



© 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**PNJ – PT. SOLUSI BANGUN INDONESIA**  
**RANCANG BANGUN MONITORING CO<sub>2</sub> MELALUI**  
**BIOSYNC SYSTEM BERBASIS INTERNET OF**  
**THINGS (IoT)**

LAPORAN TUGAS AKHIR

**POLITEKNIK**  
**NEGERI**  
Oleh:  
**MUHAMMAD FAKHRI KUSNAN**  
**NIM. 2102315013**

**PROGRAM EVE**  
**KERJASAMA PNJ - PT. SOLUSI BANGUN INDONESIA**  
**JURUSAN TEKNIK MESIN - PROGRAM STUDI D3**  
**TEKNIK MESIN**  
**KONSENTRASI REKAYASA INDUSTRI**  
**POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**  
**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



**SOLUSI BANGUN  
INDONESIA**

**PNJ – PT SOLUSI BANGUN INDONESIA**

## **RANCANG BANGUN MONITORING CO<sub>2</sub> MELALUI BIOSYNC SYSTEM BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)**

Laporan ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan  
Diploma III Program Studi Teknik Mesin  
Di Jurusan Teknik Mesin

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**  
Oleh:  
**MUHAMMAD FAKHRI KUSNAN**  
**NIM. 2102315013**

**PROGRAM EVE  
KERJA SAMA PNJ - PT. SOLUSI BANGUN INDONESIA  
JURUSAN TEKNIK MESIN – PROGRAM STUDI D3  
TEKNIK MESIN  
KONSENTRASI REKAYASA INDUSTRI SEMEN  
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA  
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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



***“JADILAH BERHARGA UNTUK DIRIMU  
SENDIRI DAN ORANG-ORANG DI SEKITARMU “***



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 PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

### RANCANG BANGUN MONITORING CO<sub>2</sub> MELALUI BIOSYNC SYSTEM BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)

Oleh:  
Muhammad Fakhri Kusnan  
NIM.2102315013  
Program Studi D3 Teknik Mesin

Naskah Tugas Akhir ini dinyatakan siap untuk melaksanakan ujian Tugas Akhir.

Narogong, 08 Agustus 2024

Pembimbing I

Dr. Sonki Prasetya, S.T., M.Sc.  
NIP. 197512222008121003

Pembimbing II

Djoko Nursanto  
NIK. 62500178

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

Ketua Program Studi  
Diploma Teknik Mesin

Dr. Budi Yuwono, S.T.  
NIP. 196306191990031002



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 PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

### RANCANG BANGUN MONITORING CO<sub>2</sub> MELALUI BIOSYNC SYSTEM BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)

Oleh:  
Muhammad Fakhri Kusnan  
NIM.2102315013  
Program Studi D3 Teknik Mesin

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji pada tanggal 08 Agustus 2024 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Diploma III pada Program Studi D3 Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin

#### DEWAN PENGUJI

No	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1	Dr. Sonki Prasetya, S.T., M.Sc. NIP. 197512222008121003	Ketua		
2	Hasvienda Mohammad Ridlwan, S.T., M.T. NIP. 199012162018031001	Anggota		
3	Gammalia Permata Devi NIK. 62501176	Anggota		

Narogong, 08 Agustus 2024

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Koordinator EVE Program



Dr. Eng. Ir. Muslimin, S.T., M.T., IWE  
NIP. 197707142008121005

Gammalia Permata Devi  
NIK. 62501176



**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

## LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Fakhri Kusnan

NIM : 2102315013

Program Studi : D3 – Teknik Mesin

menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam Laporan Tugas akhir telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

Bogor, 08 Agustus 2024

Muhammad Fakhri Kusnan

NIM. 2102315013





## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Diploma III Program EVE Kerjasama Politeknik Negeri Jakarta – PT. Solusi Bangun Indonesia, yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Fakhri Kusnan  
NIM : 2102315013  
Jurusan : Teknik Mesin  
Program Studi : DIII Teknik Mesin  
Konsentrasi : Rekayasa Industri  
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada EVE, Program Kerjasama Politeknik Negeri Jakarta – PT. Solusi Bangun Indonesia **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (Non-Exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah yang berjudul:

### “RANCANG BANGUN MONITORING CO<sub>2</sub> MELALUI BIOSYNC SYSTEM BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)”

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif, EVE. Program Kerja sama Politeknik Negeri Jakarta – PT. Solusi Bangun Indonesia Tbk menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan Tugas Akhir ini sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

Dibuat di: Narogong

Pada Tanggal: 08 Agustus 2024

Yang Menyatakan

Muhammad Fakhri Kusnan

NIM. 2102315013

### Hak Cipta :

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



Hak Cipta :

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

## RANCANG BANGUN MONITORING CO<sub>2</sub> MELALUI BIOSYNC SYSTEM BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)

Muhammad Fakhri Kusnan<sup>1,2</sup>, Sonki Prasetya<sup>1</sup>, Djoko Nursanto<sup>2</sup>

1. Program Studi Teknik Mesin - EVE, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424
2. EVE Workshop, PT Solusi Bangun Indonesia Tbk Narogong Plant.  
[sonki.prasetya@mesin.pnj.ac.id](mailto:sonki.prasetya@mesin.pnj.ac.id)

### ABSTRAK

Karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) adalah gas yang dihasilkan dari aktivitas manusia, produksi bahan bakar fosil, dan proses lainnya. Industri semen merupakan kontributor signifikan terhadap emisi CO<sub>2</sub> global, dengan "klinker" menjadi komponen utama dalam proses tersebut. Biosequestration, atau penyerapan biologis, adalah proses di mana CO<sub>2</sub> dikeluarkan dari atmosfer oleh organisme hidup dan disimpan dalam biomassa atau tanah. Hal ini mendorong penulis untuk mengembangkan strategi biosequestrasi yang dapat diterapkan di PT Solusi Bangun Indonesia. Hal ini dapat dicapai melalui penggunaan teknologi IoT. Sistem "BIOSYNC" dikembangkan untuk membantu PT Solusi Bangun Indonesia memantau nilai CO<sub>2</sub> di Pabrik Narogong tanpa campur tangan manusia. Metode yang digunakan pada sistem kontrol dan elektrikal BioSync System ini harus secara sistematis dan ilmiah, hal ini untuk dapat tercapainya tujuan dalam membuat sistem kontrol dan elektrikal BioSync System dan menyelesaikan masalah yang telah dirumuskan dengan menggunakan metode secara struktural. Seperti CO<sub>2</sub> monitoringSystem dan Automatic Watering System. Pemograman dilakukan dalam Bahasa C++ berbasis Arduino. Setelah melakukan analisis dan uji coba sensor CO<sub>2</sub>, penggunaan yang paling sesuai dengan kriteria adalah sensor MQ-135. Untuk Sensor kelembapan tanah yang digunakan dalam Automatic Watering System adalah Sensor DF Robot dengan nilai rata-rata persentase kesalahan 4,55%. BioSync System ini sudah dapat diakses pada platform Arduino Cloud via Website Arduino Cloud dan aplikasi Arduino IoT Remote.

**Kata Kunci:** Karbondioksida(CO<sub>2</sub>), Biosequestrasi, CO<sub>2</sub> Sensor, CO<sub>2</sub> MonitoringSystem, Automatic Watering System, Soil Moisture Sensor, C++





Hak Cipta :

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

## THE DEVELOPMENT OF MONITORING CO<sub>2</sub> THROUGH BIOSYNC SYSTEM BASED INTERNET OF THINGS (IoT)

Muhammad Fakhri Kusnan<sup>1,2</sup>, Sonki Prasetya<sup>1</sup>, Djoko Nursanto<sup>2</sup>

1. Program Studi Teknik Mesin - EVE, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424
2. EVE Workshop, PT Solusi Bangun Indonesia Tbk Narogong Plant.  
[sonki.prasetya@mesin.pnj.ac.id](mailto:sonki.prasetya@mesin.pnj.ac.id)

### ABSTRACT

Carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) is a gas produced from human activities, fossil fuel production, and other processes. The cement industry is a significant contributor to global CO<sub>2</sub> emissions, with "clinker" being a key component in the process. Biosequestration, or biological sequestration, is the process by which CO<sub>2</sub> is removed from the atmosphere by living organisms and stored in biomass or soil. This encourages the author to develop a biosequestration strategy that can be applied at PT Solusi Bangun Indonesia. This can be achieved through the use of IoT technology. The "BIOSYNC" system was developed to help PT Solusi Bangun Indonesia monitor CO<sub>2</sub> values at the Narogong Plant without human intervention. . The method used in the control and electrical system of the BioSync System must be systematic and scientific, this is to be able to achieve the goal of making a control and electrical system of the BioSync System and solving the problems that have been formulated using the method structurally. Such as the CO<sub>2</sub> monitoring system and the Automatic Watering System. Programming is done in Arduino-based C++ language. After conducting the analysis and testing of the CO<sub>2</sub> sensor, the most optimal reading and use is the MQ-135 sensor. The soil moisture sensor used in the Automatic Watering System is the DF Robot Sensor with an average error percentage of 4.55%. This BioSync System can be accessed on the Arduino Cloud platform via the Arduino Cloud Website and the Arduino IoT Remote application.

**Kata Kunci:** Karbondioksida (CO<sub>2</sub>), Biosequestrasi, CO<sub>2</sub> Sensor, CO<sub>2</sub> Monitoring System, Automatic Watering System, Soil Moisture Sensor, C++



**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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kepada Allah Subhanahu wa ta'ala, atas Rahmat dan Karunia-Nya tugas akhir ini dapat diselesaikan. Penulisan tugas akhir merupakan salah satu syarat kelulusan untuk mencapai Diploma III di jurusan Teknik Mesin, kerja sama Politeknik negeri Jakarta dengan PT. Solusi Bangun Indonesia, EVE Program. Tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, tidak akan mudah untuk menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Dengan rasa hormat, ucapan terima kasih disampaikan kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta dan dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini
2. Bapak Dr. Sonki Prasetya, S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian Tugas akhir ini.
3. Ibu Gammalia Permata Devi selaku Kepala Program EVE PT. Solusi Bangun Indonesia Tbk.
4. Bapak Djoko Nursanto sebagai Superintendent sekaligus pembimbing tugas akhir,
5. Bapak Abdullah Arifin dan Bapak Lutfi Maulana sebagai Anggota EVE Team, PT. Solusi Bangun Indonesia Tbk yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk membantu pelaksanaan tugas akhir.
6. Bapak Oki Sandrino, Bapak Setiawan, Bapak Rizki Fajar Abdillah dan jajaran tim Research Center yang sudah berkolaborasi dan mendukung tugas akhir saya dalam fabrikasi Pot Cetak menggunakan 3D Construction Printing.
7. Bapak Adam dan jajaran tim EQS yang sudah berkolaborasi dan mendukung tugas akhir saya.
8. Saudara Imansyah Aditya Aminuddin sebagai rekan kerja selama masa spesialisasi.
9. Saudara Anggana Wafa Febrian, Rival Aditya Rachmawan, Riyan Maulana dan Rieke Restiyatna Harumsari sebagai anggota tim proyek dalam membantu tugas akhir penulis.
10. Mahasiswa/i EVE yang telah mendukung dan membantu pelaksanaan Tugas Akhir ini dan seluruh rekan-rekan EVE seperjuangan Angkatan 17, kakak dan adik kelas EVE 16, 18, dan 19.



## © 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Akhir kata, diharap semoga Allah SWT membalas semua kebaikan dan bantuan yang diterima. Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini jauh dari sempurna. Oleh sebab itu penulis mengharapkan kritik dan saran. Semoga laporan ini bisa bermanfaat bagi para pembaca.

