

**LAPORAN AKHIR**  
**PENELITIAN KOLABORATIF**  
**DANA BLU FATEK ANGGARAN 2021**



**PENGARUH KOMPOSIT FILLER ABU TONGKOL JAGUNG DENGAN**  
**RESIN EPOXY SEBAGAI ALTERNATIF BAHAN ISOLASI PADAT**  
**TERHADAP KEKUATAN DIELEKTRIK**

**ADE IRAWATY TOLAGO, ST., MT -0914027501**

**Dr. L.M KAMIL AMALI, ST., MT- 0004047704**

**ARFAN SAPUTRA – 521414022**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS NEGERI GORONTALO**  
**2021**

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**PENELITIAN PENELITIAN KOLABORATIF DANA BLU FATEK**

Judul Kegiatan : Pengaruh Komposit Filler Abu Tongkol Jagung Dengan Resin Epoxy Sebagai Alternatif Bahan Isolasi Padat Terhadap Kekuatan Dielektrik

**KETUA PENELITI**

A. Nama Lengkap : Ade Irawaty Tolago, ST,MT  
 B. NIDN : 0914027501  
 C. Jabatan Fungsional : Lektor  
 D. Program Studi : S1 Teknik Elektro  
 E. Nomor HP : 081341538715  
 F. Email : s.syafia@yahoo.co.id

Lama Penelitian Keseluruhan : 1 tahun

Penelitian Tahun Ke : 1

Biaya Penelitian Keseluruhan : -

Biaya Tahun Berjalan : -  
 - Diusulkan Ke Lembaga : -  
 - Dana Internal PT : -  
 - Dana Institusi Lain : -



Gorontalo, 8 April 2021  
 Ketua Peneliti,

(Ade Irawaty Tolago, ST,MT)  
 NIP/NIK. 197502142001122001



## DAFTAR ISI

COVER .....	i
LEMBARAN PENGESAHAN.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR .....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
RINGKASAN .....	viii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan Khusus.....	3
1.4. Keutamaan Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Komposit .....	4
2.2. Metode Pembuatan Komposit .....	10
2.3 Matrik .....	11
2.4. Resin.....	12
BAB III METODE PENELITIAN.....	21
3.1. Tujuan Penelitian.....	21
3.2. Lokasi Penelitian .....	21
3.3. Alat dan Bahan Penelitian .....	21

3.4. Prosedur Pembuatan material Isolasi campuran resin epoksi dan filler arang tongkol jagung .....	28
3.5. Prosedur Pengujian Tegangan Tembus AC.....	36
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>40</b>
4.1. Material Isolasi Padat Resin Epoxy Murni.....	40
4.2. Material Isolasi Padat Campuran Resin Epoxy dan Filler Arang Tongkol Jagung.....	41
4.3. Pengujian Tegangan Tembus Material Isolasi .....	43
4.4. Analisis Tegangan Tembus .....	44
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>46</b>
5. 2. Saran.....	46
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>47</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>48</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Fibrous Composite (sumber: George H Staab,1999) .....	5
Gambar 2. 2 Komposit Laminat ( sumber : George H.Steaab, 1999).....	6
Gambar 2. 3 Komposit Partikel (sumber: George H.Staab,1999).....	6
Gambar 2. 4 Continous fiber composite (Gibson ,1994) .....	7
Gambar 2. 5 Woven fiber composite (Gibson, 1994) .....	8
Gambar 2. 6 Chopped fiber composite (Gibson ,1994) .....	8
Gambar 2. 7 Hybrid composite (Gibson ,1994).....	8
Gambar 2. 8 Particulate Composite .....	9
Gambar 2. 9 Laminated Composites.....	9
Gambar 2. 10 Bahan dasar resin .....	12
Gambar 2. 11 Struktur kimia resin epoksi .....	13
Gambar 2. 12 Resin epoxy .....	13
Gambar 2. 13 Resin Vinylester .....	14
Gambar 2. 14 Resin Polyester.....	15
Gambar 3. 1 Transformator penaik tegangan 100 kV.....	21
Gambar 3. 2 Kapasitor tegangan tinggi.....	22
Gambar 3. 3 Elektroda jarum - jarum .....	22
Gambar 3. 4 Panel control.....	23
Gambar 3. 5 Voltmeter AC .....	23
Gambar 3. 6 Timbangan digital .....	24
Gambar 3. 7 Wadah cetakan bahan isolasi.....	24
Gambar 3. 8 Penumbuk.....	25
Gambar 3. 9 Ayakan .....	25
Gambar 3. 10 Wadah pencampuran .....	26
Gambar 3. 11 Wadah pembakaran .....	26
Gambar 3. 12 Pengaduk .....	26
Gambar 3. 13 Clear epoxy resin colorchem.....	27

Gambar 3. 14 Clear epoxy resin hardener colorchem.....	27
Gambar 3. 15 Tongkol jagung .....	28
Gambar 3. 16 Filler arang tongkol jagung .....	28
Gambar 3. 17 Wadah/cetakan bahan isolasi .....	29
Gambar 3. 18 Proses pengeringan bahan uji.....	30
Gambar 3. 19 Proses pembakaran bahan uji .....	30
Gambar 3. 20 Proses penumbukan bahan uji.....	31
Gambar 3. 21 Proses penyaringan bahan uji.....	32
Gambar 3. 22 Kalibrasi timbangan dengan wadah .....	33
Gambar 3. 23 Penimbangan clear epoxy resin.....	33
Gambar 3. 24 Penimbangan clear epoxy resin hardener.....	34
Gambar 3. 25 Penimbangan filler arang tongkol jagung .....	34
Gambar 3. 26 Proses pencampuran clear epoxy resin dan clear epoxy resin hardener .....	35
Gambar 3. 27 Proses menuangkan bahan uji .....	35
Gambar 3. 28 Material isolasi .....	36
Gambar 3. 29 Isolasi bahan uji.....	37
Gambar 3. 30 Rangkaian pengujian .....	37
Gambar 3. 31 Pemasangan bahan uji pada elektroda jarum – jarum .....	38
Gambar 3. 32 Proses pengujian tegangan tembus.....	39
Gambar 4. 1 Isolasi resin epoxy murni .....	40
Gambar 4. 2 Isolasi padat campuran resin epoxy dan filler arang tongkol jagung .....	42

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2. 1 Karakteristik resin epoksi.....	14
Tabel 2. 2 Kadar air arang tongkol jagung.....	19
Tabel 2. 3 Kadar abu arang aktif tongkol jagung.....	20
Tabel 4. 1 Nilai tegangan tembus material isolasi resin epoxy murni .....	44
Tabel 4. 2 Nilai tegangan tembus.....	44

## **RINGKASAN**

Perkembangan untuk penggunaan isolasi dalam system ketenagalistrikan haruslah memenuhi tingkat keandalan optimal. Untuk itu dilakukan suatu penelitian yang berorientasi membuat salah satu bahan isolasi, dari bahan limbah tongkol jagung yang dibakar pada oven suhu mencapai 650 derajat Celcius sehingga sampai berubah menjadi abu silika. Abu silika tersebut yang dicampurkan dengan bahan polimer seperti epoxy resin dan hardener. Epoxy adalah resin polimer termoseting dimana molekul resin mengandung satu atau lebih gugus epoksida. Zat kimia ini didapat disesuaikan untuk menyempurnakan berat molekul atau viskositas seperti yang dipersyaratkan oleh penggunaan akhir. Sedangkan Hardener untuk Resin formalin berfungsi sebagai katalis untuk mempercepat pengeringan atau reaksi polimerisasi.

**Kata Kunci : Epoxy resin ,Hardener**

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Isolasi adalah salah satu dari beberapa persoalan yang penting dalam teknik Listrik khususnya pada pengeoperasian tegangan tinggi serta merupakan salah satu bahan yang digunakan pada system tenaga listrik dan berfungsi untuk memisahkan dua atau lebih konduktor listrik yang bertegangan sehingga antara konduktor tersebut tidak terjadi lompatan listrik atau hubung singkat. Isolasi salah satu dari beberapa persoalan yang penting dalam teknik khususnya pada pengoperasian tegangan tinggi. Pada peralatan-peralatan partikel selalu menggunakan sumber tegangan tinggi. Perkembangan penggunaan isolasi dalam system tenaga listrik haruslah memenuhi tingkat keandalan yang optimal dan hal ini merupakan tantangan dalam menemukan material baru sebagai isolasi pada penggunaan ketenagalistrikan.

Salah satu bahan isolasi yang mulai dikembangkan sekarang ini pada penggunaan kelistrikan adalah material bahan polimer seperti epoxy resin, merupakan salah satu bahan yang digunakan pada system tenaga listrik dan berfungsi untuk memisahkan dua atau lebih konduktor listrik yang bertegangan sehingga antara konduktor tersebut tidak terjadi lompatan listrik atau hubung singkat. Isolasi salah satu dari beberapa persoalan yang penting dalam teknik khususnya pada pengoperasian tegangan tinggi. Pada peralatan-peralatan selalu menggunakan sumber tegangan tinggi. Perkembangan penggunaan isolasi dalam system tenaga listrik haruslah memenuhi tingkat keandalan optimal dan hal ini merupakan tantangan dalam menemukan material baru sebagai isolasi pada penggunaan ketenagalistrikan. Salah satu bahan isolasi yang mulai dikembangkan sekarang ini pada penggunaan kelistrikan adalah material bahan polimer seperti epoxy resin .

