

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Isolator**

Isolator adalah alat yang berfungsi sebagai isolasi dan pemegang mekanis dari perlengkapan atau penghantar yang dikenai beda potensial. Jika isolator gagal dalam kegunaannya sebagai pemisah antara saluran maupun saluran dengan pentanahan maka penyaluran energi tersebut akan gagal atau tidak optimal. Pengaruh keadaan udara sekitar dan polutan yang menempel pada permukaan yang menyebabkan permukaan isolator bersifat konduktif. Dalam menentukan sebuah isolator yang akan dibuat serta bagaimana unjuk kerjanya dalam melayani suatu sistem tenaga listrik ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dan dipertimbangkan yaitu, sifat-sifat kandungan material dengan bahan dasar untuk membuat isolator kemampuannya pada cuaca buruk, keadaan saat terkontaminasi serta pertimbangan masalah biaya produksi (Arismunandar, 2001).

Isolator adalah bahan yang tidak bisa atau sulit melakukan perpindahan muatan listrik. Dalam bahan isolator valensi elektronnya terikat kuat pada atom-atomnya. Bahan ini dipergunakan dalam alat-alat elektronika sebagai isolator, atau penghambat mengalirnya arus listrik. Isolator berguna juga sebagai penopang beban atau pemisah antara konduktor tanpa membuat adanya arus mengalir keluar atau antara konduktor. Istilah ini juga dipergunakan untuk menamai alat yang digunakan untuk menyangga kabel transmisi listrik pada tiang listrik. Beberapa bahan, seperti kaca, kertas, atau Teflon merupakan bahan isolator yang sangat bagus. Beberapa bahan sintesis masih “cukup bagus” dipergunakan sebagai bahan isolator kabel, contohnya plastik atau karet. Bahan-bahan ini dipilih sebagai bahan isolator kabel karena lebih mudah dibentuk / diproses sementara masih bisa menyumbat aliran listrik pada voltase menengah (ratusan, mungkin ribuan volt) (Dissado dan Fothrgill, 1992).

Isolasi adalah sifat bahan yang berfungsi dapat memisahkan secara elektris dua atau lebih penghantar listrik bertegangan yang berdekatan, sehingga tidak terjadi kebocoran arus, tidak terjadi lompatan api atau lewat denyar (flashover), ataupun percikan api (sparkover). Sedangkan isolator adalah alat yang dipakai untuk mengisolasi. Kemampuan bahan isolasi untuk menahan tegangan disebut kekuatan dielektrik.

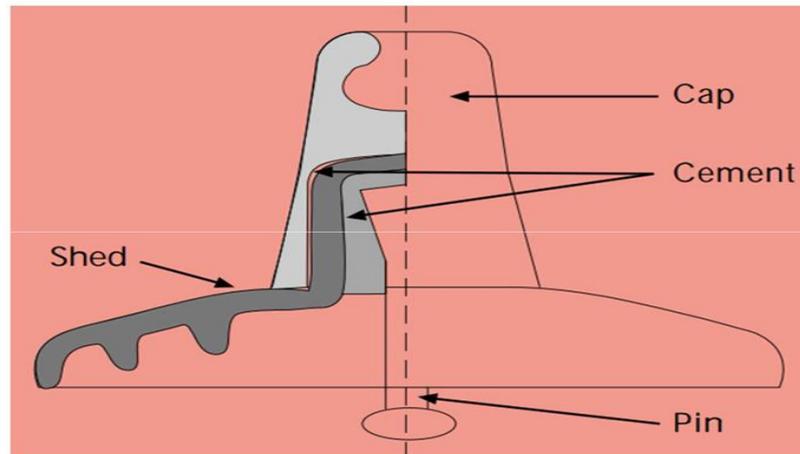
Kekuatan dielektrik dari bahan isolasi sangat penting dalam hal menentukan kualitas isolator yang nantinya akan mendukung keseluruhan sistem tenaga listrik. Semakin tinggi kekuatan dielektrik bahan isolasi semakin baik dipakai, terutama pada peralatan listrik tegangan tinggi (Nurlaili, 2010; Lee et al., 1957).

Pada suatu sistem tenaga listrik terdapat berbagai bagian yang memiliki tegangan dan juga tidak bertegangan. Sehingga bagian yang bertegangan ini harus dipisahkan dari bagian-bagian yang tidak bertegangan. Hal ini dilakukan agar tidak terjadi aliran arus yang tidak semestinya ada antara satu bagian dengan yang lainnya. Misalnya pada suatu jaringan transmisi, antara suatu konduktor penghantar dengan konduktor lainnya dipisahkan oleh udara. Namun konduktor ini harus digantungkan pada tower penopang sehingga dibutuhkan suatu isolator yang cukup kuat untuk menopang konduktor ini sekaligus mengisolasi antara konduktor dengan menara yang terhubung ke tanah agar tidak terjadi hubung singkat ke tanah (Simanjuntak, 2005).

Isolator dapat ditemui pada setiap bagian sistem tenaga listrik. Selain pada transmisi, isolator juga dapat ditemui pada jaringan distribusi hantaran udara, gardu induk dan panel pembagi daya. Pada jaringan distribusi hantaran udara isolator digunakan sebagai penggantung atau penopang konduktor. Pada gardu induk isolator digunakan sebagai pendukung sakelar pemisah, pendukung konduktor penghubung dan penggantung rel dengan kerangka pendukung pemisah (Surdia et al., 1995).

## **2.2. Konstruksi isolator**

Isolator pada umumnya memiliki tiga bagian utama yaitu bahan dielektrik, kap dan fitting. Selain itu juga terdapat semen yang berfungsi sebagai bahan perekat yang merekatkan ketiga bagian ini (Susilowati dan Diah, 2010).



