



© 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



MODIFIKASI MESIN MIXING KOMPOSIT HYBRID MECHANIC DAN MAGNETIC STIRRER UNTUK PENCAMPURAN KOMPOSIT

**Bagian : Pengujian Mesin Mixing Hybrid Magnetic Dan
Mechanical Stirrer**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Oleh :

**RAKHA VIDVANDHA
NIM. 2302311056**

**PROGRAM STUDI D-III TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
JULI, 2026**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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



MODIFIKASI MESIN MIXING KOMPOSIT HYBRID MECHANIC DAN MAGNETIC STIRRER UNTUK PENCAMPURAN KOMPOSIT

**Bagian : Pengujian Mesin Mixing Hybrid Magnetici Dan
Mechanical Stirrer**

LAPORAN TUGAS AKHIR

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

Oleh :

**RAKHA VIDVANDHA
NIM 2302311056**

**PROGRAM STUDI D-III TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
JULI, 2026**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

“BE BOLD, BE ORIGINAL, BE INVICIBLE.”

“Tugas Akhir ini kupersembahkan untuk Papa, Almh. Mami, WNI, dan almamater”

**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 PERSETUJUAN
LAPORAN TUGAS AKHIR

HALAMAN PERSETUJUAN
LAPORAN TUGAS AKHIR

**MODIFIKASI MESIN MIXING KOMPOSIT HYBRID
MECHANIC DAN MAGNETIC STIRRER UNTUK
PENCAMPURAN KOMPOSIT**

**Bagian: PENGUJIAN MESIN MIXING HYBRID MAGNETIC DAN
MECHANICAL STIRRER**

Oleh :

Rakha Vidvandha
NIM. 2302311056
Program Studi D-III Teknik Mesin

Laporan tugas akhir telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

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

Pembimbing 2

Dhiya Luqyana, S.Tr.T., M.T.
NIP. 199809212024062001

Kepala Program Studi
D-III Teknik Mesin

Nabila Yudisha, S.T., M.T.
NIP. 199311302023212045



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

HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

MODIFIKASI MESIN MIXING KOMPOSIT HYBRID MECHANIC DAN MAGNETIC STIRRER UNTUK PENCAMPURAN KOMPOSIT

Bagian: PENGUJIAN MESIN MIXING HYBRID MAGNETIC DAN
MECHANICAL STIRRER

Rakha Vidvandha
NIM. 2302311056
Program Studi D-III Teknik Mesin

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang Tugas Akhir di hadapan Dewan
Penguji pada tanggal 29/07/ 2026 dan diterima sebagai persyaratan untuk
memperoleh gelar Diploma III pada Program Studi Diploma III Teknik Mesin
Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Dr. Ir., Eng. Muslimin, S.T, M.T., IWE	Ketua		31/7-2026
2.	Budi Yuwono, S.T.	Penguji 1		31/7-2026
3.	Dr. Vika Rizkia, S.T., M.T	Penguji 2		31/7-2026

Depok, 29/07/2026

Disahkan Oleh:

Ketua, Jurusan Teknik Mesin



Dr., Fuad Zainuri, S.T., M.Si.
NIP. 197602252000121002



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

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rakha Vidvandha
NIM : 2302311056
Program Studi : Diploma III Teknik Mesin

Menyatakan bahwa seluruh isi Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil penjiplakan dari karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya. Setiap pendapat, gagasan, atau temuan milik pihak lain yang digunakan dalam laporan ini telah saya cantumkan dan rujuk sesuai dengan kaidah, dan etika penelitian ilmiah yang berlaku. Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan penuh tanggung jawab.

Depok, 29/07/2026



Rakha Vidvandha
NIM. 2302311056



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

MODIFIKASI MESIN MIXING KOMPOSIT HYBRID MECHANIC DAN MAGNETIC STIRRER UNTUK PENCAMPURAN KOMPOSIT

**Bagian: PENGUJIAN MESIN MIXING HYBRID MAGNETIC DAN
MECHANICAL STIRRER**

Rakha Vidvandha¹⁾, Muslimin²⁾, Dhiya Luqyana³⁾

¹⁾Program Studi DIII Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus
UI Depok, 16424.

Email: rakha.vidvandha.tn23@stu.pnj.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menguji kinerja mesin mixing hybrid mechanical dan magnetic stirrer hasil modifikasi dalam proses pencampuran komposit PCL–Mg–HA dengan chloroform sebagai pelarut. Pengujian dilakukan pada kondisi tanpa beban, menggunakan media air, dan menggunakan campuran PCL–Mg–HA–chloroform. Parameter yang diamati meliputi RPM, temperatur, waktu pencampuran, dan homogenitas campuran. Hasil pengujian menunjukkan bahwa mesin dapat beroperasi dengan baik pada kondisi tanpa beban maupun berbeban. Pada proses pencampuran PCL–Mg–HA–chloroform, magnetic stirrer digunakan pada tahap awal, kemudian pengadukan dilanjutkan menggunakan mechanical stirrer setelah penambahan Mg karena peningkatan viskositas membuat putaran magnetic stirrer kurang stabil. Pada pengujian Sample 3, dilakukan penyesuaian sistem penggerak dan penggunaan impeller spiral sehingga proses pencampuran dapat berlangsung tanpa kendala. Hasil pengamatan menunjukkan campuran tercampur merata tanpa gumpalan PCL dan endapan material yang signifikan. Berdasarkan hasil tersebut, mesin hasil modifikasi dapat digunakan untuk mencampur PCL–Mg–HA secara stabil dan menghasilkan campuran yang homogen.

Kata kunci: mesin mixing, hybrid stirrer, mechanical stirrer, magnetic stirrer, PCL–Mg–HA, homogenitas.