Epoxy adalah resin polimer termoseting dimana molekul resin mengandung satu atau lebih gugus epoksida. Kimia ini didapat disesuaikan untuk menyempurnakan berat molekul atau viskositas seperti yang dipersyaratkan oleh penggunaan akhir. Ada dua

jenis utama epoxy resin, glikidil epoxy dan non glikidil. Glycidyl epoxy resin dapat didefinisikan lebih lanjut sebagai glikidil amina, glikidil ester atau glikidil eter. Epoxy resin non glikidil adalah resin alifatik atau siklo alifatik. Salah satu resin glikidil epoxy yang paling umum dibuat menggunakan Bisphenol- A dan disintesis dalam reaksi dengan epiklorohidrim. Jenis epoxy lain yang digunakan dikenal sebagai epoxy resin novolac. Epoxy resin membutuhkan penambahan zat pengawet saat proses curing yang biasa disebut hardener, bahan hardener atau bahan pengeras agar merubah sifat cair epoxy menjadi padat dan membuatnya menjadi semakin kuat. Mungkin jenis curing agent yang paling umum adalah berbasis amina tidak seperti resin polyester atau ester vini dimana resin dikatalisis dengan tambahan katalis kecil (1- 3 %). Epoxy resin ini memiliki kelebihan diantaranya memiliki tahanan terhadap reaksi kimia yang cukup tinggi, memiliki beban ringan dan mempunyai sifat dielektrik yang rendah meskipun demikian material epoxy resin ini umumnya rentan terhadap pengaruh lingkungan (intensitas radiasi ultra violet, temperature, kelembaban atau hujan) tidak tahan terhadap suhu panas dan polusi tinggi dan terpaan medan listrik yang dapat menyebabkan degradasi dan selanjutnya mengakibatkan penuaan (aging ) (Habibillah Yan Pesa, Murdiya Fri; 2017). Pengujian isolasi tentang pengaruh komposisi Resin terhadap sifat elektrik dan mekanik untuk bahan isolasi tegangan tinggi dilakukan oleh Ellen Nurain,Suyamto (2012)

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian diatas maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :  
Bagaimanakah besar perbandingan campuran material resin epoxy dengan abu tongkol jagung serta hardener apakah campuran material resin epoxy dan abu tongkol jagung serta hardener bisa dijadikan sebagai bahan isolasi padat.

### **1.3. Tujuan Khusus**

Adapun tujuan Penelitian ini adalah :

- 1 Mengetahui besar nilai tegangan tembus campuran material resin epoxy dengan abu tongkol jagung.
- 2.Mengetahui karakteristik campuran material resin epoxy dengan abu tongkol jagung yang bisa dijadikan sebagai bahan isolasi tegangan tinggi.

### **1.4. Keutamaan Penelitian.**

Manfaat dari penelitian ini yaitu :

1. Diharapkan Penelitian ini bisa dijadikan media pengembangan ilmu pengetahuan dalam bidang ketenagalistrikan dalam pembuatan isolasi epoxy resin,hardener dengan campuran abu tongkol jagung.
- 2.Diharapkan Penelitian ini bisa memberikan informasi tentang pemanfaatan limbah tongkol jagung sebagai sumber silika yang dapat dijadikan sebagai isolasi
- 3.Diharapkan Penelitian ini dapat memberikan salah satu alternatif dalam penanganan limbah tongkol jagung yang banyak dipetani.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Komposit**

Pengertian bahan komposit berarti terdiri dari dua atau lebih bahan yang berbeda digabung atau dicampur secara makroskopis menjadi suatu bahan yang berguna, komposit merupakan bahan gabungan secara makro, maka bahan komposit dapat didefinisikan sebagai suatu system material yang tersusun dari campuran dua atau lebih unsur-unsur utama yang secara makro berbeda didalam bentuk dan komposit material yang pada dasarnya tidak dapat dipisahkan. Pada umumnya bahan -bahan komposit secara umum terdiri dari penguat dan matrik. Material komposit mempunyai sifat dari material konvensional pada umumnya dari proses pembuatan melalui pencampuran yang tidak homogen, sehingga leluasa merencanakan kekuatan material komposit yang diinginkan dengan jalan mengatur komposisi dari material pembentuknya.

#### **Tujuan dibentuknya komposit, yaitu sebagai berikut :**

1. Memperbaiki sifat mekanik
2. Mempermudah design yang sulit pada manufaktur
3. Keleluasaan dalam bentuk atau design yang dapat menghemat biaya
4. Menjadikan bahan lebih ringan

#### **Komposit dibentuk dari dua material yang berbeda yaitu :**

1. Penguat atau reinforcement, yang mempunyai sifat yang lebih getas tetapi rigiditas lebih kuat
2. Matrik, umumnya bersifat elastis (ductile) tetapi mempunyai kekuatan dan rigiditas lebih rendah

Adanya perubahan material Teknik dari yang bersifat homogen seperti logam dan kayu menuju ke bahan heterogeny seperti komposit, membuat produksi bahan ini

semakin bervariasi. Komposit merupakan bahan yang dihasilkan dari penggabungan dua atau lebih bahan dasar yang disusun secara makroskopis. Penggabungan dua atau lebih material ini diharapkan mempunyai sifat antara ( Intermediate) bahan penyusunnya, sehingga sifat yang dimiliki menjadi lebih baik .

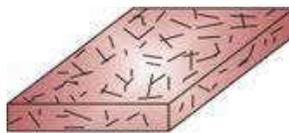
Bahan Teknik secara garis besar dikelompokkan menjadi 4,yaitu :

- a.Logam (contoh : Baja ,aluminium,dan tembaga)
- b.Polimer (contoh : PVC, Teflon, dan polimer)
- c.Keramik (contoh : Porselin, bata tahan api dan kaca)
- d.Komposit (contoh : Kevlar,kaca dan plastic diperkuat kaca)

### **2.1.1 Jenis-Jenis Komposit Berdasarkan Penguat yang digunakan**

#### **1.Komposit Serat (Fiber Composites)**

Komposit serat adalah komposit yang terdiri dari fiber dalam matriks. Fungsi utama dari serat adalah sebagai penopang kekuatan dari komposit. Tinggi rendahnya kekuatan komposit sangat tergantung dari serat yang digunakan, karena tegangan yang dikenakan pada komposit mulanya diterima oleh matrik akan diteruskan kepada serat, sehingga serat akan menahan beban sampai beban maksimum. Oleh karena itu serat harus mempunyai tegangan Tarik dan modulus elastisitas yang lebih tinggi daripada matrik penyusun komposit.

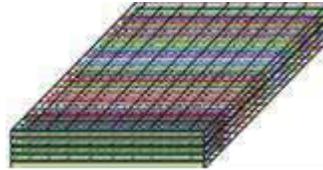


*Gambar 2. 1 Fibrous Composite (sumber: George H Staab,1999)*

#### **2,Komposit Laminat (Laminated Composite)**

Komposit laminat adalah komposit yang terdiri dari sekurang-kurangnya dua lapis material yang berbeda dan digabung secara Bersama-sama.Laminated composite

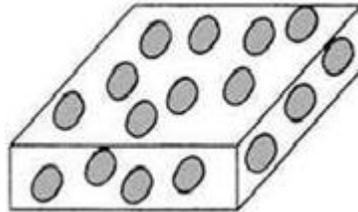
dibentuk dari berbagai lapisan-lapisan dengan berbagai macam arah penyusunan serat yang ditentukan yang disebut laminay.



*Gambar 2. 2 Komposit Laminat ( sumber : George H.Steaab, 1999)*

### 2.1 Komposit Partikel (Partikulate Composite)

Merupakan komposit yang terdiri dari satu atau lebih partikel /serbuk sebagai penguatnya dan terdistribusi secara merata dalam matriknya.



*Gambar 2. 3 Komposit Partikel (sumber: George H.Staab,1999)*

#### **2.1.2. Klasifikasi material komposit berdasarkan komponen structural**

Secara garis besar komposit diklasifikasikan menjadi tiga macam ( Jones, 1975), yaitu :

##### 1.Komposit serat ( Fibrous Composites)

Komposit serat adalah komposit yang terdiri dari fiber dalam bentuk matriks. Secara alami serat yang Panjang mempunyai kekuatan yang lebih disbanding serat yang berbentuk curah (bulk). Merupakan jenis komposit yang hanya terdiri dari satu lamina

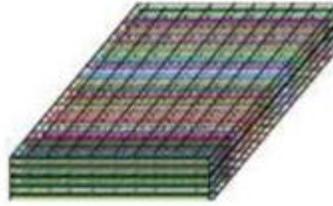
atau satu lapisan yang menggunakan penguat berupa serat/fiber. Fiber yang digunakan bisa berupa fibers glass, carbon fibers, aramid fibers (poly aramide).dan sebagainya. Fiber ini bisa disusun secara acak maupun dengan orientasi tertentu bahkan bisa juga dalam bentuk yang lebih kompleks seperti anyaman. Serat merupakan material yang mempunyai perbandingan Panjang terhadap diameter sangat tinggi serta diameternya berukuran mendekati kristal, serat juga mempunyai kekuatan dan kekakuan terhadap densitas yang besar (Jones, 1975). Kebutuhan akan penempatan serat dan arah serat yang berbeda menjadikan komposit diperkuat serat dibedakan lagi menjadi beberapa bagian diantaranya :

- 1). Continuous fiber composite (komposit diperkuat dengan serat continue)