**Gambar 2.1.** Konstruksi isolator

Adapun persyaratan umum yang harus dipenuhi dalam merancang suatu isolator adalah sebagai berikut:

1. Isolator harus memiliki kekuatan mekanis yang kuat untuk menahan beban konduktor, terpaan angin dan lain-lain.
2. Isolator harus menggunakan bahan dengan resistansi yang tinggi agar tidak terjadi arus bocor yang besar ke tanah.
3. Isolator harus memiliki kekuatan permitivitas yang tinggi agar dapat memiliki kemampuan dielektrik yang baik.
4. Isolator harus padat dan tidak memiliki celah udara karena dapat menimbulkan peluahan sebagian.
5. Isolator dapat menahan *flashover*.
6. Setiap lubang pada bahan isolator harus memiliki sumbu yang sejajar dengan sumbu tegak isolator. Dan lubang dibuat pada temperature penampaan isolator.
7. Tidak memiliki lekukan runcing agar pada isolator tidak terjadi medan elektrik yang tinggi.
8. Permukaan isolator harus licin dan bebas partikel runcing.
9. Tidak ada resiko meledak atau pecah.
10. Jarak rambat isolator harus diperbesar jika isolator ditempatkan pada kawasan yang dihuni banyak burung.
11. Bahan perekat harus memiliki kekuatan adhesi yang tinggi.

12. Bentuk dan dimensi sirip harus dibuat sedemikian rupa agar dapat dengan mudah dibersihkan.

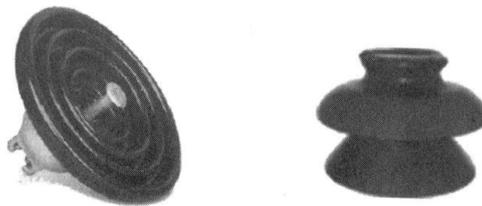
### 2.3 Bahan dielektrik isolator

Karakteristik dari suatu isolator baik mekanis maupun elektriknya dipengaruhi oleh konstruksi dan bahan yang digunakan. Dimana pada suatu isolator bahan yang paling utama adalah bahan dielektriknya. Bahan dielektrik dari suatu isolator harus memiliki kekuatan dielektrik yang tinggi serta tidak dipengaruhi oleh kondisi udara sekitarnya (Tobing, 2003).

Ada tiga jenis bahan dielektrik isolator yang paling sering digunakan pada isolator:

#### 2.3.1. Porselen

Porselen merupakan bahan dielektrik yang paling sering digunakan pada isolator. Hal ini terjadi karena porselen memiliki kekuatan dielektrik yang tinggi dan tidak dipengaruhi oleh perubahan kondisi udara disekitarnya. Kekuatan mekanik porselen bergantung pada cara pembuatannya. Kemampuan mekanis suatu porselen standar dengan diameter 2-3 cm adalah 45.000 kg/cm<sup>2</sup> untuk beban tekan; 700kg/cm<sup>2</sup> untuk beban tekuk dan 300 kg/cm<sup>2</sup> untuk beban tarik. Sehingga dapat disimpulkan bahwa porselen adalah bahan yang memiliki kemampuan mekanik yang sangat baik pada beban tekan. Kekuatan mekanik dari porselen akan berkurang jika dilakukan penambahan luas penampang porselen.



**Gambar 2.2.** Isolator porselen

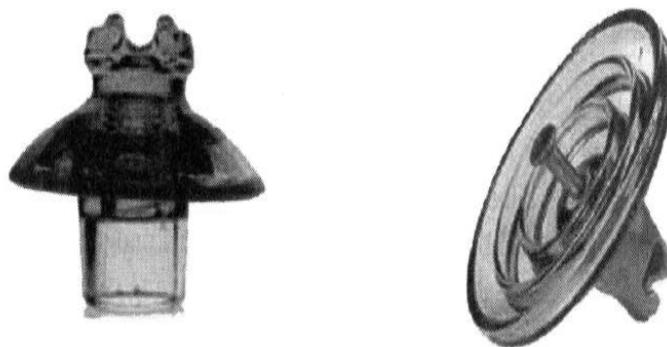
Suatu dielektrik porselen dengan tebal 1,5 mm memiliki kekuatan dielektrik sebesar 22-28 kVrms/mm. Jika tebal dielektrik bertambah maka kemampuan dielektrik bahan berkurang. Hal ini terjadi karena medan elektriknya tidak seragam. Bila tebal bertambah dari 10 mm menjadi 30 mm kekuatan dielektrik berkurang dari 80 kVrms/mm menjadi

55 kVrms/mm. Kekuatan dielektrik porselen pada tegangan impuls adalah 50-70 % lebih tinggi daripada kekuatan dielektrik pada frekuensi daya (Tobing, 2003).

### 2.3.2. Gelas

Isolator gelas lebih murah daripada porselen, sedangkan karakteristik mekaniknya tidak jauh berbeda dari isolator porselen. Karakteristik elektrik dan mekanik dari isolator gelas bergantung pada kandungan alkali pada isolator tersebut. Semakin tinggi kandungan alkalinya maka kemampuan dielektrik isolator akan semakin menurun hal ini dikarenakan isolator memiliki konduktivitas lebih tinggi. Kekuatan dielektrik gelas alkali tinggi adalah 17,9 kVrms/mm sedangkan kemampuan dielektrik gelas alkali rendah adalah 48 kVrms/mm (Waluyo, 2010).

Jika isolator gelas dipasangkan pada suatu sistem tegangan arus searah. Maka dapat menimbulkan pemuaiannya kimiawi gelas sehingga akan meningkatkan kandungan alkalinya. Dimana hal ini akan menyebabkan penurunan kemampuan isolasi dari gelas. Berdasarkan proses pembuatannya isolator gelas dibagi menjadi 2 yaitu gelas yang dikuatkan (*annealed glass*) dan gelas yang dikeraskan (*hardened glass*) (Waluyo, 2010).



