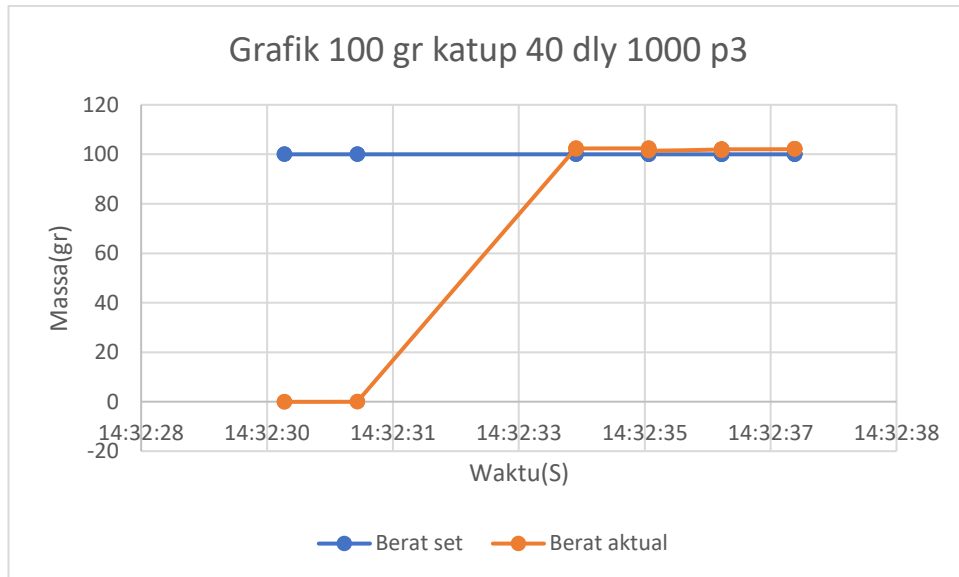


Gambar 4.32 Pengaruh laju aliran material bulk berat 100 gr dengan bukaan katub 40 derajat percobaan kedua dengan delay 1000.

Pada gambar 4.32 berat aktual menunjukkan variasi yang signifikan dalam rentang waktu yang diamati. Pada awal pengamatan, pada pukul 14:31:04, nilai berat aktual sangat rendah, mulai dari 0 hingga 0,12. Namun, setelah periode tersebut, pada pukul 14:31:08, nilai berat aktual meningkat secara drastis dengan nilai yang bervariasi dari 101,05 hingga 102.

Setelah lonjakan ini, nilai berat aktual tampaknya stabil pada rentang yang lebih sempit antara 101,07 dan 101,99 dari pukul 14:31:09 hingga 14:31:11. Selama periode ini, meskipun ada fluktuasi kecil, nilai berat aktual relatif konsisten dengan sedikit variasi di sekitar angka 101. Berat rata-rata aktual pada percobaan ini yaitu 101,4217 kemudian untuk nilai erornya yaitu 1,4017 dan untuk mencapai nilai aktual dari nol membutuhkan waktu 4 detik.

3. Percobaan ketiga



Gambar 4.33 Pengaruh laju aliran material bulk berat 100 gr dengan bukaan katub 40 derajat percobaan ketiga dengan delay 1000.

Pada gambar 4.33 berat aktual menunjukkan variasi yang signifikan sepanjang periode waktu yang diamati. Pada pukul 14:32:30, nilai berat aktual dimulai dengan nilai sangat rendah, berkisar antara 0 hingga -0,05. Namun, nilai ini kemudian mengalami lonjakan signifikan pada pukul 14:32:34, dengan nilai berat aktual meningkat tajam hingga mencapai 102,49.

Setelah lonjakan tersebut, berat aktual menunjukkan fluktuasi yang relatif besar tetapi konsisten di atas 101, dengan nilai-nilai berkisar antara 101,42 dan 102,29 pada pukul 14:32:35 hingga 14:32:37. Data menunjukkan bahwa setelah lonjakan awal, nilai berat aktual stabil dalam kisaran yang sempit, meskipun ada variasi kecil di sekeliling angka tersebut. Berat rata-rata aktual pada percobaan ini yaitu 102,0939 kemudian untuk nilai erornya yaitu 2,0509 dan untuk mencapai nilai aktual dari nol membutuhkan waktu 4 detik.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil pengujian untuk menganalisa system control pada massa material bulk ada beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Alat system control ini dapat digunakan untuk bahan material bulk seperti gula, beras, tepung, dan bahan kering lainnya yang tidak dikemas dengan manual.
2. Dari percobaan alat system control ini semakin kecil pembukaan katub penakarnya maka kesesuaian dari berat set dan berat aktual lebih sesuai yaitu pembukaan katub 40 derajat.

