

Hak Cipta :

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



**RANCANG BANGUN ALAT *LIQUID HANDLING SYSTEM*
UNTUK MEMPERCEPAT PROSEDUR *REVERSE*
TRANSCRIPTASE POLYMERASE CHAIN REACTION (RT-PCR)
COVID-19**

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

TUGAS AKHIR

Ilhan Aulia Muzadin

1903321027

**ELEKTRONIKA INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2022



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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



**PERANCANGAN *AUTOMATIC PIPETTING SYSTEM* DENGAN
*FESTO PRESSURE VACUUM GENERATOR (PGVA)***

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Diploma Tiga**

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Ilhan Aulia Muzadin

1903321027

**ELEKTRONIKA INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2022



Hak Cipta :

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

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Ilhan Aulia Muzadin

NIM : 1903321027

Tanda Tangan : 

Tanggal : 07 Juli 2022

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

Tugas Akhir diajukan oleh :

Nama : Ilhan Aulia Muzadin
NIM : 1903321027
Program Studi : Elektronika Industri
Judul TA : Rancang Bangun Alat *Liquid Handling System*
Untuk Mempercepat Prosedur *Reverse*
Transcriptase Polymerase Chain Reaction (RT-
PCR) Covid-19
Sub Judul TA : Perancangan *Automatic Pipetting System* dengan
Festo Pressure Vacuum Generator (PGVA)

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada (Isi Hari dan Tanggal) dan dinyatakan **LULUS**.

Pembimbing I : Nuralam, M.T.
197908102014041001



Depok, 07 Juli 2022

Disahkan oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Ir. Sri Danaryani, M.T.
NIP. 196305031991032001.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Diploma Tiga Politeknik Negeri Jakarta.

Tugas akhir ini membahas *Liquid Handling System* yang membantu percepatan pada proses RT-PCR Covid-19. Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tugas akhir ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Nuralam, M.T., selaku Ketua Program Studi Elektronika Industri dan juga dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan tugas akhir ini;
2. PT Stechoq Robotika Indonesia yang telah banyak membantu dalam usaha memperoleh data yang penulis perlukan;
3. Orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral; dan
4. Teman-teman yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 07 Juli 2022

Ihlan Aulia Muzadin



Hak Cipta :

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

Perancangan Automatic Pipetting System dengan Festo Pressure Vacuum Generator (PGVA)

Abstrak

Reverse Transcriptase Polymerase Chain Reaction (RT-PCR) merupakan salah satu prosedur untuk melakukan pendeteksian virus pada cairan tubuh makhluk hidup. Pada prosedur ini terdapat pencampuran cairan reagen dengan cairan sampel yang mana dilakukan melalui proses pemipetan dan menggunakan mikropipet agar takaran yang digunakan lebih presisi karena volume cairan yang digunakan memiliki besaran mikro. Sedangkan proses pemipetan yang selama ini dilakukan adalah secara manual yang tentunya akan menghabiskan banyak waktu. Selain itu pemipetan secara manual memiliki potensi terjadinya human error sehingga keakuratan volume cairan reagen akan berkurang dan tentu akan berpengaruh terhadap hasil deteksi dan juga akan memperbesar kemungkinan laboran untuk tertular covid-19 hasil deteksi. Untuk mengatasi hal tersebut telah diciptakan alat pemipetan otomatis seperti milik Opentron OT-2 Liquid Handler dan Hamilton STAR Liquid Handling System. Liquid Handling System merupakan alat yang digunakan untuk menangani proses pemindahan cairan kimiawi dari suatu substrat ke substrat lainnya. Cairan sampel maupun reagen pada kedua alat ini berada dalam kondisi terbuka selama proses pemipetan yang mana tutup tabung sampel yang digunakan telah dibuka sebelum dimasukkan ke dalam alat. Hal ini dapat menyebabkan kontaminasi terhadap cairan-cairan tersebut sehingga menimbulkan faktor error dalam pengujian sampelnya. Oleh karena itu, untuk mengatasi permasalahan pada Liquid Handling tersebut pada penelitian ini dibuat sistem tube handling pada alat Liquid Handling System yang mana sistem ini mampu untuk melakukan pemindahan serta pembukaan tutup tabung sampel secara otomatis. Pada Liquid Handling yang telah dibuat juga terdapat sistem pemipetan yang memiliki tingkat akurasi hingga 0,451% CV untuk pemipetan cairan berupa air sebanyak 500 μ L.

Kata kunci: Liquid Handling System, Tube Handling, Sistem Pemipetan Otomatis



Design of Automatic Pipetting System with Festo Pressure Vacuum Generator (PGVA)

Abstract

RT-PCR is a procedure for detecting viruses in the body fluids of living things. In this procedure, the reagent liquid is mixed with the sample liquid using a micropipette so that the dose used is more precise because the volume of the liquid used has a micro-scale. Meanwhile, the pipetting process so far is manual, which will take much time. In addition, manual pipetting has the potential for human error so that the accuracy of the reagent fluid volume will be reduced and will certainly affect the detection results and it will also increase the possibility of laboratory workers contracting COVID-19 from the detection results. So that to overcome this problem, automatic pipetting systems such as the Opentron OT-2 Liquid Handler and the Hamilton STAR Liquid Handling System have been created. A liquid Handling System is a device used to handle the process of transferring chemical liquids from one substrate to another. The sample liquid and reagents in these devices were in an open condition during the pipetting process so that the sample tube cap was opened before it was inserted into the instrument. Such systems can cause contamination of these fluids, causing an error factor in testing the sample. Therefore, to overcome the problems in Liquid Handling, in this research, a tube handling system was made on the Liquid Handling System, which is capable of automatically transferring and opening the sample tube cap. The pipetting system in this project has an accuracy rate of up to 0.451% CV for pipetting liquids in the form of 500 μL of water.