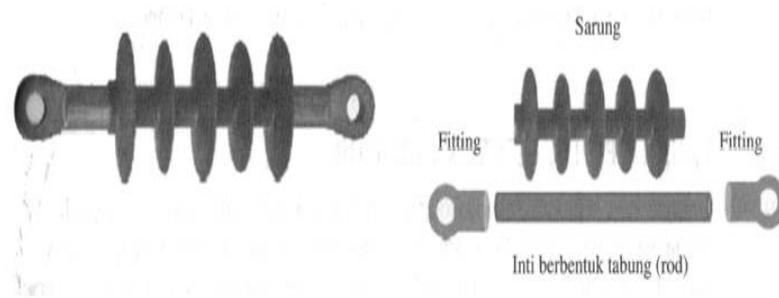
**Gambar 2.3.** Isolator gelas

### 2.3.3. Bahan komposit

Isolator komposit adalah isolator yang dikembangkan untuk mengatasi kekurangan-kekurangan dari isolator porselen dan gelas. Bahan komposit tertua yang

dikembangkan adalah isolator kertas. Namun, akhir - akhir ini bahan isolator yang paling banyak diminati adalah karet silikon (*siliconrubber*) (Waluyo, 2010).

Struktur suatu isolator komposit diperlihatkan pada gambar berikut:



**Gambar 2.4.** isolator komposit

Seperti yang terlihat pada gambar diatas, isolator komposit memiliki beberapa bagian utama yaitu: inti berbentuk batang (*rod*) yang terbuat dari bahan komposit, fitting yang terbuat dari bahan logam dan bahan antar muka (*interface*) (Waluyo, 2010).

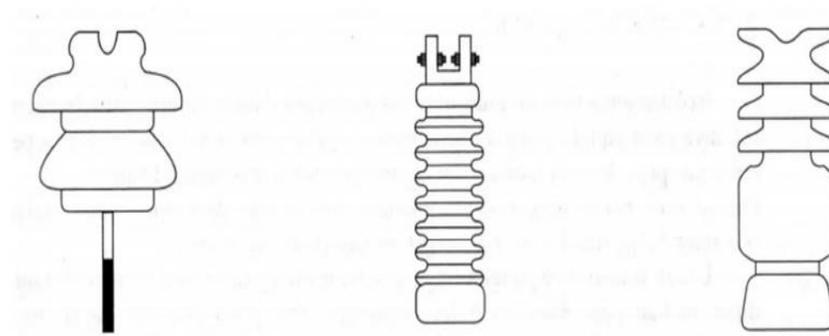
## 2.4 Jenis Isolator

Berdasarkan fungsinya didalam suatu sistem tenaga listrik isolator dapat dibagi menjadi:

### 2.4.1. Isolator pendukung

Isolator pendukung ini dibuat untuk menopang batang-batang konduktor yang ditempatkan baik di dalam maupun luar ruangan. Isolator dipakai karena bagian konduktor yang bertegangan harus dipisahkan dari tiang penopang yang terhubung ke tanah. Pada setiap bagian atas dari isolator ini terdapat lekukan yang dipakai untuk menopang konduktor penghantar (Dissado, L.A., Fothergill, 1992).

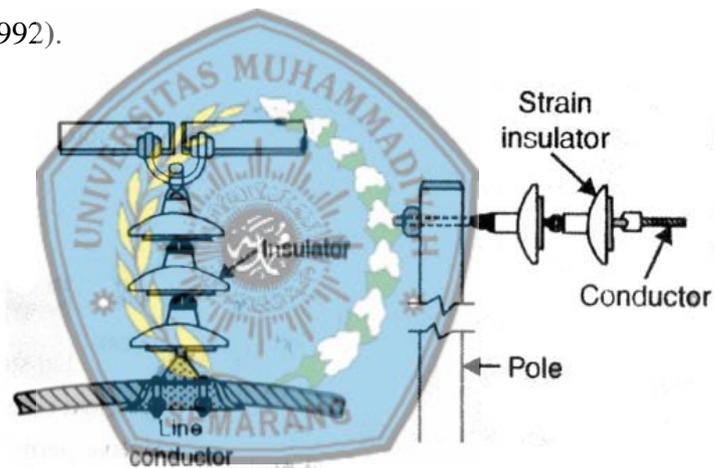
Isolator pendukung ini biasanya hanya dioperasikan pada tegangan kerja isolator dibawah 33kV. Hal ini dikarenakan jika isolator dioperasikan pada tegangan diatas 33kV, maka besar isolator menjadi tidak efisien lagi. Hal inidisebabkan ukuran isolator akan bertambah seiring dengan pertambahan tegangan kerja. Isolator pendukung terbagi atas tiga jenis yaitu: isolator pin, isolator post, dan isolator pin-post (Dissado, L.A., Fothergill, 1992).



**Gambar 2.5.** Gambar Isolator Pin, Isolator Post dan Isolator Pin-Post

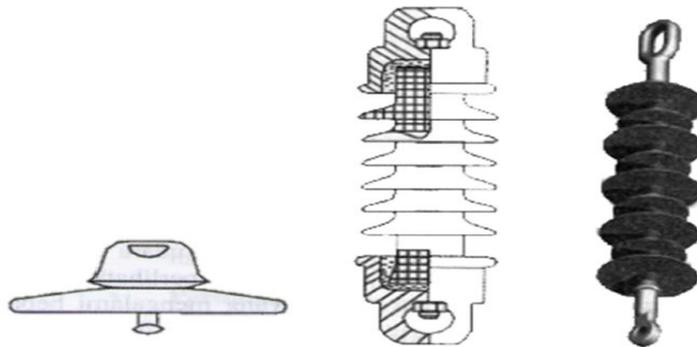
#### 2.4.2. Isolator Gantung

Isolator gantung digunakan pada tiang maupun tower transmisi untuk menggantung konduktor hantaran udara baik secara vertikal maupun horizontal (gambar) (Dissado, L.A., Fothergill, 1992).