Bogor, 08 Agustus 2024

Penulis,

Muhammad Fakhri Kusnan

NIM.2102315013





**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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS .....	v
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT .....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR DIAGRAM .....	xv
DAFTAR TABEL .....	xvi
DAFTAR BAGAN.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan .....	4
1.3.1 Tujuan Umum .....	4
1.3.2 Tujuan Khusus .....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Lokasi.....	5
1.6 Metode Penyelesaian Masalah .....	5
1.7 Manfaat .....	5
1.8 Sistematika Penulisan .....	5
1.8.1 Bab I Pendahuluan .....	5
1.8.2 Bab II Tinjauan Pustaka .....	6
1.8.3 Bab III Metodologi.....	6
1.8.4 Bab IV Pembahasan dan Hasil.....	6
1.8.5 Bab V Kesimpulan dan Saran .....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Kajian Teori .....	7
2.1.1 CO <sub>2</sub> .....	7



**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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.1.2	Semen.....	8
2.1.3	Pengendalian Nilai CO <sub>2</sub> .....	9
2.1.4	Internet of Things (IoT) .....	11
2.1.5	Sistem.....	12
2.1.6	Sistem Kendali .....	12
2.1.7	Sistem Automasi .....	13
2.1.8	<i>Monitoring</i> .....	13
2.1.9	Unified Modelling Language (UML) .....	14
2.1.10	Arduino .....	15
2.1.11	Arduino IDE.....	16
2.1.12	Arduino Cloud.....	16
2.1.13	Standar Deviasi .....	17
2.2	Kajian Komponen .....	17
2.2.1	3D Printer .....	17
2.2.2	3D Concrete Printer.....	18
2.2.3	Panel Box .....	18
2.2.4	<i>Microcontroller</i> .....	19
2.2.5	Sensor.....	20
2.2.6	Sensor CO <sub>2</sub> .....	20
2.2.7	Sensor Kelembapan Tanah.....	21
2.2.8	Pompa.....	21
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>22</b>
3.1	Observasi.....	23
3.2	Kebutuhan Konsumen.....	23
3.3	Studi Literatur .....	23
3.4	Diskusi .....	24
3.5	Perencanaan.....	25
3.5.1	Timeline .....	25
3.5.2	Mind Mapping Target .....	26
3.5.3	Business Process Model (BPM).....	28
3.5.4	Skema Operasi .....	33
3.6	Perancangan BioSync.....	35
3.6.1	3D Desain.....	35
3.6.2	<i>MICROCONTROLLER</i> .....	36



Hak Cipta :

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

3.6.3	CO <sub>2</sub> MonitoringSensor.....	39
3.6.4	Sensor Kelembapan Tanah.....	42
3.6.5	Pemilihan <i>Microcontroller</i> .....	43
3.6.6	Pemilihan CO <sub>2</sub> MonitoringSensor.....	44
3.6.7	Pemilihan Sensor Kelembapan Tanah.....	45
3.6.8	Pemilihan Website IoT Platform.....	47
3.7	Realisasi Rancang Bangun BioSync.....	48
3.7.1	Penentuan Jenis Kabel.....	48
3.7.2	Penentuan Luas Penampang Kabel.....	50
3.7.3	Perancangan Panel Box.....	52
3.7.4	Fabrikasi Panel Box.....	53
3.7.5	Wiring di Dalam Panel Box.....	54
3.7.6	Perancangan Heat Ventilation.....	55
3.7.7	Perancangan Pompa.....	56
3.7.8	Perancangan Automatic Watering System.....	58
3.7.9	Perancangan CO <sub>2</sub> MonitoringSystem.....	59
3.8	Uji Coba Hasil dan Pengamatan.....	60
3.8.1	Uji Coba Pembacaan Sensor Kelembapan Tanah.....	61
3.8.2	Uji Coba Pembacaan Sensor CO <sub>2</sub> Monitoring.....	72
3.8.3	Uji Coba Jarak Sensor CO <sub>2</sub> MQ-135 dengan <i>Microcontroller</i> .....	78
3.8.4	Uji Coba Internet of Things (IoT) System pada Biosync.....	80
<b>BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>81</b>
4.1	Analisis Pemilihan Komponen.....	81
4.1.1	Analisis Kebutuhan.....	81
4.1.2	Analisis Pemilihan <i>Microcontroller</i> .....	83
4.1.3	Analisis Pemilihan Sensor CO <sub>2</sub> .....	86
4.1.4	Analisis Pemilihan Sensor Kelembapan Tanah.....	89
4.2	Analisis Hasil Uji Coba Pembacaan Sensor Kelembapan Tanah.....	92
4.2.1	Analisis Hasil Uji Coba Pembacaan Sensor Kelembapan Tanah 1.....	92
4.2.2	Analisis Hasil Uji Coba Pembacaan Sensor Kelembapan Tanah 2.....	94
4.3	Kalibrator atau Alat Nilai Pembanding pada Uji Coba Pembacaan Sensor CO <sub>2</sub> MonitoringMQ-135.....	99
4.4	Analisis Uji Coba Pembacaan Sensor CO <sub>2</sub> MonitoringMQ-135.....	104
4.4.1	Kondisi Pre-heat atau Pemanasan Awal.....	104



**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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.4.2	Uji Coba Tahap 1 (30 detik).....	107
4.4.3	Uji Coba Tahap 2 (60 detik).....	109
4.4.4	Uji Coba Tahap 3 (10 menit) .....	114
4.5	Analisis Uji Coba Jarak Sensor CO <sub>2</sub> dengan <i>Microcontroller</i> .....	118
4.6	Analisis hasil Uji Internet of Things (IoT) System pada Biosync .....	124
4.7	Evaluasi Hasil.....	129
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>132</b>
5.1	Kesimpulan .....	132
5.2	Saran.....	133
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>134</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>138</b>

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**



Hak Cipta :

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

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 CO2 .....	7
Gambar 2. 2 3D Printer .....	17
Gambar 2. 3 <i>Microcontroller</i> .....	19
Gambar 3. 1 Diagram Alir Tugas Akhir .....	22
Gambar 3. 2 Mind Mapping Target .....	27
Gambar 3. 3 Skema Operasi.....	33
Gambar 3. 4 Ilustrasi Skema Operasi.....	33
Gambar 3. 5 Layout Dalam Panel Box .....	52
Gambar 3. 6 Diagram Sistem Automatic Watering System .....	58
Gambar 3. 7 Rangkaian Sensor Kelembapan Tanah dengan <i>Microcontroller</i> .....	58
Gambar 3. 8 Rangkaian Automatic Watering System .....	59
Gambar 3. 9 Diagram Sistem CO <sub>2</sub> Monitoring .....	60
Gambar 3. 10 Rangkaian CO <sub>2</sub> Gas Sensor.....	60
Gambar 3. 11 Diagram Alir Uji Coba Sensor Kelembapan Tanah.....	62
Gambar 3. 12 Alat dan bahan Uji Coba Sensor Kelembapan Tanah 1 .....	63
Gambar 3. 13 Flowchart System Sensor Kelembapan Tanah.....	65
Gambar 3. 14 Coding Sensor Kelembapan tanah .....	66
Gambar 3. 15 Alat dan Bahan Uji Coba 2 .....	68
Gambar 3. 16 Coding Program untuk Uji Coba 2.....	69
Gambar 3. 17 Coding Program Sensor Soil.....	74
Gambar 3. 18 Uji Coba Jarak Antara Sensor MQ-135 dengan <i>Microcontroller</i> ..	79
Gambar 4. 1 Dokumentasi Uji Coba Sick MCS100E .....	103
Gambar 4. 2 Coding Arduino Cloud IoT .....	124
Gambar 4. 3 Sistem Koneksi Wi-Fi .....	125
Gambar 4. 4 Dokumentasi Dashboard BioSync dalam kondisi Online .....	125
Gambar 4. 5 Dokumentasi Dashboard BioSync dalam kondisi Online .....	126
Gambar 4. 6 Dokumentasi Dashboard BioSync dalam kondisi Online Smartphone View .....	126
Gambar 4. 7 Dokumentasi Dashboard BioSync dalam kondisi Online Smartphone View .....	127

## DAFTAR DIAGRAM

Diagram 4. 1 Diagram Radar Kriteria <i>Microcontroller</i> .....	85
Diagram 4. 2 Diagram Radar Kriteria CO <sub>2</sub> Sensor .....	88
Diagram 4. 3 Diagram Radar Kriteria Soil Moisture Sensor .....	91
Diagram 4. 4 Diagram Garis Hasil Pengujian Soil Moisture 1 .....	93
Diagram 4. 5 Diagram Garis Hasil Uji Preheat Sensor MQ-135 .....	106
Diagram 4. 6 Diagram Garis Uji Coba Tahap 1.....	109
Diagram 4. 7 Diagram Garis Uji Coba Tahap 2.....	113





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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Diagram 4. 8 Diagram Garis Uji Coba Tahap 3.....	117
Diagram 4. 9 Diagram Garis Hasil Uji Coba Jarak 2 Meter.....	119
Diagram 4. 10 Diagram Garis Hasil Uji Coba Jarak 1,5 Meter.....	120
Diagram 4. 11 Diagram Garis Hasil Uji Coba Jarak 1 Meter.....	121
Diagram 4. 12 Diagram Garis Hasil Uji Coba Jarak 0,5 Meter.....	122

**DAFTAR TABEL**

Tabel 3. 1 Timeline .....	26
Tabel 3. 2 Spesifikasi Arduino MKR 1010 WiFi .....	36
Tabel 3. 3 Spesifikasi Arduino Nano IoT 33 .....	37
Tabel 3. 4 Spesifikasi ESP 32 .....	38
Tabel 3. 5 Spesifikasi NodeMCU .....	38
Tabel 3. 6 Spesifikasi MHZ-19B .....	39
Tabel 3. 7 Spesifikasi MQ-3 .....	39
Tabel 3. 8 Spesifikasi MQ-7 .....	40
Tabel 3. 9 Spesifikasi MQ-9 .....	40
Tabel 3. 10 Spesifikasi MQ-135 .....	41
Tabel 3. 11 Spesifikasi DFRobot Gravity .....	42
Tabel 3. 12 Spesifikasi Soil Hygrometer Humidity Detection .....	42
Tabel 3. 13 Pemilihan <i>Microcontroller</i> .....	43
Tabel 3. 14 Pemilihan Sensor CO <sub>2</sub> .....	44
Tabel 3. 15 Karakteristik Kabel .....	49
Tabel 3. 16 Komponen di Dalam Panel Box.....	52
Tabel 3. 17 Tabel Kebutuhan Lubang Panel Box .....	53
Tabel 3. 18 Kebutuhan Panjang Kabel.....	54
Tabel 3. 19 Kebutuhan Kabel Berdasarkan Warna .....	55
Tabel 3. 20 Spesifikasi Fan.....	55
Tabel 3. 21 Karakteristik Pompa.....	56
Tabel 3. 22 Spesifikasi Pompa.....	57
Tabel 3. 23 Pinout Sensor Kelembapan Tanah .....	59
Tabel 3. 24 Pinout Sensor CO <sub>2</sub> .....	60
Tabel 3. 25 Tabel Dimensi Media Uji.....	64
Tabel 3. 26 Tabel Density Tanah yang Digunakan.....	64
Tabel 3. 27 Tabel Density Tanah .....	64
Tabel 3. 28 Tabel Dimensi Media Uji Coba 2 .....	69
Tabel 3. 29 Tabel Density Tanah yang Digunakan.....	69
Tabel 3. 30 Tabel Dimensi Selang yang Digunakan pada Uji 2 .....	69
Tabel 4. 1 Tabel Daftar Kebutuhan.....	82
Tabel 4. 2 Pemilihan <i>Microcontroller</i> .....	83
Tabel 4. 3 Pembobotan Penilaian <i>Microcontroller</i> .....	84
Tabel 4. 4 Pemilihan Sensor CO <sub>2</sub> .....	86
Tabel 4. 5 Tabel Pembobotan Kriteria Sensor CO <sub>2</sub> .....	87
Tabel 4. 6 Tabel Pemilihan Sensor Kelembapan Tanah .....	89



**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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4. 7 Tabel Kriteria Sensor Kelembapan Tanah .....	90
Tabel 4. 8 Tabel Data Hasil Pengujian Sensor Kelembapan Tanah 1 .....	93
Tabel 4. 9 Data Selisih Kenaikan Persentase Soil.....	94
Tabel 4. 10 Tabel Hasil Uji Selang 1 .....	95
Tabel 4. 11 Tabel Hasil Uji Coba Selang 2.....	97
Tabel 4. 12 Spesifikasi MSA Altair 5X.....	99
Tabel 4. 13 Tabel Spesifikasi Sick MCS100E.....	101
Tabel 4. 14 Tabel Hasil Uji Coba Kondisi Preheat.....	104
Tabel 4. 15 Tabel Kesimpulan Hasil Uji Coba Kondisi Preheat.....	105
Tabel 4. 16 Hasil Uji Coba Tahap 1.....	107
Tabel 4. 17 Kesimpulan Hasil Uji Coba Tahap 1 .....	108
Tabel 4. 18 Tabel Data Hasil Uji Coba Tahap 2 .....	110
Tabel 4. 19 Kesimpulan Uji Coba Tahap 2.....	111
Tabel 4. 20 Data Hasil Uji Coba Tahap 3 .....	114
Tabel 4. 21 Kesimpulan Uji Coba Tahap 3.....	116
Tabel 4. 22 Tabel Fluktuasi.....	123
Tabel 4. 23 Evaluasi Hasil .....	129