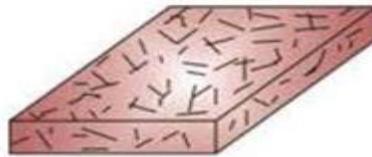
*Gambar 2. 4 Continous fiber composite (Gibson ,1994)*

- 2).Woven fiber composite (komposit diperkuat dengan serat anyaman)



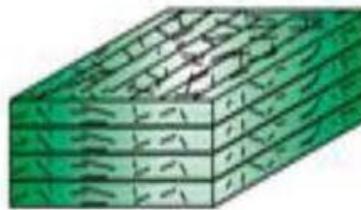
*Gambar 2. 5 Woven fiber composite (Gibson, 1994)*

3) Chopped fiber composite (komposit diperkuat serat pendek/acak)



*Gambar 2. 6 Chopped fiber composite (Gibson ,1994)*

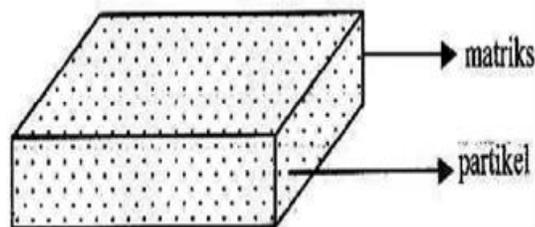
4) Hybrid composite (komposit diperkuat serat kontinyu dan serat acak)



*Gambar 2. 7 Hybrid composite (Gibson ,1994)*

## 2. Komposisi Partikel (Particulate Composites)

Merupakan komposit yang menggunakan partikel serbuk sebagai penguatnya dan terdistribusi secara merata dalam matriksnya.

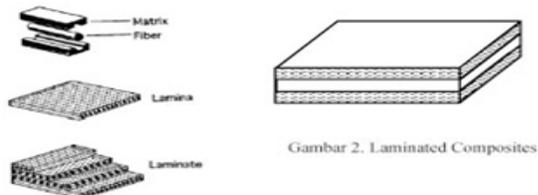


*Gambar 2. 8 Particulate Composite*

Komposit ini biasanya mempunyai bahan penguat yang dimensinya kurang lebih sama, seperti bulat serpih, balok, serta bentuk-bentuk lainnya yang memiliki sumber hamper sama yang kerap disebut partikel dan bisa terbuat dari satu atau lebih material yang ditenamkan dalam suatu matriks dengan material yang berbeda. Partikelnya bisa logam atau non logam, seperti hanya matriks. Selain itu adapula polimer yang mengandung partikel yang hanya dimaksudkan untuk memperbesar volume material dan bukan untuk kepentingan sebagai bahan penguat (Jones, 1975)

## 3. Komposit Lapis (Laminates Composites)

Merupakan jenis komposit terdiri dari dua lapis atau lebih yang digabung menjadi satu dan setiap lapisannya memiliki karakteristik sifat sendiri.



*Gambar 2. 9 Laminated Composites*

Komposit ini terdiri dari bermacam-macam lapisan material dalam satu matriks .Bentuk nyata dari komposit lamina adalah: (Jones,1999)

#### 1.Bimetal

Bimetal adalah lapis dari dua buah logam yang mempunyai koefisien ekspansi thermal yang berbeda. Bimetal akan melengkung seiring dengan berubahnya suhu sesuai dengan perancangan , sehinggajenis ini sangat cocok untuk alat ukur.

#### 2.Pelapisan Logam

Pelapisan logam yang satu dengan yang lain dilakukan untuk mendapatkan sifat terbaik dari keduanya.

#### 3. Kaca yang dilapisi

Konsep ini sama dengan pelapisan logam. Kaca yang dilapisi akan lbih tahan terhadap cuaca

#### 4.Komposit lapis serat

Dalam hal ini lapisan dibentuk dari komposit serat dan disusun dalam berbagai orientasi serat.Komposit jenis ini biasa digunakan untuk panel sayap pesawat dan badan pesawat.

### **2.2. Metode Pembuatan Komposit**

Ada dua metode yang biasanya digunakan dalam pembuatan komposit yaitu Hand lay up dan Hot press (HP). Hand lay up adalah proses pencetakan dengan tangan secara manual yang digunakan dalam proses pencetakan specimen ini. Hot Press (HP) adalah suatu metode pembuatan komposit dengan melakukan penekanan pada material pembuat komposit dengan temperature yang telah ditentukan alat tekan panas pada komposit ini memiliki dua komponen utama, yaitu komponen penekan dan komponen pemanas. Komponen penekan yaitu berupa dongkrak hidrolik, plat atas dan plat bawah. Komponen pemanas yaitu komponen kelistrikannya yang dipasang di dlam plat tekan atas dan plat tekan bawah. Prinsip kerja dari alat ini adalah dan pemanasan suatu material dengan temperature tertentu dengan menggunakan dongkrak hidrolik, untuk mendorong plat bawah bergerak keatas untuk berfungsi memadatkan suatu material

pada saat menyentuh plat tekan atas dan besarnya tekanan yang diberikan dapat dibaca pada alat penunjuk tekanan (Pressure Gauge).

### **2.3 Matrik**

Dalam teknologi komposit didefinisikan sebagai suatu material yang berfungsi sebagai pengisi dan pengikat yang mendukung, melindungi dan dapat mendistribusikan beban dengan baik ke material penguat komposit. Untuk itu matrik haruslah memiliki sifat ideal Tangguh ulet dan cukup kuat

Berdasarkan fasa pengisi (matrik) komposit dapat dibedakan mejadi tiga jenis yaitu :

#### 1.PMC (polymers matrix composite)

Komposit yang menggunakan polimer sebagai matrixnya .

Contoh: polimer diperkuat serat gelas (GFRP)

#### 2.CMC (ceramic matrix composit)

Material 2 fasa dengan 1 fasa berfungsi sebagai reinforcement dan 1 fasa sebagai matrix, dimana matriknya terbuat dari keramik reinforcement yang umum digunakan pada CMC adalah oksida carbide dan nitrid. Salah satu proses pembuatan dari CMC yaitu dari proses DIMOX yaitu proses pembentukan komposit dengan reaksi oksidasi leburan logam untuk pertumbuhan keramik disekeliling daerah filter.

#### 3.MMC (metal matrix composites)

Salah satu jenis composite yang memiliki matrik logam . Material MMC mulai dikembangkan sejak tahun 1996

Sufat matrik yang ideal adalah Tangguh ulet dan cukup kuat. Matrik berfungsi sebagai pengikat serat, meneruskan beban dan mencegah perpattan serat keseluruhan komposit. Temperatur cair matrik yang lebih rendah membatasi penggunaan komposit temperature tinggi.

## 2.4. Resin

Resin adalah senyawa kimia polimer (garangngan dari monomer yang terdiri dari unsur Carbon dan Nitrogen).

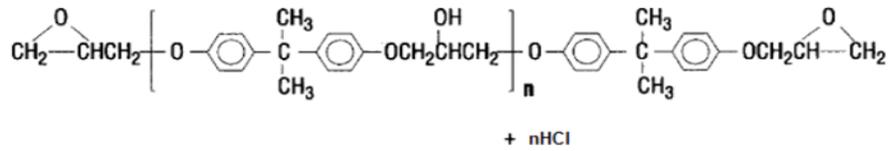


*Gambar 2. 10 Bahan dasar resin*

Seperti yang terlihat pada gambar 2.10 resin bisa didapatkan dari alam atau terbentuk secara alami yang biasa disebut getah yang dikeluarkan oleh banyak jenis tetumbuhan, terutama oleh jenis-jenis pohon runjung (konifer). Getah ini biasanya membeku, lambat atau segera dan membentuk massa yang keras dan sedikit banyak transparan. Tetapi resin juga bisa didapat dengan cara sintesis (buatan) dengan mereaksikan beberapa senyawa di laboratorium atau industri hingga membentuk polimer resin. Ada banyak jenis resin seperti: Natural Oil, Alkyd, Nitro Cellulose, Polyester, Melamine, Acrylic, Epoxy, Polyurethane, Silicone, Fluorocarbon, Venyl, Cellulosic, dll. Resin dibagi berdasarkan mekanisme mengering atau mengerasnya (pembentukan film).

### 1. Resin Epoksi

Resin epoksi merupakan polimer termosetting yang susunan kimianya terdiri ikatan oksigen dan karbon dihasilkan oleh reaksi epichlorohydrin dan bisphenol A. Struktur lengkap dari epoksi yang memiliki ikatan molekul resin epoksi ditunjukkan pada gambar 2.3 berikut ini:



Gambar 2. 11 Struktur kimia resin epoksi

Resin epoksi akan mengeras jika dicampur dengan bahan pengeras dan bahan pengisi. Penggunaannya sangat luas seperti untuk isolasi, perlengkapan rumah tangga, komponen mesin, bahan bodi pesawat terbang, struktur. Salah satu contoh polimer yang dapat digunakan sebagai bahan dasar isolasi pasangan luar dalam bidang ketenagalistrikan adalah resin epoksi. (Parlinggoman Parhusip, 2006).



