



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

LAPORAN TUGAS AKHIR



**PENGENDALIAN SUHU TUNGKU MESIN PEMBUAT
ARANG DENGAN SISTEM PIROLISIS (ANAEROB)
SEDIKIT OKSIGEN**

Diajukan guna melengkapi syarat dalam mencapai
gelar program Pendidikan Diploma III (D3)

Disusun Oleh:
MUHAMMAD RADHITYA FARHAN 220332105

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

PROGRAM STUDI ELEKTRONIKA INDUSTRI

JURUSAN TEKNIK ELETRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA



Hak Cipta :

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

LAPORAN TUGAS AKHIR



**PENGENDALIAN SUHU TUNGKU MESIN PEMBUAT
ARANG DENGAN SISTEM PIROLISIS (ANAEROB)
SEDIKIT OKSIGEN**

Diajukan guna melengkapi syarat dalam mencapai
gelar program Pendidikan Diploma III (D3)

Disusun Oleh:

MUHAMMAD RADHITYA FARHAN
2203321055

PROGRAM STUDI ELEKTRONIKA INDUSTRI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA



Hak Cipta :

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

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Muhammad Radhitya Farhan

NIM : 2203321055

Tanda Tangan :

Tanggal : 20 Juli 2026

**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

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Tugas akhir diajukan oleh :
Nama : Muhammad Radhitya Farhan
NIM : 2203321055
Program Studi : Elektronika Industri
Judul Tugas Akhir : Pengendali Suhu Tungku Mesin Pembuat Arang dengan Sistem Pirolisis (anaerob) Sedikit Oksigen.
Sub Judul : Sistem Pengelolaan dan Pemanfaatan Kembali Syngas Menggunakan Valve Selenoid

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada,20 Juli 2026 dan dinyatakan **LULUS**.

Pembimbing : Rizdam Firly Muzakki, S.Pd., M.T. ()
NIP. 199311082024061001

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Depok, 30 Juli 2026

Disahkan Oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Dr. Murie Dwiyaniti, S.T., M.T.

NIP. 197803312003122002

Hak Cipta :

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

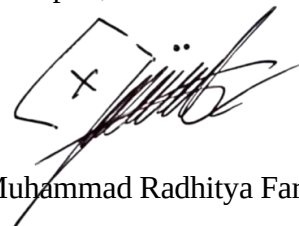
KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan kasih karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Diploma Tiga. Tugas Akhir yang penulis buat **Perancangan Pengendali Suhu Tungku Mesin Pembuat Arang dengan Sistem Pirolis**. Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai penyusunan tugas akhir ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Murie Dwiyantri, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro;
2. Ihsan Auditia Akhinov, S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi Elektronika Industri dan Dosen Pembimbing Tugas Akhir;
3. Rizdam Firly Muzakki, S.Pd., M.T., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir;
4. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan material, dan moral, serta doa-doa yang menyertai;
5. Rekan-rekan kosan Griya Bata bata dan Rekan dari kelas EC-B 22 yang telah membantu saya dalam perancangan alat dan menyusun laporan

Akhir kata, kami mengharapkan saran dan masukan untuk perbaikan tulisan Tugas Akhir ini dan semoga bermanfaat bagi pengembangan ilmu di bidang Teknik Elektronika.

Depok, 20 Juli 2026



Muhammad Radhitya Farhan



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

Perancangan Pengendali Suhu Tungku Mesin Pembuat Arang dengan Sistem Pirolis

ABSTRAK

Pemanfaatan limbah biomassa seperti batok kelapa, sekam padi, dan kayu masih belum optimal, padahal memiliki potensi untuk diolah menjadi arang karbon aktif yang bernilai ekonomi tinggi. Proses pembuatan arang secara tradisional memiliki kelemahan pada pengendalian suhu yang tidak stabil sehingga menghasilkan kualitas arang yang tidak seragam. Tugas akhir ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem pengendali suhu pada tungku mesin pembuat arang berbasis metode pirolisis dengan kondisi minim oksigen. Sistem ini menggunakan Arduino Uno sebagai pengendali utama, sensor thermocouple tipe-K sebagai pendeteksi suhu, serta modul MAX6675 sebagai konverter sinyal. Output sistem berupa pengendalian blower dan valve yang bekerja secara otomatis berdasarkan nilai setpoint suhu. Metode yang digunakan adalah rancang bangun dengan sistem control untuk menjaga kestabilan suhu tungku. Data suhu ditampilkan secara real-time melalui display sehingga memudahkan monitoring oleh pengguna. Hasil dari perancangan ini diharapkan mampu menghasilkan sistem pengendali suhu yang stabil, meningkatkan efisiensi bahan bakar, serta menghasilkan arang dengan kualitas yang lebih seragam dibandingkan metode manual.