Keywords: Liquid Handling System, Tube Handling, Automatic Pipetting Systems

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritis atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun

tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
Abstrak	iv
<i>Abstract</i>	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL.....	1
BAB I	2
1.1 Latar Belakang.....	2
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Luaran	3
BAB II.....	4
2.1 <i>Liquid Handling System</i>	4
2.2 <i>Tube Handling System</i>	5
2.3 <i>Automatic Pipetting System</i>	6
2.4 PLC Modular	9
2.5 Pemrograman Structured Text	10
BAB III	11
3.1 Rancangan Alat	11
a. Perancangan Sistem Mekanik Alat.....	11
b. Perancangan Sistem Pipipetan Otomatis	14
c. Perancangan Sistem Tube Handling	15
d. Perancangan Program Kerja Alat	22
3.2 Realisasi Alat	24
a. Pembuatan Aktuator pada Sumbu X dan Sumbu Y.....	24
b. Pembuatan Aktuator pada Sumbu Z.....	25
c. Pembuatan Alat Liquid Handling System	26
d. Setting Up Aktuator	27
e. Pembuatan Program Kerja.....	29
BAB IV	31



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.1	Pengujian I – Pengujian Sistem Pemipetan.....	31
4.2	Pengujian II – Pengujian Sistem LGA.....	32
	BAB V.....	36
	DAFTAR PUSTAKA	37
	LAMPIRAN 1.....	2
	LAMPIRAN 2.....	2
	LAMPIRAN 3.....	1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Liquid Handling System.....	4
Gambar 2. 2	Proses Pembukaan Tutup Tabung Menggunakan Rotary Gripper.....	5
Gambar 2. 3	Mekanisme Gearbox Rotary Gripper	6
Gambar 2. 4	Topologi Sistem Pemipetan Otomatis.....	7
Gambar 2. 5	Mekanisme Vacuum Generator.....	7
Gambar 2. 6	Grafik Respon Laju Aliran Terhadap Tekanan Positif Pada Saat Dispense	8
Gambar 2. 7	Grafik Respon Laju Aliran Terhadap Tekanan Negatif Pada Saat Aspirate	8
Gambar 2. 8	PLC Modular.....	9
Gambar 2. 9	Contoh Bahasa Structured Text Berdasarkan Standard IEC 61131-3	10
Gambar 3. 1	Dimensi Rancangan Alat Liquid Handling System untuk Tampak Atas dan Tampak Depan	11
Gambar 3. 2	Tampak 3D Alat Liquid Handling System.....	12
Gambar 3. 3	Toothbelt Axis Stroke 500 mm	12
Gambar 3. 4	Toothbelt Axis Stroke 400 mm	13
Gambar 3. 5	Spindle Axis Stroke 150 mm	13
Gambar 3. 6	Diagram Blok Pengontrolan Pada Sistem Pemipetan	14
Gambar 3. 7	Diagram Blok Pengontrolan Sistem Tube Handling.....	15
Gambar 3. 8	Wiring Diagram Berdasarkan Jalur Komunikasi Antara Kontroler dan Aktuator.....	16
Gambar 3. 9	PLC Modular.....	16
Gambar 3. 10	Modul Input Digital.....	17
Gambar 3. 11	Modul Output Digital	18
Gambar 3. 12	Modul Input/Output IO-link.....	18
Gambar 3. 13	Electric Gripper	19
Gambar 3. 14	Integrated Driver Stepper Motor	20
Gambar 3. 15	Motor Stepper.....	20
Gambar 3. 16	Motor Driver	21
Gambar 3. 17	Modul Vacuum Generator.....	22
Gambar 3. 18	Diagram Alir Sistem Kerja Alat Liquid Handling System	23



Hak Cipta :

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

Gambar 3. 19 Hierarki Program Pengontrolan	24
Gambar 3. 20 Hasil Rancangan Aktuator untuk Sumbu X dan Sumbu Y	25
Gambar 3. 21 Hasil Rancangan Aktuator pada Sumbu Z	26
Gambar 3. 22 Hasil Penggabungan (assembly) Seluruh Aktuator.....	26
Gambar 3. 23 Hasil Rancangan dari Pengkabelan Komponen Elektronik	27
Gambar 3. 24 Hasil Rancangan Layout Dari Komponen Medis	27
Gambar 3. 25 Tampilan pada Automation Suite untuk melakukan konetivitas dengan CMMT (Kotak Merah) dan Menentukan Metode Homing (Kotak Hijau)28	
Gambar 3. 26 Kecepatan dan Force yang digunakan adalah 10%	28
Gambar 3. 27 Function Block Sistem Pengaman ELGC Dengan Memanfaatkan Nilai Posisi Aktual	29
Gambar 3. 28 Function Block Proses Pembukaan Tutup Tabung Sampel	30
Gambar 4. 1 Proses Pembukaan Tutup Tabung Sampel	33
Gambar 4. 2 Hasil Pengujian LGA X1 dan X2 Untuk Target Posisi Grip Tabung	34
Gambar 4. 3 Hasil Pengujian LGA Y1 Untuk Target Posisi Grip Tabung.....	34

