© 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

Monitoring real-time dan Kontrol Pengereman Dinamis pada Sistem Generator BLDC Menggunakan Sensor INA dan LabVIEW

SKRIPSI

Driva Putra Bimasakti
2203411023

PROGRAM STUDI D4 TEKNIK OTOMASI LISTRIK INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
2026

© 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

Monitoring real-time dan Kontrol Pengereman Dinamis pada Sistem Generator BLDC Menggunakan Sensor INA dan LabVIEW

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan

Driva Putra Bimasakti
2203411023

PROGRAM STUDI D4 TEKNIK OTOMASI LISTRIK INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
2026

© 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

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya Nyatakan dengan benar

Nama : Driva Putra Bimasakti

NIM : **2203411023**

Tanda Tangan :

Tanggal : 24 Juli 2024

© 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

LAPORAN PENGESAHAN
TUGAS AKHIR

Tugas Akhir diajukan oleh :

Nama : Driva Putra Bimasakti

NIM 2203411023

Program Studi : D4 Teknik Otomasi Listrik Industri

Judul Tugas Akhir : Monitoring Real-Time dan Kontrol Pengereman pada Sistem Generator BLDC Menggunakan Sensor INA dan LabVIEW

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada hari Senin, tanggal 29, bulan Juli tahun 2026 dan dinyatakan **LULUS**

Pembimbing I : Hatib Setiana, S.T., M.T.
NIP. 199204212022030100 7

Pembimbing II : Dezetty Monika, S.T., M.T.
NIP. 199112082018032002

Depok, 24 Juli 2026
Disahkan oleh
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Dr.Muriz Dwiyaniti, S.T..M.T
NIP. 197803312003122002

© 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

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini. Penulisan Skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan di Politeknik Negeri Jakarta. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, sejak masa perkuliahan hingga proses penyusunan Skripsi ini, penulis akan mengalami kesulitan dalam menyelesaikannya. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua dan keluarga penulis yang senantiasa memberikan doa, dukungan moral, dan bantuan material selama proses perkuliahan hingga penyusunan Skripsi ini;
2. Bapak Hatib Setiana, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan arahan serta bimbingan kepada penulis dalam penyusunan Skripsi ini;
3. Ibu Dezetty Monika, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan arahan serta bimbingan kepada penulis dalam penyusunan Skripsi ini;
4. Chun Chia Fan yang telah meminjamkan peralatan serta membantu penulis dalam proses pelaksanaan dan pengurusan Tugas Akhir di St. John's University, Taiwan;
5. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta, yang telah memberikan ilmu pengetahuan, wawasan, dan pengalaman yang sangat berharga kepada penulis selama menempuh pendidikan;
6. Sahabat dan rekan-rekan yang telah memberikan dukungan serta banyak membantu penulis dalam menyelesaikan Skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan seluruh pihak yang telah membantu. Semoga Skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Depok, 24 Juli 2026

Driva Putra Bimasakti

© 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

© 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

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan merancang dan merealisasikan sistem monitoring real-time serta kontrol pengereman dinamis pada generator brushless DC (BLDC) skala laboratorium. Sistem menggunakan dua motor BLDC tipe BL60S sebagai motor penggerak dan generator yang dihubungkan melalui shaft coupling. Keluaran AC tiga fasa generator disearahkan menggunakan rectifier SQL50A untuk menyuplai lampu halogen 12 V 20 W dan braking resistor 100 W 0,5 Ω. Jalur braking resistor dikendalikan oleh modul HW-517 MOSFET menggunakan variasi duty cycle PWM sebesar 0%, 20%, 40%, 60%, 80%, dan 100%. Parameter tegangan, arus, daya, suhu, dan kecepatan putar dibaca menggunakan INA228, ACS712, voltage sensor, MAX6675, dan NJK-5002C. Data sensor diakuisisi oleh ESP32S, dikirimkan ke Arduino Uno melalui CAN bus MCP2515, lalu ditampilkan dan disimpan melalui LabVIEW. Hasil pengujian menunjukkan bahwa peningkatan PWM memperbesar pembebanan braking resistor sehingga tegangan DC bus menurun dari 14,75 V pada PWM 0% menjadi 1,32 V pada PWM 100%, sedangkan kecepatan generator menurun dari 3690,571 rpm menjadi 1366,458 rpm. Daya lampu menurun dari 31,98 W menjadi 0,24 W, sementara daya braking tertinggi sebesar 21,91 W terjadi pada PWM 20% dan kemudian menurun akibat berkurangnya tegangan serta kecepatan generator. Perbandingan pembacaan RPM sensor NJK-5002C dengan hasil perhitungan berdasarkan frekuensi Hall sensor menghasilkan error 0,31%–3,06% dengan rata-rata 1,41%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan monitoring, kontrol PWM, dan data logging secara real-time serta memperlihatkan pengaruh pengereman dinamis terhadap karakteristik keluaran generator BLDC.

Kata kunci: generator BLDC, pengereman dinamis, PWM, LabVIEW, monitoring real-time, CAN bus.

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

ABSTRACT

This study aims to design and implement a real-time monitoring and dynamic braking control system for a laboratory-scale brushless DC (BLDC) generator. The system uses two BL60S BLDC motors as the prime mover and generator, mechanically coupled through a shaft coupling. The generator's three-phase AC output is rectified using an SQL50A rectifier to supply a 12 V, 20 W halogen lamp and a 100 W, 0.5 Ω braking resistor. The braking resistor path is controlled by an HW-517 MOSFET module using PWM duty-cycle variations of 0%, 20%, 40%, 60%, 80%, and 100%. Voltage, current, power, temperature, and rotational speed are measured using the INA228, ACS712, voltage sensor, MAX6675, and NJK-5002C. Sensor data are acquired by an ESP32S, transmitted to an Arduino Uno through an MCP2515 CAN bus, and subsequently displayed and recorded in LabVIEW. The test results show that increasing the PWM duty cycle increases the braking-resistor loading, causing the DC-bus voltage to decrease from 14.75 V at 0% PWM to 1.32 V at 100% PWM, while the generator speed decreases from 3690.571 rpm to 1366.458 rpm. The lamp power decreases from 31.98 W to 0.24 W, whereas the maximum braking power of 21.91 W occurs at 20% PWM and subsequently decreases because of the reduction in generator voltage and speed. A comparison between the NJK-5002C speed measurement and the RPM calculated from the Hall-sensor frequency produces an error range of 0.31%–3.06%, with an average error of 1.41%. These results demonstrate that the developed system can perform real-time monitoring, PWM control, and data logging while showing the effect of dynamic braking on the output characteristics of the BLDC generator.

Keywords: BLDC generator, dynamic braking, PWM, LabVIEW, real-time monitoring, CAN bus.

© 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

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....i
HALAMAN JUDUL.....ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS..... III
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....iv
KATA PENGANTAR V
DAFTAR ISI.....IX
DAFTAR GAMBAR XIII
DAFTAR TABEL.....XV
BAB I 1
PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Perumusan Masalah 3
1.3 Tujuan 3
1.4 Luaran 4
BAB II..... 5
TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1 Penelitian Terdahulu 5
2.2 Brushless DC (BLDC) 6
2.2.1 BLDC sebagai Motor Penggerak 8
2.2.2 *Six-Step Commutation* 8
2.2.3 Hall Effect Sensor 10
2.2.4 BLDC sebagai Generator 11
2.3 Motor Driver BLDC..... 11
2.3.1 MC33035 12

2.3.2 MOSFET N-Channel 14
2.3.3 MOSFET P-Channel 16
2.3.4 *Closed-Loop Speed Control* 18
2.3.5 MC33039 19
2.5 *Rectifier* Tiga Fasa 21
2.6 Pengereman Dinamis 22
2.6.1 Load Resistor 23
2.6.2 Lampu Halogen 24
2.7 HW-517 MOSFET 24
2.8 Sensor pada Sistem Monitoring 25
2.8.1 ACS712 25
2.8.2 Sensor INA 27
2.8.3 Voltage Sensor 27
2.8.4 MAX6675 28
2.8.5 NJK-5002C 30
2.9 Komunikasi Data dan Mikrokontroler 31
2.9.1 ESP32S 31
2.9.2 Arduino Uno 31
2.9.3 Komunikasi CAN Bus MCP2515 32
2.10 LabVIEW sebagai Monitoring, Kontrol, dan *Data logging* 33
2.11 Teori Perhitungan yang Digunakan 36
BAB III 39
PERENCANAAN DAN REALISASI 39
3.1 Rancangan Alat 39
3.1.1 Deskripsi Sistem 39
3.1.2 Diagram Blok Sistem 39

© 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

3.1.3 Topologi Sistem 40
3.1.4 Alur Kerja Sistem 42
3.1.5 Spesifikasi Alat 44
3.2 Konfigurasi Alat 45
3.2.1 Konfigurasi Motor Driver BLDC MC33035 dan MC33039 45
3.2.2 Konfigurasi Sensor RPM NJK-5002C 49
3.2.3 Konfigurasi Sensor Suhu K-Type Thermocouple 50
3.2.4 Konfigurasi Sistem IoT 50
3.2.5 Konfigurasi Rangkaian Daya Generator BLDC dan Load 53
3.3 Konfigurasi LabVIEW 54
3.3.1 Konfigurasi *Front Panel* LabVIEW 54
3.3.2 Konfigurasi *Block Diagram* LabVIEW 57
3.4 Realisasi Alat 62
3.4.1 Pembacaan pada MOSFET P-Channel dan N-Channel pada Motor Driver 62
3.4.2 Pembacaan pada Hall Sensor 64
3.4.3 Realisasi Tegangan yang Dihasilkan dari Motor Generator 67
3.4.4 Realisasi Keluaran *Rectifier* terhadap Variasi Beban 68
3.4.5 Kalibrasi Sensor 69
3.4.6 Percobaan Pembacaan dan Kontrol melalui LabVIEW 72
3.5 Kriteria Keberhasilan Sistem 74
BAB IV 75
PEMBAHASAN 75
4.1 Pengujian Sistem Pengereman Dinamis terhadap Variasi PWM 75
4.1.1 Deskripsi Pengujian 75
4.1.2 Prosedur Pengujian 75

© 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

4.1.3 Data Hasil Pengujian 76
4.1.4 Analisis Data/Evaluasi 81
4.2 Pengujian Kecepatan RPM Hall Sensor Dan NJK 5002C 85
4.2.1 Deskripsi Pengujian 85
4.2.2 Prosedur Pengujian 85
4.2.3 Data Hasil Pengujian 86
4.2.4 Analisis Data/Evaluasi 87
BAB V 88
PENUTUP 88
5.1 Kesimpulan 88
5.2 Saran 90
DAFTAR PUSTAKA 91
LAMPIRAN 93

© 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

© 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

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Konstruksi motor DC berkomutator tipe coreless 7
Gambar 2.2 Rangkaian inverter tiga fasa dan prinsip komutasi elektronik pada motor BLDC 9
Gambar 2.3 Sinyal keluaran tiga Hall sensor pada motor BLDC 10
Gambar 2.4 Konfigurasi Motor Driver dan Sistem Kendali Motor BLDC 12
Gambar 2.5 Simbol MOSFET N-Channel 14
Gambar 2.6 Simbol MOSFET P-channel.....16
Gambar 2.7 Closed Loop Speed Control 19
Gambar 2.8 *Rectifier* AC ke DC 21
Gambar 2.9 Prinsip Pengereman Dinamis menggunakan *braking chopper* dan *braking resistor* 22
Gambar 2.10 Modul HW-517 MOSFET sebagai saklar PWM 24
Gambar 2.11 ACS712 26
Gambar 2.12 INA228.....27
Gambar 2.13 Voltage sensor.....28
Gambar 2.14 MAX6675.....29
Gambar 2.15 K-Type Thermocouple 29
Gambar 2.16 NJK-5002C Hall Effect.....30
Gambar 2.17 MCP2515 32
Gambar 2.18 Tampilan workspace *Front Panel* LabVIEW 33
Gambar 2.19 Tampilan workspace *Block Diagram* LabVIEW 35
Gambar 3.1 Diagram blok sistem monitoring dan Pengereman Dinamis generator BLDC 40
Gambar 3.2 Topologi sistem input, proses, dan output.....41
Gambar 3.3 Flowchart Alur Monitoring Data.....42
Gambar 3.4 Flowchart Alur Kontrol PWM 43
Gambar 3.5 Skematik Rangkaian Motor Driver BLDC.....47

Gambar 3.6 Layout penempatan komponen pada PCB motor driver BLDC 47
Gambar 3.7 Konfigurasi sensor NJK-5002C pada *shaft coupling*.....49
Gambar 3.8 Konfigurasi K-Type Thermocouple 50
Gambar 3.9 Wiring sensor, ESP32S, Arduino Uno, dan MCP2515.....51
Gambar 3.10 Rangkaian daya generator BLDC dan Load 53
Gambar 3.11 Tampilan *Front Panel* LabVIEW 54
Gambar 3.12 Full *Block Diagram*.....57
Gambar 3.13 Match Pattern Diagram 58
Gambar 3.14 Konfigurasi Komunikasi Serial VISA pada LabVIEW 58
Gambar 3.15 Visa Write Diagram 59
Gambar 3.16 LabVIEW Format Into String 59
Gambar 3.17 Konfigurasi Build Array dan Insert Into Array untuk *Data logging* pada LabVIEW.....60
Gambar 3.18 Konfigurasi *Data logging* Excel pada LabVIEW 61
Gambar 3.19 Konfigurasi Header Tabel dan Penyimpanan Data Monitoring ke Excel pada LabVIEW 61
Gambar 3.20 Konfigurasi penghentian komunikasi serial VISA pada LabVIEW 62
Gambar 3.21 Pengujian Monitoring dan Kontrol PWM pada LabVIEW.....73
Gambar 4.1 Grafik Tegangan terhadap Variasi PWM.....80
Gambar 4.2 Grafik Arus terhadap Variasi PWM.....80
Gambar 4.3 Grafik Daya terhadap Variasi PWM 80
Gambar 4.4 Grafik Suhu terhadap Variasi PWM 81
Gambar 4.5 Grafik RPM NJK-5002C dan Hall Sensor terhadap Variasi PWM ...86

© 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

© 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

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pin pada MC33035 12
Tabel 2.2 Perbedaan N-Channel Depletion MOSFET dan N-Channel Enhancement MOSFET 15
Tabel 2.3 Perbedaan P-Channel Depletion MOSFET dan P-Channel Enhancement MOSFET 18
Tabel 2.4 Fungsi Pin MC33039 20
Tabel 3.1 Spesifikasi alat 44
Tabel 3.2 Daftar Komponen Motor Driver BLDC 48
Tabel 3.3 Wiring sensor ke ESP32S 51
Tabel 3.4 Wiring MCP2515 sisi ESP32S dan Arduino Uno 52
Tabel 3.5 Wiring Arduino Uno ke HW-517 MOSFET 52
Tabel 3.6 Indikator dan Kontrol pada LabVIEW 55
Tabel 3.7 Keterangan Status Sistem pada LabVIEW 56
Tabel 3.8 Dokumentasi Pembacaan Sinyal MOSFET pada Motor Driver BLDC 63
Tabel 3.9 Pembacaan Frekuensi Hall Sensor 64
Tabel 3.10 Hasil Perhitungan RPM dari Osiloskop 66
Tabel 3.11 Dokumentasi Pengukuran Tegangan Keluaran Generator BLDC 67
Tabel 3.12 Hasil Pengukuran Vmax Keluaran *Rectifier* pada Kondisi Load 68
Tabel 3.13 Faktor Kalibrasi Sensor ACS712 70
Tabel 3.14 Hasil Pengujian Sensor NJK-5002C 72
Tabel 3.15 Keterangan Parameter Monitoring pada *Front Panel* LabVIEW 73
Tabel 4.1 Rentang Waktu dan Jumlah *Data logging* 76
Tabel 4.2 Data DC Bus 77
Tabel 4.3 Data Beban Lampu 77
Tabel 4.4 Data *Braking resistor* 77

Tabel 4.5 Data Suhu dan RPM.....78
Tabel 4.6 Dokumentasi Sinyal Hall Sensor CH1 dan Tegangan Braking CH2.....78
Tabel 4.7 Perhitungan Daya Sistem.....82
Tabel 4.8 Perbandingan Arus Berdasarkan KCL.....82
Tabel 4.9 Perbandingan V Bus dan V Lamp.....83
Tabel 4.10 *Brake Power Ratio*.....84
Tabel 4.11 Perbandingan RPM NJK-5002C dan Hall Sensor.....86

© 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

© 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

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan sistem energi listrik skala kecil, otomasi industri, dan teknologi kendaraan listrik mendorong penggunaan motor Brushless DC (BLDC) pada berbagai aplikasi. Motor BLDC memiliki rotor bermagnet permanen, konstruksi ringkas, tidak menggunakan sikat mekanis, serta dapat dikendalikan menggunakan rangkaian driver elektronik. Selain sebagai motor penggerak, mesin BLDC juga dapat difungsikan sebagai generator apabila porosnya diputar oleh penggerak mekanik dari luar. Ketika rotor BLDC berputar, perubahan fluks magnet pada belitan stator menghasilkan tegangan induksi tiga fasa yang dapat disearahkan menjadi tegangan DC menggunakan *rectifier*. Pada sistem motor atau generator yang mengalami perubahan kecepatan, diperlukan metode pengendalian energi agar tegangan dan putaran tidak meningkat secara berlebihan. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah Pengereman Dinamis. Pengereman Dinamis bekerja dengan mengalirkan energi listrik Menuju *braking resistor* sehingga energi tersebut didisipasikan dalam bentuk panas. Pengereman Dinamis dapat memengaruhi penurunan kecepatan motor tiga fasa, sedangkan pada sistem BLDC proses pengereman berkaitan dengan perubahan energi pada sistem penggerak (Hardito et al., 2022; Mamur & Candan, 2020).

