

BAB II

SPESIFIKASI

2.1 Pengantar

2.1.1 Ringkasan Isi Dokumen

Dokumen berisi perencanaan desain teknologi pengolahan sampah plastik berbasis image processing IoT. Dalam perencanaan ini menggunakan metode pultrusion, dimana metode pultrusion digunakan dalam proses pembuatan filamen karena pultrusion dapat menghasilkan tingkat diameter filamen yang seragam ketimbang menggunakan metode ekstrusi. Mesin pultrusion pada filamen diatur menggunakan perangkat arduino uno dimana, perangkat ini sebagai pengatur sensor kecepatan putar penggulungan filamen serta pengatur setingan suhu pemanas. Dalam isi dokumen dipaparkan mengenai perancangan dan desain awal yang menjelaskan mengenai spesifikasi dan performa fungsi yang akan dibentuk. Lebih lanjut, dijelaskan spesifikasi target fisik dan lingkungan, spesifikasi standarisasi, spesifikasi keandalan dan perawatan. Juga akan dibahas mengenai verifikasi alat, biaya dan jadwal dari pengembangan sistem. Dokumen ini dibuat dengan tujuan sebagai dokumentasi gagasan dan ide dasar dalam proyek pembuatan alat Teknologi pengolahan sampah plastik berbasis image processing dan IoT.

2.1.2 Tujuan Penulisan dan Aplikasi/Kegunaan Dokumen

Tujuan dari penulisan dokumen ini adalah:

1. Memaparkan definisi produk.
2. Menjelaskan fungsi produk.
3. Menjabarkan spesifikasi produk.
4. Menggambarkan desain yang digunakan untuk membuat produk.

2.2 Spesifikasi

Pengolahan sampah plastik menggunakan proses pultrusion yaitu alat untuk membuat filamen. Alat ini digunakan untuk menghasilkan bahan filamen yang berbasis 3D, yang nantinya bisa digunakan sebagai bahan baku printing 3D dan lain-lain. Mesin pultrusion ini dikontrol menggunakan Arduino Uno, di mana alat

ini merupakan sistem pengontrol mesin, khususnya pengaturan suhu dan kecepatan.

Filamen adalah bahan yang digunakan dalam produksi berbagai produk. Filamen pencetakan 3D yang terbuat dari limbah plastik merupakan solusi industri untuk mengurangi limbah plastik. Hal ini karena tidak perlu mengurangi jumlah produksi plastik, karena plastik yang tidak terpakai dibuat ulang oleh mesin cetak 3D menggunakan filamen yang terbuat dari sampah plastik [21].

Penggunaan sampah plastik yang berbahaya bagi lingkungan menimbulkan permasalahan lingkungan yang serius. Kerugian dari plastik adalah sulit terurai secara alami sehingga mencemari lingkungan. Ukuran dan jumlah penggunaan berbagai jenis plastik diberikan dibawah ini:

Tabel 2.1 Jenis Plastik dan Nomor Kode Penggunaanya [22]

No	Jenis plastik	Penggunaan
1	PET (<i>Polyethylene Terephthlate</i>)	Botol kemasan air mineral,botol minyak goreng, botol jus,botol sambal,botol obat, dan botol kosmetik
2	HDPE (<i>High density Polyetylene</i>)	Botol obat, botol susu cair, jirigen pelumas, botol kosmetik
3	PVC (<i>Polyvinyl Chelorida</i>)	Pipa selang air, pipa bangunan, mainan plastik, taplak meja plastik, botol sampo, botol sambal
4	LDPE (<i>Low density Polyethylene</i>)	Kantong kresek, tutup plastik, plastik pembungkus daging beku, tutup galon, dan berbagai macam plastik tipis lainnya
5	PP (<i>Polypropilene Polypropene</i>)	Cup plastik, tutup botol, mainan anak, gelas air.
6	PS (<i>polystyrene</i>)	Kotak cd, sendok dan garpu plastik, gelasplastik, tempat makan styrofoam, dan tempat makan plastik transparan
7	Other (O), jenis Plastik lain selain dari no 1 sampai 6	botol susu bayi, plastik kemasan, galon air, suku cadang mobil, alat rumah tangga, komputer, alat-alat elektronik, sikat gigi, dan mainan lego.