5.2. Saran

Berdasarkan pengalaman yang di peroleh dari penelitian tentang analisa sistem kontrol pada massa material bulk di rekomendasikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Rekomendasi untuk perbaikan sistem kontrol yang ada berdasarkan hasil analisis dan penelitian.
2. Mengembangkan lagi alat sistem kontrol yang mampu menampung lebih banyak material bulk.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfi, R. M., Sugiharto, A., Haryanti, M., & Yulianti, B. (2019). Perancangan Sistem Packing Beras Otomatis Menggunakan Arduino Uno. *Jurnal Teknik Elektro*, 1(1), 116–126.
- Ali, M. (2004). Pembelajaran Perancangan Sistem Kontrol PID Dengan Software Matlab. *Jurnal Edukasi Elektro*, 1(1), 1–8.
- Effendi, A., Refani, F., & Premadi, A. (2019). Rancang Bangun Sistem Pengemasan Dan Pengantongan Produksi Beras Berbasis Plc Siemens S7-1200/Hmi. *Seminar Nasional Peranan Iptek Menuju Industri Masa Depan (PIMIMD-5) Institut Teknologi Padang (ITP)*, 101–105. <https://doi.org/10.21063/PIMIMD5.2019.14>
- Hermawan, H., Mawar, M., & ... (2020). Rancang Bangun Bagging Machine Pada Pengemasan Tepung Berbasis PID Dengan Sistem Monitoring Online. ... *and Entrepreneur* ..., 48–55. <http://jurnal.politeknikbosowa.ac.id/index.php/JMAPLE/article/view/280%0Ahttps://jurnal.politeknikbosowa.ac.id/index.php/JMAPLE/article/viewFile/280/135>
- Ii, B. A. B., & Pustaka, T. (2010). *BAB II TINJAUAN PUSTAKA 2. 1. Kontrol Sosial (. 1995, 7–13. www.fao.org*
- Kushartanto, P., Kabib, M., & Winarso, R. (2019). Sistem Kontrol Gerak dan Perhitungan Produk pada Mesin Press dan Pemetong Kantong Plastik. *Jurnal Crankshaft*, 2(1), 57–66. <https://jurnal.umk.ac.id/index.php/cra/article/view/3086>
- Munawar Alfansury, & Septiawan, W. (2023). Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur Dan Energi*, 6(1), 137–143. <http://jurnal.umsu.ac.id/index.php/RMME>
- Naim, M., & Fasaldi, A. (2021). Perancangan Alat Penimbang Beras Digital dengan Masukan Berat dan Harga Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Mosfet*, 1(2), 14–17. <https://doi.org/10.31850/jmosfet.v1i2.1155>
- Pratama, A. I. G. (2020). Perancangan Dan Implementasi Sistem Kendali Kestabilan Keadaan Mengambang Pada Pesawat Tanpa Awak Jenis Tailsitter Menggunakan Metode Kontrol PID. *Universitas Komputer Indonesia*, 7–20.
- Purnomo, A. F. (2020). *Rancang bangun alat penakar gula pasir berbasis arduino pada umkm di nganjuk laporan akhir.*
- Riski, M., Alawiyah, A., Bakri, M., Putri, N. U., Jupriyadi, J., & Meilisa, L. (2021). Alat Penjaga Kestabilan Suhu Pada Tumbuhan Jamur Tiram Putih Menggunakan Arduino UNO R3. *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer*, 2(1), 67–79. <https://doi.org/10.33365/jtikom.v2i1.42>
- Samsugi, S., Mardiyansyah, Z., & Nurkholis, A. (2020). Sistem Pengontrol Irigasi

Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Tertanam*, 1(1), 17. <https://doi.org/10.33365/jtst.v1i1.719>

Uno, A., & Pasir, G. (2023). *BERBASIS ARDUINO UNO DESIGN OF ARDUINO UNO BASED MEASUREMENT AND PACKAGING DEVICE OF SUGAR PENDAHULUAN* Proses penakaran dengan cara manual , yaitu memasukkan produk ke dalam kemasan lalu ditimbang . Jika berat kurang dari berat bersih produk , maka akan d. 1(1), 1–11.