Pada penelitian ini, konsep Pengereman Dinamis diterapkan pada generator BLDC skala laboratorium. Sistem menggunakan dua unit motor BLDC tipe BL60S. Motor pertama digunakan sebagai BLDC mover atau penggerak mekanik, sedangkan motor kedua digunakan sebagai BLDC generator. Kedua motor dihubungkan menggunakan *shaft coupling* sehingga putaran dari motor penggerak

dapat diteruskan ke poros generator. Keluaran generator berupa tegangan AC tiga fasa pada terminal U, V, dan W disearahkan menggunakan *Rectifier* SQL50A menjadi tegangan DC bus. Tegangan DC bus tersebut digunakan untuk menyuplai beban lampu halogen 12 V 20 W dan jalur Pengereman Dinamis berupa *braking resistor* 100 W 0,5 Ω. Pengaturan kerja *braking resistor* dilakukan menggunakan modul HW-517 MOSFET yang dikendalikan oleh sinyal Pulse Width Modulation (PWM). Ketika *duty cycle* PWM dinaikkan, waktu aktif

MOSFET menjadi lebih lama sehingga *braking resistor* lebih sering terhubung ke DC bus. Kondisi tersebut menyebabkan generator menerima pembebanan tambahan. Akibatnya, tegangan keluaran dan kecepatan putar generator cenderung Menurun. Dengan demikian, variasi PWM dapat digunakan untuk mengamati pengaruh pembebanan *braking resistor* terhadap tegangan, arus, daya, suhu, dan RPM generator BLDC. Agar respons sistem dapat dianalisis, diperlukan sistem *monitoring real-time* yang mampu membaca beberapa parameter sekaligus. Parameter yang diamati meliputi tegangan DC bus, tegangan lampu, arus total, arus lampu, arus *braking resistor*, daya, suhu, RPM, dan nilai PWM. Sensor INA dapat digunakan untuk membaca parameter tegangan, arus, dan daya berbasis pengukuran shunt resistor. INA228 merupakan sensor power monitor dengan antarmuka I2C yang dapat membaca tegangan, arus, daya, energi, dan parameter kelistrikan lainnya. Penggunaan sensor tegangan dan sensor arus juga telah diterapkan pada sistem pengukuran pembangkit listrik skala kecil (Sihaloho dan Rahmadewi, 2024). Sistem akuisisi data pada penelitian ini menggunakan ESP32S sebagai node pembaca sensor. ESP32S dipilih karena mendukung beberapa protokol komunikasi seperti ADC, I2C, SPI, dan UART sehingga dapat digunakan untuk membaca beberapa sensor sekaligus Data hasil pembacaan sensor dari ESP32S dikirimkan ke Arduino Uno melalui komunikasi CAN bus menggunakan modul MCP2515. MCP2515 merupakan stand-alone CAN controller dengan antarmuka SPI yang dapat digunakan untuk menghubungkan mikrokontroler dengan jaringan CAN bus

LabVIEW digunakan sebagai antarmuka monitoring, kontrol PWM, dan *data logging*. LabVIEW mendukung pembuatan tampilan *Front Panel*, *Block Diagram*, komunikasi serial, serta penyimpanan data hasil pengujian. LabVIEW dapat digunakan untuk sistem akuisisi data dan instrumentasi berbasis pemrograman grafis, sedangkan NI-VISA mendukung komunikasi antara komputer dan perangkat eksternal melalui antarmuka komunikasi tertentu. Selain itu, sistem data acquisition multi sensor dapat digunakan untuk membaca parameter kelistrikan dan lingkungan secara real-time pada sistem energi skala kecil (Verma et al., 2026).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk merancang dan merealisasikan sistem *monitoring real-time* serta kontrol Pengereman Dinamis pada generator BLDC skala laboratorium. Penelitian ini berfokus pada pengamatan

© 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

© 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

karakteristik *voltage drop*, pengaruh variasi PWM Pengereman Dinamis terhadap tegangan, arus, daya, suhu, dan RPM, serta perbandingan pembacaan RPM sensor NJK-5002C dengan perhitungan berdasarkan frekuensi Hall sensor. Sistem ini diharapkan dapat menjadi media pengujian dan pembelajaran mengenai hubungan antara pembebanan *braking resistor*, penurunan RPM, perubahan tegangan keluaran generator, dan *monitoring real-time* berbasis mikrokontroler serta LabVIEW.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dirumuskan beberapa permasalahan pada penelitian ini:

1. Bagaimana merealisasikan sistem *monitoring real-time* untuk membaca tegangan, arus, daya, suhu, RPM, dan PWM menggunakan ESP32S, sensor ACS712, INA228, voltage sensor, MAX6675, NJK-5002C, komunikasi CAN bus MCP2515, Arduino Uno, dan LabVIEW?
2. Bagaimana pengaruh variasi *duty cycle* PWM terhadap tegangan DC bus, daya lampu, daya *braking resistor*, suhu, dan RPM generator BLDC?
3. Bagaimana kesesuaian hasil pembacaan sensor RPM NJK-5002C jika dibandingkan dengan perhitungan RPM berdasarkan frekuensi Hall sensor?

1.3 Tujuan

Berdasarkan perumusan masalah yang telah disampaikan, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan merealisasikan *test bench* generator BLDC yang terdiri dari BLDC mover, BLDC generator, *shaft coupling*, *Rectifier* SQL50A/SQL50A1200V, lampu halogen 12 V 20 W, *braking resistor* 100 W 0,5 ohm, dan modul HW-517 MOSFET.
2. Merealisasikan sistem *monitoring real-time* menggunakan ESP32S, sensor ACS712, INA228, voltage sensor, MAX6675, NJK-5002C, Arduino Uno, MCP2515, dan LabVIEW.
3. Mengimplementasikan kontrol PWM dari LabVIEW Menuju Arduino Uno untuk mengendalikan modul HW-517 MOSFET pada jalur *braking resistor*.

© 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

4. Menganalisis pengaruh variasi PWM terhadap tegangan, arus, daya, suhu, dan RPM pada sistem generator BLDC.
5. Membandingkan hasil pembacaan RPM sensor NJK-5002C dengan hasil perhitungan RPM dari frekuensi Hall sensor sebagai validasi pembacaan kecepatan.

1.4 Luaran

Sebagai hasil dari penelitian yang dilakukan, beberapa luaran yang diharapkan dapat dicapai adalah sebagai berikut

1. Laporan skripsi berjudul "*Monitoring real-time* dan Kontrol Pengereman Dinamis pada Sistem Generator BLDC Menggunakan Sensor INA dan LabVIEW".
2. Program ESP32S dan Arduino Uno untuk akuisisi data sensor, komunikasi CAN bus, komunikasi serial, dan kontrol PWM.
3. Antarmuka LabVIEW untuk *monitoring real-time*, kontrol PWM, dan *data logging* hasil pengujian.
4. Data pengujian pengaruh variasi PWM terhadap tegangan, arus, daya, suhu, dan RPM generator BLDC
5. Jurnal SNTE berjudul "*Monitoring real-time* dan Kontrol Pengereman pada Sistem Generator BLDC Menggunakan Sensor INA dan LabVIEW"

© 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

BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Sistem Pengereman Dinamis generator BLDC berbasis *monitoring real-time* berhasil direalisasikan menggunakan BLDC mover, BLDC generator, *shaft coupling*, *Rectifier* SQL50A, lampu halogen 12 V 20 W, *braking resistor* 100 W 0,5 Ω, modul HW-517 MOSFET, ESP32S, Arduino Uno, MCP2515, dan LabVIEW. Sistem ini bekerja sebagai *test bench* untuk mengamati pengaruh pembebanan Pengereman Dinamis terhadap keluaran generator BLDC.
2. Sistem monitoring mampu menampilkan parameter tegangan, arus, daya, suhu, RPM, dan PWM melalui antarmuka LabVIEW. ESP32S berfungsi sebagai node akuisisi data sensor, Arduino Uno berfungsi sebagai penerima data CAN bus dan penghasil sinyal PWM, sedangkan LabVIEW berfungsi sebagai antarmuka monitoring, kontrol PWM, dan *data logging* hasil pengujian.
3. Pemasangan beban menyebabkan *voltage drop* pada keluaran *Rectifier* generator BLDC. Pada kondisi tanpa beban, tegangan maksimum keluaran *Rectifier* sebesar 21,4 V. Setelah diberi beban lampu halogen 12 V 20 W, tegangan turun menjadi 14,8 V, sehingga *voltage drop* yang terjadi sebesar 6,6 V atau sekitar 30,84%. Sementara itu, ketika diberi beban load resistor 0,5 Ω 100 W, tegangan turun menjadi 2,20 V dengan *voltage drop* sebesar 19,2 V atau sekitar 89,72%. Hal ini Menunjukkan bahwa beban resistor memberikan pembebanan yang lebih besar terhadap keluaran generator dibandingkan beban lampu.
4. Peningkatan PWM Pengereman Dinamis menyebabkan penurunan tegangan DC bus dan RPM generator. Pada PWM 0%, V Bus sebesar 14,75 V dan RPM sebesar 3690,571 RPM. Pada PWM 100%, V Bus turun menjadi 1,32 V dan RPM turun menjadi 1366,458 RPM. Penurunan ini Menunjukkan bahwa *braking resistor* memberikan efek pembebanan terhadap generator BLDC sehingga kecepatan putar dan tegangan keluarannya Menurun.

5. Daya lampu Menurun dari 31,98 W pada PWM 0% menjadi 0,24 W pada PWM 100%. Daya *braking resistor* mulai muncul pada PWM 20% dengan nilai sebesar 21,91 W. Pada PWM yang lebih tinggi, daya *braking resistor* tidak meningkat secara linier, tetapi cenderung Menurun karena generator mengalami penurunan RPM dan tegangan akibat pembebanan Pengereman Dinamis.
6. Perbandingan RPM sensor NJK-5002C dengan perhitungan berdasarkan frekuensi Hall sensor Menunjukkan error pada rentang 0,31% sampai 3,06%, dengan rata-rata sekitar 1,41%. Hasil ini Menunjukkan bahwa sensor NJK-5002C dapat digunakan sebagai pembanding pembacaan RPM pada sistem monitoring, meskipun hasilnya tetap dipengaruhi oleh jarak sensor terhadap magnet dan getaran mekanik pada *shaft coupling*.
7. Penelitian ini masih terbatas pada pengujian skala laboratorium, variasi beban yang terbatas, serta belum dilakukan pengujian jangka panjang. Oleh karena itu, hasil penelitian difokuskan pada respons sistem terhadap variasi PWM Pengereman Dinamis, bukan pada kestabilan operasi kontinu atau analisis ketahanan termal jangka panjang.

© 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

© 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

5.2 Saran

1. Sistem kontrol PWM dapat dikembangkan menjadi otomatis berdasarkan parameter tertentu, seperti tegangan DC bus, RPM, suhu, atau daya keluaran, sehingga *braking resistor* dapat aktif ketika parameter melewati batas yang ditentukan.
2. Variasi beban perlu diperbanyak, misalnya menggunakan beberapa nilai resistor beban atau beban elektronik, agar karakteristik generator dan Pengereman Dinamis dapat dianalisis secara lebih menyeluruh.
3. Pengujian durasi panjang perlu dilakukan untuk mengetahui pengaruh panas terhadap *braking resistor*, MOSFET HW-517, *Rectifier*, motor BLDC, dan komponen pendukung lainnya.
4. Sistem proteksi tambahan seperti fuse, pembatas arus, sensor suhu pada *braking resistor*, serta pemutus otomatis perlu ditambahkan untuk meningkatkan keamanan rangkaian daya.

© 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

DAFTAR PUSTAKA

Abouseda, A. I., Doruk, R. O., & Amini, A. (2025). Parameter identification and speed control of a small-scale BLDC motor: Experimental validation and real-time PI control with low-pass filtering. *Machines, 13*(8), 656. https://doi.org/10.3390/machines13080656

Atia, B. S., Mahmoud, M. M., Elzein, I. M., Mohamed Abdel-Rahim, A.-M., Alkuhayli, A., Khaled, U., Beroual, A., & Shaaban, S. A. (2024). Applications of Kepler algorithm-based controller for DC chopper: Towards stabilizing wind driven PMSGs under nonstandard voltages. *Sustainability, 16*(7), 2952. https://doi.org/10.3390/su16072952

Chan, C.-H., Wen, F.-L., Wen, C.-P., & Pradana, K. K. P. (2025). A novel controller for fuel cell generators based on CAN bus. *Applied System Innovation, 8*(5), 138. https://doi.org/10.3390/asi8050138

Chen, W., Wu, J., Li, X., & Li, C. (2024). Overvoltage avoidance control strategy for braking process of brushless DC motor drives with small DC-link capacitance. *Actuators, 13*(5), 185. https://doi.org/10.3390/act13050185

Godfrey, A. J., & Sankaranarayanan, V. (2018). A new electric braking system with energy regeneration for a BLDC motor driven electric vehicle. *Engineering Science and Technology, an International Journal, 21*(4), 704–713. https://doi.org/10.1016/j.jestch.2018.05.003

Guo, Y., Zhang, Y., & Li, X. (2024). Position correction control of permanent-magnet brushless motor based on commutation-interval current symmetry. *World Electric Vehicle Journal, 15*(5), 203. https://doi.org/10.3390/wevj15050203

Hardito, A., Nuryanto, L. E., Khambali, M., & Triyani, E. (2022). Efek Pengereman Dinamis terhadap kecepatan motor tiga fasa. *Orbith: Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa dan Sosial, 18*(1), 37–45. https://doi.org/10.32497/orbith.v18i1.3562

Jiménez-Romero, F. J., González-Jiménez, J. R., García-Torres, F., Caballero, Á., & Lara-Raya, F. R. (2024). A novel testing equipment based on Arduino and LabVIEW for electrochemical performance studies on experimental cells: Evaluation in lithium-sulfur technology. *Measurement, 224*, 113922. https://doi.org/10.1016/j.measurement.2023.113922

Kolano, K. (2020). Determining the position of the brushless DC motor rotor. *Energies, 13*(7), 1607. https://doi.org/10.3390/en13071607

Mamur, H., & Candan, A. K. (2020). Detailed simulation of *regenerative braking* of BLDC motor for electric vehicles. *Bilge International Journal of Science and Technology Research, 4*(2), 63–72. https://doi.org/10.30516/bilgesci.646901

Mancini, R. (2016). *Understanding basic analog—Ideal op amps* (Application Report SLAA068B, Rev. B). Texas Instruments.

Mazzei, F., Bernardi, L., Scaramuzzino, P. F., Gargiulo, C., & Curti, F. (2025). Experimental characterization of miniature DC motors for robotics in high magnetic field environments. *Robotics, 14*(12), 172. https://doi.org/10.3390/robotics14120172

Netzel, N. A., Batista, D. S., Granziera, F., Jr., & Tosin, M. C. (2025). A versatile low-cost data acquisition system for small rocket engine *test bench*. *HardwareX, 23*, e00686. https://doi.org/10.1016/j.ohx.2025.e00686

Pozo, B., Araujo, J. Á., Zessin, H., Mateu, L., Garate, J. I., & Spies, P. (2020). Mini wind harvester and a low power three-phase AC/DC converter to power IoT devices: Analysis, simulation, test and design. *Applied Sciences, 10*(18), 6347. https://doi.org/10.3390/app10186347

Şen, M., & Mutluer, M. (2025). A review of BLDC motors: Types, application, failure modes and detection. *Energies, 18*(24), 6402. https://doi.org/10.3390/en18246402

Sihaloho, A. D. F. H., & Rahmadewi, R. (2024). Implementasi voltage sensor dan sensor INA219 sebagai pengukur tegangan dan arus pada pembangkit listrik termoelektrik generator (PETRIKOR). *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan, 10*(4), 116–126. https://doi.org/10.5281/zenodo.10501251

Stawczyk, P. (2025). Costless improvement of converter efficiency in a *regenerative braking* system with a brushless DC machine. *Electronics, 14*(12), 2390. https://doi.org/10.3390/electronics14122390

Surakasi, B., Satish, R., Pydi, B., Kotb, H., Shouran, M., & Abdul Samad, B. (2023). A novel methodology to enhance the smooth running of the PM BLDC motor drive using PWM-PWM logic and advance angle method. *Machines, 11*(1), 41. https://doi.org/10.3390/machines11010041

Verma, A., Dutta, C. M., Ghosh, A., Kanchibail, S. M., Harish, S., Rishvanth, S. K., Chandra, S., Das, S., & Selvakumar, K. (2026). CAN-DAQ: An open-source, cost-effective data capture device and software for automotive research. *HardwareX, 25*, e00743. https://doi.org/10.1016/j.ohx.2026.e00743

Zobel, O. M., Maierhofer, J., Köstler, A., & Rixen, D. J. (2025). OASIS-UROS: Open acquisition system for IEPE sensors—Upgraded, refined, and overhauled software. *HardwareX, 23*, e00650. https://doi.org/10.1016/j.ohx.2025.e00650

© 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

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

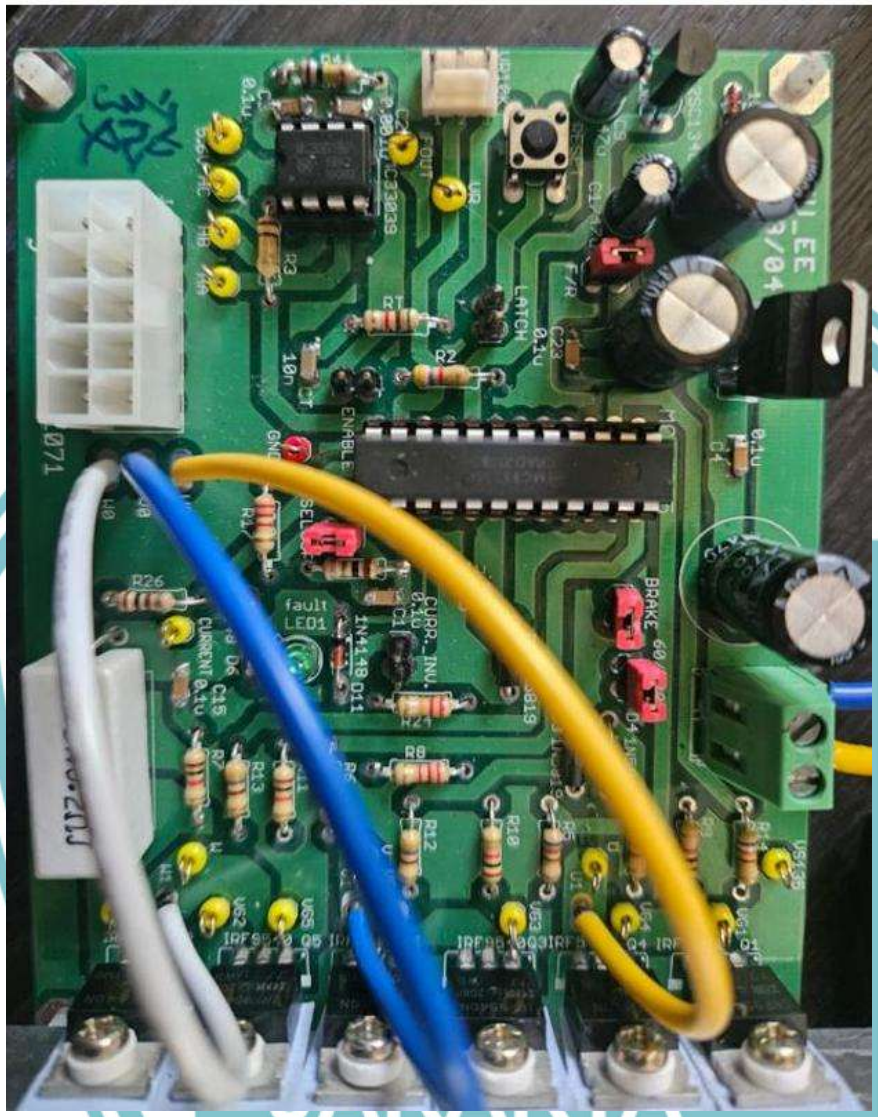
Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
   a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
   b. Pengutipan tidak merugikan 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

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Driva Putra Bimasakti dilahirkan di Jakarta, Jawa Barat pada tanggal 3 Oktober 2003. Penulis memulai pendidikan formal di SD Tarbiyatul Falah, Jatiasih, kemudian melanjutkan pendidikan di SMPIT Yapidh Jatiasih, dan setelah itu menempuh pendidikan menengah kejuruan di SMKN 7 Bekasi. Pada tahun 2022, penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang perguruan tinggi di Politeknik Negeri Jakarta (PNJ), Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Teknik Otomasi Listrik Industri.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Foto Motor Driver BLDC