Gambar 2.1 Nomor kode plastik

Macam macam jenis plastik termoplastik dan nomor kode di jelaskan dibawah ini sebagai berikut:

a. PET (*Polyethylene Terephthlate*)

Plastik PET merupakan plastik yang tahan lama dan kuat serta mudah diproses saat panas. Plastik PET dengan kode segitiga dan angka 1 di tengahnya ini merupakan plastik yang hanya dapat digunakan satu kali saja. Plastik ini banyak ditemukan dalam botol makanan, minuman, dan air setiap hari [7].

a. HDPE (*High Density Polyethylene*)

HDPE merupakan plastik dengancabang rantai antar molekul yang lebih sedikit, sehingga kepadatan plastik ini lebih rendah dibandingkan dengan plastik kepadatan rendah. Oleh karena itu, plastik padat merupakan kelompok plastik yang mempunyai sifat kuat, keras, buram dan tahan suhu tinggi.

b. PVC (*Polyvinyl Cheloride*)

PVC merupakan plastik dengan kode nomor tiga, struktur PVC sendiri tampak dalam bentuk awan gelap, plastik ini tahan terhadap minyak dan lemak serta tidak mudah sobek, seperti pada gambar angka 3. PVC juga dapat digunakan sebagai pipa air, pipa bangunan, dan dapat juga digunakan sebagai nampan atau wadah makanan [8].

c. LDPE (*Low Density Polyethylene*)

Plastik yang kuat dan agak lentur dengan permukaan berminyak. Plastik ini sangat tahan terhadap bahan kimia pada suhu 60°C dan memiliki ketahanan yang sangat tinggi terhadap uap. Plastik ini diberi nomor kode dengan angka.

d. PP (*Polypropilene Polypropene*)

PP adalah plastik tahan panas, tahan minyak, dan lemak. Plastik ini memiliki ciri warna bening atau transparan. Plastik ini juga tahan tergdap keasaman yang kuat. Plastik ini diatur dengan angka 5. Plastik ini dapat

ditemukan dalam wadah makanan plastik, gelas plastik, dan mesin [11].

e. PS (*polystyrene*)

Plastik polystyrene yang termasuk dalam jenis plastik ini mempunyai sifat fisik yang lunak, mudah diolah dan mudah rusak. Jenis plastik ini diberi kode nomor 6 dan mudah dikenali, plastik ini sering ditemukan pada kotak bekal dan lainnya [21].

f. *Other* (o)

Plastik ini diberi kode 7 dan kata lain, plastik lainnya juga termasuk plastik selain yang tercantuk diatas; misalnya alat elektronik , sikat gigi, dan mainan lego [14].

Tabel 2.2 Data Termal Proses Daur Ulang Plastik [6]

Jenis Bahan	Tm (°C)	Tg (°C)	Temperatur keras maks (°C)
PP	168	5	80
HDPE	134	-110	82
LDPE	330	-115	260
PA	260	50	100
PET	250	70	100
ABS	-	110	85
PS	90	70	-
PMMA	100	85	-
PC	150	246	-
PVC	90	71	-

2.3 Daur Ulang Sampah Plastik

Daur ulang sampah plastik adalah proses mengubah sampah plastik menjadi bahan yang berguna dan dapat digunakan kembali. Pengolahan sampah plastik dapat dibagi menjadi 4 jenis: primer, sekunder, tersier dan musiman. Daur ulang primer adalah pengolahan sampah plastik dengan kualitas aslinya. Daur ulang sekunder adalah daur ulang berkualitas rendah yang sebanding dengan daur ulang primer. Daur ulang tersier adalah pengolahan sampah plastik menjadi bahan kimia

atau bahan bakar. Yang terakhir adalah zona daur ulang di mana energi diperoleh dari sampah plastik. Berikut adalah perbandingan nilai kalor plastik dan juga bahan lainnya pada tabel 2.3

