REKAYASA MESIN FILAMEN DAUR ULANG BOTOL PLASTIK PET DENGAN SISTEM KONTROL ARDUINO

****

**Skripsi**

**Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan Program Studi (S1)**

**KEVIN MUBARAK**

**2022310003**

**Program Studi Teknik Informatika**

**Fakultas Informatika dan Desain Universitas Bina Insani**

**BEKASI**

**2025**

**LEMBAR JUDUL SKRIPSI LEMBAR PERSEMBAHAN**

**LEMBAR PERNYATAAN DIRI**

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

**LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI LEMBAR PENGUJIAN SKRIPSI**

**LEMBAR PERSETUJUAN DAN PENGESAHAN SKRIPSI LEMBAR PEDOMAN PENGGUNAAN HAK CIPTA**

**LEMBAR KONSULTASI SKRIPSI**

**KATA PENGANTAR**

Di era digital yang terus berkembang, permintaan terhadap kemasan tahan cuaca seperti hujan dan panas semakin tinggi. Namun, ketergantungan pada bahan seperti plastik PET yang sulit terurai dan membutuhkan ratusan tahun untuk terdekomposisi telah memperparah krisis lingkungan. Di Indonesia, masalah ini mendesak: sampah plastik menyumbang 21,14% total sampah di Lampung (2021), sementara metode daur ulang PET menjadi produk bernilai ekonomi masih terbatas. Di sisi lain, filamen 3D printing komersial (seperti PLA) harganya mahal dan sulit diakses di berbagai daerah.

Merespons tantangan ini, penelitian bertujuan mengembangkan *mesin ekstrusi filamen* yang mengolah limbah botol PET menjadi bahan baku cetak 3D *Fused Deposition Modeling* (FDM). Mesin dirancang dengan komponen terintegrasi pemotong, pemanas, penarik, dan penggulung untuk menghasilkan filamen daur ulang siap pakai. Inovasi ini diharapkan menjadi solusi berkelanjutan guna mengurangi limbah plastik sekaligus mendukung industri manufaktur aditif di Indonesia.

**ABSTRAK**

Pada era digital saat ini terdapat produk yang di bungkus menggunakan bahan yang tahan lama yang memungkinkan kualitas produk tersebut tetap terjaga walaupun kena hujan hingga panas matahari, akan tetapi setelah bahan yang tahan hancur seperti halnya plastik yang membutuhkan waktu hampir ratusan tahun untuk kemasan botol plastik. Untuk itu kita perlu mengolah sampah plastik tersebut terutama botol plastik berbahan dasar *Polyethlyne Terephthalate* (PET). Salah satu bentuk pengolahannya yaitu dengan mengubahnya menjadi filamen untuk material mesin cetak 3D *fused deposition modeling*. untuk membuat filamen dari botol bekas membutuhkan alat pembuat filamen. Mesin pembuat filamen terdiri dari beberapa bagian, bagian pemotong, bagian pemanas, bagian penarik, dan bagian penggulung.

**ABSTRACT**

In today's digital era, many products are packaged using durable materials that help maintain their quality even when exposed to rain or direct sunlight. However, these long-lasting materials such as plastic can take hundreds of years to decompose, especially plastic bottles made from Polyethylene Terephthalate (PET). Therefore, it is essential to process plastic waste, particularly PET bottles. One method of recycling is converting them into filament material for 3D printing using Fused Deposition Modeling (FDM) technology. To produce filament from used bottles, a filament-making machine is required. This machine consists of several components a cutting section, a heating section, a pulling section, and a winding section.

**DAFTAR ISI**

**DAFTAR SIMBOL DAFTAR GAMBAR DAFTAR TABEL**

**DAFTAR LAMPIRAN**

**BAB I PENDAHULUAN**

* 1. Latar Belakang Masalah

Limbah plastik Polyethylene Terephthalate (PET) sangat sulit terurai dapat menyebabkan penumpukan limbah plastik yang sangat besar, dan dapat menimbulkan masalah serius pada lingkungan, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan mesin ekstrusi filamen 3D printer guna mengolah limbah botol plastik menjadi material yang dapat digunakan kembali (Harahap et al., 2025). Di Indonesia, kontribusi sampah plastik mencapai 21,14% dari total sampah di Provinsi Lampung pada tahun 2021 (Harahap et al., 2025), menunjukkan urgensi penanganan serius. Minimnya metode daur ulang PET menjadi barang setengah jadi atau barang jadi bernilai ekonomis memperparah kondisi ini, sementara filamen 3D printing komersial seperti Polylactic Acid (PLA) masih relatif mahal dan sulit diakses di berbagai daerah (Taufik et al., 2023).