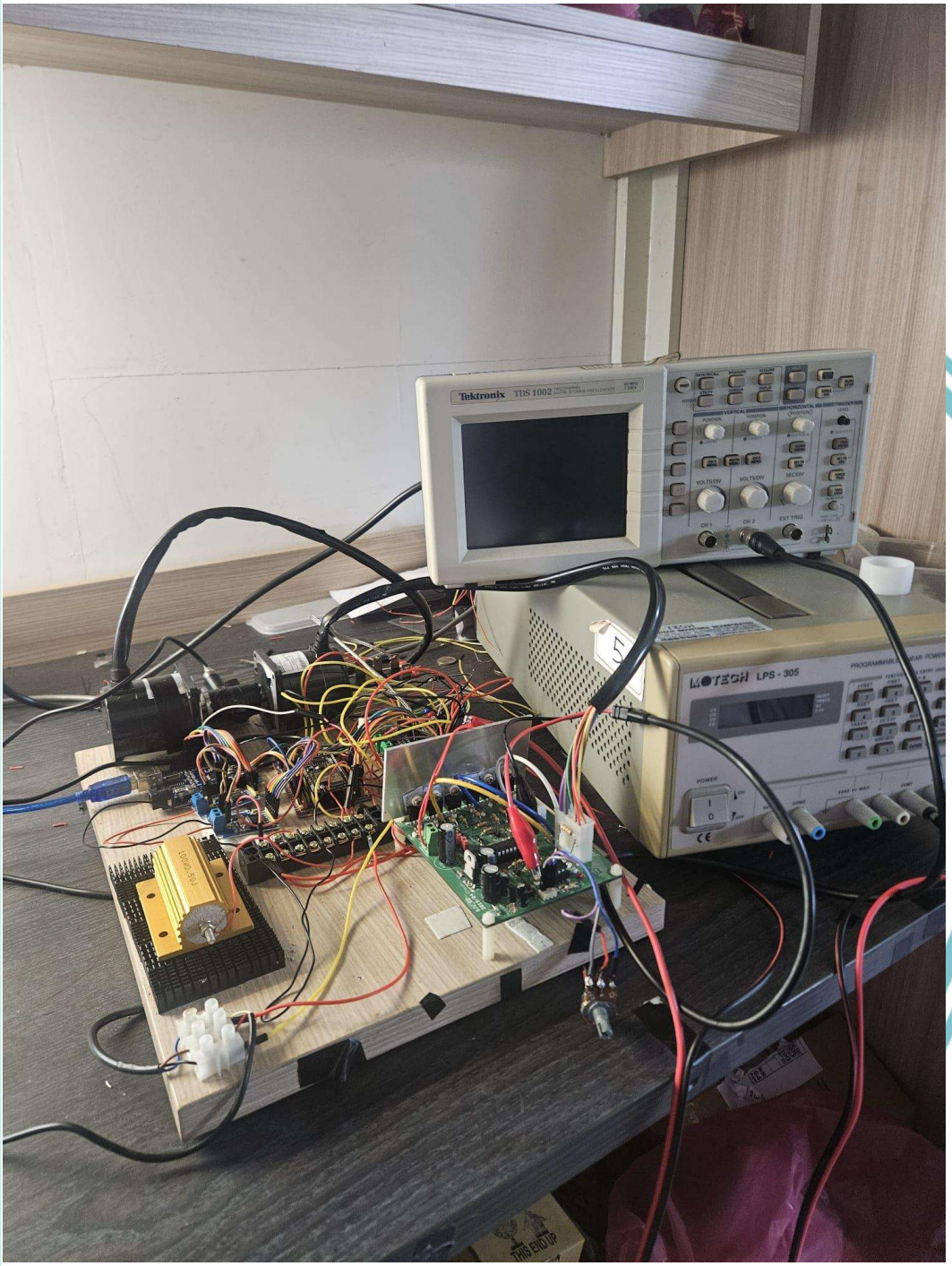


© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

Lampiran 2. Tampak Keseluruhan Sistem Pengujian

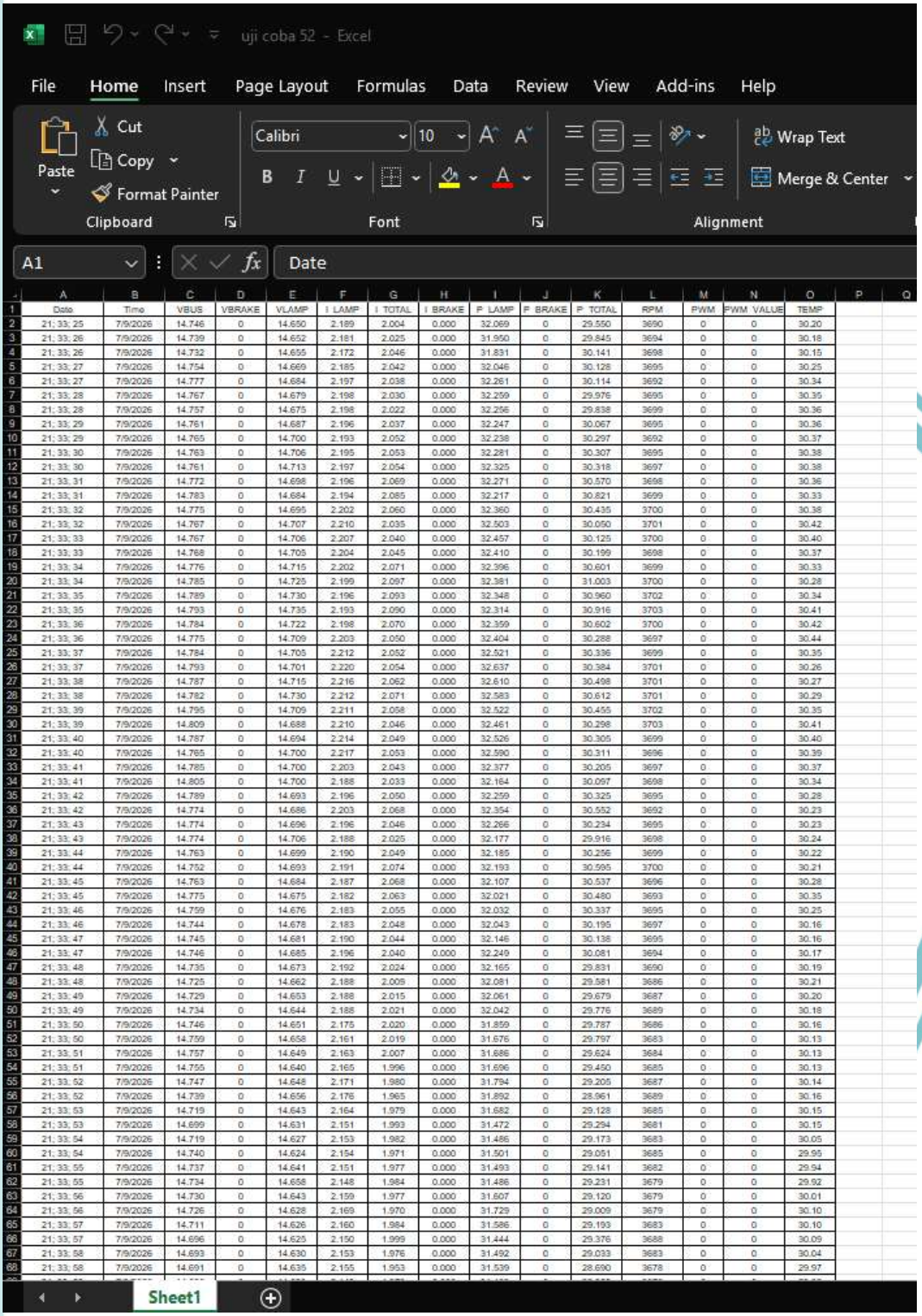


© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

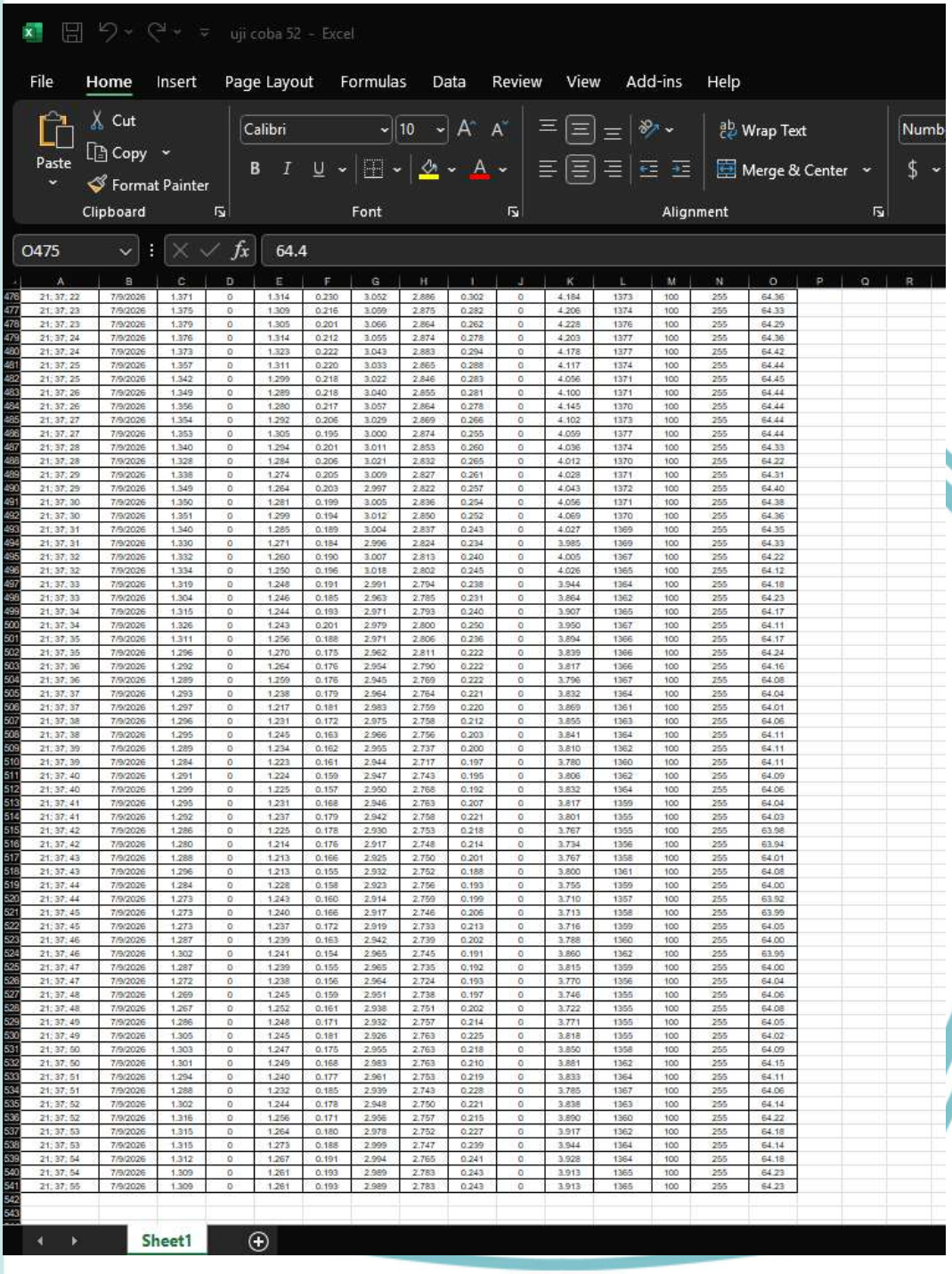
Lampiran 3. *Data logging* pada Sistem Pengujian



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	Date	Time	VBUS	VBRAKE	VLAMP	I LAMP	I TOTAL	I BRAKE	P LAMP	P BRAKE	P TOTAL	RPM	PWM	PWM VALUE	TEMP
2	21; 33; 25	7/9/2026	14.746	0	14.650	2.189	2.004	0.000	32.069	0	29.550	3690	0	0	30.20
3	21; 33; 26	7/9/2026	14.739	0	14.652	2.181	2.025	0.000	31.950	0	29.845	3694	0	0	30.18
4	21; 33; 26	7/9/2026	14.732	0	14.655	2.172	2.046	0.000	31.831	0	30.141	3698	0	0	30.15
5	21; 33; 27	7/9/2026	14.754	0	14.669	2.185	2.042	0.000	32.046	0	30.128	3695	0	0	30.25
6	21; 33; 27	7/9/2026	14.777	0	14.684	2.197	2.038	0.000	32.261	0	30.114	3692	0	0	30.34
7	21; 33; 28	7/9/2026	14.767	0	14.679	2.198	2.030	0.000	32.259	0	29.976	3695	0	0	30.35
8	21; 33; 28	7/9/2026	14.757	0	14.675	2.198	2.022	0.000	32.256	0	29.838	3699	0	0	30.36
9	21; 33; 29	7/9/2026	14.761	0	14.687	2.196	2.037	0.000	32.247	0	30.067	3695	0	0	30.36
10	21; 33; 29	7/9/2026	14.765	0	14.700	2.193	2.052	0.000	32.238	0	30.297	3692	0	0	30.37
11	21; 33; 30	7/9/2026	14.763	0	14.706	2.195	2.053	0.000	32.281	0	30.307	3695	0	0	30.38
12	21; 33; 30	7/9/2026	14.761	0	14.713	2.197	2.054	0.000	32.325	0	30.318	3697	0	0	30.38
13	21; 33; 31	7/9/2026	14.772	0	14.698	2.196	2.069	0.000	32.271	0	30.570	3698	0	0	30.36
14	21; 33; 31	7/9/2026	14.783	0	14.684	2.194	2.085	0.000	32.217	0	30.821	3699	0	0	30.33
15	21; 33; 32	7/9/2026	14.775	0	14.695	2.202	2.060	0.000	32.360	0	30.435	3700	0	0	30.38
16	21; 33; 32	7/9/2026	14.767	0	14.707	2.210	2.035	0.000	32.503	0	30.050	3701	0	0	30.42
17	21; 33; 33	7/9/2026	14.767	0	14.706	2.207	2.040	0.000	32.457	0	30.125	3700	0	0	30.40
18	21; 33; 33	7/9/2026	14.768	0	14.705	2.204	2.045	0.000	32.410	0	30.199	3698	0	0	30.37
19	21; 33; 34	7/9/2026	14.776	0	14.715	2.202	2.071	0.000	32.396	0	30.601	3699	0	0	30.33
20	21; 33; 34	7/9/2026	14.785	0	14.725	2.199	2.097	0.000	32.381	0	31.003	3700	0	0	30.28
21	21; 33; 35	7/9/2026	14.789	0	14.730	2.196	2.093	0.000	32.348	0	30.960	3702	0	0	30.34
22	21; 33; 35	7/9/2026	14.793	0	14.735	2.193	2.090	0.000	32.314	0	30.916	3703	0	0	30.41
23	21; 33; 36	7/9/2026	14.784	0	14.722	2.198	2.070	0.000	32.359	0	30.602	3700	0	0	30.42
24	21; 33; 36	7/9/2026	14.775	0	14.709	2.203	2.050	0.000	32.404	0	30.288	3697	0	0	30.44
25	21; 33; 37	7/9/2026	14.784	0	14.705	2.212	2.052	0.000	32.521	0	30.336	3699	0	0	30.35
26	21; 33; 37	7/9/2026	14.793	0	14.701	2.220	2.054	0.000	32.637	0	30.384	3701	0	0	30.26
27	21; 33; 38	7/9/2026	14.787	0	14.715	2.216	2.062	0.000	32.610	0	30.498	3701	0	0	30.27
28	21; 33; 38	7/9/2026	14.782	0	14.730	2.212	2.071	0.000	32.583	0	30.612	3701	0	0	30.29
29	21; 33; 39	7/9/2026	14.795	0	14.709	2.211	2.058	0.000	32.522	0	30.455	3702	0	0	30.35
30	21; 33; 39	7/9/2026	14.809	0	14.688	2.210	2.046	0.000	32.461	0	30.298	3703	0	0	30.41
31	21; 33; 40	7/9/2026	14.787	0	14.694	2.214	2.049	0.000	32.526	0	30.305	3699	0	0	30.40
32	21; 33; 40	7/9/2026	14.785	0	14.700	2.217	2.053	0.000	32.590	0	30.311	3696	0	0	30.39
33	21; 33; 41	7/9/2026	14.785	0	14.700	2.203	2.043	0.000	32.377	0	30.205	3697	0	0	30.37
34	21; 33; 41	7/9/2026	14.805	0	14.700	2.188	2.033	0.000	32.164	0	30.097	3698	0	0	30.34
35	21; 33; 42	7/9/2026	14.789	0	14.693	2.196	2.050	0.000	32.259	0	30.325	3695	0	0	30.28
36	21; 33; 42	7/9/2026	14.774	0	14.688	2.203	2.068	0.000	32.354	0	30.552	3692	0	0	30.23
37	21; 33; 43	7/9/2026	14.774	0	14.696	2.196	2.046	0.000	32.266	0	30.234	3695	0	0	30.23
38	21; 33; 43	7/9/2026	14.774	0	14.706	2.188	2.025	0.000	32.177	0	29.916	3698	0	0	30.24
39	21; 33; 44	7/9/2026	14.763	0	14.699	2.190	2.049	0.000	32.185	0	30.256	3699	0	0	30.22
40	21; 33; 44	7/9/2026	14.752	0	14.693	2.191	2.074	0.000	32.193	0	30.595	3700	0	0	30.21
41	21; 33; 45	7/9/2026	14.763	0	14.684	2.187	2.068	0.000	32.107	0	30.537	3696	0	0	30.28
42	21; 33; 45	7/9/2026	14.775	0	14.675	2.182	2.063	0.000	32.021	0	30.480	3693	0	0	30.35
43	21; 33; 46	7/9/2026	14.759	0	14.676	2.183	2.055	0.000	32.032	0	30.337	3695	0	0	30.25
44	21; 33; 46	7/9/2026	14.744	0	14.678	2.183	2.048	0.000	32.043	0	30.195	3697	0	0	30.16
45	21; 33; 47	7/9/2026	14.745	0	14.681	2.190	2.044	0.000	32.146	0	30.138	3695	0	0	30.16
46	21; 33; 47	7/9/2026	14.746	0	14.685	2.196	2.040	0.000	32.249	0	30.081	3694	0	0	30.17
47	21; 33; 48	7/9/2026	14.735	0	14.673	2.192	2.024	0.000	32.165	0	29.831	3690	0	0	30.19
48	21; 33; 48	7/9/2026	14.725	0	14.662	2.188	2.009	0.000	32.081	0	29.581	3686	0	0	30.21
49	21; 33; 49	7/9/2026	14.729	0	14.653	2.188	2.015	0.000	32.061	0	29.679	3687	0	0	30.20
50	21; 33; 49	7/9/2026	14.734	0	14.644	2.188	2.021	0.000	32.042	0	29.776	3689	0	0	30.18
51	21; 33; 50	7/9/2026	14.746	0	14.651	2.175	2.020	0.000	31.859	0	29.787	3686	0	0	30.16
52	21; 33; 50	7/9/2026	14.759	0	14.658	2.161	2.019	0.000	31.676	0	29.797	3683	0	0	30.13
53	21; 33; 51	7/9/2026	14.757	0	14.649	2.163	2.007	0.000	31.686	0	29.624	3684	0	0	30.13
54	21; 33; 51	7/9/2026	14.755	0	14.640	2.165	1.996	0.000	31.696	0	29.450	3685	0	0	30.13
55	21; 33; 52	7/9/2026	14.747	0	14.648	2.171	1.980	0.000	31.794	0	29.205	3687	0	0	30.14
56	21; 33; 52	7/9/2026	14.739	0	14.656	2.176	1.965	0.000	31.892	0	28.961	3689	0	0	30.16
57	21; 33; 53	7/9/2026	14.719	0	14.643	2.164	1.979	0.000	31.682	0	29.128	3685	0	0	30.15
58	21; 33; 53	7/9/2026	14.699	0	14.631	2.151	1.993	0.000	31.472	0	29.294	3681	0	0	30.15
59	21; 33; 54	7/9/2026	14.719	0	14.627	2.153	1.982	0.000	31.486	0	29.173	3683	0	0	30.05
60	21; 33; 54	7/9/2026	14.740	0	14.624	2.154	1.971	0.000	31.501	0	29.051	3685	0	0	29.95
61	21; 33; 55	7/9/2026	14.737	0	14.641	2.151	1.977	0.000	31.493	0	29.141	3682	0	0	29.94
62	21; 33; 55	7/9/2026	14.734	0	14.658	2.148	1.984	0.000	31.486	0	29.231	3679	0	0	29.92
63	21; 33; 56	7/9/2026	14.730	0	14.643	2.159	1.977	0.000	31.607	0	29.120	3679	0	0	30.01
64	21; 33; 56	7/9/2026	14.726	0	14.628	2.169	1.970	0.000	31.729	0	29.009	3679	0	0	30.10
65	21; 33; 57	7/9/2026	14.711	0	14.626	2.160	1.984	0.000	31.586	0	29.193	3683	0	0	30.10
66	21; 33; 57	7/9/2026	14.696	0	14.625	2.150	1.999	0.000	31.444	0	29.376	3688	0	0	30.09
67	21; 33; 58	7/9/2026	14.693	0	14.630	2.153	1.976	0.000	31.492	0	29.033	3683	0	0	30.04
68	21; 33; 58	7/9/2026	14.691	0	14.635	2.155	1.953	0.000	31.539	0	28.690	3678	0	0	29.97