LAMPIRAN

A. Data hasil percobaan laju aliran material bulk berat 50 gr dengan pembukaan katub 40 derajat.

1. Data percobaan pertama

Time	Berat set	Berat aktual
22:30:08	50	0,17
22:30:08	50	0,19
22:30:08	50	0,13
22:30:08	50	0,18
22:30:11	50	49,92
22:30:11	50	49,73
22:30:11	50	49,99
22:30:11	50	49,97
22:30:12	50	50,14
22:30:12	50	50,11
22:30:12	50	50,18
22:30:12	50	50,21
22:30:12	50	50,03
22:30:12	50	50,1
Rata-rata	50	50,16041667
Error		0,319807285

2. Data percobaan kedua

Time	Berat set	Berat aktual
22:32:30	50	0,1
22:32:31	50	-0,16
22:32:31	50	0,04
22:32:31	50	-0,12
22:32:31	50	-0,04
22:32:31	50	0,28
22:32:31	50	0,23
22:32:32	50	0
22:32:34	50	50,17
22:32:35	50	50,29
22:32:35	50	50,28
22:32:35	50	50,29
22:32:35	50	50,26
22:32:35	50	50,6
Rata-rata	50	50,47384615
Error		0,938795416

3. Data percobaan ketiga

Time	Berat set	Berat aktual
22:33:48	50	0,03
22:33:49	50	0,09
22:33:49	50	-0,09
22:33:56	50	50,57
22:33:57	50	50,2
22:33:57	50	49,78

22:33:57	50	50,03
Rata-rata	50	50,28909091
Eror		0,574858093

B. Data hasil percobaan laju aliran material bulk berat 50 gr dengan pembukaan katub 50 derajat.

1. Data percobaan pertama

Time	Berat set	Berat aktual
22:40:58	50	0
22:40:59	50	-0,08
22:41:00	50	52,82
22:41:00	50	51,27
22:41:01	50	50,37
22:41:01	50	50,6
Rata-rata	50	51,165
Eror		2,276947132

2. Data percobaan kedua

Time	Berat set	Berat aktual
22:43:10	50	-0,3
22:43:10	50	-0,39
22:43:10	50	-0,14
22:43:10	50	-0,03
22:43:10	50	-0,17
22:43:11	50	-0,2
22:43:11	50	0,02
22:43:11	50	-0,14
22:43:11	50	-0,32
22:43:13	50	52,58
22:43:13	50	51,29
22:43:13	50	50,25
22:43:13	50	50,43
22:43:13	50	50,6
Rata-rata	50	50,73892857
Eror		1,456334598

3. Data percobaan ketiga

Time	Berat set	Berat aktual
22:44:34	50	-0,01
22:44:36	50	51,9
22:44:36	50	50,18
22:44:36	50	50,05
Rata-rata	50	50,51583333
Eror		1,021131988

C. Data hasil percobaan laju aliran material bulk berat 50 gr dengan pembukaan katub 60 derajat.

1. Data percobaan pertama

Time	Berat set	Berat aktual
22:47:23	50	0,1

22:47:23	50	0,23
22:47:25	50	51,07
22:47:25	50	49,64
22:47:25	50	49,68
22:47:26	50	50,03
22:47:26	50	50,04
Rata-rata	50	50,2383871
Error		0,474511844

2. Data percobaan kedua

Time	Berat set	Berat aktual
22:50:18	50	0,03
22:50:18	50	-0,08
22:50:18	50	0,03
22:50:18	50	-0,04
22:50:21	50	50,51
22:50:21	50	50,65
22:50:21	50	50,8
22:50:21	50	50,8
Rata-rata	50	51,13625
Error		2,222004938

3. Data percobaan ketiga

Time	Berat set	Berat aktual
23:01:26	50	-0,07
23:01:26	50	-0,31
23:01:27	50	-0,15
23:01:27	50	-0,21
23:01:27	50	-0,23
23:01:29	50	53,19
23:01:29	50	52,93
23:01:29	50	52,2
23:01:29	50	51,84
23:01:29	50	51,84
Rata-rata	50	52,19677419
Error		4,208639763