Kata kunci: Pirolisis, Arduino Uno, Pengendali Suhu, Thermocouple, Rancang Bangun



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

*Design of a Furnace Temperature Controller for a Charcoal Making Machine
Using a Pyrolysis System*

ABSTRACT

The utilization of biomass waste such as coconut shells, rice husks, and wood remains suboptimal, despite its potential for processing into highly economically valuable activated carbon. The traditional charcoal-making process suffers from unstable temperature control, resulting in inconsistent charcoal quality. This final project aims to design and build a temperature control system for a pyrolysis-based charcoal making machine furnace under oxygen-deficient conditions. This system uses an Arduino Uno as the main controller, a K-type thermocouple sensor as a temperature detector, and a MAX6675 module as a signal converter. The system outputs automatic control of the blower and valve on the temperature setpoint. The design method used is an control system to maintain furnace temperature stability. Temperature data is displayed in real time via an display, facilitating user monitoring. The result of design are expected to produce a stable temperature control system, increase fuel efficiency, and produce charcoal of more uniform quality compared to manual methods.

Keyword: *pyrolysis, Arduino Uno, Temperature Controller, Thermocouple, Design*



Hak Cipta :

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

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	I
HALAMAN JUDUL	II
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
BAB I PENDAHULUAN	11
1.1 Latar Belakang.....	11
1.2 Rumusan Masalah	11
1.3 Batasan Masalah	12
1.4 Tujuan	12
1.5 Luaran Wajib	12
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	13
2.1 SYNGAS (Synthesis Gas).....	13
2.2 Tungku Pirolis.....	13
2.3 Sistem Pengendali Suhu	14
2.4 Arduino Uno R3.....	15
2.5 LCD 12C 20X4	16
2.7 MAX6675 Module	17
2.9 BTS7960	18
2.6 Thermocouple Type-K	19
2.9 Blower.....	20
2.10 Solenoid Valve	21
2.11 Step-Down Converter LM2596	21
BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI	23
3.1 Metodologi Perancangan.....	24



Hak Cipta :

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

3.2 Perancangan Perangkat Keras	26
3.3 Perancangan Perangkat Lunak	30
3.4 Rancangan Alat.....	35
3.5 Realisasi Alat.....	45
BAB IV PEMBAHASAN.....	71
4.1 Deskripsi Pengujian.....	71
4.2 Prosedur Pengujian.....	71
4.3 Data Hasil Pengujian.....	72
BAB V PENUTUPAN	77
5.1 Kesimpulan	77
5.2 Saran	78
DAFTAR PUSTAKA	lxxx
LAMPIRAN	lxxxii

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

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

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Spesifikasi Alat.....	39
Tabel 4. 1 Pengujian Sistem Manual (09 Juli 2026).....	72
Tabel 4. 2 Pengujian Sistem Manual (09 Juli 2026).....	73
Tabel 4. 3 11 Juli 2026 : Pengujian kapasitas batok kelapa 80%	74
Tabel 4. 4 16 Juli 2026 : Pengujian kapasitas batok kelapa 50%	74
Tabel 4. 5 19 Juli 2026 : Pengujian kapasitas batok kelapa 30%	75





Hak Cipta :

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

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 2 Arduino Uno R3	16
Gambar 2. 3 LCD I2C 20X4.....	17
Gambar 2. 4 Thermocouple Type-K.....	19
Gambar 2. 5 MAX 6675 Module.....	18
Gambar 2. 6 BTS 7960 Module	19
Gambar 2. 7 Blower	20
Gambar 3 1 Wiring Alat	45
Gambar 3 2 Visualisasi Alat.....	47
Gambar 3 3 Flowchart	49
Gambar 3 4 BlokDiagram.....	51





Hak Cipta :

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

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup.....	lxxxii
Lampiran 2 Dokumentasi Alat	lxxxiii
Lampiran 3 Dokumentasi Pengerjaan Alat.....	lxxxiv
Lampiran 4 Poster.....	lxxxv
Lampiran 5 SOP	lxxxvi
Lampiran 6 Program ESP32	lxxxvii
Lampiran 7 Program ESP32 Display.....	lxxxviii





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 I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Limbah biomassa seperti batok kelapa, sekam padi, dan kayu merupakan material yang mudah ditemukan namun belum dimanfaatkan secara maksimal. Salah satu pemanfaatannya adalah dengan mengolahnya menjadi arang karbon aktif melalui proses pirolisis.

Pirolisis adalah proses pemanasan biomassa pada kondisi minim oksigen sehingga menghasilkan arang tanpa terbakar menjadi abu. Proses ini membutuhkan suhu tinggi dan stabil agar menghasilkan kualitas arang yang baik. Namun, pada proses konvensional, pengendalian suhu masih dilakukan secara manual sehingga sulit menjaga kestabilan suhu.