© 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

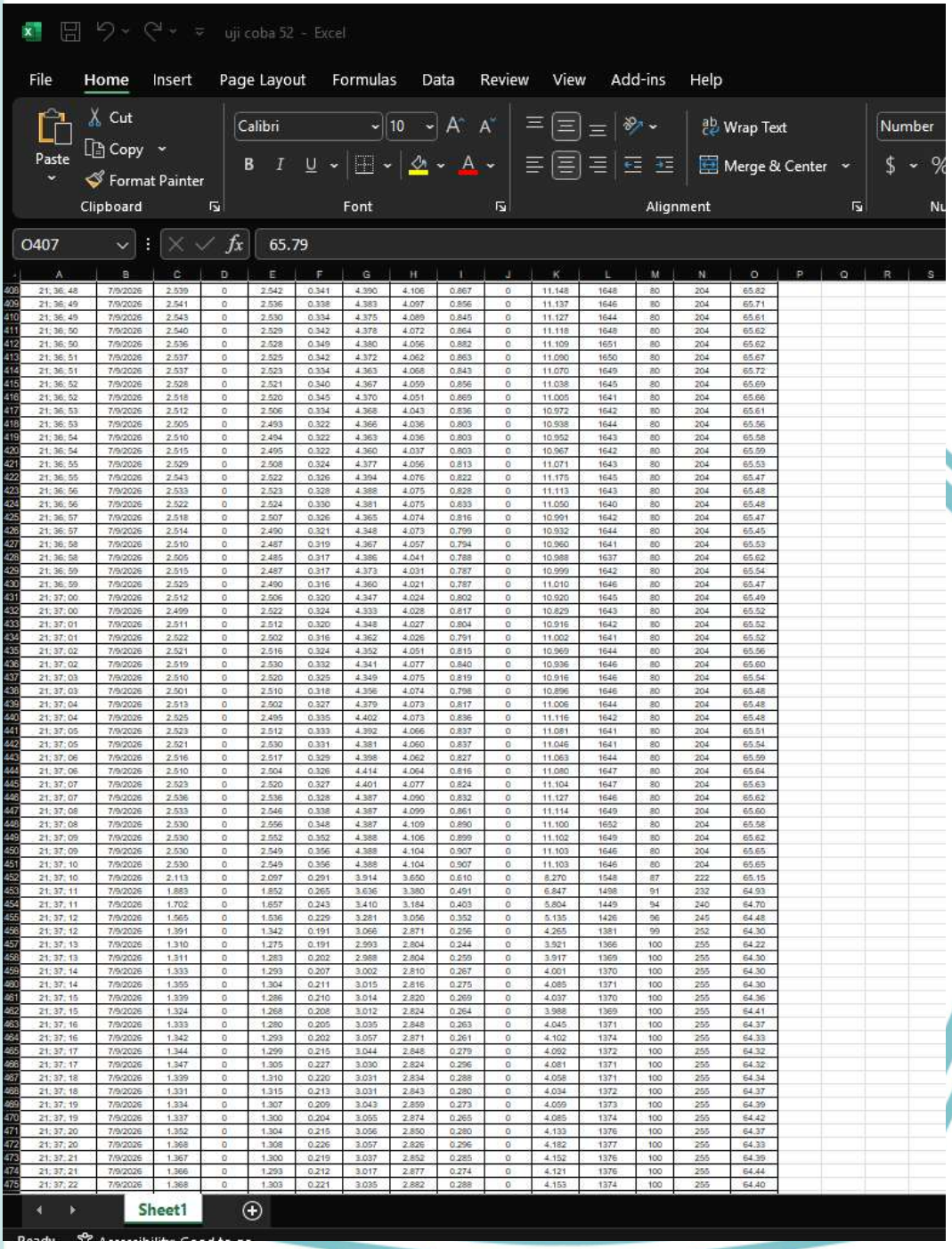


	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
476	21; 37; 22	7/9/2026	1.371	0	1.314	0.230	3.052	2.886	0.302	0	4.184	1373	100	255	64.36
477	21; 37; 23	7/9/2026	1.375	0	1.309	0.216	3.059	2.875	0.282	0	4.206	1374	100	255	64.33
478	21; 37; 23	7/9/2026	1.379	0	1.305	0.201	3.066	2.864	0.262	0	4.228	1376	100	255	64.29
479	21; 37; 24	7/9/2026	1.376	0	1.314	0.212	3.055	2.874	0.278	0	4.203	1377	100	255	64.36
480	21; 37; 24	7/9/2026	1.373	0	1.323	0.222	3.043	2.883	0.294	0	4.178	1377	100	255	64.42
481	21; 37; 25	7/9/2026	1.357	0	1.311	0.220	3.033	2.865	0.288	0	4.117	1374	100	255	64.44
482	21; 37; 25	7/9/2026	1.342	0	1.299	0.218	3.022	2.846	0.283	0	4.056	1371	100	255	64.45
483	21; 37; 26	7/9/2026	1.349	0	1.289	0.218	3.040	2.855	0.281	0	4.100	1371	100	255	64.44
484	21; 37; 26	7/9/2026	1.356	0	1.280	0.217	3.057	2.864	0.278	0	4.145	1370	100	255	64.44
485	21; 37; 27	7/9/2026	1.354	0	1.292	0.206	3.029	2.869	0.266	0	4.102	1373	100	255	64.44
486	21; 37; 27	7/9/2026	1.353	0	1.305	0.195	3.000	2.874	0.255	0	4.059	1377	100	255	64.44
487	21; 37; 28	7/9/2026	1.340	0	1.294	0.201	3.011	2.853	0.260	0	4.036	1374	100	255	64.33
488	21; 37; 28	7/9/2026	1.328	0	1.284	0.206	3.021	2.832	0.265	0	4.012	1370	100	255	64.22
489	21; 37; 29	7/9/2026	1.338	0	1.274	0.205	3.009	2.827	0.261	0	4.028	1371	100	255	64.31
490	21; 37; 29	7/9/2026	1.349	0	1.264	0.203	2.997	2.822	0.257	0	4.043	1372	100	255	64.40
491	21; 37; 30	7/9/2026	1.350	0	1.281	0.199	3.005	2.836	0.254	0	4.056	1371	100	255	64.38
492	21; 37; 30	7/9/2026	1.351	0	1.299	0.194	3.012	2.850	0.252	0	4.069	1370	100	255	64.36
493	21; 37; 31	7/9/2026	1.340	0	1.285	0.189	3.004	2.837	0.243	0	4.027	1369	100	255	64.35
494	21; 37; 31	7/9/2026	1.330	0	1.271	0.184	2.996	2.824	0.234	0	3.985	1369	100	255	64.33
495	21; 37; 32	7/9/2026	1.332	0	1.260	0.190	3.007	2.813	0.240	0	4.005	1367	100	255	64.22
496	21; 37; 32	7/9/2026	1.334	0	1.250	0.196	3.018	2.802	0.245	0	4.026	1365	100	255	64.12
497	21; 37; 33	7/9/2026	1.319	0	1.248	0.191	2.991	2.794	0.238	0	3.944	1364	100	255	64.18
498	21; 37; 33	7/9/2026	1.304	0	1.246	0.185	2.963	2.785	0.231	0	3.864	1362	100	255	64.23
499	21; 37; 34	7/9/2026	1.315	0	1.244	0.193	2.971	2.793	0.240	0	3.907	1365	100	255	64.17
500	21; 37; 34	7/9/2026	1.326	0	1.243	0.201	2.979	2.800	0.250	0	3.950	1367	100	255	64.11
501	21; 37; 35	7/9/2026	1.311	0	1.256	0.188	2.971	2.806	0.236	0	3.894	1366	100	255	64.17
502	21; 37; 35	7/9/2026	1.296	0	1.270	0.175	2.962	2.811	0.222	0	3.839	1366	100	255	64.24
503	21; 37; 36	7/9/2026	1.292	0	1.264	0.176	2.954	2.790	0.222	0	3.817	1366	100	255	64.16
504	21; 37; 36	7/9/2026	1.289	0	1.259	0.176	2.945	2.769	0.222	0	3.796	1367	100	255	64.08
505	21; 37; 37	7/9/2026	1.293	0	1.238	0.179	2.964	2.764	0.221	0	3.832	1364	100	255	64.04
506	21; 37; 37	7/9/2026	1.297	0	1.217	0.181	2.983	2.759	0.220	0	3.869	1361	100	255	64.01
507	21; 37; 38	7/9/2026	1.296	0	1.231	0.172	2.975	2.758	0.212	0	3.855	1363	100	255	64.06
508	21; 37; 38	7/9/2026	1.295	0	1.245	0.163	2.966	2.756	0.203	0	3.841	1364	100	255	64.11
509	21; 37; 39	7/9/2026	1.289	0	1.234	0.162	2.955	2.737	0.200	0	3.810	1362	100	255	64.11
510	21; 37; 39	7/9/2026	1.284	0	1.223	0.161	2.944	2.717	0.197	0	3.780	1360	100	255	64.11
511	21; 37; 40	7/9/2026	1.291	0	1.224	0.159	2.947	2.743	0.195	0	3.806	1362	100	255	64.09
512	21; 37; 40	7/9/2026	1.299	0	1.225	0.157	2.950	2.768	0.192	0	3.832	1364	100	255	64.06
513	21; 37; 41	7/9/2026	1.295	0	1.231	0.168	2.946	2.763	0.207	0	3.817	1359	100	255	64.04
514	21; 37; 41	7/9/2026	1.292	0	1.237	0.179	2.942	2.758	0.221	0	3.801	1355	100	255	64.03
515	21; 37; 42	7/9/2026	1.286	0	1.225	0.178	2.930	2.753	0.218	0	3.767	1355	100	255	63.98
516	21; 37; 42	7/9/2026	1.280	0	1.214	0.176	2.917	2.748	0.214	0	3.734	1356	100	255	63.94
517	21; 37; 43	7/9/2026	1.288	0	1.213	0.166	2.925	2.750	0.201	0	3.767	1358	100	255	64.01
518	21; 37; 43	7/9/2026	1.296	0	1.213	0.155	2.932	2.752	0.188	0	3.800	1361	100	255	64.08
519	21; 37; 44	7/9/2026	1.284	0	1.228	0.158	2.923	2.756	0.193	0	3.755	1359	100	255	64.00
520	21; 37; 44	7/9/2026	1.273	0	1.243	0.160	2.914	2.759	0.199	0	3.710	1357	100	255	63.92
521	21; 37; 45	7/9/2026	1.273	0	1.240	0.166	2.917	2.746	0.206	0	3.713	1358	100	255	63.99
522	21; 37; 45	7/9/2026	1.273	0	1.237	0.172	2.919	2.733	0.213	0	3.716	1359	100	255	64.05
523	21; 37; 46	7/9/2026	1.287	0	1.239	0.163	2.942	2.739	0.202	0	3.788	1360	100	255	64.00
524	21; 37; 46	7/9/2026	1.302	0	1.241	0.154	2.965	2.745	0.191	0	3.860	1362	100	255	63.95
525	21; 37; 47	7/9/2026	1.287	0	1.239	0.155	2.965	2.735	0.192	0	3.815	1359	100	255	64.00
526	21; 37; 47	7/9/2026	1.272	0	1.238	0.156	2.964	2.724	0.193	0	3.770	1356	100	255	64.04
527	21; 37; 48	7/9/2026	1.269	0	1.245	0.159	2.951	2.738	0.197	0	3.746	1355	100	255	64.06
528	21; 37; 48	7/9/2026	1.267	0	1.252	0.161	2.938	2.751	0.202	0	3.722	1355	100	255	64.08
529	21; 37; 49	7/9/2026	1.286	0	1.248	0.171	2.932	2.757	0.214	0	3.771	1355	100	255	64.05
530	21; 37; 49	7/9/2026	1.305	0	1.245	0.181	2.926	2.763	0.225	0	3.818	1355	100	255	64.02
531	21; 37; 50	7/9/2026	1.303	0	1.247	0.175	2.955	2.763	0.218	0	3.850	1358	100	255	64.09
532	21; 37; 50	7/9/2026	1.301	0	1.249	0.168	2.983	2.763	0.210	0	3.881	1362	100	255	64.15
533	21; 37; 51	7/9/2026	1.294	0	1.240	0.177	2.961	2.753	0.219	0	3.833	1364	100	255	64.11
534	21; 37; 51	7/9/2026	1.288	0	1.232	0.185	2.939	2.743	0.228	0	3.785	1367	100	255	64.06
535	21; 37; 52	7/9/2026	1.302	0	1.244	0.178	2.948	2.750	0.221	0	3.838	1363	100	255	64.14
536	21; 37; 52	7/9/2026	1.316	0	1.256	0.171	2.956	2.757	0.215	0	3.890	1360	100	255	64.22
537	21; 37; 53	7/9/2026	1.315	0	1.264	0.180	2.978	2.752	0.227	0	3.917	1362	100	255	64.18
538	21; 37; 53	7/9/2026	1.315	0	1.273	0.188	2.999	2.747	0.239	0	3.944	1364	100	255	64.14
539	21; 37; 54	7/9/2026	1.312	0	1.267	0.191	2.994	2.765	0.241	0	3.928	1364	100	255	64.18
540	21; 37; 54	7/9/2026	1.309	0	1.261	0.193	2.989	2.783	0.243	0	3.913	1365	100	255	64.23
541	21; 37; 55	7/9/2026	1.309	0	1.261	0.193	2.989	2.783	0.243	0	3.913	1365	100	255	64.23

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

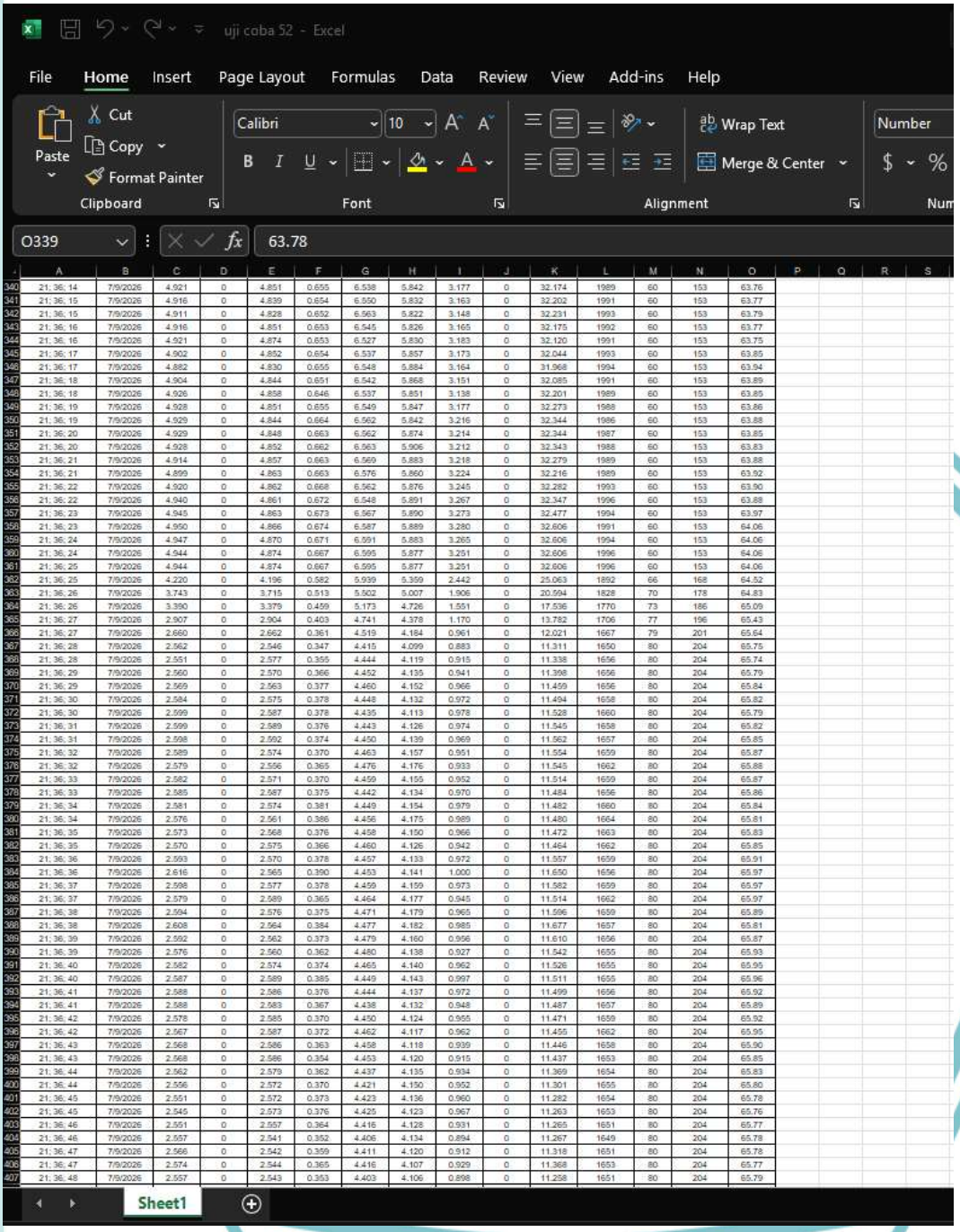
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
   a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
   b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
408	21; 36; 48	7/9/2026	2.539	0	2.542	0.341	4.390	4.106	0.867	0	11.148	1648	80	204	65.82
409	21; 36; 49	7/9/2026	2.541	0	2.536	0.338	4.383	4.097	0.856	0	11.137	1646	80	204	65.71
410	21; 36; 49	7/9/2026	2.543	0	2.530	0.334	4.375	4.089	0.845	0	11.127	1644	80	204	65.61
411	21; 36; 50	7/9/2026	2.540	0	2.529	0.342	4.378	4.072	0.864	0	11.118	1648	80	204	65.62
412	21; 36; 50	7/9/2026	2.536	0	2.528	0.349	4.380	4.056	0.882	0	11.109	1651	80	204	65.62
413	21; 36; 51	7/9/2026	2.537	0	2.525	0.342	4.372	4.062	0.863	0	11.090	1650	80	204	65.67
414	21; 36; 51	7/9/2026	2.537	0	2.523	0.334	4.363	4.068	0.843	0	11.070	1649	80	204	65.72
415	21; 36; 52	7/9/2026	2.528	0	2.521	0.340	4.367	4.059	0.856	0	11.038	1645	80	204	65.69
416	21; 36; 52	7/9/2026	2.518	0	2.520	0.345	4.370	4.051	0.869	0	11.005	1641	80	204	65.66
417	21; 36; 53	7/9/2026	2.512	0	2.506	0.334	4.368	4.043	0.836	0	10.972	1642	80	204	65.61
418	21; 36; 53	7/9/2026	2.505	0	2.493	0.322	4.366	4.036	0.803	0	10.938	1644	80	204	65.56
419	21; 36; 54	7/9/2026	2.510	0	2.494	0.322	4.363	4.036	0.803	0	10.952	1643	80	204	65.58
420	21; 36; 54	7/9/2026	2.515	0	2.495	0.322	4.360	4.037	0.803	0	10.967	1642	80	204	65.59
421	21; 36; 55	7/9/2026	2.529	0	2.508	0.324	4.377	4.056	0.813	0	11.071	1643	80	204	65.53
422	21; 36; 55	7/9/2026	2.543	0	2.522	0.326	4.394	4.076	0.822	0	11.175	1645	80	204	65.47
423	21; 36; 56	7/9/2026	2.533	0	2.523	0.328	4.388	4.075	0.828	0	11.113	1643	80	204	65.48
424	21; 36; 56	7/9/2026	2.522	0	2.524	0.330	4.381	4.075	0.833	0	11.050	1640	80	204	65.48
425	21; 36; 57	7/9/2026	2.518	0	2.507	0.326	4.365	4.074	0.816	0	10.991	1642	80	204	65.47
426	21; 36; 57	7/9/2026	2.514	0	2.490	0.321	4.348	4.073	0.799	0	10.932	1644	80	204	65.45
427	21; 36; 58	7/9/2026	2.510	0	2.487	0.319	4.367	4.057	0.794	0	10.960	1641	80	204	65.53
428	21; 36; 58	7/9/2026	2.505	0	2.485	0.317	4.386	4.041	0.788	0	10.988	1637	80	204	65.62
429	21; 36; 59	7/9/2026	2.515	0	2.487	0.317	4.373	4.031	0.787	0	10.999	1642	80	204	65.54
430	21; 36; 59	7/9/2026	2.525	0	2.490	0.316	4.360	4.021	0.787	0	11.010	1646	80	204	65.47
431	21; 37; 00	7/9/2026	2.512	0	2.506	0.320	4.347	4.024	0.802	0	10.920	1645	80	204	65.49
432	21; 37; 00	7/9/2026	2.499	0	2.522	0.324	4.333	4.028	0.817	0	10.829	1643	80	204	65.52
433	21; 37; 01	7/9/2026	2.511	0	2.512	0.320	4.348	4.027	0.804	0	10.916	1642	80	204	65.52
434	21; 37; 01	7/9/2026	2.522	0	2.502	0.316	4.362	4.026	0.791	0	11.002	1641	80	204	65.52
435	21; 37; 02	7/9/2026	2.521	0	2.516	0.324	4.352	4.051	0.815	0	10.969	1644	80	204	65.56
436	21; 37; 02	7/9/2026	2.519	0	2.530	0.332	4.341	4.077	0.840	0	10.936	1646	80	204	65.60
437	21; 37; 03	7/9/2026	2.510	0	2.520	0.325	4.349	4.075	0.819	0	10.916	1646	80	204	65.54
438	21; 37; 03	7/9/2026	2.501	0	2.510	0.318	4.356	4.074	0.798	0	10.896	1646	80	204	65.48
439	21; 37; 04	7/9/2026	2.513	0	2.502	0.327	4.379	4.073	0.817	0	11.006	1644	80	204	65.48
440	21; 37; 04	7/9/2026	2.525	0	2.495	0.335	4.402	4.073	0.836	0	11.116	1642	80	204	65.48
441	21; 37; 05	7/9/2026	2.523	0	2.512	0.333	4.392	4.066	0.837	0	11.081	1641	80	204	65.51
442	21; 37; 05	7/9/2026	2.521	0	2.530	0.331	4.381	4.060	0.837	0	11.046	1641	80	204	65.54
443	21; 37; 06	7/9/2026	2.516	0	2.517	0.329	4.398	4.062	0.827	0	11.063	1644	80	204	65.59
444	21; 37; 06	7/9/2026	2.510	0	2.504	0.326	4.414	4.064	0.816	0	11.080	1647	80	204	65.64
445	21; 37; 07	7/9/2026	2.523	0	2.520	0.327	4.401	4.077	0.824	0	11.104	1647	80	204	65.63
446	21; 37; 07	7/9/2026	2.536	0	2.536	0.328	4.387	4.090	0.832	0	11.127	1646	80	204	65.62
447	21; 37; 08	7/9/2026	2.533	0	2.546	0.338	4.387	4.099	0.861	0	11.114	1649	80	204	65.60
448	21; 37; 08	7/9/2026	2.530	0	2.556	0.348	4.387	4.109	0.890	0	11.100	1652	80	204	65.58
449	21; 37; 09	7/9/2026	2.530	0	2.552	0.352	4.388	4.106	0.899	0	11.102	1649	80	204	65.62
450	21; 37; 09	7/9/2026	2.530	0	2.549	0.356	4.388	4.104	0.907	0	11.103	1646	80	204	65.65
451	21; 37; 10	7/9/2026	2.530	0	2.549	0.356	4.388	4.104	0.907	0	11.103	1646	80	204	65.65
452	21; 37; 10	7/9/2026	2.113	0	2.097	0.291	3.914	3.650	0.610	0	8.270	1548	87	222	65.15
453	21; 37; 11	7/9/2026	1.883	0	1.852	0.265	3.636	3.380	0.491	0	6.847	1498	91	232	64.93
454	21; 37; 11	7/9/2026	1.702	0	1.657	0.243	3.410	3.184	0.403	0	5.804	1449	94	240	64.70
455	21; 37; 12	7/9/2026	1.565	0	1.536	0.229	3.281	3.056	0.352	0	5.135	1426	96	245	64.48
456	21; 37; 12	7/9/2026	1.391	0	1.342	0.191	3.066	2.871	0.256	0	4.265	1381	99	252	64.30
457	21; 37; 13	7/9/2026	1.310	0	1.275	0.191	2.993	2.804	0.244	0	3.921	1366	100	255	64.22
458	21; 37; 13	7/9/2026	1.311	0	1.283	0.202	2.988	2.804	0.259	0	3.917	1369	100	255	64.30
459	21; 37; 14	7/9/2026	1.333	0	1.293	0.207	3.002	2.810	0.267	0	4.001	1370	100	255	64.30
460	21; 37; 14	7/9/2026	1.355	0	1.304	0.211	3.015	2.816	0.275	0	4.085	1371	100	255	64.30
461	21; 37; 15	7/9/2026	1.339	0	1.286	0.210	3.014	2.820	0.269	0	4.037	1370	100	255	64.36
462	21; 37; 15	7/9/2026	1.324	0	1.268	0.208	3.012	2.824	0.264	0	3.988	1369	100	255	64.41
463	21; 37; 16	7/9/2026	1.333	0	1.280	0.205	3.035	2.848	0.263	0	4.045	1371	100	255	64.37
464	21; 37; 16	7/9/2026	1.342	0	1.293	0.202	3.057	2.871	0.261	0	4.102	1374	100	255	64.33
465	21; 37; 17	7/9/2026	1.344	0	1.299	0.215	3.044	2.848	0.279	0	4.092	1372	100	255	64.32
466	21; 37; 17	7/9/2026	1.347	0	1.305	0.227	3.030	2.824	0.296	0	4.081	1371	100	255	64.32
467	21; 37; 18	7/9/2026	1.339	0	1.310	0.220	3.031	2.834	0.288	0	4.058	1371	100	255	64.34
468	21; 37; 18	7/9/2026	1.331	0	1.315	0.213	3.031	2.843	0.280	0	4.034	1372	100	255	64.37
469	21; 37; 19	7/9/2026	1.334	0	1.307	0.209	3.043	2.859	0.273	0	4.059	1373	100	255	64.39
470	21; 37; 19	7/9/2026	1.337	0	1.300	0.204	3.055	2.874	0.265	0	4.085	1374	100	255	64.42
471	21; 37; 20	7/9/2026	1.352	0	1.304	0.215	3.056	2.850	0.280	0	4.133	1376	100	255	64.37
472	21; 37; 20	7/9/2026	1.368	0	1.308	0.226	3.057	2.826	0.296	0	4.182	1377	100	255	64.33
473	21; 37; 21	7/9/2026	1.367	0	1.300	0.219	3.037	2.852	0.285	0	4.152	1376	100	255	64.39
474	21; 37; 21	7/9/2026	1.366	0	1.293	0.212	3.017	2.877	0.274	0	4.121	1376	100	255	64.44
475	21; 37; 22	7/9/2026	1.368	0	1.303	0.221	3.035	2.882	0.288	0	4.153	1374	100	255	64.40

