

**POTENSI SAMPAH ANORGANIK BERBAHAN PVC DENGAN TAMBAHAN NANO  
PRECIPITATED CALCIUM CARBONATE DAN PLASTICIZER UNTUK ISOLATOR KABEL  
GUNA KEAMANAN BANGUNAN**

***POTENTIAL OF INORGANIC WASTE MADE FROM PVC WITH ADDED NANO PRECIPITATED  
CALCIUM CARBONATE AND PLASTICIZER FOR CABLE INSULATORS FOR BUILDING SAFETY***

**Bayu Kurnia Putra<sup>1</sup>, Frandika Laksa Aditia<sup>2</sup>, Muchammad Rafi Syaifulah<sup>3</sup>, Aina Afrina Fairuziya<sup>4</sup>,  
Aditya Subakti<sup>5</sup>, Ita Suhermin Ingsih<sup>6</sup>**

<sup>1,2,3</sup> Mahasiswa Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Departemen Teknik Sipil, Universitas Islam Malang  
<sup>4,5</sup> Mahasiswa Program Studi Sarjana Teknik Elektro, Departemen Teknik Elektro, Universitas Islam Malang  
<sup>6</sup> Dosen Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Departemen Teknik Sipil, Universitas Islam Malang  
Korespondensi: bayukurniaputra123@gmail.com

**ABSTRAK**

Masalah sampah plastik, khususnya PVC, menjadi isu lingkungan serius di Indonesia akibat pertumbuhan penduduk yang meningkatkan volume sampah. Sampah PVC sulit didaur ulang dan sering menimbulkan masalah lingkungan seperti banjir dan kebakaran akibat korsleting listrik. Penelitian ini bertujuan mengurangi sampah PVC dengan mengolahnya menjadi isolator kabel yang lebih aman dan ramah lingkungan. Metode penelitian meliputi pengumpulan, pemilahan, pencampuran, dan pengujian sampah PVC dengan tambahan Nano Precipitated Calcium Carbonate (NPCC) dan plasticizer. Hasil penelitian menunjukkan bahwa isolator kabel dari sampah PVC memiliki kekuatan tarik dan elastisitas memadai, serta resistansi listrik yang sesuai dengan standar SNI 04-6629:2011 dan SPLN 42-2:1992. Kesimpulan dari penelitian ini adalah pemanfaatan sampah PVC sebagai isolator kabel dapat mengurangi masalah lingkungan dan meningkatkan keamanan instalasi listrik.

**Kata Kunci:** isolator kabel, lingkungan, NPCC, plasticizer, sampah PVC.

**ABSTRACT**

*The issue of plastic waste, particularly PVC, has become a serious environmental concern in Indonesia due to population growth, which has led to an increase in waste volume. PVC waste is challenging to recycle and often causes environmental problems, such as flooding and fires due to electrical short circuits. This study aims to reduce PVC waste by processing it into a safer and more environmentally friendly cable insulator. The research methods include the collection, sorting, mixing, and testing of PVC waste with the addition of Nano Precipitated Calcium Carbonate (NPCC) and a plasticizer. The results indicate that the PVC waste-based cable insulator possesses adequate tensile strength and elasticity, as well as electrical resistance that meets the standards of SNI 04-6629:2011 and SPLN 42-2:1992. The conclusion of this study is that the utilization of PVC waste as a cable insulator can reduce environmental problems and improve the safety of electrical installations.*

**Keywords:** cable insulator, environment, NPCC, plasticizer, PVC waste.

## PENDAHULUAN

Sampah merupakan masalah umum yang hingga kini dihadapi oleh seluruh dunia khususnya negara Indonesia. Masalah sampah harus mendapat perhatian khusus karena meningkatnya jumlah penduduk yang sangat berpengaruh pada volume sampah. Sebanyak puluhan ton sampah per tahun akan terus bertambah seiring meningkatnya pertumbuhan penduduk (Lavany, 2022). Terutama yang ada di sekitar masyarakat untuk sampah yang mengandung PVC. Oleh karena itu juga, seiring dengan pesatnya laju pembangunan dan penambahan penduduk akan menimbulkan masalah lingkungan yang terjadi dalam masyarakat (Hakim, 2019).