Gambar 2. 12 Resin epoxy

Bahan resin epoxy memiliki beberapa kelebihan antara lain: Sifat kekentalan rendah, mudah dibentuk, penyusutan rendah, kerekatan tinggi, sifat mekanis tinggi, isolasi listrik yang tinggi, ketahanan kimia baik. Selain kelebihan yang dimiliki oleh resin epoksi terdapat pula beberapa kelemahan yaitu, Mudah mengalami proses penuaan (aging) dan degradasi pada permukaan akibat adanya stress listrik dan termal, kinerja sifat tolak airnya sangat rendah, sangat sensitif jika digunakan didaerah yang bersuhu tinggi, berkelembapan tinggi, dan adanya radiasi UV dengan intensitas tinggi yang menurunkan kinerjanya. Untuk meningkatkan kinerja resin epoksi sehingga dapat

digunakan dalam aplikasi luar ruangan, penyediaan aditif seperti filler yang akan digunakan pada resin epoksi adalah tongkol jagung

**Tabel 2. 1 Karakteristik resin epoksi**

Property	Value	Units
Density	1200	Kg/m <sup>3</sup>
Elastic modulus	4500	MPa
Shear modulus	1600	MPa
Poisson ratio	0.4	v
Tensile strength	130	MPa
Elongation	(100°C) 6(200° C)	%
Coefficient of thermal Expansion	11 x 10 <sup>-5</sup>	°C <sup>-1</sup>
Coefficient of thermal Conductivity	0.2	W/m°C
Heat Capacity	1000	J/kg°C
Useful temperature limit	90 to 200	°C
Price	6 to 20	S/kg

## 2. Resin Vinylester



*Gambar 2. 13 Resin Vinylester*

Resin ini biasanya memiliki sekitar sepertiga kekuatan resin epoxy. Mereka menempel tidak begitu bagus diserat karbon dan serat aramid atau kevlar, tapi tetap saja bisa digunakan untuk aplikasi sederhana untuk serat itu. Resin vinylester terutama digunakan dengan fiberglass, namun biasanya juga digunakan dengan karbon sebagian besar untuk aplikasi kosmetik bila mantel poliester bening atau gelcoat berbasis poliester dibutuhkan. Jenis resin ini sebaiknya tidak digunakan dengan serat karbon atau aramid kalau memang hanya untuk mengharapkan kekuatan material. Sebagai catatan, pelapis yang mengandung karet silikon urethan dapat digunakan bersama-sama dengan epoxy.

### 3. Resin Polyester



*Gambar 2. 14 Resin Polyester*

Resin ini adalah resin yang harganya paling murah diantara semua resin. Resin ini memiliki daya rekat yang tidak baik dan tidak boleh digunakan untuk pekerjaan berserat karbon atau aramid. Mereka biasanya bekerja dengan baik hanya pada fiberglass. Resin poliester adalah jenis resin yang paling banyak dijual untuk pembuatan barang-barang biasa seperti hiasan gantungan kunci, fairing penutup body motor dan barang-barang fiberglass lainnya.

### 4. Hardener

Zat berwujud cairan ini adalah campuran resin, hardener berwarna bening dan berbau agak menyengat. Hardener berfungsi untuk mempercepat proses pengerasan

polimerisasi resin. Semakin banyak hardener maka akan semakin cepat resin mengering. Bila kena kulit akan terasa panas sehingga bila dicampur dengan resin akan menghasilkan adonan yang terasa panas juga. Hardener dibutuhkan dalam jumlah relatif sedikit, tapi menentukan kecepatan pengeringan / reaksi. Penggunaan hardener 1% dari resin. Dari berbagai artikel campuran resin dan hardener yg dianjurkan adalah:

- a. 1:10 yang artinya banyak hardener adalah 1/10. Perbandingan ini yang dipakai oleh kebanyakan orang untuk jenis akrilik.
- b. 3:100 atau banyak hardenernya adalah 1/33,3 dari banyaknya resin. Ini biasanya untuk resin yg hardenernya kurang bagus atau resin butek.
- c. ½ gelas air mineral resin: 10-15 tetes hardener

Dan banyak lagi tergantung jenis maupun kualitas resin dan hardener masing-masing. Beberapa ada juga yang menggunakan cara sendiri dalam mengukur perbandingan baku ini, ada yang menghitung perbandingan dengan banyaknya tetes dan ada juga dengan cara mengira-ngira saja.

#### A. Contoh-contoh akibat takaran hardener yang terlalu banyak

- Hasil resin bening akan menjadi buram kekuning-kuningan setelah kering.
- Panas yang berlebihan bahkan sampai mengeluarkan asap dan wadah campur dari gelas air mineral pun ikut meleleh.
- Lama mengering. Ada yang mengira bahwa memperbanyak hardener akan mempercepat pengeringan campuran resin tetapi itu tidaklah benar dan bahkan bisa memperlambat proses pengeringan. Hal ini sebenarnya masih wajar terlebih-lebih kalau kualitas resin yang kita gunakan tidak baik. Kita hanya perlu bersabar hingga 24 jam. Memang ada yang cepat mengering dalam waktu 15 menit tetapi ada juga yang 3-5 jam bahkan 24 jam.

#### B. Contoh-contoh akibat hardener yang terlalu sedikit

- Lama mengering. Hal ini sama seperti kelebihan takaran diatas karena zat kimia tidak mendapatkan bahan ikatan yang pas dan akan saling tolak menolak antara partikel yang satu dengan yang lain.

- Gelembung yang berlebihan . proses penggarangan tidak akan sempurna mengakibatkan senyawa menghasilkan gelembung udara yang tentu akan memberikan hasil yang kurang memuaskan.
- Mengeras tetapi dngan permukaan yang lengket.

#### 2.4.1 Resin Epoksi Sebagai Salah Satu Bahan Polimer

Resin epoksi akan mengeras jika dicampur dengan bahan pengeras, hardener dan bahan pengisi. Penggunaannya sangat luas seperti untuk isolasi, perlengkapan rumah tangga, komponen mesin, bahan bodi pesawat terbang, struktur.Salah satu contoh polimer yang dapat digunakan sebagai bahan dasar isolasi pasangan luar dalam bidang ketenagalistrikan adalah resin epoksi. (Parlinggoman Parhusip, 2006). Bahan resin epoxy memiliki beberapa kelebihan antara lain: Sifat kekentalan rendah, mudah dibentuk, penyusutan rendah, kerekatan tinggi, sifat mekanis tinggi, isolasi listrik yang tinggi, ketahanan kimia baik. Selain kelebihan yang dimiliki oleh resin epoksi terdapat pula beberapa kelemahan yaitu, Mudah mengalami proses penuaan (aging) dan degradasi pada permukaan akibat adanya stress listrik dan termal, kinerja sifat tolak airnya sangat rendah, sangat sensitif jika digunakan didaerah yang bersuhu tinggi, berkelembapan tinggi, dan adanya radiasi UV dengan intensitas tinggi yang menurunkan kinerjanya. Untuk meningkatkan kinerja resin epoksi sehingga dapat digunakan dalam aplikasi luar ruangan, penyediaan aditif seperti filler yang akan digunakan pada resin epoksi adalah tongkol jagung.

Provinsi Gorontalo yang dikenal sebagai penghasil jagung di Indonesia, hasil utama jagung adalah biji jagung yang digunakan terutama untuk makanan manusia dan ternak. Hasil survei bahwa limbah tongkol jagung di Gorontalo belum dimanfaatkan. Limbah tongkol jagung tersebut hanya menimbulkan masalah serius bagi lingkungan, terutama karena pembakaran limbah akan menimbulkan polusi yang hebat dan juga membahayakan lingkungan. Padahal energi yang terkandung dalam limbah organik padat dapat dimanfaatkan melalui pembakaran langsung atau dengan terlebih dahulu mengkonversikannya dalam bentuk lain yang bernilai ekonomis, yang lebih efisien dan

efektif penggunaannya, diantaranya pembakaran langsung (biomassa) melalui proses gasifikasi, sebagai alternatif bahan bakar.

Mengamati kondisi potensi produksi limbah tongkol jagung tersebut, maka perlu dilakukan analisa untuk mengetahui pemanfaatan energi yang dihasilkan, jika limbah tongkol tersebut akan digunakan sebagai bahan baku dari pembuatan bahan bakar Biomassa. Untuk mengetahui potensi energi yang dihasilkan dapat dilakukan dengan menghitung nilai rata-rata produksi limbah tongkol, Perhitungan energi yang dihasilkan dapat memberikan informasi tentang kandungan energi dalam limbah tongkol jagung tersebut, melalui pemanfaatan bahan baku limbah yang akan berguna untuk keperluan masyarakat Gorontalo.

#### 2.4.2 Bahan Pengisi (Filler)

Material pengisi atau filler adalah bahan yang ditambahkan ke bahan polimer sebelum proses vulkanisasi yang bertujuan untuk memperbaiki karakteristik elektrik atau mekanis tertentu atau mengurangi biaya produksi karena bahan pengisi lebih murah dibandingkan bahan polimer itu sendiri. Penambahan bahan pengisi memungkinkan sifat-sifat fisik polimer dapat termodifikasi karena masalah fenomena bidang batas (interface) antara bahan pengisi dengan bahan polimer itu sendiri. Adapun fungsi dari bahan pengisi adalah sebagai:

1. Penguat: contoh bahan pengisi yang berfungsi sebagai penguat: karet dan karbon hitam maupun serat gelas dan berbagai polimer termal.
2. Perbaikan dari temperatur deformasi termal, temperatur deformasi termal dapat dinaikkan dengan menggunakan gelas, talk atau mika.
3. Pelindung: memperbaiki ketahanan permeabilitas gas, sifat isolasi listrik dsb.
4. Hantaran listrik: hantaran listrik diberikan pada bahan polimer dengan menggunakan bubuk perak, tembaga dan logam lain atau karbon hitam.
5. Pelumasan: Dengan menambahkan molibden disulfida, grafit dsd, sifat pelumasan ditingkatkan.