© 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

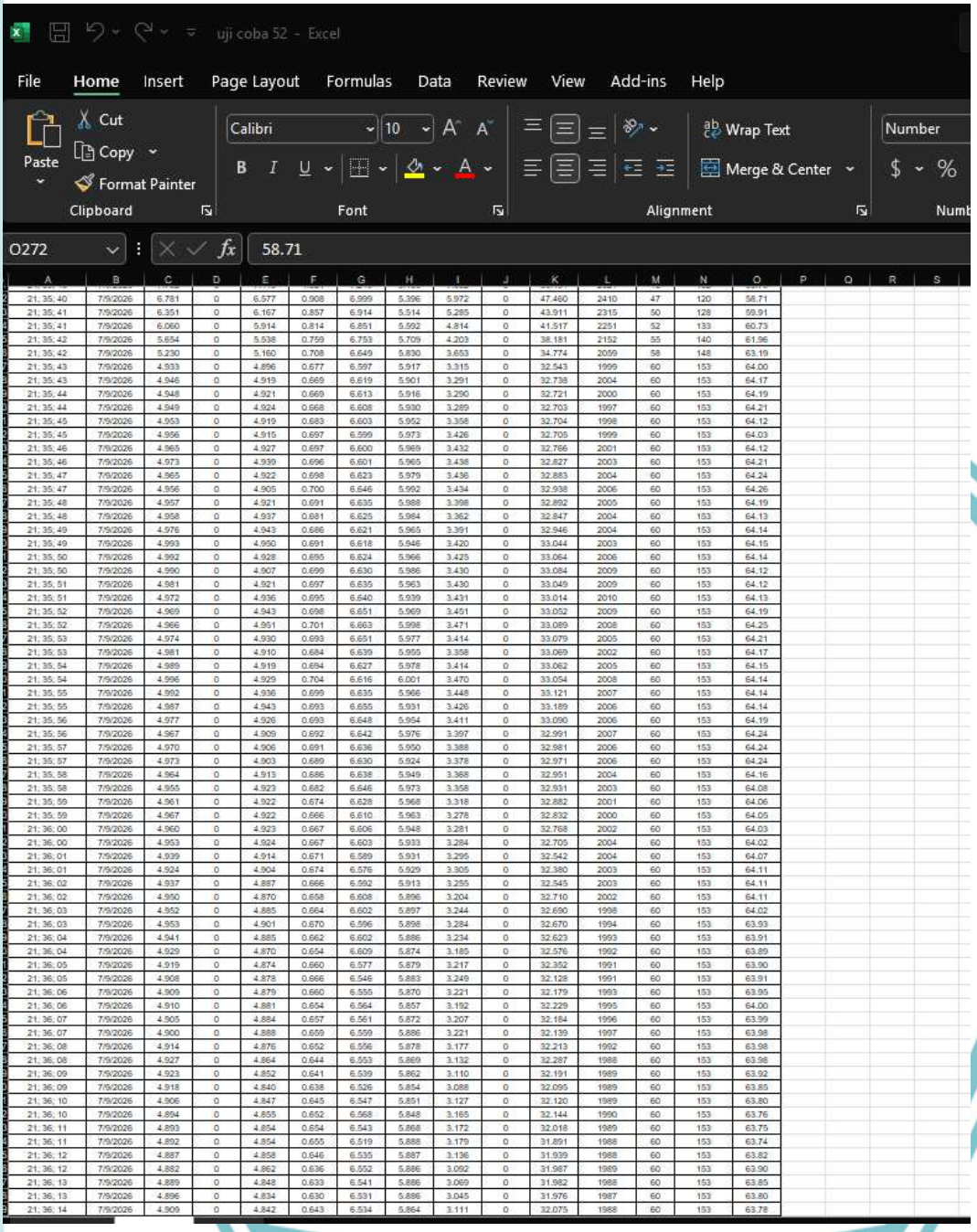


	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
340	21; 36; 14	7/9/2026	4.921	0	4.851	0.655	6.538	5.842	3.177	0	32.174	1989	60	153	63.76
341	21; 36; 15	7/9/2026	4.916	0	4.839	0.654	6.550	5.832	3.163	0	32.202	1991	60	153	63.77
342	21; 36; 15	7/9/2026	4.911	0	4.828	0.652	6.563	5.822	3.148	0	32.231	1993	60	153	63.79
343	21; 36; 16	7/9/2026	4.916	0	4.851	0.653	6.545	5.826	3.165	0	32.175	1992	60	153	63.77
344	21; 36; 16	7/9/2026	4.921	0	4.874	0.653	6.527	5.830	3.183	0	32.120	1991	60	153	63.75
345	21; 36; 17	7/9/2026	4.902	0	4.852	0.654	6.537	5.857	3.173	0	32.044	1993	60	153	63.85
346	21; 36; 17	7/9/2026	4.882	0	4.830	0.655	6.548	5.884	3.164	0	31.968	1994	60	153	63.94
347	21; 36; 18	7/9/2026	4.904	0	4.844	0.651	6.542	5.868	3.151	0	32.085	1991	60	153	63.89
348	21; 36; 18	7/9/2026	4.926	0	4.858	0.646	6.537	5.851	3.138	0	32.201	1989	60	153	63.85
349	21; 36; 19	7/9/2026	4.928	0	4.851	0.655	6.549	5.847	3.177	0	32.273	1988	60	153	63.86
350	21; 36; 19	7/9/2026	4.929	0	4.844	0.664	6.562	5.842	3.216	0	32.344	1986	60	153	63.88
351	21; 36; 20	7/9/2026	4.929	0	4.848	0.663	6.562	5.874	3.214	0	32.344	1987	60	153	63.85
352	21; 36; 20	7/9/2026	4.928	0	4.852	0.662	6.563	5.906	3.212	0	32.343	1988	60	153	63.83
353	21; 36; 21	7/9/2026	4.914	0	4.857	0.663	6.569	5.883	3.218	0	32.279	1989	60	153	63.88
354	21; 36; 21	7/9/2026	4.899	0	4.863	0.663	6.576	5.860	3.224	0	32.216	1989	60	153	63.92
355	21; 36; 22	7/9/2026	4.920	0	4.862	0.668	6.562	5.876	3.245	0	32.282	1993	60	153	63.90
356	21; 36; 22	7/9/2026	4.940	0	4.861	0.672	6.548	5.891	3.267	0	32.347	1996	60	153	63.88
357	21; 36; 23	7/9/2026	4.945	0	4.863	0.673	6.567	5.890	3.273	0	32.477	1994	60	153	63.97
358	21; 36; 23	7/9/2026	4.950	0	4.866	0.674	6.587	5.889	3.280	0	32.606	1991	60	153	64.06
359	21; 36; 24	7/9/2026	4.947	0	4.870	0.671	6.591	5.883	3.265	0	32.606	1994	60	153	64.06
360	21; 36; 24	7/9/2026	4.944	0	4.874	0.667	6.595	5.877	3.251	0	32.606	1996	60	153	64.06
361	21; 36; 25	7/9/2026	4.944	0	4.874	0.667	6.595	5.877	3.251	0	32.606	1996	60	153	64.06
362	21; 36; 25	7/9/2026	4.220	0	4.196	0.582	5.939	5.359	2.442	0	25.063	1892	66	168	64.52
363	21; 36; 26	7/9/2026	3.743	0	3.715	0.513	5.502	5.007	1.906	0	20.594	1828	70	178	64.83
364	21; 36; 26	7/9/2026	3.390	0	3.379	0.459	5.173	4.726	1.551	0	17.536	1770	73	186	65.09
365	21; 36; 27	7/9/2026	2.907	0	2.904	0.403	4.741	4.378	1.170	0	13.782	1706	77	196	65.43
366	21; 36; 27	7/9/2026	2.660	0	2.662	0.361	4.519	4.184	0.961	0	12.021	1667	79	201	65.64
367	21; 36; 28	7/9/2026	2.562	0	2.546	0.347	4.415	4.099	0.883	0	11.311	1650	80	204	65.75
368	21; 36; 28	7/9/2026	2.551	0	2.577	0.355	4.444	4.119	0.915	0	11.338	1656	80	204	65.74
369	21; 36; 29	7/9/2026	2.560	0	2.570	0.366	4.452	4.135	0.941	0	11.398	1656	80	204	65.79
370	21; 36; 29	7/9/2026	2.569	0	2.563	0.377	4.460	4.152	0.966	0	11.459	1656	80	204	65.84
371	21; 36; 30	7/9/2026	2.584	0	2.575	0.378	4.448	4.132	0.972	0	11.494	1658	80	204	65.82
372	21; 36; 30	7/9/2026	2.599	0	2.587	0.378	4.435	4.113	0.978	0	11.528	1660	80	204	65.79
373	21; 36; 31	7/9/2026	2.599	0	2.589	0.376	4.443	4.126	0.974	0	11.545	1658	80	204	65.82
374	21; 36; 31	7/9/2026	2.598	0	2.592	0.374	4.450	4.139	0.969	0	11.562	1657	80	204	65.85
375	21; 36; 32	7/9/2026	2.589	0	2.574	0.370	4.463	4.157	0.951	0	11.554	1659	80	204	65.87
376	21; 36; 32	7/9/2026	2.579	0	2.556	0.365	4.476	4.176	0.933	0	11.545	1662	80	204	65.88
377	21; 36; 33	7/9/2026	2.582	0	2.571	0.370	4.459	4.155	0.952	0	11.514	1659	80	204	65.87
378	21; 36; 33	7/9/2026	2.585	0	2.587	0.375	4.442	4.134	0.970	0	11.484	1656	80	204	65.86
379	21; 36; 34	7/9/2026	2.581	0	2.574	0.381	4.449	4.154	0.979	0	11.482	1660	80	204	65.84
380	21; 36; 34	7/9/2026	2.576	0	2.561	0.386	4.456	4.175	0.989	0	11.480	1664	80	204	65.81
381	21; 36; 35	7/9/2026	2.573	0	2.568	0.376	4.458	4.150	0.966	0	11.472	1663	80	204	65.83
382	21; 36; 35	7/9/2026	2.570	0	2.575	0.366	4.460	4.126	0.942	0	11.464	1662	80	204	65.85
383	21; 36; 36	7/9/2026	2.593	0	2.570	0.378	4.457	4.133	0.972	0	11.557	1659	80	204	65.91
384	21; 36; 36	7/9/2026	2.616	0	2.565	0.390	4.453	4.141	1.000	0	11.650	1656	80	204	65.97
385	21; 36; 37	7/9/2026	2.598	0	2.577	0.378	4.459	4.159	0.973	0	11.582	1659	80	204	65.97
386	21; 36; 37	7/9/2026	2.579	0	2.589	0.365	4.464	4.177	0.945	0	11.514	1662	80	204	65.97
387	21; 36; 38	7/9/2026	2.594	0	2.576	0.375	4.471	4.179	0.965	0	11.596	1659	80	204	65.89
388	21; 36; 38	7/9/2026	2.608	0	2.564	0.384	4.477	4.182	0.985	0	11.677	1657	80	204	65.81
389	21; 36; 39	7/9/2026	2.592	0	2.562	0.373	4.479	4.160	0.956	0	11.610	1656	80	204	65.87
390	21; 36; 39	7/9/2026	2.576	0	2.560	0.362	4.480	4.138	0.927	0	11.542	1655	80	204	65.93
391	21; 36; 40	7/9/2026	2.582	0	2.574	0.374	4.465	4.140	0.962	0	11.526	1655	80	204	65.95
392	21; 36; 40	7/9/2026	2.587	0	2.589	0.385	4.449	4.143	0.997	0	11.511	1655	80	204	65.96
393	21; 36; 41	7/9/2026	2.588	0	2.586	0.376	4.444	4.137	0.972	0	11.499	1656	80	204	65.92
394	21; 36; 41	7/9/2026	2.588	0	2.583	0.367	4.438	4.132	0.948	0	11.487	1657	80	204	65.89
395	21; 36; 42	7/9/2026	2.578	0	2.585	0.370	4.450	4.124	0.955	0	11.471	1659	80	204	65.92
396	21; 36; 42	7/9/2026	2.567	0	2.587	0.372	4.462	4.117	0.962	0	11.455	1662	80	204	65.95
397	21; 36; 43	7/9/2026	2.568	0	2.586	0.363	4.458	4.118	0.939	0	11.446	1658	80	204	65.90
398	21; 36; 43	7/9/2026	2.568	0	2.586	0.354	4.453	4.120	0.915	0	11.437	1653	80	204	65.85
399	21; 36; 44	7/9/2026	2.562	0	2.579	0.362	4.437	4.135	0.934	0	11.369	1654	80	204	65.83
400	21; 36; 44	7/9/2026	2.556	0	2.572	0.370	4.421	4.150	0.952	0	11.301	1655	80	204	65.80
401	21; 36; 45	7/9/2026	2.551	0	2.572	0.373	4.423	4.136	0.960	0	11.282	1654	80	204	65.78
402	21; 36; 45	7/9/2026	2.545	0	2.573	0.376	4.425	4.123	0.967	0	11.263	1653	80	204	65.76
403	21; 36; 46	7/9/2026	2.551	0	2.557	0.364	4.416	4.128	0.931	0	11.265	1651	80	204	65.77
404	21; 36; 46	7/9/2026	2.557	0	2.541	0.352	4.406	4.134	0.894	0	11.267	1649	80	204	65.78
405	21; 36; 47	7/9/2026	2.566	0	2.542	0.359	4.411	4.120	0.912	0	11.318	1651	80	204	65.78
406	21; 36; 47	7/9/2026	2.574	0	2.544	0.365	4.416	4.107	0.929	0	11.368	1653	80	204	65.77
407	21; 36; 48	7/9/2026	2.557	0	2.543	0.353	4.403	4.106	0.898	0	11.258	1651	80	204	65.79