Pengendalian suhu yang tidak stabil menyebabkan kualitas arang menjadi tidak seragam dan proses produksi menjadi kurang efisien. Selain itu, operator harus melakukan pengawasan secara terus-menerus yang memerlukan waktu dan tenaga.

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan suatu sistem pengendali suhu otomatis yang mampu menjaga suhu tungku tetap stabil. Oleh karena itu, pada tugas akhir ini dirancang sistem pengendali suhu berbasis Arduino Uno yang terintegrasi dengan sensor suhu dan aktuator untuk mengontrol proses pembakaran secara otomatis.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang sistem pengendali suhu tungku pirolisis berbasis Arduino Uno?



© 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

2. Bagaimana mengimplementasikan sensor thermocouple untuk membaca suhu tinggi?
3. Bagaimana mengendalikan blower dan valve secara otomatis?
4. Bagaimana menjaga kestabilan suhu tungku menggunakan sistem kontrol sederhana?

1.3 Batasan Masalah

1. Metode kontrol menggunakan sistem otomatis.
2. Sistem hanya mengendalikan suhu, tidak membahas desain mekanik tungku secara detail.
3. Tampilan menggunakan display sebagai monitoring.

1.4 Tujuan

1. Merancang dan membangun sistem pengendali suhu tungku pirolisis.
2. Mengimplementasikan sistem monitoring suhu secara real-time.
3. Mengendalikan aktuator (blower dan valve) secara otomatis.
4. Meningkatkan kestabilan suhu pada proses pembuatan arang.

1.5 Luaran Wajib

1. Prototipe Pengendali Suhu Tungku Mesin Pembuat Arang
2. Laporan Tugas Akhir.

Hak Cipta :

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

BAB V PENUTUPAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, pembuatan, dan pengujian alat Sistem Kontrol Suhu Tungku Pembuat Arang Berbasis Arduino Uno, maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Sistem pengendali suhu tungku berhasil dirancang menggunakan Arduino Uno sebagai pusat kendali yang mengintegrasikan sensor thermocouple MAX6675, driver motor BTS7960, relay, LCD I2C 20×4, serta modul step-down LM2596. Seluruh komponen mampu bekerja secara terintegrasi sesuai dengan rancangan sistem.
2. Sensor thermocouple tipe-K yang dipadukan dengan modul MAX6675 mampu membaca suhu tungku secara real-time dan mengirimkan data ke Arduino Uno sebagai dasar pengambilan keputusan dalam pengendalian blower dan valve. Informasi suhu juga dapat ditampilkan pada LCD I2C 20×4 sehingga memudahkan proses monitoring.
3. Sistem kontrol otomatis berhasil mengendalikan kecepatan blower berdasarkan perubahan suhu tungku. Pada suhu 0–500°C blower bekerja pada PWM 100% untuk mempercepat kenaikan temperatur, kemudian diturunkan menjadi PWM 80% pada suhu 500–600°C untuk menjaga kestabilan proses karbonisasi, dan PWM 50% pada suhu di atas 600°C agar suhu tetap stabil serta konsumsi daya lebih efisien.
4. Sistem juga berhasil mengendalikan dua buah solenoid valve secara otomatis. Pada suhu $\leq 600^\circ\text{C}$, Valve 1 berada pada kondisi terbuka dan Valve 2 tertutup, sedangkan pada suhu $> 600^\circ\text{C}$ kondisi valve berubah menjadi Valve 1 tertutup dan Valve 2 terbuka sesuai dengan logika program yang telah dirancang.
5. Berdasarkan hasil pengujian, penggunaan sistem kontrol otomatis mampu meningkatkan efisiensi proses pembentukan arang dibandingkan metode manual. Pada pengujian manual dengan blower tetap PWM 50%, proses



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

karbonisasi memerlukan waktu sekitar 7 jam. Setelah menggunakan sistem kontrol otomatis, waktu proses berkurang menjadi sekitar 4 jam 30 menit pada kapasitas tungku 80%, sekitar 2 jam 50 menit pada kapasitas 50%, dan sekitar 2 jam 20 menit pada kapasitas 30%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pengaturan kecepatan blower secara bertahap berdasarkan suhu memberikan pengaruh terhadap percepatan proses karbonisasi.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem, terdapat beberapa saran yang dapat dijadikan sebagai pengembangan penelitian selanjutnya, yaitu:

1. Mengembangkan metode pengendalian suhu yang lebih adaptif, seperti menggunakan algoritma PID (Proportional Integral Derivative) atau Fuzzy Logic, sehingga pengaturan kecepatan blower tidak hanya berdasarkan rentang suhu tertentu, tetapi juga mampu mempertahankan suhu tungku pada nilai yang diinginkan dengan tingkat kestabilan yang lebih baik.
2. Menambahkan sistem pemantauan dan penyimpanan data (data logging) menggunakan modul SD Card atau platform Internet of Things (IoT), sehingga seluruh data proses seperti suhu, kecepatan blower, kondisi valve, dan lama proses karbonisasi dapat direkam serta dianalisis untuk meningkatkan kualitas penelitian.
3. Melakukan pengujian terhadap berbagai jenis biomassa seperti batok kelapa, kayu, sekam padi, maupun limbah pertanian lainnya, sehingga dapat diketahui karakteristik pembakaran serta parameter operasi optimum untuk setiap jenis bahan baku.
4. Melakukan optimasi desain tungku dan sistem distribusi udara, sehingga panas di dalam ruang pembakaran dapat tersebar lebih merata. Dengan distribusi temperatur yang seragam, kualitas arang yang dihasilkan diharapkan memiliki tingkat karbonisasi yang lebih baik dan konsisten.
5. Mengembangkan sistem pemanfaatan gas hasil pirolisis (syngas) sebagai bahan bakar tambahan pada proses pembakaran. Pemanfaatan syngas tidak



© 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

hanya meningkatkan efisiensi energi, tetapi juga mengurangi limbah gas yang terbuang ke lingkungan sehingga sistem menjadi lebih ramah lingkungan.

6. Melakukan pengujian performa alat dalam jangka waktu yang lebih panjang dengan jumlah sampel yang lebih banyak untuk memperoleh data yang lebih representatif. Pengujian lanjutan diperlukan untuk mengevaluasi keandalan sistem, kestabilan kontrol suhu, serta umur pakai komponen elektronik yang digunakan.





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

- Arduino. (2024). Arduino Uno Rev3 Documentation.
- Analog Devices. (2021). MAX6675 Cold-Junction-Compensated K-Thermocouple-to-Digital Converter Datasheet. Analog Devices, Inc.
- Infineon Technologies AG. (2022). BTS7960 NovalithIC Half-Bridge Datasheet. Infineon Technologies.
- Texas Instruments. (2023). LM2596 SIMPLE SWITCHER® Step-Down Voltage Regulator Datasheet. Texas Instruments.
- Hitachi. (1998). HD44780U (LCD-II) Dot Matrix Liquid Crystal Display Controller/Driver Datasheet. Hitachi Ltd.
- Maxim Integrated. (2020). MAX6675 Thermocouple-to-Digital Converter Datasheet. Maxim Integrated Products.
- National Instruments. (2020). Temperature Measurement Handbook. National Instruments Corporation.
- Omega Engineering. (2019). The Temperature Handbook. Omega Engineering Inc.
- Cengel, Y. A., & Boles, M. A. (2020). Thermodynamics: An Engineering Approach (9th ed.). McGraw-Hill Education.
- Kalogirou, S. A. (2014). Solar Energy Engineering: Processes and Systems (2nd ed.). Academic Press.
- Basu, P. (2018). Biomass Gasification, Pyrolysis and Torrefaction: Practical Design and Theory (3rd ed.). Academic Press.
- Bridgwater, A. V. (2012). Review of Fast Pyrolysis of Biomass and Product Upgrading. Biomass and Bioenergy.
- Mohan, D., Pittman, C. U., & Steele, P. H. (2006). Pyrolysis of Wood/Biomass for Bio-oil: A Critical Review. Energy & Fuels.
- Turns, S. R. (2013). An Introduction to Combustion: Concepts and Applications (3rd ed.). McGraw-Hill.
- Bolton, W. (2021). Mechatronics: Electronic Control Systems in Mechanical and Electrical Engineering (7th ed.). Pearson Education.
- Ogata, K. (2010). Modern Control Engineering (5th ed.). Prentice Hall.



© 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

Horowitz, P., & Hill, W. (2015). *The Art of Electronics* (3rd ed.). Cambridge University Press.

Boylestad, R. L., & Nashelsky, L. (2013). *Electronic Devices and Circuit Theory* (11th ed.). Pearson.

Kadir, A. (2018). *Pemrograman Arduino dan Mikrokontroler*. Penerbit Andi.

Suyanto. (2019). *Sistem Kontrol Otomatis*. Penerbit Graha Ilmu.