DAFTAR TABEL

Table 3. 1 Spesifikasi Toothbelt Axis Stroke 500 mm	12
Table 3. 2 Spesifikasi Toothbelt Axis Stroke 400 mm	13
Table 3. 3 Spesifikasi Spindle Axis Stroke 150 mm.....	13
Table 3. 4 Spesifikasi PLC Modular	16
Table 3. 5 Spesifikasi Modul Input Digital	17
Table 3. 6 Spesifikasi Modul Output Digital	18
Table 3. 7 Spesifikasi Modul Input/Output IO-link	18
Table 3. 8 Spesifikasi Electric Gripper	19
Table 3. 9 Spesifikasi Integrated Driver Stepper Motor	20
Table 3. 10 Spesifikasi Motor Stepper	20
Table 3. 11Spesifikasi Motor Driver.....	21
Table 3. 12 Spesifikasi Modul Vacuum Generator	22
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Sistem Pipet	31
Tabel 4. 2 Target Posisi Untuk LGA Sumbu X dan Sumbu Y	32



Hak Cipta :

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

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Metode *Reverse Transcriptase Polymerase Chain Reaction* (RT-PCR) atau NAAT (*Nucleid Acid Amplification Test*) adalah suatu metode yang digunakan untuk mendeteksi adanya virus pada suatu permukaan dengan cara mengambil sampel dari permukaan tersebut kemudian dilakukan prosedur untuk pengenceran pada sel inang sehingga virus dapat bereplikasi (Shah et al., 2021). Terdapat beberapa tahapan dalam melakukan pemeriksaan sampel yang salah satunya adalah pencampuran reagen dengan sampel. Proses pencampuran cairan sampel dan reagen dilakukan pada *microtiter plate*. Cairan reagen adalah suatu larutan yang mengandung zat yang dibutuhkan dalam prosedur teknik PCR dan juga berfungsi sebagai amplifikasi DNA (Amriani and Tuahatu, 2021).

Proses pemindahan cairan untuk melakukan pencampuran dilakukan menggunakan mikropipet agar cairan yang diambil atau diletakkan memiliki volume yang presisi. Sedangkan proses pipetasi pada prosedur RT-PCR yang selama ini dijalankan menggunakan pipetasi secara manual yang mana untuk menangani sampel yang banyak membutuhkan waktu dan tingkat ketelitian yang setara agar volume cairan dalam pipet sesuai dengan prosedur. Kelemahan dari metode ini adalah lamanya waktu yang dibutuhkan untuk menangani banyak sampel serta potensi terjadinya human error. Untuk mengatasi hal tersebut telah diciptakan alat pipetasi otomatis seperti milik Opentron OT-2 *Liquid Handler* dan Hamilton STAR *Liquid Handling System*. Cairan sampel maupun reagen pada kedua alat ini berada dalam kondisi terbuka selama proses pipetasi yang mana tutup tabung sampel yang digunakan telah dibuka sebelum dimasukkan ke dalam alat. Hal ini dapat menyebabkan kontaminasi terhadap cairan-cairan tersebut sehingga menimbulkan faktor error dalam pengujian sampelnya.

Oleh karena itu, untuk membantu dalam mengurangi tingkat kontaminasi dan tingkat human error pada prosedur RT-PCR dibutuhkan suatu alat yang mampu untuk melakukan proses pipetasi cairan pada prosedur RT-PCR



Hak Cipta :

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

sekaligus dapat membuka dan menutup tabung sampel secara otomatis. Berangkat dari hal tersebut maka dirancang suatu alat pemipetan dan mampu melakukan pembukaan tutup tabung sampel secara otomatis untuk prosedur RT-PCR yang mana hal ini akan membutuhkan pengembangan metode otomasi dalam dunia kesehatan dengan fitur yang otomatis, user friendly, bebas kontaminasi dan handal dalam proses pemipetan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, rumusan masalah yang diangkat dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana mengimplementasikan metode pemipetan otomatis yang tepat untuk prosedur RT-PCR sebagai upaya mengurangi kontaminasi dan tingkat human error ?
- b. Bagaimana pengaruh alat pemipetan otomatis terhadap pengurangan faktor human error yang sesuai dengan prosedur RT-PCR ?

1.3 Tujuan

Pembatasan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Mengotomasi pemipetan dan pembukaan tutup tabung sampel pada proses *Reverse Transcriptase Polymerase Chain Reaction* (RT-PCR) untuk menghindari terjadinya kontak fisik antara pekerja dengan sampel.

1.4 Luaran

Adapun tujuan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Bagi Lembaga Pendidikan dan Perusahaan
 - Akan dibuat sistem pemipetan otomatis dengan mempertimbangkan waktu dan tingkat ketelitian yang dibutuhkan dalam prosedur RT-PCR.
- b. Bagi Mahasiswa
 - Laporan Tugas Akhir
 - Draft/artikel ilmiah untuk publikasi Seminar Nasional Teknik Elektro PNJ/Jurnal Nasional Politeknologi



Hak Cipta :

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

BAB V PENUTUP

Berdasarkan pembuatan alat Tugas Akhir di PT Stechoq Robotika Indonesia telah dibuat alat *Liquid Handling System* yang mampu melakukan pembukaan tabung sampel dan pipetasi secara otomatis. Pemindahan dan pembukaan tabung sampel dilakukan dengan aktuator LGA ELGC pada sumbu X dan Y yang dihubungkan secara mekanik dan tiang penopang dari aktuator untuk sumbu X terbuat dari pipa galvanis dengan mounting adapter yang dibuat menggunakan 3D printer. Sistem pipetasi otomatis dilakukan oleh *Pressure Vacuum Generator* (PGVA) yang memiliki tingkat akurasi hingga 0,451% CV untuk pipetasi cairan berupa air sebanyak 500 μ L.