© 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

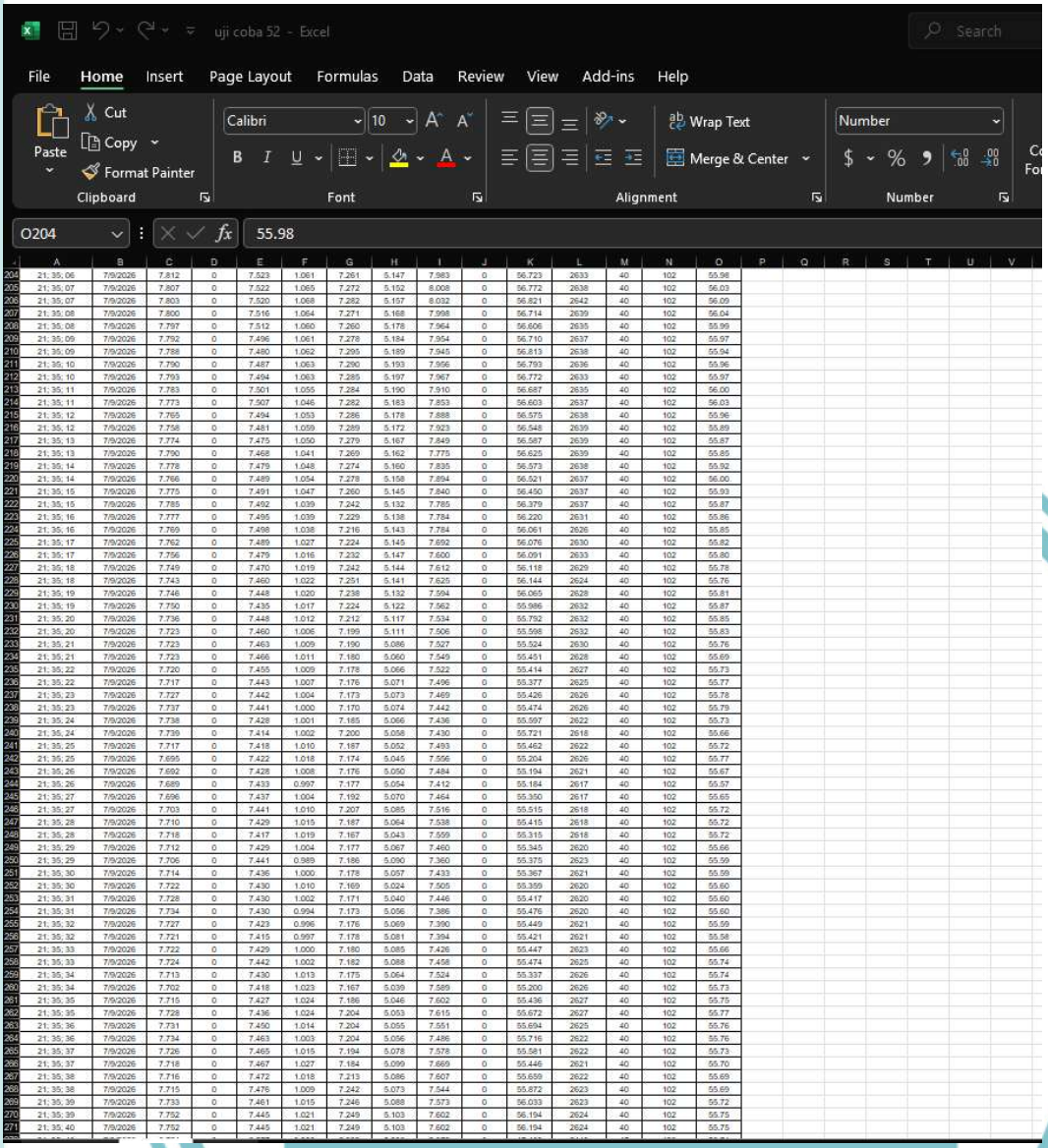


21, 35, 40	7/9/2026	6.781	0	6.577	0.908	6.999	5.396	5.972	0	47.460	2410	47	120	58.71
21, 35, 41	7/9/2026	6.351	0	6.167	0.857	6.914	5.514	5.285	0	43.911	2315	50	128	59.91
21, 35, 41	7/9/2026	6.060	0	5.914	0.814	6.851	5.592	4.814	0	41.517	2251	52	133	60.73
21, 35, 42	7/9/2026	5.654	0	5.538	0.759	6.753	5.709	4.203	0	38.181	2152	55	140	61.96
21, 35, 42	7/9/2026	5.230	0	5.160	0.708	6.649	5.830	3.653	0	34.774	2059	58	148	63.19
21, 35, 43	7/9/2026	4.933	0	4.896	0.677	6.597	5.917	3.315	0	32.543	1999	60	153	64.00
21, 35, 43	7/9/2026	4.946	0	4.919	0.669	6.619	5.901	3.291	0	32.738	2004	60	153	64.17
21, 35, 44	7/9/2026	4.948	0	4.921	0.669	6.613	5.916	3.290	0	32.721	2000	60	153	64.19
21, 35, 44	7/9/2026	4.949	0	4.924	0.668	6.608	5.930	3.289	0	32.703	1997	60	153	64.21
21, 35, 45	7/9/2026	4.953	0	4.919	0.683	6.603	5.952	3.358	0	32.704	1998	60	153	64.12
21, 35, 45	7/9/2026	4.956	0	4.915	0.697	6.599	5.973	3.426	0	32.705	1999	60	153	64.03
21, 35, 46	7/9/2026	4.965	0	4.927	0.697	6.600	5.969	3.432	0	32.766	2001	60	153	64.12
21, 35, 46	7/9/2026	4.973	0	4.939	0.696	6.601	5.965	3.438	0	32.827	2003	60	153	64.21
21, 35, 47	7/9/2026	4.965	0	4.922	0.698	6.623	5.979	3.436	0	32.883	2004	60	153	64.24
21, 35, 47	7/9/2026	4.956	0	4.905	0.700	6.646	5.992	3.434	0	32.938	2006	60	153	64.26
21, 35, 48	7/9/2026	4.957	0	4.921	0.691	6.635	5.988	3.398	0	32.892	2005	60	153	64.19
21, 35, 48	7/9/2026	4.958	0	4.937	0.681	6.625	5.984	3.362	0	32.847	2004	60	153	64.13
21, 35, 49	7/9/2026	4.976	0	4.943	0.686	6.621	5.965	3.391	0	32.946	2004	60	153	64.14
21, 35, 49	7/9/2026	4.993	0	4.950	0.691	6.618	5.946	3.420	0	33.044	2003	60	153	64.15
21, 35, 50	7/9/2026	4.992	0	4.928	0.695	6.624	5.966	3.425	0	33.064	2006	60	153	64.14
21, 35, 50	7/9/2026	4.990	0	4.907	0.699	6.630	5.986	3.430	0	33.084	2009	60	153	64.12
21, 35, 51	7/9/2026	4.981	0	4.921	0.697	6.635	5.963	3.430	0	33.049	2009	60	153	64.12
21, 35, 51	7/9/2026	4.972	0	4.936	0.695	6.640	5.939	3.431	0	33.014	2010	60	153	64.13
21, 35, 52	7/9/2026	4.969	0	4.943	0.698	6.651	5.969	3.451	0	33.052	2009	60	153	64.19
21, 35, 52	7/9/2026	4.966	0	4.951	0.701	6.663	5.998	3.471	0	33.089	2008	60	153	64.25
21, 35, 53	7/9/2026	4.974	0	4.930	0.693	6.651	5.977	3.414	0	33.079	2005	60	153	64.21
21, 35, 53	7/9/2026	4.981	0	4.910	0.684	6.639	5.955	3.358	0	33.069	2002	60	153	64.17
21, 35, 54	7/9/2026	4.989	0	4.919	0.694	6.627	5.978	3.414	0	33.062	2005	60	153	64.15
21, 35, 54	7/9/2026	4.996	0	4.929	0.704	6.616	6.001	3.470	0	33.054	2008	60	153	64.14
21, 35, 55	7/9/2026	4.992	0	4.936	0.699	6.635	5.966	3.448	0	33.121	2007	60	153	64.14
21, 35, 55	7/9/2026	4.987	0	4.943	0.693	6.655	5.931	3.426	0	33.189	2006	60	153	64.14
21, 35, 56	7/9/2026	4.977	0	4.926	0.693	6.648	5.954	3.411	0	33.090	2006	60	153	64.19
21, 35, 56	7/9/2026	4.967	0	4.909	0.692	6.642	5.976	3.397	0	32.991	2007	60	153	64.24
21, 35, 57	7/9/2026	4.970	0	4.906	0.691	6.636	5.950	3.388	0	32.981	2006	60	153	64.24
21, 35, 57	7/9/2026	4.973	0	4.903	0.689	6.630	5.924	3.378	0	32.971	2006	60	153	64.24
21, 35, 58	7/9/2026	4.964	0	4.913	0.686	6.638	5.949	3.368	0	32.951	2004	60	153	64.16
21, 35, 58	7/9/2026	4.955	0	4.923	0.682	6.646	5.973	3.358	0	32.931	2003	60	153	64.08
21, 35, 59	7/9/2026	4.961	0	4.922	0.674	6.628	5.968	3.318	0	32.882	2001	60	153	64.06
21, 35, 59	7/9/2026	4.967	0	4.922	0.666	6.610	5.963	3.278	0	32.832	2000	60	153	64.05
21, 36, 00	7/9/2026	4.960	0	4.923	0.667	6.606	5.948	3.281	0	32.768	2002	60	153	64.03
21, 36, 00	7/9/2026	4.953	0	4.924	0.667	6.603	5.933	3.284	0	32.705	2004	60	153	64.02
21, 36, 01	7/9/2026	4.939	0	4.914	0.671	6.589	5.931	3.295	0	32.542	2004	60	153	64.07
21, 36, 01	7/9/2026	4.924	0	4.904	0.674	6.576	5.929	3.305	0	32.380	2003	60	153	64.11
21, 36, 02	7/9/2026	4.937	0	4.887	0.666	6.592	5.913	3.255	0	32.545	2003	60	153	64.11
21, 36, 02	7/9/2026	4.950	0	4.870	0.658	6.608	5.896	3.204	0	32.710	2002	60	153	64.11
21, 36, 03	7/9/2026	4.952	0	4.885	0.664	6.602	5.897	3.244	0	32.690	1998	60	153	64.02
21, 36, 03	7/9/2026	4.953	0	4.901	0.670	6.596	5.898	3.284	0	32.670	1994	60	153	63.93
21, 36, 04	7/9/2026	4.941	0	4.885	0.662	6.602	5.886	3.234	0	32.623	1993	60	153	63.91
21, 36, 04	7/9/2026	4.929	0	4.870	0.654	6.609	5.874	3.185	0	32.576	1992	60	153	63.89
21, 36, 05	7/9/2026	4.919	0	4.874	0.660	6.577	5.879	3.217	0	32.352	1991	60	153	63.90
21, 36, 05	7/9/2026	4.908	0	4.878	0.666	6.546	5.883	3.249	0	32.128	1991	60	153	63.91
21, 36, 06	7/9/2026	4.909	0	4.879	0.660	6.555	5.870	3.221	0	32.179	1993	60	153	63.95
21, 36, 06	7/9/2026	4.910	0	4.881	0.654	6.564	5.857	3.192	0	32.229	1995	60	153	64.00
21, 36, 07	7/9/2026	4.905	0	4.884	0.657	6.561	5.872	3.207	0	32.184	1996	60	153	63.99
21, 36, 07	7/9/2026	4.900	0	4.888	0.659	6.559	5.886	3.221	0	32.139	1997	60	153	63.98
21, 36, 08	7/9/2026	4.914	0	4.876	0.652	6.556	5.878	3.177	0	32.213	1992	60	153	63.98
21, 36, 08	7/9/2026	4.927	0	4.864	0.644	6.553	5.869	3.132	0	32.287	1988	60	153	63.98
21, 36, 09	7/9/2026	4.923	0	4.852	0.641	6.539	5.862	3.110	0	32.191	1989	60	153	63.92
21, 36, 09	7/9/2026	4.918	0	4.840	0.638	6.526	5.854	3.088	0	32.095	1989	60	153	63.85
21, 36, 10	7/9/2026	4.906	0	4.847	0.645	6.547	5.851	3.127	0	32.120	1989	60	153	63.80
21, 36, 10	7/9/2026	4.894	0	4.855	0.652	6.568	5.848	3.165	0	32.144	1990	60	153	63.76
21, 36, 11	7/9/2026	4.893	0	4.854	0.654	6.543	5.868	3.172	0	32.018	1989	60	153	63.75
21, 36, 11	7/9/2026	4.892	0	4.854	0.655	6.519	5.888	3.179	0	31.891	1988	60	153	63.74
21, 36, 12	7/9/2026	4.887	0	4.858	0.646	6.535	5.887	3.136	0	31.939	1988	60	153	63.82
21, 36, 12	7/9/2026	4.882	0	4.862	0.636	6.552	5.886	3.092	0	31.987	1989	60	153	63.90
21, 36, 13	7/9/2026	4.889	0	4.848	0.633	6.541	5.886	3.069	0	31.982	1988	60	153	63.85
21, 36, 13	7/9/2026	4.896	0	4.834	0.630	6.531	5.886	3.045	0	31.976	1987	60	153	63.80
21, 36, 14	7/9/2026	4.909	0	4.842	0.643	6.534	5.864	3.111	0	32.075	1988	60	153	63.78

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

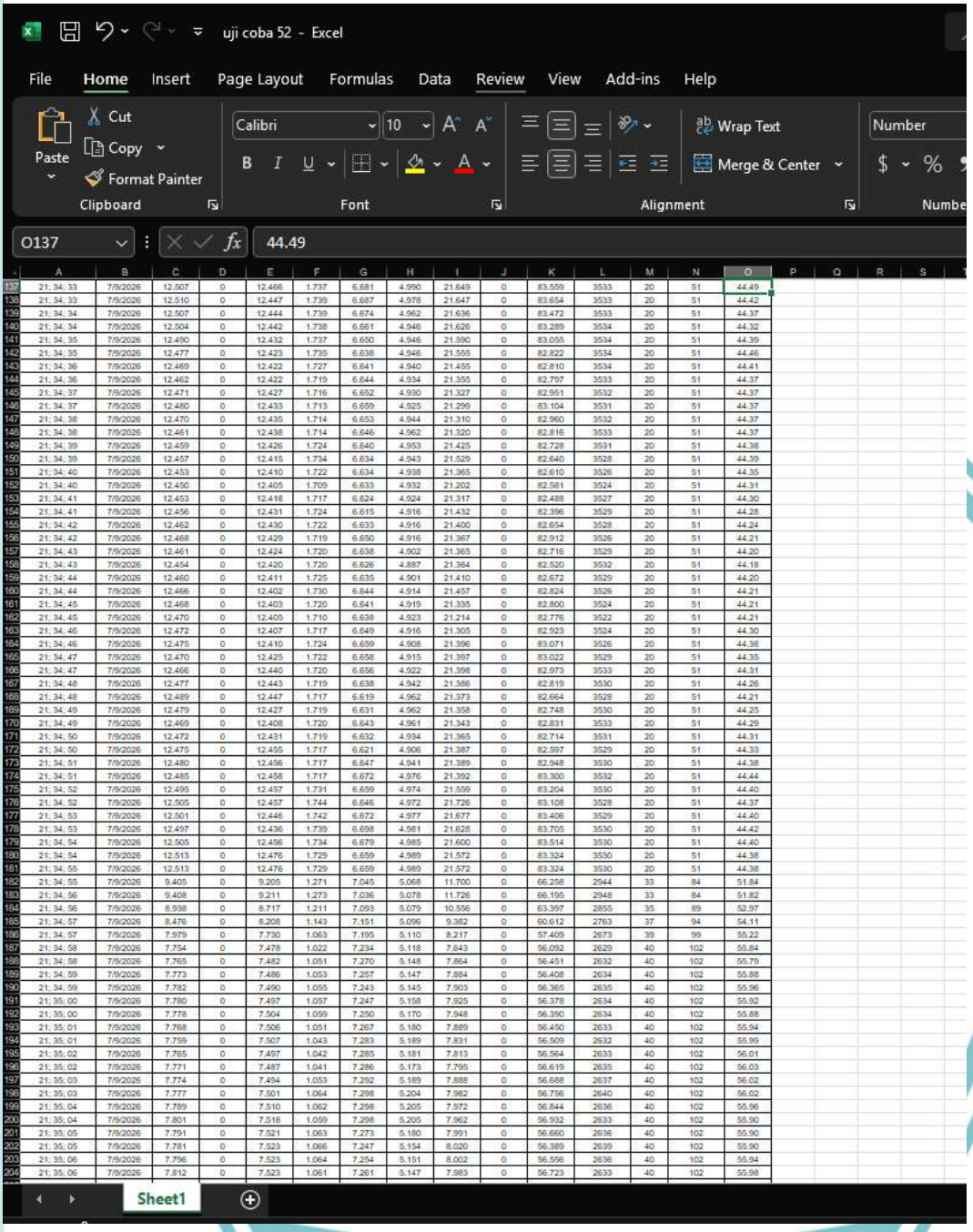
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
   a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
   b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
204	21; 35; 06	7/9/2026	7.812	0	7.523	1.061	7.261	5.147	7.983	0	56.723	2633	40	102	55.96
205	21; 35; 07	7/9/2026	7.807	0	7.522	1.065	7.272	5.152	8.008	0	56.772	2638	40	102	56.03
206	21; 35; 07	7/9/2026	7.803	0	7.520	1.068	7.282	5.157	8.032	0	56.821	2642	40	102	56.09
207	21; 35; 08	7/9/2026	7.800	0	7.516	1.064	7.271	5.168	7.998	0	56.714	2639	40	102	56.04
208	21; 35; 08	7/9/2026	7.797	0	7.512	1.060	7.260	5.178	7.964	0	56.606	2635	40	102	55.99
209	21; 35; 09	7/9/2026	7.792	0	7.496	1.061	7.278	5.184	7.954	0	56.710	2637	40	102	55.97
210	21; 35; 09	7/9/2026	7.788	0	7.480	1.062	7.295	5.189	7.945	0	56.813	2638	40	102	55.94
211	21; 35; 10	7/9/2026	7.790	0	7.487	1.063	7.290	5.193	7.956	0	56.793	2636	40	102	55.96
212	21; 35; 10	7/9/2026	7.793	0	7.494	1.063	7.285	5.197	7.967	0	56.772	2633	40	102	55.97
213	21; 35; 11	7/9/2026	7.783	0	7.501	1.055	7.284	5.190	7.910	0	56.687	2635	40	102	56.00
214	21; 35; 11	7/9/2026	7.773	0	7.507	1.046	7.282	5.183	7.853	0	56.603	2637	40	102	56.03
215	21; 35; 12	7/9/2026	7.765	0	7.494	1.053	7.286	5.178	7.888	0	56.575	2638	40	102	55.96
216	21; 35; 12	7/9/2026	7.758	0	7.481	1.059	7.289	5.172	7.923	0	56.548	2639	40	102	55.89
217	21; 35; 13	7/9/2026	7.774	0	7.475	1.050	7.279	5.167	7.849	0	56.587	2639	40	102	55.87
218	21; 35; 13	7/9/2026	7.790	0	7.468	1.041	7.269	5.162	7.775	0	56.625	2639	40	102	55.85
219	21; 35; 14	7/9/2026	7.778	0	7.479	1.048	7.274	5.160	7.835	0	56.573	2638	40	102	55.92
220	21; 35; 14	7/9/2026	7.766	0	7.489	1.054	7.278	5.158	7.894	0	56.521	2637	40	102	56.00
221	21; 35; 15	7/9/2026	7.775	0	7.491	1.047	7.260	5.145	7.840	0	56.450	2637	40	102	55.93
222	21; 35; 15	7/9/2026	7.785	0	7.492	1.039	7.242	5.132	7.785	0	56.379	2637	40	102	55.87
223	21; 35; 16	7/9/2026	7.777	0	7.495	1.039	7.229	5.138	7.784	0	56.220	2631	40	102	55.86
224	21; 35; 16	7/9/2026	7.769	0	7.498	1.038	7.216	5.143	7.784	0	56.061	2626	40	102	55.85
225	21; 35; 17	7/9/2026	7.762	0	7.489	1.027	7.224	5.145	7.692	0	56.076	2630	40	102	55.82
226	21; 35; 17	7/9/2026	7.756	0	7.479	1.016	7.232	5.147	7.600	0	56.091	2633	40	102	55.80
227	21; 35; 18	7/9/2026	7.749	0	7.470	1.019	7.242	5.144	7.612	0	56.118	2629	40	102	55.78
228	21; 35; 18	7/9/2026	7.743	0	7.460	1.022	7.251	5.141	7.625	0	56.144	2624	40	102	55.76
229	21; 35; 19	7/9/2026	7.746	0	7.448	1.020	7.238	5.132	7.594	0	56.065	2628	40	102	55.81
230	21; 35; 19	7/9/2026	7.750	0	7.435	1.017	7.224	5.122	7.562	0	55.986	2632	40	102	55.87
231	21; 35; 20	7/9/2026	7.736	0	7.448	1.012	7.212	5.117	7.534	0	55.792	2632	40	102	55.85
232	21; 35; 20	7/9/2026	7.723	0	7.460	1.006	7.199	5.111	7.506	0	55.598	2632	40	102	55.83
233	21; 35; 21	7/9/2026	7.723	0	7.463	1.009	7.190	5.086	7.527	0	55.524	2630	40	102	55.76
234	21; 35; 21	7/9/2026	7.723	0	7.466	1.011	7.180	5.060	7.549	0	55.451	2628	40	102	55.69
235	21; 35; 22	7/9/2026	7.720	0	7.455	1.009	7.178	5.066	7.522	0	55.414	2627	40	102	55.73
236	21; 35; 22	7/9/2026	7.717	0	7.443	1.007	7.176	5.071	7.496	0	55.377	2625	40	102	55.77
237	21; 35; 23	7/9/2026	7.727	0	7.442	1.004	7.173	5.073	7.469	0	55.426	2626	40	102	55.78
238	21; 35; 23	7/9/2026	7.737	0	7.441	1.000	7.170	5.074	7.442	0	55.474	2626	40	102	55.79
239	21; 35; 24	7/9/2026	7.738	0	7.428	1.001	7.185	5.066	7.436	0	55.597	2622	40	102	55.73
240	21; 35; 24	7/9/2026	7.739	0	7.414	1.002	7.200	5.058	7.430	0	55.721	2618	40	102	55.66
241	21; 35; 25	7/9/2026	7.717	0	7.418	1.010	7.187	5.052	7.493	0	55.462	2622	40	102	55.72
242	21; 35; 25	7/9/2026	7.695	0	7.422	1.018	7.174	5.045	7.556	0	55.204	2626	40	102	55.77
243	21; 35; 26	7/9/2026	7.692	0	7.428	1.008	7.176	5.050	7.484	0	55.194	2621	40	102	55.67
244	21; 35; 26	7/9/2026	7.689	0	7.433	0.997	7.177	5.054	7.412	0	55.184	2617	40	102	55.57
245	21; 35; 27	7/9/2026	7.696	0	7.437	1.004	7.192	5.070	7.464	0	55.350	2617	40	102	55.65
246	21; 35; 27	7/9/2026	7.703	0	7.441	1.010	7.207	5.085	7.516	0	55.515	2618	40	102	55.72
247	21; 35; 28	7/9/2026	7.710	0	7.429	1.015	7.187	5.064	7.538	0	55.415	2618	40	102	55.72
248	21; 35; 28	7/9/2026	7.718	0	7.417	1.019	7.167	5.043	7.559	0	55.315	2618	40	102	55.72
249	21; 35; 29	7/9/2026	7.712	0	7.429	1.004	7.177	5.067	7.460	0	55.345	2620	40	102	55.66
250	21; 35; 29	7/9/2026	7.706	0	7.441	0.989	7.186	5.090	7.360	0	55.375	2623	40	102	55.59
251	21; 35; 30	7/9/2026	7.714	0	7.436	1.000	7.178	5.057	7.433	0	55.367	2621	40	102	55.59
252	21; 35; 30	7/9/2026	7.722	0	7.430	1.010	7.169	5.024	7.505	0	55.359	2620	40	102	55.60
253	21; 35; 31	7/9/2026	7.728	0	7.430	1.002	7.171	5.040	7.446	0	55.417	2620	40	102	55.60
254	21; 35; 31	7/9/2026	7.734	0	7.430	0.994	7.173	5.056	7.386	0	55.476	2620	40	102	55.60
255	21; 35; 32	7/9/2026	7.727	0	7.423	0.996	7.176	5.069	7.390	0	55.449	2621	40	102	55.59
256	21; 35; 32	7/9/2026	7.721	0	7.415	0.997	7.178	5.081	7.394	0	55.421	2621	40	102	55.58
257	21; 35; 33	7/9/2026	7.722	0	7.429	1.000	7.180	5.085	7.426	0	55.447	2623	40	102	55.66
258	21; 35; 33	7/9/2026	7.724	0	7.442	1.002	7.182	5.088	7.458	0	55.474	2625	40	102	55.74
259	21; 35; 34	7/9/2026	7.713	0	7.430	1.013	7.175	5.064	7.534	0	55.337	2626	40	102	55.74
260	21; 35; 34	7/9/2026	7.702	0	7.418	1.023	7.167	5.039	7.589	0	55.200	2626	40	102	55.73
261	21; 35; 35	7/9/2026	7.715	0	7.427	1.024	7.186	5.046	7.602	0	55.436	2627	40	102	55.75
262	21; 35; 35	7/9/2026	7.728	0	7.436	1.024	7.204	5.053	7.615	0	55.672	2627	40	102	55.77
263	21; 35; 36	7/9/2026	7.731	0	7.450	1.014	7.204	5.055	7.551	0	55.694	2625	40	102	55.76
264	21; 35; 36	7/9/2026	7.734	0	7.463	1.003	7.204	5.056	7.486	0	55.716	2622	40	102	55.76
265	21; 35; 37	7/9/2026	7.726	0	7.465	1.015	7.194	5.078	7.578	0	55.581	2622	40	102	55.73
266	21; 35; 37	7/9/2026	7.718	0	7.467	1.027	7.184	5.099	7.669	0	55.446	2621	40	102	55.70
267	21; 35; 38	7/9/2026	7.716	0	7.472	1.018	7.213	5.086	7.607	0	55.659	2622	40	102	55.69
268	21; 35; 38	7/9/2026	7.715	0	7.476	1.009	7.242	5.073	7.544	0	55.872	2623	40	102	55.69
269	21; 35; 39	7/9/2026	7.733	0	7.461	1.015	7.246	5.088	7.573	0	56.033	2623	40	102	55.72
270	21; 35; 39	7/9/2026	7.752	0	7.445	1.021	7.249	5.103	7.602	0	56.194	2624	40	102	55.75
271	21; 35; 40	7/9/2026	7.752	0	7.445	1.021	7.249	5.103	7.602	0	56.194	2624	40	102	55.75