* 1. Identifikasi Masalah
  2. Batasan Masalah
  3. Perumusan Masalah
  4. Tujuan dan Manfaat Penelitian
  5. Sistematika Penulisan

**BAB II LANDASAN TEORI**

* 1. Tinjauan Pustaka
  2. Penelitian Terkait

**BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

* 1. Teknik Pengumpulan data

1. Observasi
2. Wawancara
3. Studi Pustaka
   1. Model Pengembangan
   2. Kerangka Pemikiran

**BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

* 1. Tinjauan Perusahaan/Organisasi
     1. Profil Perusahaan/Organisasi
     2. Struktur Perusahaan/Organisasi
  2. Analisis Kebutuhan Sistem
     1. Analisis Sistem Saat Ini
     2. Analisis Kebutuhan Fungsional
     3. Analisis Kebutuhan Non Fungsional
  3. Perancangan Sistem
     1. Deskripsi Umum Sistem
     2. Arsitektur Sistem IoT
     3. Diagram Alur Sistem
     4. Antarmuka Pengguna (Jika Ada)
  4. Implementasi Sistem
     1. Proses Installasi Perangkat Keras
     2. Pengembangan Perangkat Lunak
     3. Integrasi Sensor dan Aktuator
     4. Integrasi Cloud dan Dashboard (Jika Ada)
  5. Pengujian Sistem IoT
     1. Metode Pengujian (misalnya: black-box, stress test, latency test)
     2. Hasil Pengujian
     3. Analisis Kinerja Sistem
     4. Evaluasi Kelebihan dan Kekurangan

**BAB V SIMPULAN DAN SARAN**

* 1. Simpulan
  2. Saran-saran

**DAFTAR PUSTAKA**

Harahap, A. B., Khoirunisa, V., & Putra, S. E. M. (2025). Mesin Ekstrusi Filamen 3D Printer Sederhana Sebagai Alternatif Daur Ulang Limbah Botol Plastik dengan Kendali PID. *Electrician : Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Elektro*, *19*(2), 179–185. https://doi.org/10.23960/elc.v19n2.2798

Taufik, M., Suryani Lubis, G., Ivanto, M., Studi Teknik Mesin, P., Tanjungpura, U., & Hadari Nawawi, J. H. (2023). Rancang Bangun Mesin Pultrusion Pembuat Filamen 3D Printing Berbasis Limbah Plastik Botol PET. *Jurnal Teknologi Rekayasa Teknik Mesin (JTRAIN)*, *4*(1), 1–08.

**DAFTAR RIWAYAT HIDUP**

**SURAT KETERANGAN RISET LAMPIRAN LAIN**

**Catatan:**

1. Tempat riset harus yang sudah memiliki jaringan, mahasiswa harus dapat menunjukkan surat keterangan riset yang asli (sudah ada tanda tangan dan stempel basah perusahaan dan berapa lama waktu riset dilaksanakan) pada saat sidang.
2. **Sumber Referensi (Paper Jurnal) 10 buah wajib dibawa pada saat sidang (bab 1 latar belakang (1), penelitian terkait (4), bab 1, 2 dan 3 (5), Buku/ebooks sebanyak 8**

**yang tertuang di Bab 1, 2 dan 3.**

1. **Latar Belakang Masalah**

Berisi fakta permasalahan yang ada di perusahaan, di perkuat dengan minimal 1 kutipan jurnal penelitian yang terdahulu. Jurnal yang digunakan harus memiliki Nama Jurnal dan ISSN atau Vol Number.

## Identifikasi Masalah

Berisi fakta s e j u m l a h permasalahan pokok yang tercermin pada latar belakang masalah yang dapat dicarikan jawabannya melalui penelitian. Permasalahan dituangkan kedalam kalimat pernyataan.