DAFTAR PUSTAKA

- Amriani, Y. A. and Tuahatu, J. W. (2021) 'Herpesviridae identification method on Ruminants through Molecular Method in Lampung Disease Investigation Center', *Jurnal Penelitian Sains*, 21(3), pp. 163–167.
- Cong, L. and Xu, L. (2003) 'The information integration techniques in metallurgical industry automation of China', *IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline)*, 36(24), pp. 23–28. doi: 10.1016/S1474-6670(17)37597-3.
- Eggert, S. et al. (2020) 'OpenWorkstation: A modular open-source technology for automated in vitro workflows', *HardwareX*, 8, p. e00152. doi: 10.1016/j.ohx.2020.e00152.
- Kemkes RI (2020) KMK Nomor Hk.01.07/Menkes/328/2020 Tentang Panduan Pencegahan Dan Pengendalian Corona Virus Disease 2019 (Covid-19) Di Tempat Kerja, Menteri Kesehatan Republik Indonesia.
- Kong, F. et al. (2012) 'Automatic liquid handling for life science: A critical review of the current state of the art', *Journal of Laboratory Automation*, 17(3), pp. 169–185. doi: 10.1177/2211068211435302.
- Sarker, S. et al. (2021) 'Robotics and artificial intelligence in healthcare during COVID-19 pandemic: A systematic review', *Robotics and Autonomous Systems*, 146, p. 103902. doi: 10.1016/j.robot.2021.103902.
- Shah, S. R. et al. (2021) 'Development of a rapid viability RT-PCR (RV-RT-PCR) method to detect infectious SARS-CoV-2 from swabs', *Journal of Virological Methods*, 297(June), p. 114251. doi: 10.1016/j.jviromet.2021.114251.
- Siarni, M. and Jadbabaie, A. (2020) 'A separation theorem for joint sensor and actuator scheduling with guaranteed performance bounds', *Automatica*, 119, p. 109054. doi: 10.1016/j.automatica.2020.109054.

Hak Cipta :

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



Hak Cipta :

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

Soman, R. (2022) 'Multi-objective optimization for joint actuator and sensor placement for guided waves based structural health monitoring using fibre Bragg grating sensors', *Ultrasonics*, 119, p. 106605. doi: 10.1016/j.ultras.2021.106605.

Tastanova, A. et al. (2021) 'A Comparative Study of Real-Time RT-PCR-Based SARS-CoV-2 Detection Methods and Its Application to Human-Derived and Surface Swabbed Material', *Journal of Molecular Diagnostics*, 23(7), pp. 796–804. doi: 10.1016/j.jmoldx.2021.04.009.





Hak Cipta :

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

LAMPIRAN 1 DAFTAR RIWAYAT HIDUP



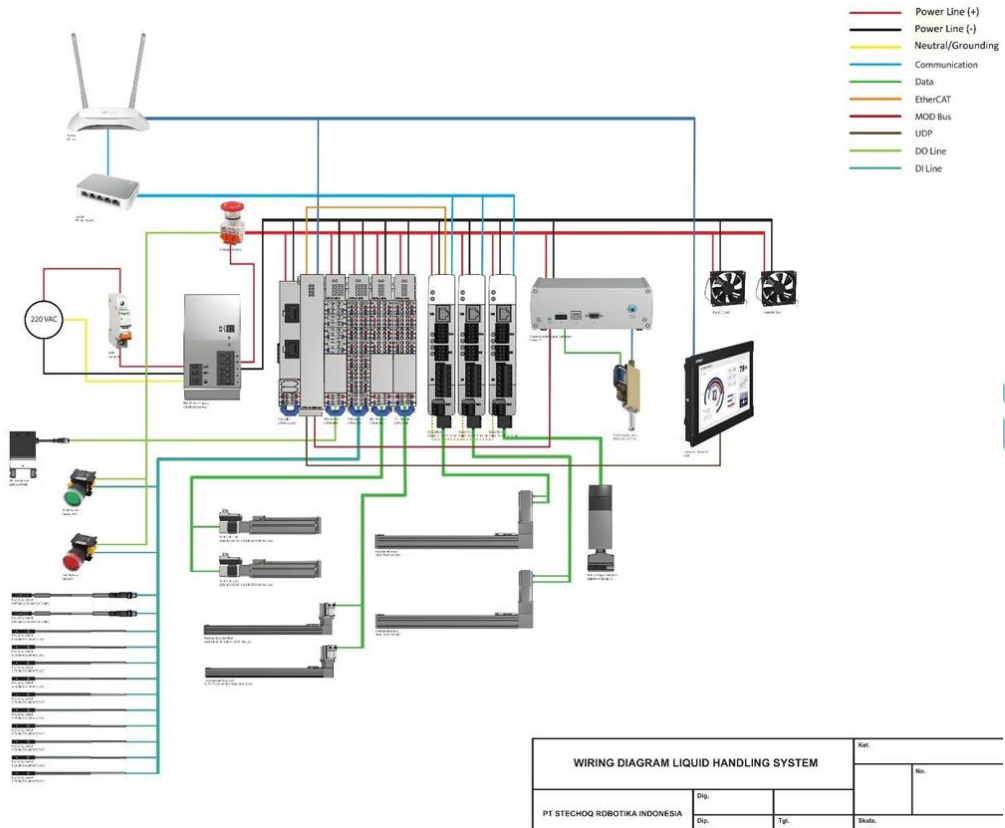
Penulis lahir di Kabupaten Brebes, 15 Januari 2003 dari 3 bersaudara. Lulus dari SDN 02 Mlayang tahun 2013, MTs Al-Hikmah 01 Benda tahun 2016, dan SMAN 1 Bumiayu tahun 2019. Gelar Diploma Tiga (D3) diperoleh pada tahun 2022 dari Jurusan Teknik Elektro Progam Studi Elektronika Industri, Politeknik Negeri Jakarta. Penulis aktif mengikuti kegiatan UKM, dan KSM yang ada di PNJ salah satunya adalah KSM Psychorobotic, dimana penulis berkesempatan menjadi ketua KSM Psychorobotic. Penulis juga masuk kedalam Tim ABU Robocon PNJ sebagai Electrical Engineer. Penulis pernah mendapatkan pendanaan pada Program Kreativitas Mahasiswa di bidang PKM-KC pada tahun 2020 sebesar Rp. 10.000.000,00, dengan topik *Emergency Button* untuk komunikasi pendaki gunung. Penulis juga berkesempatan mengikuti Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) Program Magang dan Studi Independen Bersertifikat (MSIB) selama 2 batch (\pm 11 Bulan) di PT Stechoq Robotika Indonesia. Akhir kata, penulis mengucapkan syukur alhamdulillah karena telah menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“Rancang Bangun Alat Liquid Handling System Untuk Mempercepat Waktu Proses RT- PCR Covid-19”**.