© 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



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
137	21; 34; 33	7/9/2026	12.507	0	12.466	1.737	6.681	4.990	21.649	0	83.559	3533	20	51	44.49
138	21; 34; 33	7/9/2026	12.510	0	12.447	1.739	6.687	4.978	21.647	0	83.654	3533	20	51	44.42
139	21; 34; 34	7/9/2026	12.507	0	12.444	1.739	6.674	4.962	21.636	0	83.472	3533	20	51	44.37
140	21; 34; 34	7/9/2026	12.504	0	12.442	1.738	6.661	4.946	21.626	0	83.289	3534	20	51	44.32
141	21; 34; 35	7/9/2026	12.490	0	12.432	1.737	6.650	4.946	21.590	0	83.055	3534	20	51	44.39
142	21; 34; 35	7/9/2026	12.477	0	12.423	1.735	6.638	4.946	21.555	0	82.822	3534	20	51	44.46
143	21; 34; 36	7/9/2026	12.469	0	12.422	1.727	6.641	4.940	21.455	0	82.810	3534	20	51	44.41
144	21; 34; 36	7/9/2026	12.462	0	12.422	1.719	6.644	4.934	21.355	0	82.797	3533	20	51	44.37
145	21; 34; 37	7/9/2026	12.471	0	12.427	1.716	6.652	4.930	21.327	0	82.951	3532	20	51	44.37
146	21; 34; 37	7/9/2026	12.480	0	12.433	1.713	6.659	4.925	21.299	0	83.104	3531	20	51	44.37
147	21; 34; 38	7/9/2026	12.470	0	12.435	1.714	6.653	4.944	21.310	0	82.960	3532	20	51	44.37
148	21; 34; 38	7/9/2026	12.461	0	12.438	1.714	6.646	4.962	21.320	0	82.816	3533	20	51	44.37
149	21; 34; 39	7/9/2026	12.459	0	12.426	1.724	6.640	4.953	21.425	0	82.728	3531	20	51	44.38
150	21; 34; 39	7/9/2026	12.457	0	12.415	1.734	6.634	4.943	21.529	0	82.640	3528	20	51	44.39
151	21; 34; 40	7/9/2026	12.453	0	12.410	1.722	6.634	4.938	21.365	0	82.610	3526	20	51	44.35
152	21; 34; 40	7/9/2026	12.450	0	12.405	1.709	6.633	4.932	21.202	0	82.581	3524	20	51	44.31
153	21; 34; 41	7/9/2026	12.453	0	12.418	1.717	6.624	4.924	21.317	0	82.488	3527	20	51	44.30
154	21; 34; 41	7/9/2026	12.456	0	12.431	1.724	6.615	4.916	21.432	0	82.396	3529	20	51	44.28
155	21; 34; 42	7/9/2026	12.462	0	12.430	1.722	6.633	4.916	21.400	0	82.654	3528	20	51	44.24
156	21; 34; 42	7/9/2026	12.468	0	12.429	1.719	6.650	4.916	21.367	0	82.912	3526	20	51	44.21
157	21; 34; 43	7/9/2026	12.461	0	12.424	1.720	6.638	4.902	21.365	0	82.716	3529	20	51	44.20
158	21; 34; 43	7/9/2026	12.454	0	12.420	1.720	6.626	4.887	21.364	0	82.520	3532	20	51	44.18
159	21; 34; 44	7/9/2026	12.460	0	12.411	1.725	6.635	4.901	21.410	0	82.672	3529	20	51	44.20
160	21; 34; 44	7/9/2026	12.466	0	12.402	1.730	6.644	4.914	21.457	0	82.824	3526	20	51	44.21
161	21; 34; 45	7/9/2026	12.468	0	12.403	1.720	6.641	4.919	21.335	0	82.800	3524	20	51	44.21
162	21; 34; 45	7/9/2026	12.470	0	12.405	1.710	6.638	4.923	21.214	0	82.776	3522	20	51	44.21
163	21; 34; 46	7/9/2026	12.472	0	12.407	1.717	6.649	4.916	21.305	0	82.923	3524	20	51	44.30
164	21; 34; 46	7/9/2026	12.475	0	12.410	1.724	6.659	4.908	21.396	0	83.071	3526	20	51	44.38
165	21; 34; 47	7/9/2026	12.470	0	12.425	1.722	6.658	4.915	21.397	0	83.022	3529	20	51	44.35
166	21; 34; 47	7/9/2026	12.466	0	12.440	1.720	6.656	4.922	21.398	0	82.973	3533	20	51	44.31
167	21; 34; 48	7/9/2026	12.477	0	12.443	1.719	6.638	4.942	21.386	0	82.819	3530	20	51	44.26
168	21; 34; 48	7/9/2026	12.489	0	12.447	1.717	6.619	4.962	21.373	0	82.664	3528	20	51	44.21
169	21; 34; 49	7/9/2026	12.479	0	12.427	1.719	6.631	4.962	21.358	0	82.748	3530	20	51	44.25
170	21; 34; 49	7/9/2026	12.469	0	12.408	1.720	6.643	4.961	21.343	0	82.831	3533	20	51	44.29
171	21; 34; 50	7/9/2026	12.472	0	12.431	1.719	6.632	4.934	21.365	0	82.714	3531	20	51	44.31
172	21; 34; 50	7/9/2026	12.475	0	12.455	1.717	6.621	4.906	21.387	0	82.597	3529	20	51	44.33
173	21; 34; 51	7/9/2026	12.480	0	12.456	1.717	6.647	4.941	21.389	0	82.948	3530	20	51	44.38
174	21; 34; 51	7/9/2026	12.485	0	12.458	1.717	6.672	4.976	21.392	0	83.300	3532	20	51	44.44
175	21; 34; 52	7/9/2026	12.495	0	12.457	1.731	6.659	4.974	21.559	0	83.204	3530	20	51	44.40
176	21; 34; 52	7/9/2026	12.505	0	12.457	1.744	6.646	4.972	21.726	0	83.108	3528	20	51	44.37
177	21; 34; 53	7/9/2026	12.501	0	12.446	1.742	6.672	4.977	21.677	0	83.406	3529	20	51	44.40
178	21; 34; 53	7/9/2026	12.497	0	12.436	1.739	6.698	4.981	21.628	0	83.705	3530	20	51	44.42
179	21; 34; 54	7/9/2026	12.505	0	12.456	1.734	6.679	4.985	21.600	0	83.514	3530	20	51	44.40
180	21; 34; 54	7/9/2026	12.513	0	12.476	1.729	6.659	4.989	21.572	0	83.324	3530	20	51	44.38
181	21; 34; 55	7/9/2026	12.513	0	12.476	1.729	6.659	4.989	21.572	0	83.324	3530	20	51	44.38
182	21; 34; 55	7/9/2026	9.405	0	9.205	1.271	7.045	5.068	11.700	0	66.258	2944	33	84	51.84
183	21; 34; 56	7/9/2026	9.408	0	9.211	1.273	7.036	5.078	11.726	0	66.195	2948	33	84	51.82
184	21; 34; 56	7/9/2026	8.938	0	8.717	1.211	7.093	5.079	10.556	0	63.397	2855	35	89	52.97
185	21; 34; 57	7/9/2026	8.476	0	8.208	1.143	7.151	5.096	9.382	0	60.612	2763	37	94	54.11
186	21; 34; 57	7/9/2026	7.979	0	7.730	1.063	7.195	5.110	8.217	0	57.409	2673	39	99	55.22
187	21; 34; 58	7/9/2026	7.754	0	7.478	1.022	7.234	5.118	7.643	0	56.092	2629	40	102	55.84
188	21; 34; 58	7/9/2026	7.765	0	7.482	1.051	7.270	5.148	7.864	0	56.451	2632	40	102	55.79
189	21; 34; 59	7/9/2026	7.773	0	7.486	1.053	7.257	5.147	7.884	0	56.408	2634	40	102	55.88
190	21; 34; 59	7/9/2026	7.782	0	7.490	1.055	7.243	5.145	7.903	0	56.365	2635	40	102	55.96
191	21; 35; 00	7/9/2026	7.780	0	7.497	1.057	7.247	5.158	7.925	0	56.378	2634	40	102	55.92
192	21; 35; 00	7/9/2026	7.778	0	7.504	1.059	7.250	5.170	7.948	0	56.390	2634	40	102	55.88
193	21; 35; 01	7/9/2026	7.768	0	7.506	1.051	7.267	5.180	7.889	0	56.450	2633	40	102	55.94
194	21; 35; 01	7/9/2026	7.759	0	7.507	1.043	7.283	5.189	7.831	0	56.509	2632	40	102	55.99
195	21; 35; 02	7/9/2026	7.765	0	7.497	1.042	7.285	5.181	7.813	0	56.564	2633	40	102	56.01
196	21; 35; 02	7/9/2026	7.771	0	7.487	1.041	7.286	5.173	7.795	0	56.619	2635	40	102	56.03
197	21; 35; 03	7/9/2026	7.774	0	7.494	1.053	7.292	5.189	7.888	0	56.688	2637	40	102	56.02
198	21; 35; 03	7/9/2026	7.777	0	7.501	1.064	7.298	5.204	7.982	0	56.756	2640	40	102	56.02
199	21; 35; 04	7/9/2026	7.789	0	7.510	1.062	7.298	5.205	7.972	0	56.844	2636	40	102	55.96
200	21; 35; 04	7/9/2026	7.801	0	7.518	1.059	7.298	5.205	7.962	0	56.932	2633	40	102	55.90
201	21; 35; 05	7/9/2026	7.791	0	7.521	1.063	7.273	5.180	7.991	0	56.660	2636	40	102	55.90
202	21; 35; 05	7/9/2026	7.781	0	7.523	1.066	7.247	5.154	8.020	0	56.389	2639	40	102	55.90
203	21; 35; 06	7/9/2026	7.796	0	7.523	1.064	7.254	5.151	8.002	0	56.556	2636	40	102	55.94
204	21; 35; 06	7/9/2026	7.812	0	7.523	1.061	7.261	5.147	7.983	0	56.723	2633	40	102	55.98

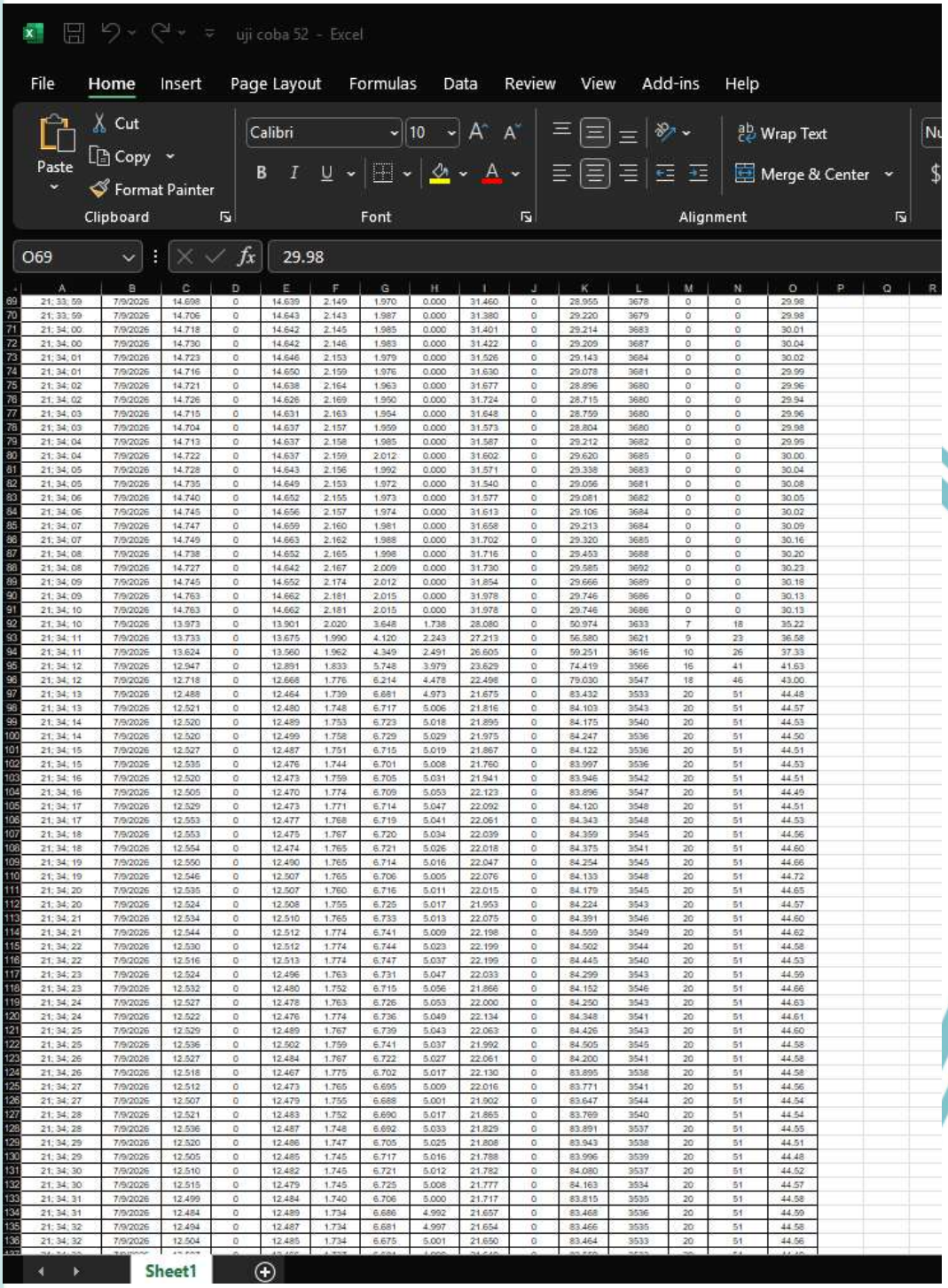
© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