D. Data hasil percobaan laju aliran material bulk berat 100 gr dengan pembukaan katub 40 derajat.

1. Data percobaan pertama

Time	Berat set	Berat aktual
23:38:54	100	-0,32
23:38:54	100	-0,48
23:38:54	100	-0,43
23:38:54	100	-0,33
23:38:54	100	-0,32
23:38:58	100	104
23:38:58	100	104,96
23:38:59	100	103,88
23:38:59	100	103,6
23:38:59	100	103,81
23:38:59	100	103,55
23:38:59	100	103,9

Rata-rata	100	103,7741176
Error		3,636858335

2. Data percobaan kedua

Time	Berat set	Berat aktual
23:45:06	100	-0,5
23:45:11	100	102,91
23:45:11	100	104,87
23:45:11	100	105,1
23:45:11	100	104,11
23:45:12	100	104,05
Rata-rata	100	103,7382143
Error		3,603507455

3. Data percobaan ketiga

Time	Berat set	Berat aktual
23:46:21	100	0,2
23:46:21	100	0,35
23:46:24	100	104,36
23:46:25	100	104,54
23:46:25	100	104,1
23:46:25	100	103,2
Rata-rata	100	103,6366667
Error		3,509054067

E. Data hasil percobaan laju aliran material bulk berat 100 gr dengan pembukaan katub 50 derajat.

1. Data percobaan pertama

Time	Berat set	Berat aktual
23:32:18	100	0,23
23:32:18	100	0,06
23:32:20	100	101,82
23:32:21	100	101,29
23:32:21	100	101,4
23:32:21	100	101,01
23:32:21	100	100,18
23:32:21	100	100,04
Rata-rata	100	99,88071429
Error		-0,119428175

2. Data percobaan kedua

Time	Berat set	Berat aktual
23:33:59	100	-0,24
23:33:59	100	-0,62
23:33:59	100	-0,65
23:34:02	100	102,02
23:34:02	100	101,02
23:34:03	100	100,22
23:34:03	100	99,89
23:34:03	100	99,82
23:34:03	100	100,01

Rata-rata	100	100,1833333
Error		0,182997837

3. Data percobaan ketiga

Time	Berat set	Berat aktual
23:35:23	100	-0,3
23:35:26	100	105,23
23:35:26	100	104,97
23:35:26	100	104,02
23:35:27	100	105,51
23:35:27	100	106,3
23:35:27	100	105,41
23:35:27	100	105,05
23:35:27	100	104,62
23:35:27	100	104,28
Rata-rata	100	104,5990476
Error		4,39683508

F. Data hasil percobaan laju aliran material bulk berat 100 gr dengan pembukaan katub 60 derajat.

1. Data percobaan pertama

Time	Berat set	Berat aktual
23:35:23	100	-0,3
23:23:31	100	0,07
23:23:32	100	0,19
23:23:32	100	0,17
23:23:32	100	-0,16
23:23:35	100	103,46
23:23:35	100	103,13
23:23:35	100	101,8
Rata-rata	100	101,2594118
Error		1,243747858

2. Data percobaan kedua

Time	Berat set	Berat aktual
23:26:32	100	-0,03
23:26:32	100	0,31
23:26:32	100	0,51
23:26:32	100	0,24
23:26:32	100	0,14
23:26:35	100	103,06
23:26:35	100	102,14
23:26:35	100	101,32
23:26:35	100	101,09
23:26:36	100	102,06
23:26:36	100	101,52
23:26:36	100	101,49
23:26:36	100	101,1
Rata-rata	100	101,0990909
Error		1,087142228

3. Data percobaan ketiga

Time	Berat set	Berat aktual
23:29:09	100	0,01
23:29:09	100	0
23:29:12	100	102,64
23:29:12	100	102,01
23:29:12	100	101,17
23:29:12	100	100,8
23:29:13	100	101
23:29:13	100	101,09
23:29:13	100	101,09
23:29:13	100	101,17
23:29:13	100	101,05
23:29:13	100	100,92
23:29:14	100	100,59
23:29:14	100	100,87
23:29:14	100	100,93
23:29:14	100	100,49
23:29:14	100	100,46
23:29:15	100	100,99
23:29:15	100	100,6
Rata-rata	100	100,9575
Error		0,948418889