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

MODIFIKASI MESIN MIXING KOMPOSIT HYBRID MECHANIC DAN MAGNETIC STIRRER UNTUK PENCAMPURAN KOMPOSIT

Bagian: PENGUJIAN MESIN MIXING HYBRID MAGNETIC DAN
MECHANICAL STIRRER

Rakha Vidvandha¹⁾, Muslimin²⁾, Dhiya Luqyana³⁾

¹⁾Program Studi DIII Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI
Depok, 16424.

Email: rakha.vidvandha.tm23@stu.pnj.ac.id

ABSTRAK

This study aims to evaluate the performance of a modified hybrid mechanical and magnetic stirrer mixing machine for mixing PCL–Mg–HA composites using chloroform as a solvent. The machine was tested under no-load conditions, with water, and with a PCL–Mg–HA–chloroform mixture. The observed parameters included RPM, temperature, mixing time, and mixture homogeneity. The results showed that the machine operated properly under both no-load and loaded conditions. During PCL–Mg–HA–chloroform mixing, the magnetic stirrer was used at the initial stage, followed by the mechanical stirrer after Mg was added because the increased viscosity reduced the stability of the magnetic stirrer. For Sample 3, the drive system was adjusted and a spiral impeller was used, allowing the mixing process to run without operational problems. The mixture was observed to be evenly mixed without significant PCL agglomeration or material sedimentation. Based on these results, the modified machine was able to mix PCL–Mg–HA stably and produce a homogeneous mixture.

Keywords: *mixing machine, hybrid stirrer, mechanical stirrer, magnetic stirrer, PCL–Mg–HA, homogeneity.*



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 dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul “Modifikasi Mesin Hybrid Mesin Mechanical Dan Magnetic”. Laporan tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Diploma III Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta.

Selama Penyusunan laporan ini, penulis menghadapi beberapa tantangan dan kesulitan, tetapi berkat doa dan dukungan dari berbagai pihak, penulis dapat menyelesaikan laporan ini dengan baik. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan ini, diantaranya:

1. Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
2. Nabila Yudisha, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
3. Dr. Ir., Eng. Muslimin, S.T, M.T., IWE, selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian laporan tugas akhir ini.
4. Dhiya Luqyana, S.Tr.T., M.T., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian laporan tugas akhir ini.
5. Kedua orang tua saya yang telah memberikan dukungan dan doa kepada penulis sehingga laporan tugas akhir ini dapat diselesaikan.
6. Kepada M23 yang telah membantu, dan memberikan dukungan kepada penulis selama perkuliahan sampai dengan penulisan laporan ini.

Penulis menyadari bahwa terdapat banyak kesalahan dan kekurangan dalam penyusunan laporan ini. Oleh karena itu, segala kritikan dan saran yang diberikan kepada penulis akan diterima dengan baik. Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat kepada pembaca.

Depok, 31/07/2026

Rakha Vidvandha
NIM. 2302311056



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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





Hak Cipta :

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 PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian Tugas Akhir	2
1.4 Manfaat Penelitian Tugas Akhir	3
1.5 Metode Penulisan Laporan Tugas Akhir.....	3
1.6 Sistematika Penulisan Laporan Tugas Akhir	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Mesin Mixing	5
2.2 Proses Mixing Material Komposit	5
2.3 Mechanical Stirrer.....	6
2.4 Magnetic Stirrer	7
2.5 Hybrid Mechanical Stirrer dan Magnetic Stirrer	7
2.5.1 Keunggulan Hybrid Mechanical dan Magnetic Stirrer.....	8
2.5.2 Keterbatasan Hybrid Mechanical dan Magnetic Stirrer.....	8
2.6 Pengujian Mesin.....	8
2.6.1 Pengujian Tanpa Beban	8
2.6.4 Pengujian Menggunakan Media Air	8
2.6.5 Pengujian Menggunakan Material PCL–Mg–HA–Chloroform	8
2.7 Parameter Pengujian Mesin.....	8
2.7.1 Kecepatan Putaran (RPM).....	8
2.7.2 Homogenitas Campuran	9
2.7.3 Waktu Pencampuran.....	9
2.7.4 Checklist Kinerja Mesin	9
2.8 Penentuan Rata-Rata Kecepatan Putar.....	9
2.9 Persentase Penurunan RPM	10
2.10 Viskositas Material dalam Proses Pencampuran.....	10



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 III METODOLOGI PENELITIAN	13
3.1 Diagram Alir Penelitian	13
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	14
3.3 Alat dan Bahan	14
3.3.1 Alat Penelitian	14
3.3.2 Bahan Penelitian	20
3.4 Perancangan Sistem Kontrol dan Kelistrikan Mesin	24
3.4.1 Diagram Blok Sistem Kontrol.....	25
3.4.2 Rangkaian Wiring Sistem.....	25
3.4.3 Konfigurasi Pin ESP8266.....	27
3.4.4 Sistem Pembacaan RPM dan Temperatur	27
3.5 Variabel Penelitian	28
3.5.1 Variabel Bebas	28
3.5.2 Variabel Terikat	29
3.5.3 Variabel Kontrol	29
3.6 Pengujian Mesin.....	29
3.6.3 Pengujian Menggunakan Media Air	29
3.6.4 Checklist Kinerja Mesin	30
3.7 Teknik Analisis Data	30
3.7.1 Analisis Kecepatan Putar (RPM)	30
3.7.2 Analisis Homogenitas Campuran.....	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	32
4.1 Pengujian Tanpa Beban.....	32
4.1.1 Perhitungan Magnetic Stirrer	32
4.1.2 Perhitungan Mechanical Stirrer	33
4.2 Pengujian Dengan Media Air.....	33
4.2.1 Perhitungan Magnetic Stirrer	34
4.2.2 Perhitungan Mechanical Stirrer	35
4.3 Pengujian Menggunakan Campuran PCL–Mg–HA dan Chloroform.....	38
4.3.1 Prosedur Pencampuran PCL–Mg–HA dan Chloroform.....	38
4.3.2 Perhitungan Percobaan 1	47
4.3.3 Perhitungan Sample 2	47
4.3.4 Perhitungan Hybrid Magnetic Stirrer dan Mechanical Stirrer.....	48