**DAFTAR BAGAN**

Bagan 1 Bussines Process Modelling Cycling.....	29
---	----

**DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 Coding Program Sensor Kelembapan Tanah.....	138
Lampiran 2 Coding Program Sensor CO2 .....	139
Lampiran 3 Data Hasil Uji CO <sub>2</sub> Monitoring Kondisi Preheat .....	139
Lampiran 4 Data Hasil Uji Coba CO <sub>2</sub> Monitoring Tahap 1.....	140
Lampiran 5 Data Hasil Uji Coba CO <sub>2</sub> Monitoring Tahap 2.....	141
Lampiran 6 Data Hasil Uji Coba CO <sub>2</sub> Monitoring Tahap 3.....	142
Lampiran 7 Data Hasil Uji CO <sub>2</sub> Monitoring Berjarak 0,5 meter .....	143
Lampiran 8 Data Hasil Uji CO <sub>2</sub> Monitoring Berjarak 1 meter .....	144
Lampiran 9 Data Hasil Uji CO <sub>2</sub> Monitoring Berjarak 1,5 meter .....	145
Lampiran 10 Data Hasil Uji CO <sub>2</sub> Monitoring Berjarak 2 meter .....	146



**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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## BAB 1 PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

EVE Program Narogong adalah salah satu program pendidikan kejuruan berbasis vokasi yang dibentuk oleh PT Solusi Bangun Indonesia Tbk sejak pertengahan 2005 dan beroperasi di bawah operasional Narogong *Plant* sebagai salah satu program CSR PT Solusi Bangun Indonesia Tbk, EVE Program memiliki berbagai target dalam operasionalnya, salah satunya adalah mendukung program-program yang dilaksanakan oleh PT Solusi Bangun Indonesia. Salah satu program PT Solusi Bangun Indonesia yang sedang dilakukan adalah Pengelolaan Kadar Gas CO<sub>2</sub> di Area Pabrik PT Solusi Bangun Indonesia dan sekitarnya.

Gas CO<sub>2</sub> atau yang kita kenal dengan gas Karbon dioksida adalah gas yang dihasilkan dari pernapasan manusia, pembakaran bahan bakar fosil, dll. Karbon dioksida anorganik dikeluarkan dari gunung berapi dan proses geotermal lainnya seperti pada mata air panas (Wikipedia, "Karbon Dioksida").

Semen adalah sumber dari sekitar 8% emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dunia, menurut lembaga penelitian Chatham House. Jika industri semen adalah sebuah negara, dia akan menjadi penghasil emisi terbesar ketiga di dunia - di belakang Cina dan AS. (Rodgers). Klinker merupakan salah satu bahan utama pada proses pembuatan semen. Penggunaan batu bara ini digunakan dalam proses pembakaran saat pembuatan Klinker pada Kiln. Proses pembuatan "klinker" konstituen utama semenlah yang mengeluarkan CO<sub>2</sub> terbesar dalam pembuatan semen. Pada tahun 2016, produksi semen dunia menghasilkan sekitar 2,2 miliar ton CO<sub>2</sub> setara dengan 8% dari total global. Lebih dari setengahnya berasal dari proses kalsinasi. Bersama dengan pembakaran termal, 90% dari emisi sektor ini dapat dikaitkan dengan produksi klinker (Rodgers).

Secara umum, pembakaran batu bara dapat menghasilkan sekitar 2,2 hingga 2,5 ton CO<sub>2</sub> per ton batu bara yang terbakar. Dari persentase secara umumnya saja yaitu 2,2 hingga 2,5 ton CO<sub>2</sub> per ton batu bara. Dapat kita hitung jika kita membakar 10 Ton Batu bara dalam 1 kali proses pembakaran, maka akan dihasilkan sekitar 22 Ton hingga 25 Ton CO<sub>2</sub>.



**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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Oleh karena itu, diperlukan adanya strategi-strategi yang dapat mengendalikan lonjakan pasokan CO<sub>2</sub> yang dihasilkan oleh Industri Semen, khususnya di *Plant* Narogong PT. Solusi Bangun Indonesia. Dalam hal ini PT Solusi Bangun Indonesia melakukan upaya-upaya pengendalian nilai CO<sub>2</sub> di area pabrik salah satunya adalah dengan melakukan metode penyerapan CO<sub>2</sub> menggunakan tanaman hijau atau *Biosequestration* di area Pabrik.

Strategi penyerapan karbon secara garis besar dapat diklasifikasikan menjadi dua kategori yaitu biologis dan non-biologis. *Biosequestration* atau sekuestrasi biologis adalah proses di mana karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) diserap dari atmosfer oleh organisme hidup, seperti tanaman, dan disimpan dalam bentuk biomassa atau dalam tanah. *Biosequestration* ini dapat dilakukan dengan memanfaatkan Ekosistem Laut dan Ekosistem Darat (Nayak et al.).

Ekosistem darat mempunyai potensi menyerap sekitar 333 GtC pada akhir abad ini. Potensi ini dapat diwujudkan melalui penerapan praktik pengelolaan terbaik pada proses sekuestrasi ini. Penghijauan telah lama memegang peranan penting dalam mitigasi iklim. Hal ini menambah karbon biomassa secara signifikan dan diperkirakan menawarkan tingkat penyerapan sedang hingga tinggi tergantung pada nilai CO<sub>2</sub>. Proyek penghijauan memerlukan perencanaan yang cermat demi keberlanjutan dan sangat bergantung pada pasar karbon (Nayak et al.). Secara keseluruhan, saat ini, strategi bio-sekuestrasi lebih murah dan lebih berkelanjutan dibandingkan tanaman sekuestrasi buatan.

Pengelolaan lingkungan dengan metode *Biosequestration* atau penghijauan ini sudah pernah dilakukan di PT Semen Batu Raja. Pengelolaan lingkungan hidup di Semen Baturaja tidak hanya terfokus pada proses penanaman. Semen Baturaja secara rutin melakukan *monitoring* dan perlindungan kawasan hutan kota yang notabene berlokasi di dalam lingkungan perusahaan. Kegiatan tersebut dilakukan oleh Departemen HSE yang memiliki wewenang berdasarkan SOP yang telah ditetapkan (Hapsari).

Dalam penerapannya di lingkungan pabrik PT.SBI , Bio-sekuestrasi ini masih sama seperti dengan yang dilakukan di PT Semen Baturaja. Yang dimana setiap kegiatan perawatannya dilakukan oleh tim khusus dari departemen EQS. Hal



**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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ini menunjukkan masih diperlukannya *man power* khusus dalam pemeliharaan tiap-tiap tanaman di Area pabrik. Selain itu, sistem *Biosequestration* ini masih terbatas pada lahan berupa tanah yang memang diperuntukan sebagai area hijau. Tetapi masih sulit dilakukan penanaman di area pabrik yang tidak memiliki kontur tanah. Menteri Perindustrian Indonesia Kabinet Kerja (2016–2019) Airlangga Hartarto pernah menyatakan bahwa pada industri semen diharapkan melakukan perubahan sesuai perkembangan teknologi saat ini di era industri 4.0 secara bertahap dengan tujuan mencari langkah efisiensi dan optimalisasi untuk mencapai hasil maksimal(Winosa). Dimana salah satunya adalah penerapan IoT (Internet of Things).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Alfi Sihab, Sonki Prasetya, dan Rum Karimak dengan judul Rancang Bangun System *MonitoringPurging* Pada Bag Filter Berbasis IoT (Internet of Things). Penelitian ini bertujuan untuk mempermudah pemantauan *Purging* pada Bag Filter yang sekarang masih banyak dilakukan secara manual dan mengandalkan indra pendengaran saja. Pada penelitian tersebut mereka menggunakan kontroler NodeMCU ESP8266 dan sensor Flowmeter YF-S201. Nilai dari sensor kemudian dikirim ke sebuah platform IoT yaitu Thinger.IO yang tersedia juga dalam bentuk aplikasi android maupun IOS(Sihab et al.).

Di dalam Tugas Akhir ini penulis menawarkan solusi dari kedua permasalahan tersebut. Di dalam tugas akhir ini penulis menciptakan suatu sistem yang dapat mendukung program PT Solusi Bangun Indonesia dalam mengendalikan nilai CO<sub>2</sub> di area pabrik dan sekitarnya tetapi tidak memerlukan *man power* khusus dalam pemeliharannya. Sistem ini akan dapat diimplementasikan di area-area yang bukan merupakan area hijau di Pabrik serta dapat menambah nilai estetika di area Pabrik. Sistem ini diberi nama “BIOSYNC”.

Di dalam Tugas Akhir ini penulis menggunakan sistem tambahan berupa *monitoring* secara *real time* atau aktual dari nilai-nilai CO<sub>2</sub> yang terdapat di lingkungan area Plant yang tercakup dalam BioSync ini sudah berbasis Internet of Things (IoT) yang dapat diakses secara langsung pada secara *Mobile* pada *Dashboard Website* atau *Dashboard Aplikasi*.



**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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Selain itu, *set* tanaman BIOSYNC ini menggunakan pot tanaman yang dipabrikasi sendiri oleh Tim Research Center menggunakan mesin 3D Concrete Printer dan menggunakan Mortar khusus ciptaan Research Center PT SBI.

## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan kerangka masalah yang telah dijelaskan, maka rumusan masalah yang harus diselesaikan adalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana cara menciptakan suatu sistem *Biosequestration* yang tidak memerlukan perawatan rutin?
- b. Bagaimana cara menambahkan area hijau di tempat-tempat yang tidak memungkinkan penanaman pohon?
- c. Bagaimana cara untuk *memonitoring* kadar CO<sub>2</sub> di area Plant PT Solusi Bangun Indonesia secara *real time*?

## 1.3 Tujuan

### 1.3.1 Tujuan Umum

Tujuan umum dari tugas akhir ini yaitu dapat merancang dan membangun BioSync guna mendukung program PT Solusi Bangun Indonesia dalam memonitor nilai CO<sub>2</sub> di area Plant Narogong PT. Solusi Bangun Indonesia

### 1.3.2 Tujuan Khusus

Tujuan khusus dari tugas akhir ini yaitu:

1. Pemilihan komponen-komponen berdasarkan matriks pembobotan kriteria untuk *hardware Electrical System* berbasis IoT pada BioSync.
2. Mendapatkan nilai hasil uji keandalan dalam pembacaan CO<sub>2</sub> oleh sensor gas CO<sub>2</sub> dan pembacaan nilai kelembapan tanah oleh sensor *Soil Moisture*.
3. Merancang dan membangun Sistem *monitoring* kadar CO<sub>2</sub> berbasis Internet of Things (IoT) secara *real time*.

## 1.4 Batasan Masalah

Pada tugas akhir ini, penulis tidak membahas mengenai :

1. Pembangunan Pot Concrete (Beton)



**Hak Cipta :**

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

2. Pemetaan penempatan BioSync
3. Perencanaan tumbuhan atau tanaman yang digunakan pada Tanama BioSync

### 1.5 Lokasi

Tugas akhir ini dikerjakan pada salah satu departemen di PT Solusi Bangun Indonesia Tbk yaitu *EVE Workshop*.

### 1.6 Metode Penyelesaian Masalah

Metode yang digunakan untuk tugas akhir ini yaitu identifikasi masalah, perancangan, pengujian, serta analisis data yang berhubungan dengan perancangan maupun masalah yang ada.

### 1.7 Manfaat

Manfaat dari perancangan dan pembangunan BioSync yaitu:

1. Bagi pembaca dapat menambah pengetahuan mengenai Sistem Otomasi berbasis IoT yang diterapkan pada sistem penghijauan lingkungan.
2. Bagi pihak EVE dapat mempelajari pengetahuan baru mengenai Sistem Otomasi berbasis IoT yang diterapkan pada sistem penghijauan lingkungan.
3. Menjadikan BioSync ini sebagai salah satu NAR PLANT PROPER Project bagi EVE

### 1.8 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini sebagai berikut:

#### 1.8.1 Bab I Pendahuluan

Pada Bab Pendahuluan, menjabarkan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, lokasi, metode penyelesaian masalah, manfaat, dan sistematika penulisan.



**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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

### 1.8.2 Bab II Tinjauan Pustaka

Pada Bab Tinjauan Pustaka, menjabarkan tentang teori mengenai BioSync, komponen elektrikal & kontrol, dan komponen pendukungnya untuk kelengkapan analisis data.