Masalah kebakaran karena korsleting arus listrik terus meningkat. Hal ini disebabkan kurangnya pemahaman masyarakat tentang kapasitas kabel untuk membawa arus listrik sehingga lapisan-lapisan kulit kabel yang sebagai bahan isolator tidak kuat menahan kuat arus listrik dan menyebabkan korsleting listrik (Sia dkk., 2023). Berdasarkan data Dinas Penanggulangan Kebakaran dan Penyelamatan Provinsi DKI Jakarta, penyebab terbesar kebakaran di Jakarta Barat adalah korsleting listrik. Oleh sebab itu, untuk menanggulangi permasalahan yang ada, harus ada inovasi baru untuk meningkatkan keamanan bangunan dan mengurangi masalah lingkungan.

**Tabel 1.** Data Penyebab Kebakaran Kota Jakarta Barat

Tahun	Penyebab Kebakaran					
	Listrik	Rokok	Gas	Lilin	Membakar Sampah	Lainnya
2018	209	35	29	2	70	36
2019	211	33	33	6	98	46
2020	201	10	32	1	36	53
2021	221	11	25	1	29	35
2022	246	9	40	2	23	62

Sumber: (Dinas Penanggulangan Kebakaran dan Penyelamatan Provinsi DKI Jakarta, 2024)

Dengan adanya riset ini, maka diharapkan untuk dapat mengurangi sampah anorganik khususnya sampah PVC termasuk bahan yang sukar didaur ulang (Rofi Hidayah & Nurpadilah, 2022). Dikarenakan dengan memanfaatkannya menjadi isolator kabel, mengenai sampah tersebut semoga dapat berkurang melalui usaha riset ini. Sehingga sampah anorganik bisa cepat dikelola dan tidak menumpuk, karena menyebabkan masalah

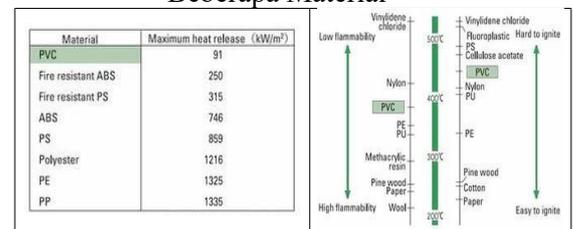
lingkungan. Dengan adanya riset ini muncul inovasi baru untuk keamanan bangunan rumah tinggal, membuka peluang bagi pemulung untuk mendapatkan sampah anorganik yang lebih banyak lagi.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Sampah Anorganik

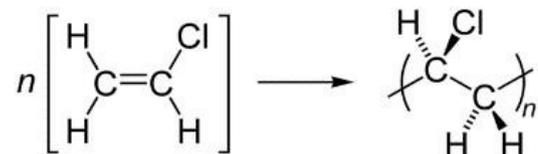
Limbah anorganik adalah limbah yang sulit terurai oleh alam dan harus diolah dengan baik agar tidak menimbulkan penyakit (Jannah, 2023). Contoh limbah anorganik antara lain limbah kimia dari pabrik logam, plastik, kaca, keramik, dan kain. Beberapa sampah plastik jenis Polyvinyl Chloride (PVC) banyak dijumpai di lingkungan seperti botol plastik, tempat makanan, bak berbahan plastik, dan mainan anak-anak. Jenis plastik ini bersifat thermoplastik yang bersifat lunak. PVC mempunyai sifat keras, kaku, sedikit rapuh, dan dapat melunak pada pemanasan 80 derajat celcius (Budiyanto dan Handono, 2020). PVC juga memiliki pelepasan panas maksimum yang sedikit seperti tabel dibawah ini:

**Tabel 2.** Pelepasan Panas Maksimum dari Beberapa Material



Sumber: (Yangzhou Chengsen, 2018)

Struktur senyawa PVC sebagai berikut:



### Penanganan Sampah Plastik di Indonesia

Penanganan sampah plastik memerlukan perhatian lebih lanjut dibandingkan sebelumnya. Untuk bisa teratasi, maka diperlukan kolaborasi dari pemerintah Indonesia dengan publik dan pihak swasta. Hal ini akan menjadi kemitraan inklusif dalam upaya penanganan sampah anorganik yang ada di Indonesia. Beberapa cara memusnahkan sampah plastik antara lain: dengan cara membakarnya, menggunakan teknologi

*incinerators*, dan cara *Refuse-Derived Fuel* (RDF). Semua cara itu akan mengakibatkan pencemaran polusi yang akan berbahaya bagi makhluk hidup, karena mengandung sifat kimia karsinogenik yaitu dioksin yang meningkatkan resiko terkena kanker. Pengolahan sampah sekarang lebih diarahkan untuk menjadi produk yang memiliki nilai ekonomis. Beberapa hasil konversi sampah anorganik seperti digunakan untuk bahan baku pembuatan bata plastik (Ramadhani, 2020), *paving block* (Kasmaida dkk., 2023), dinding rumah serta jalan yang tidak dilalui oleh kendaraan berat (Zezarianti & Kurniati, 2023).