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

Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup



MUHAMMAD RADHITYA FARHAN

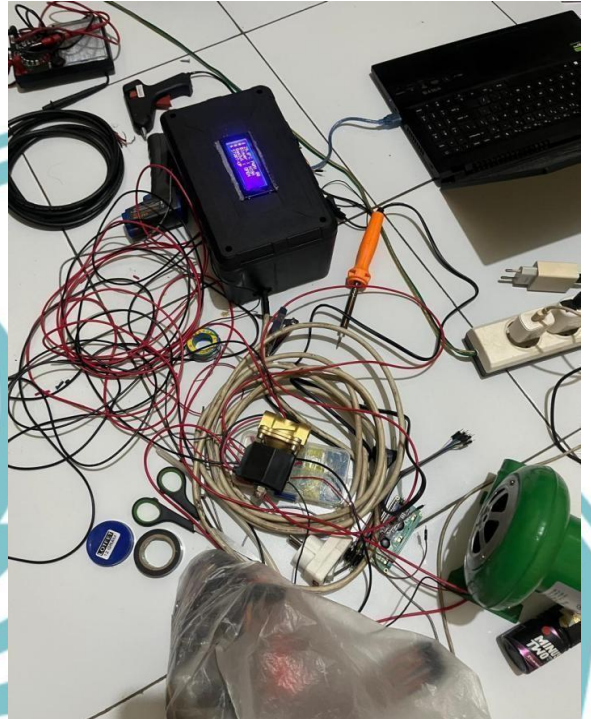
Anak pertama dari tiga bersaudara, lahir di Bukittinggi 03 Mei 2004 Lulus dari SD Bina Nusantara Batam 2016, SMPN 44 BP Batam tahun 2019, SMAN 20 Batam tahun 2022. Gelar diploma tiga (D3) diperoleh pada tahun 2026 dari Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Elektronika Industri, Politeknik Negeri Jakarta.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta:

-
- A large, silver-colored metal barrel, possibly a CO2 cylinder or a custom-built system, is the central focus. It has several pipes and valves attached. A vertical pipe with a valve is on the left. A horizontal pipe with a valve is on the right. A coiled black hose is on the floor to the right. The background shows a workshop with shelves, a green bag, and other equipment.



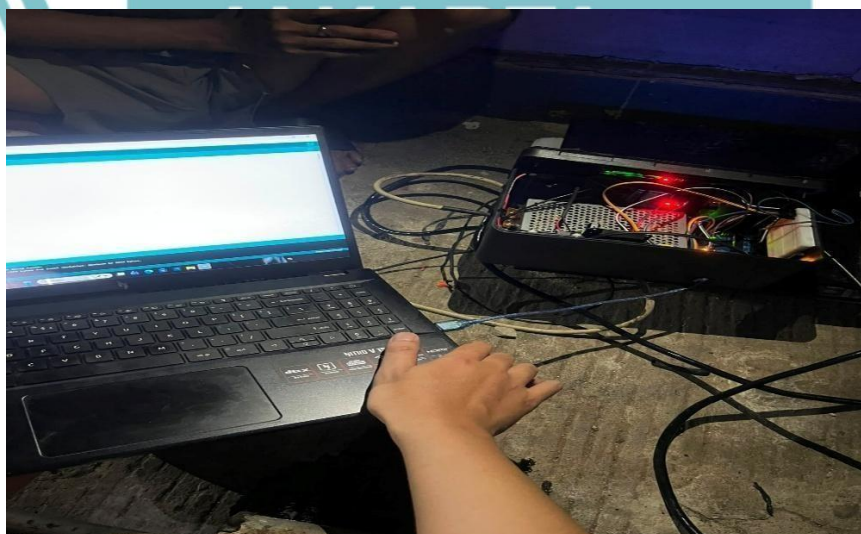


© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 3 Dokumentasi Pengerjaan Alat

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





Hak Cipta :

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

Lampiran 4 Poster

PERANCANGAN PENGENDALI SUHU TUNGKU MESIN PEMBUAT ARANG DENGAN SISTEM PIROLIS (ANAEROB) SEDIKIT OKSIGEN



01 LATAR BELAKANG

Kebutuhan arang batok kelapa berkualitas semakin meningkat untuk keperluan industri, rumah tangga, dan ekspor. Namun, proses pembuatan arang secara konvensional masih bergantung pada pengalaman operator sehingga suhu pembakaran sulit dikontrol, kualitas arang tidak seragam, serta gas hasil pirolisis belum dimanfaatkan secara optimal. Oleh karena itu dirancang sistem kontrol tungku pirolisis berbasis Arduino Uno yang mampu melakukan monitoring suhu secara real-time, mengatur kecepatan blower secara otomatis, serta mengendalikan dua buah solenoid valve untuk pembuangan dan resirkulasi gas hasil pirolisis.

02 TUJUAN

Merancang dan membangun sistem kontrol tungku pirolisis berbasis Arduino Uno yang mampu:

- Memonitor suhu menggunakan sensor Thermocouple Type-K dan MAX6675.
- Mengontrol kecepatan blower secara otomatis menggunakan BTS7960.
- Mengendalikan dua buah solenoid valve berdasarkan suhu proses.
- Menampilkan kondisi sistem secara real-time pada LCD I2C 20x4.

03 FUNGSI

Sistem berfungsi untuk menjaga kestabilan suhu proses karbonisasi sehingga menghasilkan arang yang lebih baik. Selain itu sistem dapat mengatur blower secara otomatis, mengalihkan aliran gas hasil pirolisis menggunakan solenoid valve, serta memberikan informasi kondisi proses kepada operator melalui LCD.