### 1.8.3 Bab III Metodologi

Pada Bab Metodologi, menjabarkan tentang metode dan alur yang digunakan dalam merancang bangun BioSync.

### 1.8.4 Bab IV Pembahasan dan Hasil

Pada Bab Pembahasan dan Hasil, menjabarkan tentang pembahasan pada proses di Bab III, serta data hasil dari proses rancang bangun BioSync.

### 1.8.5 Bab V Kesimpulan dan Saran

Pada Bab Kesimpulan dan Saran, penulis melakukan kesimpulan dari hasil rancang bangun BioSync, dan memberikan saran dari pengalaman penulis saat melakukan penelitian.



POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA





Hak Cipta :

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

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan seluruh tahapan mulai dari pembuatan Pot 3DCP, Fabrikasi dan *wiring* modul, pembuatan *dashboard monitoring* berbasis IoT hingga uji coba dan analisis pada BioSync Sistem yang telah dibuat dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan matriks pembobotan kriteria untuk *hardware Electrical System* berbasis IoT pada BioSync didapat hasil komponen yang terpilih sebagai berikut
  - a. BioSync *Automatic Watering System* dirancang dengan menggunakan NodeMCUV3 sebagai *microcontrollernya*, sensor DF Robot Soil Moisture, Power Supply Unit 12 VDC, Relay 5 Volt, pompa berkemampuan daya angkat 8 meter dengan tegangan 12 VDC dan Selang berdiameter 5/8 Inch. Sehingga sistem ini dapat mendukung BioSync sistem dalam menjaga dan merawat tanaman secara mandiri.
  - b. BioSync *CO<sub>2</sub> monitoring system* dirancang dengan menggunakan Arduino MKR 1010 WiFi, sensor MQ135, dengan power adaptor, berbasis Internet of Things yang dapat membaca, menampilkan nilai kadar CO<sub>2</sub> secara *real time* dan secara daring yang dapat diakses pada Biosync *Dashboard* di Platform Arduino Cloud.
2. Nilai hasil uji keandalan dalam pembacaan CO<sub>2</sub> oleh sensor gas CO<sub>2</sub> dan pembacaan nilai kelembapan tanah oleh sensor *Soil Moisture* berdasarkan uji coba-uji coba yang sudah dilakukan
  - a. Sensor kelembapan tanah didapat nilai rata-rata Persentase Kesalahan Pembacaan dari 7 data hasil uji tersebut adalah **4,55 %** . Oleh karena itu, sensor kelembapan tanah dengan tipe dan jenis yang terpilih dinyatakan layak dan dapat digunakan dalam project tugas akhir ini.
  - b. Metode penyiraman tanaman yang digunakan pada project tugas akhir ini menggunakan selang dengan diameter **5/8 inch** dengan jarak antara selang dengan sensor yaitu **30 cm**.



**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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- c. Berdasarkan hasil uji jarak antara sensor dengan *microcontroller* dengan menggunakan 1 variabel tetap berupa posisi antara *microcontroller* dengan sensor yaitu pada posisi vertikal, sensor *CO<sub>2</sub> monitoring*MQ-135 dengan jarak posisi 1,5 meter memiliki nilai standar deviasi atau fluktuasi sebesar -5,5. Oleh karena itu, posisi jarak antara sensor dengan *microcontroller* sejauh 1,5 meter dinyatakan stabil dan layak untuk digunakan dalam project tugas akhir ini.
3. Sistem *monitoring* kadar *CO<sub>2</sub>* berbasis Internet of Things (IoT) secara *real time* dengan *delay interfacing* 1 detik, sudah dapat diakses secara *online* menggunakan *device* laptop atau *Smartphone* .

## 5.2 Saran

Beberapa saran yang perlu diperhatikan untuk penyempurnaan alat ini adalah sebagai berikut:

- 1) Dalam rancangan ini bisa menambahkan komponen untuk menambah sensitifitas sensor agar dapat menjangkau jarak yang lebih tinggi lagi atau lebih jauh lagi ketika sensor diletakkan berjarak dengan *microcontrollernya*.
- 2) Indikator ketika kadar *CO<sub>2</sub>* dalam kategori berbahaya atau sudah menyentuh NAB, dapat ditambahkan dengan fitur warning alert yang dapat langsung diterima oleh pihak-pihak yang berwenang mengenai lingkungan dan kesehatan lingkungan kerja.



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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Ariffuf. *Use Case Diagram: Pengertian, Contoh, Simbol, Cara Membuatnya*. 2023, <https://www.niagahoster.co.id/blog/use-case-diagram-adalah/>.
- Anaam, Ibnu Khoirul, et al. *Vocational Education National Seminar ( VENS ) Pengaruh Trend Otomasi Dalam Dunia Manufaktur Dan Industri*. 2022, pp. 46–50.
- Anna. *What Is Concrete 3D Printing and Why Is It a Game-Changer for the Building Industry?* 2023, [https://www.augmentecture.com/blog/what-is-concrete-3d-printing/#What\\_Is\\_Concrete\\_3D\\_Printing](https://www.augmentecture.com/blog/what-is-concrete-3d-printing/#What_Is_Concrete_3D_Printing).
- Anugrah, Wirdiansyah. *Apa Itu SolidWorks? Mengenal Lebih Dekat Dengan Software Desain Industri Unggulan*. 2023, <https://www.localstartupfest.id/faq/apa-itu-solid-work/#:~:text=Kelebihan SolidWorks adalah kemampuan untuk membuat model yang,alat rendah dan tinggi%2C dan masih banyak lagi>.
- Cloud, IBM. *What Is Business Process?* 2021, <https://www.ibm.com/blog/business-process-modeling/>.
- Dicoding. *Apa Itu UML? Beserta Pengertian Dan Contohnya*. 2021, [https://www.dicoding.com/blog/apa-itu-uml/#:~:text=Apa itu UML%3F UML %28Unified Modelling Language%29 adalah,dengan versi awal 1.0 pada bulan Januari 1997](https://www.dicoding.com/blog/apa-itu-uml/#:~:text=Apa%20itu%20UML%3F%20Unified%20Modelling%20Language%29%20adalah,dengan%20versi%20awal%201.0%20pada%20bulan%20Januari%201997).
- Fibrianti, Romana Dwi. *Mengenal 3D Printer Lebih Dekat, Inovasi Canggih Dunia Percetakan*. 2020, <https://www.builder.id/mengenal-3d-printer-lebih-dekat-inovasi-canggih-dunia-percetakan/>.
- Geograf.ID. “Pengertian Arduino Ide: Definisi Dan Penjelasan Lengkap.” *Geograf.Id*, 2023, <https://geograf.id/jelaskan/pengertian-arduino-ide/>.
- Geograf. “Pengertian Sistem Kendali: Definisi Dan Penjelasan Lengkap Menurut Ahli.” *Geograf.Id*, 2023, [https://geograf.id/jelaskan/pengertian-sistem-kendali/#:~:text=Sistem kendali adalah suatu sistem yang digunakan untuk,sistem agar tetap berada dalam batas yang diinginkan](https://geograf.id/jelaskan/pengertian-sistem-kendali/#:~:text=Sistem%20kendali%20adalah%20suatu%20sistem%20yang%20digunakan%20untuk,sistem%20agar%20tetap%20berada%20dalam%20batas%20yang%20diinginkan).



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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Gravel. "Panduan Memilih Panel Box Listrik Yang Tepat." *Gravel.Co.Id*, 2024, <https://gravel.co.id/blog/box-panel-listrik>.
- Hapsari, Rindy Putri. "IMPLEMENTASI PROGRAM PENGHIJAUAN DI PT SEMEN BATURAJA (PERSERO) Tbk." *Majalah Ilmiah Dinamika Administrasi*, vol. 19, no. 2, 2022, pp. 34–50, doi:10.56681/da.v19i2.56.
- Hardjito, Djwantoro. "Abu Terbang Solusi Pencemaran Semen." *Igarss 2014*, no. 1, 2014, pp. 1–5.
- Harryanto, Rachmat, et al. "Gerakan Penghijauan DAS Citarum Hulu Di Desa Cikoneng Kecamatan Cileunyi Kapupaten Bandung." *Jurnal Aplikasi Ipteks Untuk Masyarakat*, vol. 5, no. 1, 2017, pp. 34–37, [journdharmakarya/article/viewFile/11437/5233al.unpad.ac.id/](http://journdharmakarya/article/viewFile/11437/5233al.unpad.ac.id/).
- Khahfi, Muhammad Madro, et al. "Simulasi Perhitungan Kebutuhan Penerangan Ruangan Dan Penentuan Luas Penampang Kabel Berbasis Sistem Pakar." *Journal of Electrical and Electronics*, vol. 4, no. 2, 2022, pp. 81–88.
- Khorassani, Sayyed Mostafa Habibi, et al. "A Facile Synthesis of Stable Phosphorus Ylides Derived from Harmin, Harman, and Carbazole." *Phosphorus, Sulfur and Silicon and the Related Elements*, vol. 181, no. 3, 2006, pp. 567–72, doi:10.1080/10426500500269190.
- Kurniawan, Alek. "Apa Itu Automasi Dan Manfaatnya Bagi Industri?" *Kompasiana.Com*, 2022, <https://www.kompasiana.com/alekkurniawan1164/62384511bb4486108e6fc7e2/apa-itu-automasi-dan-manfaatnya-bagi-industri>.
- Lakuaja.com, Admin. "Kabel Listrik Serabut NYAF – Mengenal Type Kabel Flexibel." *Lakuaja.Com*, 2023, <https://www.lakuaja.com/kabel-listrik-serabut-nyaf-mengenal-type-kabel-flexibel/>.
- Medina, M. Ichsan. *Process Modelling: Apa Itu, Komponen, Manfaat, Dan Cara Membuat*. 2022, <https://glints.com/id/lowongan/process-modelling-adalah/>.
- Mustofa, M. Lutfi. *Monitoring Dan*.
- Nayak, N., et al. "Carbon Biosequestration Strategies: A Review." *Carbon Capture Science and Technology*, vol. 4, no. July, Elsevier Ltd, 2022, p. 100065, doi:10.1016/j.ccst.2022.100065.



Hak Cipta :

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

- PARSIKA. *Apa Itu Semen?* 2019, <https://www.arsitur.com/2019/05/pengertian-semen-bahan-kegunaan.html>.
- Pilar, Administrator Empat. “Ketahui, Cara Kerja Sensor CO2 Dan Jenis-Jenisnya.” *EmpatPilar.Com*, <https://www.empatpilar.com/cara-kerja-sensor-co2/>. Accessed 25 July 2024.
- Riyadi, Muchlisin. “Sistem (Pengertian, Karakteristik Dan Klasifikasi).” *KajianPustaka.Com*, <https://www.kajianpustaka.com/2020/07/sistem-pengertian-karakteristik-dan-klasifikasi.html>. Accessed 23 July 2024.
- Robi. “Jenis-Jenis Kabel Listrik Dan Fungsinya Untuk Keamanan Instalasi.” *Ilmuteknik.Id*, 2024, <https://ilmuteknik.id/kabel-listrik/>.
- . *Microcontroller: Pengertian, Fungsi, Jenis, Dan Cara Kerjanya*. 2024, <https://ilmuteknik.id/microcontroller/>.
- Rodgers, Lucy. *Perubahan Iklim: Inilah Penghasil Emisi CO2 Terbesar Yang Mungkin Tak Anda Sadari*. <https://www.bbc.com/indonesia/majalah-46591036>. Accessed 8 Jan. 2024.
- Rohmah, Muthiatur. “Standar Deviasi Data Kelompok: Rumus, Soal & Pembahasannya.” *Dibimbing.Id*, 2024, <https://dibimbing.id/blog/detail/standar-deviasi-data-kelompok-rumus-soal-pembahasan#:~:text=Langkah%20Menentukan%20Titik%20Tengah%20Midpoint%29%20untuk%20Setiap,Tengah%20dari%20Rata-rata%20Langkah%20Hitung%20Standar%20Deviasi>.
- Rose, Karen, et al. “The Internet of Things (IoT): An Overview.” *Int. Journal of Engineering Research and Applications*, vol. 5, no. 12, 2015, pp. 71–82, <https://crsreports.congress.gov>.
- Saputra, Deni. “Rumus Pompa – Panduan Lengkap Instalasi Perpipaan.” *08 September, 2023*, [https://ilmumesin.com/umum/rumus-pompa-panduan-lengkap-instalasi-perpipaan/#Pertimbangan\\_Pemilihan\\_Pompa](https://ilmumesin.com/umum/rumus-pompa-panduan-lengkap-instalasi-perpipaan/#Pertimbangan_Pemilihan_Pompa).
- “Sensor Kelembaban Tanah Atau Soil Moisture.” *Algorista*, 2020, <https://www.algorista.com/2020/01/sensor-soil-moisture.html>.
- Setiawan, Budi. “Pencegahan Dan Pengendalian Terhadap Polusi Udara.” *IlmuLingkungan.Com*, 2018, <https://ilmulingkungan.com/pencegahan-dan->



**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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

pengendalian-terhadap-polusi-udara/.