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

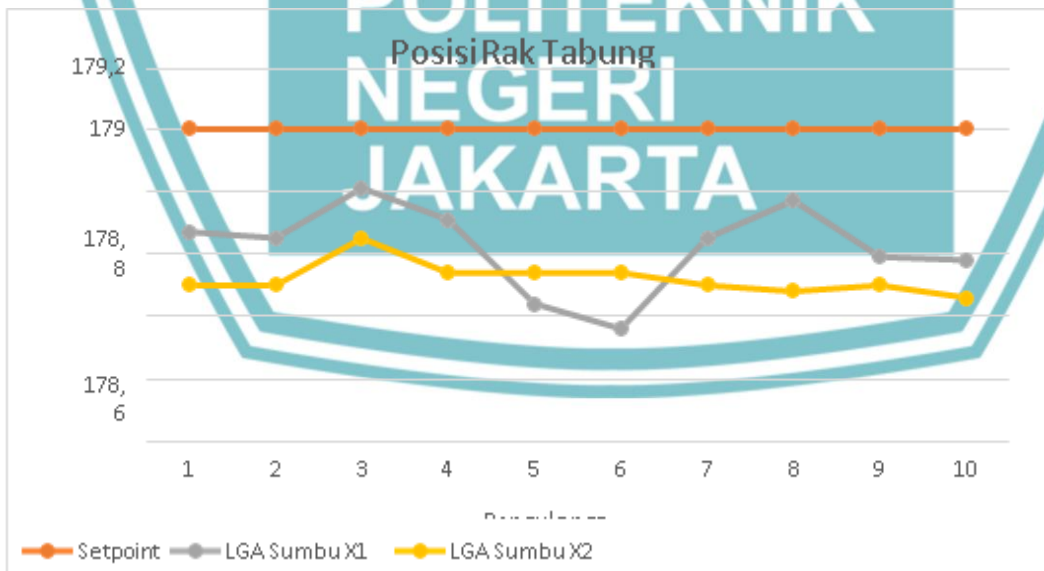


LAMPIRAN 2

a. Wiring Diagram Liquid Handling System



b. Data Hasil Pengujian LGA dengan Target Posisi Rak Tabung



Hak Cipta :

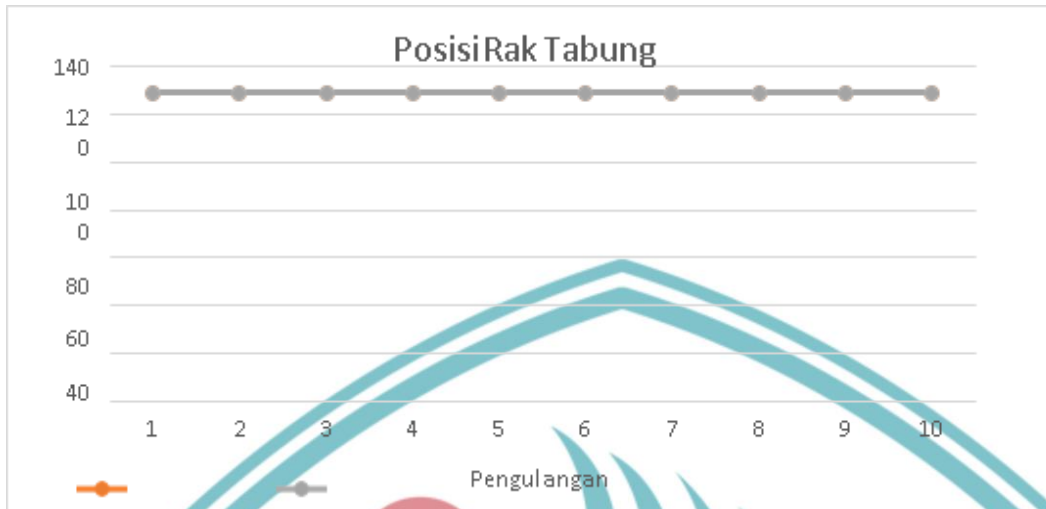
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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