**Gambar 2.6.** Isolator Gantung pemasangan vertikal dan horizontal.

Isolator gantung digunakan pada sistem dengan tegangan kerja melebihi 33 kV. Isolator gantung ini terdiri dari dua jenis yaitu isolator piring dan isolator batang tonggak. Untuk transmisi tegangan tinggi, isolator piring dirangkai berbentuk rantai. Isolator rantai ini juga biasanya dilengkapi dengan arcing horn (busur tanduk). Hal ini dilakukan untuk melindungi isolator rantai dari bahaya tegangan lebih yang dapat menyebabkan isolator rantai pecah.



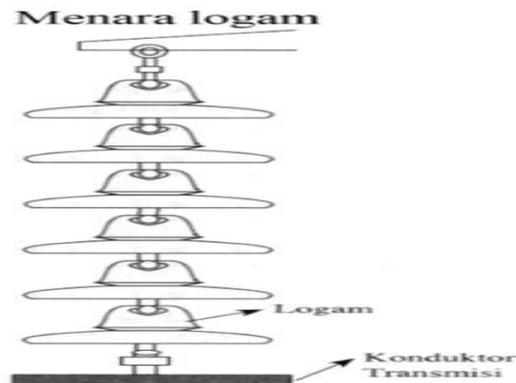
**Gambar 2.7.** Gambar isolator piring dan isolator batang.

#### 2.4.3. Isolator rantai

Isolator rantai adalah merupakan kumpulan dari beberapa isolator piring yang disusun secara berantai sehingga menjadi satu kesatuan isolator. Isolator rantai seperti gambar 2.8 biasanya digunakan untuk menggantung penghantar transmisi tegangan tinggi pada menara-menara transmisi. Penghantar ini digantung dengan menggunakan isolator agar penghantar ini tidak menyentuh badan menara yang dibumikan. Isolator jenis ini banyak digunakan karena pada sistem transmisi tegangan tinggi isolator ini dianggap paling efisien untuk mengisolasi antara konduktor dengan tiang menara. Adapun keuntungan menggunakan isolator rantai adalah:

1. Biaya instalasi isolator rantai cenderung lebih murah dari isolator pin untuk sistem dengan tegangan lebih dari 33kV.
2. Setiap unit isolator piring dirancang untuk bekerja pada tegangan rendah. Sehingga dapat disusun agar dapat mengisolir tegangan kerja.
3. Jika salah satu isolator piring pada suatu renteng isolator rantai rusak. Maka kita hanya perlu mengganti isolator piring tersebut dengan isolator yang baru.
4. Karena tersusun dari beberapa isolator piring maka isolator rantai memiliki tingkat fleksibel yang tinggi sehingga dapat mengayun mengikuti kabel transmisi.
5. Dengan bertambahnya permintaan akan jaringan transmisi, akan lebih menguntungkan jika meningkatkan suplai daya dengan menaikkan tegangan transmisi. Karena tegangan transmisi naik maka isolator pendukung yang ada juga harus disesuaikan. Dimana isolator rantai dapat dengan mudah dinaikkan kapasitasnya dengan menambahkan jumlah isolator piringnya.

6. Isolator rantai biasanya dipasangkan pada tower besi. Dimana isolator rantai berada dibawah crossarm sehingga secara tidak langsung kabel transmisi mendapatkan proteksi terhadap petir.



Gambar 2.8. Isolator Rantai

## 2.5 Isolasi Polimer

Polimer (*poly* = banyak, *meros* = bagian) adalah molekul raksasa biasanya memiliki bobot molekul tinggi dan dibangun dari pengulangan unit-unit. Molekul sederhana yang membentuk unit-unit ulangan ini dinamakan monomer. Polimer digolongkan menjadi dua macam, yaitu polimer alam seperti pati, selulosa, sutra, dan polimer sintetik seperti polimer vinil. Polimer sangat penting karena dapat menunjang tersedianya pangan, sandang, transportasi dan komunikasi (serat optik). Berdasarkan kegunaannya polimer digolongkan atas:

### 1. Polimer komersial (*commodity polymers*)

Polimer ini dihasilkan dinegara berkembang, harganya murah dan banyak dipakai dalam kehidupan sehari-hari.

Contoh: polietilen (PE), polipropilen (PP), polistirena (PS), polivinilklorida (PVC), melamin formaldehid.

### 2. Polimer teknik (*engineering polymers*)

Polimer ini sebagian dihasilkan dinegara berkembang dan sebagian lagi dinegara maju. Polimer ini cukup mahal dan canggih dengan sifat mekanik yang unggul dan daya tahan yang lebih baik. Polimer ini banyak digunakan dalam bidang transportasi seperti mobil, truk, pesawat udara, bahan bangunan pipa ledeng, barang-barang listrik dan

elektronik seperti mesin bisnis, komputer, mesin-mesin industry dan barang-barang konsumsi.

Contoh: nylon, polikarbonat, polisulfon, dan polyester.

### 3. Polimer fungsional (*functional polymers*)

Polimer ini dihasilkan dan dikembangkan di negara maju dan dibuat untuk tujuan khusus dengan produksinya dalam skala kecil.

Contoh: Kevlar, nomex, tekstura, polimer penghantar arus dan foton, polimer peka cahaya, membran, biopolymer.