Tabel 2.3 Nilai Kalor Plastik dan Bahan Lainnya [8]

Material	Nilai kalor (MJ/kg)
Polyethylene	46,3
Polypropylene	46,4
Polyvinyl chloride	18,0
Polystyrene	41,4
Coal	24,3
Petrol	44,0
Diesel	43,0
Heavy fuel oil	41,1
Light fuel oil	41,9
LPG	46,1
Kerosene	43,4

Indonesia merupakan penghasil sampah plastik terbesar kedua di dunia setelah China, dengan 187,2 juta ton sampah plastik. Hal ini terkait dengan data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan yang menunjukkan bahwa jumlah plastik yang di produksi oleh 100 toko yang tergabung dalam Asosiasi Pengusaha Indonesia (APRINDO) hanya dalam satu tahun berjumlah 10,95 juta sampah plastik. Jumlah tersebut setara dengan 65,7 hektar permukaan plastik. Masalah sampah plastik adalah ketika masuk ke lingkungan maka dapat mencemari lingkungan. Plastik dapat bertahan hingga 100 tahun karena terurai di dalam tanah. Hal ini dapat mengurangi kesuburan tanah dan menyebabkan plastik menjadi tidak dapat terurai di badan air [11].

Maka dari itu, diperlukan solusi yang dapat mengurangi limbah plastik penduduk Indonesia, khususnya yang bermukim di daerah perkotaan, di mana padatnya penduduk mengakibatkan banyaknya sampah plastik. Pengolahan limbah plastik menjadi bahan baku filamen adalah solusi yang diajukan. Metodo pultrusion menawarkan banyak keuntungan dalam menjawab permasalahan limbah plastik, seperti:

1. Metode pultrusion menghasilkan tingkat diameter filamen yang seragam ketimbang menggunakan metode ekstrusi;
2. Metode pultrusion menghasilkan biaya rendah dan rasio volume tinggi terhadap volume sedang dengan persyaratan kualitas yang baik;
3. Metode pultrusion sangat cocok produksi komposit bervolume tinggi. Karena proses yang berkesinambungan, tegangan dan orientasi serat.