### **Plasticizer**

*Plasticizer* adalah cairan dengan volalitas rendah atau padatan berfungsi sebagai bahan tambahan yang meningkatkan fleksibilitas dan ketahanan suatu material seperti PVC. *Plasticizer* bekerja dengan melekatkan dirinya dengan rantai polimer (Alyanti, 2023). *Plasticizer* kebanyakan dijual berbentuk cairan dan sebagian besar tidak berwarna, tetapi beberapa ada yang berwarna kuning dan kuning cerah.

### **Nano Precipitated Calcium Carbonate (NPCC)**

NPCC adalah produk turunan dari kapur yang berasal dari tambang batu gamping dan telah mengalami rekarbonisasi dengan rumus kimia  $\text{CaCO}_3$ . Bahan tambah yang berukuran nano telah menjadi pendekatan yang menarik untuk meningkatkan sifat polimer (Azkiya dkk., 2021). NPCC sebagai salah satu *filler* dalam pembuatan bahan bangunan. Hal ini menarik karena dalam perkembangan penggunaan *Nano Precipitated Calcium Carbonate* telah banyak dilakukan riset, karena sifatnya yang berwarna putih, stabilitasnya bagus, dan memiliki harga yang murah. NPCC juga dapat meningkatkan kuat tarik dan kuat impak yang telah didata pada referensi laporan penelitian sebelumnya (Nurhajati dkk., 2014).

### **Kabel**

Kabel adalah suatu penghantar listrik yang bahan konduktornya dari tembaga dan dilapisi isolasi sebagai isolator yang berfungsi melapisi bahan konduktor didalamnya, sehingga arus listrik tetep pada posisi tembaga tersebut. Isolasi kabel juga dilapisi dengan selubung pelindung. Kabel secara umum memiliki 2 fungsi yaitu sebagai penghantar arus listrik dari satu tempat ke tempat yang lain dan membawa sinyal informasi. Menurut PUIL (Persyaratan Umum Instalasi Listrik) tahun

2011, instalasi listrik yang berisolasi *Poly Vinyl Chloride* (PVC) tidak diperbolehkan membebani kuat arus listrik untuk masing-masing luas penampang nominal. Jenis kabel sendiri dibagi menjadi tiga yaitu NYA (berkualitas rendah), NYM (berkualitas sedang), NYY (berkualitas tinggi). Untuk memenuhi standar kabel, sehingga harus melihat Peraturan MENPERIN NO: 84/M-IND/PER/10/2014, SNI-2699:1999 dan SPLN 42-2,1999:7 yang harus bebas halogen dan bersifat elastomer (Sufiyanto dkk., 2016).

### **Tegangan Isolasi**

Isolator listrik adalah suatu bahan atau zat yang tidak dapat atau sulit untuk melakukan perpindahan listrik. Fungsi isolator untuk mencegah perpindahan aliran listrik dari bahan konduktor dengan penghantar lainnya. Sehingga tidak menimbulkan resiko-resiko bahaya. Tegangan isolasi pada kabel adalah rasio dari tegangan yang diberikan kabel dibanding total arus yang mengalir. Tahanan isolator antara konduktor pada kabel berinti lebih dari satu idealnya memiliki tahanan isolasi yang sangat tinggi, biasanya  $>10$  Gohm (Akhmad dan Jamin, 2021). Semakin tinggi tahanan isolator maka akan semakin baik untuk mengindikasikan isolasi menghindari gangguan bahaya.

## **METODE**

Dalam penelitian ini, metode riset yang digunakan secara kualitatif terdiri dari beberapa tahapan yang mencakup pengumpulan, pemilahan, pengolahan, dan pengujian sampah PVC dengan tambahan Nano Precipitated Calcium Carbonate (NPCC) dan plasticizer untuk menghasilkan isolator kabel. Berikut adalah uraian dari tiap metode yang digunakan:

### **1. Pengumpulan dan Pemilahan Sampah PVC**

Sampah plastik yang digunakan adalah jenis PVC berupa botol minuman plastik dan tempat makanan. Sampah tersebut dikumpulkan dan dicuci untuk menghilangkan kotoran yang menempel. Setelah itu, sampah dicacah menggunakan mesin pencacah untuk memudahkan proses selanjutnya.