Polimer berdasarkan strukturnya dibedakan atas:

#### 1. Polimer linear

Polimer linear terdiri dari rantai panjang yang dapat mengikat gugus substituen. Polimer ini biasanya dapat larut dalam beberapa pelarut dan dalam keadaan padat pada temperatur normal. Polimer ini terdapat sebagai elastomer, bahan yang fleksibel (lentur) atau termoplastik seperti gelas.

Contoh: Polietilena, polivinil klorida PVC, polimetil metakrilat PMMA, Lucite, Plexiglas atau Perspex, poliakrilonitril orlon atau creslan dan nylon 66.

#### 2. Polimer bercabang

Polimer bercabang dapat divisualisasi sebagai polimer linear dengan percabangan pada struktur dasar yang sama sebagai rantai utama.

#### 3. Polimer jaringan tiga dimensi (*three-dimension network*)

Polimer jaringan tiga dimensi adalah polimer dengan ikatan kimianya terdapat antara rantai. Bahan ini biasanya digembungkan oleh pelarut tetapi tidak sampai larut. Ketidaklarutan ini dapat digunakan sebagai kriteria dari struktur jaringan. Makin besar persen sambung-silang (*cross-links*) makin kecil jumlah penggembungannya. Jika derajat sambung-silang cukup tinggi, polimer dapat menjadi kaku, titik leleh tinggi, padat yang tak dapat digembungkan (Shinta Marito Siregar, 2009).

Polimer merupakan nama teknik untuk plastik, yaitu molekul besar atau makro molekul terdiri dari satuan yang berulang-ulang. Polimer ini telah mengambil peran teknologi yang penting. Hal ini dikarenakan sifat ringan, mudah dibentuk (walaupun rencana desain sangat rumit) serta memiliki sifat-sifat yang diinginkan dengan energi

dan kerja minimum. Bahan plastik mengalami pengembangan dan penggunaan yang luas. Karena plastik mudah dalam proses pengerjaan, seringkali bahan tersebut digunakan oleh ahli desain tanpa mengindahkan karakteristik dan batasan yang mendalam. Bahan polimer secara garis besar dapat digolongkan menjadi 2 bagian yaitu:

1. Polimer termoplastik / Resin termoplastik

Berstruktur molekuler linier dan dapat diinjeksikan kedalam cetakan selagi panas karena polimer termoplastik menjadi lunak pada suhu yang tinggi. Pada proses pembentukan tidak terjadi polimerisasi lagi.

2. Polimer termoset / Resin termoset

Polimer ini tidak menjadi lunak bila dipanaskan dan tetap kaku. Agar dapat mencetak polimer termoset ini, perlu mulai dengan campuran yang terpolimerisasi sebagian dan pengubahan bentuk dibawah pengaruh tekanan. Bila didiamkan pada suhu sekitar 200-<sup>0</sup>C-300<sup>0</sup>C, polimerisasi sempurna dan terbentuklah struktur tiga dimensi yang lebih kaku. Hal ini disebut endapan *setting thermal*. Sekali terbentuk, produk dapat dikeluarkan dari cetakan tanpa menunggu pendingin lebih lanjut.

Tabel 2.1.Pembagian material polimer secara umum

Resin termoplastik	Resin termoset
Resin PVC	Resin Fenol
Resin Vinil Asetat	Resin Urea
Polivinil Format	Resin Melamin
Polivinilidewn Klorid	Resin Poliester
Poliethin	Resin Epoksi
Polipropilen	Resin Silikon
Polistiren	
Kopoliren Stiren	
Resin Metakrilat	
Poliamid	
Polikarbonat	
Resin Asetal	
Fluorplastik	

### 2.5.1. Karakteristik Bahan Polimer

Karakteristik khas bahan polimer pada umumnya adalah sebagai berikut:

1. Pencetakan yang mudah. Pada temperatur relatif rendah bahan dapat dicetak dengan penyuntikan, penekanan, ekstrusi dan seterusnya, yang menyebabkan ongkos pembuatan lebih rendah daripada untuk logam dan keramik.
  2. Sifat produk yang ringan dan kuat. Berat jenis polimer dibandingkan dengan logam dan keramik, yaitu berkisar antara 1.0 – 1.7; yang memungkinkan membuat produk yang ringan dan kuat.
  3. Kurang tahan terhadap panas. Hal ini sangat berbeda dengan logam dan keramik. Karena ketahanan panas bahan polimer tidak sekuat logam dan keramik, pada penggunaannya harus cukup diperhatikan.
  4. Produk-produk dengan sifat yang cukup berbeda dapat dibuat tergantung pada cara pembuatannya. Dengan mencampur bahan pemplastis, pengisi dan sebagian sifat-sifat dapat berubah dalam area yang luas. Misal plastik diperkuat serat gelas (FRP = *Fiberglass Reinforced Plastics*).
  5. Banyak diantara polimer yang bersifat isolasi listrik yang baik. Polimer mungkin juga dibuat konduktor dengan cara mencampurnya dengan serbuk logam, butiran karbon dan lainnya.
  6. Baik sekali dalam ketahanan air dan ketahanan zat kimia. Pemilihan bahan yang baik akan menghasilkan produk yang mempunyai sifat-sifat yang baik sekali.
  7. Umumnya bahan polimer lebih murah.
  8. Kekerasan permukaan yang sangat kurang. Bahan polimer yang keras ada, Tetapi masih jauh dibawah kekerasan logam dan keramik.
  9. Kurang tahan terhadap pelarut. Umumnya larut dalam zat pelarut tertentu kecuali beberapa bahan khusus. Kalau tidak dapat larut, mudah retak karena kontak yang terus menerus dengan pelarut dan disertai adanya tegangan.
  10. Mudah termuati listrik secara elektrostatik. Kecuali bahan yang khusus dibuat agar menjadi hantaran listrik.
  11. Beberapa bahan tahan terhadap abrasi, atau mempunyai koefisien gesek yang kecil.
- Dengan melihat beberapa sifat yang disebutkan diatas, maka sangat penting untuk dapat memilih bahan yang paling cocok.