- 6 .Absorpsi: lempeng mengabsorpsi komponen elektrolitik untuk meningkatkan sifat isolasi listrik.
7. Ketahanan cuaca: membuat perisai efektif terhadap cahaya.
8. Penyesuaian koefisien pemuai yang lebih tinggi dan dapat dikurangi dengan penambahan zat organik.
9. Perbaikan sifat percetakan dan perlekatan: perlekatan yang lebih baik didapat dengan penambahan bahan anorganik.

#### 2.4.3 Arang Tongkol Jagung

Menurut Rizkyi, dkk (2016) karakterisasi dari arang aktif tongkol jagung meliputi kadar air, kadar abu, dan daya jerap ion. Kadar air yang diperoleh berdasarkan penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.2 (Rizkyi, Susatyo, & Susilaningsih, 2016).

**Tabel 2. 2 Kadar air arang tongkol jagung**

No	Arang Tongkol Jagung	Kadar air (%)
1	Tak teraktivasi	7,51
2	Teraktivasi	3,29

Sumber ; Rizkyi, dkk (2016)

Tabel 2.2 . menunjukkan kadar air arang tongkol jagung teraktivasi lebih kecil yaitu 3,29% sedangkan pada arang tak teraktivasi kadar airnya sebesar 7,51%. Hal ini mungkin disebabkan oleh HCl yang bersifat higroskopis sehingga H<sub>2</sub>O yang terdapat dalam arang bereaksi dengannya. Pernyataan ini juga diperkuat oleh Pari (2004), bahwa bahan pengaktif yang bersifat higroskopis dapat menurunkan kadar air. Semakin rendah kadar air menunjukkan sedikitnya air yang tertinggal dan menutupi pori arang aktif, dengan demikian arang yang teraktivasi memiliki luas permukaan yang lebih besar sehingga dapat mengadsorpsi ion logam lebih baik dibandingkan dengan arang

yang tidak diaktivasi. Hasil kadar abu dari arang aktif tongkol jagung yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 2.3

**Tabel 2. 3 Kadar abu arang aktif tongkol jagung**

No	Arang Tongkol Jagung	Kadar Abu (%)
1	Tak teraktivasi	11,29
2	Teraktivasi	8,92

Sumber ; Rizkyi, dkk (2016)

Arang tak teraktivasi memiliki kadar abu yang lebih banyak yaitu 11,29% nilai ini lebih besar dibandingkan dengan kadar abu dari arang yang teraktivasi yaitu 8,92% seperti terlihat dalam Tabel 2.3. Kandungan abu pada arang teraktivasi yang lebih rendah menunjukkan bahwa arang aktif memiliki kualitas yang lebih baik sebagai adsorben dibandingkan dengan arang yang tidak teraktivasi karena pori-pori arang aktif tidak tertutupi oleh abu sehingga adsorpsi ion logam dapat maksimal. Daya adsorpsi arang aktif terhadap iod memiliki korelasi dengan luas permukaan dari arang aktif.

## **BAB III METODE PENELITIAN**

### **3.1. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah dapat mengetahui besar nilai tegangan tembus campuran material resin epoxy dengan abu tongkol jagung, serta mengetahui karakteristik campuran material resin epoxy dengan abu tongkol jagung yang bisa dijadikan sebagai bahan isolasi tegangan tinggi

### **3.2. Lokasi Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Tegangan Tinggi Teknik, Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Gorontalo .

### **3.3. Alat dan Bahan Penelitian**

Adapun peralatan dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

#### 1. Alat

- Transformator penaik tegangan 220 V sampai dengan 100 kV berfungsi untuk menaikkan tegangan tinggi AC dari 220 V sampai tegangan 100 kV.



*Gambar 3. 1 Transformator penaik tegangan 100 kV*

- Kapasitor tegangan tinggi 100 kV dengan nilai kapasitor sebesar 100 pf yang berfungsi sebagai konduktor melewati arus listrik



*Gambar 3. 2 Kapasitor tegangan tinggi*

- Elektroda Jarum – Jarum



*Gambar 3. 3 Elektroda jarum - jarum*

- Panel Kontrol berfungsi untuk melakukan pengujian tegangan tembus AC.



*Gambar 3. 4 Panel control*

- Voltmeter AC berfungsi untuk mengukur tembus tegangan yang terjadi pada material yang diuji.



*Gambar 3. 5 Voltmeter AC*

- Timbangan digital merk Sanbei yang berfungsi untuk menimbang takaran/campuran baik resin epoxy maupun filler dalam pembuatan material isolasi.



*Gambar 3. 6 Timbangan digital*

- Wadah cetakan material isolasi berfungsi sebagai alat cetak dari material isolasi yang akan dibuat dengan ukuran 4 cm x 4 cm



*Gambar 3. 7 Wadah cetakan bahan isolasi*

- Blender berfungsi sebagai penghalus dari arang tongkol jagung untuk dijadikan filler sebagai campuran dengan resin epoxy dari material isolasi.



*Gambar 3. 8 Penumbuk*

- Ayakan berfungsi sebagai alat untuk meyaring filler arang tongkol jagung agar menjadi benar – benar halus.



*Gambar 3. 9 Ayakan*

- Wadah Pencampuran berfungsi sebagai tempat menaruh atau memasukkan material bahan isolasi untuk mencampurkan material bahan isolasi agar tercampur dengan rata menggunakan pengaduk.



*Gambar 3. 10 Wadah pencampuran*

- Wadah Pembakaran



*Gambar 3. 11 Wadah pembakaran*

- Pengaduk



*Gambar 3. 12 Pengaduk*

## 2. Bahan

- Clear Epoxy Resin Colorchem



*Gambar 3. 13 Clear epoxy resin colorchem*

-Clear Epoxy Resin Hardener Colorchem



*Gambar 3. 14 Clear epoxy resin hardener colorchem*

-Tongkol jagung



*Gambar 3. 15 Tongkol jagung*

- Filler Arang Tongkol Jagung



*Gambar 3. 16 Filler arang tongkol jagung*

#### **3.4. Prosedur Pembuatan material Isolasi campuran resin epoksi dan filler arang tongkol jagung**

Pembuatan material isolasi bahan uji campuran resin epoxy dan filler arang tongkol jagung dilakukan dengan tahapan yaitu pembuatan wadah cetakan, pembuatan filler arang tongkol jagung serta pembuatan material isolasi campuran resin dan filler arang tongkol jagung.

### **3.4.1 Wadah Cetakan Bahan Isolasi**

Wadah cetakan bahan isolasi dibuat dengan menggunakan bahan akrelik dengan tebal 1 mm yang berdimensi 5 cm x 5cm x 1 cm. Tempat cetakan dapat dilihat pada gambar 3.18. Wadah cetakan bahan isolasi.



*Gambar 3. 17 Wadah/cetakan bahan isolasi*

### **3.4.2 Pembuatan Filler Arang Tongkol Jagung**

Arang tongkol jagung dibuat dari tongkol jagung yang didapatkan dari limbah perkebunan. Adapun tahapan pembuatan arang tongkol jagung sebagai berikut :

#### **1. Proses Pengeringan**

Tongkol jagung yang diperoleh dari limbah perkebunan, dikeringkan dengan menggunakan cara pengeringan menggunakan oven listrik untuk mengurangi kadar airnya. Tongkol jagung dikeringkan menggunakan oven listrik dengan suhu 255 ° C seperti yang terlihat pada gambar 3.19 proses pengeringan tongkol jagung



*Gambar 3. 18 Proses pengeringan bahan uji*

## 2. Proses Pembakaran

Tongkol jagung yang telah melalui proses pengeringan, kemudian dibakar dengan menggunakan Tanur. Tongkol jagung tersebut diletakkan diatas wadah berbahan keramik. Sehingga tongkol jagung tersebut berubah menjadi arang. Hasil pembakaran tongkol jagung dapat dilihat pada gambar 3.20. proses pembakaran tongkol jagung.



*Gambar 3. 19 Proses pembakaran bahan uji*

## 3. Proses Penumbukan

Tongkol jagung yang telah berubah menjadi arang yang masih menggumpal kemudian ditumbuk menggunakan penumbuk untuk mendapatkan arang dari tongkol jagung. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan filler arang tongkol jagung yang halus. Tahap

penggilingan tongkol jagung dapat dilihat pada gambar 3.21 proses penumbukan arang tongkol jagung.

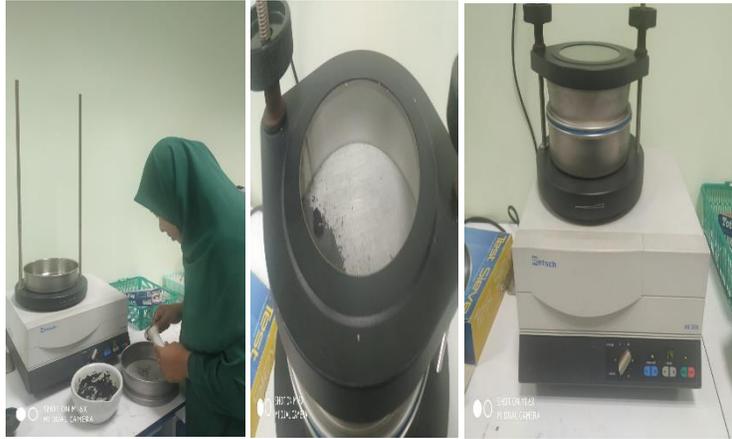


*Gambar 3. 20 Proses penumbukan bahan uji*

#### 4. Proses Penyaringan

Hasil penumbukan dari arang tongkol jagung tidak semuanya menjadi halus, dalam hal ini untuk pencampuran dengan resin epoxy dibutuhkan filler yang benar-benar halus sehingga setelah melakukan proses penumbukan dilakukan kembali proses penyaringan menggunakan ayakan yang terdapat ukuran 200 ms dilihat pada gambar 3.9 ayakan.