### **2. Pencampuran dan Ekstrusi**

Setelah penghalusan material PVC, langkah berikutnya adalah pencampuran bahan kimia yang terdiri dari serbuk PVC, NPCC, dan

plasticizer. Campuran ini kemudian diekstrusi untuk membentuk material yang homogen.

### 3. Penambahan Bahan Tambahan

Pada tahap ini, ditambahkan NPCC dan plasticizer ke dalam serbuk PVC. Penambahan ini dilakukan untuk meningkatkan sifat mekanik dan elastomer dari isolator kabel yang dihasilkan. Campuran tersebut kemudian dicetak dan disesuaikan serta diusahakan seperti ukuran standar konstruksi dan kabel NYM berdasarkan SNI 04-6629.4-2006.

Size	Pengantar		Tabel Isolasi		Diameter Isolasi		Berat Material (*) warna	Berat Total Kabel		Kuat Tarik Aca maksimum pada suhu/tingkat maks.				Isi Perakaman (Ru)	
	Jumlah	Diameter Wira	nom.	min.	min.	max.		kg/100m	kg/50m	30°C	40°C	50 m	100 m	50 m	100 m
1.5	-	-	0.7	2.80	2.90	B.K.M.H. H.K.	2.05	1.03	15	24	13	21	40	20	
2.5	-	-	0.8	3.40	3.50	B.K.M.H. H.K.	3.23	1.62	19	32	17	28	32	16	
4	-	-	0.8	3.90	4.00	B.K.M.H. H.K.	4.80	2.40	25	43	22	37	20	10	
6	-	-	0.8	4.40	4.50	B.K.M.H. H.K.	6.75	3.37	33	54	29	47	10	5	
10	-	-	1.00	5.60	5.70	B.K.M.H. H.K.	11.16	5.58	45	73	39	64	1	1	
16	7	1.70	1.00	7.20	7.30	B.K.M.H. H.K.	18.40	9.20	61	98	53	88	1	1	
25	7	2.13	1.20	8.80	8.90	B.K.M.H. H.K.	28.18	14.09	83	129	72	112	32	-	
35	7	2.52	1.20	10.00	10.10	B.K.M.H. H.K.	38.42	19.21	103	158	90	138	1	-	

**Gambar 1.** Tabel Spesifikasi Kabel. Dalam penambahan NPCC dan plasticizer ke dalam serbuk PVC untuk meningkatkan sifat mekanik dan elastomer dari isolator kabel, perlu diperhatikan mengenai campuran tersebut dibuat pada cetakan yang diusahakan sesuai ukuran standar konstruksi dan kabel NYM berdasarkan SNI 04-6629.4-2006.

Sumber: (Kitani, 2022)

### 4. Proses Peleburan

Bahan yang telah dicampur kemudian dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 180 derajat Celsius untuk mencapai titik leleh PVC. Proses ini bertujuan untuk menghasilkan material yang mudah dibentuk dan memiliki sifat fisik yang diinginkan.

### 5. Pembentukan Sampel

Material yang sudah melewati proses peleburan dicetak menjadi sampel sesuai standar yang ditentukan. Sampel ini kemudian siap untuk diuji lebih lanjut.

### 6. Pengujian Elastomer

Sampel yang telah terbentuk diuji sifat elastomernya. Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Malang dan Laboratorium Fisika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang. Pengujian ini mencakup pengukuran kekuatan tarik, elongasi, dan ketahanan material terhadap berbagai kondisi fisik.

### 7. Pengujian Listrik

Selain pengujian elastomer, sampel juga

diuji sifat listriknya. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui resistansi listrik dari isolator kabel yang dihasilkan. Uji resistensi dilakukan sesuai dengan standar SNI 04-6629:2011 dan SPLN 42-2:1992.