Sihab, Alfi, et al. "Rancang Bangun System *Monitoring*Purging Pada Bag Filter Berbasis IoT (Internet of Things)." *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta*, 2022, pp. 617–24, <http://prosiding.pnj.ac.id>.

Suprpto, Slamet. "Penanganan Limbah Pembakaran Batubara Pada Pabrik Tekstil: Studi Kasus Pabrik Tekstil Di Kabupaten Bandung." *Jurnal Teknologi Mineral Da Batubara*, vol. 5, no. 2, 20AD, pp. 19–31, <https://jurnal.tekmira.esdm.go.id/index.php/minerba/article/view/904>.

Update, Indobot. *Arduino IoT Cloud: Pengenalan Dan Penjelasannya*. 2021, <https://blog.indobot.co.id/berkenalan-dengan-arduino-iot-cloud/>.

Wikipedia. "Karbon Dioksida." *Wikipedia*, [https://id.wikipedia.org/wiki/Karbon\\_dioksida](https://id.wikipedia.org/wiki/Karbon_dioksida). Accessed 10 Jan. 2024.

---. "Pompa." *Wikipedia*, <https://en.wikipedia.org/wiki/Pump>.

---. "Sistem Kendali." *Wikipedia*, [https://id.wikipedia.org/wiki/Sistem\\_kendali](https://id.wikipedia.org/wiki/Sistem_kendali). Accessed 23 July 2024.

Winosa, Yosi. "Kemenperin Ingin Industri Semen Bertransformasi Di Era 4.0. Industri 2019." *Warta Economi.Co.Id*, 2019, <https://www.wartaekonomi.co.id/read231250/kemenperin-ingin-industri%02semen-bertransformasi-di-era-40.html>.



**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

```
1 #define motor 7
2 #define sensorsoil A2
3 const int wet = 993; // menentukan nilai maksimum dari moisture sensor pada saat tanah dalam keadaan kering
4 const int dry = 223; // menentukan nilai minimal dari moisture sensor pada saat tanah dalam keadaan basah
5
6 void setup() {
7     // put your setup code here, to run once:
8     pinMode(7, OUTPUT);
9     pinMode(sensorsoil, INPUT);
10    delay(2000);
11    Serial.begin(9600);
12    // This delay gives the chance to wait for a Serial Monitor without blocking if none is found
13    delay(1000);
14 }
15
```

```
16 void loop() {
17     // put your main code here, to run repeatedly:
18     int value = analogRead(sensorsoil);
19     float moist = value * 200 / 1023.0 + 50;
20     Serial.print("Moisture : "); Serial.print(moist); Serial.println("");
21     delay(1000);
22
23     if (moist > 50) {
24         digitalWrite(7, LOW);
25     }
26     else {
27         digitalWrite(7, HIGH);
28     }
29 }
30
31
```

Lampiran 1 Coding Program Sensor Kelembapan Tanah

```
16 void loop() {
17     // put your main code here, to run repeatedly:
18     int value = analogRead(sensorsoil);
19     float moist = value * 200 / 1023.0 + 50;
20     Serial.print("Moisture : "); Serial.print(moist); Serial.println("");
21     delay(1000);
22
23     if (moist > 50) {
24         digitalWrite(7, LOW);
25     }
26     else {
27         digitalWrite(7, HIGH);
28     }
29 }
30
31
```



**Hak Cipta :**

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

```

27
28 // Periksa apakah nilai ppm melebihi ambang batas
29 if (ppm >= thresholdPPM) {
30   Serial.println("Warning: CO2 level exceeds threshold!");
31 }
32
33 delay(1000); // Menunggu 1 detik sebelum membaca kembali
34 }

```

Lampiran 2 Coding Program Sensor CO2

PENGUJIAN MQ-135				
No	Kondisi	Waktu	Pembacaan	
1		menit ke 10	833	Sensor Value: 128 - Voltage: 0.63V - CO2 Concentration: 833.00 ppm
			832	Sensor Value: 127 - Voltage: 0.62V - CO2 Concentration: 832.00 ppm
			833	Sensor Value: 128 - Voltage: 0.63V - CO2 Concentration: 833.00 ppm
2	Preheat tanpa ada pemberian CO2 tambahan di dalam ruangan ber AC 30 menit	menit ke 20	833	Sensor Value: 128 - Voltage: 0.63V - CO2 Concentration: 833.00 ppm
			833	Sensor Value: 128 - Voltage: 0.63V - CO2 Concentration: 833.00 ppm
			833	Sensor Value: 128 - Voltage: 0.63V - CO2 Concentration: 833.00 ppm
3		menit ke 30	833	Sensor Value: 128 - Voltage: 0.63V - CO2 Concentration: 833.00 ppm
			833	Sensor Value: 128 - Voltage: 0.63V - CO2 Concentration: 833.00 ppm
			834	Sensor Value: 129 - Voltage: 0.63V - CO2 Concentration: 834.00 ppm
4		menit ke 10	826	Sensor Value: 120 - Voltage: 0.59V - CO2 Concentration: 826.00 ppm
			827	Sensor Value: 121 - Voltage: 0.59V - CO2 Concentration: 827.00 ppm
			827	Sensor Value: 121 - Voltage: 0.59V - CO2 Concentration: 827.00 ppm
5	Preheat tanpa ada pemberian CO2 tambahan di ruangan terbuka	menit ke 20	826	Sensor Value: 120 - Voltage: 0.59V - CO2 Concentration: 826.00 ppm
			826	Sensor Value: 120 - Voltage: 0.59V - CO2 Concentration: 826.00 ppm
			826	Sensor Value: 120 - Voltage: 0.59V - CO2 Concentration: 826.00 ppm
6		menit ke 30	826	Sensor Value: 120 - Voltage: 0.59V - CO2 Concentration: 826.00 ppm
			826	Sensor Value: 120 - Voltage: 0.59V - CO2 Concentration: 826.00 ppm
			825	Sensor Value: 119 - Voltage: 0.58V - CO2 Concentration: 825.00 ppm

Lampiran 3 Data Hasil Uji CO<sub>2</sub> Monitoring Kondisi Preheat





**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

Uji Coba Tahap 1				
No	Kondisi	Waktu	Pembacaan	
7	Pemberian CO2 buatan selama 30 detik ke arah sensor MQ135	Detik 00	826	Sensor Value: 120 - Voltage: 0.59V - CO2 Concentration: 826.00 ppm
			826	Sensor Value: 120 - Voltage: 0.59V - CO2 Concentration: 826.00 ppm
			825	Sensor Value: 119 - Voltage: 0.58V - CO2 Concentration: 825.00 ppm
8		Detik ke 10	976	Sensor Value: 275 - Voltage: 1.34V - CO2 Concentration: 976.00 ppm
			968	Sensor Value: 267 - Voltage: 1.30V - CO2 Concentration: 968.00 ppm
			968	Sensor Value: 267 - Voltage: 1.30V - CO2 Concentration: 968.00 ppm
9		detik ke 20	974	Sensor Value: 273 - Voltage: 1.33V - CO2 Concentration: 974.00 ppm
			975	Sensor Value: 274 - Voltage: 1.34V - CO2 Concentration: 975.00 ppm
			973	Sensor Value: 272 - Voltage: 1.33V - CO2 Concentration: 973.00 ppm
10	detik ke 30	977	Sensor Value: 276 - Voltage: 1.35V - CO2 Concentration: 977.00 ppm	
		980	Sensor Value: 279 - Voltage: 1.36V - CO2 Concentration: 980.00 ppm	
		976	Sensor Value: 275 - Voltage: 1.34V - CO2 Concentration: 976.00 ppm	
11	Rest atau penghilangan CO2 buatan selama 30 detik	Detik ke 10	892	Sensor Value: 189 - Voltage: 0.92V - CO2 Concentration: 892.00 ppm
			888	Sensor Value: 184 - Voltage: 0.90V - CO2 Concentration: 888.00 ppm
			885	Sensor Value: 181 - Voltage: 0.88V - CO2 Concentration: 885.00 ppm
12		detik ke 20	859	Sensor Value: 154 - Voltage: 0.75V - CO2 Concentration: 859.00 ppm
			859	Sensor Value: 154 - Voltage: 0.75V - CO2 Concentration: 859.00 ppm
			858	Sensor Value: 153 - Voltage: 0.75V - CO2 Concentration: 858.00 ppm
13		detik ke 30	840	Sensor Value: 135 - Voltage: 0.66V - CO2 Concentration: 840.00 ppm
			840	Sensor Value: 135 - Voltage: 0.66V - CO2 Concentration: 840.00 ppm
			840	Sensor Value: 135 - Voltage: 0.66V - CO2 Concentration: 840.00 ppm
14	Rset tanpa ada pemberian CO2 tambahan di ruangan terbuka	Menit ke 10	824	Sensor Value: 118 - Voltage: 0.58V - CO2 Concentration: 824.00 ppm
			824	Sensor Value: 118 - Voltage: 0.58V - CO2 Concentration: 824.00 ppm
			825	Sensor Value: 119 - Voltage: 0.58V - CO2 Concentration: 825.00 ppm
15		menit ke 20	824	Sensor Value: 118 - Voltage: 0.58V - CO2 Concentration: 824.00 ppm
			823	Sensor Value: 117 - Voltage: 0.57V - CO2 Concentration: 823.00 ppm
			823	Sensor Value: 117 - Voltage: 0.57V - CO2 Concentration: 823.00 ppm
16		menit ke 30	823	Sensor Value: 117 - Voltage: 0.57V - CO2 Concentration: 823.00 ppm
			822	Sensor Value: 116 - Voltage: 0.57V - CO2 Concentration: 822.00 ppm
			822	Sensor Value: 116 - Voltage: 0.57V - CO2 Concentration: 822.00 ppm