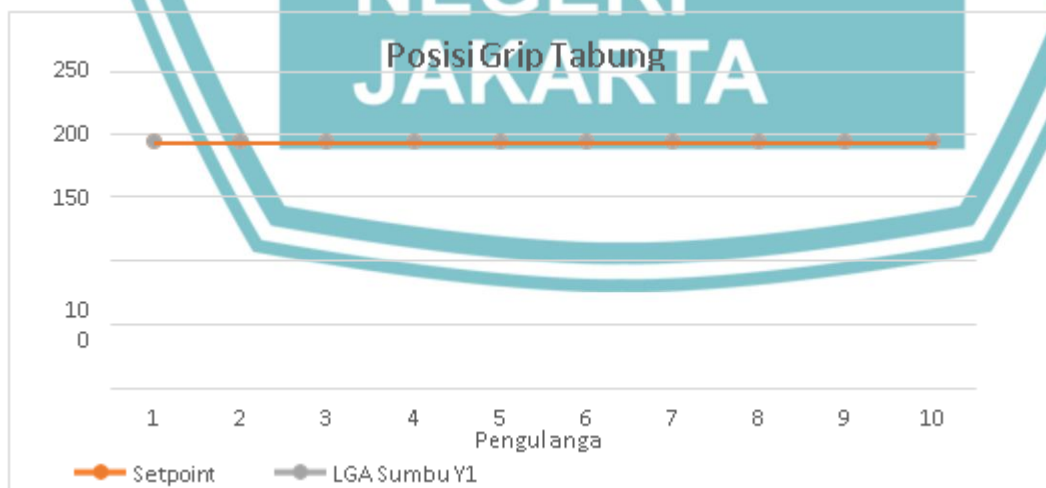
© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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



c. Data Hasil Pengujian LGA dengan Target Posisi Pembukaan Tabung



d. Data Hasil Pengujian LGA dengan Target Posisi Rak Pipet

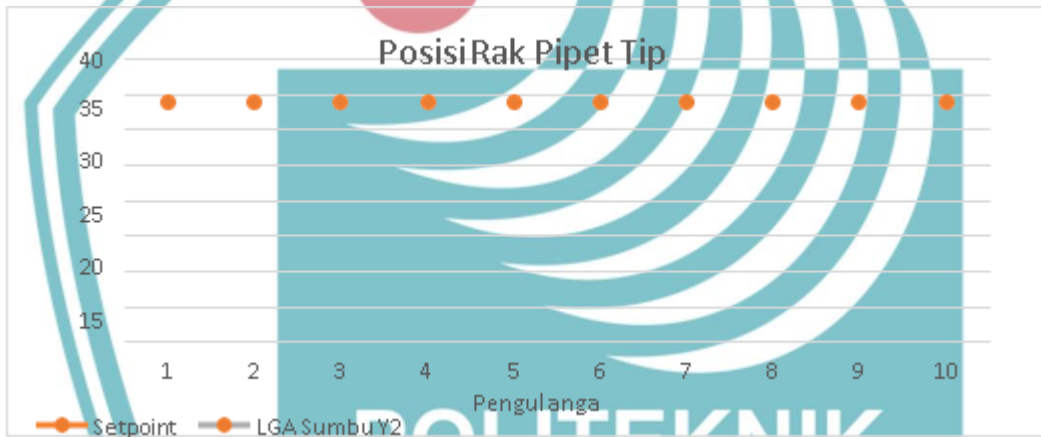
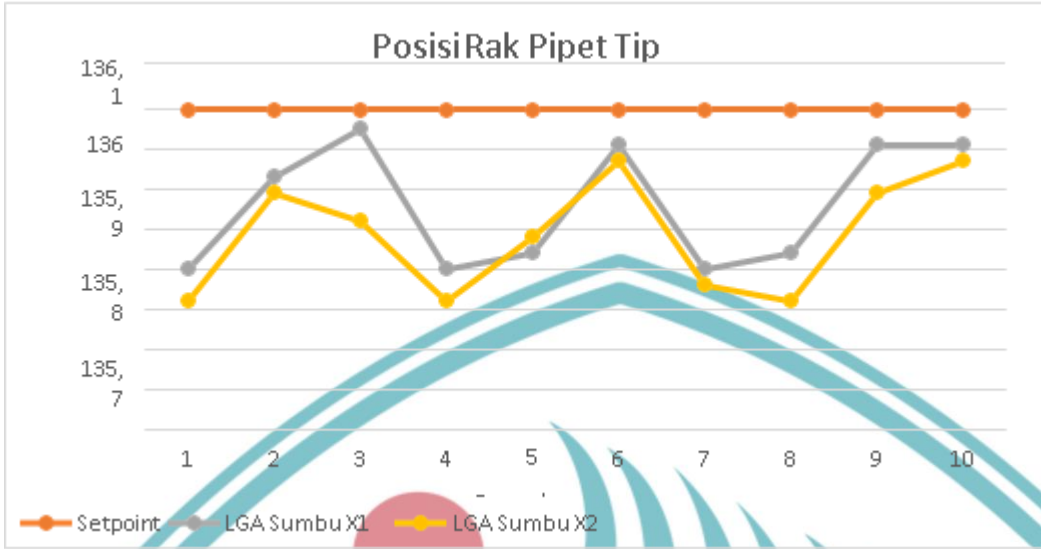
e.



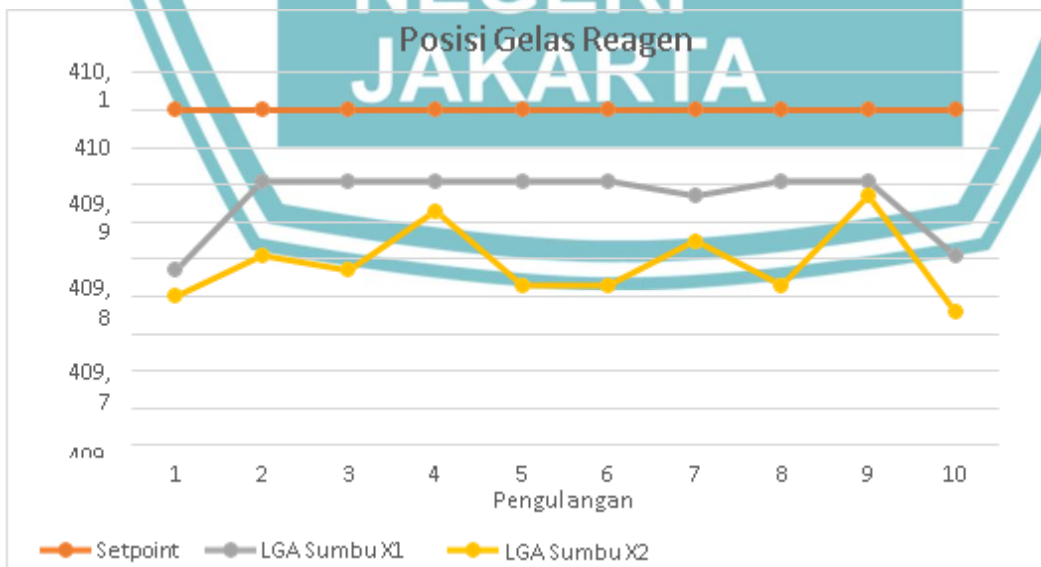
Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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