Arang tongkol jagung akan disaring untuk mendapatkan arang yang halus dan akan digunakan untuk menjadi filler campuran pada bahan uji. Arang penyaringan tongkol jagung dapat dilihat pada gambar 3.22 proses penyaringan arang tongkol jagung.



*Gambar 3. 21 Proses penyaringan bahan uji*

### **3.4.3 Pembuatan Isolasi Campuran Resin Epoxy dan Filler Arang Tongkol Jagung**

Tahap pembuatan isolasi campuran resin epoxy dan filler arang tongkol jagung dilakukan dengan beberapa tahapan sebagai berikut :

#### **1 . Mempersiapkan alat**

Alat yang digunakan dalam pembuatan isolasi campuran resin epoxy dan filler arang tongkol jagung adalah sebagai berikut :

- Timbangan digital
- Wadah pencampuran
- Pengaduk
- Wadah cetakan bahan isolasi

#### **2. Mempersiapkan bahan**

Bahan yang digunakan dalam pembuatan isolasi campuran resin epoxy dan filler arang tongkol jagung adalah sebagai berikut :

- Clear epoxy resin colorchem
- Clear epoxy resin hardener colorchem
- Filler arang tongkol jagung

#### **3. Menimbang bahan uji**

Penimbangan bahan uji dilakukan dengan menggunakan timbangan dan wadah, namun timbangan yang digunakan tidak mempunyai fitur kalibrasi, maka kalibrasi atau nilai nol timbangan digunakan berat wadah dengan berat sebesar 1,2 gram. Kalibrasi timbangan dan wadah dapat dilihat pada gambar 3.23 kalibrasi timbangan dengan wadah



*Gambar 3. 22 Kalibrasi timbangan dengan wadah*

Penimbangan bahan uji material clear epoxy resin sebesar 20 gram. Nilai dari 20 gram didapatkan dari melakukan memasukan material clear epoxy resin kedalam tempat cetakan. Penimbangan material clear epoxy resin dapat dilihat pada gambar 3.24 penimbangan clear epoxy resin.



*Gambar 3. 23 Penimbangan clear epoxy resin*

Penimbangan campuran clear epoxy resin hardener sebesar 7 gram. Nilai 7 gram ini didapatkan dengan menggunakan perbandingan 1 : 3 dari nilai berat resin epoxy. Perbandingan 1 : 3 ini didapatkan dari mengikuti aturan yang tertera pada name plate clear epoxy resin dan clear epoxy resin hardener. Penimbangan campuran hardener dapat dilihat pada gambar 3.25 penimbangan clear epoxy resin hardener.



*Gambar 3. 24 Penimbangan clear epoxy resin hardener*

Penimbangan campuran filler bahan uji arang tongkol jagung menggunakan takaran yang bervariasi yaitu sebesar 0,5 gram, 1,0 gram, 1,5 gram, 2,0 gram. Nilai takaran dari filler arang tongkol jagung mengikuti batasan masalah yang telah dibuat. Penimbangan campuran filler bahan uji arang tongkol jagung dapat dilihat pada gambar 3.26 penimbangan filler arang tongkol jagung.



*Gambar 3. 25 Penimbangan filler arang tongkol jagung*

#### 4. Proses pencampuran material

Material clear epoxy resin dan clear epoxy resin hardener serta filler arang tongkol jagung yang sudah ditimbang sesuai dengan takaran yang terdapat pada poin 3 dimasukkan bersamaan kedalam wadah pencampuran berupa gelas untuk dicampur bersamaan. Proses ini dilakukan dengan cara mengaduk kedua bahan kimia tersebut agar kedua bahan tersebut tercampur dengan rata. Gambar 3.27 proses pencampuran clear epoxy resin dan clear resin hardener yang kemudian diaduk sehingga tercampur rata.



*Gambar 3. 26 Proses pencampuran clear epoxy resin dan clear epoxy resin hardener*

#### 5. Pembuatan bahan isolasi campuran resin epoxy dan filler arang tongkol jagung

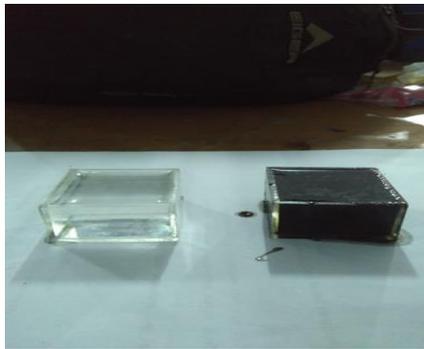
Bahan uji yang telah dicampurkan dengan takaran filler yang bervariasi dimasukkan ke dalam wadah cetakan bahan isolasi. Proses menuangkan bahan uji dapat dilihat pada gambar 3.28 proses menuangkan bahan uji.



*Gambar 3. 27 Proses menuangkan bahan uji*

## 6. Proses Pengeringan material isolasi campuran resin epoxy dan filler arang tongkol jagung

Pengeringan material isolasi campuran resin epoxy dan filler arang tongkol jagung dilakukan pada ruangan tertutup yang bersuhu 28°C selama 12 jam. Setelah proses pengeringan dilakukan kemudian material isolasi campuran resin epoxy dan filler arang tongkol jagung dikeluarkan dalam wadah cetakan bahan uji dan siap dilakukan uji tegangan tembus AC. Adapun material isolasi resin epoxy murni serta material isolasi campuran resin epoxy dan filler arang tongkol jagung dapat dilihat pada gambar 3.29 pengeringan isolasi resin epoxy murni dan isolasi campuran resin epoxy dan filler arang tongkol jagung



*Gambar 3. 28 Material isolasi*

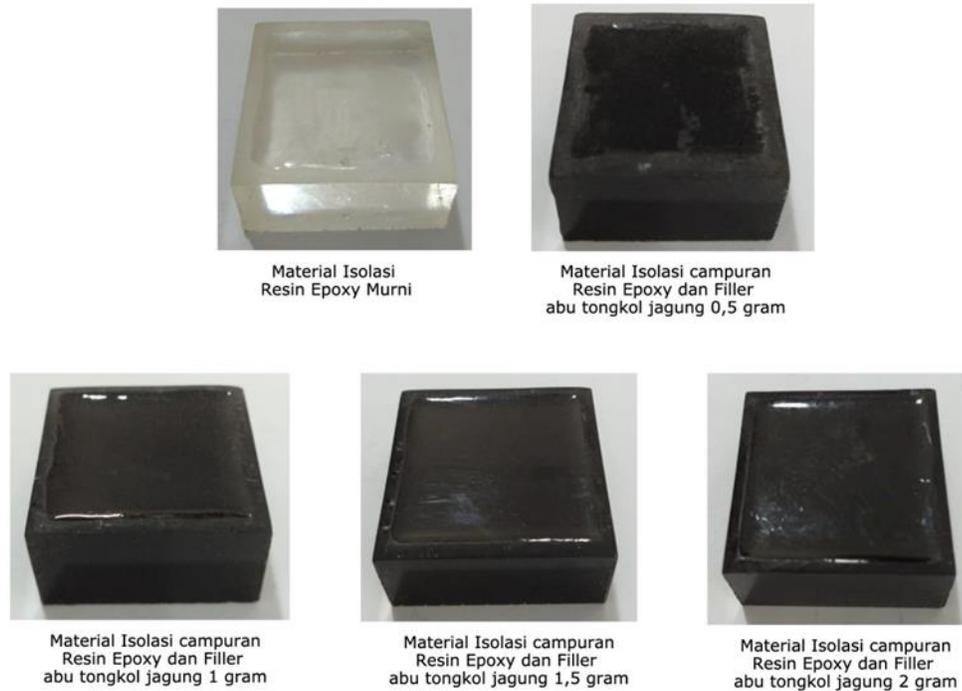
### **3.5. Prosedur Pengujian Tegangan Tembus AC**

Pegujian tegangan tembus AC dilakukan untuk mendapatkan kekuatan dielektrik (tegangan tembus) dari material bahan isolasi campuran resin epoxy dan filler arang tongkol jagung adapun tahapan pengujian tegangan tembus AC sebagai berikut:

1. Persiapan bahan material isolasi campuran resin epoxy dan filler arang tongkol jagung

Adapun material bahan isolasi yang akan diuji ada 5 spesimen yakni resin epoxy murni, campuran resin epoxy dan filler arang tongkol jagung 0,5 gram, campuran resin epoxy dan filler arang tongkol jagung 1 gram, campuran resin epoxy dan filler arang tongkol

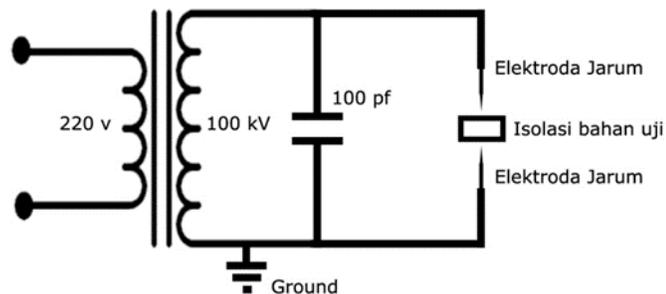
jagung 1,5 gram dan campuran resin epoxy dan filler arang tongkol jagung 2 gram.  
Gambar 3.30 merupakan 5 spesimen bahan isolasi yang akan diuji



Gambar 3. 29 Isolasi bahan uji

2. Membuat rangkaian pengujian tegangan tembus AC.

Rangkaian pengujian tegangan tembus AC dapat dilihat pada gambar 3.31 Rangkaian pengujian tegangan tinggi AC.