Lampiran 4 Data Hasil Uji Coba CO<sub>2</sub> Monitoring Tahap 1



**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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Uji Coba Tahap 2				
No	Kondisi	Waktu	Pembacaan	
1		Awal	823	Sensor Value: 117 - Voltage: 0.57V - CO2 Concentration: 823.00 ppm
			822	Sensor Value: 116 - Voltage: 0.57V - CO2 Concentration: 822.00 ppm
			822	Sensor Value: 116 - Voltage: 0.57V - CO2 Concentration: 822.00 ppm
2		Detik ke 10	977	Sensor Value: 276 - Voltage: 1.35V - CO2 Concentration: 977.00 ppm
			992	Sensor Value: 292 - Voltage: 1.43V - CO2 Concentration: 992.00 ppm
			1006	Sensor Value: 306 - Voltage: 1.50V - CO2 Concentration: 1006.00 ppm
				Warning: CO2 level exceeds threshold!
3		Detik ke 20	993	Sensor Value: 293 - Voltage: 1.43V - CO2 Concentration: 993.00 ppm
			993	Sensor Value: 293 - Voltage: 1.43V - CO2 Concentration: 993.00 ppm
			986	Sensor Value: 286 - Voltage: 1.40V - CO2 Concentration: 986.00 ppm
4	Pemberian CO2 buatan selama 60 detik ke arah sensor MQ135	Detik ke 30	979	Sensor Value: 278 - Voltage: 1.36V - CO2 Concentration: 979.00 ppm
			979	Sensor Value: 278 - Voltage: 1.36V - CO2 Concentration: 979.00 ppm
			979	Sensor Value: 278 - Voltage: 1.36V - CO2 Concentration: 979.00 ppm
5		Detik ke 40	998	Sensor Value: 298 - Voltage: 1.46V - CO2 Concentration: 998.00 ppm
			998	Sensor Value: 298 - Voltage: 1.46V - CO2 Concentration: 998.00 ppm
			978	Sensor Value: 277 - Voltage: 1.35V - CO2 Concentration: 978.00 ppm
6		Detik ke 50	1000	Sensor Value: 300 - Voltage: 1.47V - CO2 Concentration: 1000.00 ppm
			1002	Warning: CO2 level exceeds threshold!
			991	Sensor Value: 291 - Voltage: 1.42V - CO2 Concentration: 991.00 ppm
7		Detik ke 60	1023	Sensor Value: 324 - Voltage: 1.58V - CO2 Concentration: 1023.00 ppm
			1028	Warning: CO2 level exceeds threshold!
			1020	Sensor Value: 321 - Voltage: 1.57V - CO2 Concentration: 1020.00 ppm
8		Detik ke 10	982	Sensor Value: 282 - Voltage: 1.38V - CO2 Concentration: 982.00 ppm
			952	Sensor Value: 251 - Voltage: 1.23V - CO2 Concentration: 952.00 ppm
			932	Sensor Value: 230 - Voltage: 1.12V - CO2 Concentration: 932.00 ppm
9		Detik ke 20	884	Sensor Value: 180 - Voltage: 0.88V - CO2 Concentration: 884.00 ppm
			882	Sensor Value: 178 - Voltage: 0.87V - CO2 Concentration: 882.00 ppm
			880	Sensor Value: 176 - Voltage: 0.86V - CO2 Concentration: 880.00 ppm
10	Rest atau penghilangan CO2 buatan selama 60 detik	Detik ke 30	866	Sensor Value: 162 - Voltage: 0.79V - CO2 Concentration: 866.00 ppm
			864	Sensor Value: 160 - Voltage: 0.78V - CO2 Concentration: 864.00 ppm
			865	Sensor Value: 161 - Voltage: 0.79V - CO2 Concentration: 865.00 ppm
11		Detik ke 40	854	Sensor Value: 149 - Voltage: 0.73V - CO2 Concentration: 854.00 ppm
			854	Sensor Value: 149 - Voltage: 0.73V - CO2 Concentration: 854.00 ppm
			854	Sensor Value: 149 - Voltage: 0.73V - CO2 Concentration: 854.00 ppm
12		Detik ke 50	837	Sensor Value: 132 - Voltage: 0.65V - CO2 Concentration: 837.00 ppm
			837	Sensor Value: 132 - Voltage: 0.65V - CO2 Concentration: 837.00 ppm
			837	Sensor Value: 132 - Voltage: 0.65V - CO2 Concentration: 837.00 ppm
13		Detik ke 60	834	Sensor Value: 129 - Voltage: 0.63V - CO2 Concentration: 834.00 ppm
			832	Sensor Value: 127 - Voltage: 0.62V - CO2 Concentration: 832.00 ppm
			833	Sensor Value: 128 - Voltage: 0.63V - CO2 Concentration: 833.00 ppm
14		5 Menit	827	Sensor Value: 121 - Voltage: 0.59V - CO2 Concentration: 827.00 ppm
			827	Sensor Value: 121 - Voltage: 0.59V - CO2 Concentration: 827.00 ppm
			827	Sensor Value: 121 - Voltage: 0.59V - CO2 Concentration: 827.00 ppm
15		10 Menit	826	Sensor Value: 120 - Voltage: 0.59V - CO2 Concentration: 826.00 ppm
			825	Sensor Value: 119 - Voltage: 0.58V - CO2 Concentration: 825.00 ppm
			825	Sensor Value: 119 - Voltage: 0.58V - CO2 Concentration: 825.00 ppm
16	Rest tanpa ada pemberian CO2 tambahan di ruangan terbuka	15 Menit	826	Sensor Value: 120 - Voltage: 0.59V - CO2 Concentration: 826.00 ppm
			826	Sensor Value: 120 - Voltage: 0.59V - CO2 Concentration: 826.00 ppm
			825	Sensor Value: 119 - Voltage: 0.58V - CO2 Concentration: 825.00 ppm
17		20 Menit	825	Sensor Value: 119 - Voltage: 0.58V - CO2 Concentration: 825.00 ppm
			824	Sensor Value: 118 - Voltage: 0.58V - CO2 Concentration: 824.00 ppm
			825	Sensor Value: 119 - Voltage: 0.58V - CO2 Concentration: 825.00 ppm
18		25 Menit	824	Sensor Value: 118 - Voltage: 0.58V - CO2 Concentration: 824.00 ppm
			825	Sensor Value: 119 - Voltage: 0.58V - CO2 Concentration: 825.00 ppm
			825	Sensor Value: 119 - Voltage: 0.58V - CO2 Concentration: 825.00 ppm
19		30 Menit	825	Sensor Value: 119 - Voltage: 0.58V - CO2 Concentration: 825.00 ppm
			825	Sensor Value: 119 - Voltage: 0.58V - CO2 Concentration: 825.00 ppm
			825	Sensor Value: 119 - Voltage: 0.58V - CO2 Concentration: 825.00 ppm

Lampiran 5 Data Hasil Uji Coba CO<sub>2</sub> Monitoring Tahap 2



**Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta**

**Hak Cipta :**

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

Uji Coba Tahap 3				
No	Kondisi	Waktu	Pembacaan	
1		Awal	825	Sensor Value: 119 - Voltage: 0.58V - CO2 Concentration: 825.00 ppm
			825	Sensor Value: 119 - Voltage: 0.58V - CO2 Concentration: 825.00 ppm
			825	Sensor Value: 119 - Voltage: 0.58V - CO2 Concentration: 825.00 ppm
2		1 Menit	920	Sensor Value: 218 - Voltage: 1.07V - CO2 Concentration: 920.00 ppm
			931	Sensor Value: 229 - Voltage: 1.12V - CO2 Concentration: 931.00 ppm
			938	Sensor Value: 236 - Voltage: 1.15V - CO2 Concentration: 938.00 ppm
3		2 Menit	920	Sensor Value: 218 - Voltage: 1.07V - CO2 Concentration: 920.00 ppm
			920	Sensor Value: 218 - Voltage: 1.07V - CO2 Concentration: 920.00 ppm
			928	Sensor Value: 226 - Voltage: 1.10V - CO2 Concentration: 928.00 ppm
4		3 Menit	969	Sensor Value: 268 - Voltage: 1.31V - CO2 Concentration: 969.00 ppm
			969	Sensor Value: 268 - Voltage: 1.31V - CO2 Concentration: 969.00 ppm
			961	Sensor Value: 260 - Voltage: 1.27V - CO2 Concentration: 961.00 ppm
5		4 Menit	980	Sensor Value: 280 - Voltage: 1.37V - CO2 Concentration: 980.00 ppm
			978	Sensor Value: 277 - Voltage: 1.35V - CO2 Concentration: 978.00 ppm
			975	Sensor Value: 274 - Voltage: 1.34V - CO2 Concentration: 975.00 ppm
6	Pemberian CO2 buatan selama 10 menit ke arah sensor MQ135	5 Menit	1040	Sensor Value: 341 - Voltage: 1.47V - CO2 Concentration: 1040.00 ppm
			1028	Warning! CO2 level exceeds threshold! Sensor Value: 329 - Voltage: 1.41V - CO2 Concentration: 1028.00 ppm
			1030	Warning! CO2 level exceeds threshold! Sensor Value: 331 - Voltage: 1.42V - CO2 Concentration: 1030.00 ppm
7		6 Menit	1011	Sensor Value: 312 - Voltage: 1.42V - CO2 Concentration: 1011.00 ppm
			1041	Warning! CO2 level exceeds threshold! Sensor Value: 343 - Voltage: 1.69V - CO2 Concentration: 1041.00 ppm
			1043	Warning! CO2 level exceeds threshold! Sensor Value: 345 - Voltage: 1.69V - CO2 Concentration: 1043.00 ppm
8		7 Menit	1013	Sensor Value: 314 - Voltage: 1.42V - CO2 Concentration: 1013.00 ppm
			1011	Warning! CO2 level exceeds threshold! Sensor Value: 312 - Voltage: 1.42V - CO2 Concentration: 1011.00 ppm
			1009	Warning! CO2 level exceeds threshold! Sensor Value: 309 - Voltage: 1.41V - CO2 Concentration: 1009.00 ppm
9		8 Menit	1023	Sensor Value: 324 - Voltage: 1.58V - CO2 Concentration: 1023.00 ppm
			1022	Warning! CO2 level exceeds threshold! Sensor Value: 322 - Voltage: 1.57V - CO2 Concentration: 1022.00 ppm
			1034	Warning! CO2 level exceeds threshold! Sensor Value: 335 - Voltage: 1.64V - CO2 Concentration: 1034.00 ppm
10		9 Menit	1037	Warning! CO2 level exceeds threshold! Sensor Value: 344 - Voltage: 1.69V - CO2 Concentration: 1037.00 ppm
			1039	Warning! CO2 level exceeds threshold! Sensor Value: 340 - Voltage: 1.66V - CO2 Concentration: 1039.00 ppm
			1069	Warning! CO2 level exceeds threshold! Sensor Value: 371 - Voltage: 1.81V - CO2 Concentration: 1069.00 ppm
11		10 Menit	1073	Warning! CO2 level exceeds threshold! Sensor Value: 376 - Voltage: 1.84V - CO2 Concentration: 1073.00 ppm
			1051	Warning! CO2 level exceeds threshold! Sensor Value: 353 - Voltage: 1.73V - CO2 Concentration: 1051.00 ppm
			1042	Warning! CO2 level exceeds threshold! Sensor Value: 344 - Voltage: 1.69V - CO2 Concentration: 1042.00 ppm
12		1 Menit	1043	Warning! CO2 level exceeds threshold! Sensor Value: 345 - Voltage: 1.69V - CO2 Concentration: 1043.00 ppm
			1043	Warning! CO2 level exceeds threshold! Sensor Value: 345 - Voltage: 1.69V - CO2 Concentration: 1043.00 ppm
			857	Sensor Value: 152 - Voltage: 0.74V - CO2 Concentration: 857.00 ppm
13		2 Menit	858	Sensor Value: 153 - Voltage: 0.75V - CO2 Concentration: 858.00 ppm
			858	Sensor Value: 153 - Voltage: 0.75V - CO2 Concentration: 858.00 ppm
			852	Sensor Value: 147 - Voltage: 0.72V - CO2 Concentration: 852.00 ppm
14		3 Menit	852	Sensor Value: 147 - Voltage: 0.72V - CO2 Concentration: 852.00 ppm
			852	Sensor Value: 147 - Voltage: 0.72V - CO2 Concentration: 852.00 ppm
			851	Sensor Value: 146 - Voltage: 0.71V - CO2 Concentration: 851.00 ppm
15		4 Menit	851	Sensor Value: 146 - Voltage: 0.71V - CO2 Concentration: 851.00 ppm
			851	Sensor Value: 146 - Voltage: 0.71V - CO2 Concentration: 851.00 ppm
			845	Sensor Value: 140 - Voltage: 0.68V - CO2 Concentration: 845.00 ppm
16		5 Menit	844	Sensor Value: 139 - Voltage: 0.68V - CO2 Concentration: 844.00 ppm
			845	Sensor Value: 140 - Voltage: 0.68V - CO2 Concentration: 845.00 ppm
			842	Sensor Value: 137 - Voltage: 0.67V - CO2 Concentration: 842.00 ppm
17		6 Menit	843	Sensor Value: 138 - Voltage: 0.67V - CO2 Concentration: 843.00 ppm
			843	Sensor Value: 138 - Voltage: 0.67V - CO2 Concentration: 843.00 ppm
			840	Sensor Value: 135 - Voltage: 0.66V - CO2 Concentration: 840.00 ppm
18	Rest atau penghilangan CO2 buatan selama 10 menit	7 Menit	839	Sensor Value: 134 - Voltage: 0.65V - CO2 Concentration: 839.00 ppm
			840	Sensor Value: 135 - Voltage: 0.66V - CO2 Concentration: 840.00 ppm
			840	Sensor Value: 135 - Voltage: 0.66V - CO2 Concentration: 840.00 ppm
19		8 Menit	840	Sensor Value: 135 - Voltage: 0.66V - CO2 Concentration: 840.00 ppm
			840	Sensor Value: 135 - Voltage: 0.66V - CO2 Concentration: 840.00 ppm
			840	Sensor Value: 135 - Voltage: 0.66V - CO2 Concentration: 840.00 ppm
20		9 Menit	839	Sensor Value: 134 - Voltage: 0.65V - CO2 Concentration: 839.00 ppm
			839	Sensor Value: 134 - Voltage: 0.65V - CO2 Concentration: 839.00 ppm
			839	Sensor Value: 134 - Voltage: 0.65V - CO2 Concentration: 839.00 ppm
21		10 Menit	838	Sensor Value: 133 - Voltage: 0.65V - CO2 Concentration: 838.00 ppm
			838	Sensor Value: 133 - Voltage: 0.65V - CO2 Concentration: 838.00 ppm
			838	Sensor Value: 133 - Voltage: 0.65V - CO2 Concentration: 838.00 ppm
22		11 Menit	836	Sensor Value: 131 - Voltage: 0.64V - CO2 Concentration: 836.00 ppm
			835	Sensor Value: 130 - Voltage: 0.64V - CO2 Concentration: 835.00 ppm
			836	Sensor Value: 131 - Voltage: 0.64V - CO2 Concentration: 836.00 ppm
23		12 Menit	835	Sensor Value: 130 - Voltage: 0.64V - CO2 Concentration: 835.00 ppm
			835	Sensor Value: 130 - Voltage: 0.64V - CO2 Concentration: 835.00 ppm
			834	Sensor Value: 129 - Voltage: 0.63V - CO2 Concentration: 834.00 ppm
24		13 Menit	833	Sensor Value: 128 - Voltage: 0.63V - CO2 Concentration: 833.00 ppm
			834	Sensor Value: 129 - Voltage: 0.63V - CO2 Concentration: 834.00 ppm
			834	Sensor Value: 129 - Voltage: 0.63V - CO2 Concentration: 834.00 ppm
25		14 Menit	834	Sensor Value: 129 - Voltage: 0.63V - CO2 Concentration: 834.00 ppm
			834	Sensor Value: 129 - Voltage: 0.63V - CO2 Concentration: 834.00 ppm
			833	Sensor Value: 128 - Voltage: 0.63V - CO2 Concentration: 833.00 ppm