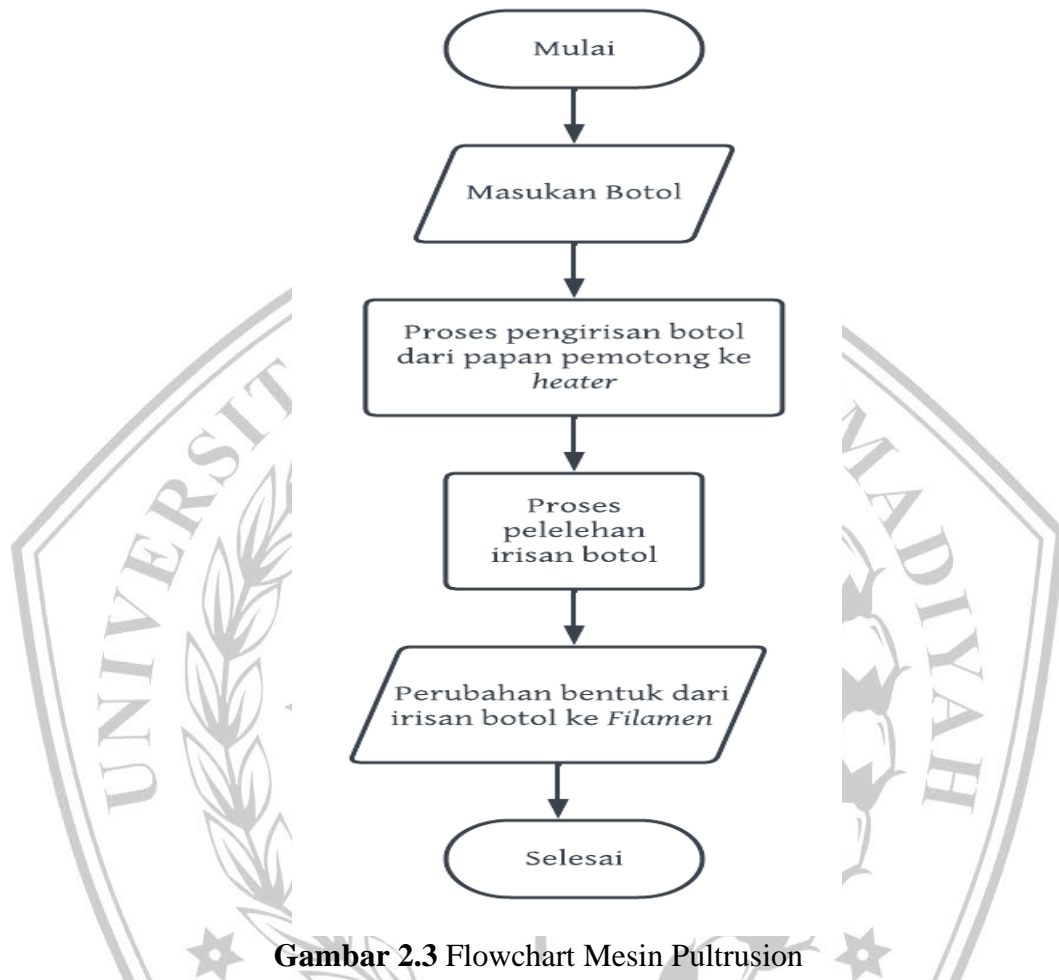
Metode pultrusion merupakan salah satu sistem yang efektif dalam teknologi pengolahan sampah plastik. beberapa komponen dasar yang diperlukan untuk pengolahan sampah plastik dengan metode pultrusi adalah Arduino Uno, nozzle, motor stepper, thermistor, dan power supply. Komponen dasar ini didukung dengan fitur-fitur unggulan, termasuk adanya otomatisasi yang memudahkan pengguna, bahkan bagi mereka yang asih awam.

Proses perancangan alat dapat dilihat pada gambar 2.3



Gambar 2.2 Blok diagram alat

Secara garis besar alat ini akan bekerja mulai dari memasukkan irisan plastik (botol bekas) kedalam mesin filamen pultrusion, kemudian mesin akan melakukan proses pelelehan irisan plastik dan menghasilkan bentuk filamen.



Gambar 2.3 Flowchart Mesin Pultrusion

2.3.1 Desain

Desain dari teknologi pengolahan sampah plastik berbasis IoT dengan menggunakan metode pultrusion dapat dilihat dari flowchart dibawah ini, yang dimana didalam flowchart tersebut menjelaskan bagaimana cara kerja dari mesin pultrusion secara sederhana mulai dari awal sampai dengan akhir.

2.3.2 Spesifikasi Fungsi dan Performansi

a. Pisau pemotong limbah botol plastik

Pisau pemotong ini berfungsi untuk mengubah limbah botol plastik menjadi tali plastik panjang tanpa putus. Proses perubahan ini bertujuan untuk mempermudah tahapan putrusi. Limbah botol plastik akan melalui

proses pemanasan dan penarikan sehingga membentuk filamen sesuai variasi yang diinginkan.

b. Gulungan tali limbah botol plastik

Penggulungan ini bertujuan untuk mempermudah proses penarikan tali plastik yang dihasilkan dari limbah botol plastik sekaligus mencegah tali agar tidak kusut.