G. Data hasil percobaan laju aliran material bulk berat 200 gr dengan pembukaan katub 40 derajat.

1. Data percobaan pertama

Time	Berat set	Berat aktual
00:03:29	200	0,3
00:03:40	200	201,26
00:03:40	200	202,28
00:03:40	200	202,31
00:03:40	200	202,38
00:03:41	200	202,43
00:03:41	200	202,44
00:03:41	200	202,3
Rata-rata	200	202,1977778
Error		1,086944576

2. Data percobaan kedua

Time	Berat set	Berat aktual
00:06:37	200	0,36
00:06:37	200	0,43
00:06:44	200	200,94
00:06:44	200	200,46
00:06:44	200	199,81
00:06:44	200	200,03
Rata-rata	200	200,4157143
Error		0,207425993

3. Data percobaan ketiga

Time	Berat set	Berat aktual
00:08:45	200	-0,1
00:08:52	200	201,63

00:08:52	200	201,13
00:08:52	200	200,94
00:08:52	200	201,1
Rata-rata	200	201,2735294
Eror		0,632735668

H. Data hasil percobaan laju aliran material bulk berat 200 gr dengan pembukaan katub 50 derajat.

1. Data percobaan pertama

Time	Berat set	Berat aktual
00:12:31	200	0
00:12:31	200	0,06
00:12:31	200	-0,12
00:12:31	200	-0,2
00:12:43	200	200,04
00:12:44	200	200,58
00:12:44	200	200,47
Rata-rata	200	199,9466667
Eror		-0,02667378

2. Data percobaan kedua

Time	Berat set	Berat aktual
00:14:52	200	0
00:14:52	200	0,02
00:14:59	200	200,55
00:14:59	200	201,38
00:14:59	200	200,43
00:14:59	200	200,57
00:15:00	200	201,35
00:15:00	200	200,37
00:15:00	200	200,47
00:15:00	200	200,2
Rata-rata	200	200,2776
Eror		0,138607613

3. Data percobaan ketiga

Time	Berat set	Berat aktual
00:16:54	200	-0,11
00:16:54	200	0,09
00:16:54	200	-0,06
00:16:54	200	0,31
00:16:55	200	0,31
00:16:55	200	0,27
00:17:02	200	203,14
00:17:02	200	203
Rata-rata	200	203,1245
Eror		1,538219171

I. Data hasil percobaan laju aliran material bulk berat 200 gr dengan pembukaan katub 60 derajat.

1. Data percobaan pertama

Time	Berat set	Berat aktual
------	-----------	--------------

00:19:35	200	-0,1
00:19:35	200	-0,19
00:19:35	200	-0,33
00:19:39	200	201,95
00:19:39	200	201,46
00:19:40	200	200,88
Rata-rata	200	201,0538095
Error		0,524143027

2. Data percobaan kedua

Time	Berat set	Berat aktual
00:21:20	200	0,19
00:21:20	200	0,27
00:21:21	200	0,26
00:21:21	200	0,27
00:21:21	200	0,39
00:21:21	200	0,62
00:21:25	200	201,85
00:21:25	200	200,78
00:21:26	200	200,42
00:21:26	200	200,73
00:21:26	200	201,13
00:21:26	200	201,6
Rata-rata	200	200,817
Error		0,406838066

3. Data percobaan ketiga

Time	Berat set	Berat aktual
00:24:28	200	-0,1
00:24:28	200	0,23
00:24:29	200	0,14
00:24:34	200	200,99
00:24:35	200	202,36
00:24:35	200	202,21
00:24:35	200	202,48
00:24:35	200	202,49
00:24:35	200	202,32
00:24:35	200	202,54
00:24:36	200	201,94
00:24:36	200	201,72
00:24:36	200	202
Rata-rata	200	201,8805
Error		0,93149165

J. Data hasil percobaan laju aliran material bulk berat 100 gr dengan pembukaan katub 40 derajat menggunakan delay 500.

1. Data percobaan pertama.

Time	Berat set	Berat aktual
14:23:07	100	0
14:23:07	100	0,08
14:23:08	100	0,09
14:23:08	100	0,08
14:23:08	100	0,03

14:23:08	100	-0,07
14:23:12	100	100,07
14:23:12	100	100,19
14:23:12	100	101,14
14:23:13	100	101,11
14:23:13	100	100,97
14:23:13	100	101,03
14:23:13	100	101,02
14:23:13	100	101,09
14:23:14	100	101,06
14:23:14	100	100,98
14:23:14	100	101,02
14:23:14	100	101
Rata-rata	100	100,8625
Eror		0,855125