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

4.3.5 Perhitungan Mechanical Stirrer Sample 3	50
4.5 Pembahasan Hasil Pengujian	53
4.5.1 Pengujian Tanpa Beban	53
4.5.2 Pengujian Dengan Media Air.....	53
4.5.3 Pengujian dengan Pencampuran PCL-Mg-HA.....	53
BAB V PENUTUP.....	56
5.1 Kesimpulan	56
5.2 Saran	57
Daftar Pustaka.....	58





Hak Cipta :

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

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Mechanical Stirrer.....	6
Gambar 2. 2 Magnetic Stirrer.....	7
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	13
Gambar 3. 2 Display RPM.....	16
Gambar 3. 3 Thermocouple.....	17
Gambar 3. 4 Stopwatch.....	17
Gambar 3. 5 Timbangan Analytical.....	18
Gambar 3. 6 Beaker Glass.....	19
Gambar 3. 7 Hot Plate pada Magnetic Stirrer.	20
Gambar 4. 1 Proses Pencampuran chloroform dengan Polyprocarpolite sampai melarut.....	39
Gambar 4. 2 Proses Pencampuran hydroxyapatite (HA) sampai melarut.....	40
Gambar 4. 3 Proses Pencampuran dengan Magnesium	41
Gambar 4. 4 Proses Pencampuran chloroform dengan Polyprocarpolite sampai melarut.....	42
Gambar 4. 5 Proses Pencampuran dengan magnesium sampai tercampur.	43
Gambar 4. 6 Proses Pencampuran chloroform dengan Polyprocarpolite sampai melarut.....	44
Gambar 4. 7 Proses Pencampuran dengan Hydroxipatite sampai melarut	45
Gambar 4. 8 Proses Pencampuran dengan Magnesium sampai melarut.....	46



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 TABEL

Table 3. 1 Konfigurasi Pin ESP8266 Dev Board.....	27
Table 4. 1 Hasil Dari Pengujian Tanpa Beban.....	33
Table 4. 2 Hasil Dari Pengujian Mechanical dan Magnetic Dengan Media Air...	36
Table 4. 3 Hasil Pengujian Kombinasi Magnetic Dan Mechanical Stirrer (Percobaan 1 dan 2).....	49
Table 4. 4 Checklist Kinerja Mesin.....	52





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 LAMPIRAN

Lampiran 1 Diagram Wiring.....	62
Lampiran 2 Jadwal Dan Kegiatan.....	63
Lampiran 3 RAB.....	64
Lampiran 4 Pengujian Dengan Media Air untuk Magentic Dan Mechanical Stirrer	65
Lampiran 5 Pengujian Tanpa Beban Magnetic Stirrer Dan Mechanical Stirrer ...	66
Lampiran 6 Hasil Untuk percobaan 1	67
Lampiran 7 Hasil percobaan 2	68
Lampiran 8 Hasil Percobaan 3	69



Hak Cipta :

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

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Material komposit telah banyak dikembangkan untuk berbagai aplikasi rekayasa karena mengintegrasikan sifat-sifat unggul dari bahan-bahan penyusunnya, seperti kekuatan mekanik, ketahanan terhadap korosi, dan kemudahan dalam proses pembentukan. Dikenal memiliki rasio tinggi antara kekuatan dan berat, ketahanan korosi yang baik, serta fleksibilitas dalam desain, material komposit banyak digunakan di bidang otomotif, kedirgantaraan, konstruksi, hingga biomaterial untuk kebutuhan medis modern[1]. Proses pencampuran menjadi tahap yang sangat penting dalam pembuatan komposit karena mempengaruhi keseragaman distribusi bahan penyusun sebelum produk akhir dibentuk.

Polycaprolactone (PCL) yang dicampur dengan Magnesium (Mg) dan Hydroxyapatite (HA) adalah salah satu jenis biokomposit yang secara aktif dikembangkan menjadi filamen untuk pencetakan tiga dimensi (3D printing) dengan metode Fused Deposition Modeling (FDM). Proses produksinya dimulai dengan melarutkan PCL dalam pelarut chloroform, lalu mengaduknya bersama Mg dan HA menggunakan sistem pengadukan hingga menghasilkan larutan yang homogen, sebelum diekstrusi menjadi filamen [2]. Kecepatan putaran pengadukan (RPM) berpengaruh pada karakteristik dan sifat mekanik dari filamen yang dihasilkan, sehingga homogenitas campuran menjadi elemen penting dalam menentukan kualitas filamen [3].

Peralatan yang biasa digunakan untuk mencampur larutan ini adalah magnetic stirrer atau hot plate magnetic stirrer karena kepraktisan dan kemudahan dalam penggunaannya di laboratorium. Namun, alat ini memiliki keterbatasan dalam mengaduk larutan yang memiliki viskositas tinggi atau dalam jumlah yang besar, sehingga diperlukan sistem pengadukan yang lebih adaptif. Chloroform sebagai pelarut PCL memiliki sifat mudah menguap dan bisa berbahaya jika terhirup dalam konsentrasi tinggi, sehingga aspek keselamatan kerja harus dipertimbangkan

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

dengan baik selama proses pencampuran. Risiko percikan, tumpahan, dan penyebaran uap chloroform dapat meningkat ketika pengadukan dilakukan pada kecepatan tinggi atau dalam kondisi yang tidak stabil.

Kinerja mesin mixing pada umumnya dievaluasi dari tiga parameter utama, yaitu konsumsi daya pengadukan, waktu pencampuran, dan geometri impeller, yang saling berkaitan dalam menentukan efektivitas proses mixing [4]. Modifikasi mesin mixing hybrid mechanical dan magnetic stirrer pada penelitian sebelumnya bertujuan mengatasi keterbatasan tersebut dengan menggabungkan gaya geser dari sistem mekanis dan sirkulasi fluida dari sistem magnetik dalam satu perangkat [5].

Pengujian dilakukan pada tanpa beban untuk mengecek indikator rpm dari minimum sampai maksimum dan dengan beban yaitu menggunakan media air, serta menggunakan campuran PCL–Mg–HA–chloroform, dengan tingkat keberhasilan pencampuran dievaluasi secara kualitatif melalui checklist maupun kuantitatif [6]. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini difokuskan pada pengujian mesin mixing hybrid mechanical dan magnetic stirrer untuk mengetahui kinerjanya berdasarkan parameter-parameter pengujian yang telah ditentukan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana kinerja mesin mixing hybrid mechanical dan magnetic stirrer pada kondisi tanpa beban, dengan beban, media air, dan campuran PCL–Mg–HA–chloroform?
2. Bagaimana tingkat homogenitas campuran PCL–Mg–HA–chloroform yang dihasilkan oleh mesin hasil modifikasi?

1.3 Tujuan Penelitian Tugas Akhir

Tujuan penelitian tugas akhir adalah sebagai berikut:

1. Menguji kinerja mesin mixing hybrid mechanical dan magnetic stirrer hasil modifikasi untuk mengetahui kelayakan penggunaannya dalam proses pencampuran material komposit PCL Mg Ha dan chloroform
2. Mengevaluasi kinerja mesin pada kondisi tanpa beban, dengan beban yaitu media air, dan campuran PCL–Mg–HA–chloroform.



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

1.4 Manfaat Penelitian Tugas Akhir

Manfaat penelitian tugas akhir adalah sebagai berikut:

1. Menambah pengetahuan dan pengalaman praktis dalam merancang prosedur pengujian serta menganalisis performa mesin mixing hybrid mechanical dan magnetic stirrer.
2. Menjadi referensi tambahan bagi Jurusan Teknik Mesin dalam pengembangan peralatan laboratorium untuk kegiatan praktikum maupun penelitian selanjutnya.
3. Memberikan gambaran mengenai alternatif sistem pengadukan yang lebih aman dan fleksibel untuk pencampuran material komposit berbasis pelarut volatil, seperti chloroform.

1.5 Metode Penulisan Laporan Tugas Akhir

Metode yang digunakan dalam penyusunan laporan ini adalah sebagai berikut.

1. Studi pustaka dari buku, jurnal, dan referensi terkait mesin mixing, serta filamen biokomposit.
2. Identifikasi masalah dan prosedur pengujian mesin.
3. Pelaksanaan pengujian dan pengambilan data pada setiap kondisi pengujian.
4. Analisis data dan penyusunan laporan Tugas Akhir.

1.6 Sistematika Penulisan Laporan Tugas Akhir

Sistematika penulisan laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN. Bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat, metode, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA. Bab ini membahas teori pendukung meliputi mesin mixing, mechanical stirrer, magnetic stirrer, sistem hybrid, serta parameter pengujian mesin.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN. Bab ini menjelaskan metodologi penelitian, meliputi diagram alir, alat dan bahan, variabel penelitian, prosedur pengujian, serta teknik pengolahan dan analisis data.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN. Bab ini menyajikan hasil penerapan serta hasil pengujian mesin pada setiap kondisi pengujian beserta pembahasannya.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

BAB V PENUTUP. Bab ini berisi kesimpulan hasil pengujian serta saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.



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

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, modifikasi, dan pengujian mesin *mixing hybrid mechanical* dan *magnetic stirrer*, dapat disimpulkan bahwa:

1. Mesin *mixing hybrid mechanical* dan *magnetic stirrer* berhasil dirancang dan dioperasikan sesuai dengan fungsi yang direncanakan. Seluruh komponen utama, meliputi motor penggerak, *mechanical stirrer*, *magnetic stirrer*, sistem pemanas, dan pengatur kecepatan dapat berfungsi dengan baik selama proses pengujian. Hasil pengujian tanpa beban menunjukkan kecepatan putar rata-rata sebesar 1380 *rpm* (*magnetic stirrer*) dan 1350 *rpm* (*mechanical stirrer*). Pada pengujian menggunakan media air, kecepatan putar rata-rata menjadi 1170 *rpm* untuk *magnetic* dan 125 *rpm* untuk *mechanical stirrer*, atau mengalami penurunan sebesar 15,22% untuk *Magnetic* dan 4,8% untuk *Mechanical Stirrer* akibat hambatan fluida yang lebih besar dibandingkan kondisi tanpa beban. Pada pengujian menggunakan campuran *PCL-Mg-HA*, kecepatan putar rata-rata pada fase *magnetic stirrer* (pencampuran *PCL* dan *HA*) turun menjadi 400 *rpm* (penurunan 71,01%), sedangkan pada fase *mechanical stirrer* (penambahan *Mg*) turun menjadi 125 *rpm* (penurunan 15,2%), saat pencampuran terjadi akibat kenaikan viskositas sekitar 1999 [*Pa.s*] kenaikan yang signifikan saat pencampuran.
2. Pengujian menggunakan campuran *PCL-Mg-HA* dan *chloroform* menunjukkan bahwa mesin mampu menghasilkan campuran yang homogen pada seluruh sampel, ditandai dengan tidak ditemukannya gumpalan *PCL*, endapan magnesium, maupun aglomerasi *hydroxyapatite*. Sistem pemanas juga mampu mempertahankan temperatur operasi pada 60°C secara konsisten selama proses pencampuran berlangsung, sehingga mendukung kelarutan material secara optimal.



Hak Cipta :

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

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut.

1. Meningkatkan kekuatan medan magnet atau merancang mekanisme peralihan otomatis antara *magnetic stirrer* dan *mechanical stirrer*, mengingat hasil pengujian menunjukkan *stir bar* kehilangan sinkronisasi pada kondisi viskositas tinggi, sehingga proses pencampuran tidak lagi bergantung pada pergantian sistem secara manual.
2. Menambahkan Bracket untuk Wadah Beaker supaya berada di tempat posisi semula saat sedang proses pengadukan dengan Mechanical Stirrer.
3. Tambahan Sebagai stiker seperti tachometer pada knob suhu supaya bisa memposisikan suhu yang diinginkan.

**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

Daftar Pustaka

- [1] M. Asyraf, T. Khan, A. Syamsir, and A. Supian, "Synthetic and Natural Fiber-Reinforced Polymer Matrix Composites for Advanced Applications," *Materials*, vol. 15, no. 17, p. 6030, Sep. 2022, doi: 10.3390/ma15176030.
- [2] G. A. Ramadani, R. Ismail, and A. P. Bayuseno, "Pengaruh RPM pada Proses Pembuatan Filamen Biokomposit Berbahan PCL, PLA, dan Hidroksiapatit dari Cangkang Rajungan terhadap Sifat Mekanik dan Karakterisasi Filamen," *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 11, no. 2, pp. 1–6, 2023.
- [3] M. D. Naufal, A. P. Bayuseno, R. Ismail, and D. F. Fitriyana, "Pengaruh Penambahan Hidroksiapatit terhadap Karakterisasi Filamen Biokomposit (PCL/PLA/HA)," *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 12, no. 3, pp. 104–108, 2024.
- [4] A. K. Salho and D. A. Hamzah, "A Review of Stirred Tank Dynamics: Power Consumption, Mixing Time and Impeller Geometry," *International Journal of Heat and Technology*, vol. 42, no. 3, pp. 1081–1092, 2024, doi: 10.18280/ijht.420335.
- [5] M. T. S. Astara and H. P. Buwono, "Analisis Tingkat Homogenitas Pencampuran pada Mesin Mixing dengan Menggunakan Metode ANOVA," *Journal of Mechanical Engineering*, vol. 2, no. 2, pp. 1–9, May 2025, doi: 10.47134/jme.v2i2.4016.
- [6] Danawati Hari Prajitno, Nindya Putri Aprilianda, Irgi Wira Prayudha. "Pengaruh Jumlah Blade Impeller dan Kecepatan Putar Impeller terhadap Pola Aliran dan Homogenitas Fluida Menggunakan Metode Computational Fluid Dynamics (CFD)," in *Proc. Technology of Renewable Energy and Development Conf. (TREN-D)*, 2023, pp. 54–61.
- [7] I. F. Bagaskara, A. P. Bayuseno, and R. Ismail, "Pengujian Densitas dan Biodegradable Material Filament 3D Print Bio-Komposit Berbahan PCL,



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

PLA dan Hidroksiapatit Cangkang Rajungan," Jurnal Teknik Mesin, vol. 10, no. 1, pp. 13–18, 2022.

- [8] M. R. Assalam, R. Ismail, A. P. Bayuseno, and D. F. Fitriyana, "Pengaruh Suhu Pembuatan Filamen Biokomposit (PCL/PLA/HA) Menggunakan Mesin Screw Extruder," Jurnal Teknik Mesin S-1, vol. 11, no. 3, pp. 11–16, Jul. 2023.
- [9] M. H. Mubarak, A. P. Bayuseno, and R. Ismail, "Pengaruh Suhu Ekstrusi terhadap Densitas dan Laju Degradasi pada Filamen 3D Print Berbahan PLA, PCL, dan HA," Jurnal Teknik Mesin, vol. 10, no. 1, pp. 53–58, 2022.
- [10] W. Hidayat, A. P. Bayuseno, R. Ismail, D. F. Fitriyana, T. Cionita, and H. Prawibowo, "Analisis Parameter Fisik Filamen Biokomposit PLA PCL HA Hasil Proses Ekstrusi," ROTASI, vol. 26, no. 4, pp. 27–32, Oct. 2024, doi: 10.14710/rotasi.26.4.27-32.
- [11] Shimizu, Yamashita, Tokunaga, "Development of a Simple Fabrication Method for Magnetic Micro Stir Bars," Micromachines, vol. 13, no. 11, p. 1842, 2022.
- [12] J. Yan, Z. Wang, Z. Li, D. Wu, J. Liu, Q. Jin, et al., "Theoretical Analysis and Experimental Study on the Magnets' Structure of Magnetic Stirrer," Journal of Magnetism, vol. 30, no. 4, pp. 533–543, 2025.
- [13] D. Isakov and G. J. Gibbons, "Real-Time Rheological Monitoring with the Smart Stirrer," IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, vol. 73, pp. 1–6, 2024.
- [14] S. P. Shah, N. Mumana, P. Barad, R. P. Desai, and P. S. Joshi, "Optimizing Recording Speed and Interrogation Window for Rotating Flow Recorded in the Ambient Light: PIV Analysis," arXiv:2210.04547, 2022.



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

- [15] Dimas Vrisnanda Yulio Diva Prakasa dan Haris Puspito Buwono, "Analisis Pengaruh Kecepatan dan Waktu Pengadukan terhadap Homogenitas Menggunakan Metode DOE Faktorial," *Venus: Jurnal Publikasi Rumpun Ilmu Teknik*, vol. 3, no. 1, pp. 102–111, 2025.
- [16] S. Wang, P. Wang, J. Yuan, J. Liu, Q. Si, and D. Li, "Simulation Analysis of Power Consumption and Mixing Time of Pseudoplastic Non-Newtonian Fluids with a Propeller Agitator," *Energies*, vol. 15, no. 13, p. 4561, 2022, doi: 10.3390/en15134561.
- [17] M. Bilal, F. T. S. Fikra Titan, and P. Yuliantoro, "Unjuk Kerja Sensor Hall Effect untuk Penentuan Kuat Medan Magnet Acuan Jarak," *Jurnal SINTA: Sistem Informasi dan Teknologi Komputer*, vol. 1, no. 3, pp. 147–152, Jul. 2024, doi: 10.61124/sinta.v1i3.24.
- [18] D. Agustino, Y. Saragih, and U. Latifa, "Perancangan Robot Line Follower pada Sadetec Sebagai Jaga Jarak Aman," *Power Elektronik: Jurnal Orang Elektro*, vol. 11, no. 2, pp. 194–201, 2022.
- [19] L. Pitriyanti, Y. Saragih, and U. Latifa, "Implementasi Modul Infrared pada Rancang Bangun Smart Detection for Queue Automatic Berbasis IoT," *Power Elektronik: Jurnal Orang Elektro*, vol. 11, no. 2, pp. 188–193, 2022, doi: 10.30591/polektro.v12i1.3750.
- [20] R. D. Mahardi, L. Sunuharjo, D. Hendrawan, M. ‘Atiq, R. A. Wahyuadi, and S. P. A. Nugraha, "Desain Perancangan Buck Converter Berbasis IC LM2596," *Jurnal Sains dan Ilmu Terapan*, vol. 7, no. 2, pp. 185–192, 2024, doi: 10.59061/jsit.v7i2.909.
- [21] Isnianto, "Design of Microcontroller and IoT Digital Scales for Sheep Farming," *Jurnal Otomasi Kontrol dan Instrumentasi (JOKI)*, vol. 15, no. 2, pp. 122–135, 2024.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

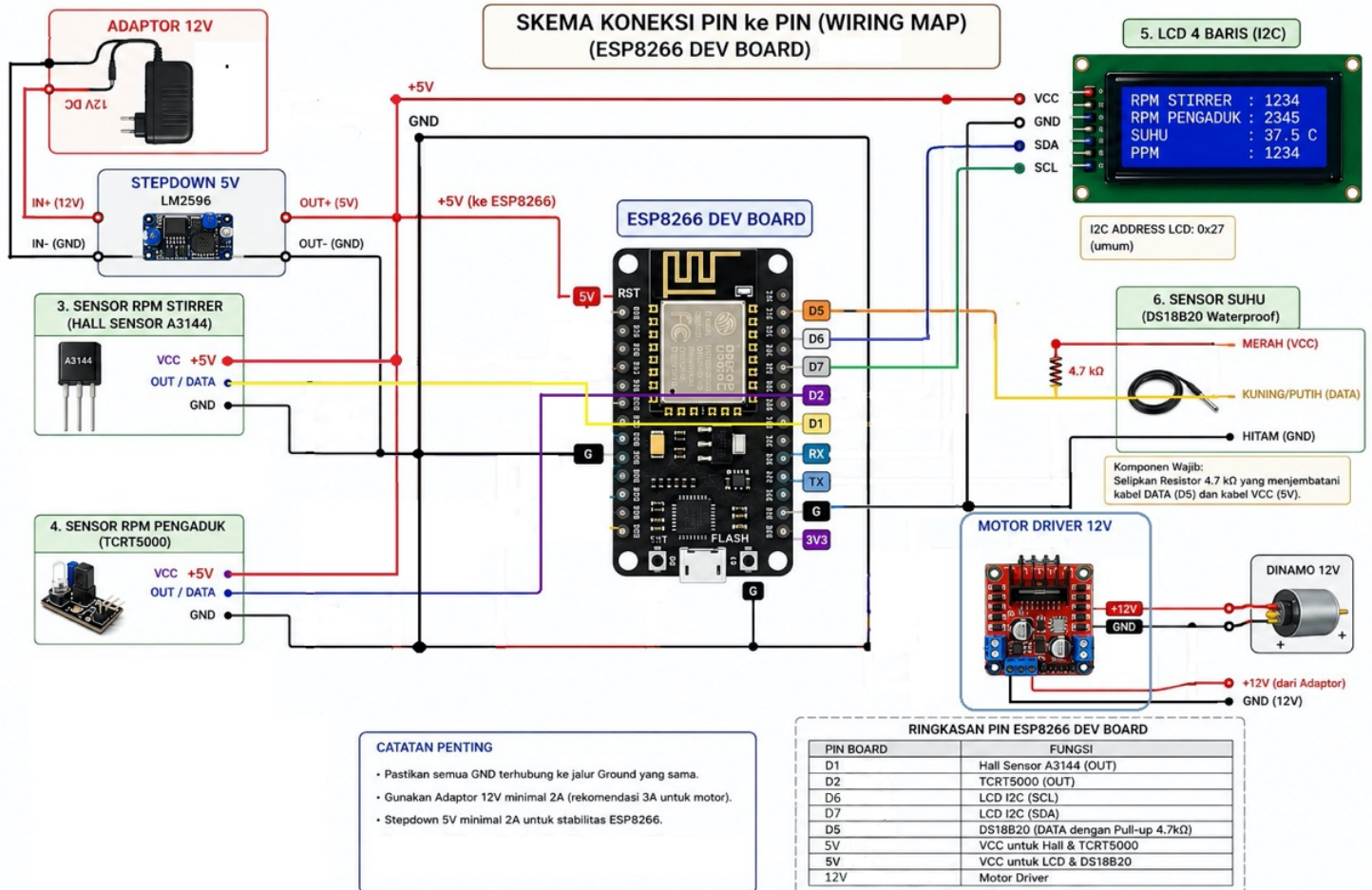
Hak Cipta :

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

- [22] Northcutt, Lily & Orski, Sara & Migler, Kalman & Kotula, Anthony. (2018). Effect of processing conditions on crystallization kinetics during materials extrusion additive manufacturing. Polymer. 154. 10.1016/j.polymer.2018.09.018.
- [23]. Geankoplis, Christie. (2003). Transport processes and separation process principles (includes unit operations) fourth edition.
- [24]. Kováčová, Mária & Vykydalová, Anna & Spitalsky, Zdenko. (2023). Polycaprolactone with Glass Beads for 3D Printing Filaments. Processes. 11. 395. 10.3390/pr11020395.
- [25]. Sutanto, Willi & Zaki, Masrofin & Maulana, Akhdan. (2024). Pengaruh Alat Bantu Kalibrasi Stopwatch Menggunakan Metode Totalize terhadap Waktu Reaksi Operator. Jurnal Elektronika dan Otomasi Industri. 11. 340-349. 10.33795/elkolind.v11i2.5529.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

LAMPIRAN



Lampiran 1 Diagram Wiring.

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

No.	Activity	JADWAL PELAKSANAAN KEGIATAN TUGAS AKHIR																											
		April						Mei						Juni						Juli									
1.	Penentuan Topik	Plan	1	2	3	4		4	1	1	2	1	2	3	4	1	1	2	3	3	4		1	1	2	3	4		
	Act																												
2.	Studi Literatur	Plan																											
	Act																												
3.	Pembuatan dan Pengajuan Proposal	Plan																											
	Act																												
4.	Penetapan Rencana Kerja	Plan																											
	Act																												
5.	Survey Lokasi	Plan																											
	Act																												
6.	Mempersiapkan Alat dan Bahan	Plan																											
	Act																												
7.	Produksi dan Perakitan Alat	Plan																											
	Act																												
8.	Pengujian Mesin dan Analisa Percobaan	Plan																											
	Act																												
9.	Evaluasi Alat	Plan																											
	Act																												
10.	Penulisan dan Bimbingan Tugas Akhir	Plan																											
	Act																												
11.	Pendaftaran Sidang	Plan																											
	Act																												
12.	Pelaksanaan Sidang	Plan																											
	Act																												
13.	Penyerahan Alat	Plan																											
	Act																												

Keterangan :

: Plan

: Actual

Keterangan :
 : Plan
 : Actual

Lampiran 2 Jadwal Dan Kegiatan

**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

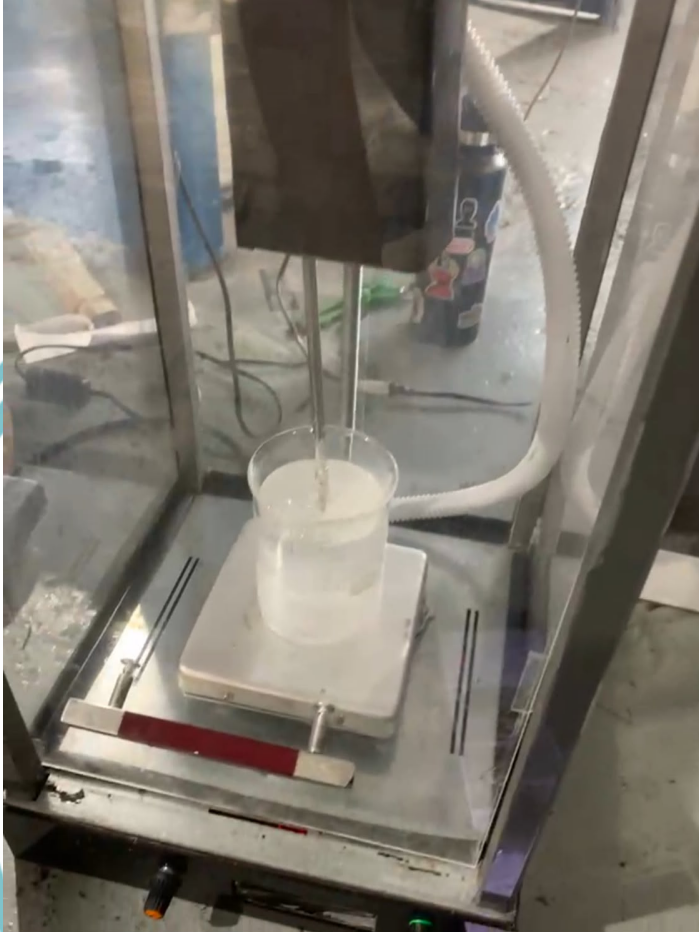
RINCIAN ANGGARAN BIAYA				
No	Nama Komponen	Qty	Harga satuan	Jumlah
1	Besi Hollow 15 x 15 mm	8	Rp. 20.000,00 / 100 cm	160.000,00
2	Plat Besi	6	Rp. 150.000,00 / 500 mm x 500 mm	900.000,00
3	Kaca Akrilik	1	Rp. 80.000,00 / 40x40 cm	80.000,00
4	Lem Besi	4	Rp.25.000,00/Pcs	100.000,00
5	Mata Gerinda Potong	2	Rp. 5.000,00/Pcs	10.000,00
6	Mata Gerinda Alus	2	Rp. 5.000,00/Pcs	10.000,00
7	Mata Gerinda Batu	2	Rp. 5.000,00/Pcs	10.000,00
8	Elektroda 2,6x30 cm	1	Rp. 70.000,00/Kg	70.000,00
9	Arduino UNO	1	Rp. 110.000,00/Pcs	110.000,00
10	LCD 1602 I2C 16x2	1	Rp. 85.000,00/Pcs	85.000,00
11	Kabel Jumper Male to Female	2	Rp. 15.000,00/40Pcs	30.000,00
12	Kabel USB untuk Arduino UNO	1	Rp. 15.000,00/Pcs	15.000,00
13	Dinamo/Motor	1	Rp. 200.000,00/Pcs	200.000,00
14	Fan Exhaust	1	Rp. 90.000,00/Pcs	90.000,00
15	Pipa Tint Foil	2	Rp. 80.000,00/5M	160.000,00
16	Lakban aluminium Foil	1	Rp. 25.000,00/50mm x 10M	25.000,00
17	Heater Band 100mm x 120mm	1	Rp. 200.000,00/Pcs	200.000,00
18	Potentiometer	2	Rp. 20.000,00/Pcs	40.000,00
			Total	2.295.000,00

Lampiran 3 RAB

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

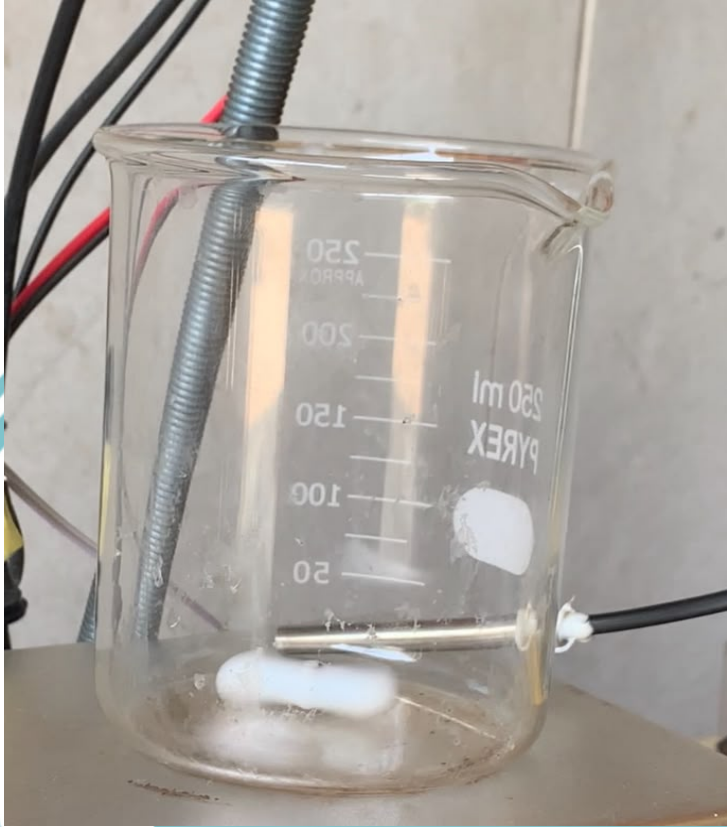
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan 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 Pengujian Dengan Media Air untuk Magentic Dan Mechanical Stirrer

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



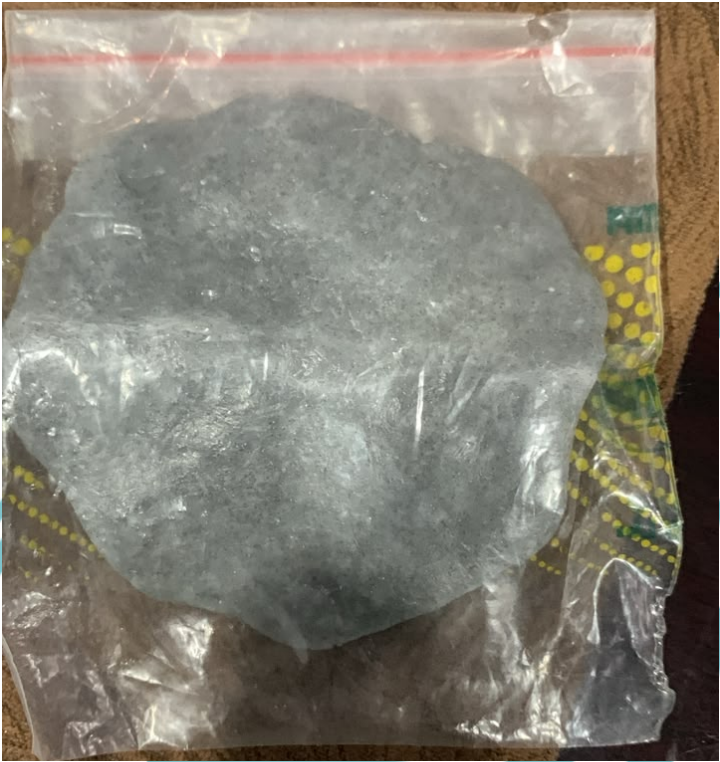
Lampiran 5 Pengujian Tanpa Beban Magnetic Stirrer Dan Mechanical Stirrer

**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 6 Hasil Untuk percobaan 1

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 7 Hasil percobaan 2

**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 8 Hasil Percobaan 3

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**