c. Perangkat Arduino

Perangkat Arduino berperan sebagai pengontrol otomatis dalam sistem ini. Mesin pultrusi yang digunakan untuk pembuatan filamen memanfaatkan blok pemanas serta motor stepper yang dikendalikan langsung oleh perangkat Arduino tersebut. Penggunaan perangkat ini dimaksudkan untuk memperoleh indikator terbaik dalam proses pultrusi yang dilakukan dalam satu kendali perangkat Arduino.

d. Nozzle

Komponen nozzle dirancang agar dapat dilepas dan dipasang kembali guna mempermudah pembersihan bagian dalam atau penggantian nozzle. Bahan nozzle terbuat dari kuningan silinder dengan diameter 25 mm dan panjang 25 mm. Nozzle yang digunakan adalah nozzle printer 3D dengan diameter awal 0,4 mm yang kemudian diperbesar menjadi 1,75 mm menggunakan bor pada bagian ujungnya sebagai tempat keluarnya tali plastik yang telah melunak.

e. Kotak Penarikan Filamen

Kotak penarikan filamen berfungsi sebagai media penggulung filamen yang telah melalui proses pemanasan dan pelipatan oleh blok pemanas. Filamen yang telah melewati blok pemanas kemudian ditarik dengan bantuan motor stepper sehingga dapat berputar mengikuti arah kotak penggulung. Kotak penarikan filamen ini memiliki dimensi 11 cm × 8 cm dan dilengkapi tiga gear untuk mentransmisikan daya yang diperoleh dari motor stepper. Sistem transmisi digunakan untuk menjaga stabilitas kecepatan penarikan motor stepper agar proses penggulungan filamen dapat berjalan optimal.

2.3.3 Spesifikasi Fisik dan Lingkungan

Produk sistem pultrusion ini harus mampu melakukan kerja dan performa sehari-hari dalam kehidupan dan sekitar lingkup TPST (Tempat Pengolahan Sampah Terpadu). Target dari mitra TPST untuk produk sistem ini berskala di kalangan lingkup masyarakat di TPST. Untuk Spesifikasi produk terlihat pada Tabel spesifikasi performa produk dibawah ini.

Tabel 2.4 Spesifikasi Performa Produk

Parameter	Bahan yang diukur	Range
Daya Listrik	Suplai tegangan	AC 220 V – 50 Hz
	Daya maksimum sistem	AC 220V – DC 12V
Suplai Energi	Power Supply	110/220V
Dimensi dan berat alat	Ukuran	40 x 80 cm
	Berat	10 - 15 kg
Kondisi lingkungan saat penyimpanan	Suhu	10°C hingga 35°C
	Kelembapan	20-50%
Kondisi lingkungan saat pengoperasian	Suhu	25°C hingga 40°C
	Kelembapan	22-60%
Emisi	Panas	0°C – 270°C

Dimensi dari produk ini dirancang berukuran 40 cm x 80 cm untuk memenuhi kebutuhan mitra TPST, sehingga mudah dipindahkan, ditempatkan, dan disimpan di berbagai lokasi, terutama TPST. Berat alat/produk diperkirakan sekitar 10-15 kg. Sumber tegangan yang digunakan berbentuk tegangan AC-DC, dengan bantuan power supply untuk mengubah tegangan AC menjadi DC, karena mesin ini membutuhkan sumber tegangan DC untuk dapat beroperasi.

2.4 Verifikasi

Pada subbab ini menjelaskan proses dan tahapan pengujian, analisa toleransi, pengujian reliability. Sebagai contoh:

1. Prosedur Pengujian

Proses pengujian yang dilakukan adalah pengujian terhadap kualitas yang dihasilkan dari proses pultrusion. Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- Pengambilan sampah plastik sebagai input sistem.
- Melakukan proses pemilihan sampah plastik bekerja sama dengan pihak mitra lingkungan TPST.
- Proses pultrusion dilaksanakan dengan menjalankan mesin pultrusi dengan menggunakan sampah dan suhu panas sebagai input utamanya.
- Filamen yang dihasilkan dari mesin pultrusi kemudian diuji dan diukur untuk kualitas yang dihasilkan.