### 8. Evaluasi dan Optimasi

Tahap terakhir adalah evaluasi dan optimasi hasil riset. Data dari pengujian elastomer dan listrik dianalisis untuk mengevaluasi kinerja material yang dihasilkan. Berdasarkan hasil evaluasi, dilakukan optimasi komposisi bahan untuk mendapatkan isolator kabel dengan performa terbaik.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penambahan NPCC ke dalam PVC menunjukkan peningkatan yang signifikan pada sifat mekanik dan fisik material komposit. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kekuatan tarik dan ketahanan panas dari PVC meningkat seiring dengan penambahan NPCC. Analisis SEM menunjukkan distribusi yang merata dari partikel NPCC dalam matriks PVC, yang berkontribusi pada peningkatan stabilitas mekanik. Selain itu, stabilitas kimia dari PVC yang ditambahkan NPCC juga meningkat, membuatnya lebih tahan terhadap degradasi kimia. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan NPCC tidak hanya meningkatkan kualitas produk daur ulang, tetapi juga memperpanjang umur pakai dari material komposit tersebut.

### Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian yang didapatkan, setelah melakukan beberapa tahapan pembuatan benda uji hingga pengujian.

#### 1. Benda Uji

Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah pengujian elastisitas isolasi, uji kuat tarik, uji tegangan isolasi, dan uji Resistensi. Benda uji yang dibuat dari bahan sampah PVC yang didaur ulang menjadi isolator/isolasi kabel. Berikut benda uji daur ulang PVC dan kabel produk pasar untuk bahan perbandingan pengujian:

**Tabel 3.** Sampel Benda Uji Daur Ulang PVC Untuk Uji Tensile Test

Dimensi Benda Uji PVC				
Objek	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Dokumentasi
Sampel 1	50	20	4	
Sampel 2	50	20	2	
Sampel 3	70	12	3	

Sumber: (Dokumen Pribadi)

**Tabel 4.** Sampel Benda Uji Produk Pasar Untuk Uji Tensile Test

Dimensi Benda Uji Kabel Pasaran				
Objek	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Dokumentasi
Sampel 1	50	20	4	
Sampel 2	50	20	2	

Sumber: (Dokumen Pribadi)

**Tabel 5.** Sampel Benda Uji Untuk Uji Tahanan dan Tegangan

Dimensi Benda Uji Tegangan dan Tahanan				
Objek	Panjang (mm)	Diameter (mm)	Tebal (mm)	Dokumentasi
Sampel 1	50	5	2	
Sampel 2	55	5	2	
Dimensi Benda Uji Tegangan dan Tahanan				
Objek	Panjang (mm)	Diameter (mm)	Tebal (mm)	Dokumentasi
Sampel 3	50	10	4	

Sumber: (Dokumen Pribadi)

**Tabel 6.** Konstruksi dan KHA Kabel berisolasi dan berselubung PVC tegangan pengenal 300/500 V

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12												
												Jumlah inti, Juss penampang penghantar, dan Konstruksi penghantar	Pengantar		Tebal			Diameter luar		Resistansi isolasi setiap inti terhadap inti/gabungan inti yang lain pada suhu 20 °C	Resistansi isolasi pada suhu 70 °C	Kuat Hantar Arus maksimum pada suhu	
													Jumlah kawat	Diameter kawat	Isolasi nominal	lapitan pembungkus inti	Selubung nominal	Minimum	Maksimum			30 °C	40 °C
2x1,5	re	1	1,38	0,7	0,4	1,2	8,4	10,0	50	0,011	19	16											
2x1,5	rm	7	0,52	0,7	0,4	1,2	8,4	10,5	50	0,010	19	16											
2x2,5	re	1	1,78	0,8	0,4	1,2	9,6	11,5	50	0,010	25	22											
2x2,5	rm	7	0,67	0,8	0,4	1,2	9,6	12,0	50	0,009	25	22											
2x4	re	1	2,26	0,8	0,4	1,2	10,5	12,5	50	0,0085	34	30											
2x4	rm	7	0,85	0,8	0,4	1,2	10,5	13,0	50	0,0077	34	30											
3x6	re	1	2,76	0,8	0,4	1,2	11,5	13,5	50	0,0070	44	39											
3x6	rm	7	1,04	0,8	0,4	1,2	11,5	14,0	50	0,0065	44	39											
2x10	re	1	3,57	1,0	0,6	1,4	14,5	16,5	50	0,0070	61	53											
2x10	rm	7	1,35	1,0	0,6	1,4	15,0	17,5	50	0,0065	61	53											
2x16	rm	7	1,71	1,0	0,6	1,4	16,5	20,0	40	0,0052	82	71											
2x25	rm	7	2,13	1,2	0,8	1,4	20,5	24,0	40	0,0050	108	94											
2x35	rm	7	2,52	1,2	1,0	1,6	23,0	27,5	40	0,0044	134	117											
3x1,5	re	1	1,38	0,7	0,4	1,2	8,8	10,5	50	0,011	19	16											
3x1,5	rm	7	0,52	0,7	0,4	1,2	8,8	11,0	50	0,010	19	16											
3x2,5	re	1	1,78	0,8	0,4	1,2	10,0	12,0	50	0,010	25	22											
3x2,5	rm	7	0,67	0,8	0,4	1,2	10,0	12,5	50	0,009	25	22											
3x4	re	1	2,26	0,8	0,4	1,2	11,0	13,0	50	0,0085	34	30											
3x4	rm	7	0,85	0,8	0,4	1,2	11,0	13,5	50	0,0077	34	30											
3x6	re	1	2,76	0,8	0,4	1,4	12,5	14,5	50	0,0070	44	39											
3x6	rm	7	1,04	0,8	0,4	1,4	12,5	15,5	50	0,0065	44	39											
3x10	re	1	3,57	1,0	0,6	1,4	15,5	17,5	50	0,0070	61	53											
3x10	rm	7	1,35	1,0	0,6	1,4	15,5	19,0	50	0,0065	61	53											
3x16	rm	7	1,71	1,0	0,8	1,4	18,0	21,5	40	0,0052	82	71											
3x25	rm	7	2,13	1,2	0,8	1,6	22,0	26,0	40	0,0050	108	94											
3x35	rm	7	2,52	1,2	1,0	1,6	24,5	29,0	40	0,0044	134	117											