### 2.5.2. Massa Jenis Bahan Polimer

Dilihat dari segi biaya, massa jenis merupakan faktor yang sangat penting. Bagi bahan bermassa jenis rendah maka dengan volume yang sama diperoleh bahan dengan massa yang ringan dan lebih kuat. Massa jenis polimer jauh lebih rendah daripada logam ataupun keramik. Sifat ringan tersebut adalah salah satu sifat khas dari bahan polimer.

### 2.5.3. Karakteristik Mekanik Polimer

Yang termasuk ke dalam karakteristik mekanik suatu bahan antara lain:

- Kekuatan tarik
- Kekuatan tekan
- Kekuatan lentur
- Modulus elastisitas
- Modulus geser
- Kekerasan bahan

Besaran-besaran diatas diketahui dengan tujuan agar sifat material dapat diperkirakan secara akurat dan cermat. Karakteristik mekanik yang penting untuk diketahui daribahan polimer adalah:

1. Banyak bahan biasa mengalami pemelaran atau relaksasi tegangan, terutama bagi bahan polimer yang memiliki gaya antar molekulnya lemah dan dikonfigurasi hanya oleh ikatan van der waals. Namun bagi bahan polimer yang mempunyai ikatan hidrogen dengan gaya antar molekul yang kuat dan demikian juga bagi resin termoset yang terbentuk dari ikatan kovalen tiga dimensi, pengaruh pemelaran dan relaksasi tegangan agak kurang.
2. Regangan sisa dari pencetakan terjadi waktu pemanasan, mudah menyebabkan retakan karena tegangan.
3. Terdapat beberapa bahan yang dapat mengatasi tegangan tarik sederhana dan pemelaran, tetapi tidak tahan terhadap kelelahan (*fatigue*) karena terjadi kombinasi beban antara penekanan dan penarikan.
4. Beberapa bahan polimer cenderung tahan dalam waktu singkat apabila dicelupkan kedalam minyak, pelarut, dan sebagainya, namun apabila disertai tegangan dapat terjadi retak dan akhirnya putus.

5. Beberapa bahan polimer memiliki ketahanan impak relatif kecil. Akan tetapi, dewasa ini telah dikembangkan plastik yang mempunyai kekuatan impak tinggi seperti polikarbonat, poliasetal, dan sebagainya (Arifianto, 2008).

## 2.6 Resin Epoksi

Resin epoksi merupakan suatu produk dari reaksi bahandasar dan pengeras. Bahan dasar resin epoksi yang seringbanyak digunakan adalah DGEBA (*Diglycidyl Ether of Bisphenol A*) dan MPDA (*Metaphenylenediamine*). Resin epoksi termasuk golongan polimer termoset dimana campuran dua komponen yang berbentuk seperti kaca pada temperatur ruang yang mempunyai sifat isolasi listrik yang baik dan juga mempunyai kekedapan air yang tinggi (Anggraini, 2010).

Resin epoksi atau secara umum dipasaran dikenal umum dengan bahan epoksi adalah salah satu dari jenis polimer yang berasal dari kelompok termoset. Resin epoksi adalah polimer cair yang diubah menjadi bahan padat secara polimerisasi jaringan silang dan juga secara kimia, membentuk formasi rantai polimer tiga dimensi. Sifat mekanisnya tergantung pada unit molekuler yang membentuk jaringan rapat dan panjang jaringan silang. Proses pembuatannya dapat dilakukan pada suhu kamar dengan memperhatikan zat-zat kimia yang digunakan sebagai pengontrol polimerisasi jaringan agar didapatkan sifat optimum bahan.

Termoset memiliki sifat isotropis dan peka terhadap suhu, mempunyai sifat tidak bisa meleleh, tidak bisa diolah kembali, atomnya berkaitan dengan kuat sekali, tidak bisa mengalami pergeseran rantai. Bentuk resin epoksi sebelum pengerasan berupa cairan seperti madu dan setelah pengerasan akan berbentuk padatan yang sangat getas.

Epoksi secara umum mempunyai karakteristik yang baik, yaitu:

1. Kemampuan mengikat paduan metalik yang baik

Kemampuan ini disebabkan oleh adanya gugus hidrolis yang memiliki kemampuan membentuk ikatan via ikatan hidrogen. Gugus hidrosil ini juga dimiliki oleh oksida metal, dimana pada kondisi normal menyebar pada permukaan metal. Keadaan ini menunjang terjadinya ikatan antar atom pada epoksi dengan atom yang berada pada material metal.

## 2. Ketangguhan

Kegunaan epoksi sebagai bahan matrik dibatasi oleh ketangguhan yang rendah dan cenderung rapuh. Oleh sebab itu terus dilakukan penelitian untuk meningkatkan ketangguhan bahan matrik atau epoksi.

Resin epoksi banyak digunakan untuk bahan komposit di beberapa bagian struktural, resin ini juga dipakai sebagai bahan campuran pembuatan kemasan, bahan cetakan (*moulding compound*) dan perekat. Resin epoksi sangat baik digunakan sebagai matriks pada komposit dengan penguat serat gelas (Shinta Marito Siregar, 2009)

### 2.7 Bahan Pengisi

Secara teknis, penggunaan bahan pengisi untuk meningkatkan sifat mekanis dan secara ekonomis penggunaan bahan pengisi sebagai bahan adalah upaya untuk mereduksi biaya. Bahan pengisi silane (*silicone rubber*) dan batu alam digunakan untuk memperbaiki karakteristik dari isolator polimer, dengan komposisi  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dan batu silika yang bervariasi (Anggraini, 2010).