## Batasan Masalah

Merupakan pembatasan terhadap lingkup dan cakupan masalah yang akan dibahas pada bab 4 & 5. Dan memberikan peluang kepada penulis atau mahasiswa lain untuk meneruskan penelitian selanjutnya(kajian ulang).

## Rumusan Masalah

Merupakan inti masalah yang menjadi materi pokok penelitian dalam bentuk narasi

dituangkan dalam kalimat pertanyaan. Inti masalah dapat dinyatakan sebagai mana yang telah disampaikan dalam identifikasi masalah, namun telah dilengkapi dengan pernyataan lain sebagaimana yang dikemukakan dalam batasan masalah.

## Tujuan dan Manfaat Penelitian

Merupakan penjelasan tentang tujuan dan manfaat penelitian yang akan dilaksanakan terkait dengan pengembangan keilmuan atau manfaat praktis dari masalah yang akan diteliti. Tujuan dan mafaat penelitian berisi penjelasan tentang tujuan yang spesifik atau target yang ingin dicapai. Pengertian spesifik diimplementasikan dengan menggunakan ungkapan-ungkapan yang jelas, akurat, dan tidak menimbulkan kesalahan interpretasi/persepsi/pemahaman.

## Sistematika Penulisan

Merupakan penjelasan tentang uraian bab yang akan disajikan dalam skripsi diikuti

dengan penjelasan singkat isi materi yang dibahas dalam bab tersebut.

## Tinjauan Pustaka

Merupakan penjelasan tentang sumber acuan terbaru (lima tahun terakhir mulai penelitian) dari pustaka primer seperti artikel, jurnal, monograph, dan tulisan asli lainnya untuk mengetahui perkembangan penelitian yang relevan dengan judul atau tema penelitian yang akan dilakukan dan juga sebagai arahan dalam pemecahan masalah yang diteliti. Tinjauna pustaka berupa uraian yang bersifat kuantitatif, kualitatif, suatu model matematis atau pun bentuk-bentuk representative yang lain. Kutipan, cuplikan, dan saduran dari literature ditulis dengan menyebutkan (penulis, tahun : halaman).

## Penelitian Terkait

Berisi tentang penelitian yang terkait dengan permasalah yang diangkat berasal dari jurnal ber-ISSN lima tahun terakhir dari tahun mulai penelitian. Dibuatkan tabel Research Gapnya.

## Teknik Pengumpulan Data

Berisi tentang metode pengumpulan data yang dilakukan baik data primer maupun data sekunder, dengan cara observasi, wawancara, dan studi pustaka.

* 1. **Observasi:** Digunakan untuk mengamati kebutuhan pengguna serta kondisi lingkungan tempat alat akan digunakan, termasuk pemantauan proses kerja perangkat keras.
  2. **Wawancara:** Dilakukan dengan pengguna potensial, teknisi, atau stakeholder untuk memahami kebutuhan fungsional alat dan parameter yang harus dipantau atau dikendalikan.
  3. **Studi Pustaka:** Menelaah literatur yang berkaitan dengan komponen perangkat keras, arsitektur mikrokontroler, protokol komunikasi, dan studi pengembangan sistem serupa.

## Model Pengembangan

Penelitian menggunakan salah satu metode dari SDLC (*Software Development Life Cycle*), V-Model, Agile development, IoT-DL, dsb. Jika menambahkan AI didalamnya maka ditambahkan penjelasan algoritma AI yang digunakan.

## Kerangka Pemikiran

Merupakan penjelasan tentang kerangka berpikir kesisteman untuk memecahkan masalah

yang sedang diteliti, termasuk menguraikan objek penelitian. Untuk melengkapi kerangka pemikiran peneliti dapat menyajikan dalam bentuk diagram alur pikir penelitian.

## Tinjauan Institusi/Perusahaan

Hal-hal yang dibahas pada bagian ini adalah :

## Profil Perusahaan/Organisasi

Menjelaskan nama, visi-misi, bidang usaha/kegiatan utama, dan latar belakang organisasi yang menjadi objek penelitian.