© 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



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
69	21; 33; 59	7/9/2026	14.698	0	14.639	2.149	1.970	0.000	31.460	0	28.955	3678	0	0	29.98
70	21; 33; 59	7/9/2026	14.706	0	14.643	2.143	1.987	0.000	31.380	0	29.220	3679	0	0	29.98
71	21; 34; 00	7/9/2026	14.718	0	14.642	2.145	1.985	0.000	31.401	0	29.214	3683	0	0	30.01
72	21; 34; 00	7/9/2026	14.730	0	14.642	2.146	1.983	0.000	31.422	0	29.209	3687	0	0	30.04
73	21; 34; 01	7/9/2026	14.723	0	14.646	2.153	1.979	0.000	31.526	0	29.143	3684	0	0	30.02
74	21; 34; 01	7/9/2026	14.716	0	14.650	2.159	1.976	0.000	31.630	0	29.078	3681	0	0	29.99
75	21; 34; 02	7/9/2026	14.721	0	14.638	2.164	1.963	0.000	31.677	0	28.896	3680	0	0	29.96
76	21; 34; 02	7/9/2026	14.726	0	14.626	2.169	1.950	0.000	31.724	0	28.715	3680	0	0	29.94
77	21; 34; 03	7/9/2026	14.715	0	14.631	2.163	1.954	0.000	31.648	0	28.759	3680	0	0	29.96
78	21; 34; 03	7/9/2026	14.704	0	14.637	2.157	1.959	0.000	31.573	0	28.804	3680	0	0	29.98
79	21; 34; 04	7/9/2026	14.713	0	14.637	2.158	1.985	0.000	31.587	0	29.212	3682	0	0	29.99
80	21; 34; 04	7/9/2026	14.722	0	14.637	2.159	2.012	0.000	31.602	0	29.620	3685	0	0	30.00
81	21; 34; 05	7/9/2026	14.728	0	14.643	2.156	1.992	0.000	31.571	0	29.338	3683	0	0	30.04
82	21; 34; 05	7/9/2026	14.735	0	14.649	2.153	1.972	0.000	31.540	0	29.056	3681	0	0	30.08
83	21; 34; 06	7/9/2026	14.740	0	14.652	2.155	1.973	0.000	31.577	0	29.081	3682	0	0	30.05
84	21; 34; 06	7/9/2026	14.745	0	14.656	2.157	1.974	0.000	31.613	0	29.106	3684	0	0	30.02
85	21; 34; 07	7/9/2026	14.747	0	14.659	2.160	1.981	0.000	31.658	0	29.213	3684	0	0	30.09
86	21; 34; 07	7/9/2026	14.749	0	14.663	2.162	1.988	0.000	31.702	0	29.320	3685	0	0	30.16
87	21; 34; 08	7/9/2026	14.738	0	14.652	2.165	1.998	0.000	31.716	0	29.453	3688	0	0	30.20
88	21; 34; 08	7/9/2026	14.727	0	14.642	2.167	2.009	0.000	31.730	0	29.585	3692	0	0	30.23
89	21; 34; 09	7/9/2026	14.745	0	14.652	2.174	2.012	0.000	31.854	0	29.666	3689	0	0	30.18
90	21; 34; 09	7/9/2026	14.763	0	14.662	2.181	2.015	0.000	31.978	0	29.746	3686	0	0	30.13
91	21; 34; 10	7/9/2026	14.763	0	14.662	2.181	2.015	0.000	31.978	0	29.746	3686	0	0	30.13
92	21; 34; 10	7/9/2026	13.973	0	13.901	2.020	3.648	1.738	28.080	0	50.974	3633	7	18	35.22
93	21; 34; 11	7/9/2026	13.733	0	13.675	1.990	4.120	2.243	27.213	0	56.580	3621	9	23	36.58
94	21; 34; 11	7/9/2026	13.624	0	13.560	1.962	4.349	2.491	26.605	0	59.251	3616	10	26	37.33
95	21; 34; 12	7/9/2026	12.947	0	12.891	1.833	5.748	3.979	23.629	0	74.419	3566	16	41	41.63
96	21; 34; 12	7/9/2026	12.718	0	12.668	1.776	6.214	4.478	22.498	0	79.030	3547	18	46	43.00
97	21; 34; 13	7/9/2026	12.488	0	12.464	1.739	6.681	4.973	21.675	0	83.432	3533	20	51	44.48
98	21; 34; 13	7/9/2026	12.521	0	12.480	1.748	6.717	5.006	21.816	0	84.103	3543	20	51	44.57
99	21; 34; 14	7/9/2026	12.520	0	12.489	1.753	6.723	5.018	21.895	0	84.175	3540	20	51	44.53
100	21; 34; 14	7/9/2026	12.520	0	12.499	1.758	6.729	5.029	21.975	0	84.247	3536	20	51	44.50
101	21; 34; 15	7/9/2026	12.527	0	12.487	1.751	6.715	5.019	21.867	0	84.122	3536	20	51	44.51
102	21; 34; 15	7/9/2026	12.535	0	12.476	1.744	6.701	5.008	21.760	0	83.997	3536	20	51	44.53
103	21; 34; 16	7/9/2026	12.520	0	12.473	1.759	6.705	5.031	21.941	0	83.946	3542	20	51	44.51
104	21; 34; 16	7/9/2026	12.505	0	12.470	1.774	6.709	5.053	22.123	0	83.896	3547	20	51	44.49
105	21; 34; 17	7/9/2026	12.529	0	12.473	1.771	6.714	5.047	22.092	0	84.120	3548	20	51	44.51
106	21; 34; 17	7/9/2026	12.553	0	12.477	1.768	6.719	5.041	22.061	0	84.343	3548	20	51	44.53
107	21; 34; 18	7/9/2026	12.553	0	12.475	1.767	6.720	5.034	22.039	0	84.359	3545	20	51	44.56
108	21; 34; 18	7/9/2026	12.554	0	12.474	1.765	6.721	5.026	22.018	0	84.375	3541	20	51	44.60
109	21; 34; 19	7/9/2026	12.550	0	12.490	1.765	6.714	5.016	22.047	0	84.254	3545	20	51	44.66
110	21; 34; 19	7/9/2026	12.546	0	12.507	1.765	6.706	5.005	22.076	0	84.133	3548	20	51	44.72
111	21; 34; 20	7/9/2026	12.535	0	12.507	1.760	6.716	5.011	22.015	0	84.179	3545	20	51	44.65
112	21; 34; 20	7/9/2026	12.524	0	12.508	1.755	6.725	5.017	21.953	0	84.224	3543	20	51	44.57
113	21; 34; 21	7/9/2026	12.534	0	12.510	1.765	6.733	5.013	22.075	0	84.391	3546	20	51	44.60
114	21; 34; 21	7/9/2026	12.544	0	12.512	1.774	6.741	5.009	22.198	0	84.559	3549	20	51	44.62
115	21; 34; 22	7/9/2026	12.530	0	12.512	1.774	6.744	5.023	22.199	0	84.502	3544	20	51	44.58
116	21; 34; 22	7/9/2026	12.516	0	12.513	1.774	6.747	5.037	22.199	0	84.445	3540	20	51	44.53
117	21; 34; 23	7/9/2026	12.524	0	12.496	1.763	6.731	5.047	22.033	0	84.299	3543	20	51	44.59
118	21; 34; 23	7/9/2026	12.532	0	12.480	1.752	6.715	5.056	21.866	0	84.152	3546	20	51	44.66
119	21; 34; 24	7/9/2026	12.527	0	12.478	1.763	6.726	5.053	22.000	0	84.250	3543	20	51	44.63
120	21; 34; 24	7/9/2026	12.522	0	12.476	1.774	6.736	5.049	22.134	0	84.348	3541	20	51	44.61
121	21; 34; 25	7/9/2026	12.529	0	12.489	1.767	6.739	5.043	22.063	0	84.426	3543	20	51	44.60
122	21; 34; 25	7/9/2026	12.536	0	12.502	1.759	6.741	5.037	21.992	0	84.505	3545	20	51	44.58
123	21; 34; 26	7/9/2026	12.527	0	12.484	1.767	6.722	5.027	22.061	0	84.200	3541	20	51	44.58
124	21; 34; 26	7/9/2026	12.518	0	12.467	1.775	6.702	5.017	22.130	0	83.895	3538	20	51	44.58
125	21; 34; 27	7/9/2026	12.512	0	12.473	1.765	6.695	5.009	22.016	0	83.771	3541	20	51	44.56
126	21; 34; 27	7/9/2026	12.507	0	12.479	1.755	6.688	5.001	21.902	0	83.647	3544	20	51	44.54
127	21; 34; 28	7/9/2026	12.521	0	12.483	1.752	6.690	5.017	21.865	0	83.769	3540	20	51	44.54
128	21; 34; 28	7/9/2026	12.536	0	12.487	1.748	6.692	5.033	21.829	0	83.891	3537	20	51	44.55
129	21; 34; 29	7/9/2026	12.520	0	12.486	1.747	6.705	5.025	21.808	0	83.943	3538	20	51	44.51
130	21; 34; 29	7/9/2026	12.505	0	12.485	1.745	6.717	5.016	21.788	0	83.996	3539	20	51	44.48
131	21; 34; 30	7/9/2026	12.510	0	12.482	1.745	6.721	5.012	21.782	0	84.080	3537	20	51	44.52
132	21; 34; 30	7/9/2026	12.515	0	12.479	1.745	6.725	5.008	21.777	0	84.163	3534	20	51	44.57
133	21; 34; 31	7/9/2026	12.499	0	12.484	1.740	6.706	5.000	21.717	0	83.815	3535	20	51	44.58
134	21; 34; 31	7/9/2026	12.484	0	12.489	1.734	6.686	4.992	21.657	0	83.468	3536	20	51	44.59
135	21; 34; 32	7/9/2026	12.494	0	12.487	1.734	6.681	4.997	21.654	0	83.466	3535	20	51	44.58
136	21; 34; 32	7/9/2026	12.504	0	12.485	1.734	6.675	5.001	21.650	0	83.464	3533	20	51	44.56

© 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

Lampiran 4. Datasheet MC33035

onsemi

Share Feedback
Your Opinion Matters

DATA SHEET
www.onsemi.com

Brushless DC Motor Controller

MC33035, NCV33035

The MC33035 is a high performance second generation monolithic brushless DC motor controller containing all of the active functions required to implement a full featured open loop, three or four phase motor control system. This device consists of a rotor position decoder for proper commutation sequencing, temperature compensated reference capable of supplying sensor power, frequency programmable sawtooth oscillator, three open collector top drivers, and three high current totem pole bottom drivers ideally suited for driving power MOSFETs.

Also included are protective features consisting of undervoltage lockout, cycle−by−cycle current limiting with a selectable time delayed latched shutdown mode, internal thermal shutdown, and a unique fault output that can be interfaced into microprocessor controlled systems.

Typical motor control functions include open loop speed, forward or reverse direction, run enable, and dynamic braking. The MC33035 is designed to operate with electrical sensor phasings of 60°/300° or 120°/240°, and can also efficiently control brush DC motors.

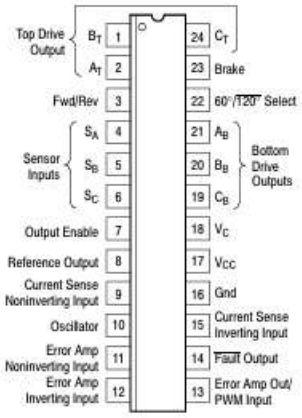
Features

- 10 to 30 V Operation
- Undervoltage Lockout
- 6.25 V Reference Capable of Supplying Sensor Power
- Fully Accessible Error Amplifier for Closed Loop Servo Applications
- High Current Drivers Can Control External 3−Phase MOSFET Bridge
- Cycle−By−Cycle Current Limiting
- Pinned−Out Current Sense Reference
- Internal Thermal Shutdown
- Selectable 60°/300° or 120°/240° Sensor Phasings
- Can Efficiently Control Brush DC Motors with External MOSFET H−Bridge
- NCV Prefix for Automotive and Other Applications Requiring Unique Site and Control Change Requirements; AEC−Q100 Qualified and PPAP Capable
- Pb−Free Packages are Available

PDIP−24
P SUFFIX
CASE 724

SOIC−24 WB
DW SUFFIX
CASE 751E

PIN CONNECTIONS



(Top View)

ORDERING INFORMATION

See detailed ordering and shipping information in the package dimensions section on page 28 of this data sheet.

DEVICE MARKING INFORMATION

See general marking information in the device marking section on page 28 of this data sheet.

© Semiconductor Components Industries, LLC, 2014

© 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

INTRODUCTION

The MC33035 is one of a series of high performance monolithic DC brushless motor controllers produced by Motorola. It contains all of the functions required to implement a full–featured, open loop, three or four phase motor control system. In addition, the controller can be made to operate DC brush motors. Constructed with Bipolar Analog technology, it offers a high degree of performance and ruggedness in hostile industrial environments. The MC33035 contains a rotor position decoder for proper commutation sequencing, a temperature compensated reference capable of supplying a sensor power, a frequency programmable sawtooth oscillator, a fully accessible error amplifier, a pulse width modulator comparator, three open collector top drive outputs, and three high current totem pole bottom driver outputs ideally suited for driving power MOSFETs.

Included in the MC33035 are protective features consisting of undervoltage lockout, cycle–by–cycle current limiting with a selectable time delayed latched shutdown mode, internal thermal shutdown, and a unique fault output that can easily be interfaced to a microprocessor controller.

Typical motor control functions include open loop speed control, forward or reverse rotation, run enable, and dynamic braking. In addition, the MC33035 has a 60°/$\overline{120°}$ select pin which configures the rotor position decoder for either 60° or 120° sensor electrical phasing inputs.

FUNCTIONAL DESCRIPTION

A representative internal block diagram is shown in Figure 19 with various applications shown in Figures 36, 38, 39, 43, 45, and 46. A discussion of the features and function of each of the internal blocks given below is referenced to Figures 19 and 36.

Rotor Position Decoder

An internal rotor position decoder monitors the three sensor inputs (Pins 4, 5, 6) to provide the proper sequencing of the top and bottom drive outputs. The sensor inputs are designed to interface directly with open collector type Hall Effect switches or opto slotted couplers. Internal pull–up resistors are included to minimize the required number of external components. The inputs are TTL compatible, with their thresholds typically at 2.2 V. The MC33035 series is designed to control three phase motors and operate with four of the most common conventions of sensor phasing. A 60°/$\overline{120°}$ Select (Pin 22) is conveniently provided and affords the MC33035 to configure itself to control motors having either 60°, 120°, 240° or 300° electrical sensor phasing. With three sensor inputs there are eight possible input code combinations, six of which are valid rotor positions. The remaining two codes are invalid and are usually caused by an open or shorted sensor line. With six valid input codes, the decoder can resolve the motor rotor position to within a window of 60 electrical degrees.

The Forward/Reverse input (Pin 3) is used to change the direction of motor rotation by reversing the voltage across the stator winding. When the input changes state, from high to low with a given sensor input code (for example 100), the enabled top and bottom drive outputs with the same alpha designation are exchanged (A_T to A_B, B_T to B_B, C_T to C_B). In effect, the commutation sequence is reversed and the motor changes directional rotation.

Motor on/off control is accomplished by the Output Enable (Pin 7). When left disconnected, an internal 25 µA current source enables sequencing of the top and bottom drive outputs. When grounded, the top drive outputs turn off and the bottom drives are forced low, causing the motor to coast and the $\overline{\text{Fault}}$ output to activate.

Dynamic motor braking allows an additional margin of safety to be designed into the final product. Braking is accomplished by placing the Brake Input (Pin 23) in a high state. This causes the top drive outputs to turn off and the bottom drives to turn on, shorting the motor–generated back EMF. The brake input has unconditional priority over all other inputs. The internal 40 kΩ pull–up resistor simplifies interfacing with the system safety–switch by insuring brake activation if opened or disconnected. The commutation logic truth table is shown in Figure 20. A four input NOR gate is used to monitor the brake input and the inputs to the three top drive output transistors. Its purpose is to disable braking until the top drive outputs attain a high state. This helps to prevent simultaneous conduction of the the top and bottom power switches. In half wave motor drive applications, the top drive outputs are not required and are normally left disconnected. Under these conditions braking will still be accomplished since the NOR gate senses the base voltage to the top drive output transistors.

Error Amplifier

A high performance, fully compensated error amplifier with access to both inputs and output (Pins 11, 12, 13) is provided to facilitate the implementation of closed loop motor speed control. The amplifier features a typical DC voltage gain of 80 dB, 0.6 MHz gain bandwidth, and a wide input common mode voltage range that extends from ground to V_{ref}. In most open loop speed control applications, the amplifier is configured as a unity gain voltage follower with the noninverting input connected to the speed set voltage source. Additional configurations are shown in Figures 31 through 35.

Oscillator

The frequency of the internal ramp oscillator is programmed by the values selected for timing components R_T and C_T. Capacitor C_T is charged from the Reference Output (Pin 8) through resistor R_T and discharged by an internal discharge transistor. The ramp peak and valley voltages are typically 4.1 V and 1.5 V respectively. To provide a good compromise between audible noise and output switching efficiency, an oscillator frequency in the range of 20 to 30 kHz is recommended. Refer to Figure 1 for component selection.

Share Feedback
Your Opinion Matters

© 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

Three Phase Closed Loop Controller

The MC33035, by itself, is only capable of open loop motor speed control. For closed loop motor speed control, the MC33035 requires an input voltage proportional to the motor speed. Traditionally, this has been accomplished by means of a tachometer to generate the motor speed feedback voltage. Figure 39 shows an application whereby an MC33039, powered from the 6.25 V reference (Pin 8) of the MC33035, is used to generate the required feedback voltage without the need of a costly tachometer. The same Hall sensor signals used by the MC33035 for rotor position decoding are utilized by the MC33039. Every positive or negative going transition of the Hall sensor signals on any of the sensor lines causes the MC33039 to produce an output pulse of defined amplitude and time duration, as determined by the external resistor R_1 and capacitor C_1. The output train of pulses at Pin 5 of the MC33039 are integrated by the error amplifier of the MC33035 configured as an integrator to produce a DC voltage level which is proportional to the motor speed. This speed proportional voltage establishes the PWM reference level at Pin 13 of the MC33035 motor controller and closes the feedback loop. The MC33035 outputs drive a TMOS power MOSFET 3−phase bridge. High currents can be expected during conditions of start−up, breaking, and change of direction of the motor.

The system shown in Figure 39 is designed for a motor having 120/240 degrees Hall sensor electrical phasing. The system can easily be modified to accommodate 60/300 degree Hall sensor electrical phasing by removing the jumper (J_2) at Pin 22 of the MC33035.

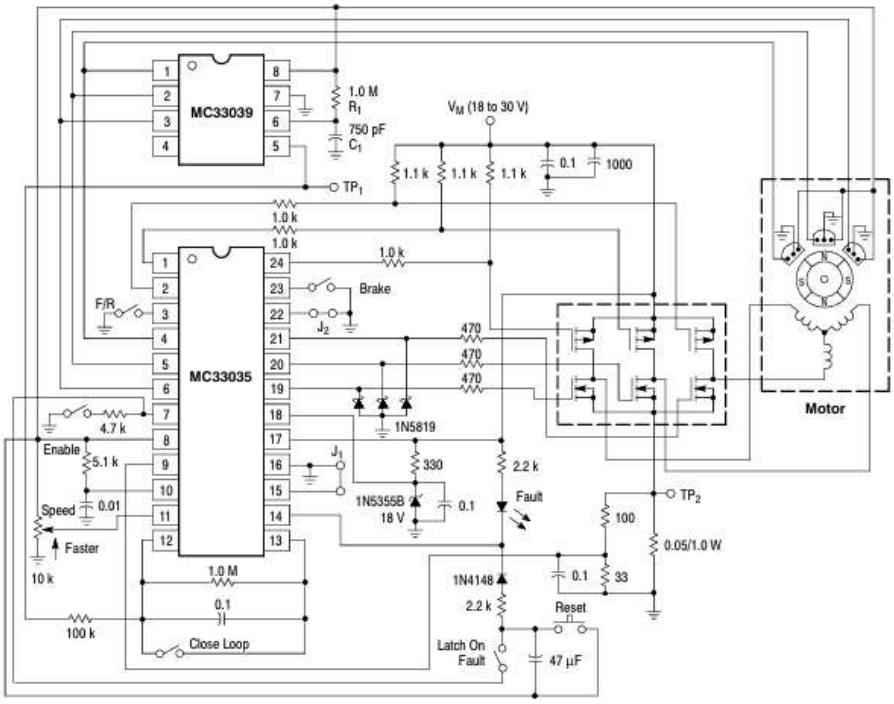


Figure 39. Closed Loop Brushless DC Motor Control Using The MC33035 and MC33039

Share Feedback
Your Opinion Matters