Natrium Karbonat (juga dikenal sebagai soda atau soda abu), ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), adalah garam natrium dari asam karbonat. Bentuk paling umum sebagai heptahidrat Kristal, yang mudah *effloresces* untuk membentuk bubuk putih, monohidrat tersebut. Natrium karbonat di dalam negeri, terkenal untuk penggunaan sehari-hari sebagai pelunak air. Hal ini dapat di ekstraksi dari abu macam-macam tanaman. Hal ini secara sintesis diproduksi dalam jumlah besar dari garam dan kapur dalam proses yang dikenal sebagai proses Solvay.

Dalam penggunaan domestik, digunakan sebagai pelunak air selama cuci.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  bersaing dengan ion magnesium dan kalsium dalam air keras dan mencegah mereka dari ikatan dengan deterjen yang digunakan. Tanpa menggunakan soda cuci, deterjen tambahan diperlukan untuk menyerap magnesium dan ion kalsium. Disebut soda cuci, Kristal soda, atau soda sal dibagian deterjen toko, secara efektif menghilangkan noda minyak, lemak dan alkohol. Natrium karbonat juga digunakan sebagai agen pembersih kerak pada boiler seperti yang ditemukan dalam pot kopi, mesin espresso, dan lain-lain.

Dalam kimia sering digunakan sebagai elektrolit. Hal ini karena elektrolit biasanya garam berbasis, dan natrium karbonat bertindak sebagai konduktor yang sangat baik dalam proses elektrolisis. Selain itu, tidak seperti ion klorida, yang membentuk gas klor, ion karbonat tidak korosif pada anoda. Hal ini juga digunakan sebagai standar untuk titrasi asam-basa karena itu padat dan udara-stabil, sehingga mudah untuk menimbang secara akurat. Hal ini juga digunakan untuk mempercepat dekomposisi air dalam elektrolisis (Lia Cundari, 2014).

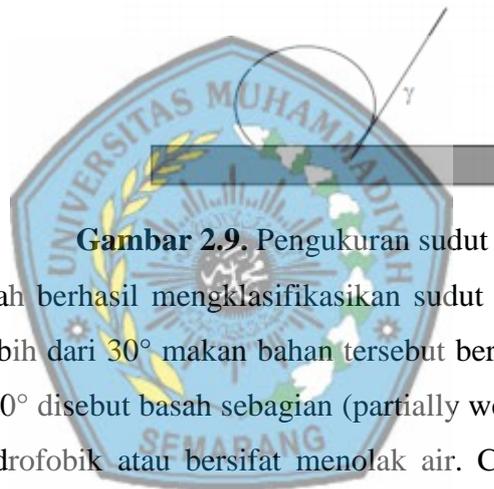
Pasir silika, silika atau dikenal dengan silikon dioksida ( $\text{SiO}_2$ ) merupakan senyawa yang banyak ditemui dalam bahan galian yang disebut pasir kuarsa, terdiri atas kristal-kristal silika dan mengandung senyawa pengotor yang terbawa selama proses pengendapan. Pasir kuarsa juga dikenal sebagai pasir putih merupakan hasil pelapukan batuan yang mengandung mineral utama seperti kuarsa dan feldspar. Pasir kuarsa mempunyai komposisi gabungan dari  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$  dan  $\text{K}_2\text{O}$ , berwarna putih bening atau warna lain bergantung pada senyawa pengotornya.

Silika biasa diperoleh dari proses penambangan yang dimulai dari proses penambangan pasir kuarsa sebagai bahan baku. Pasir kuarsa tersebut kemudian dilakukan proses pencucian untuk membuang pengotor yang kemudian dipisahkan dan dikeringkan kembali sehingga diperoleh pasir dengan kadar silika yang lebih besar bergantung dari keadaan kuarsa dari tempat penambangan. Pasir inilah yang kemudian dikenal dengan pasir silika atau silika dengan kadar tertentu. Silika biasanya dimanfaatkan untuk berbagai keperluan dengan berbagai ukuran tergantung aplikasi yang dibutuhkan seperti dalam industri ban, karet, gelas, semen, beton, keramik, tekstil, kertas, kosmetik, elektronik, cat, film, pasta gigi, dan lain-lain. Untuk proses penghalusan atau memperkecil ukuran dari pasir silika umumnya digunakan metode *milling* dengan *ball mill* untuk menghancurkan ukuran pasir silika yang besar-besarnya menjadi ukuran yang lebih kecil dan halus, silika dengan ukuran yang halus inilah yang biasanya banyak digunakan dalam industri (Johanadib Heri, 2012).

## 2.8 Sudut Kontak Hidrofobik

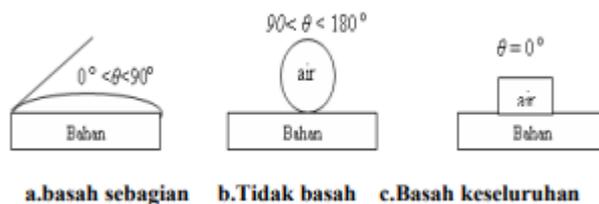
Pengukuran sudut kontak pada suatu bahan isolasi dilakukan untuk mengetahui sifat permukaan bahan, hidrofobik atau hidrofilik. Sifat hidrofobik merupakan suatu

karateristik bahan isolasi, dalam keadaan terpolusi, bahan masih mampu bersifat menolak air yang jatuh ke permukaanya. Sifat hidrofobik paling berguna untuk isolator outdoor karena dalam keadaan basah atau lembab tidak akan terbentuk lapisan air yang kontiyu antara ujung – ujung isolator, sehingga permukaan isolator tetap memiliki konduktivitas yang rendah, akibatnya arus bocor sangat kecil. Sudut kontak merupakan sudut yang dibentuk antara permukaan bahan uji dengan air destilasi yang ditetaskan ke permukaan bahn uji. Pengukuran menggunakan tetesan air 50 µl yang ditetaskan pada permukaan bahan isolator. Profil tetesan air itu diambil 2 menit setelah air ditetaskan pada permukaan bahan isolator. Profil tetesan air diproyeksikan pada layar dan sudut kontak ( $180^\circ - \gamma$ ) dapat ditetapkan sebagaimana yang diilustrasikan pada Gambar 2.9