## Struktur Perusahaan/Organisasi

Menguraikan struktur organisasi, fungsi tiap bagian/divisi yang relevan dengan sistem yang dikembangkan, serta hubungan antar bagian yang berdampak pada alur data dan operasional sistem

## Analisis Kebutuhan Sistem

Pada bagian ini menjelaskan tentang analisis sistem saat ini, analisis kebutuhan fungsional dan non fungsional :

* 1. **Analisis sistem saat ini** menceritakan dan menggambarkan keadaan sistem saat ini (*existing system*) yang dapat digambarkan dalam bentuk *flowchart*/*workflow*. Untuk dapat meilihat kondisi sebelum dilakukan pembangunan sistem usulan.
  2. **Analisis Kebutuhan fungsional** menjabarkan fitur atau fungsi utama yang harus dimiliki oleh sistem berdasarkan hasil observasi dan wawancara, misalnya deteksi sensor, pengiriman data, kontrol otomatis, atau keamanan komunikasi.
  3. **Analisis Kebutuhan non fungsional** memaparkan aspek non-fungsional seperti keamanan, skalabilitas, kecepatan respon, konsumsi daya, serta keandalan sistem secara keseluruhan..

## Perancangan Sistem

Pada bagian ini menjelaskan tentang :

## Deskripsi Umum Sistem

Memberikan gambaran ringkas sistem secara keseluruhan, termasuk komponen utama dan tujuan penggunaannya.

## Arsitektur Sistem IoT

Menampilkan struktur arsitektur teknis, misalnya hubungan antar sensor, mikrokontroler, jaringan, server/cloud, serta antarmuka pengguna.

## Diagram Alur Sistem

Menyajikan diagram alur kerja sistem (flowchart, data flow diagram, atau state diagram) untuk menunjukkan bagaimana data atau perintah berpindah dari satu komponen ke lainnya.

## Antarmuka Pengguna (Jika Ada)

Menampilkan rancangan antarmuka jika sistem memiliki aspek visual, seperti dashboard pemantauan atau aplikasi mobile/web.

1. **Implementasi *Sistem***

Hal-hal yang dibahas pada bagian ini adalah :

## Proses Instalasi Perangkat Keras

Menguraikan pemasangan perangkat fisik seperti sensor, aktuator, mikrokontroler, jaringan, dan sumber daya.

## Pengembangan Perangkat Lunak

Menjelaskan pengkodean sistem, baik pada sisi embedded (mikrokontroler) maupun server/cloud (jika ada), serta bahasa dan tools yang digunakan.

## Integrasi Sensor dan Aktuator

Menggambarkan proses penghubungan sensor dan aktuator dengan perangkat logika/pemrosesan data.

## Integrasi Cloud dan Dashboard (Jika Ada)

Mendeskripsikan proses koneksi sistem ke cloud, seperti Firebase, Blynk, Thingspeak, serta tampilan dan fungsi dashboard pemantauan.

1. **Pengujian *Sistem IoT***

Hal-hal yang dibahas pada bagian ini adalah :

## Metode Pengujian

Menjelaskan metode pengujian yang digunakan, seperti black-box untuk fungsionalitas, stress test untuk keandalan, atau latency test untuk respons sistem.

## Hasil Pengujian

Menyajikan data atau tabel hasil uji dari berbagai skenario, termasuk kondisi normal maupun ekstrem.

## Analisis Kinerja Sistem

Mengevaluasi hasil pengujian berdasarkan indikator performa seperti akurasi, kecepatan respon, daya tahan sistem, dan efisiensi.

## Evaluasi Kelebihan dan Kekurangan

Menjabarkan keunggulan sistem berdasarkan hasil uji, serta keterbatasan atau tantangan yang dihadapi selama pengembangan dan pengujian.

## Simpulan

Dalam pembahasan simpulan merupakan pernyataan secara general atau spesifik yang berisi hal-hal penting dan jadi temuan penelitian yang bersumber pada sub bab sebelumnya dari hasil pembahasan.

## Saran-saran

Berisi tentang solusi tentang kelemahan sistem yang dibuat dan juga dalam pembahasan saran melihat dari aspek manajerial, aspek sistem dan aspek penelitian (pembahasan) selanjutnya.