2. Data percobaan kedua.

Time	Berat set	Berat aktual
14:25:19	100	-0,1
14:25:20	100	-0,01
14:25:22	100	102,8
14:25:23	100	102,21
14:25:23	100	101,84
14:25:23	100	101,82
14:25:23	100	101,96
14:25:23	100	102,16
14:25:24	100	101,88
14:25:24	100	101,82
14:25:24	100	101,85
14:25:24	100	101,69
14:25:24	100	101,67
14:25:24	100	101,62
Rata-rata	100	101,8074
Eror		1,775305

3. Data percobaan ketiga.

Time	Berat set	Berat aktual
14:27:11	100	-0,17
14:27:14	100	102,92
14:27:14	100	103,21
14:27:14	100	102,3
14:27:15	100	102,28
14:27:15	100	102,37
14:27:15	100	102,23
14:27:15	100	102,02
14:27:15	100	101,95
14:27:15	100	101,95
14:27:16	100	101,86
14:27:16	100	101,77
Rata-rata	100	101,7952
Eror		1,763514

K. Data hasil percobaan laju aliran material bulk berat 100 gr dengan pembukaan katub 40 derajat menggunakan delay 1000.

1. Data percobaan pertama.

Time	Berat set	Berat aktual
14:29:33	100	0
14:29:37	100	101,25
14:29:37	100	101,29
14:29:38	100	101,25
14:29:38	100	101,4
14:29:38	100	101,54
14:29:38	100	101,59
14:29:38	100	101,48
14:29:39	100	101,33
14:29:39	100	101,34
14:29:39	100	101,26
14:29:39	100	101,28
14:29:39	100	101,4
Rata-rata	100	101,4018
Eror		1,382387

2. Data percobaan kedua.

Time	Berat set	Berat aktual
14:31:04	100	0
14:31:04	100	0,12
14:31:04	100	0,09
14:31:08	100	102
14:31:08	100	101,79
14:31:08	100	101,05
14:31:08	100	101,45
14:31:08	100	101,65
14:31:09	100	101,99
14:31:09	100	101,85
14:31:09	100	101,47
14:31:09	100	101,24
Rata-rata	100	101,4217
Eror		1,401739

3. Data percobaan ketiga.

Time	Berat set	Berat aktual
14:32:30	100	0
14:32:30	100	-0,05
14:32:31	100	-0,03
14:32:31	100	0,07
14:32:34	100	102,49
14:32:34	100	102,16
14:32:34	100	102,36
14:32:35	100	102,38
14:32:35	100	102,46
14:32:35	100	102,12
14:32:35	100	101,89
14:32:35	100	101,42
Rata-rata	100	102,0939
Eror		2,050944



MAJELIS :PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA FAKULTAS TEKNIK

PTJAK.KP*PT/XV2022

UMSU UMSU Terakreditasi unggul Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. '913JSWBAN-

Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 20238 Telp. (061) 6622400-66224567 Fax. (061) 6625474 • 6631003
Shttps://fatek.umsu.ac.id fatek@umsu.ac.id numsumedan numsumedan O umsumedan cumsumedan

PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN DOSEN PEMBIMBING

Nomor• 1068/11.3AUWMSU-07/F/2023

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi
Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin pada Tanggal 08 November 2023 dengan ini
Menetapkan :

Nama : RAYFRANA GINTING
Npm : 2007230148
Program Studi : TEKNIK MESIN
Semester : 7 (TUJUH)
Judul Tugas Akhir : ANALISA SISTEM CONTROL PADA MASSA BULK
MATERIAL

Pembimbing : KHAIRUL UMURANI ST.MT

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik MFSIN
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah I (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.
Medan, 27 Rabiul Akhir 1445 H 08
November 2023 M