Sumber: (PLN (Perusahaan Listrik Negara), 1991)

2. Bahan Pembuatan Benda Uji  
Pembuatan benda uji dilakukan dilaboratorium dengan menggunakan berbagai variasi campuran antara limbah PVC dengan plasztizier (DOP):

**Tabel 7.** Campuran Bahan

Jenis Sampel	Berat	
	PVC (gr)	Plasticizer
Sampel 1	3	5
Sampel 2	3	2
Sampel 3	3	1

Sumber: (Dokumen Pribadi)

3. Pengujian

a. Pengujian Elastisitas, Uji Kekuatan, dan Uji Tarik

Dalam pengujian ini menggunakan alat Tensile Test. Dengan alat ini dapat diketahui pengujian elastisitas, uji kekuatan, dan uji tarik. Pengujian elastisitas adalah untuk menguji kelenturan dari isolasi PVC sehingga isolasi kabel bersifat flexible karena terdapat campuran plasticizer. Uji kekuatan isolasi kabel berguna untuk menguji isolator ketika terkena benturan atau tekanan gaya (force). Pengujian yang berikutnya adalah uji Tarik (tensile test) yang berguna untuk mengetahui kuat Tarik dari isolator kabel.



Gambar 2. Alat Tensile Test (Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Dari hasil pengujian dapat diketahui nilai sebagai berikut:

Tabel 8. Sampel Benda Uji Daur Ulang PVC

Dimensi Benda Uji PVC				
Objek	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Dokumentasi
Sampel 1	50	20	4	
Sampel 2	50	20	2	
Sampel 3	70	12	3	

Sumber: (Dokumen Pribadi)

Tabel 9. Sampel Benda Uji Produk Pasar

Dimensi Benda Uji Kabel Pasaran				
Objek	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Dokumentasi
Sampel 1	50	20	4	
Sampel 2	50	20	2	

Sumber: (Dokumen Pribadi)

Tabel 10. Hasil Pengujian Benda uji Penelitian Dengan Produk Pasaran

No.	Pengujian	Benda Uji			Pengujian Produk	
		Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 1	Sampel 2
1	Force @ peak (kgf)	5,86	5,43	5,26	17,6	15,89
2	Tensile Stress (Mpa)	0,718	1,668	1,433	2,157	1,948
3	Elong. @ peak (mm)	37,643	40,007	45,293	34,773	35,954
4	Elongation Percentage @ peak (%)	34,221	30,775	64,704	69,546	51,363

Sumber: (Dokumen Pribadi)

b. Pengujian Tahanan Isolasi

Pengujian tahanan isolasi dilakukan untuk mengetahui besar tahanan isolasi antara kedua belitan maupun antara belitan grounding. Dalam pengujian ini nilai tahanan isolasi yang baik dan memenuhi syarat. Menurut, Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2000 bahwa nilai minimum isolasi pada peralatan listrik dan instalasinya adalah: 1000 x Tegangan kerja. Maksudnya adalah apabila instalasi atau peralatan listrik menggunakan tegangan 220 volt, maka nilai tahanan isolasinya sekurang-kurangnya sebesar 220 x 1000Ω = 220000 Ω atau 0,22 MΩ (PUIL, 2000).