**Gambar 2.9.** Pengukuran sudut kontak

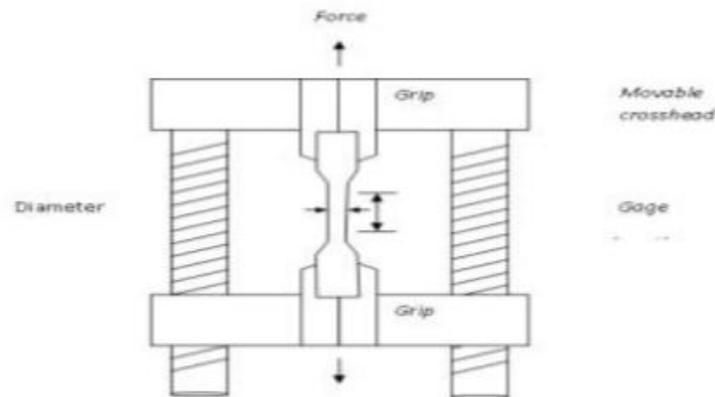
Para peneliti telah berhasil mengklasifikasikan sudut kontak dalam tiga kelompok yaitu untuk sudut lebih dari  $30^\circ$  maka bahan tersebut bersifat basah (hidrofilik), sudut kontak antara  $30^\circ - 80^\circ$  disebut basah sebagian (partially wetted), dan sudut kontak lebih dari  $90^\circ$  disebut hidrofobik atau bersifat menolak air. Cairan yang digunakan untuk mengukur sudut kontak adalah air.



**Gambar 2.10.** Klasifikasi sudut kontak

Menurut Berahim [3], resin epoksi tidak memiliki sifat hidrofobik.

## 2.9 Uji Tarik



**Gambar 2.11 Skema Proses Uji Tarik**

Pengujian tarik yaitu pengujian yang bertujuan untuk mendapatkan gambaran tentang sifat-sifat dan keadaan dari suatu logam atau material lain. Pengujian tarik dilakukan dengan penambahan beban secara perlahan-lahan, kemudian akan terjadi pertambahan panjang yang sebanding dengan gaya yang bekerja. Kesebandingan ini terus berlanjut sampai bahan sampai titik propotionality limit. Setelah itu pertambahan panjang yang terjadi sebagai akibat penambahan beban tidak lagi berbanding lurus, pertambahan beban yang sama akan menghasilkan penambahan panjang yang lebih besar dan suatu saat terjadi penambahan panjang tanpa ada penambahan beban, batang uji bertambah panjang dengan sendirinya.

Hal ini dikatakan batang uji mengalami yield (luluh). Keadaan ini hanya berlangsung sesaat dan setelah itu akan naik lagi. Kenaikan beban ini akan berlangsung sampai mencapai maksimum, untuk batang yang ulet beban mesin tarik akan turun lagi sampai akhirnya putus. Pada saat beban mencapai maksimum, batang uji mengalami pengecilan penampang setempat (local necting) dan penambahan panjang terjadi hanya disekitar necking tersebut. Pada batang getas tidak terjadi necking dan batang akan putus pada saat beban maksimum. Pada pengujian tarik nantinya akan diperoleh sifat mekanik dari logam atau material lain yg diuji tersebut.

Beberapa sifat mekanik dibagi menjadi 2, yaitu :

### 1. Sifat Mekanik di daerah Elastis

Adapun sifat –sifat mekanik yang berada didaerah elastis, diantaranya :

a. Kekhitan elastis : kemampuan batang untuk menerima beban / tegangan tanpa berakibat terjadinya deformasi plastis (perubahan bentuk yang permanen). Ditunjukkan oleh titik luluh (yield).

b. Kekakuan (stiffness) : suatu batang yang memiliki kekakuan tinggi bila mendapat beban (dalam batas elastisnya) akan mengalami deformasi plastis, tetapi hanya sedikit.

c. Resilience: kemampuan bahan untuk menyerap energi tanpa menyebabkan terjadinya deformasi plastis. Dinyatakan dengan besarnya luasan di bawah grafik daerah elastik (Modulus Resilien)

## 2. Sifat mekanik di daerah plastis

Adapun sifat – sifat mekanik yang berada di daerah plastis, diantaranya :

### a. Kekuatan tarik (Tensile strength)

Kemampuan batang untuk menerima beban/ tegangan tanpa mengakibatkan batang rusak atau putus. Kekuatan tarik maksimum ditunjukkan sebagai tegangan maksimum (ultimate stress) pada kurva tegangan-regangan.

### b. Keuletan (Ductility)

Kemampuan bahan untuk berdeformasi tanpa menjadi patah. Dapat diukur dengan besarnya tegangan plastis yang terjadi setelah batang uji putus. Ditunjukkan sebagai garis elastik pada grafik tegangan-regangan.

c. Ketangguhan (Toughness) Kemampuan menyerap energi tanpa mengakibatkan patah, dapat diukur dengan besarnya energi yang diperlukan untuk mematahkan batang uji. Ketangguhan dinyatakan dengan modulus ketangguhan yaitu banyaknya energi yang dibutuhkan untuk mematahkan satu satuan volume bahan. Ditunjukkan sebagai keseluruhan luasan di bawah kurva tegangan-regangan.