Gambar 3. 30 Rangkaian pengujian

3. Memasang material bahan uji isolasi pada elektroda jarum – jarum.

Material isolasi di letakkan pada elektroda jarum-jarum untuk dilakukan pengujian tegangan tembus dari setiap spesimen bahan uji yang telah dibuat. Gambar 3.32 menunjukkan proses pemasangan bahan uji pada elektroda jarum – jarum



*Gambar 3. 31 Pemasangan bahan uji pada elektroda jarum – jarum*

4. Melakukan pengujian tegangan tembus AC pada bahan uji.

Tegangan tembus dari bahan uji tersebut akan ditampilkan pada volmeter AC yang terdapat pada panel kontrol. Pengujian ini dilakukan dengan menaikkan tegangan sampai terjadi tembus tegangan pada material resin epoxy murni dan material isolasi campuran resin epoxy dan filler arang tongkol jagung yang bervariasi takaran filler arang tongkol jagung. Gambar 3.33 memperlihatkan proses pengujian tegangan tembus pada material bahan uji.



*Gambar 3. 32 Proses pengujian tegangan tembus*

5. Mencatat hasil pengujian tegangan tembus material bahan uji.

Peneliti melakukan pencatatan tegangan tembus yang terjadi pada material bahan isolasi yang diuji. Pencatatan dilakukan pada saat material bahan isolasi yang diuji terjadi tembus tegangan dari elektroda jarum lalu tembus melalui material bahan isolasi ke elektroda jarum

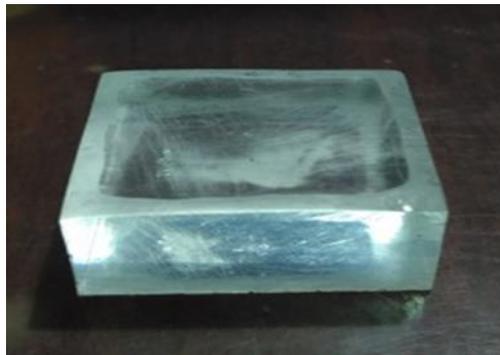
## **BAB IV**

### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1. Material Isolasi Padat Resin Epoxy Murni**

Material isolasi resin epoxy murni terbuat dari bahan Clear Epoxy Resin Colorchem dengan menggunakan bahan pengeras Hardener Clear Epoxy Resin Colorchem.

Campuran antar Clear Epoxy Resin Colorchem dan Hardener Clear Epoxy Resin Colorchem dengan perbandingan 3 : 1 dicampur dan dimasukkan kedalam wadah cetakan yang terbuat dari bahan akrilik untuk dijadikan isolasi padat resin epoxy murni. Cetakan ini memiliki ukuran 5 cm x 5 cm dengan tebal 1 cm. Material isolasi padat yang terbuat dari resin epoxy murni ini terlebih dahulu dikeringkan pada suhu ruangan 28°C selama 12 jam. Adapun aturan pengeringan berdasarkan standar name plate yang tertera pada kaleng wadah resin selama 9 jam, adapun kelebihan jam pengeringan yang dilakukan pada material bahan isolasi dimaksudkan agar bahan isolasi yang akan diuji tersebut benar-benar kering. Hasil cetakan material isolasi pada resin epoxy murni dapat dilihat pada gambar 4.1. Isolasi Resin Epoxy Murni.



*Gambar 4. 1 Isolasi resin epoxy murni*

Hasil cetakan material isolasi resin epoxy murni ini seperti yang terlihat pada gambar 4.1 isolasi resin epoxy murni, terlihat secara kasat mata berwarna putih bening. Adapun menurut penglihatan secara langsung dengan menggunakan bantuan senter (pencahayaan) didalam isolasi resin epoxy murni tersebut masih terdapat buble atau void sebanyak  $\pm 58$  titik void.

#### **4.2. Material Isolasi Padat Campuran Resin Epoxy dan Filler Arang Tongkol Jagung**

Material campuran isolasi resin epoxy dan filler arang tongkol jagung, bahannya terbuat dari Clear Epoxy Resin Colorchem menggunakan bahan pengeras Hardener Clear Epoxy Resin Colorchem dan filler arang tongkol jagung. Filler arang tongkol jagung ini diperoleh dari bahan baku tongkol jagung yang kering yang selanjutnya dibakar selama  $\pm 1$  jam sehingga diperoleh filler tongkol jagung berupa arang halus untuk di jadikan bahan pengisi pembuatan material isolasi berbahan dasar resin epoxy dan filler tongkol jagung.

Material isolasi padat campuran resin epoxy dan filler arang tongkol jagung ini dibuat 4 spesimen yang berbeda variasi takaran filler arang tongkol jagung. Adapun takaran filler arang tongkol jagung tersebut adalah 0,5 gram, 1 gram, 1,5 gram dan 2 gram sesuai dengan batasan masalah dalam penelitian ini.

Setiap spesimen campuran Clear Epoxy Resin Colorchem dan Hardener Clear Epoxy Resin Colorchem Clear Epoxy Resin Colorchem serta filler arang tongkol jagung dimasukan kedalam wadah cetakan untuk dijadikan isolasi padat. Cetakan memiliki ukuran 5 cm x 5 cm dengan tebal 1 cm. Material isolasi padat yang terbuat dari resin epoxy murni ini terlebih dahulu dikeringkan pada suhu ruangan 28°C selama 12 jam. Adapun aturan pengeringan berdasarkan standar name plate yang tertera pada kaleng wadah resin selama 9 jam, adapun lebih jam pengeringan yang dilakukan pada material bahan isolasi dimaksudkan agar bahan isolasi yang akan diuji tersebut benar-benar kering. Spesimen hasil cetakan isolasi padat campuran resin epoxy dan filler

arang tongkol jagung dapat dilihat pada gambar 4.2. Isolasi campuran resin epoxy dan filler arang tongkol jagung.



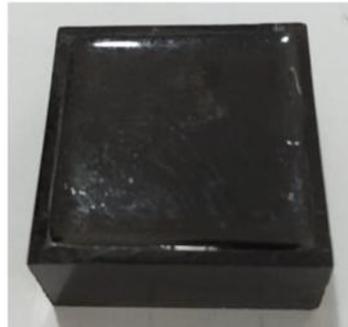
Material Isolasi campuran Resin Epoxy dan Filler abu tongkol jagung 0,5 gram



Material Isolasi campuran Resin Epoxy dan Filler abu tongkol jagung 1 gram



Material Isolasi campuran Resin Epoxy dan Filler abu tongkol jagung 1,5 gram



Material Isolasi campuran Resin Epoxy dan Filler abu tongkol jagung 2 gram

*Gambar 4. 2 Isolasi padat campuran resin epoxy dan filler arang tongkol jagung*

Hasil cetakan material campuran resin epoxy dan filler arang tongkol jagung yang terlihat pada gambar 4.2, terlihat secara kasat mata berwarna hitam sampai hitam pekat hal ini dibuktikan dengan tembus cahaya pada spesimen tersebut. Selanjutnya dengan menggunakan bantuan senter (pencahayaan), pada spesimen pertama (material isolasi campuran resin epoxy dan filler arang tongkol jagung 0,5 gram) tembus cahaya penerangan pada 1,5 cm atau dikategorikan redup, pada spesimen kedua (material

isolasi campuran resin epoxy dan filler arang tongkol jagung 1 gram) cahaya penerangan menjadi sangat redup, pada spesimen ketiga (material isolasi campuran resin epoxy dan filler arang tongkol jagung 1,5 gram) cahaya penerangan menjadi sangat redup sekali dan pada spesimen keempat (material isolasi campuran resin epoxy dan filler arang tongkol jagung 2 gram) cahaya penerangan tidak terlihat lagi atau cahaya tidak tembus. Hal ini dikarenakan campuran dari warna bening pada resin epoxy dan warna hitam pada filler arang tongkol jagung, maka material isolasi tersebut berwarna hitam pekat.

Berdasarkan penglihatan langsung dengan menggunakan bantuan senter (pencahaya) pada spesimen pertama (campuran material resin epoxy dan filler arang tongkol jagung sebanyak 0,5 gram) terdapat buble atau gelembung sebanyak kurang lebih 150 titik gelembung, pada spesimen kedua (campuran material resin epoxy dan filler arang tongkol jagung sebanyak 1 gram) terdapat buble atau gelembung sebanyak  $\pm 169$  titik void, pada spesimen ketiga (campuran material resin epoxy dan filler arang tongkol jagung sebanyak 1,5 gram) terdapat buble atau gelembung sebanyak  $\pm 216$  titik void dan pada spesimen keempat (campuran material resin epoxy dan filler arang tongkol jagung sebanyak 2 gram) terdapat buble atau gelembung sebanyak  $\pm 310$  titik void. Hal ini membuat tegangan tembus pada material campuran resin epoxy dan filler arang tongkol jagung menjadi lebih cepat.