**Tabel 11.** Nilai Resistans Isolasi Minimum

Tegangan sirkit nominal V	Tegangan uji arus searah V	Resistans isolasi MΩ
Tegangan ekstra rendah (SELV, PELV dan FELV) yang memenuhi persyaratan 3.3.1 dan 3.3.2	250	≥ 0,25
Sampai dengan 500 V, dengan pengecualian hal tersebut di atas	500	≥ 0,5
Di atas 500 V	1000	≥ 1,0

Sumber: (PUIL, 2000)



**Gambar 3.** Alat Megger Tester Untuk Uji Ketahanan

Sumber: (Dokumentasi Pribadi)

**Tabel 12.** Hasil Pengujian Resistensi

No.	Nama Sampel	Uji	Resistansi	Satuan	Rerata	Nilai MΩ
1	Sampel 1	1	36,953	Ω	1,639,767	0,001639767
		2	0,8593	Ω		
		3	0,3647	Ω		
2	Sampel 2	1	143,12	kΩ	1,343,633	0,134363333
		2	119,31	kΩ		
		3	140,66	kΩ		
3	Sampel 3	1	104,88	kΩ	84,638	0,084638
		2	92,145	kΩ		
		3	56,889	kΩ		

Note: Frekuensi pengukuran 100 kHz dan CV 1V  
Sumber: (Dokumen Pribadi)

Dari hasil pengujian tegangan didapat nilai resistensi yang belum memenuhi sesuai dengan SNI 04-0225-2000 sehingga diperlukan kembali variasi campuran hingga memenuhi dengan peraturan.

### c. Pengujian Tegangan

Pengujian berikutnya yakni uji tegangan kabel dengan tegangan 300/500 V menggunakan Sampel seperti pada Gambar 4.2. Benda uji kemudian direndam dalam air dengan suhu 25 °C selama 1 jam. Kemudian diberikan arus listrik bolak-balik selama 5 menit dengan menggunakan variasi sebanyak 6 tegangan injeksi yaitu 2,5 kV, 5 kV, 10 kV, dan 20 kV hingga terjadi kebocoran tegangan.



**Gambar 4.** Sampel Pengujian Megger Tester  
Sumber: (Dokumentasi Pribadi)

## KESIMPULAN

Pengujian Megger Tester yang dilakukan pada isolator kabel berbahan sampah PVC dengan tambahan NPCC menunjukkan bahwa nilai resistansi isolasi beberapa sampel belum sepenuhnya memenuhi standar SNI 04-0225-2000, yang mengharuskan nilai minimal isolasi sebesar 0,22 MΩ untuk tegangan kerja 220 volt. Dari hasil pengujian, berikut adalah nilai resistansi yang diperoleh:

### 1. Sampel 1:

Resistansi rata-rata: 1639,767 Ω (atau sekitar 0,001639 MΩ), yang masih jauh di bawah standar.

### 2. Sampel 2:

Resistansi rata-rata: 13,436 kΩ (atau sekitar 0,01343 MΩ), mendekati nilai yang diinginkan, tetapi masih perlu optimasi.

### 3. Sampel 3:

Resistansi rata-rata: 84,638 kΩ (atau sekitar 0,08463 MΩ), lebih mendekati standar namun belum memadai.

Meskipun hasil pengujian belum sepenuhnya memenuhi standar yang diharapkan, ada peningkatan resistansi isolasi seiring penambahan NPCC ke dalam komposisi PVC, yang menunjukkan potensi besar untuk pengembangan lebih lanjut. Distribusi partikel NPCC yang merata dalam matriks PVC berkontribusi pada peningkatan stabilitas dan ketahanan terhadap degradasi listrik.