f. Data Hasil Pengujian LGA dengan Target Posisi Gelas Reagen

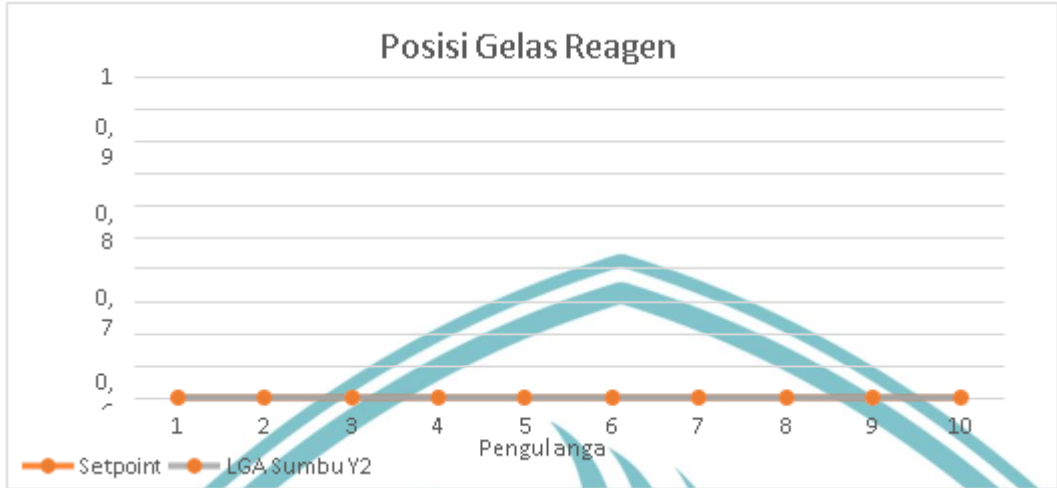




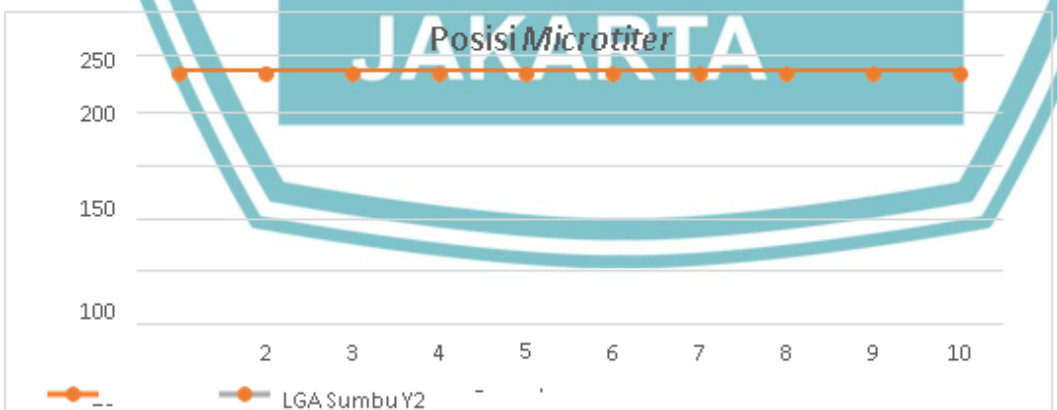
Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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



g. Data Hasil Pengujian LGA dengan Target Posisi *Microtiter*



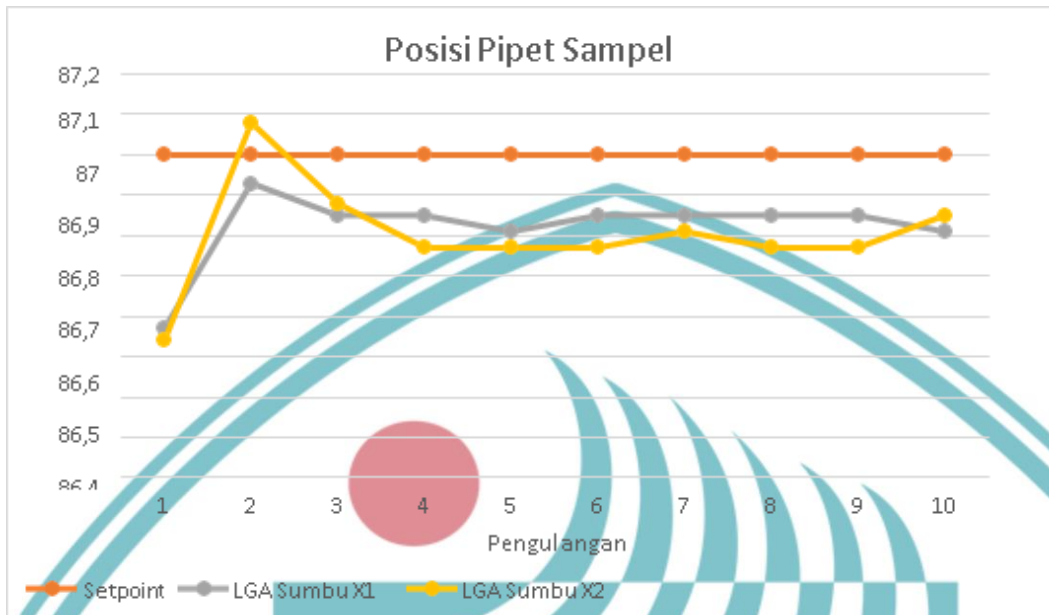
h. Data Hasil Pengujian LGA dengan Target Posisi Penyedotan Sampel