04 CARA KERJA SISTEM

- Arduino melakukan inisialisasi seluruh perangkat.
- MAX6675 membaca suhu tungku.
- LCD menampilkan suhu dan status sistem.
- Suhu $<100^{\circ}\text{C}$ → Blower PWM 80.
- Suhu $\geq 100^{\circ}\text{C}$ → Blower PWM 50.
- Suhu $\leq 600^{\circ}\text{C}$
- Valve 1 OPEN
- Valve 2 CLOSE
- Suhu $>600^{\circ}\text{C}$
- Valve 1 CLOSE
- Valve 2 OPEN
- Sistem bekerja terus hingga proses karbonisasi selesai.



STANDARD OPERATING PROCEDURE (SOP)

PENGOPERASIAN TUNGKU MESIN PEMBUAT ARANG SISTEM PIROLISIS

1. Tujuan

SOP ini bertujuan sebagai pedoman dalam pengoperasian tungku mesin pembuat arang agar proses pirolisis berlangsung dengan aman, efektif, dan menghasilkan arang berkualitas.

2. Ruang Lingkup

SOP ini berlaku untuk seluruh proses pengoperasian alat mulai dari persiapan, pengoperasian, monitoring, hingga penghentian sistem.

3. Peralatan

- Tungku pirolisis
- Arduino Uno
- Sensor Thermocouple Type-K + MAX6675
- LCD I2C 20x4
- Driver BTS7960
- Blower DC
- Solenoid Valve 1 (Pembuangan Syngas)
- Solenoid Valve 2 (Sirkulasi Syngas)
- Catu daya (Power Supply)
- Biomassa (kayu/tempurung kelapa)

4. Alat Pelindung Diri (APD)

Sebelum mengoperasikan alat wajib menggunakan:

- Sarung tangan tahan panas
- Kacamata keselamatan
- Masker
- Sepatu safety

5. Pemeriksaan Sebelum Operasi

Pastikan:

- ☐ Semua kabel terhubung dengan baik.
- ☐ Power supply dalam kondisi normal.
- ☐ Sensor thermocouple terpasang dengan benar.
- ☐ Blower dapat berputar dengan normal.
- ☐ Solenoid valve dapat membuka dan menutup.
- ☐ Tidak terdapat kebocoran pada tungku.
- ☐ Biomassa telah dimasukkan ke dalam reaktor.
- ☐ Tutup tungku telah dikunci rapat.

8. Larangan

- Jangan membuka tutup tungku saat suhu masih tinggi.
- Jangan menyentuh bagian logam tanpa APD.
- Jangan mengoperasikan alat saat terjadi kebocoran gas.
- Jangan mematikan sistem secara paksa ketika proses pirolisis masih berlangsung.
- Jangan meninggalkan alat tanpa pengawasan dalam waktu lama.

6. Prosedur Pengoperasian

6.1 Menyalakan Sistem

- Hubungkan alat ke sumber listrik.
- Nyalakan sakelar utama.
- LCD akan menampilkan tampilan awal sistem.
- Pastikan suhu awal terbaca dengan normal.

6.2 Menyalakan Tungku

- Nyalakan api pada ruang pembakaran.
- Tutup kembali pintu pembakaran.
- Amati kenaikan suhu melalui LCD.

6.3 Proses Pirolisis

- Selama proses berlangsung:
- Sensor membaca suhu secara real-time.
- Arduino mengendalikan kecepatan blower.
- Solenoid valve bekerja otomatis sesuai logika program.
- Operator hanya melakukan monitoring.

6.4 Monitoring

- Periksa secara berkala:
- Suhu tungku
- Kondisi blower
- Status Solenoid Valve 1
- Status Solenoid Valve 2
- Kondisi nyala api
- Asap yang keluar dari cerobong

7. Penghentian Sistem

- Apabila proses selesai:
- Matikan sumber api.
- Biarkan suhu turun secara bertahap.
- Matikan blower.
- Matikan sistem kontrol.
- Putuskan sumber listrik.
- Tunggu hingga suhu tungku aman (<50°C).
- Buka tutup tungku.
- Keluarkan arang.

