

**PENGARUH SUHU PROSES PENCAMPUR KOMPOSIT
POLIPTOPLE/KARBON AKTIF TERHADAP
KONDUKTIFITAS LISTRIK**

SKRPSI

OLEH :

YUSUP PASARIBU

218130008



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2025**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 6/5/26

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repositori.uma.ac.id)6/5/26

HALAMAN JUDUL

**PENGARUH SUHU PROSES PENCAMPUR KOMPOSIT
POLIPTOPLE/KARBON AKTIF TERHADAP
KONDUKTIFITAS LISTRIK**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area

Oleh:

YUSUP PASARIBU

218130008

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN**

2025

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 6/5/26

Access From (repositori.uma.ac.id)6/5/26

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : PENGARUH SUHU PROSES PENCAMPUR
KOMPOSIT *POLIPROPILENI*/ KARBON
AKTIF TERHADAP KONDUKTIVITAS
LISTRIK
NIM : Yusup Pasaribu
Fakultas : 21.813.0008
: Teknik

Disetujui
Oleh Komisi
Pembimbing

Dr. Iswandi ST.,MT.
Pembimbing


Supriatno, ST.,MT.
Dekan


Dr. Iswandi ST.,MT.
Kaprodi

Tanggal Lulus: 22 September 2025

II

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 22 September
2025



III

Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi Karya Ilmiah

Sebagai sivitas Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

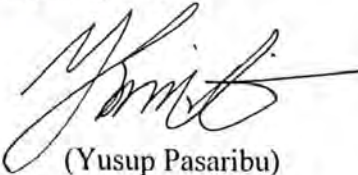
Nama : Yusup Pasaribu
NPM : 21.813.0008
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

demikian demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Nonrksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul: Pengaruh suhu proses pencampuran komposit polipropilene/karbon aktif terhadap konduktivitas Listrik. Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasi tugas akhir saya Selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di: Universitas Medan Area

Pada tanggal: 22 September 2025

Yang menyatakan



(Yusup Pasaribu)

ABSTRAK

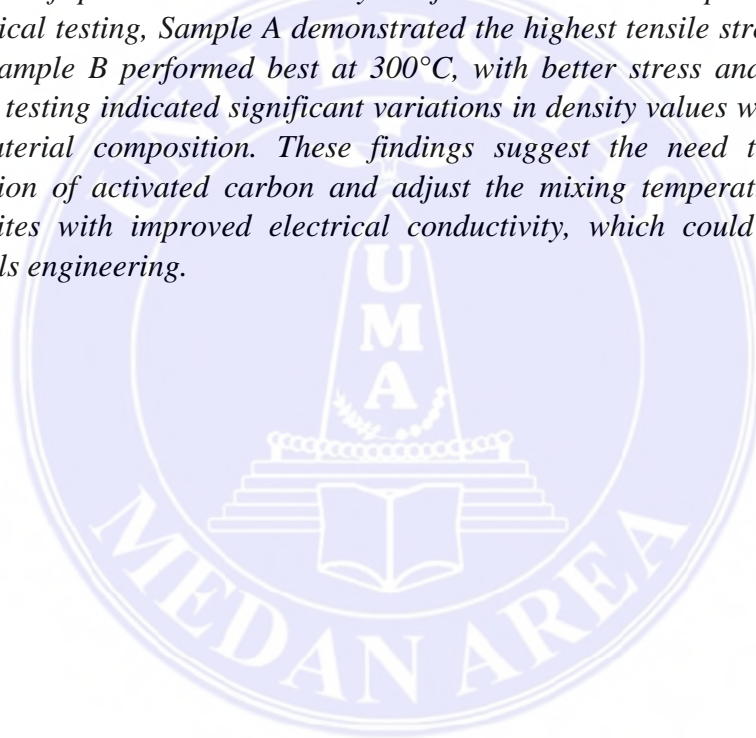
Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dampak variasi suhu dalam proses pencampuran terhadap karakteristik konduktivitas listrik dari komposit yang terbuat dari polipropilena (PP) dan karbon aktif (KA). Proses pencampuran dilakukan dengan menggunakan mesin mixer pada suhu yang bervariasi yaitu 200°C, 250°C, dan 300°C, menggunakan dua proporsi bahan yakni 75% PP-25% KA (Sampel A) dan 65% PP-35% KA (Sampel B). Penilaian dilakukan dengan mengukur konduktivitas listrik, serta melaksanakan uji mekanik (tegangan dan regangan) dan pengujian massa jenis menurut metode Archimedes.

Hasil dari pengujian menunjukkan bahwa semua sampel tidak menunjukkan konduktivitas listrik yang terdeteksi, yang berarti kandungan karbon aktif yang ada belum mencapai tingkat perkolasi yang diperlukan untuk membentuk jalur konduktif. Meski begitu, dalam pengujian mekanik, Sampel A menunjukkan kekuatan tarik tertinggi pada suhu 200°C, sementara Sampel B memperlihatkan performa terbaik pada suhu 300°C dengan hasil tegangan dan regangan yang lebih baik. Pengujian massa jenis mengindikasikan adanya variasi yang signifikan pada nilai densitas seiring dengan perubahan suhu dan komposisi material. Temuan ini menunjukkan perlunya peningkatan proporsi karbon aktif dan pengaturan suhu pencampuran untuk menghasilkan komposit dengan konduktivitas listrik yang lebih baik, yang dapat diterapkan dalam bidang teknik material.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the impact of temperature variations during the mixing process on the electrical conductivity characteristics of composites made from polypropylene (PP) and activated carbon (KA). The mixing process was carried out using a mixer at varying temperatures of 200°C, 250°C, and 300°C, using two material proportions: 75% PP-25% KA (Sample A) and 65% PP-35% KA (Sample B). The assessment was carried out by measuring electrical conductivity, as well as conducting mechanical tests (stress and strain) and density testing using the Archimedes method.

The test results showed that none of the samples exhibited detectable electrical conductivity, indicating that the activated carbon content had not reached the level of percolation necessary to form a conductive path. However, in mechanical testing, Sample A demonstrated the highest tensile strength at 200°C, while Sample B performed best at 300°C, with better stress and strain results. Density testing indicated significant variations in density values with temperature and material composition. These findings suggest the need to increase the proportion of activated carbon and adjust the mixing temperature to produce composites with improved electrical conductivity, which could be applied in materials engineering.

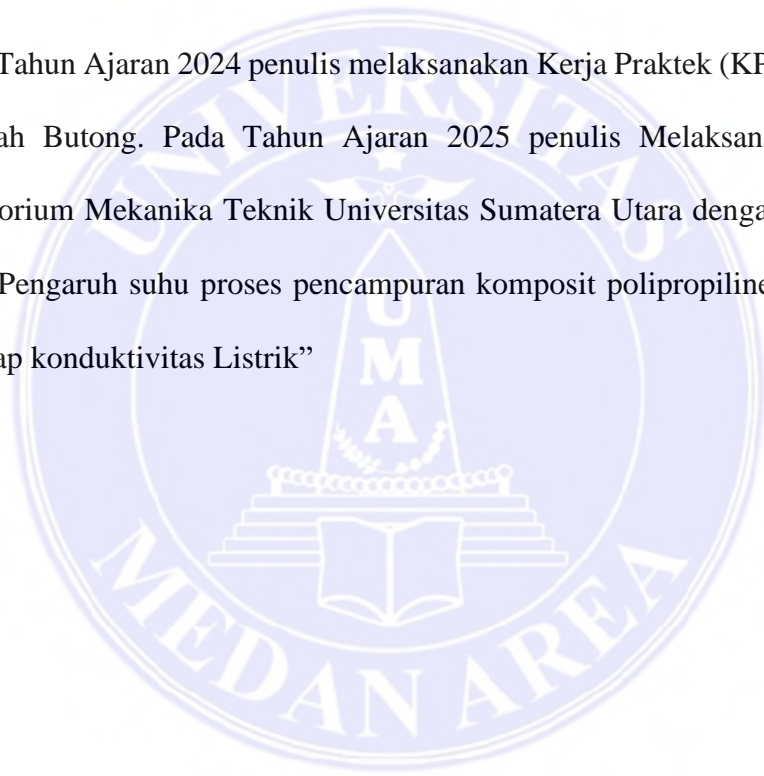


RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di purbatua, Pada tanggal 24 Februari 2003 dari Ayah Rekson Pasaribu dan Ibu Naudur Silaen, Penulis merupakan Putra ke Pertama dari lima bersaudara.

Tahun 2021 Penulis lulus dari SMK Negeri 1 Balige dan pada tahun 2021 terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Tahun Ajaran 2024 penulis melaksanakan Kerja Praktek (KP) di PTPN IV Unit Bah Butong. Pada Tahun Ajaran 2025 penulis Melaksanakan riset di Laboratorium Mekanika Teknik Universitas Sumatera Utara dengan judul tugas akhir ” Pengaruh suhu proses pencampuran komposit polipropilene/karbon aktif terhadap konduktivitas Listrik”



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala karuniaNya yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menyelesaikan proposal yang berjudul “Perancangan Mesin Penepung Cangkang Keong Mas dengan Sistem IoT” dapat terselesaikan dengan baik. Adapun proposal ini disusun sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan Tugas Akhir nantinya pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

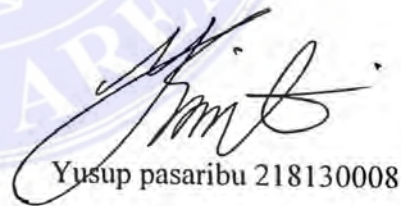
Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Proposal penelitian ini melalui proses yang panjang mulai dari bangku kuliah, penelitian hingga penyusunan sampai terbentuk seperti sekarang ini. Penulis juga menyadari bahwa Proposal penelitian ini dapat terselesaikan karna banyak pihak yang turut serta membantu, membimbing, memberi saran dan motivasi. Oleh karena itu penulis menyampaikan ucapan rasa terimakasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc, selaku Rektor Universitas Medan area.
2. Bapak Dr. Eng. Supriatno, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Bapak Dr. Iswandi, S.T., M.T, selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Medan Area.
4. Bapak Dr. Iswandi, S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktunya dalam membimbing penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

5. Ayahanda dan Ibunda tercinta yang telah memberikan dukungan moril dan materil serta doa, juga kepada saudara saudara penulis yang penulis cintai dan juga seluruh keluarga yang telah turut membantu penulis dalam menyelesaikan tugas sarjana ini.
6. Rekan Rekan Seperjuangan Mahasiswa Teknik Mesin Stambuk 2021 Dari kampus Universitas Medan Area, yang Sudah Banyak Memberikan Motivasi, Masukan Dan Bantuan Sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, segala kritik dan saran yang membangun akan berguna, agar penulisan selanjutnya dapat menghasilkan karya yang lebih baik. Semoga Proposal Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan mendorong pembaca untuk melakukan perancangan yang lebih baik di masa mendatang.

Medan, November 2025

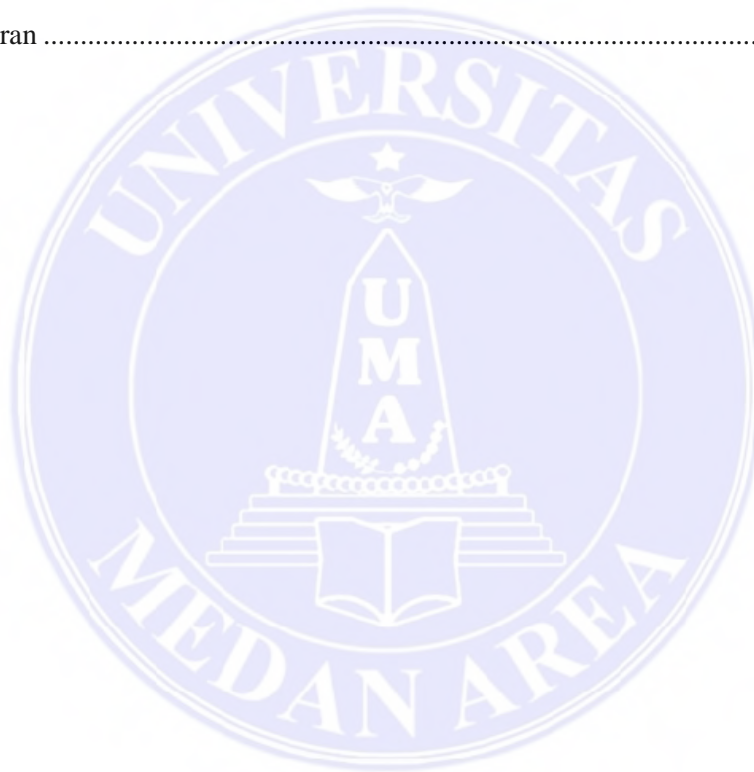


Yusup pasaribu 218130008

DAFTAR ISI

PENGARUH SUHU PROSES PENCAMPUR KOMPOSIT POLIPTOPLE/KARBON AKTIF PADA MESIN MIXER TERHADAP KONDUKTIFITAS LISTRIK	1
KATA PENGANTAR	I
DAFTAR ISI.....	X
DAFTAR TABEL.....	XII
DAFTAR GAMBAR	XIII
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Polipropilen (PP).....	5
2.2 Karbon Aktif	6
2.2.1 Karakteristik	8
2.2.2 Modifikasi permukaan.....	8
2.3 Komposit PP/Karbon Aktif.....	8
2.3.1 Mekanisme Konduktivitas.....	9
2.3.2 Kekuatan Konduktivitas Listrik	9
2.4 Proses Pencampuran	11
2.4.1 Parameter.....	14
2.5 Pengaruh Suhu Proses Pencampuran Terhadap Konduktivitas Listrik	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1 Waktu dan tempat penelitian.....	20
3.1.1 Waktu Penelitian	20
3.1.2 Tempat Penelitian.....	20
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	21
3.2.1 Alat Pembuatan	21
3.2.2 Bahan Pembuat.....	25
3.3 Metode Penelitian	27

3.3.1	Persiapan Sampel Komposit.....	27
3.4	Populasi dan Sampel.....	29
3.5	Prosedur Penelitian	29
3.5.1	Diagram Alir	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		32
4.1	Hasil Pengujian Konduktivitas Listrik.....	32
4.2	Pembahasan.....	33
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		42
5.1	Kesimpulan	42
5.2	Saran	42



DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Waktu penelitian	20
Tabel 3. 2 Populasi Spesimen	29
Tabel 4. 1 Pengujian Konduktivitas Listrik.....	31
Tabel 4. 2 Data Uji Banding.....	37
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Massa Jenis Sambel A.....	40
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Massa Jenis Sambel A.....	40



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1. Mesin Mixer	21
Gambar 3. 2. Thermocouple	23
Gambar 3. 3. Pengukur Konduktivitas Listrik.....	23
Gambar 3. 4. Alat Hot Press	25
Gambar 3. 5. Polipropilen (PP).....	26
Gambar 3. 6. karbon aktif	27



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Teknologi fuel sel bahan bakar merupakan sumber energi yang bersih dan ramah lingkungan untuk masa depan. Teknologi ini telah diakui sebagai solusi yang menjanjikan dalam menghasilkan listrik dengan efisiensi tinggi dan tanpa emisi berbahaya. Dalam proses pembuatan komponen pelat dwi kutub, yang merupakan salah satu elemen penting dari teknologi fuel cell, suhu mesin hot press memiliki pengaruh yang signifikan terhadap bahan yang akan diproses. Komposit polimer konduktif (KPP) berbasis karbon, yang dihasilkan melalui pencampuran berbagai jenis karbon dengan komposisi yang berbeda, membantu mencapai target Departemen Energi dengan meningkatkan konduktivitas listrik pada pelat bipolar. Berdasarkan laporan, grafit adalah bahan pengisi berbasis karbon terbaik dibandingkan dengan material lainnya seperti CNT, CB, dan CF. Selain itu, grafit juga memiliki sifat ringan, konduktivitas listrik tertinggi, dan tahan terhadap korosi (Iswandi, Sahari, dan Sulong, 2019).

Diperlukan material baru untuk pelat dwi kutub yang dapat mengurangi bobot sel bahan bakar. Komposit polimer berbasis karbon lebih ringan dan lebih ekonomis dibandingkan bahan seperti logam atau non-logam, sehingga komposit bermatriks polimer saat ini menjadi fokus banyak penelitian untuk digunakan sebagai bahan pelat dwi kutub. Kemampuan dalam proses produksi juga sangat penting untuk produksi massal pelat dwi kutub. Dengan demikian, komposit polimer-karbon, selain grafit yang lebih ekonomis, menjadi pilihan menarik untuk material pelat dwi kutub (Minke et al, 2016).

Metode pembuatan pelat dwi kutub juga berkontribusi pada peningkatan konduktivitas listrik. Dalam industri pemrosesan polimer, teknik seperti injection molding dan compression molding telah digunakan (Antunes et al. , 2011). Kedua metode ini diterapkan dalam pembuatan pelat dwi kutub, meskipun masing-masing memiliki tantangan tersendiri. Compression molding adalah proses yang relatif lambat karena cetakan perlu didinginkan sebelum produk dapat dikeluarkan. Meskipun demikian, metode ini sering kali dipilih untuk pembuatan pelat dwi kutub karena dianggap lebih sederhana (Iswandi, Husaini, Teuku, dan Jaafar, Sahari, 2016). Komposit polipropilena (PP) yang mengandung karbon aktif telah menjadi materi menarik untuk berbagai penggunaan, khususnya dalam sektor elektronik dan rekayasa bahan. PP dikenal sebagai bahan plastik yang ringan, memiliki ketahanan terhadap pelarut, dan kestabilan dimensi yang baik, sedangkan karbon aktif memiliki kemampuan konduktivitas listrik yang tinggi, serta dapat menyerap berbagai senyawa kimia dan gas. Oleh karena itu, pengintegrasian keduanya dalam bentuk komposit memberikan peluang aplikasi yang lebih besar, seperti pada pembuatan sensor, material penyaring, dan alat elektronik.

Tahap pencampuran komposit polipropilena dan karbon aktif adalah langkah krusial dalam produksi material ini. Salah satu elemen yang memengaruhi hasil akhir konduktivitas listrik komposit adalah suhu saat proses pencampuran di mesin mixer. Suhu yang ekstrem, baik tinggi maupun rendah, dapat memengaruhi penyebaran partikel karbon aktif di dalam matriks polipropilena, sehingga berdampak pada struktur, sifat mekanik, dan konduktivitas listrik dari komposit yang dihasilkan. Studi tentang dampak suhu pencampuran pada sifat konduktivitas

listrik komposit polipropilena-karbon aktif sangat krusial untuk menghasilkan material dengan kinerja yang terbaik sesuai untuk kebutuhan aplikasi.

Beberapa penelitian sebelumnya telah membuktikan bahwa suhu pencampuran dapat mempengaruhi penyebaran partikel karbon aktif dan interaksi antar fase dalam komposit. Sebagai contoh, studi oleh [Smith et al. (2020)] mengindikasikan bahwa suhu pencampuran yang lebih tinggi bisa meningkatkan homogenitas campuran dan memberikan hasil konduktivitas yang lebih baik, tetapi juga bisa menyebabkan pengurangan kekuatan mekanik pada beberapa jenis komposit tertentu. Sebaliknya, suhu pencampuran yang rendah dapat menurunkan kualitas ikatan antara partikel dan mengurangi efisiensi konduktivitas listrik dari komposit tersebut ([Smith et al., 2020]).

Di samping itu, penelitian oleh [Rahayu et al. (2020)] juga menyebutkan bahwa suhu pencampuran yang berlebihan dapat mengakibatkan degradasi polipropilena, yang pada akhirnya berdampak pada sifat konduktivitas listrik dan stabilitas material ([Rahayu et al., 2020]).

Studi ini bertujuan untuk menyelidiki dampak suhu saat pencampuran komposit polipropilena/karbon aktif di mesin mixer terhadap konduktivitas listrik yang dihasilkan. Dengan memahami dampak suhu pencampuran, diharapkan dapat ditentukan parameter suhu yang ideal untuk meningkatkan konduktivitas listrik komposit, sekaligus memberikan arahan bagi industri dalam memproduksi material komposit yang efisien dan berkinerja tinggi untuk berbagai aplikasi.

1.2 Perumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh variasi suhu pencampuran terhadap distribusi karbon aktif dalam matriks PP?
2. Bagaimana korelasi antara suhu pencampuran dengan konduktivitas listrik komposit?
3. Bagaimana pengaruh suhu pencampuran terhadap struktur morfologi dan interface PP-karbon aktif?
4. Apa parameter optimal untuk mencapai konduktivitas listrik maksimal?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menganalisis pengaruh suhu pencampuran terhadap nilai konduktivitas listrik atau tahanan.
2. Menentukan faktor berpengaruh dalam nilai konduktivitas listrik pada propilene karbon aktif.
3. Melakukan uji banding antara komposit yang diproses pada suhu berbeda untuk mengevaluasi pengaruh suhu terhadap sifat fisik dan listrik bahan.
4. Mengukur dan membandingkan densitas komposit menggunakan metode Archimedes sebagai indikator kualitas struktur internal dan homogenitas material.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Kontribusi ilmiah dalam pengembangan material komposit konduktif.
2. Optimasi proses produksi komposit PP/karbon aktif.
3. Potensi aplikasi dalam industri elektronik dan sensor.
4. Pengembangan material alternatif untuk aplikasi konduktif.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Polipropilen (PP)

Polipropilen (PP) merupakan salah satu jenis polimer termoplastik yang termasuk dalam kelompok poliolefin. Polimer ini disintesis melalui proses polimerisasi dari monomer propilena atau propena (C_3H_6), sebuah hidrokarbon tak jenuh yang memiliki satu ikatan rangkap. Dalam proses polimerisasinya, ikatan rangkap pada molekul propilena terbuka dan membentuk rantai panjang yang terdiri dari unit-unit berulang, menghasilkan struktur polimer yang stabil dan serbaguna.

Polipropilen pertama kali dikembangkan secara komersial pada tahun 1950-an dan sejak itu telah menjadi salah satu plastik paling banyak diproduksi dan digunakan di seluruh dunia. Keberhasilan dan popularitas PP sebagai bahan industri dan konsumen tidak terlepas dari berbagai sifat unggul yang dimilikinya. Beberapa karakteristik utama polipropilen antara lain adalah ringan, tahan terhadap kelembapan, memiliki kekuatan mekanik yang baik, serta tahan terhadap bahan kimia seperti asam dan basa. Selain itu, PP juga memiliki titik leleh yang relatif tinggi dibandingkan beberapa plastik lain, menjadikannya cocok untuk aplikasi yang memerlukan ketahanan panas.

Secara struktural, polipropilen memiliki konfigurasi molekul yang dapat tersusun dalam dua bentuk utama: fase kristalin dan fase amorf. Dalam fase kristalin, rantai-rantai polimer tersusun secara teratur dan membentuk pola kristal yang padat. Struktur ini memberikan sifat mekanik seperti kekakuan dan kekuatan tarik yang tinggi. Sementara itu, dalam fase amorf, susunan molekul tidak teratur,

yang membuat material menjadi lebih fleksibel dan tahan terhadap benturan. Perpaduan antara kedua fase ini memungkinkan polipropilen memiliki keseimbangan antara kekuatan dan kelenturan, yang sangat berguna dalam berbagai aplikasi.

Polipropilen dapat diproses dengan berbagai teknik manufaktur seperti injeksi molding, ekstrusi, dan blow molding, yang membuatnya mudah dibentuk menjadi berbagai produk. Karena sifatnya yang ekonomis dan fungsional, PP banyak digunakan dalam industri pengemasan (seperti botol, wadah makanan, dan kantong plastik), tekstil (seperti serat karpet dan kain nonwoven), otomotif (bagian dalam kendaraan, bumper), alat kesehatan, serta peralatan rumah tangga.

Selain itu, PP juga memiliki sifat daur ulang yang baik, meskipun tingkat daur ulangnya secara global masih rendah dibandingkan volume produksinya. Namun, dengan meningkatnya kesadaran terhadap lingkungan dan pengembangan teknologi daur ulang, penggunaan PP yang berkelanjutan menjadi semakin memungkinkan.

2.2 Karbon Aktif

Karbon aktif, atau dikenal juga sebagai arang aktif, merupakan bahan padat yang kaya akan karbon dan memiliki struktur berpori sangat banyak. Bahan ini biasanya dibuat dari material organik seperti batok kelapa, kayu, atau batu bara, yang diproses secara khusus untuk meningkatkan luas permukaan pori-porinya. Proses ini menjadikan karbon aktif memiliki kemampuan luar biasa dalam menyerap berbagai jenis zat, baik dalam bentuk gas, cairan, maupun padatan terlarut. Kemampuan penyerapannya yang tinggi membuat karbon aktif banyak

digunakan dalam berbagai bidang, mulai dari pengolahan air, pemurnian udara, hingga keperluan medis dan industri.

Salah satu keunikan karbon aktif terletak pada mekanisme adsorpsi yang dimilikinya. Berbeda dengan absorpsi, yang merupakan proses peresapan zat ke dalam seluruh volume material (seperti spons menyerap air), adsorpsi bekerja dengan cara menangkap molekul pada permukaan luar dan dalam pori-pori karbon. Hal ini dimungkinkan karena luas permukaan internal karbon aktif yang sangat besar, bahkan dapat mencapai ribuan meter persegi per gram. Semakin besar luas permukaan ini, semakin banyak molekul yang dapat terperangkap di dalamnya.

Struktur pori-pori karbon aktif terdiri dari mikropori, mesopori, dan makropori yang masing-masing berperan dalam menangkap zat-zat dengan ukuran molekul berbeda. Mikropori ideal untuk menyerap gas dan molekul kecil, sementara mesopori dan makropori membantu mengarahkan zat-zat tersebut menuju bagian dalam karbon. Karena karakteristik inilah, karbon aktif sangat efektif untuk menghilangkan bau, warna, dan kontaminan dalam air atau udara, serta zat beracun dalam tubuh manusia pada kasus keracunan.

Dengan berbagai kelebihan tersebut, karbon aktif telah menjadi solusi penting dalam menjaga kesehatan lingkungan dan manusia. Penggunaannya tidak hanya terbatas pada kebutuhan rumah tangga seperti filter air dan penyegar udara, tetapi juga meluas ke sektor industri, makanan, farmasi, dan pertambangan. Inovasi dalam produksi dan pengembangan karbon aktif terus dilakukan untuk meningkatkan efisiensi dan memperluas jangkauan aplikasinya di masa depan.

2.2.1 Karakteristik

Karbon aktif adalah bahan yang memiliki luas permukaan sangat besar dan kapasitas adsorpsi yang tinggi, menjadikannya ideal untuk aplikasi yang memerlukan konduktivitas listrik yang tinggi. Karakteristik karbon aktif yang paling menonjol adalah kemampuan konduktivitas listrik yang signifikan, yang dapat dimodifikasi melalui teknik tertentu untuk aplikasi khusus, seperti pada komposit konduktif. Penambahan karbon aktif dalam komposit memberikan keuntungan tambahan, yaitu meningkatkan konduktivitas listrik, yang sangat berguna dalam berbagai aplikasi elektronik dan sensor (Zhao, L., et al., 2020).

2.2.2 Modifikasi permukaan

Modifikasi permukaan karbon aktif melalui oksidasi atau grafting dapat meningkatkan kinerjanya dalam komposit. Oksidasi meningkatkan jumlah gugus fungsional pada permukaan, sedangkan grafting dan fungsionalisasi kimia meningkatkan kompatibilitas dengan matriks polimer. Yang, H., et al. (2019).

2.3 Komposit PP/Karbon Aktif

1. CF (Carbon Fiber) Serat Karbon

Nanotube karbon adalah struktur nano berbentuk silinder yang tersusun dari atom-atom karbon dalam formasi heksagonal. CNT dikenal memiliki kekuatan mekanik yang luar biasa serta konduktivitas listrik dan termal yang sangat baik. Dengan rasio aspek yang besar, CNT dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu single-walled (SWCNT) dan multi-walled (MWCNT).

2. CB (Carbon Black) Karbon Hitam

Karbon hitam adalah partikel karbon berukuran nano yang dihasilkan melalui proses pembakaran tidak sempurna atau dekomposisi termal hidrokarbon.

Memiliki struktur bola dengan luas permukaan yang besar, material ini banyak dimanfaatkan sebagai pengisi penguat dalam industri karet, terutama untuk ban. Selain itu, CB juga digunakan sebagai pigmen hitam dan untuk meningkatkan konduktivitas listrik pada polimer.

2.3.1 Mekanisme Konduktivitas

Komposit yang terdiri dari polipropilena (PP) dan karbon aktif merupakan material yang menarik untuk berbagai aplikasi, terutama yang membutuhkan sifat konduktivitas listrik, seperti sensor, elektrode, atau material antistatik. Sifat konduktivitas listrik dari komposit ini sangat bergantung pada beberapa mekanisme utama, yaitu perkolasi, tunneling, hopping, serta hambatan kontak antar partikel karbon aktif yang terdispersi dalam matriks polimer.

Pertama, perkolasi merupakan fenomena kunci yang menentukan kapan komposit mulai menunjukkan sifat konduktif secara signifikan. Dalam konteks ini, perkolasi terjadi ketika konsentrasi karbon aktif dalam matriks PP mencapai ambang tertentu (disebut sebagai ambang perkolasi), yang memungkinkan terbentuknya jalur kontinu atau jaringan konduktif antar partikel karbon aktif. Sebelum ambang ini tercapai, partikel karbon aktif masih terpisah cukup jauh satu sama lain, sehingga tidak ada jalur penghantar yang efektif dan konduktivitas tetap rendah. Namun, seiring bertambahnya konsentrasi karbon aktif, partikel-partikel ini mulai saling bersentuhan atau cukup dekat untuk memungkinkan aliran arus listrik melalui material.

Selain perkolasi, terdapat juga mekanisme lain seperti tunneling dan hopping, yang turut memengaruhi konduktivitas. Tunneling merujuk pada proses

di mana elektron "menembus" celah sempit antar partikel karbon aktif tanpa benar-benar memerlukan kontak fisik langsung, tetapi cukup dengan jarak nanometer skala tertentu. Ini memungkinkan aliran listrik tetap terjadi meskipun partikel tidak saling bersentuhan secara langsung. Sedangkan pada mekanisme hopping, elektron berpindah dari satu partikel ke partikel lain dengan bantuan energi aktivasi, terutama pada suhu yang lebih tinggi. Mekanisme ini sangat dipengaruhi oleh kondisi termal serta ukuran dan distribusi partikel karbon aktif dalam matriks.

Faktor penting lainnya adalah hambatan kontak antara partikel karbon aktif. Meskipun dua partikel mungkin bersentuhan, belum tentu mereka membentuk jalur konduktif yang efektif, karena pada titik kontak tersebut dapat terjadi hambatan akibat adanya lapisan tipis polimer, kekasaran permukaan partikel, atau kontaminasi. Hambatan kontak ini bisa menjadi kendala dalam mencapai konduktivitas maksimal, bahkan ketika konsentrasi karbon aktif sudah tinggi.

Dengan demikian, semakin tinggi konsentrasi karbon aktif dalam matriks PP, semakin besar kemungkinan terjadinya perkolasi dan terbentuknya jalur-jalur konduktif yang mendukung peningkatan konduktivitas listrik secara signifikan. Namun, hal ini juga harus dibarengi dengan dispersi partikel yang merata dan minimnya hambatan kontak agar performa listrik komposit benar-benar optimal.

Sebagaimana dijelaskan oleh Zhang, H., et al. (2022), peningkatan konsentrasi bahan pengisi konduktif seperti karbon aktif dalam matriks polimer akan meningkatkan kemungkinan terjadinya perkolasi, yang secara langsung berdampak pada peningkatan konduktivitas listrik dari komposit tersebut. Studi tersebut menyoroti pentingnya kontrol terhadap struktur mikro komposit, termasuk

orientasi, ukuran, dan distribusi partikel pengisi, dalam mengoptimalkan sifat-sifat listrik material hasil rekayasa.

2.3.2 Kekuatan Konduktivitas Listrik

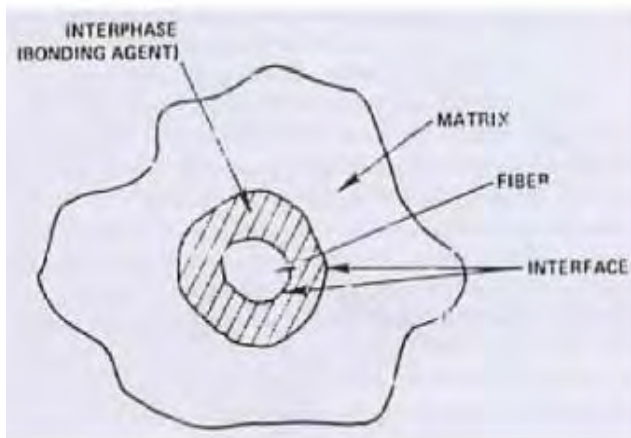
pada komposit PP/karbon aktif dipengaruhi oleh sejumlah faktor utama. Salah satu faktor penting adalah konsentrasi filler, di mana semakin meningkat konsentrasi karbon aktif, semakin baik kemungkinan untuk terbentuknya jalur konduktif dalam komposit. Akan tetapi, faktor lain seperti morfologi antar muka (kombinasi antara filler dan matriks polimer) juga berpengaruh terhadap efektivitas transfer listrik. Antarmuka yang kurang optimal dapat mengakibatkan isolasi di antara partikel karbon aktif, yang pada gilirannya mengurangi konduktivitas. Di samping itu, proses pencampuran yang efektif juga memiliki peranan penting dalam menjamin bahwa filler terdistribusi secara merata dalam matriks polimer, mengurangi kemungkinan terjadinya pengelompokan yang dapat menghalangi konduktivitas komposit (Liu, Z., et al., 2021) Faktor Pengaruh Konduktivitas.

2.4 Proses Pencampuran

Proses Pencampuran serbuk secara merata atau homogen antara serbuk karbon aktif dari tempurung kelapa dan bahan pengikat PP (polipropilen) dilakukan melalui metode pencampuran dalam (internal mixer), menggunakan mesin pencampur jenis Roller blade dengan pengaturan manual. Pencampuran dilakukan dengan PP yang dilebur dalam barel atau bejana berkapasitas 100 gram, dengan komposisi pengisi karbon aktif 5% berat dan polipropilen 95% berat. Parameter pencampuran pada suhu 200 ~ putaran (n) 50 rpm, dan waktu pencampuran selama 30 menit (Iswandi, Sulong, dan Jaafar Sahari 2019). Proses pencetakan sampel berikutnya dilakukan dengan metode pengacuan mampatan (hot press/ compression

moulding) pada tekanan 1500 MPa, suhu proses 220 °C, dan waktu tahan 20 menit. Pencetakan sampel compression moulding dengan ukuran cetakan 140 mm panjang, 65 mm lebar, 2.5 mm tebal, kemudian dipotong sesuai dimensi pengujian bending sesuai standar ASTM D 0790-03 berukuran 100 mm x 12.7 mm x 2.5 mm. Komposit atau bahan komposit adalah material yang terdiri dari lebih dari dua elemen penyusunnya. Komposit memiliki sifat heterogen pada skala makroskopik (Nugraha, M. D. A. 2020). Bahan-bahan penyusun komposit tersebut memiliki karakteristik yang berbeda-beda, dan ketika dicampurkan dalam proporsi tertentu, akan muncul sifat-sifat baru yang sesuai dengan kebutuhan. Secara umum, dalam proses produksinya dilakukan pencampuran yang merata, sehingga kita dapat merencanakan kekuatan material komposit yang diinginkan dengan cara mengatur komposisi dari material penyusunnya. Komposit adalah kombinasi antara bahan pengikat atau matriks dengan penguat. Penguat merupakan elemen yang ditanamkan ke dalam matriks yang berperan sebagai penerima atau penyangga beban utama yang dialami oleh matriks

1. Komposit serat yang terdiri dari serat dengan atau tanpa matrik
 2. Komposit *flake* yang terdiri dari *flake* dengan atau tanpa matrik
 4. Komposit rangka (komposit terisi) yang terdiri dari matrik rangka yang terisi dengan bahan kedua
 5. Komposit laminate yang terdiri dari lapisan atau laminat. Komposit pada umumnya terdiri dari dua buah penyusun utama, yaitu matriks dan *fiber*



Gambar 2. 1 Komposit

1. Matriks Matriks adalah fasa dalam komposit yang mempunyai bagian atau fraksi volume terbesar (dominan). Matriks mempunyai fungsi sebagai berikut:

- a) Mentransfer tegangan ke serat.
- b) Membentuk ikatan kohesi antara permukaan matriks dan serat.
- c) Melindungi serat.
- d) Memisahkan serat.
- e) Menstabilkan serat ketika proses manufaktur.

2. *Fiber* adalah satu bagian yang paling penting yaitu sebagai penguat dan penopang beban utama pada komposit.

3. *Interfasa* berfungsi sebagai pelekat antara dua penyusun, *interfasa* atau *interface* (permukaan fasa yang berbatasan dengan fasa lain). Selain itu *interfasa* juga yang menentukan kesetabilan komposit, Walaupun hanya dengan ketebalan skala mikro maka daerah *interfasa* akan selalu ada..

2.4.1 Parameter

Pada tahap pembuatan komposit, proses pencampuran memainkan peranan yang sangat penting dalam menentukan sifat akhir dari material yang dihasilkan. Beberapa parameter yang perlu dipertimbangkan dalam proses pencampuran antara lain suhu, waktu pencampuran, dan kecepatan rotor. Suhu yang terlalu tinggi atau terlalu rendah dapat mempengaruhi viskositas dan aliran polipropilen, sehingga mempengaruhi distribusi filler dan kualitas komposit secara keseluruhan. Waktu pencampuran yang optimal akan memastikan bahwa filler terdistribusi merata tanpa terjadi degradasi polimer. Selain itu, kecepatan rotor yang tepat juga berperan penting dalam memastikan homogenitas material, yang sangat berpengaruh terhadap sifat mekanik dan termal komposit yang dihasilkan (Lee, S. H, et al, 2020).

2.5 Pengaruh Suhu Proses Pencampuran Terhadap Konduktivitas Listrik

Pengaturan temperatur dalam tahap pencampuran sangat berpengaruh terhadap sifat konduktivitas listrik dari komposit PP/karbon aktif. Pada suhu yang lebih tinggi, proses pencampuran cenderung lebih merata, memungkinkan karbon aktif lebih terdistribusi dengan baik dalam matriks polipropilen, yang memperbaiki pembentukan jalur konduktif yang lebih baik. Namun, suhu yang berlebihan dapat menyebabkan degradasi termal pada polipropilen dan merusak struktur karbon aktif. Sebaliknya, suhu yang sangat rendah dapat mengakibatkan filler tidak tercampur dengan baik, yang menyebabkan ketidakmerataan dalam distribusi karbon aktif dan menurunkan konduktivitas listrik komposit. Oleh sebab itu, pemilihan suhu yang akurat sangat krusial untuk menjamin kualitas dan kinerja komposit yang terbaik (Zhang, X., et al., 2019).

Jurnal ini membahas pengaruh suhu pencampuran terhadap sifat listrik dan mekanik dari komposit polipropilena (PP) yang diperkuat karbon hitam. Hasil studi menunjukkan bahwa suhu pencampuran yang tepat sangat penting untuk mencapai distribusi filler yang merata. Jika suhu terlalu rendah, filler tidak tercampur sempurna; jika terlalu tinggi, terjadi degradasi pada matriks polimer. Suhu optimal menghasilkan peningkatan konduktivitas listrik serta kekuatan mekanik karena terbentuknya jalur konduktif yang efektif dan ikatan yang kuat antara matriks dan filler. (Ghanbari, A., & Fereidoon, A. (2018).

Artikel ini mengkaji perilaku degradasi termal dari polipropilena saat proses pembuatan komposit. Penelitian ini menemukan bahwa suhu tinggi selama proses pencampuran atau ekstrusi dapat menyebabkan degradasi termal, yang ditandai dengan penurunan berat molekul dan munculnya senyawa hasil oksidasi. Degradasi ini akan berdampak pada penurunan sifat mekanik dan termal komposit. Oleh karena itu, penting untuk mengontrol suhu proses agar tetap dalam rentang aman yang tidak merusak struktur polimer. (Zhou, Y., Li, Y., & Zhang, M. (2020).

Jurnal ini merupakan tinjauan literatur tentang komposit konduktif yang berbasis serat karbon nanoskala yang ditumbuhkan dengan uap (VGCF) dalam matriks polimer. Komposit jenis ini menawarkan performa konduktivitas listrik yang tinggi dengan beban filler yang rendah. Artikel ini menjelaskan mekanisme konduktivitas, peran dispersi filler, serta efek interaksi antara filler dan polimer. VGCF dinilai lebih efektif dibandingkan pengisi konvensional seperti karbon hitam karena membentuk jalur konduktif yang lebih cepat dengan konsentrasi yang lebih sedikit. (Al-Saleh, M. H., & Sundararaj, U. (2009).

2.6 Pengaruh Suhu Proses Pencampuran Terhadap Pengujian Banding

Uji Banding dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan suatu material dalam menahan beban tekan hingga mengalami deformasi atau keruntuhan. Pengujian ini bertujuan untuk menentukan nilai modulus tekan, kekuatan tekan maksimum, dan deformasi permanen yang terjadi selama pembebanan. Dalam material komposit berbasis polimer seperti polipropilena (PP), sifat tekan sangat dipengaruhi oleh kualitas pencampuran antara matriks dan filler, yang mana proses tersebut bergantung pada suhu pencampuran yang digunakan.

2.6.1 Uji *Banding*

Suhu pencampuran yang terlalu rendah ($<180^{\circ}\text{C}$) menyebabkan viskositas polipropilena tetap tinggi, sehingga distribusi filler di dalam matriks tidak homogen. Kondisi ini menyebabkan terbentuknya zona-zona lemah (weak points) pada struktur komposit yang akan menjadi titik awal kegagalan saat menerima gaya tekan. Selain itu, interaksi antar muka (interfacial bonding) antara filler dan matriks menjadi kurang baik, sehingga pengalihan beban dari matriks ke filler tidak optimal (Zhang et al., 2017).

Pada suhu pencampuran optimal, yaitu sekitar 220°C , viskositas matriks menurun ke tingkat yang ideal untuk mengalir dan menyelimuti partikel filler secara merata. Kondisi ini memungkinkan terbentuknya distribusi filler yang homogen, serta meningkatkan adhesi mekanik antara fase matriks dan fase penguat. Hal ini menyebabkan peningkatan modulus tekan dan kekuatan tekan maksimum dari material komposit, karena beban dapat didistribusikan secara seragam melalui struktur material (Kim et al., 2016). Selain itu, suhu ini juga cukup untuk

mengaktifkan mobilitas molekul PP tanpa menyebabkan degradasi termal, sehingga struktur internal material tetap stabil.

Sebaliknya, jika suhu pencampuran terlalu tinggi ($>250^{\circ}\text{C}$), terjadi degradasi termal pada rantai polimer PP. Proses degradasi ini menyebabkan penurunan panjang rantai molekul dan pembentukan gelembung gas akibat reaksi termal yang tidak terkendali. Gelembung gas atau void yang terbentuk selama proses ini dapat menurunkan daya dukung komposit secara signifikan karena menghasilkan cacat internal yang mengganggu kontinuitas struktur (Zhang et al., 2017). Material yang mengalami degradasi juga kehilangan sebagian besar sifat mekaniknya, termasuk modulus tekan dan kekuatan tekan.



Dengan demikian, pengaturan suhu pencampuran menjadi salah satu parameter kritis dalam proses manufaktur komposit PP berbasis filler. Suhu yang tepat akan menghasilkan campuran homogen dan struktur mikro yang kuat, yang pada akhirnya berdampak pada peningkatan performa mekanik, terutama dalam hal ketahanan terhadap beban tekan. Seperti pada gambar

2.7 Dampak Suhu Proses Pencampuran terhadap Uji Archimedes

Uji Archimedes dipakai untuk menentukan densitas volume komposit berdasarkan prinsip gaya angkat. Densitas merupakan ukuran krusial yang mengindikasikan mutu pencampuran dan tingkat homogenitas antara matriks polimer dan filler. Proses pencampuran yang akurat berperan penting dalam mengurangi porositas internal yang dapat berpengaruh pada hasil densitas. Prinsip Archimedes mengungkapkan bahwa objek yang terbenam dalam cairan akan mendapatkan gaya angkat sama dengan berat cairan yang tergeser. Dalam penerapan, densitas komposit dihitung dengan cara berikut:

$$P = M / V.$$

Keterangan:

- (P) = massa jenis (g/cm³)
- (M) = massa basah (g)
- (V) = volume = massa basah - massa kering (cm³)

a. Suhu Rendah (<180 °C)

Pada suhu rendah, viskositas PP tinggi sehingga filler tidak tersebar merata dan rawan membentuk agregat. Porositas mikro yang terbentuk akibat void internal cenderung menurunkan densitas yang diukur lewat metode Archimedes. Penelitian oleh Ismojo et al. (2023) pada komposit PP dengan serat sorgum menunjukkan bahwa suhu rendah menyebabkan rendahnya densitas akibat adhesi antar fase yang buruk.

b. Suhu Optimal (200–220 °C)

Pada rentang suhu ini, PP mencair dengan viskositas ideal, memungkinkan filler tersebar homogen dan mengurangi porositas internal. Komposit menunjukkan densitas yang mendekati nilai teoritis karena minimnya rongga. Studi oleh Lee et al. (2022) pada komposit PP yang mengandung serat karbon dan graphite flake menunjukkan bahwa densitas aktual sesuai dengan nilai teoritis ketika pencampuran dilakukan pada suhu sekitar 160–170 °C.

c. Suhu Terlalu Tinggi (>250 °C)

Proses pada suhu sangat tinggi mengakibatkan degradasi termal PP, memunculkan produk samping gas serta void makroskopik. Void ini memperbesar volume tanpa menambah massa, sehingga densitas efektif menurun. Penelitian oleh Lin et al. (2021) pada nanokomposit PP/MWCNT menunjukkan bahwa densitas massa meningkat dengan tekanan, namun suhu tinggi menyebabkan penurunan densitas akibat porositas yang meningkat.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan tempat penelitian

3.1.1 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan sejak tanggal pengesahan usulan oleh pengelola program studi sampai dinyatakan selesai yang direncanakan berlangsung selama waktu yang akan ditentukan. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni 2025, dengan detail jadwal tugas akhir seperti terlihat pada tabel 3.1 sebagai berikut:

Tabel 3. 1 Waktu penelitian

Aktifitas	2025															
	JUNI				JULI				AGUSTUS				SEPTEMBER			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Pengajuan Judul	■															
Penulisan Proposal			■	■												
Seminar Proposal					■											
Proses Penelitian						■	■	■								
Pengolahan Data										■	■	■				
Penyelesaian Laporan											■	■				
Seminar Hasil													■			
Evaluasi dan persiapan Sidang														■	■	
Sidang Sarjana																■

3.1.2 Tempat Penelitian

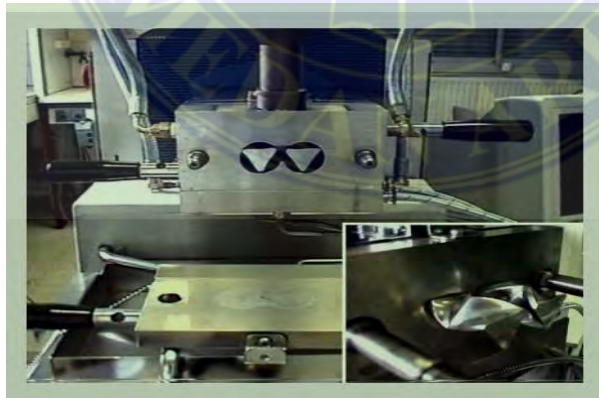
Penelitian ini dilaksanakan di Laboraterium Teknik Mesin Universitas Medan Area yang beralamat di Jalan Kolam No.1 Medan Estate.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat Pembuatan

1. Mesin *Mixer* (*Ekstruder* atau *Mixer Panas*)

Mesin mixer adalah perangkat yang digunakan untuk mencampur bahan-bahan dalam jumlah besar, baik dalam bentuk padat, cair, atau gas, untuk menciptakan campuran yang homogen. Mesin ini digunakan dalam berbagai industri, mulai dari industri makanan, farmasi, kimia, hingga plastik, untuk memastikan kualitas produk akhir yang konsisten. Dalam konteks industri polimer dan penelitian, mesin *mixer* digunakan untuk mencampurkan bahan polimer (seperti polipropilen) dengan bahan pengisi polimer (seperti karbon aktif, untuk menciptakan komposit dengan sifat tertentu. polimer (seperti polipropilen) dengan bahan pengisi atau aditif lainnya, seperti karbon aktif, untuk menciptakan komposit dengan sifat tertentu. polimer (seperti polipropilen) dengan bahan pengisi atau aditif lainnya, seperti karbon aktif, untuk menciptakan komposit dengan sifat tertentu.



Gambar 3. 1. Mesin Mixer

2. *Thermocouple*

Thermocouple adalah alat pengukur suhu yang bekerja berdasarkan prinsip termolistrik, yaitu ketika dua logam berbeda disambungkan pada salah satu ujungnya, dan kemudian masing-masing ujung berada pada suhu yang berbeda, maka akan muncul tegangan listrik (gaya gerak listrik) yang sebanding dengan perbedaan suhu tersebut.

Thermocouple terdiri dari dua kawat logam berbeda yang disambungkan pada satu titik yang disebut hot junction (sambungan panas). Sambungan ini diletakkan pada area atau media yang ingin diukur suhunya. Ujung lainnya dari kedua kawat logam dibiarkan terpisah dan berada pada suhu referensi, yang disebut cold junction (sambungan dingin).

Ketika terdapat perbedaan suhu antara hot junction dan cold junction, maka akan terjadi efek Seebeck, yaitu fenomena munculnya tegangan listrik akibat perbedaan suhu pada sambungan dua logam yang berbeda. Tegangan listrik yang dihasilkan ini sangat kecil, biasanya dalam satuan milivolt (mV), namun nilainya berbanding lurus dengan selisih suhu antara kedua ujung tersebut.

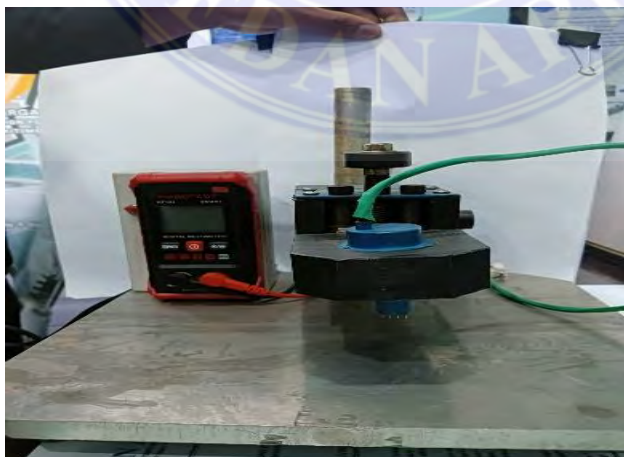
Tegangan tersebut kemudian diukur oleh alat pengukur suhu atau sensor controller, lalu dikonversikan menjadi nilai suhu dalam satuan derajat Celsius ($^{\circ}\text{C}$) atau Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$) berdasarkan karakteristik joins thermocouple yang digunakan.



Gambar 3. 2. Thermocouple

3. Pengukur *Konduktivitas* Listrik

Pengukur *konduktivitas* listrik adalah alat yang digunakan untuk mengukur kemampuan suatu bahan atau larutan untuk menghantarkan arus listrik. *Konduktivitas* listrik adalah sifat fisik yang menunjukkan seberapa mudah listrik dapat mengalir melalui suatu bahan. Satuan dari *konduktivitas* listrik adalah Siemens per meter (S/m), dan alat pengukur ini sangat penting dalam berbagai aplikasi, terutama dalam pengujian bahan atau larutan yang terlibat dalam proses industri, penelitian, dan kualitas air.



Gambar 3. 3. Pengukur *Konduktivitas* Listrik

3. *hot press*

Alat hot press adalah perangkat yang dirancang untuk mengintegrasikan panas dan tekanan secara bersamaan dalam proses pengolahan bahan. Penggabungan panas dan tekanan ini sangat ampuh untuk membentuk, merekatkan, dan memadatkan berbagai jenis material, khususnya dalam pembuatan komposit, pencetakan termoplastik, vulkanisasi karet, serta pelapisan bahan (laminasi). Dalam penggunaannya, hot press memanfaatkan pelat pemanas yang suhunya dapat diatur dan sistem hidrolik atau pneumatik untuk memberikan tekanan secara merata pada material yang dikerjakan. Suhu dan tekanan dikendalikan dengan tepat agar hasil akhirnya memiliki kepadatan yang optimal, kekuatan mekanik yang tinggi, serta struktur material yang merata.

Di dalam ranah rekayasa material, industri, dan riset di laboratorium, hot press menjadi alat yang sangat esensial karena mampu memproduksi barang berkualitas tinggi dari campuran bahan seperti polimer dan serat penguat. Alat ini memungkinkan para peneliti atau teknisi untuk mereplikasi keadaan pengolahan industri dengan lebih efektif pada skala laboratorium. Di samping itu, hot press juga digunakan untuk menguji performa dan karakteristik berbagai material, sehingga hasil yang diperoleh dapat dimanfaatkan untuk pengembangan produk baru atau penyempurnaan komposisi material komposit.



Gambar 3. 4. Alat Hot Press

3.2.2 Bahan Pembuat

1. Polipropilen (PP)

Polipropilen (PP) adalah salah satu jenis plastik termoplastik yang sangat umum digunakan dalam berbagai aplikasi industri dan sehari-hari. PP adalah polimer yang dihasilkan dari monomer propilena, yang merupakan senyawa hidrokarbon yang dihasilkan dari minyak bumi. Secara kimia, polipropilen adalah homopolimer dari propilena (C_3H_6), yang mengandung unit-unit repetitif yang terbentuk melalui proses polimerisasi.

Polipropilen pertama kali ditemukan pada tahun 1950 oleh Giulio Natta dan telah berkembang pesat menjadi salah satu bahan plastik yang paling banyak digunakan di dunia. PP memiliki berbagai sifat yang membuatnya ideal

untuk berbagai aplikasi, seperti daya tahan terhadap suhu, kekuatan mekanik yang baik, dan ketahanan terhadap bahan kimia.



Gambar 3. 5. Polipropilen (PP)

2. Karbon

Karbon aktif (karbon aktif) ialah bentuk karbon yang diproses untuk memiliki banyak pori-pori kecil yang meningkatkan luas permukaan dan daya serapnya. Karena pori-pori mikro ini, karbon aktif memiliki kemampuan luar biasa dalam menyerap atau mengadsorpsi berbagai zat kimia dan gas. Karbon aktif sering digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk pemurnian air, penyaringan udara, pengobatan keracunan, dan dalam industri kimia serta farmasi.

Karbon aktif terbentuk dari bahan organik yang kaya karbon, seperti kayu, batubara, tempurung kelapa, dan berbagai bahan organik lainnya. Proses aktivasi karbon, yang dilakukan dengan pemanasan bahan baku pada suhu tinggi dalam kondisi terbatas oksigen, membuat struktur karbon menjadi lebih porus, sehingga meningkatkan kapasitas adsorpsinya.



Gambar 3. 6. karbon aktif

3.3 Metode Penelitian

3.3.1 Persiapan Sampel Komposit

1. Bahan yang dibutuhkan:
 - a. Polipropilen (PP): Pilih jenis PP yang sesuai dengan aplikasi yang diinginkan.
 - b. Karbon aktif: Tentukan tipe dan ukuran partikel karbon aktif yang akan digunakan.
2. Proporsi komposisi: Tentukan beberapa variasi rasio antara polipropilen dan karbon aktif. Misalnya, 90% PP dan 10% karbon aktif, 80% PP dan 20% karbon aktif, dan seterusnya.
 - a. Sebagai referensi, rasio karbon aktif yang lebih tinggi biasanya akan meningkatkan konduktivitas listrik.
 - b. Rasio-rasio ini akan menjadi salah satu faktor yang dimanipulasi dalam eksperimen.
3. Jumlah sampel: Tentukan jumlah sampel yang cukup untuk memberikan hasil yang dapat diandalkan dalam analisis statistik.

- a. Pencampuran Menggunakan Mesin Mixer
 - b. Pengaturan Suhu: Tentukan beberapa level suhu yang akan diuji,
 - c. Pengaturan Waktu Pencampuran: Waktu pencampuran juga bisa menjadi variabel tambahan yang perlu dipertimbangkan. Namun, untuk eksperimen ini, kita bisa menjaga waktu pencampuran konstan untuk mengisolasi efek suhu.
 - d. Mesin Mixer: Gunakan mesin mixer yang dapat mempertahankan suhu yang diinginkan. Pastikan suhu pencampuran dapat diatur dengan tepat dan terukur.
 - e. Pencampuran: Campurkan polipropilen dan karbon aktif pada suhu yang ditentukan. Pastikan pencampuran berlangsung dengan baik untuk mendapatkan distribusi karbon aktif yang merata dalam komposit.
4. Pengukuran Konduktivitas Listrik
- a. Alat Pengukur Konduktivitas: Gunakan alat seperti multimeter dengan mode pengukuran resistansi atau lebih idealnya meter konduktivitas listrik yang khusus dirancang untuk mengukur konduktivitas bahan.
 - b. Pengaturan Sampel: Setelah proses pencampuran, bentuk sampel komposit menjadi bentuk yang sesuai untuk pengukuran, misalnya pelat tipis atau batang.
 - c. Pengukuran: Lakukan pengukuran konduktivitas listrik pada sampel dengan menggunakan pengaturan yang telah ditentukan. Pengukuran

konduktivitas dapat dilakukan pada suhu kamar untuk mengetahui konduktivitas akhir dari komposit.

3.4 Populasi dan Sampel

Pada penelitian perpindahan panas mesin internal mixer menggunakan bahan biji plastik PP dan karbon aktif. Terdapat jenis populasi yang digunakan sejumlah 9 populasi. Variasi campuran polipropilen dan karbon aktif adalah polipoline 75%,65% dan karbon aktif 25%,35%.

Tabel 3. 2 Populasi Spesimen

No	Polipropilen (%)	Karbo aktif(%)	Pasistika(Ω)	Konduktifitas listrik (D)
1	75%	25%		
2	65%	35%		

3.5 Prosedur Penelitian

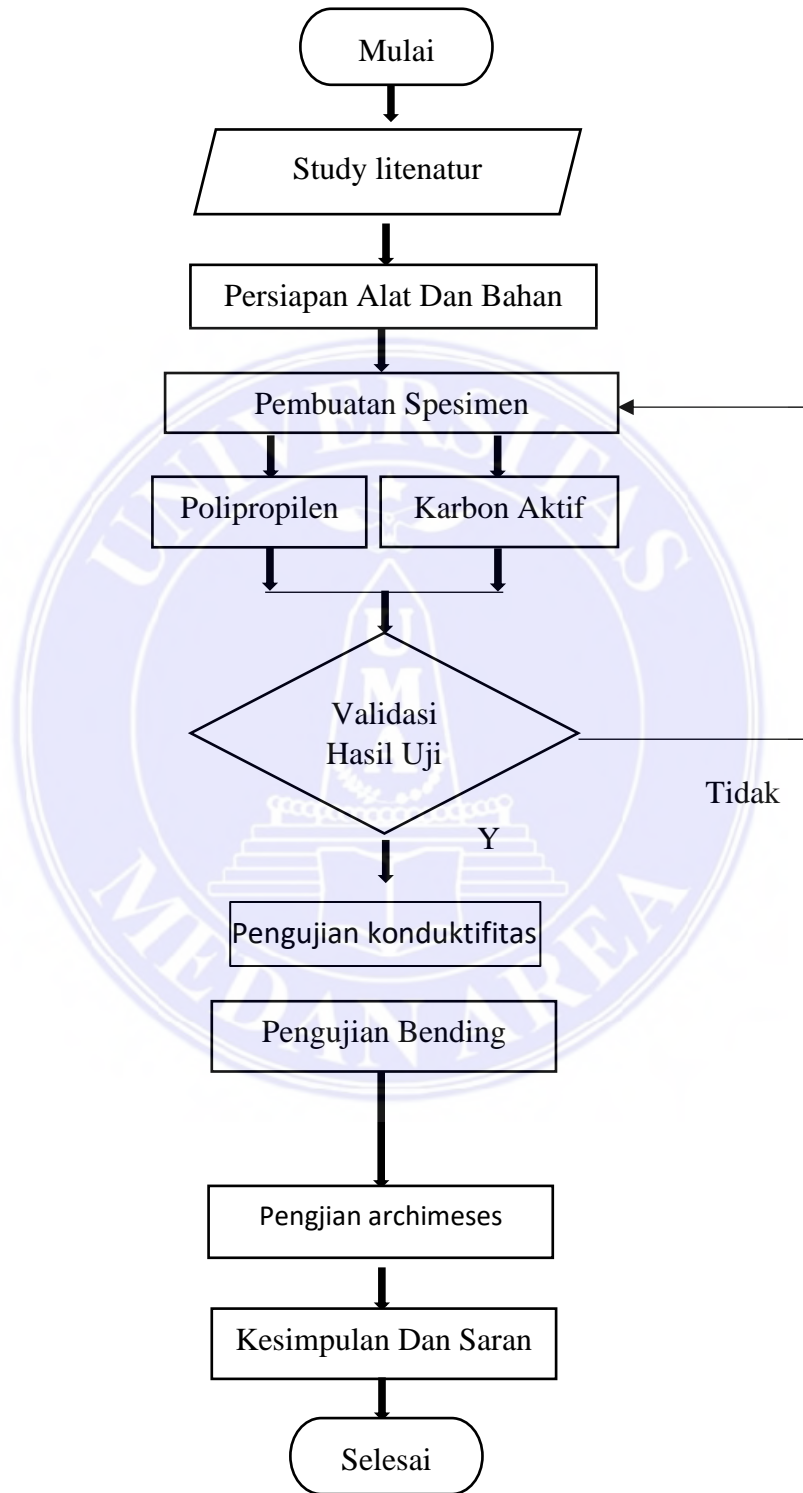
Berikut adalah prosedur kerja mesin internal mixer skala laboratorium :

1. Menyiapkan peralatan dan bahan penelitian.
2. Atur suhu *Heater* menggunakan *thermostat* .
3. Gunakan termocouple untuk mengetahui suhu pada *barrel*.
4. Saat *barrel* mencapai suhu yang dibutuhkan, masukkan biji plastik jenis PP ke dalam *barrel*.
5. Hidupkan mesin *internal mixer*.
6. Lelehkan biji plastik PP dalam *barrel*.
7. Setelah biji plastik meleleh, masukkan serbuk karbon arang aktif.

8. Lakukan penelitian suhu yang diperlukan untuk mencampur serbuk karbon arang aktif dan plastik PP.
9. Matikan mesin *internal mixer* dan keluarkan komposit dari *barrel*.
10. Bersihkan barrel dan ruang aduk dari sisa-sisa sampel.
11. Lakukan kembali prosedur proses penelitian pada parameter yang telah ditentukan.



3.5.1 Diagram Alir



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian terhadap campuran polipropilena (PP) dan karbon aktif pada variasi suhu 200°C, 250°C, dan 300°C, dapat disimpulkan bahwa:

1. Tidak terdapat nilai konduktivitas listrik yang terbaca pada seluruh sampel.
2. Komposisi karbon aktif sebesar 25% dan 35% belum cukup untuk membentuk jalur konduktif dalam matriks PP.
3. Diperlukan perbaikan metode pencampuran dan penambahan fraksi karbon aktif agar konduktivitas listrik dapat muncul.

5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan:

- Meningkatkan komposisi karbon aktif hingga melewati ambang batas perkolasi.
- Menggunakan alat ukur konduktivitas dengan sensitivitas lebih tinggi.
- Melakukan modifikasi permukaan atau penambahan bahan pengikat untuk meningkatkan dispersi karbon aktif dalam PP.
- Menambahkan pengujian morfologi (misalnya SEM) untuk memeriksa distribusi karbon aktif.

Daftar Pustaka

Choi, Y. S., et al. (2021). *Rheological Behavior of Polypropylene during Processing*. *Polymer Engineering and Science*, 61(3), 458-469.

Iswandi, & Abu Bakar Sulong. (2019). *Effects of Graphite/Polypropylene on the Electrical Conductivity of Manufactured Bipolar Plate*. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 23(2).

Iswandi, Husaini Teuku Abu Bakar, & Jaafar Sahari. (2016). *Critical Powder Loading and Rheological Properties of Polypropylene/Graphite Composite Feedstock for Bipolar Plate Application*. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 20(3), 687-696.

Iswandi, J. Sahari, & A. B. Sulong. (2011). *Effects of Different Particles Sizes of Graphite on the Engineering Properties of Graphites/Polypropylene Composites on Injection Molding Application*. *Key Engineering Materials*, 471-472, 109-114.

Lee, S. H., et al. (2020). *Influence of Mixing Parameters on the Properties of Polypropylene Composites*. *Journal of Materials Processing Technology*, 283, 116706.


Liu, Z., et al. (2021). *Effect of Filler Concentration on the Conductivity of Polypropylene/Carbon Composites*. *Materials Science and Engineering B*, 264, 114878.

Mohd Radzuan, N. A., Sulong, A. B., & Iswandi, I. (2021). *Effect of Multi-Sized Graphite Filler on the Mechanical Properties and Electrical Conductivity*. *Jurnal Sains Matematik*, 50(7), 2025-2034.

- Rahayu, D., et al. (2020). *Effect of Temperature on the Mechanical Properties and Conductivity of Polypropylene-Based Composites*. *Journal of Materials Science*, 55(3), 1210-1220.
- Smith, J., et al. (2020). *Influence of Mixing Temperature on the Conductivity of Polypropylene-Carbon Composite Materials*. *Journal of Composite Materials*, 54(6), 783-798.
- Wang, J., et al. (2020). *Effect of Crystallinity on the Mechanical Properties of Polypropylene Composites*. *Journal of Polymer Science*, 58(5), 1123-1135.
- Yang, H., et al. (2019). *Surface Modification of Activated Carbon for Enhanced Polymer Compatibility*. *Materials Science and Engineering A*, 764, 138259.
- Zhang, H., et al. (2022). *Conductivity Mechanisms of Polypropylene/Activated Carbon Composites*. *Composite Materials Journal*, 56(2), 227-239.
- Zhang, L., Wang, Y., & Liu, H. (2017). *Compression Behavior of Polypropylene Composites with Various Fillers*. *Composites Part B: Engineering*, 110, 132–139. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2016.11.012>
- Zhang, X., et al. (2019). *Effect of Mixing Temperature on the Electrical Conductivity of Polypropylene-Based Composites*. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 118, 89-97.
- Zhao, L., et al. (2020). *Characterization of Activated Carbon and its Application in Conductive Composites*. *Materials Chemistry and Physics*, 242, 122542.

LAMPIRAN

Suran Pengantar Riset

 **UNIVERSITAS MEDAN AREA**
FAKULTAS TEKNIK
Kampus I : Jalan Kofam Nomor 1 Medan Estate ☎ (061) 7360168, Medan 20223
Kampus II : Jalan Seltabudi Nomor 79 / Jalan Sei Serayu Nomor 70 A ☎ (061) 42402994, Medan 20122
Website: teknik.uma.ac.id E-mail: teknik@uma.ac.id

Nomor : 298/FT.3/01.10/V/2025 15 Mei 2025
Lamp : -
Hal : Penelitian Dan Pengambilan Data Tugas Akhir

Yth. Pimpinan CV. Micro Enterprises
Jl. Asem link No.2, Desa Bandar Klippa Kec. Percut Sei Tuan
Sumatera Utara
di
Tempat

Dengan hormat,
Kami mohon kesediaan Bapak/Ibu berkenan untuk memberikan izin dan kesempatan kepada mahasiswa kami tersebut dibawah ini :


NO	N A M A	N P M	PRODI
1	Yusup Pasaribu	218130008	Teknik Mesin

Untuk melaksanakan Penelitian dan Pengambilan Data Tugas Akhir pada perusahaan/Instansi yang Bapak/Ibu Pimpin.

Perlu kami jelaskan bahwa Pengambilan Data tersebut adalah semata-mata untuk tujuan ilmiah dan Skripsi yang merupakan salah satu syarat bagi mahasiswa tersebut untuk mengikuti ujian sarjana pada Fakultas Teknik Universitas Medan Area dan tidak untuk dipublikasikan, dengan judul penelitian :

Pengaruh Suhu Proses Pencampuran Komposit Polipropilen/Karbon Aktif terhadap Konduktivitas Listrik

Atas perhatian dan kerja sama yang baik diucapkan terima kasih.

Dekan,

Dr. Ag. Supriatno, ST., MT.

Tembusan :
1. Ka. BAMA1
2. Mahasiswa
3. File

Surat Selesai Riset



CV. MICRO ENTERPRISES GENERAL AND SUPPLIER
General Contractor and supplier
CIVIL, INDUSTRIAL AND MANUFACTURE, MECHANICAL ENGINEERING
Alamat: Jl. Asem link No. 2, Desa Bandar Klippa, Kec. Percut Sei Tuan, Telp.
(061) 4144302, Fax. 0813 890 25677

SURAT KETERANGAN TELAH SELESAI MELAKUKAN RISET

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ir. H. Darianto, Msc
Jabatan : Pimpinan Perusahaan
Alamat : Jl. Asem link No. 2, Desa Bandar Klippa, Kec. Percut Sei Tuan

Dengan ini menerangkan bahwa Mahasiswa dibawah ini:

NAMA : Yusup Pasaribu
NPM : 218130008
JURUSAN/PRODI : Teknik Mesin
FAKULTAS : Teknik
JUDUL SKRIPSI : Pengaruh Suhu Proses Pencampuran Komposit Polipropilen/Karbon Aktif Terhadap Konduktivitas Listrik

Menerangkan bahwasanya benar yang tersebut namanya diatas telah selesai melaksanakan kegiatan riset Tugas Akhir di CV. Micro Enterprises General And Supplier, dari tanggal 29 Mei 2025 sampai dengan 30 Juni 2025 sesuai dengan surat ketetapan SK dari fakultas dengan judul : **Pengaruh Suhu Proses Pencampuran Komposit Polipropilen/Karbon Aktif Terhadap Konduktivitas Listrik**

Demikian surat keterangan ini dibuat agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Medan, 30 Juni 2025
Pimpinan Perusahaan



(Ir.H. Darianto,Msc)



Gambar. Sebelum Bengujian *Banding*



Gambar. Saat pembuatan Spesimen