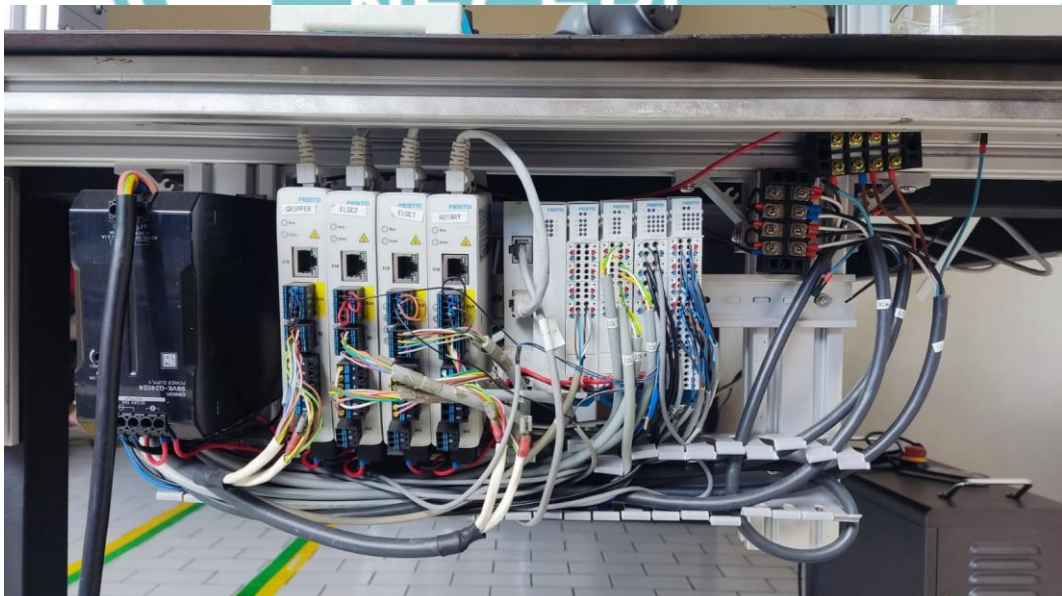
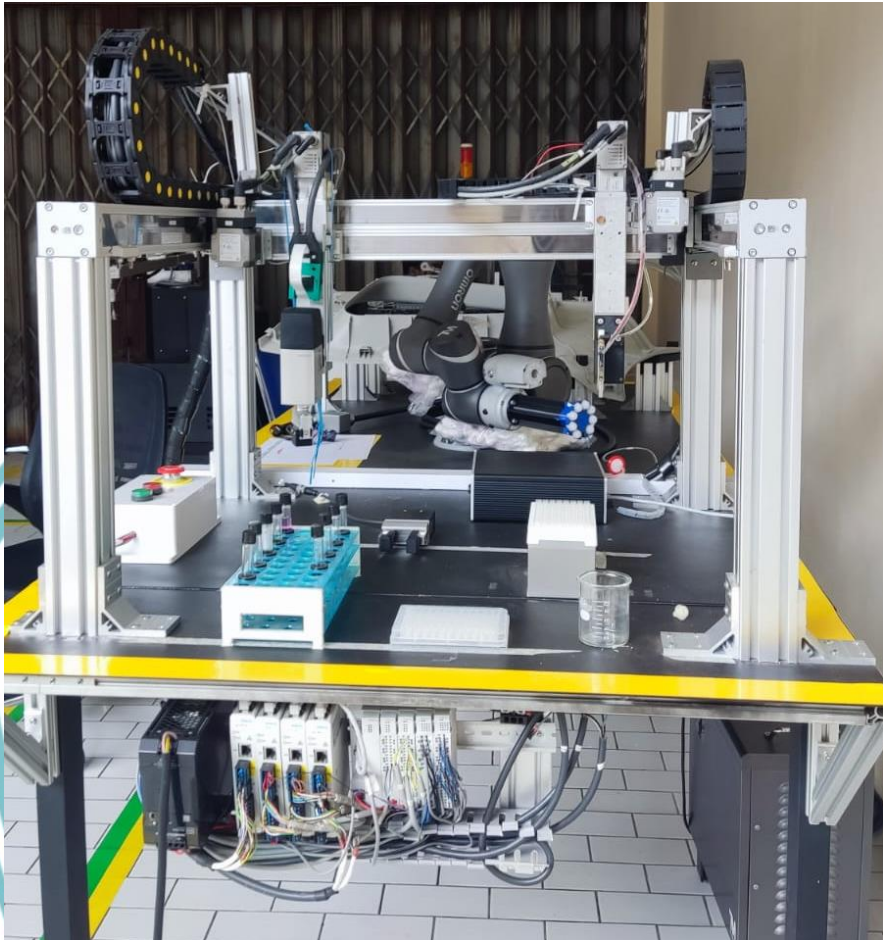
© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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



LAMPIRAN 3 DOKUMENTASI ALAT



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