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



Lampiran 6 Program

```
CODINGDAYAT$
//=====
* TUNJUN PEMBUAT ARANG FIRGOLIS
* POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
* Arduino Uno
* MAX6675
* DS18B20
* LCD 12C 20x4
//=====

#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <max6675.h>

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,20,4);

//===== MAX6675 =====

const int thermoC0 = 4;
const int thermoC1 = 5;
const int thermoC2 = 6;

MAX6675 thermocouple(thermoC0, thermoC1, thermoC2);

//===== DS18B20 =====

const int RPN = 5;
const int LPN = 10;

const int REN = 7;
const int LEN = 8;

Done uploading.
Sketch uses 6514 bytes (20%) of program storage space. Maximum is 32256 bytes.
Global variables use 454 bytes (22%) of dynamic memory, leaving 1554 bytes for local variables. Maximum is 2048 bytes.
```

```
CODINGDAYAT$
//===== VALVE =====

const int Valve1 = 2;
const int Valve2 = 3;

//===== VARIABEL =====

float suhu = 0;

int blowerPWM = 0;

bool valve1Status = false;
bool valve2Status = false;

//=====
// CUSTOM CHARACTER
//=====

byte suhuChar[8]={
  001010,
  001010,
  001010,
  001010,
  001010,
  010001,
  001110,
  000100
};

byte blowerChar[8]={
  000100
};

Done uploading.
Sketch uses 6514 bytes (20%) of program storage space. Maximum is 32256 bytes.
Global variables use 454 bytes (22%) of dynamic memory, leaving 1554 bytes for local variables. Maximum is 2048 bytes.
```

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



© 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

Lampiran 7 Program

```
CODINGDAIAT 5
byte biner2char[8]={
000100,
010101,
001110,
011111,
001110,
010101,
000100,
000000
};

byte val2char[8]={
010001,
000010,
000100,
011111,
000100,
001010,
010001,
000000
};

byte val2char[8]={
000100,
001100,
011011,
011111,
011011,
001110,
000100,
000000
};

Done uploading.
Sketch uses 4514 bytes (20%) of program storage space. Maximum is 22254 bytes.
Global variables use 454 bytes (22%) of dynamic memory, leaving 1594 bytes for local variables. Maximum is 2048 bytes.
```

```
CODINGDAIAT 5
//=====
// RIILASH SCREEN
//=====

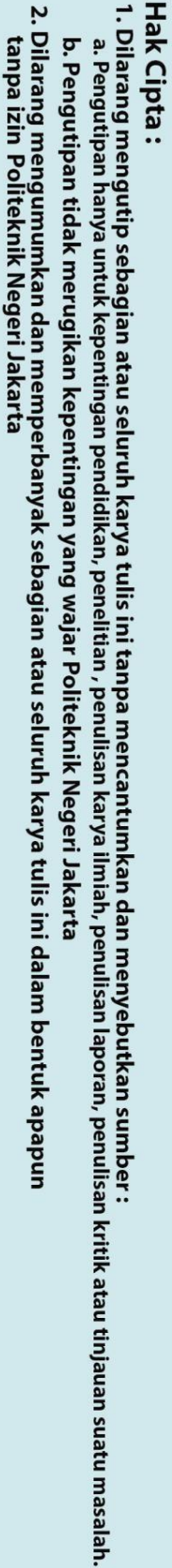
void aplashScreen()
{
  led.clear();
  led.writeHex(0,0);
  led.print("Toughs Freshout");
  led.writeHex(0,1);
  led.print("Aang Hincilila");
  led.writeHex(0,2);
  led.print("Teknik Elektro");
  led.writeHex(0,3);
  led.print("POLITEKNIK JKP");

  delay(1000);

  led.clear();
}

//=====
// RETOP
//=====

Done uploading.
Sketch uses 4514 bytes (20%) of program storage space. Maximum is 22254 bytes.
Global variables use 454 bytes (22%) of dynamic memory, leaving 1594 bytes for local variables. Maximum is 2048 bytes.
```

Lampiran 8 Program





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 9 Program

```
CODINGDAVAT | Arduino 1.8.18
File Edit Sketch Tools Help

CODINGDAVAT$

//=====
// KONTROL BLOWER
//=====

void kontrolBlower()
{
    // 0 - 500 C
    if(suhu < 500)
    {
        blowerRPM = 100;
    }

    // 500 - 600 C
    else if(suhu >= 500 is suhu < 600)
    {
        blowerRPM = 80;
    }

    // 600 C KEATAS
}

Data uploading
Sketch uses 4514 bytes (20%) of program storage space. Maximum is 32256 bytes.
Global variables use 454 bytes (22%) of dynamic memory, leaving 1554 bytes for local variables. Maximum is 2048 bytes.

CODINGDAVAT | Arduino 1.8.18
File Edit Sketch Tools Help

CODINGDAVAT$

else
{
    blowerRPM = 50;

    // Output B077360
    analogWrite(RPM, blowerRPM);
    analogWrite(LAMP, 0);
}

//=====
// KONTROL VALVE
//=====

void kontrolValve()
{
    // RUMI < 500
    // Valve1 OPEN
    // Valve2 CLOSE

    // RUMI > 600
}

Data uploading
Sketch uses 4514 bytes (20%) of program storage space. Maximum is 32256 bytes.
Global variables use 454 bytes (22%) of dynamic memory, leaving 1554 bytes for local variables. Maximum is 2048 bytes.

116
Always Use arduino.cc
```