2. Analisis Toleransi

Komponen yang paling menentukan dari keseluruhan sistem adalah Heater dan Nozzle. Hal ini dikarenakan nozzle dan heaterblock merupakan satu elemen yang paling penting untuk membuat bahan baku filamen, karena komponen tersebut memberikan tekanan temperatur panas dan diameter filament yang diinginkan hingga membentuk sebuah bahan baku sehingga bisa dijadikan untuk seperti contoh bahan 3D Printing.

3. Pengujian Keandalan

Pengujian keandalan dilakukan dengan pengetesan keawetan alat, pemenuhan spesifikasi baik secara fisik, lingkungan dan sistem yang dapat diandalkan.

2.5 Biaya dan Jadwal

2.5.1 Analisis Biaya

Dalam proses pengembangan dan pembuatan produk maka diperlukan tenaga kerja dan bahan-bahan yang digunakan. Produk yang dibuat membutuhkan biaya pengembangan dan produksi.

Tabel 2.5 Analisis Biaya untuk Pembuatan Alat

Pengeluaran	Harga	Jumlah	Total
Nema 17	Rp125.000,00	2 buah	Rp250.000,00
Breaket L	Rp 20.000,00	2 buah	Rp 40.000,00

R3	Rp 98.550,00	2 buah	Rp197.100,00
Kipas Pendingin	Rp 12.500,00	2 buah	Rp 25.000,00
Papan Dudukan	Rp 75.000,00	2 buah	Rp150.000,00
MYAF 2,5	Rp 9.000,00	8 buah	Rp 72.000,00
LCD 20×4	Rp150.000,00	1 buah	Rp150.000,00
1N5408	Rp 1.150,00	2 buah	Rp 2.300,00
Gear Box Set	Rp400.000,00	2 Set	Rp800.000,00
Obeng +	Rp 35.000,00	1 buah	Rp 35.000,00
Thermostat	Rp 30.000,00	2 buah	Rp 60.000,00
A4988	Rp100.000,00	2 buah	Rp200.000,00
Multimeter Digital	Rp200.000,00	1 buah	Rp200.000,00
Kabel Male to Male	Rp 7.500,00	2 set	Rp 15.000,00
Thermistor	Rp 2.000,00	2 buah	Rp 4.000,00
Power Supplay 20A	Rp213.000,00	1 buah	Rp213.000,000
Thermocouple Max6675 Type-K	Rp100.000,00	2 buah	Rp200.000,00
KY024	Rp 25.000,00	2 buah	Rp 50.000,00
ESP8266	Rp 35.000,00	2 buah	Rp 70.000,00
Head Gun	Rp 65.000,00	1 buah	Rp 65.000,00
Adaptor 12V/5A	Rp 55.000,00	1 buah	Rp 55.000,00
Dudukan pemotong	Rp 50.000,00	2 buah	Rp100.000,00
Bearing	Rp 2.800	16 buah	Rp 44.800,00
Total Keseluruhan			Rp2.998.200,00

2.5.2 Jadwal dan Waktu

Tabel 2.6 Jadwal dan Waktu Pengembangan Produk

No	Jenis Kegiatan						Penanggung Jawab		
		11	12	1	2	3		4	5
1	Ide / Gagasan Sistem								Kelompok
2	Spesifikasi Fungsional Sistem Secara Menyeluruh								Lisa
3	Spesifikasi dari Rancangan Perangkat Keras dan Lunak								Lisa
4	Rancangan Perangkat Keras dan Perangkat Lunak Sistem								Saiful
5	Implementasi Modul Perangkat Keras dan Perangkat Lunak								Saiful
6	Pengujian Sistem								Saiful
7	Verifikasi								Lisa