Lampiran 6 Data Hasil Uji Coba CO<sub>2</sub> Monitoring Tahap 3







## 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 menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

No	Pembacaan	Seluruh Antar Data	INPUT	DATA DARI ARDUINO
1	860	-	60	
2	860	-1	60	
3	861	4	61	Sensor Value: 155 - Voltage: 0.76V - CO2 Concentration: 860.00 ppm
4	857	-2	57	Sensor Value: 155 - Voltage: 0.76V - CO2 Concentration: 860.00 ppm
5	859	-2	59	Sensor Value: 157 - Voltage: 0.77V - CO2 Concentration: 861.00 ppm
6	861	5	61	Sensor Value: 152 - Voltage: 0.74V - CO2 Concentration: 857.00 ppm
7	856	-18	56	Sensor Value: 154 - Voltage: 0.75V - CO2 Concentration: 859.00 ppm
8	874	13	74	Sensor Value: 157 - Voltage: 0.77V - CO2 Concentration: 861.00 ppm
9	861	23	61	Sensor Value: 151 - Voltage: 0.74V - CO2 Concentration: 856.00 ppm
10	858	-15	58	Sensor Value: 170 - Voltage: 0.83V - CO2 Concentration: 874.00 ppm
11	853	-5	53	Sensor Value: 157 - Voltage: 0.77V - CO2 Concentration: 861.00 ppm
12	858	7	58	Sensor Value: 133 - Voltage: 0.65V - CO2 Concentration: 838.00 ppm
13	851	-6	51	Sensor Value: 148 - Voltage: 0.72V - CO2 Concentration: 853.00 ppm
14	857	0	57	Sensor Value: 153 - Voltage: 0.75V - CO2 Concentration: 858.00 ppm
15	857	1	57	Sensor Value: 146 - Voltage: 0.71V - CO2 Concentration: 851.00 ppm
16	856	3	56	Sensor Value: 152 - Voltage: 0.74V - CO2 Concentration: 857.00 ppm
17	853	-3	53	Sensor Value: 152 - Voltage: 0.74V - CO2 Concentration: 857.00 ppm
18	856	1	56	Sensor Value: 151 - Voltage: 0.74V - CO2 Concentration: 856.00 ppm
19	855	-3	55	Sensor Value: 152 - Voltage: 0.74V - CO2 Concentration: 857.00 ppm
20	858	5	58	Sensor Value: 153 - Voltage: 0.75V - CO2 Concentration: 858.00 ppm
21	853	-3	53	Sensor Value: 148 - Voltage: 0.72V - CO2 Concentration: 853.00 ppm
22	856	-4	56	Sensor Value: 151 - Voltage: 0.74V - CO2 Concentration: 856.00 ppm
23	860	9	60	Sensor Value: 156 - Voltage: 0.75V - CO2 Concentration: 860.00 ppm
24	851	-5	51	Sensor Value: 146 - Voltage: 0.71V - CO2 Concentration: 851.00 ppm
25	853	-5	53	Sensor Value: 148 - Voltage: 0.72V - CO2 Concentration: 853.00 ppm
26	858	2	58	
27	856	12	56	Sensor Value: 153 - Voltage: 0.75V - CO2 Concentration: 858.00 ppm
28	844	-4	44	Sensor Value: 151 - Voltage: 0.74V - CO2 Concentration: 856.00 ppm
29	848	-7	48	Sensor Value: 139 - Voltage: 0.68V - CO2 Concentration: 844.00 ppm
30	855	4	55	Sensor Value: 143 - Voltage: 0.70V - CO2 Concentration: 848.00 ppm
31	851	-2	51	Sensor Value: 150 - Voltage: 0.73V - CO2 Concentration: 850.00 ppm
32	853	3	53	Sensor Value: 146 - Voltage: 0.71V - CO2 Concentration: 850.00 ppm
33	850	-11	50	Sensor Value: 148 - Voltage: 0.72V - CO2 Concentration: 853.00 ppm
34	861	11	61	Sensor Value: 145 - Voltage: 0.71V - CO2 Concentration: 850.00 ppm
35	850	0	50	Sensor Value: 157 - Voltage: 0.77V - CO2 Concentration: 861.00 ppm
36	850	-3	50	Sensor Value: 145 - Voltage: 0.71V - CO2 Concentration: 850.00 ppm
37	853	4	53	Sensor Value: 145 - Voltage: 0.71V - CO2 Concentration: 850.00 ppm
38	849	-1	49	Sensor Value: 148 - Voltage: 0.72V - CO2 Concentration: 853.00 ppm
39	850	-1	50	Sensor Value: 144 - Voltage: 0.70V - CO2 Concentration: 849.00 ppm
40	851	-1	51	Sensor Value: 146 - Voltage: 0.71V - CO2 Concentration: 851.00 ppm
41	852	4	52	Sensor Value: 145 - Voltage: 0.71V - CO2 Concentration: 850.00 ppm
42	848	0	48	Sensor Value: 147 - Voltage: 0.72V - CO2 Concentration: 852.00 ppm
43	848	-4	48	Sensor Value: 143 - Voltage: 0.70V - CO2 Concentration: 848.00 ppm
44	852	2	52	Sensor Value: 143 - Voltage: 0.70V - CO2 Concentration: 848.00 ppm
45	850	1	50	Sensor Value: 147 - Voltage: 0.72V - CO2 Concentration: 852.00 ppm
46	849	-2	49	Sensor Value: 145 - Voltage: 0.71V - CO2 Concentration: 850.00 ppm
47	851	3	51	Sensor Value: 144 - Voltage: 0.70V - CO2 Concentration: 849.00 ppm
48	848	-2	48	Sensor Value: 146 - Voltage: 0.71V - CO2 Concentration: 851.00 ppm
49	850	6	50	Sensor Value: 143 - Voltage: 0.70V - CO2 Concentration: 848.00 ppm
50	844	-4	44	Sensor Value: 145 - Voltage: 0.71V - CO2 Concentration: 850.00 ppm
51	848	2	48	Sensor Value: 139 - Voltage: 0.68V - CO2 Concentration: 844.00 ppm
52	846	2	46	
53	844	-3	44	Sensor Value: 143 - Voltage: 0.70V - CO2 Concentration: 848.00 ppm
54	847	-4	47	Sensor Value: 141 - Voltage: 0.69V - CO2 Concentration: 846.00 ppm
55	851	3	51	Sensor Value: 139 - Voltage: 0.68V - CO2 Concentration: 844.00 ppm
56	848	2	48	Sensor Value: 142 - Voltage: 0.69V - CO2 Concentration: 847.00 ppm
57	846	-3	46	Sensor Value: 146 - Voltage: 0.71V - CO2 Concentration: 851.00 ppm
58	849	7	49	Sensor Value: 143 - Voltage: 0.70V - CO2 Concentration: 848.00 ppm
59	842	-6	42	Sensor Value: 141 - Voltage: 0.69V - CO2 Concentration: 846.00 ppm
60	844	-4	44	Sensor Value: 144 - Voltage: 0.70V - CO2 Concentration: 849.00 ppm
61	848	-1	48	Sensor Value: 137 - Voltage: 0.67V - CO2 Concentration: 842.00 ppm
62	849	-1	49	Sensor Value: 139 - Voltage: 0.68V - CO2 Concentration: 844.00 ppm
63	850	0	50	Sensor Value: 143 - Voltage: 0.70V - CO2 Concentration: 848.00 ppm
64	850	3	50	Sensor Value: 144 - Voltage: 0.70V - CO2 Concentration: 849.00 ppm
65	845	-7	45	Sensor Value: 145 - Voltage: 0.71V - CO2 Concentration: 850.00 ppm
66	852	9	52	Sensor Value: 140 - Voltage: 0.68V - CO2 Concentration: 845.00 ppm
67	843	-5	43	Sensor Value: 147 - Voltage: 0.72V - CO2 Concentration: 852.00 ppm
68	848	3	48	Sensor Value: 138 - Voltage: 0.67V - CO2 Concentration: 843.00 ppm
69	845	1	45	Sensor Value: 143 - Voltage: 0.70V - CO2 Concentration: 848.00 ppm
70	844	-2	44	Sensor Value: 140 - Voltage: 0.68V - CO2 Concentration: 845.00 ppm
71	846	-1	46	Sensor Value: 139 - Voltage: 0.68V - CO2 Concentration: 844.00 ppm
72	847	4	47	Sensor Value: 141 - Voltage: 0.69V - CO2 Concentration: 846.00 ppm
73	843	-2	43	Sensor Value: 142 - Voltage: 0.69V - CO2 Concentration: 847.00 ppm
74	845	-8	45	Sensor Value: 140 - Voltage: 0.68V - CO2 Concentration: 845.00 ppm
75	853	2	53	Sensor Value: 148 - Voltage: 0.72V - CO2 Concentration: 853.00 ppm
76	851	0	51	
77	851	3	51	Sensor Value: 146 - Voltage: 0.71V - CO2 Concentration: 851.00 ppm
78	848	1	48	Sensor Value: 146 - Voltage: 0.71V - CO2 Concentration: 851.00 ppm
79	847	1	47	Sensor Value: 143 - Voltage: 0.70V - CO2 Concentration: 848.00 ppm
80	846	-3	46	Sensor Value: 142 - Voltage: 0.69V - CO2 Concentration: 847.00 ppm
81	849	0	49	Sensor Value: 141 - Voltage: 0.69V - CO2 Concentration: 846.00 ppm
82	849	5	49	Sensor Value: 144 - Voltage: 0.70V - CO2 Concentration: 849.00 ppm
83	844	-3	44	Sensor Value: 139 - Voltage: 0.68V - CO2 Concentration: 844.00 ppm
84	847	3	47	Sensor Value: 140 - Voltage: 0.68V - CO2 Concentration: 845.00 ppm
85	844	-6	44	Sensor Value: 139 - Voltage: 0.68V - CO2 Concentration: 844.00 ppm
86	850	2	50	Sensor Value: 142 - Voltage: 0.69V - CO2 Concentration: 847.00 ppm
87	848	-5	48	Sensor Value: 145 - Voltage: 0.71V - CO2 Concentration: 850.00 ppm
88	853	4	53	Sensor Value: 143 - Voltage: 0.70V - CO2 Concentration: 848.00 ppm
89	849	3	49	Sensor Value: 148 - Voltage: 0.72V - CO2 Concentration: 853.00 ppm
90	846	-6	46	Sensor Value: 144 - Voltage: 0.70V - CO2 Concentration: 849.00 ppm
91	852	3	52	Sensor Value: 147 - Voltage: 0.72V - CO2 Concentration: 852.00 ppm
92	849	10	49	Sensor Value: 144 - Voltage: 0.70V - CO2 Concentration: 849.00 ppm
93	839	-9	39	Sensor Value: 134 - Voltage: 0.65V - CO2 Concentration: 839.00 ppm
94	848	0	48	Sensor Value: 143 - Voltage: 0.70V - CO2 Concentration: 848.00 ppm
95	848	-1	48	Sensor Value: 143 - Voltage: 0.70V - CO2 Concentration: 848.00 ppm
96	849	0	49	Sensor Value: 144 - Voltage: 0.70V - CO2 Concentration: 849.00 ppm
97	849	3	49	Sensor Value: 141 - Voltage: 0.69V - CO2 Concentration: 846.00 ppm
98	846	-4	46	Sensor Value: 145 - Voltage: 0.71V - CO2 Concentration: 850.00 ppm
99	850	-2	50	Sensor Value: 147 - Voltage: 0.72V - CO2 Concentration: 852.00 ppm
100	852	138	52	
ATA-RAT	850,62	850,62		