Hak Cipta :

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



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

Lampiran 10 Program

```
CODINGDAVAT | Arduino 1.8.18
File Edit Sketch Tools Help

CODINGDAVAT $

if(suhu < 500)
{
  valve1Status = true;
  valve2Status = false;

  digitalWrite (Valve1,HIGH);
  digitalWrite (Valve2,LOW);
}

// BOMU >500
// Valve1 CLOSE
// Valve2 OPEN

else
{
  valve1Status = false;
  valve2Status = true;

  digitalWrite (Valve1,LOW);
  digitalWrite (Valve2,HIGH);
}

}

Done uploading

Sketch uses 6314 bytes (20% of program storage space. Maximum is 32256 bytes.
Global variables use 454 bytes (22% of dynamic memory, leaving 1554 bytes for local variables. Maximum is 2048 bytes.
```

```
CODINGDAVAT | Arduino 1.8.18
File Edit Sketch Tools Help

CODINGDAVAT $

}

//=====
// SD DISPLAY
//=====

void tampilLCD()
{
  // BAKIS 1 BOMU
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.write(byte(0));
  lcd.print(" #uhu");
  lcd.setCursor(7,0);
  lcd.print(" ");
  lcd.setCursor(7,0);
  lcd.print(suhu,1);
  lcd.print((char)223);
  lcd.print("C");
}

Done uploading

Sketch uses 6314 bytes (20% of program storage space. Maximum is 32256 bytes.
Global variables use 454 bytes (22% of dynamic memory, leaving 1554 bytes for local variables. Maximum is 2048 bytes.
```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

Lampiran 11 Program

```
CODINGDAYAT | Arduino 1.8.18
File Edit Sketch Tools Help

CODINGDAYAT $

// BARI2: 2 PRM
led.setCursor(0,1);
led.write(byte(1));
led.print(" PRM :");

led.setCursor(7,1);
led.print("  ");
led.setCursor(7,1);
led.print(blowerPRM);

// BARI2: 3 VALVE 1
led.setCursor(0,2);
led.write(byte(2));
led.print(" V1");

if(valve1Status)
{
  Data uploading...
  Sketch uses 6514 bytes (104% of program storage space. Maximum is 32256 bytes.
  Global variables use 454 bytes (22% of dynamic memory, leaving 1594 bytes for local variables. Maximum is 2048 bytes.
}

145 Arduino Uno on COM5
```

```
CODINGDAYAT | Arduino 1.8.18
File Edit Sketch Tools Help

CODINGDAYAT $

// BARI2: 2 PRM
led.setCursor(0,1);
led.write(byte(1));
led.print(" PRM :");

led.setCursor(7,1);
led.print("  ");
led.setCursor(7,1);
led.print(blowerPRM);

// BARI2: 3 VALVE 1
led.setCursor(0,2);
led.write(byte(2));
led.print(" V1");

if(valve1Status)
{
  Data uploading...
  Sketch uses 6514 bytes (104% of program storage space. Maximum is 32256 bytes.
  Global variables use 454 bytes (22% of dynamic memory, leaving 1594 bytes for local variables. Maximum is 2048 bytes.
}

145 Arduino Uno on COM5
```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

Lampiran 12 Program

```
CODINGDAYAT | Arduino 1.8.18
File Edit Sketch Tools Help

CODINGDAYAT $

//=====
// ANIMASI BLOWER
//=====

byte blower1[]={
  B00100,
  B10101,
  B01110,
  B11111,
  B01110,
  B10101,
  B00100,
  B00000
};

byte blower2[]={
  B10101,
  B01110,
  B11111,
  B00100,
  B11111,
  B01110,
  B10101,
  B00000
};

unsigned long lastAnim=0;

Done uploading
Sketch uses 4514 bytes (20%) of program storage space. Maximum is 32256 bytes.
Global variables use 454 bytes (22%) of dynamic memory, leaving 1594 bytes for local variables. Maximum is 2048 bytes.
122 Arduino Uno on COM5
```

```
CODINGDAYAT | Arduino 1.8.18
File Edit Sketch Tools Help

CODINGDAYAT $

unsigned long lastAnim=0;

bool frame=false;

void animasiBlower()
{
  if(millis()-lastAnim>300)
  {
    lastAnim=millis();

    if(frame)
      led.writeChar(1,blower1);
    else
      led.writeChar(1,blower2);

    frame=!frame;
  }
}

//=====
// CER SENSOR
//=====

Done uploading
Sketch uses 4514 bytes (20%) of program storage space. Maximum is 32256 bytes.
Global variables use 454 bytes (22%) of dynamic memory, leaving 1594 bytes for local variables. Maximum is 2048 bytes.
140 Arduino Uno on COM5
```