### **4.3. Pengujian Tegangan Tembus Material Isolasi**

#### **4.3.1 Tegangan Tembus Material Isolasi Resin Epoxy Murni**

Pengujian tegangan tembus dari material isolasi resin epoxy murni dilakukan sebanyak 3x pengujian pada bahan uji tersebut. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan nilai yang presisi atau mendekati kebenaran dari nilai tegangan tembus bahan isolasi tersebut. Hasil pengujian tegangan tembus dapat dilihat pada tabel 4.1 nilai dari setiap pengujian tegangan tembus pada material isolasi resin epoxy murni.

**Tabel 4. 1 Nilai tegangan tembus material isolasi resin epoxy murni**

No	Pengujian	Tegangan Tembus (Kv)
1	Pengujian 1	21,85
2	Pengujian 2	21,51
3	Pengujian 3	21,39

#### **4.3.2 Material Isolasi Campuran Resin Epoxy dan Filler Abu Tongkol Jagung**

Pengujian tegangan tembus material isolasi campuran resin epoxy dan filler abu tongkol jagung dilakukan sebanyak 3 kali pengujian pada setiap spesimen yang telah dibuat. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan nilai yang presisi atau mendekati kebenaran dari nilai tegangan tembus bahan isolasi tersebut Pengujian tegangan tembus material resin epoxy dan filler abu tongkol jagung dapat dilihat pada tabel 4.2 nilai dari setiap pengujian tegangan tembus pada material isolasi campuran resin epoxy dan filler arang tongkol jagung..

**Tabel 4. 2 Nilai tegangan tembus**

No	Pengujian	Tegangan Tembus (kV)			
		Filler 0,5 Gram	Filler 1 Gram	Filler 1,5 Gram	Filler 2 Gram
1	Pengujian 1	36,45	33,74	32,54	31,21
2	Pengujian 2	35,29	33,42	32,74	31,82
3	Pengujian 3	34,93	31,09	31,74	31,06

#### **4.4. Analisis Tegangan Tembus**

Berdasarkan tabel 4.2 nilai tegangan tembus material isolasi resin epoxy murni, Diperoleh nilai rata-rata tegangan tembus pengujian material isolasi resin epoxy murni Sebesar 21,58 kV jika dibandingkan dengan standar nilai tegangan tembus dari isolator

Tegangan menengah 20 kV misalnya pin post, jenis pasak, jenis pos saluran, dimana Nilai tegangan tembus bahan isolasi resin epoxy murni ini masih memenuhi standar.

Berdasarkan tabel 4.3 nilai tegangan tembus material isolasi campuran resin epoxy dan filler abu tongkol jagung, diperoleh nilai rata-rata tegangan tembus pada percobaan pertama (material isolasi campuran resin epoxy dan filler abu tongkol jagung 0,5 gram) sebesar 35,55 kV. Nilai tegangan tembus percobaan kedua (material isolasi campuran resin epoxy dan filler abu tongkol jagung 1 gram) sebesar 33,03. Nilai tegangan tembus percobaan ketiga (material isolasi campuran resin epoxy dan filler abu tongkol jagung 1,5 gram) diperoleh sebesar 32,34. Nilai tegangan tembus percobaan keempat (material isolasi campuran resin epoxy dan filler abu tongkol jagung 2 gram) sebesar 31,36.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari hasil penelitian ini , dapat disimpulkam yaitu :

1. Nilai rata-rata tegangan tembus pada campuran resin epoxy dan filler abu Tongkol Jagung 0,5 gram yaitu sebesar 35,55, besar nilai tegangan tembus pada Campuran resin epoxy dan filler abu tongkol jagung 1 gram 33,03, besar nilai Tegangan tembus pada campuran resin epoxy dan filler abu tongkol jagung 1,5 Gram 32,24, besar nilai tegangan tembus pada campuran resin epoxy dan filler Abu tongkol jagung 2 gram yaitu sebesar 31,26
2. Campuran resin epoxy dan filler abu tongkol jagung tidak dapat dijadikan sebagai Isolasi padat. Hal ini dikaenakan semakin besar nilai tegangan tembus yang Dihasilkan

#### **5. 2. Saran**

Setelah melihat hasil penelitian ada beberapa saran untuk para pembaca terkait dengan penelitian selanjutnya yaitu :

1. Penelitian campuran material resin epoxy sebagai isolasi padat dapat dilakukan menggunakan filler lainnya. Namun perlu dilakukan penelitian unsur kimia pada filler yang akan digunakan.
2. Penelitian ini bisa dilanjutkan dengan menggunakan ukuran sampel yang besar dan menggunakan elektroda lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Asy'ari H, Budiman A. (2009). Pengaruh Polutan Industri Terhadap Sifat Elektrik dan Sifat Hidrofobik Bahan Isolasi Resin Epoksi Berpengisi Abu Sekam Padi dan Silicone Rubber. UMS, Surakarta.
- Dermawan, T. (2012). Pengaruh Komposisi Resin Terhadap Sifat Elektrik Dan Mekanik Untuk Bahan Isolasi Tegangan Tinggi. Yogyakarta: Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir.
- Fitriah, T. A. (2017). Pengaruh Bahan (Filter) Eceng Gondok dan Sekam Padi pada Material Isolasi Listrik (Polymer Epoxy). Makassar: Program Studi Teknik Elektro Program Pasca Sarjana Universitas Hasanudin Makassar.
- Juliandhy, T. (2014). Efek Kegagalan Alat Flue Gas Desulphur Terhadap Tegangan Lewat Denyar Isolasi di Gardu Induk Pembangkitan Tanjung Jati B Jepara. Yogyakarta: Jurnal Nasional Teknik Elektro.
- Nadjeeb's. (2009). Dipetik September Sabtu, 2020, dari <https://nadjeeb.wordpress.com/resin>
- Prasetyo M, Solechan. (2012). Pemanfaatan Batu Bersilika, Silane, dan Vinyl Silane Sebagai Pengisi Bahan Isolasi Resin Epoksi Untuk Isolasi Listrik. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Semarang, Semarang.
- Pesa, Y. H., & Murdiya, F. (2017). Karakteristik Tegangan Tembus AC pada Material Isolasi Padat Campuran Epoxy Resin dengan Cangkang Kepala Sawit. Pekanbaru: Universitas Riau.
- Seppanur, B. (2014). Analisis Kegagalan Isolasi Akibat Patial Discharge pada Kabel Na2xseby 20 KV Berisolasi XLPE dan PVC. Jurnal Momentum Teknik Elektro Vol. 16 No 2.
- Yahendra, R. H. (2018). Kajian dan Pengujian Campuran Silika Organik dan Resin Sebagai Bahan Isolasi Listrik. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.

# LAMPIRAN



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS NEGERI GORONTALO

Jl. Jend. Sudirman No.6, Dulalowo Tim.,  
Kota Tengah, Kota Gorontalo, Gorontalo 96128  
Laman [www.ung.ac.id](http://www.ung.ac.id)

SURAT PERNYATAAN

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Ade Irawaty Tolago,ST.,MT  
NIP/NIDN : 19750214200112 2 004/0914027501  
Pangkat Golongan : Penata tingkat 1/III d  
Jabatan fungsional : Lektor  
Alamat : Jl. Selayar No A3/5, Kota Gorontalo

Dengan ini menyatakan bahwa proposal penelitian Saya dengan judul “Pengaruh Komposit Filler Abu Tongkol Jagung Dengan Resin Epoxy Sebagai Alternatif Bahan Isolasi Padat Terhadap Kekuatan Dielektrik” yang diusulkan dalam Skim Penelitian Pengembangan dengan dana PNPB UNG Tahun anggaran 2021 **bersifat original dan belum pernah dibiayai oleh lembaga/sumber dana lainnya.**

Bilamana dikemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia di tuntutan dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku dan mengembalikan seluruh biaya penelitian yang sudah diterima ke kas negara.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

Gorontalo, April 2021

Ketua lembaga



Prof. Dr. Ishak Isa, M.Si  
NIP. 196105261987031005

Ketua Peneliti



Ade Irawaty Tolago, ST., MT  
NIP. 19750214200112 2 004



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS NEGERI GORONTALO  
FAKULTAS TEKNIK

Jl. B.J. Habibie Desa Moutong Kecamatan. Tilongkabila Kab. Bone Bolango  
Fax. (0435) 821752 Gorontalo  
Laman: <http://www.ft.ung.ac.id>

**SURAT KETERANGAN AKTIF KULIAH**

*Nomor : B/253/UN47.B5.4/KM/2021*

Yang bertanda tangan dibawah ini Wakil Dekan Bidang Kemahasiswaan dan Alumni Fakultas Teknik Universitas Negeri Gorontalo dengan ini menerangkan kepada :

Nama : Arfan Syaputra  
NIM : 521414022  
Program Studi : S1- Teknik Elektro  
Jurusan : Teknik Elektro

Adalah benar yang bersangkutan terdaftar sebagai Mahasiswa Semester Genap Tahun Akademik 2020/2021 serta aktif mengikuti kegiatan akademik pada Fakultas Teknik Universitas Negeri Gorontalo.

Demikian surat keterangan ini dibuat dan diberikan kepada yang bersangkutan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

7 April 2021

a.n Wakil Dekan Bidang  
Kemahasiswaan dan Alumni,  
Kasubag Kemahasiswaan

Albert H. Mohamad, S.Sos  
NIP. 19720828 200501 1 002