Kesimpulannya, meskipun masih diperlukan optimasi komposisi untuk memenuhi standar resistansi listrik, teknologi pengolahan sampah PVC dengan penambahan NPCC dan plasticizer mampu meningkatkan beberapa sifat penting isolator kabel. Hal ini mendukung argumen bahwa inovasi ini tidak hanya ramah lingkungan tetapi juga memiliki potensi besar untuk diimplementasikan dalam industri kelistrikan, khususnya dalam menciptakan isolator kabel yang lebih aman dan efisien.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akhmad, S. S., dan Jamin, A. S. 2021. Pengujian Tahanan Isolasi pada Pemutus Tenaga (PMT) 20 kV Di Gardu Induk Tello 150 kV. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika (SNTEI)*. pp. 40–43.
- Alyanti, I. M. 2023. Pengaruh Penambahan Plasticizer Terhadap Nilai Glossy Pada Artikel Perlak Kulit Sintetis Dari Bahan Dasar PVC Di PT Sempurnaindah Multinusantara, Bandung, Jawa Barat. Politeknik ATK Yogyakarta.
- Azkiya, N. I., Prasetia, F., Chrisnandari, R. D., & Septia, W. 2021. Pemanfaatan Precipitated Calcium Carbonat dari Batu Kapur dalam Pembuatan  $\beta$  - TCP sebagai Bahan Dasar Implan Tulang. *Jurnal Teknik Kimia dan Lingkungan*. 5. (1):78–82.
- Dinas Penanggulangan Kebakaran dan Penyelamatan Provinsi DKI Jakarta. 2024. *Frekuensi Kebakaran Menurut Penyebabnya 2020-2022*. Badan Pusat Statistik Kota Jakarta Barat. <https://jakbarkota.bps.go.id/indicator/34/246/1/frekuensi-kebakaran-menurut-penyebabnya.html>. Diakses tanggal 21 Februari 2024.
- Hakim, M. Z. 2019. Pengelolaan dan Pengendalian Sampah Plastik Berwawasan Lingkungan. *Amanna Gappa*. 27 (2):111–121.
- Kasmaida, Mustakim, Ashadi, dan Ruslan, N. 2023. Pendampingan masyarakat dalam pengolahan sampah plastik menjadi paving blok. *Communnity Development Journal*. 4 (2):1358–1361.
- Kitani. 2022. *Kabel NYM*. kitani.co.id. <https://kitani.co.id/product/kabel-nym/>. Diakses tanggal 21 Februari 2024.
- Lavany, M. Q. A. 2022. Pengaruh Pdrb Per Kapita, Kepadatan Penduduk, Tingkat Pendidikan Dan Belanja Lingkungan Hidup Terhadap Timbulan Sampah Di Pulau Jawa Tahun 2010-2019. *Journal Of Development Economic And Social Studies*. 1 (4):563–578. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.21776/jdes.s.2022.01.4.06>
- Nurhajati, D. W., Setyorini, I., & Sugihartono, S. 2014. Sifat fisika dan morfologi nanokomposit ABS/PC dengan filler nano precipitated calcium carbonate (NPCC). *Majalah Kulit, Karet, dan Plastik*. 30 (1):1-6.
- PLN (Perusahaan Listrik Negara). 1991. *SPLN 42-2:1992*.
- PUIL. 2000. Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000). *Standar Nasional Indonesia DirJen Ketenagalistrikan*. pp. 1-562.
- Ramadhani, S. R. 2020. Plastik Sebagai Bahan Baku Pembuatan Bata Plastik. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- Rofi Hidayah, A., dan Nurpadilah, E. 2022. Pemberdayaan Anggota Karang Taruna melalui Pelatihan Pemanfaatan Limbah Plastik di Desa Sukoreno. *Jurnal Al-Khidmah*. 2 (1):27–34. <https://doi.org/10.56013/jak.v2i1.1403>
- Sia, M., Mei, O., Siska, S., Agustina, H., Uli, T., dan Muhammad, R. 2023. Pelatihan penanggulangan kebakaran menggunakan media apar dan karung basah. 7 (1):80–91. <https://doi.org/10.31764/jmm.v7i1.11800>
- Sufiyanto, A., Sayogo, B., Rusiadi, A., Widjaja, F., Simangunsong, S., dan Prahoro, S. 2016. *Keselamatan dan Pemasangan Instalasi Listrik Voltase Rendah untuk Rumah Tangga*. Edisi 2016, Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan.
- Yangzhou Chengsen. 2018. *PVC: n fysikaaliset ominaisudet*. In *Yangzhou Chengsen Plastics Co., Ltd*. URL: <https://fi.absmanufacturer.com/info/pvc-s-physical-properties-25628098.html>. Diakses tanggal 27 Februari 2024.
- Zeziarianti, R., dan Kurniati, D. 2023. Pemanfaatan Limbah Plastik LDPE (Low Density Polyethylene) Sebagai Bahan Pembuatan Batako Plastik. Universitas Teknologi Yogyakarta.