Lampiran 9 Data Hasil Uji CO<sub>2</sub> Monitoring Berjarak 1,5 meter



## Ⓞ 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 menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

No	Pembacaan	Selish Antar Data	DATA DARI ARDUINO
1	852		Sensor Value: 147 - Voltage: 0.72V - CO2 Concentration: 852.00 ppm
2	854	24	Sensor Value: 149 - Voltage: 0.73V - CO2 Concentration: 854.00 ppm
3	830	-24	Sensor Value: 128 - Voltage: 0.61V - CO2 Concentration: 830.00 ppm
4	854	-8	Sensor Value: 149 - Voltage: 0.73V - CO2 Concentration: 854.00 ppm
5	862	13	Sensor Value: 158 - Voltage: 0.77V - CO2 Concentration: 862.00 ppm
6	849	-6	Sensor Value: 144 - Voltage: 0.70V - CO2 Concentration: 849.00 ppm
7	853	0	Sensor Value: 150 - Voltage: 0.73V - CO2 Concentration: 853.00 ppm
8	855	3	Sensor Value: 150 - Voltage: 0.73V - CO2 Concentration: 855.00 ppm
9	852	-3	Sensor Value: 145 - Voltage: 0.72V - CO2 Concentration: 852.00 ppm
10	855	18	Sensor Value: 150 - Voltage: 0.73V - CO2 Concentration: 855.00 ppm
11	837	-9	Sensor Value: 132 - Voltage: 0.65V - CO2 Concentration: 837.00 ppm
12	846	-23	Sensor Value: 141 - Voltage: 0.69V - CO2 Concentration: 846.00 ppm
13	868	21	Sensor Value: 164 - Voltage: 0.80V - CO2 Concentration: 868.00 ppm
14	847	-6	Sensor Value: 148 - Voltage: 0.72V - CO2 Concentration: 853.00 ppm
15	853	-1	Sensor Value: 149 - Voltage: 0.73V - CO2 Concentration: 854.00 ppm
16	854	1	Sensor Value: 148 - Voltage: 0.72V - CO2 Concentration: 853.00 ppm
17	853	7	Sensor Value: 141 - Voltage: 0.69V - CO2 Concentration: 846.00 ppm
18	846	-5	Sensor Value: 146 - Voltage: 0.71V - CO2 Concentration: 851.00 ppm
19	851	5	Sensor Value: 148 - Voltage: 0.72V - CO2 Concentration: 853.00 ppm
20	846	-7	Sensor Value: 145 - Voltage: 0.71V - CO2 Concentration: 850.00 ppm
21	853	3	Sensor Value: 152 - Voltage: 0.74V - CO2 Concentration: 857.00 ppm
22	850	-7	Sensor Value: 147 - Voltage: 0.72V - CO2 Concentration: 852.00 ppm
23	857	2	Sensor Value: 150 - Voltage: 0.73V - CO2 Concentration: 855.00 ppm
24	855	-1	Sensor Value: 151 - Voltage: 0.74V - CO2 Concentration: 856.00 ppm
25	856	3	Sensor Value: 149 - Voltage: 0.73V - CO2 Concentration: 854.00 ppm
26	854	1	Sensor Value: 148 - Voltage: 0.72V - CO2 Concentration: 853.00 ppm
27	853	36	Sensor Value: 111 - Voltage: 0.54V - CO2 Concentration: 817.00 ppm
28	817	-33	Sensor Value: 145 - Voltage: 0.71V - CO2 Concentration: 850.00 ppm
29	850	-1	Sensor Value: 146 - Voltage: 0.71V - CO2 Concentration: 851.00 ppm
30	851	-6	Sensor Value: 152 - Voltage: 0.74V - CO2 Concentration: 857.00 ppm
31	857	5	Sensor Value: 147 - Voltage: 0.72V - CO2 Concentration: 852.00 ppm
32	852	0	Sensor Value: 147 - Voltage: 0.72V - CO2 Concentration: 852.00 ppm
33	852	-1	Sensor Value: 148 - Voltage: 0.72V - CO2 Concentration: 853.00 ppm
34	853	-1	Sensor Value: 149 - Voltage: 0.73V - CO2 Concentration: 854.00 ppm
35	854	-2	Sensor Value: 151 - Voltage: 0.74V - CO2 Concentration: 856.00 ppm
36	856	35	Sensor Value: 115 - Voltage: 0.56V - CO2 Concentration: 821.00 ppm
37	821	-32	Sensor Value: 148 - Voltage: 0.72V - CO2 Concentration: 853.00 ppm
38	853	0	Sensor Value: 148 - Voltage: 0.72V - CO2 Concentration: 853.00 ppm
39	853	2	Sensor Value: 146 - Voltage: 0.71V - CO2 Concentration: 851.00 ppm
40	851	-1	Sensor Value: 147 - Voltage: 0.72V - CO2 Concentration: 852.00 ppm
41	852	0	Sensor Value: 147 - Voltage: 0.72V - CO2 Concentration: 852.00 ppm
42	852	13	Sensor Value: 134 - Voltage: 0.65V - CO2 Concentration: 839.00 ppm
43	839	-11	Sensor Value: 145 - Voltage: 0.71V - CO2 Concentration: 850.00 ppm
44	850	-5	Sensor Value: 150 - Voltage: 0.73V - CO2 Concentration: 855.00 ppm
45	855	2	Sensor Value: 148 - Voltage: 0.72V - CO2 Concentration: 853.00 ppm
46	853	2	Sensor Value: 146 - Voltage: 0.71V - CO2 Concentration: 851.00 ppm
47	851	0	Sensor Value: 146 - Voltage: 0.71V - CO2 Concentration: 851.00 ppm
48	851	-5	Sensor Value: 151 - Voltage: 0.74V - CO2 Concentration: 856.00 ppm
49	856	5	Sensor Value: 146 - Voltage: 0.71V - CO2 Concentration: 851.00 ppm
50	851	0	Sensor Value: 146 - Voltage: 0.71V - CO2 Concentration: 851.00 ppm
51	851	1	Sensor Value: 145 - Voltage: 0.71V - CO2 Concentration: 850.00 ppm
52	850	-11	Sensor Value: 157 - Voltage: 0.77V - CO2 Concentration: 861.00 ppm
53	861	8	Sensor Value: 148 - Voltage: 0.72V - CO2 Concentration: 853.00 ppm
54	853	0	Sensor Value: 148 - Voltage: 0.72V - CO2 Concentration: 853.00 ppm
55	853	-5	Sensor Value: 153 - Voltage: 0.75V - CO2 Concentration: 858.00 ppm
56	858	3	Sensor Value: 146 - Voltage: 0.71V - CO2 Concentration: 851.00 ppm
57	855	21	Sensor Value: 153 - Voltage: 0.75V - CO2 Concentration: 858.00 ppm
58	822	-36	Sensor Value: 150 - Voltage: 0.73V - CO2 Concentration: 855.00 ppm
59	858	7	Sensor Value: 116 - Voltage: 0.57V - CO2 Concentration: 822.00 ppm
60	851	24	Sensor Value: 153 - Voltage: 0.75V - CO2 Concentration: 858.00 ppm
61	827	-23	Sensor Value: 146 - Voltage: 0.71V - CO2 Concentration: 851.00 ppm
62	850	-3	Sensor Value: 121 - Voltage: 0.59V - CO2 Concentration: 827.00 ppm
63	853	0	Sensor Value: 145 - Voltage: 0.71V - CO2 Concentration: 850.00 ppm
64	853	0	Sensor Value: 148 - Voltage: 0.72V - CO2 Concentration: 853.00 ppm
65	853	1	Sensor Value: 148 - Voltage: 0.72V - CO2 Concentration: 853.00 ppm
66	852	3	Sensor Value: 147 - Voltage: 0.72V - CO2 Concentration: 852.00 ppm
67	849	-7	Sensor Value: 144 - Voltage: 0.70V - CO2 Concentration: 849.00 ppm
68	856	8	Sensor Value: 151 - Voltage: 0.74V - CO2 Concentration: 856.00 ppm
69	848	-3	Sensor Value: 143 - Voltage: 0.70V - CO2 Concentration: 848.00 ppm
70	851	-1	Sensor Value: 146 - Voltage: 0.71V - CO2 Concentration: 851.00 ppm
71	853	0	Sensor Value: 147 - Voltage: 0.72V - CO2 Concentration: 852.00 ppm
72	852	1	Sensor Value: 146 - Voltage: 0.71V - CO2 Concentration: 851.00 ppm
73	851	1	Sensor Value: 145 - Voltage: 0.71V - CO2 Concentration: 850.00 ppm
74	850	-1	Sensor Value: 146 - Voltage: 0.71V - CO2 Concentration: 851.00 ppm
75	851	-2	Sensor Value: 148 - Voltage: 0.72V - CO2 Concentration: 853.00 ppm
76	853	2	Sensor Value: 146 - Voltage: 0.71V - CO2 Concentration: 851.00 ppm
77	851	-38	Sensor Value: 148 - Voltage: 0.72V - CO2 Concentration: 853.00 ppm
78	889	37	Sensor Value: 146 - Voltage: 0.71V - CO2 Concentration: 851.00 ppm
79	852	17	Sensor Value: 185 - Voltage: 0.90V - CO2 Concentration: 889.00 ppm
80	833	-19	Sensor Value: 147 - Voltage: 0.72V - CO2 Concentration: 852.00 ppm
81	808	-43	Sensor Value: 130 - Voltage: 0.64V - CO2 Concentration: 835.00 ppm
82	851	-1	Sensor Value: 102 - Voltage: 0.50V - CO2 Concentration: 808.00 ppm
83	852	0	Sensor Value: 146 - Voltage: 0.71V - CO2 Concentration: 851.00 ppm
84	852	13	Sensor Value: 147 - Voltage: 0.72V - CO2 Concentration: 852.00 ppm
85	839	-15	Sensor Value: 148 - Voltage: 0.72V - CO2 Concentration: 853.00 ppm
86	854	26	Sensor Value: 134 - Voltage: 0.65V - CO2 Concentration: 839.00 ppm
87	828	-25	Sensor Value: 149 - Voltage: 0.73V - CO2 Concentration: 854.00 ppm
88	853	0	Sensor Value: 122 - Voltage: 0.60V - CO2 Concentration: 828.00 ppm
89	853	2	Sensor Value: 148 - Voltage: 0.72V - CO2 Concentration: 853.00 ppm
90	851	-2	Sensor Value: 146 - Voltage: 0.71V - CO2 Concentration: 851.00 ppm
91	853	-2	Sensor Value: 148 - Voltage: 0.72V - CO2 Concentration: 853.00 ppm
92	855	1	Sensor Value: 150 - Voltage: 0.73V - CO2 Concentration: 855.00 ppm
93	854	1	Sensor Value: 149 - Voltage: 0.73V - CO2 Concentration: 854.00 ppm
94	853	0	Sensor Value: 148 - Voltage: 0.72V - CO2 Concentration: 853.00 ppm
95	853	-1	Sensor Value: 148 - Voltage: 0.72V - CO2 Concentration: 853.00 ppm
96	854	30	Sensor Value: 149 - Voltage: 0.73V - CO2 Concentration: 854.00 ppm
97	824	-28	Sensor Value: 118 - Voltage: 0.58V - CO2 Concentration: 824.00 ppm
98	852	3	Sensor Value: 147 - Voltage: 0.72V - CO2 Concentration: 852.00 ppm
99	849	2	Sensor Value: 144 - Voltage: 0.70V - CO2 Concentration: 849.00 ppm
100	847	-3.02	Sensor Value: 142 - Voltage: 0.69V - CO2 Concentration: 847.00 ppm
ATA-RAT	850.02	850.02	

Lampiran 10 Data Hasil Uji CO<sub>2</sub> Monitoring Berjarak 2 meter