Munawar Afransury Siregar, ST.,MT
NIDN: 0101017202



LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Judul : Analisa Sistem Kontrol Pada Massa Material Bulk
 Nama : Rayfrana Ginting : 2007230148
 Dosen Pembimbing : Khairul Umurani, ST. , M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
	Rabu/8/11/23	Pemberian spesifikasi TA	h
	Jumat/24/11/23	Perbaiki Pendahuluan	h
	Selasa/12/12/23	Perbaiki rumusan masalah	h
	Senin/22/12/23	Perbaiki tujuan umum	h
	Senin/08/01/24	Perbaiki tujuan khusus	h
	Selasa/16/01/24	Perbaiki metode	h
	Jumat/20/01/24	Acc Seminar Proposal	h
	Jumat/2/9/24	Perbaiki bab 4	h
	Kamis/22/9/24	Perbaiki kesimpulan	h
	Rabu/04/9/24	Acc seminar hasil	h
	Sabtu/14/9/24	Acc Sidang	h

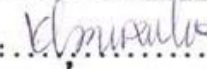

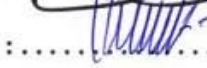
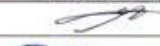

DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK - UMSU
TAHUN AKADEMIK 2023 - 2024

Peserta seminar

Nama : Rayfrana Ginting

NPM : 2007230148

Judul Tugas Akhir : Analisa Sistem Kontrol Pada Massa Material Bulk

DAFTAR HADIR		TANDA TANGAN	
Pembimbing – I	: Khairul Umurani, ST, MT	: ..	
Pembanding – I	: Munawar Alfansury Siregar, ST, MT	: ..	
Pembanding – II	: Rahmatullah, ST, M.Sc	: ..	
No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	2007230121	Tengku Sahrul Amri	
2	2007230120	Rendika Alang Mumpira	
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			/

Medan, 07 Rabi'dl Asval 1446 H
11 September 2024 M

Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

Nama : Rayfrana Ginting
NPM : 2007230148
Judul Tugas Akhir : Analisa Sistem Kontrol Pada Massa Material Bulk
Dosen Pembanding — I : Munawar Alfansury Siregar, ST, MT
Dosen Pembanding — II : Rahmatullah, ST, M.Sc
Dosen Pembimbing_ I : Khairul Umurani, ST, MT

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

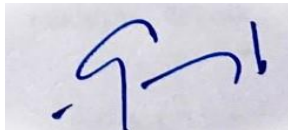
.....
Perbaiki sesuai catatan dan Revisi
.....
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

.....
.....
.....
.....

Medan 07 Rabi'ul Awal 1446 H
I I September 2024 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

Dosen Pembanding- I



Munawar Alfansury Siregar, ST, MT

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

Nama : Rayfrana Ginting
NPM : 2007230148
Judul Tugas Akhir : Analisa Sistem Kontrol Pada Massa Material Bulk
Dosen Pembanding — I : Munawar Alfansury Siregar, ST, MT
Dosen Pembanding — II : Rahmatullah, ST, M.Sc
Dosen Pembimbing — I : Khairul Umurani, ST, MT

KEPUTUSAN

- 1 Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
- 2 Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan p
antara lain :

.....
.....
.....
.....
.....
.....

perbaikan

3. Harus mengikuti seminar kembali

Perbaikan :

.....
.....
.....
.....

Medan 07 Rabi'u1 Awal 1446 H

I I September 2024 M

Diketahui :

Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

Dosen Pembanding- II



Rahmatullah, ST, M. SC

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



A. DATA PRIBADI

Nama : Rayfrana Ginting
Npm : 2007230148
Tempat, Tanggal Lahir : Kabanjahe, 01 Maret 2001
Alamat : Desa bertah, Kec. Tigapanah, Kab. Karo Sumut
Jenis Kelamin : Laki - Laki
Umur : 23 Tahun
Agama : Islam
Status : Belum Menikah
Tinggi/ Berat Badan : 175 Cm / 65 Kg
Kewarganegaraan : Indonesia
Email : franagintingray@gmail.com
No. Telp : +62 821-8103-4906
Motto Hidup : Bukan aku yang kuat, Tapi doa kedua orangtua ku yang hebat.

B. ORANG TUA

Nama Ayah : Fredi Ginting
Nama Ibu : Serpina Br Sembiring
Agama : Islam
Alamat : Desa bertah, Kec. Tigapanah, Kab. Karo Sumut

C. LATAR BELAKANG PENDIDIKAN

2007 – 2013 : SDN 044852 Bukit-Bertah
2013 – 2016 : SMP Negeri 2 Berastagi
2016 – 2019 : SMA Swasta Islam Ulun Nuha Medan
2020 – 2024 : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara