



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



REKAYASA MATERIAL KOMPOSIT LLDPE-KARBON MIKRO  
MELALUI RANCANG BANGUN *CHANNEL SPIDER LEG*  
*EXTRUDER HEAD*

TESIS

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Mencapai Derajat  
Magister Terapan dalam Bidang Rekayasa Teknologi dan Sistem Manufaktur

POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA

AMINUDIN ZUHRI

2109521001

PROGRAM STUDI MAGISTER TERAPAN  
REKAYASA TEKNOLOGI MANUFAKTUR  
PASCASARJANA POLITEKNIK NEGERI JAKARTA  
DEPOK  
AGUSTUS 2023



## HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini yang diajukan oleh:

Nama : Aminudin Zuhri  
NIM : 2109521001  
Program Studi : Magister Terapan Rekayasa Teknologi dan Sistem Manufaktur

telah diuji oleh Tim Penguji dalam Sidang Tesis pada hari Senin tanggal 7 Agustus tahun 2023 dan dinyatakan LULUS untuk memperoleh derajat Magister Terapan pada Program Studi Magister Terapan Rekayasa Teknologi dan Sistem Manufaktur Politeknik Negeri Jakarta.

Pembimbing I : Prof. Dr. Drs. Agus Edy Pramono, S.T., M.Si. (.....)

Pembimbing II : Dr. Ahmad Maksum, S.T., M.T. (.....)

Penguji I : Dr. Tatun Hayatun Nufus, M.Si (.....)

Penguji II : Dr.Eng. Pribadi Mumpuni Adhi, S.Si., M.Eng (.....)

Penguji II : Dr. Vika Rizkia, S.T., M.T. (.....)

Depok, 22 Agustus 2023

Disahkan oleh  
Ketua Pascasarjana Politeknik Negeri Jakarta

Dr. Isdawimah, S.T., M.T.  
NIP. 19630505 198811 2 001

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

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis yang saya susun ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Aminudin Zuhri  
NIM : 2109521001  
Tanda Tangan :   
Tanggal : 22 Agustus 2023

POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA





## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah atas berkat rahmat dan karunia Allah Subhanallahu wa Ta'ala kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir berjudul "Rekayasa Material Komposit LLDPE-Karbon Mikro Melalui Rancang Bangun *Channel Spider Leg Extruder Head*". Atas kehendak Allah Subhanallahu wa Ta'ala penulis dapat menyelesaikan naskah tesis tepat waktu.

Tesis ini merupakan karya tulis yang menjadi syarat dalam menempuh ujian akhir Program Magister Terapan Rekayasa Teknologi dan Sistem Manufaktur. Melalui karya tulis ini diuraikan proses penelitian untuk memperoleh formula material komposit LLDPE-Karbon Mikro sebagai filamen yang digunakan untuk mesin *3D printing*. Penulis menyampaikan ucapan terima kasih atas berkat bantuan dan dorongan dari semua pihak baik secara langsung maupun tidak langsung kepada:

1. Ibu Dr. Isdawimah, S.T., M.T., sebagai Ketua Pascasarjana Politeknik Negeri Jakarta.
2. Ibu Dr. Tatun Hayatun Nufus, M.Si., sebagai Ketua Prodi Magister Terapan Rekayasa Teknologi dan Sistem Manufaktur.
3. Bapak Prof. Dr. Drs. Agus Edy Pramono, S.T., M.Si., sebagai Dosen Pembimbing – 1 yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama penyelesaian Tesis ini.
4. Bapak Dr. Ahmad Maksum, S.T., M.T., sebagai Dosen Pembimbing – 2 yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama penyelesaian Tesis ini.
5. Istri dan Keluarga, yang selalu mendukung penulis untuk selalu semangat dalam proses penulisan.
6. Teman-teman prodi Magister Terapan Rekayasa Teknologi dan Sistem Manufaktur Politeknik Negeri Jakarta yang telah mendukung penulis untuk menyelesaikan penulisan tesis ini.
7. Semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan yang besar dalam penyelesaian tesis dan tidak dapat dituliskan satu per satu.

Semoga bantuan dan bimbingan yang telah diberikan kepada penulis menjadi amal baik yang akan dibalas oleh Allah Subhanallahu wa Ta'ala. Kritik dan saran yang sifatnya membangun akan sangat membantu bagi penulis untuk melakukan penyempurnaan dalam penelitian lebih lanjut. Penulis berharap semoga karya tulis tesis ini dapat menjadi referensi bagi pengembangan teknologi dalam bidang manufaktur.

Depok, 22 Agustus 2023

Penulis



## DAFTAR ISI

Halaman Sampul.....	i
Halaman Judul.....	ii
Halaman Pernyataan Bebas Plagiarisme.....	iii
Halaman Pernyataan Orisinalitas.....	iv
Halaman Pengesahan.....	v
Kata Pengantar.....	1
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi Tesis Untuk Kepentingan Akademik.....	2
Abstrak.....	3
Abstract.....	4
Daftar Isi.....	5
Daftar Tabel.....	7
Daftar Gambar.....	8
Daftar Lampiran.....	10
Halaman Simbol dan Singkatan.....	11
BAB I PENDAHULUAN.....	13
I.1. Latar Belakang Penelitian.....	13
I.2. Perumusan Masalah.....	14
I.3. Tujuan Penelitian.....	15
I.4. Batasan Penelitian.....	15
I.5. Manfaat Penelitian.....	16
I.5.1. Manfaat Teoritis.....	16
I.5.2. Manfaat Praktis.....	16
I.6. Sistematika Penyajian.....	16
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	17
II.1. Kajian Teoritis.....	17
II.2. Kajian Penelitian Terdahulu.....	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	24
III.1. Ruang Lingkup Penelitian.....	24
III.2. Ancangan Penelitian.....	24
III.3. Perancangan dan Cara Kerja.....	25
III.3.1 Material dan Mesin.....	25
III.3.1.1 Eksperimen Menggunakan Mesin <i>Hot Compaction</i> .....	25

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





## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

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

III.3.1.2 Eksperimen Menggunakan Mesin <i>Extruder</i> .....	26
III.3.2 Fabrikasi Spesimen Komposit Polimer-karbon .....	28
III.4 Pengujian .....	31
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....	34
IV.1. Hasil Penelitian .....	34
IV.2 Pembahasan .....	37
IV.2.1 Karakteristik Karbon Mikro Sekam Padi .....	37
IV.2.2. Karakteristik Densitas Komposit Polimer-karbon.....	39
IV.2.3. Karakteristik Konduktivitas Listrik .....	42
IV.2.4. Korelasi Ukuran Partikel dan Komposisi Karbon Mikro terhadap Konduktivitas Listrik dan Densitas Komposit Polimer-Karbon.....	43
IV.2.5. Karakteristik Sebaran Karbon Mikro Sekam Padi .....	45
IV.2.6 Korelasi Ukuran Partikel dan Komposisi Karbon Mikro dalam Teori Perkolasi .....	52
IV.2.8. Korelasi Densitas Komposit terhadap Konduktivitas Listrik pada Ruang <i>Extruder Head</i> .....	59
IV.2.9. Analisa Pengaruh Ukuran Partikel pada Komposit LLDPE-Karbon Mikro dan LLDPE-Grafit .....	62
BAB V SIMPULAN DAN SARAN .....	68
V.1. Simpulan .....	68
DAFTAR PUSTAKA .....	70

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sistem Elektromekanikal setelah penyederhanaan proses fabrikasi dengan memanfaatkan Teknologi MID .....	17
Gambar 3. 1 Geometri Sampel untuk Cetak Komposit LLDPE-karbon dengan Metode <i>Hot Compaction</i> .....	25
Gambar 3. 2 Sketsa Desain Extruder Head 1) Part 1, 2) Part 2 Torpedo, 3) Part 3, 4) Part 4 Joint, 5) Part 5 Nozzle, 6) Part 6 Hex Screw, dan 7) Part 7 Hex Screw M8 .....	26
Gambar 3. 3 Desain Spider Leg Channel .....	27
Gambar 3. 4 Diagram Alir Proses Percobaan menggunakan mesin Hot Compaction .....	29
Gambar 3. 5 Diagram Alir Percobaan menggunakan mesin Ekstrusi .....	30
Gambar 3. 6 Pembagian zona Extruder Head dalam Pengambilan Sampel Komposit .....	31
Gambar 3. 7 Skema Pengukuran Konduktivitas Listrik dengan metode FPP untuk Sisi Atas dan Bawah .....	31
Gambar 3. 8 Skema Pengujian FPP dengan Arus Start dan Stop .....	32
Gambar 3. 9 Skema Pengukuran TCP dengan Jarak, $L$ dan Luasan Kontak, $w*t$ .....	32
Gambar 4. 1 Hasil Fabrikasi Head Extruder setelah Perakitan .....	34
Gambar 4. 2 Rancangan Awal Head Extruder .....	35
Gambar 4. 3 Hasil Pengujian Konduktivitas Listrik Sampel GOA, GOB, dan GOC dengan Metode FPP dan TCP .....	35
Gambar 4. 4 Hasil Pengujian Konduktivitas Listrik Sampel HOA, HOB, dan HOC dengan Metode FPP dan TCP .....	36
Gambar 4. 5 Hasil Pengujian Konduktivitas Listrik Sampel JOA, JOB, dan JOC dengan Metode FPP dan TCP .....	37
Gambar 4. 6 Plot Diagram uji XRD a) Sampel Karbon Sabut Kelapa b) Sampel Komposit Hibrida .....	38
Gambar 4. 7 Ilustrasi Proses Pembentukan Komposit a) Saat Manual Mixing b) Saat Compounding .....	39

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





Gambar 4. 8 Grafik Densitas Rata-rata Sampel Komposit Polimer-karbon Mikro Sekam Padi dengan Variasi Ukuran Partikel dan Komposisi Karbon .....	41
Gambar 4. 9 Grafik Konduktivitas Rata-rata Sampel Komposit Polimer-karbon Mikro Sekam Padi dengan Variasi Ukuran Partikel dan Komposisi Karbon .....	43
Gambar 4. 10 Pengaruh Variasi Ukuran Partikel Karbon Mikro terhadap Densitas dan Konduktivitas Elektrik pada Variasi Komposisi Karbon .....	44
Gambar 4. 11 Citra SEM Sebaran Karbon Mikro dan Impurities dalam Matriks LLDPE Perbesaran 250x untuk Sampel HOA dengan (a) SE dan (b) BSE.....	46
Gambar 4. 12 Citra SEM SE untuk Sampel HOA Perbesaran 100x dengan Sebaran Matriks dan <i>Filler</i> yang Seimbang. ....	48
Gambar 4. 13 Citra SEM SE Perbesaran 100x, Pola sebaran partikel <i>filler</i> pada Sampel (a) GOB dan (b) JOB.....	49
Gambar 4. 14 Citra SEM Sampel GOB (a) Metode SE (b) Metode BSE.....	50
Gambar 4. 15 SEM EDX untuk Melihat Pengotor (a) Sampel GOB (b) Sampel JOB .....	51
Gambar 4. 16 Grafik Perkolasi pada Eksperimen dengan <i>Filler</i> dari Bahan <i>Graphite Oxide</i> dalam Matriks <i>Polyvinylidene Flouride</i> .....	53
Gambar 4. 17 Citra SEM sampel HOA Perbesaran 1000x yang Menggambarkan Distribusi Impurities .....	54
Gambar 4. 18 Campuran Komposit pada Ruang Extruder Head .....	58
Gambar 4. 19 Grafik Pengukuran Konduktivitas elektrik dan Densitas pada Komposit dengan <i>Filler</i> Karbon mikro dan Grafit dari Sampel pada Ruang Zn ..	61
Gambar 4. 20 Pengamatan SEM Perbesaran 1000x untuk Sampel Komposit LLDPE-Grafit pada Ruang Extruder Head Z3.....	63
Gambar 4. 21 Pengamatan SEM Perbesaran 2000x untuk Sampel Komposit LLDPE-Karbon Mikro Sekam Padi pada Ruang Extruder Head Z3.....	64
Gambar 4. 22 Pengamatan SEM Perbesaran 250x terhadap Sebaran <i>Filler</i> dari a) Sampel HOA dan b) Sampel dari ruang Z3 .....	65
Gambar 4. 23 Pengamatan SEM Perbesaran 250x terhadap Sebaran <i>Filler</i> Sampel ruang Z3 untuk a) Komposit LLDPE-Karbon mikro dan b) Komposit LLDPE-Grafit .....	66

**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 kritis atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Proses Pelapisan Nir-elektro pada Komposit PMRC .....	19
Tabel 2. 2 Data Hasil Pelapisan Tembaga dengan Proses Nir-elektro .....	19
Tabel 2. 3 Ilustrasi Model Struktur Komponen MID .....	20
Tabel 3. 1 Rencana Pembuatan Sampel Komposit LLDPE-karbon dengan Metode Hot Compaction.....	28
Tabel 3. 2 Rencana Kodifikasi Sampel yang Diambil dari Ruang Extruder Head 30	
Tabel 4. 1 Berat Spesimen Komposit dengan <i>Filler</i> mesh #150.....	42





## ABSTRAK

Nama : Aminudin Zuhri  
Program Studi : Magister Terapan Rekayasa Teknologi dan Sistem Manufaktur  
Judul Tesis : Rekayasa Material Komposit LLDPE-Mikro Karbon Melalui Rancang Bangun *Channel Spider Leg Extruder Head*

Rekayasa material komposit ini adalah penelitian eksperimen yang dapat dikembangkan dan diterapkan untuk keperluan di bidang elektromekanik. Komposit Polimer Konduktif dibuat dari karbon mikro konduktif sebagai material *filler* dalam matriks polimer *Linear Low Density Polyethylene/LLDPE*. Karbon mikro konduktif diolah dari limbah organik sekam padi yang mengandung silika alami. Persentase *loading* karbon 50%, 45%, dan 40% digunakan sebagai variasi dengan mesh #150, #200, dan #250. Pembuatan komposit dilakukan dengan metode kompaksi panas pada temperatur 130°C, tekanan 100 bar dan eksperimen awal dengan mesin *extruder* jenis *single screw*. Variasi ukuran partikel dengan seleksi mesh yang lebih tinggi memperbaiki sebaran dari karbon mikro di dalam komposit polimer. Nilai konduktivitas elektrik meningkat dengan seleksi mesh yang lebih tinggi karena adsorpsi polimer ke dalam karbon mikro mampu memperbaiki dispersi *filler* di dalam matriks. Penambahan karbon mikro sebagai *filler* dapat dilakukan hingga persentase berat yang sangat tinggi dengan nilai konduktivitas optimal 8.66E-04 S/cm pada komposisi karbon mikro 50 persentase bobot dan Mesh 250. Proses eksperimen awal *Melt Mixing* telah berhasil dikembangkan untuk membuat filamen 3DP dengan perancangan *spider leg channel*. *Tools* tersebut digunakan untuk mendapatkan campuran yang lebih homogen dalam fasa liquid di dalam ruang *Die Head*. Selain itu juga untuk mendapatkan tingkat kompresi selama pembentukan filamen di ruang *nozzle*. Percobaan dilakukan dengan menggunakan variasi *filler* pada komposit polimer karbon, yaitu komposit polimer karbon mikro dan komposit polimer grafit. Kedua variasi dibuat dengan komposisi berat yang sama 50:50. Pada komposit polimer karbon mikro, diperoleh densitas yang relatif stabil pada temperatur *setting* untuk *extruder head* 110°C. Untuk komposit polimer grafit pembentukan filamen dengan kepadatan seragam belum berhasil diperoleh pada temperatur 110°C. Nilai konduktivitas elektrik maksimal diperoleh pada area kanal *spider leg* dari *extruder head*. Karbon mikro sebagai *filler* lebih sensitif terhadap pemanasan dibandingkan dengan grafit, dan penggunaan mesin ekstrusi *single screw* hanya dapat dicapai dengan penambahan *tools* berupa *extruder head*.

**Kata Kunci:** Komposit LLDPE-Karbon; Konduktivitas elektrik; Karbon Konduktif; Komposit Polimer Konduktif; *Extruder Head*

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





## ABSTRACT

Name : Aminudin Zuhri  
Department : Applied Magister Manufacturing Technology and System  
Thesis Title : Engineering of LLDPE- Micro Carbon Composite Material by Utilizing Spider Leg Channel Extruder Head

This study explores the development of conductive polymer composites using micro carbon as a filler material in a Linear Low Density Polyethylene (LLDPE) matrix, this engineering poses potential applications and development in the field of electro-mechanics. The micro carbon yielded from organic waste of rice husk pyrolysis, which naturally contains silica. Different loading of micro carbon (50%, 45%, and 40%) are used as variations, with mesh sizes of #150, #200, and #250. The composite fabrication is carried out through hot compaction at a temperature of 130°C at of 100 Bar and using an initial experimental setup with a single screw extruder. Choosing a higher mesh enhances micro carbon dispersion, resulting in increased electrical conductivity by promoting filler dispersion within the polymer matrix through enhanced polymer adsorption. Excessive loading of micro carbon can be achieved, with the optimal electrical conductivity of 8.66E-04 S/cm obtained when the micro carbon loading is at 50% and particle size 250 Mesh. The study successfully develops a Melt Mixing experiment process for creating 3D printable filaments with a spider leg channel design, ensuring a more homogeneous mixture and compression during filament formation. Additionally, it helps achieve compression during filament formation in the nozzle chamber. Experiments are conducted using different fillers in the carbon polymer composite, namely micro carbon polymer composite and graphite polymer composite. Both variations are made with an equal weight composition of 50:50. The micro carbon polymer composite exhibits stable density at 110°C extruder head temperature, while achieving uniform filament formation with consistent density for the graphite polymer composite remains a challenge. The maximum electrical conductivity value is obtained in the spider leg channel area of the extruder head. Micro carbon fillers are more sensitive to heating than graphite, and the use of a extruder head tool becomes necessary for successful processing with a single screw extrusion machine.

**Keywords:** LLDPE-Carbon Composite; Electrical Conductivity; Conductive Carbon; Conductive Polymer Composite; Extruder Head

### 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 mengumumkannya 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 I PENDAHULUAN

### I.1. Latar Belakang Penelitian

*Molded Interconnect Device*/MID dapat didefinisikan sebagai komponen atau perangkat hasil cetak injeksi plastik yang memiliki dua fungsi elektrik dan mekanikal dalam satu komponen atau perangkat [1]. Teknologi MID dapat menyederhanakan sirkuit elektronik atau bahkan perangkat elektronik kompleks dengan *wiring* konvensional menjadi perangkat dengan desain kompak [2]. Produk MID dapat berupa sensor yang sederhana [3] sampai dengan perangkat kemudi kendaraan bermotor dengan multi fitur [4]. Teknik fabrikasi untuk membuat MID dapat digolongkan ke dalam tiga metode cetak, yaitu: metode cetak 1 komponen, metode cetak 2 komponen, dan metode cetak *insert*. Semua metode bertujuan menggabungkan bagian konduktif (terutama logam) ke dalam struktur plastik yang non-konduktif [4].

Konsep teknologi MID telah dimanfaatkan secara masif dalam era industri 4.0 untuk mendukung kebutuhan transisi digital yang membutuhkan perangkat yang semakin kuat, semakin tipis, dan semakin kecil [5]. *Additive Manufacturing*/AM yang merupakan teknologi fabrikasi dari era industri 4.0, atau lebih banyak dikenal sebagai teknologi *3D Printing*/3DP, juga telah dimanfaatkan untuk membuat MID. Seperti percobaan untuk fabrikasi MID berupa *flex sensor* dari bahan komposit *carbomorph* dengan memanfaatkan teknologi 3DP [3].

Komponen MID dapat difabrikasi dengan lebih mudah menggunakan bahan komposit polimer-karbon dengan teknologi 3DP bahkan untuk struktur 3D MID yang rumit [3]. Dari penelitian tersebut diketahui bahwa dalam pembuatan filamen dari komposit *carbomorph* masih menggunakan bahan berbahaya *Dichloromethane* (karsinogen) dan proses *rolling* yang tidak kontinyu [6].

Produk filamen 3DP secara umum dibuat dengan teknik ekstrusi (proses *Melt-blending*) bahan polimer *virgin* [7] atau komposit polimer [8] atau komposit



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

hibrida [9]. Ilmuwan telah meneliti beberapa variasi jenis material polimer yang dapat digunakan sebagai matriks, serta *allotrope* karbon yang cocok sebagai filler [10]. *Allotrope* karbon tersebut secara umum diperoleh dari bahan *fossil* dengan teknologi berbiaya tinggi [11], belum diperoleh alternatif karbon murah yang dapat diolah dari bahan limbah organik untuk pembuatan komposit polimer konduktif [12,13].

Penelitian terkait di lingkungan Politeknik Negeri Jakarta/PNJ yang memanfaatkan limbah sekam padi sebagai sumber karbon konduktif, menunjukkan potensi komposit polimer LLDPE-karbon dengan konduktivitas listrik  $1.42 \times 10^{-2}$  S/cm pada komposisi polimer 30 % bobot [13]. Material komposit LLDPE-karbon juga tidak dapat difabrikasi menjadi filamen dengan menggunakan mesin ekstrusi sederhana yang tersedia di laboratorium Teknik Mesin.

Dalam penelitian ini dikembangkan aplikasi komposit LLDPE-karbon sebagai filamen 3DP. Eksperimen pembuatan filamen dengan komposisi matriks polimer dalam % bobot = 50 – 60, dengan *filler* karbon mikro sekam padi % bobot = 50-40. Eksperimen fabrikasi filamen 3DP dilakukan dengan mengembangkan *extruder head* pada mesin ekstrusi *single screw* sederhana untuk mengatasi permasalahan yang terjadi pada penelitian terdahulu [13].

## I.2. Perumusan Masalah

Untuk pembuatan filamen 3DP dengan komposit polimer masih getas pada komposisi polimer % bobot = 30. *Nozzle* sederhana dengan ukuran  $d = 1.6$  mm belum mampu mencetak filamen 3DP yang padat dan kontinu seperti pada proses fabrikasi filamen dari bahan polimer *virgin*. Masalah yang terjadi dalam fabrikasi tersebut antara lain; dispersi material karbon tidak seragam, aliran fluida komposit yang tidak laminar dan sensitif terhadap kenaikan temperatur yang ditemui pada komposit LLDPE-karbon mikro sekam padi.

Permasalahan yang akan diteliti dalam tesis difokuskan pada daftar sebagai berikut:



**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 kritis 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

- a) Apakah *filler* karbon mikro sekam padi dapat digunakan sebagai material alternatif untuk pembuatan komposit polimer konduktif?
- b) Apakah pembuatan komposit polimer-karbon tersebut dapat dilakukan dengan peralatan dan mesin ekstrusi sederhana di laboratorium?
- c) Apakah variasi ukuran partikel *filler* (efek sebaran *filler*) berpengaruh terhadap nilai konduktivitas listrik komposit polimer-karbon?

### I.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut;

- a) Mengembangkan potensi aplikasi material *conductive composite* dari bahan sekam padi untuk aplikasi pencetakan *wiring circuit*.
- b) Mengembangkan aplikasi material polimer termoplastik untuk proses 3DP dalam bentuk filamen yang kontinu dengan mesin ekstrusi *single screw*.
- c) Mengamati hubungan nilai konduktivitas listrik terhadap variasi ukuran partikel karbon mikro.

### I.4. Batasan Penelitian

Batasan masalah dalam penelitian:

1. Bahan karbon diproses dalam bentuk serbuk mikro dengan variasi mesh 150, 200, dan 250 untuk meneliti pengaruh ukuran partikel terhadap dispersinya dalam pembentukan komposit.
2. Komposit dibuat dengan mesin ekstrusi mini yang tersedia di laboratorium PNJ diameter *nozzle*  $d = 1.6$  mm. Dilakukan penambahan *extruder head* untuk menjaga kepadatan filamen agar kontinu dengan asumsi proses terjadi dalam kondisi adiabatik dengan aliran laminar.
3. Filamen 3DP yang dihasilkan akan digunakan untuk mencetak *wiring circuit* sebagai pengujian produk filamen sebagai bahan *prototype*.





**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

## **I.5. Manfaat Penelitian**

### **I.5.1. Manfaat Teoritis**

Luaran dari penelitian adalah artikel yang dimuat dalam jurnal internasional, literatur dalam bidang material komposit polimer yang telah direayasa (*Conductive Composite*). Selain itu penelitian juga dapat menambah literatur dalam bidang material komposit untuk aplikasi 3DP.

### **I.5.2. Manfaat Praktis**

Penelitian ini ditujukan dalam pengembangan teknologi cetak 3DP. Sebagai kontribusi dalam pengembangan teknologi untuk fabrikasi komponen elektromekanik. Pengembangan teknologi fabrikasi komponen elektromekanik bersifat mendesak untuk mendukung inovasi dalam revolusi industri 4.0. Diharapkan *tools* yang dikembangkan dalam penelitian dapat bermanfaat untuk penelitian selanjutnya sebagai pengembangan mesin ekstrusi *single screw* sederhana yang telah tersedia di laboratorium teknik Mesin.

## **I.6. Sistematika Penyajian**

Karya tulis ini disajikan dengan mengikuti pedoman Panduan Penulisan Tesis Magister Terapan Pascasarjana PNJ, yang terdiri dari:

- a. Bagian Awal

Bagian awal disusun untuk kelengkapan administrasi penulisan Tesis.

- b. Bagian Utama

Bagian utama merupakan isi pokok penulisan Tesis yang terdiri dari, Pendahuluan, Tinjauan Pustaka, Metode Penelitian, Hasil Penelitian dan Pembahasan, serta Simpulan dan Saran.

- c. Bagian Akhir

Bagian Akhir disusun untuk kelengkapan referensi penulisan Tesis dan Lampiran proses penyusunan eksperimen/asistensi/analisa di lapangan.

## BAB V SIMPULAN DAN SARAN

### V.1. Simpulan

Karbon mikro sekam padi diolah untuk menjadi komposit LLDPE-karbon mikro sekam padi dengan variasi ukuran partikel *filler* dan komposisi *filler*. Komposisi karbon yang tinggi sampai 50% bobot dikombinasikan dengan ukuran partikel mesh #250 menghasilkan nilai konduktivitas listrik optimal. Sebaran *filler* dari pengamatan struktur mikro SEM, penggunaan ukuran partikel mesh #250 menghasilkan sebaran *filler* paling optimal pada komposisi 50% bobot karbon. Semakin halus partikel karbon mikro semakin mudah *filler* tersebut tersebar merata di dalam matriks.

Karbon mikro sekam padi memiliki potensi untuk dikembangkan menjadi komposit LLDPE-karbon mikro sebagai alternatif penggunaan material karbon nano yang telah diperjualbelikan. Pembuatan komposit LLDPE-karbon mikro sekam padi dengan menggunakan mesin ekstrusi *single screw* sederhana dapat dilakukan dengan bantuan *tools* berupa *extruder head*. Komposit LLDPE-karbon mikro sekam padi memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai material dalam pembuatan filamen 3DP. Nilai konduktivitas listrik pada variasi ukuran partikel dan komposisi yang sama lebih rendah jika dibandingkan dengan komposit hasil cetak *hot compaction*. Perbaikan diperoleh pada distribusi densitas komposit di dalam ruang *extruder head* yang lebih konsisten.

Penurunan nilai konduktivitas listrik juga telah dikonfirmasi dengan uji kualitatif. Tingkat konduktivitas listrik material komposit yang diproses dengan mesin ekstrusi yang rendah dapat disebabkan oleh konsentrasi *filler* pada area yang lebih jauh dari dinding ruang *extruder head*. Karbon mikro sekam padi dalam jumlah yang besar dapat merubah *rheology* dari campuran komposit selama proses ekstrusi.





## V.2. Saran

Pengembangan teknologi fabrikasi filamen 3DP masih memiliki ruang inovasi yang luas. Seiring dengan pengembangan teknologi 3DP yang banyak menarik minat para ilmuwan. Pengembangan teknologi mesin Ekstrusi jenis *Single Screw* dapat menjadi solusi pengembangan material komposit untuk aplikasi filamen 3DP karena sejalan dengan kesiapan teknologi di Indonesia. Riset-riset yang sejalan dengan kesiapan teknologi berpotensi lebih cepat dikembangkan. Pengembangan teknologi juga dapat dikembangkan untuk mesin-mesin industri komersial sebagai bagian dari kemandirian bangsa.



### 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 PUSTAKA

- [1] A. Islam, H. N. Hansen, P. T. Tang, and J. Sun, "Process chains for the manufacturing of molded interconnect devices," *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 42, no. 9-10, pp. 831-841, 2009.
- [2] Yanfeng Lu, Hae Yong Yun, Morteza Vatani, Ho Chan Kim, and Jae Won Choi, "Direct-print/cure as a molded interconnect device (MID) process for fabrication of automobile cruise controllers," *Journal of Mechanical Science and Technology*, vol. 29, no. 12, pp. 5377-5385, 2015.
- [3] Simon J. Leigh, Robert J. Bradley, Christopher P. Purcell, Duncan R. Billson, and David A. Hutchins, "A Simple, Low-Cost Conductive Composite Material for 3D Printing of Electronic Sensors," *PLOS ONE*, pp. 1-6, 2012.
- [4] A. Islam, H. N. Hansen, P. T. Tang, M. B. Jørgensen, and S. F. Ørts, "Two-component microinjection moulding for MID fabrication," *Plastics, Rubber and Composites*, vol. 39, no. 7, pp. 300-307, 2010.
- [5] C. S. Buga and J. C. Viana, "The role of Printed Electronics and Related Technologies in the Development of Smart Connected Products," *Flexible and Printed Electronics*, vol. 7, no. 4, 2022.
- [6] SMARTLAB, "Lembar Data Keselamatan Bahan," PT. Smart-Lab Indonesia, Tangerang, MSDS 068, 2021.
- [7] Sakthivel Murugan, "Development of Plastic Filament Extruder for 3D-Printing," *International Journal of Mechanical and Production Engineering*, vol. 4, no. 11, pp. 32-35, 2016.
- [8] Sen Wai Kwok et al., "Electrically conductive filament for 3D-printed circuits and sensors," *Applied Materials Today*, pp. 167-175, 2017.
- [9] Sylvestis Oberoi, Velram Balaji Mohan, and Debes Bhattacharyya, "Mechanical and Electrical Characteristics of 3D Printed Multi-material Polymer Composites," *SAMPE Conference Proceedings*, 2019.
- [10] Diogo José Horst, Pedro Paulo Andrade Jr, Charles Adriano Duvoisin, and Rogério Almeida Vieira, "Fabrication of Conductive Filaments for 3D-printing : Polymer Nanocomposites," *Biointerface Research in Applied Chemistry*, pp. 6577 - 6586, 2020.
- [11] Joshua T. Hope et al., "Scalable production of graphene nanoplatelets for energy storage," *ACS Applied Nano Materials*, vol. 3, no. 10, pp. 10303-10309, 2020.
- [12] Balqyz Lovelila Hermansyah Azari, Totok Wicaksono, Jihan Febryan Damayanti, and Dheananda Fyora Hermansyah Azari, "The Study of The Electrical Conductivity and Activation Energy on Conductive Polymer Materials," *Computational and Experimental Research in Materials and Renewable Energy*, pp. 71-79, 2021.
- [13] Yohannes Patrick R and Agus Edy Pramono, "Rekayasa Komposit Karbon Polimer Konduktif Elektrik Sebagai Inti Kabel Listrik Fleksibel," Politeknik Negeri Jakarta, Depok, Jawa Barat, S2 Thesis 2022.
- [14] Liangyu Cui, Chengjuan Yang, Yanling Tian, and Dawei Zhang, "Development and Application of Molded Interconnect Devices," *International Journal of Robotics Applications and Technologies*, vol. 2, no. 1, pp. 1-18, 2015.
- [15] Hengfeng Yan, Jimin Chen, and Jinyan Zhao, "3D-MID manufacturing via laser

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

- direct structuring with nanosecond laser pulses," *Journal of Polymer Engineering*, vol. 36, no. 9, pp. 957-962, 2016.
- [16] S Bengsch, M Rechel, M Asadi, and M. C. Wurz, "Structuring Methodes of Plastic Substrates for Electroplating Applications," *ECS Transactions*, vol. 75, no. 2, pp. 67-73, 2016.
  - [17] Aminul Islam, Hans Nørgaard Hansen, and Peter Torben Tang, "Direct electroplating of plastic for advanced electrical applications," *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, pp. 1-4, 2017.
  - [18] Saeed Doagou-Rad, Aminul Islam, and Jakob Søndergaard Jensen, "Correlation of mechanical and electrical properties with processing variables in MWCNT reinforced thermoplastic nanocomposites," *Journal of Composite Materials*, 2018.
  - [19] Tai Jin-hua, Liu Guo-qin, Caiyi Huang, and Shangguan Lin-jian, "Mechanical Properties and Thermal Behaviour of LLDPE/MWNTs Nanocomposites," *Materials Research*, vol. 15, no. 6, pp. 1050-1056, 2012.
  - [20] Hyun-Jung Choi, Moo Sung Kim, Damiro Ahn, Sang Young Yeo, and Sohee Lee, "Electrical percolation threshold of carbon black in a polymer matrix and its application to antistatic fibre," *Scientific Reports*, pp. 1-12, 2019.
  - [21] Stanislaw Frackowiak and Marek Kozlowski, "Electrically Conductive Polimeric Composites as Potential Sensor Materials," *POLIMERY*, vol. 55, no. 5, pp. 390-398, 2010.
  - [22] Agus Edy Pramono, Indriyani Rebet, and Anne Zulfa, "Electrical and Mechanical Properties of Phenolic Resin and Gigantochloa Apus Carbon Fiber Composites," *International Journal of Technology*, pp. 920-929, 2017.
  - [23] Agus Edy Pramono, Muhammad Zaki Nura, Johny Wahyuadi M. Soedarsono, and Nanik Indayaningsih, "Properties of wear rate and electrical conductivity of carbon ceramic composites," *Journal of Ceramic Processing Research*, pp. 1-7, 2019.
  - [24] Agus Edy Pramono, Muhammad Zaki Nura, Johny Wahyuadi M. Soedarsono, and Nanik Indayaningsih, "Effect of sintering temperature on the relationship of electrical conductivity and porosity characteristics of carbon ceramic composites," *Journal of Ceramic Processing Research*, p. 333~346, 2019.
  - [25] Yong Wang, Cheng Bian, and Xinli Jing, "Adhesion improvement of electroless copper plating on phenolic resin matrix composite through a tin-free sensitization process," *Applied Surface Science*, pp. 303-310, 2013.
  - [26] Kah Yan Wong, Pay Jun Liew, and Kok Tee Lau, "Copper Filling of Printed Circuit Broad (PCB) Industry: A Review," *Science International*, pp. 131-137, 2022.
  - [27] Jiratti Tengsuthiwat, Mavinkere Rangappa Sanjay, Suchart Siengchin, and Catalin I. Pruncu, "3D-MID Technology for Surface Modification of Polymer-Based Composites: A Comprehensive Review," *Polymers*, pp. 1-33, 2020.
  - [28] Bernardo Marinho, Marcos Ghislandi, Evgeniy Tkalya, Cor E. Koning, and Gijsbertus de With, "Electrical conductivity of compacts of graphene, multi-wall carbon nanotubes, carbon black, and graphite powder," *Powder Technology*, pp. 351-358, 2012.
  - [29] Jan-Chan Huang and Chin-Long Wu, "Processability, mechanical properties, and electrical conductivities of carbon black-filled ethylene-vinyl acetate copolymers," *Advances in Polymer Technology*, pp. 132-139, 2000.
  - [30] Petra Pötschke, Arup R. Bhattacharyya, Andreas Janke, and Sven Pegel, "Melt mixing as method to disperse carbon nanotubes into thermoplastic polymers,"



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

- Fullerenes, Nanotubes, and Carbon Nanostructures*, pp. 211–224, 2005.
- [31] P. L. Ramkumar, D. M. Kulkarni, and V. V. Chaudari, "Parametric and mechanical characterization of linear low density polyethylene (LLDPE) using rotational moulding technology," *Sadhana*, pp. 625–635, 2014.
  - [32] Karanbir Singh, Tarun Nanda, and Rajeev Mehta, "Processing of PolyEthylene Terephthalate Fiber Reinforcement to Improve Compatibility with Constituents of GFRP," *Materials and Manufacturing Processes*, 2017.
  - [33] Jose' F. Rodri'guez, James P. Thomas, and John E. Renaud, "Mechanical behavior of acrylonitrile butadiene styrene (ABS) fused deposition materials," *Rapid Prototyping Journal*, pp. 148–158, 2001.
  - [34] Kun Fu, Yonggang Yao, Jiaqi Dai, and Liangbing Hu, "Progress in 3D Printing of Carbon Materials for Energy-Related Applications," *Advanced Materials*, 2017.
  - [35] Jung Hyun Kim et al., "3D printing of reduced graphene oxide nanowires," *Advanced Materials*, pp. 157-161, 2014.
  - [36] Krzysztof J. Wilczyński, Andrzej Nastaj, Adrian Lewandowski, and Krzysztof Wilczyński, "A Composite Model for Starve Fed Single Screw Extrusion of Thermoplastics," *Polymer Engineering and Science*, pp. 2362–2374, 2014.
  - [37] Karim Amellal, Pierre G. Lafleur, and Benoit Arpin, "A computer model for the simulation of conventional and barrier screws," *Polymer-Plastics Technology and Engineering*, vol. 30, no. 7, pp. 655-664, 1991.
  - [38] Adrian Lewandowski and Krzysztof Wilczyński, "Modeling of Twin Screw Extrusion of Polymeric Materials," *Polymers*, vol. 14, no. 2, p. 274, 2022.
  - [39] P. Ravichandran et al., "Design and development of 3d printer filament extruder for material reuse," *International Journal of Scientific and Technology Research*, pp. 3771–3775, 2020.
  - [40] Alfian Djafar and Mahrus Ali Fatoni, "Perancangan Mesin Single Screw Extruder Untuk Daur Ulang Plastik Ldpe Menjadi Filament Feed 3D Printing," *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Rekayasa*, vol. 26, no. 3, pp. 205-217, 2021.
  - [41] Georgios N. Kouzilos, Angelos P. Markopoulos, and Dimitrios E. Manolacos, "Manufacturing and Modeling of an Extrusion Die Spider Head for The Production of HDPE Tubes," *Journal of Manufacturing Technology Research*, pp. 1-15, 2015.
  - [42] Yang Yang et al., "High performance carbon-based planar perovskite solar cells by hot-pressing approach," *Solar Energy Materials and Solar Cells*, vol. 210, no. 1, p. 110517, 2020.
  - [43] Agus Edy Pramono, Haolia Rahman, Pribadi Mumpuni Adhi, and Nanik Indayaningsih, "Controlling the size and carbon composition to determine the electrical conductivity of the kaolin-carbon composite," *Journal of Ceramic Processing Research*, vol. 23, no. 5, pp. 638 - 646, 2022.
  - [44] Agus Edy Pramono, Sidiq Ruswanto, and Nanik Indayaningsih, "Effect of pyrolysis sintering temperature on the electrical current delivery power of kaolin-carbon composites," *Journal of Ceramic Processing Research*, vol. 23, no. 2, pp. 171-180, 2022.
  - [45] Bo Madsen and Hans Lilholt, "Physical and mechanical properties of unidirectional plant fibre composites-an evaluation of the influence of porosity," *Composites Science and Technology*, vol. 63, no. 9, pp. 1265-1272, 2003.
  - [46] Yousef Saadati, Jean François Chatelain, Gilbert Lebrun, and Yves Beauchamp,





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

- "Comparison of density measurement methods for unidirectional flax-epoxy polymer composites," in *European Conference on Multifunctional Structures*, Barcelona, 2019.
- [47] J. Ambriz-Torres et al., "Carbon nanotubes and carbon nanobeads synthesis by one-pot chemical vapor deposition method: morphology and crystallinity," *Material Research Express*, vol. 5, no. 8, 2018.
  - [48] S. Swarnalatha, A. Ganesh Kumar, and G. Sekaran, "Electron rich porous carbon/silica matrix from rice husk and its characterization," *Journal of Porous Materials*, vol. 16, no. 3, pp. 239-245, 2009.
  - [49] A. N. Popova, "Crystallographic analysis of graphite by X-Ray diffraction," *Coke and Chemistry*, vol. 60, no. 9, pp. 361-365, 2017.
  - [50] Simone Napolitano, "Irreversible adsorption of polymer melts and nanoconfinement effects," *Soft Matter*, vol. 16, no. 23, pp. 5348-5365, 2020.
  - [51] I. Balberg, "A comprehensive picture of the electrical phenomena in carbon black-polymer composites," *Carbon*, vol. 40, no. 2, pp. 139-143, 2002.
  - [52] Francis W. Starr, Thomas B. Schröder, and Sharon C. Glotzer, "Molecular dynamics simulation of a polymer melt with a nanoscopic particle," *Macromolecules*, vol. 35, no. 11, pp. 4481-4492, 2002.
  - [53] Noora Al Qahtani, Maryam Al Ejji, Mabrouk Ouederni, M. A. Almaadeed, and Nabil Madi, "Effect Of Carbon Black Loading On Linear Low-Density Polyethylene Properties," *International Journal of Science and Engineering Investigations*, vol. 10, no. 112, pp. 1-22, 2021.
  - [54] Danqi Ren et al., "Formation and evolution of the carbon black network in polyethylene/carbon black composites: Rheology and conductivity properties," *Journal of Applied Polymer Science*, vol. 131, no. 7, pp. 1-9, 2014.
  - [55] Jeessang Hwang, John Muth, and Tushar Ghosh, "Electrical and mechanical properties of carbon-black-filled, electrospun nanocomposite fiber webs," *Journal of Applied Polymer Science*, vol. 104, no. 4, pp. 2410-2417, 2007.
  - [56] Minhua Zhao et al., "New insights into subsurface imaging of carbon nanotubes in polymer composites via scanning electron microscopy," *Nanotechnology*, vol. 26, no. 8, p. 85703, 2015.
  - [57] Qiang Yuan, Stuart A. Bateman, and Dongyang Wu, "Mechanical and conductive properties of carbon black-filled high-density polyethylene, low-density polyethylene, and linear low-density polyethylene," *Journal of Thermoplastic Composite Materials*, vol. 23, no. 4, pp. 459-471, 2010.
  - [58] R. Hollertz et al., "Improvement of toughness and electrical properties of epoxy composites with carbon nanotubes prepared by industrially relevant processes," *Nanotechnology*, vol. 22, no. 12, 2011.
  - [59] Ahmad Maksum, Andi Rustandi, Sulaksana Permana, and Johnny Wahyuadi Soedarsono, "Roasting-quenching pretreatment in the calcination process to improve the purity of rice husk bio-silica," *JP Journal of Heat and Mass Transfer*, vol. 16, no. 2, pp. 313-326, 2019.
  - [60] Wei Zhang, Richard S. Blackburn, and Abbas A. Dehghani-Sani, "Effect of silica concentration on electrical conductivity of epoxy resin-carbon black-silica nanocomposites," *Scripta Materialia*, vol. 56, no. 7, pp. 581-584, 2007.
  - [61] Joyita Banerjee and Kingshuk Dutta, "Melt-mixed carbon nanotubes/polymer nanocomposites," *Polymer Composites*, vol. 40, no. 12, pp. 4473-4488, 2019.



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 kritikan atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- [62] Linxiang He and Sie Chin Tjong, "Low percolation threshold of graphene/polymer composites prepared by solvothermal reduction of graphene oxide in the polymer solution," *Nanoscale Research Letters*, vol. 8, no. 1, pp. 2-8, 2013.
- [63] Yasser Zare, Kyong Yop Rhee, and Soo Jin Park, "Advancement of the Power-Law Model and Its Percolation Exponent for the Electrical Conductivity of a Graphene-Containing System as a Component in the Biosensing of Breast Cancer," *Polymers*, vol. 14, no. 15, 2022.
- [64] Alessandra Cipriani and Bart van Ginkel, "The discrete Gaussian free field on a compact manifold," *Stochastic Processes and their Applications*, vol. 130, no. 7, pp. 3943-3966, 2020.
- [65] Alberto Chiarini and Maximilian Nitzschner, "Disconnection and Entropic Repulsion for the Harmonic Crystal with Random Conductances," *Communications in Mathematical Physics*, vol. 386, no. 3, pp. 1685-1745, 2021.
- [66] I. Burmistrov et al., "Improvement of carbon black based polymer composite electrical conductivity with additions of MWCNT," *Composites Science and Technology*, vol. 129, pp. 79-85, 2016.
- [67] Elena Ivan'kova et al., "Morphological Transformation in Polymer Composite Materials Filled with Carbon Nanoparticles: Part 1 SEM and XRD Investigations," *Materials*, vol. 15, p. 3531, 2022.
- [68] S. G. Hatzikiriakos, C. W. Stewar, and J. M. Dealy, "Effect of Surface Coatings on Wall Slip of LLDPE," *International Polymer Processing Journal of the Polymer Processing Society*, pp. 30-35, 1993.
- [69] S. M. Al-Salem et al., "Effect of Die Head Temperature at Compounding Stage on the Degradation of Linear Low Density Polyethylene/Plastic Film Waste Blends after Accelerated Weathering," *International Journal of Polymer Science*, pp. 8-11, 2016.
- [70] Liangyu Cui, Chengjuan Yang, Yanling Tian, and Dawei Zhang, "Development and Application of Molded Interconnect Devices," *International Journal of Robotics Applications and Technologies*, pp. 1-18, 2014.
- [71] Hengfeng Yan, Jimin Chen, and Jinyan Zhao, "3D-MID manufacturing via laser direct structuring with nanosecond laser pulses," *Journal of Polymer Engineering*, pp. 957-962, 2016.
- [72] Hesheng Xia, Qi Wang, Kanshe Li, and Guo Hua Hu, "Preparation of polypropylene/carbon nanotube composite powder with a solid-state mechanochemical pulverization process," *Journal of Applied Polymer Science*, vol. 93, no. 1, pp. 378-386, 2004.
- [73] Atsushi Ikeda, Kentaro Hayashi, Toshifumi Konishi, and Jun Ichi Kikuchi, "Solubilization and debundling of purified single-walled carbon nanotubes using solubilizing agents in an aqueous solution by high-speed vibration milling technique," *Chemical Communications*, vol. 4, no. 11, pp. 1334-1335, 2004.



## Lampiran 1

Bukti Submit Artikel ke Jurnal JART (The Journal of Applied Research and Technology)

7/21/23, 9:23 PM

Politeknik Negeri Jakarta Mail - Fwd: [JART] Submission Acknowledgement



AMINUDIN ZUHRI Mahasiswa PNJ <aminudin.zuhri.tm21@mhs.w.pnj.ac.id>

---

### Fwd: [JART] Submission Acknowledgement

1 message

---

**Agus Edy Pramono** <agus.edypramono@mesin.pnj.ac.id>

Mon, May 1, 2023 at 12:39 PM To: AMINUDIN ZUHRI Mahasiswa PNJ  
<aminudin.zuhri.tm21@mhs.w.pnj.ac.id>

----- Forwarded message -----

Dari: **Dr. Gabriel Ascanio**

<superadministrador@icat.unam.mx> Date:

Sen, 1 Mei 2023 pukul 12.36

Subject: [JART] Submission Acknowledgement

To: Agus Edy Pramono <agus.edypramono@mesin.pnj.ac.id>

Dear Author,

Thank you for submitting the manuscript, "Effect of Micro Carbon Particle Size and Dispersion on The Electrical Conductivity of LLDPE-Carbon Composite" to Journal of Applied Research and Technology. With the online journal management system that we are using, you will be able to track its progress through the editorial process by logging in to the journal web site:

Manuscript URL: <https://jart.icat.unam.mx/index.php/jart/authorDashboard/submission/2215>

Username: pramono\_agus\_edy

If you have any questions, please contact me. Thank you for considering this journal as a venue for your work.

Dr. Gabriel Ascanio

---

The following message is being sent from the Journal of Applied Research and Technology.

Lampiran 2

Bukti Penerimaan Artikel untuk SNIV 2023

**SURAT PENERIMAAN ARTIKEL**

No. 211/PL3.18/PT.00.07/2023

ID Artikel : 328  
Judul Artikel : STABILISASI DENSITAS FILAMEN DARI KOMPOSIT LLDPE-  
KARBON MIKRO MELALUI RANCANG BANGUN KANAL SPIDERLEG  
Penulis : Aminudin Zuhri, Iman Setyadi, Agus Edy Pramono, Dianta Kamal Mustofa

Dengan hormat,  
Bersama ini dengan bangga kami menyampaikan bahwa artikel Saudara/i telah ditinjau dan **DITERIMA** untuk diterbitkan pada Seminar Nasional Inovasi Vokasi Politeknik Negeri Jakarta Tahun 2023. Artikel akan dipresentasikan melalui Daring (Dalam Jaringan) yang dilaksanakan pada 7 Juni 2023.

Dipersilakan untuk melengkapi registrasi dengan melakukan transfer kontribusi seminar sebesar Rp 100.109 untuk Pemakalah PNJ dan Rp 150.109 untuk Pemakalah Non-PNJ, melalui rekening di bawah ini, dan melakukan konfirmasi melalui laman: [https://s.pnj.ac.id/Kontribusi\\_SNIV2023](https://s.pnj.ac.id/Kontribusi_SNIV2023)

Nama : BLU PNJ  
Nomor Rekening : 157 000 754 0108  
Bank : Rekening Bank Mandiri

Kami mengucapkan banyak terima kasih atas partisipasi serta kepercayaannya untuk menjadikan kegiatan ini sebagai wadah untuk penerbitan penelitian Saudara/i.

Salam hangat,



Ketua Pelaksana SNIV  
Dezetty Monika, 2023  
S.T.,  
M.T.

Telp : 0858 9449 0797 (Retno  
Oktaviani) E-mail : [sniv@pnj.ac.id](mailto:sniv@pnj.ac.id)  
Web : <https://s.pnj.ac.id/SNIV2023>





diberikan kepada:

**Aminudin Zuhri**

sebagai

**PRESENTER**

**Seminar Nasional Inovasi Vokasi (SNIV) 2023**

"Implementasi Perguruan Tinggi Vokasi dalam Mendukung Pemulihan Ekonomi Pasca Pandemi Melalui Inovasi Teknologi dan Sosial Humaniora"

dengan judul paper:

Stabilisasi Densitas Filamen Dari Komposit Lidpe-Karbon Mikro Melalui Rancang Bangun Kanal Spider Leg

**7 Juni 2023**

Politeknik Negeri Jakarta  
Jl. Prof. Dr. G. A. Siwabessy, Depok.

Direktur  
Politeknik Negeri Jakarta



Dr. sc. h. **Nur Arifin, Dipl.-Ing. HTL., M.T.**  
NIP 196308091992011001

## Lampiran 3

### Lembar Data Produk Polimer LLDPE

MFR 4.0  
Density 938 **ETILINAS LL3840UA**

#### Linear Medium Density Polyethylene for Rotational Moulding Applications

##### DESCRIPTION

**ETILINAS LL3840UA** is a linear medium density polyethylene grade with narrow molecular weight distribution, supplied in pellet form for use as a rotational moulding grade. It contains high level of UV stabilizer to give UV8 rating protection. It meets the United States Food and Drug Administration (US FDA) criteria for food contact use as specified in 21 CFR 177.1520 (c) 3.1a & 3.2a and Commission Regulation (EU) No. 10/2011.

##### CHARACTERISTICS include:

- Higher productivity
- Broader processing window
- Energy saving
- Enhances impact properties and ductility
- UV stabilized (UV8 rating)
- Improves colour

##### APPLICATIONS include:

- Rotational moulded items i.e: water tanks, septic tanks, fish boxes, road barrier, recreational gear
- Injection moulded items i.e: lids, pails, waste bins

Product Properties*	Test Method	Units	Value
<b>General Properties</b>			
Melt Flow Rate, I <sub>2</sub>	ASTM D 1238 @ 190°C, 2.16kg	g/10min	4.0
Nominal Density	ASTM D 1505	kg/m <sup>3</sup>	938
Melting Point	ISO 3146	°C	124
Crystallization Point	ISO 3146	°C	111
<b>Mechanical Properties</b>			
Tensile Strength at Yield	ASTM D 638, 50mm/min, Type IV	MPa	21
Tensile Strength at Break	ASTM D 638, 50mm/min, Type IV	MPa	18
Elongation at Break	ASTM D 638, 50mm/min, Type IV	%	800
Flexural Modulus	ASTM D 790	MPa	800
Charpy Impact Strength	ISO 179, Type 1, Notch A	kJ/m <sup>2</sup>	12
Surface Hardness	ASTM D 2240 @ 23°C	Shore D	60
Heat Deflection Temperature	ASTM D 648, Method B	°C	70
Vicat Softening Temperature	ASTM D 1525, Load: 1 kg; Heating rate: 50°C/hr	°C	120
ESCR, Cond. B, F <sub>50</sub>	ASTM D 1693, 100% Igepal	hrs	300

\*The physical properties shown are typical values obtained by averaging a number of test results and small divergence from quoted figures may occur.





PETRONAS

# PRODUCT DATA SHEET

## Typical Processing Conditions

Processing temperature of **ETILINAS LL3840UA** is in the range of 200°C to 300°C depending on the mould material, wall thickness and material weight.

MFR	4.0	
Density	938	<b>ETILINAS LL3840UA</b>

## Linear Medium Density Polyethylene for Rotational Moulding Applications

### REGULATORY

**ETILINAS LL3840UA** complies with the following specification when processed using good extrusion practice:-

- US FDA Regulation 21 CFR 177.1520 and CFR 178.2010.
- Commission Regulation (EU) No. 10/2011.
- HALAL certified.
- REACH, RoHS and SVHC.

### AVAILABILITY

**ETILINAS LL3840UA** are available in 25kg bags. The product grade and batch number are clearly marked on each bag.

### STORAGE/HANDLING

**ETILINAS LL3840UA** should be properly stored in well ventilated environment. Prolonged or improper storage can result in deterioration of product properties. The PETRONAS Chemicals Safety Data Sheet (SDS) contains important safety information and should be viewed before using the product.

### HEALTH & SAFETY

**ETILINAS LL3840UA** is not classified as a dangerous preparation. Please refer to our Safety Data Sheet (SDS) for details on various aspects of safety, recovery and disposal of the product.

### PRODUCT STEWARDSHIP

PETRONAS aims to increase awareness of all the hazards associated with the storage, handling and use of its products. Thoroughly reviewing the accompanying Safety Data Sheets and disseminating the information to all dependent and interested parties is an essential part of any 'Responsible Care' programme.

### RELATED DOCUMENTS

The following related documents are available on request, and represent various aspects on the usability, safety, recovery and disposal of the product.

Safety Data Sheet (SDS)  
Statement on chemicals, regulations and standards  
Statement on compliance to food contact regulations

### FOR MORE INFORMATION

Please contact **PETRONAS Chemicals Group Berhad (PCGB)**, Tower 1, PETRONAS Twin Towers, Kuala Lumpur City Centre, 50088 Kuala Lumpur, Malaysia.

Tel: +(603) 2051 5000 Fax: +(603) 2051 3888 or visit our site [www.petronaschemicals.com](http://www.petronaschemicals.com)

For product queries, kindly email to [polymer.pcg@petronas.com](mailto:polymer.pcg@petronas.com)



CERTIFIED TO ISO 9001:2015  
CERT. NO.: AR1560

# PRODUCT DATA SHEET



**PETRONAS**

## **IMPORTANT NOTICE**

Information contained in this document is accurate and reliable to the best of the knowledge and belief of PETRONAS Chemicals Group Berhad the suggestions and recommendations offered herein serve as a guide in the use of these material, and cannot be guaranteed because the conditions of use are beyond PCG's control. PCG assumes no responsibility for the use of information supplied, the application, adaption or processing of the products described herein and here by disclaims all liability (except as otherwise provided by the law) in regard to such use.



## Lampiran 4

## Hasil Pengujian SEM EDX Sample GOB

Spectrum processing :

Peaks possibly omitted : 1.020, 1.260, 2.630 keV

Processing option : All elements analyzed (Normalised)

Number of iterations = 4

Standard :

C CaCO<sub>3</sub> 1-Jun-1999 12:00 AM

O SiO<sub>2</sub> 1-Jun-1999 12:00 AM

Si SiO<sub>2</sub> 1-Jun-1999 12:00 AM

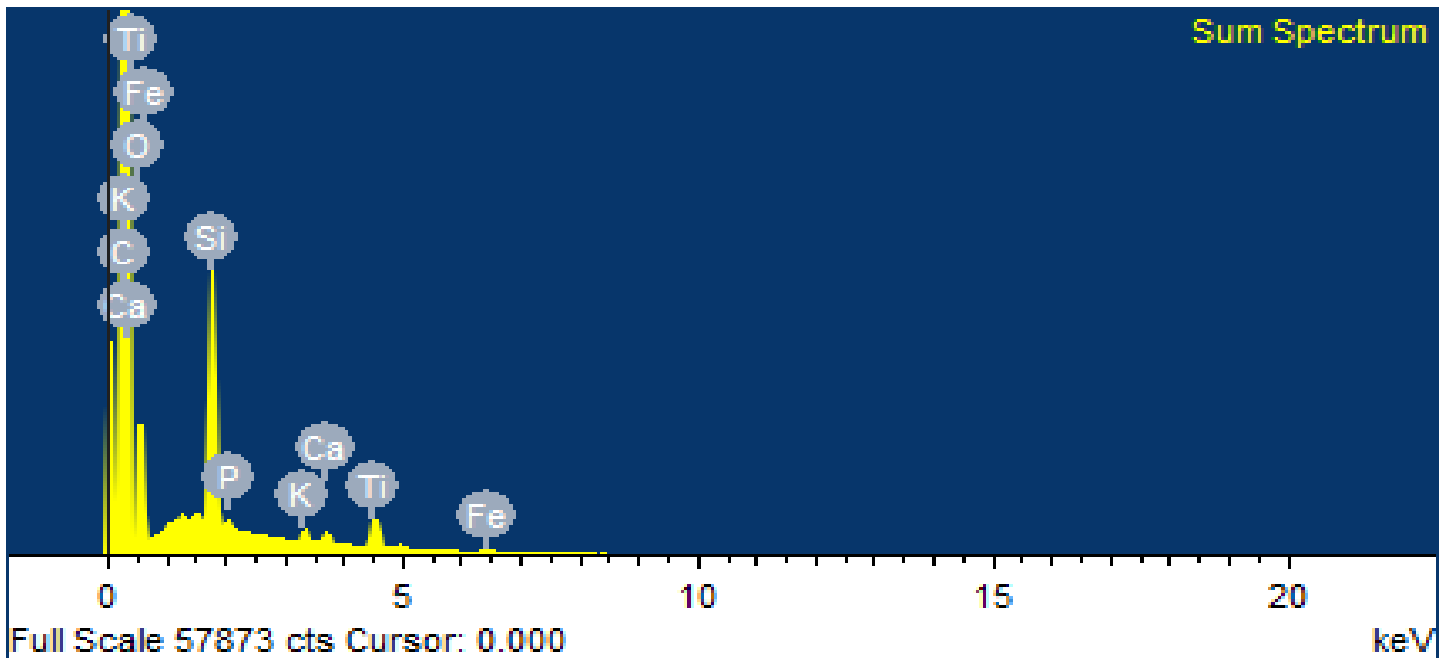
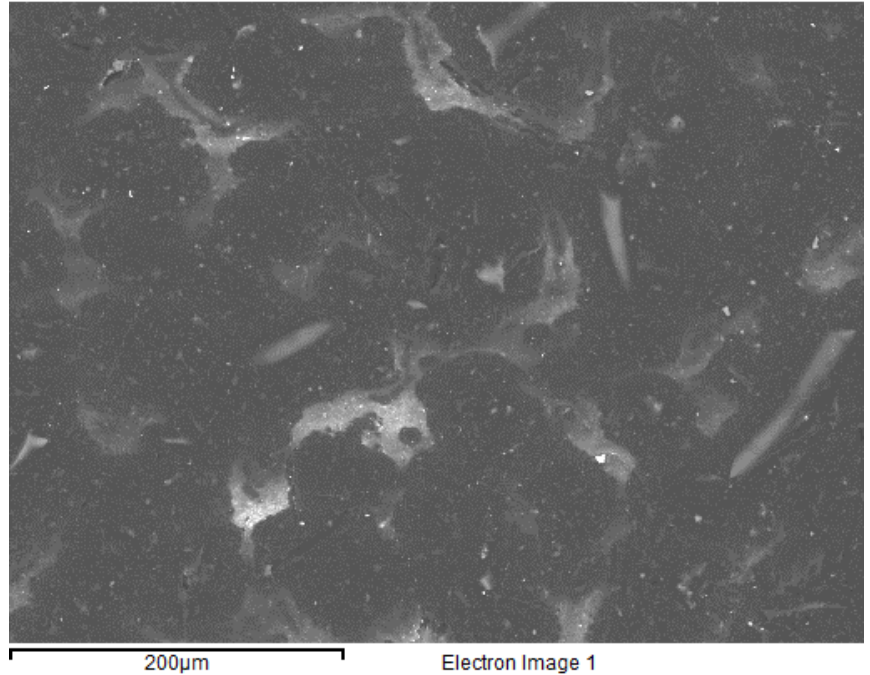
P GaP 1-Jun-1999 12:00 AM

K MAD-10 Feldspar 1-Jun-1999 12:00 AM

Ca Wollastonite 1-Jun-1999 12:00 AM

Ti Ti 1-Jun-1999 12:00 AM

Fe Fe 1-Jun-1999 12:00 AM



Comment:

Element	Weight%	Atomic%
C K	90.62	93.46
O K	7.55	5.85
Si K	1.14	0.50
P K	0.05	0.02
K K	0.09	0.03
Ca K	0.10	0.03
Ti K	0.36	0.09
Fe K	0.09	0.02
Totals	100.00	

## Lampiran 5

## Hasil Pengujian SEM EDX Sample HOA

Spectrum processing :

No peaks omitted

Processing option : All elements analyzed (Normalised)

Number of iterations = 6

Standard :

C CaCO<sub>3</sub> 1-Jun-1999 12:00 AM

O SiO<sub>2</sub> 1-Jun-1999 12:00 AM

Al Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1-Jun-1999 12:00 AM

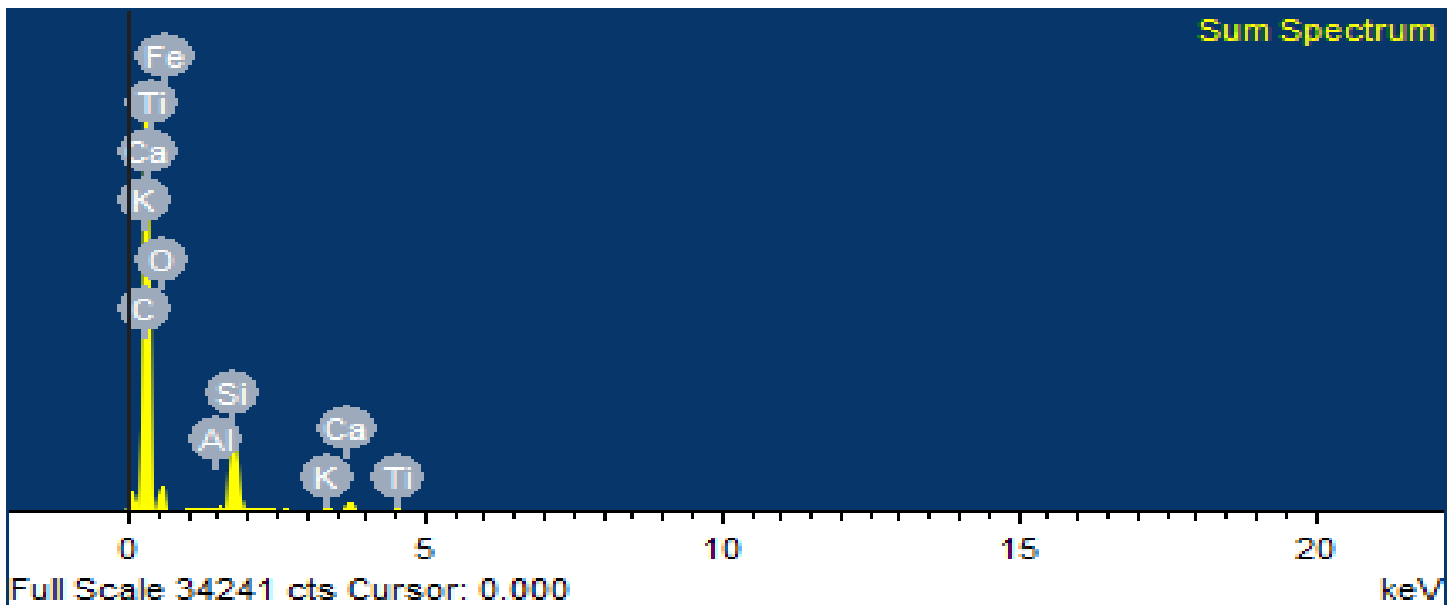
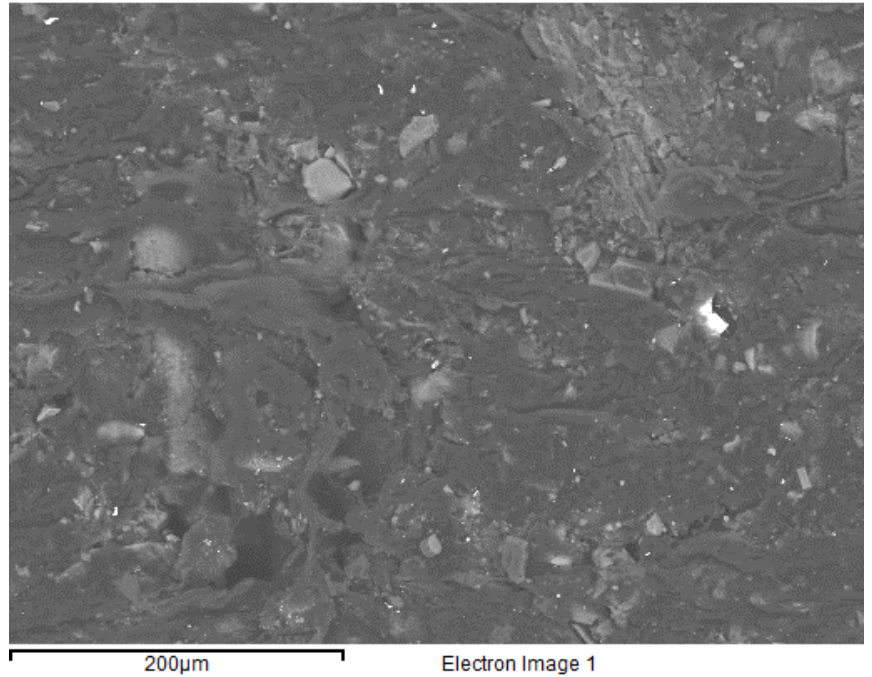
Si SiO<sub>2</sub> 1-Jun-1999 12:00 AM

K MAD-10 Feldspar 1-Jun-1999 12:00 AM

Ca Wollastonite 1-Jun-1999 12:00 AM

Ti Ti 1-Jun-1999 12:00 AM

Fe Fe 1-Jun-1999 12:00 AM



Comment:



Element	Weight%	Atomic%
C K	82.23	87.73
O K	12.74	10.20
Al K	0.11	0.05
Si K	3.50	1.60
K K	0.17	0.06
Ca K	0.71	0.23
Ti K	0.24	0.06
Fe K	0.30	0.07
Totals	100.00	

## Lampiran 6

## Hasil Pengujian SEM EDX Sample JOB

Spectrum processing :

Peaks possibly omitted : 1.040, 1.259, 2.621, 18.130 keV

Processing option : All elements analyzed (Normalised)

Number of iterations = 5

Standard :

C CaCO3 1-Jun-1999 12:00 AM

O SiO2 1-Jun-1999 12:00 AM

Si SiO2 1-Jun-1999 12:00 AM

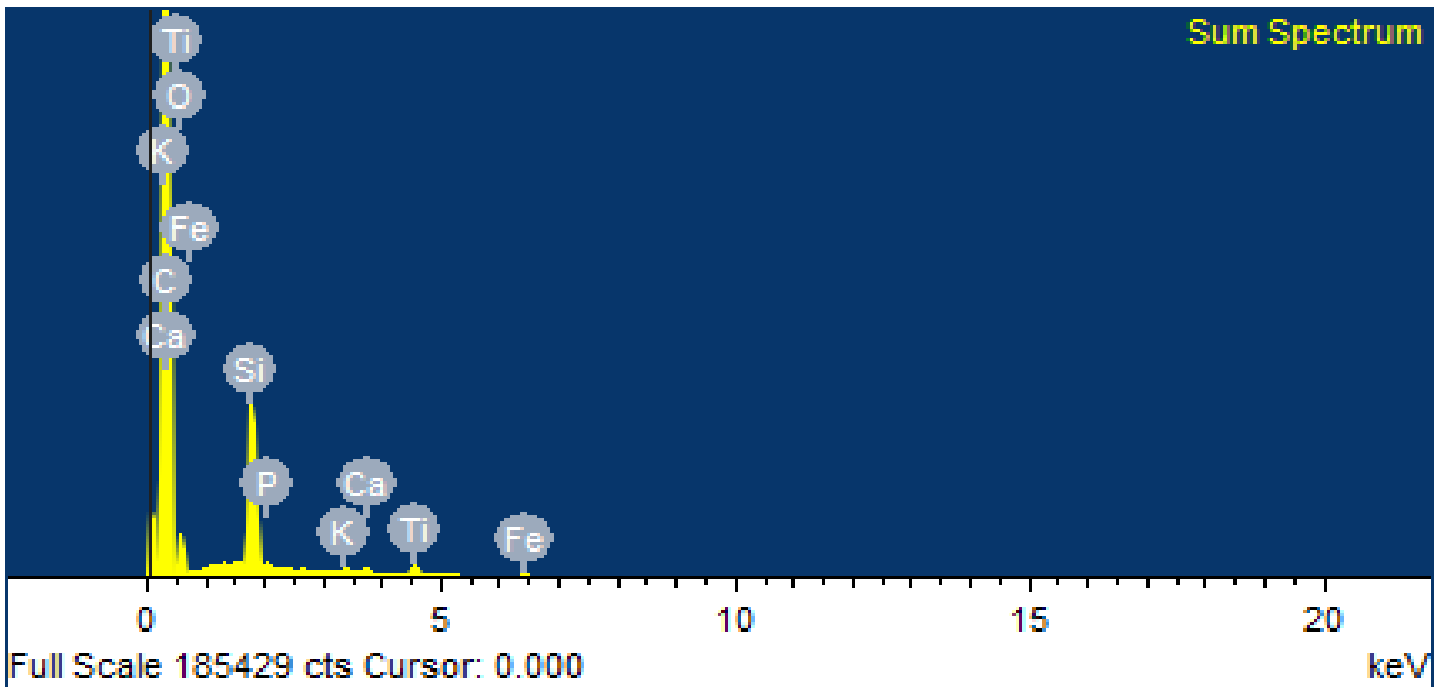
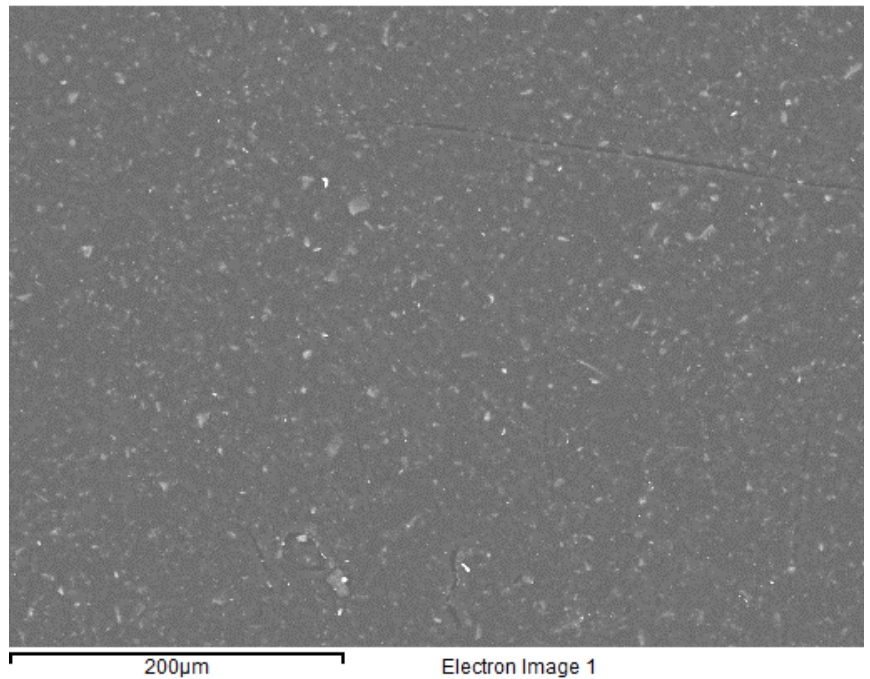
P GaP 1-Jun-1999 12:00 AM

K MAD-10 Feldspar 1-Jun-1999 12:00 AM

Ca Wollastonite 1-Jun-1999 12:00 AM

Ti Ti 1-Jun-1999 12:00 AM

Fe Fe 1-Jun-1999 12:00 AM



Comment:

Element	Weight%	Atomic%
C K	90.11	93.37
O K	7.09	5.51
Si K	1.98	0.88
P K	0.09	0.03
K K	0.12	0.04
Ca K	0.14	0.04
Ti K	0.35	0.09
Fe K	0.13	0.03
Totals	100.00	



## Lampiran 7

## Hasil Pengujian SEM EDX Sample dari Ruang Z3 Komposit LLDPE-Karbon Mikro

Spectrum processing :

No peaks omitted

Processing option : All elements analyzed (Normalised)

Number of iterations = 7

Standard :

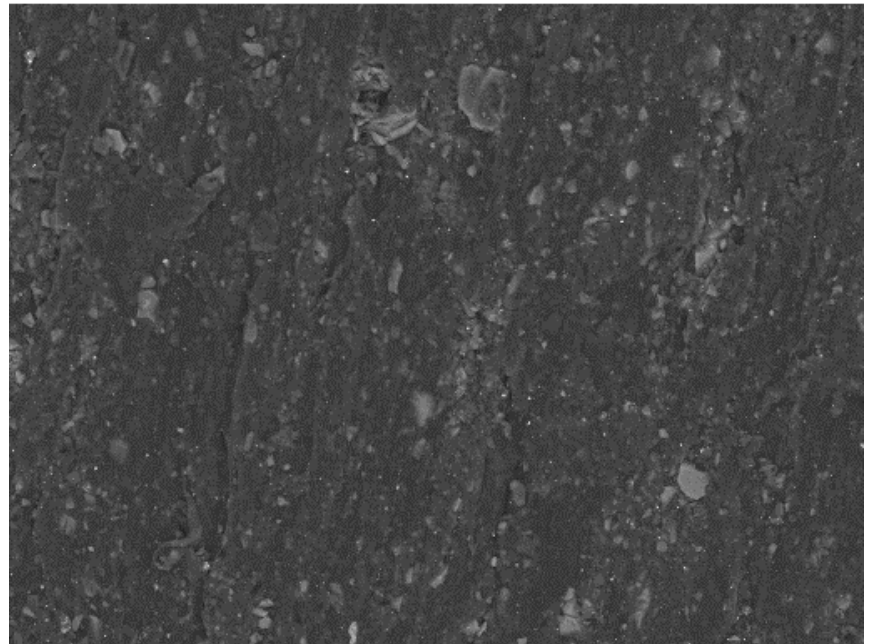
C CaCO3 1-Jun-1999 12:00 AM

O SiO2 1-Jun-1999 12:00 AM

Si SiO2 1-Jun-1999 12:00 AM

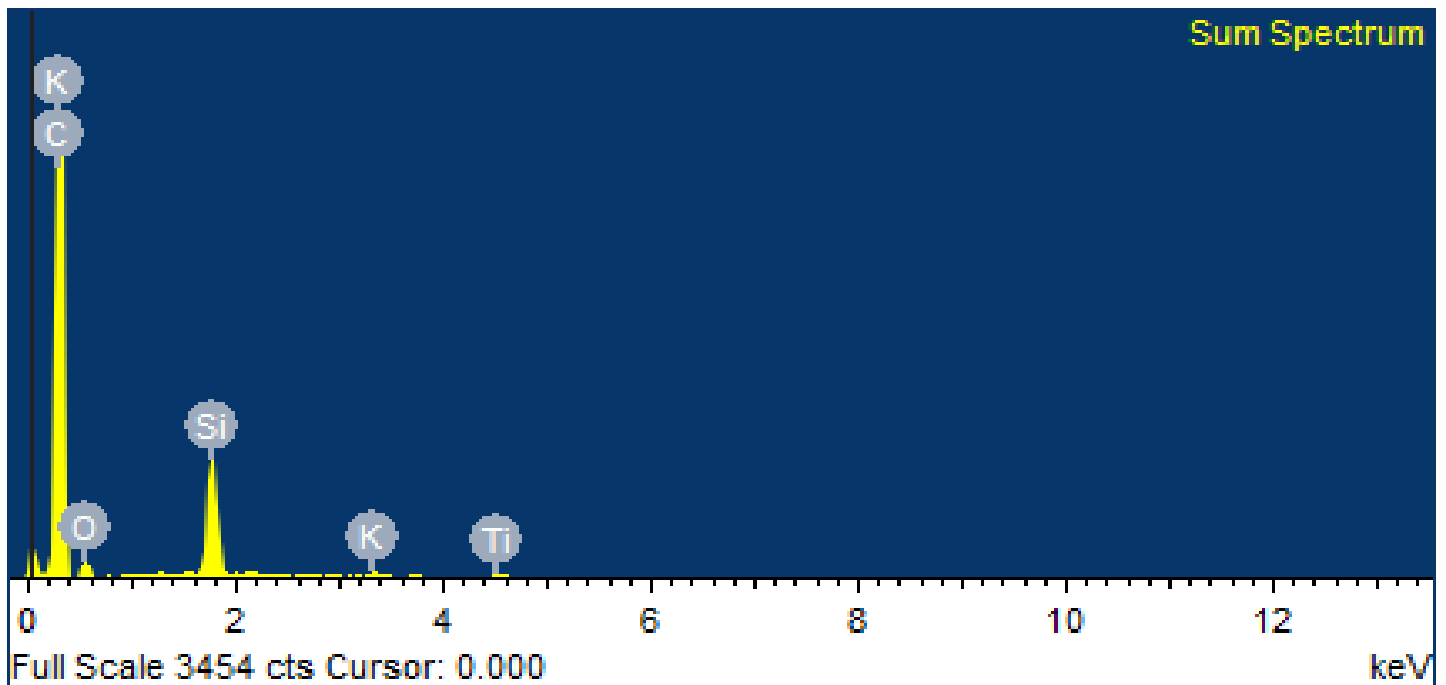
K MAD-10 Feldspar 1-Jun-1999 12:00 AM

Ti Ti 1-Jun-1999 12:00 AM



200µm

Electron Image 1



Comment:

Element	Weight%	Atomic%
C K	87.25	91.84
O K	7.44	5.88
Si K	4.63	2.08
K K	0.28	0.09
Ti K	0.41	0.11
Totals	100.00	

## Lampiran 8

## Hasil Pengujian SEM EDX Sample dari Ruang Z3 Komposit LLDPE-Grafit

Spectrum processing :

No peaks omitted

Processing option : All elements analyzed (Normalised)

Number of iterations = 5

Standard :

C CaCO3 1-Jun-1999 12:00 AM

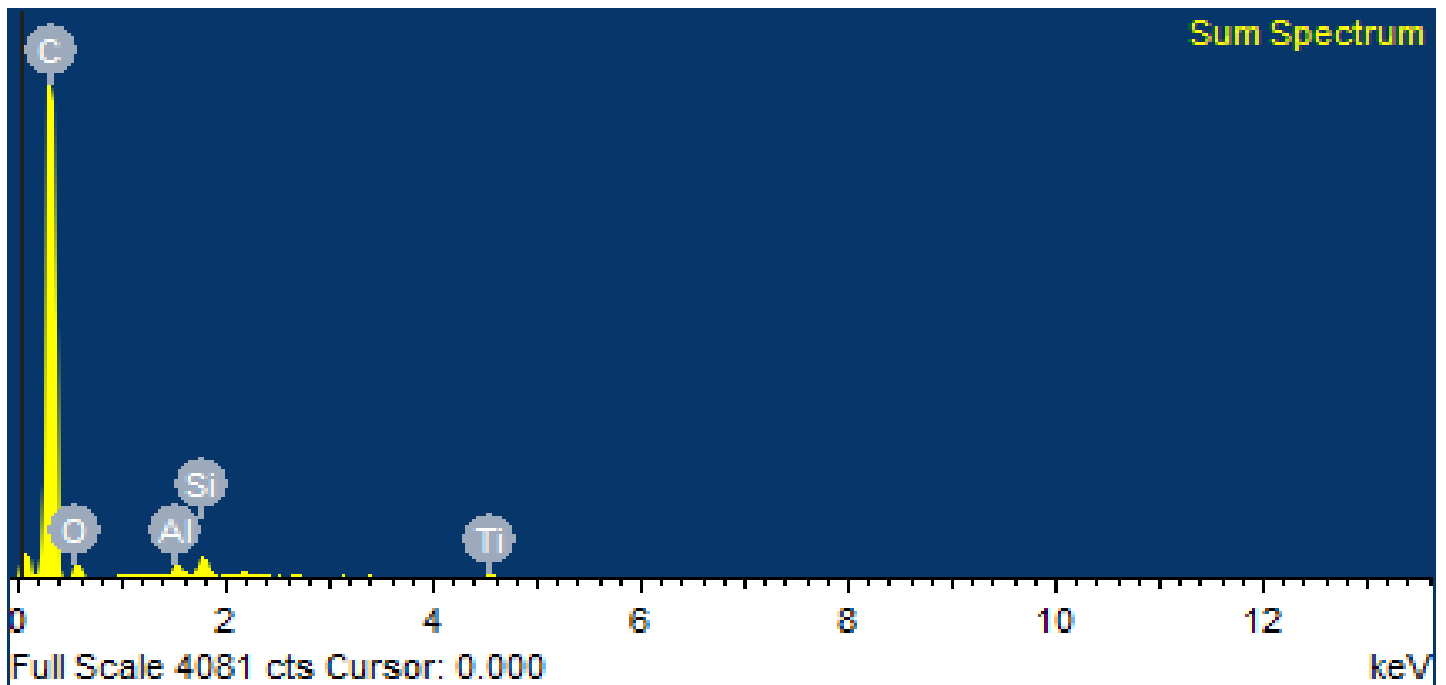
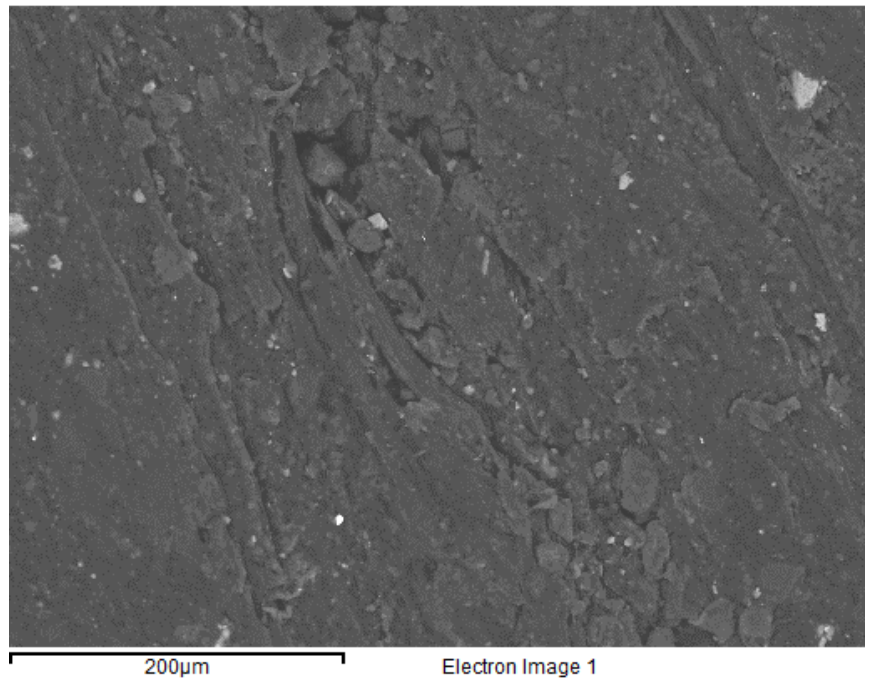
O SiO2 1-Jun-1999 12:00 AM

Al Al2O3 1-Jun-1999 12:00 AM

Si SiO2 1-Jun-1999 12:00 AM

Ti Ti 1-Jun-1999 12:00 AM

Fe Fe 1-Jun-1999 12:00 AM



Comment:



Element	Weight%	Atomic%
C K	89.50	92.76
O K	8.09	6.29
Al K	0.55	0.25
Si K	1.20	0.53
Ti K	0.39	0.10
Fe K	0.28	0.06
Totals	100.00	